МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____ / Л.А. Марюшин/

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения»

Направление подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки
Энергообеспечение предприятий

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Москва
2022

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения» следует отнести:

– формирование знаний о современных принципах, методах и средствах проектирования и конструирования установок для трансформации тепла и процессов охлаждения, испытаний и контроля их теплотехнологических параметров;

– изучение способов повышения эффективности эксплуатации, проектирования и конструирования установок для трансформации тепла и процессов охлаждения, выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи проектирования и конструирования теплоиспользующих установок.

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых, более эффективных методов проектирования и конструирования установок для трансформации тепла и процессов охлаждения.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения» следует отнести:

– выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи проектирования и конструирования установок для трансформации тепла и процессов охлаждения;

– научить мыслить системно на примерах повышения энергетической эффективности установок для трансформации тепла и процессов охлаждения с учетом технологических, экологических и экономических факторов;

– научить анализировать существующие методы проектирования и конструирования установок для трансформации тепла и процессов охлаждения, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиций повышения эффективности и энергосбережения;

– дать информацию о новых методах проектирования и конструирования установок для трансформации тепла и процессов охлаждения в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки таких методов, как отечественных, так и зарубежных;

– научить анализировать результаты проектирования и конструирования установок для трансформации тепла и процессов охлаждения, производить поиск оптимизационного решения с помощью всевозможных методов.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору основной образовательной программы бакалавриата.

«Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В части цикла дисциплин по выбору:

– Теплоэнергетические системы промышленных предприятий;
– Энергетический комплекс промышленных предприятий;
– Холодильные и теплонасосные установки;
– Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем;
– Методы испытаний и наладки технологического оборудования.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-3	способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	**знать:** • Основные методы организации метрологического обеспечения технологических процессов **уметь:** • Организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования **владеть:** • Методами организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования

ПК-3	Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД при использовании типовых методов	**знать:** • Методы освоения и доводки технологических процессов **уметь:** • Проводить освоение и доводку технологических процессов **владеть:** • Методами проведения работ по освоению и доводке технологических процессов
ПК-4	Способность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на ОПД	**знать:** • Методы проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ **уметь:** • Обеспечивать проведение типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ **владеть:** • Методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единицы, т.е. **144** академических часов (из них 12 часов – лекции, 12 часа – практические занятия, 120 часов – самостоятельная работа студентов).

Структура и содержание дисциплины «Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Девятый семестр

Тема 1. Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль установок для трансформации тепла и процессов охлаждения в работе энергетического комплекса РФ. Основные термины и определения. Классификация установок для трансформации тепла и процессов охлаждения.

Тема 2. Термодинамические основы холодильных машин

Физические принципы получения низких температур. Плавление и охлаждение смеси. Кипение и сублимация. Работа расширения газов. Расширение газов путем дросселирования (эффект Джоуля—Томсона). Вихревой эффект охлаждения. Агрегатное состояние вещества. Обратный цикл Карно. Термодинамические диаграммы. Тепловой расчет одноступенчатой паровой холодильной машины. Диаграмма lgp- i. Обратный цикл Карно Классификация и теплотехнические основы работы холодильных машин Рабочий процесс паровой компрессорной холодильной машины. Холодопроизводительность компрессора и установки. Рабочие процессы паровых двухступенчатых компрессионных холодильных машин. Холодильные агенты и хладоносители

Тема 3. Конструкция холодильных машин

Компрессоры холодильных машин. Классификация поршневых компрессоров. Конструкция компрессоров. Винтовые и роторные холодильные компрессоры. Устройство поршневых хладоновых компрессоров. Повышение надежности и экономичности компрессоров. Теплообменные и вспомогательные аппараты. Классификация и устройство конденсаторов. Классификация испарителей.

Тема 4. Типы холодильных машин, системы охлаждения

Холодильные агрегаты. Аммиачные холодильные агрегаты и машины. Фреоновые холодильные агрегаты и машины. Абсорбционные водоаммиачные холодильные машины. Пароэжекторные холодильные машины.

Тема 5. Регулирование и автоматизация работы холодильных машин и установок кондиционирования воздуха

Принципы автоматизации холодильных установок. Основные понятия об автоматическом регулировании. Схемы автоматизации холодильных установок. Схемы холодильных установок.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению практических работ в аудиториях вуза и на мощностях предприятий-партнеров;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетного задания;

– обсуждение и защита рефератов по дисциплине;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;

– проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам контроля и технической диагностики теплоэнергетического оборудования, а также эффективных методов эксплуатации теплоэнергетического оборудования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Контроль и техническая диагностика теплоэнергетического оборудования» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия практического типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка и выступление на семинарском занятии с презентацией и обсуждением на тему «Методики и средства контроля и технической диагностики теплоэнергетического оборудования» (индивидуально для каждого обучающегося).

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита отчетов по практическим заданиям.

Образцы тестовых заданий, заданий расчетных работ, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, приведены в приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-3	способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах
ПК-3	Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД при использовании типовых методов
ПК-4	Способность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на ОПД

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-3 - способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено) или отсутствие сформированности компетенции	**Оценка «удовлетворительно» (зачтено) или низкой уровень освоения компетенции**	**Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень освоения компетенции**	**Оценка «отлично» (зачтено) или высокий уровень освоения компетенции**
знать: методики сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методики сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методики сбора и анализа исходных данных для проектирования	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методики сбора и анализа исходных данных для проектирова	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методики сбора и анализа исходных данных для проектирования

	нормативной документацией	энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	ния энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией, свободно оперирует приобре-тенными знаниями.
уметь: собирать и анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет собирать и анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией, выполнять проектные расчеты	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: собирать и анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: собирать и анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартны	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: собирать и анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

			е ситуации.	
владеть: методами сбора и анализа исходных данных для проектировани я энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Обучающийся владеет методами сбора и анализа исходных данных для проектировани я энергообъекто в и их элементов в соответствии с нормативной документацией в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийс я частично владеет методами сбора и анализа исходных данных для проектирова ния энергообъект ов и их элементов в соответстви и с нормативной документаци ей, навыки освоены, но допускаются незначительн ые ошибки, неточности, затруднения при аналитически х операциях, переносе умений на новые, нестандартны е ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами сбора и анализа исходных данных для проектировани я энергообъекто в и их элементов в соответствии с нормативной документацией , свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ПК-3 - Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД при использовании типовых методов				
знать: Методы проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологическо го оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологическ ого оборудования, монтажных, наладочных и пусковых	Обучающийс я демонстриру ет частичное соответствие следующих знаний: методы проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологиче ского оборудован ия,	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологическо го оборудования, монтажных, наладочных и пусковых

		работ. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	монтажных, наладочных и пусковых работ, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	работ, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: Обеспечивать проведение типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет обеспечивать проведение типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: обеспечивать проведение типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: обеспечивать проведение типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: обеспечивать проведение типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

владеть: Методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологическо го оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ	Обучающийся владеет методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологическ ого оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийс я частично владеет методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологиче ского оборудован ия, монтажных, наладочных и пусковых работ, навыки освоены, но допускаются незначительн ые ошибки, неточности, затруднения при аналитически х операциях, переносе умений на новые, нестандартн ые ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологическо го оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ПК-4 - Способность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на ОПД				
знать: Методы проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; Методы проведения профилактичес ких осмотров и текущего ремонта оборудования	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; методы проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; методы проведения профилактичес ких осмотров и	Обучающийс я демонстриру ет частичное соответствие следующих знаний: методы проведения работ по оценке техническог о состояния и остаточного ресурса оборудован ия в	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; методы проведения профилактичес ких осмотров и

		текущего ремонта оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	организации; методы проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	текущего ремонта оборудования, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: Обеспечивать проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет обеспечивать проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: обеспечивать проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитически	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: обеспечивать проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

		их переносе на новые ситуации.	х операциях, переносе умений на новые, нестандартн ые ситуации.	
владеть: Методами проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; Навыками проведения профилактичес ких осмотров и текущего ремонта оборудования	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ	Обучающийся владеет методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологическ ого оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийс я частично владеет методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологиче ского оборудован ия, монтажных, наладочных и пусковых работ, навыки освоены, но допускаются незначительн ые ошибки, неточности, затруднения при аналитически х операциях, переносе умений на новые, нестандартн ые ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологическо го оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения» (прошли промежуточный контроль, выполнили весь объем заданий на семинарских занятиях, выступили с докладом на семинарском занятии)

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует категориальным аппаратом. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно.
Удовлетворительно	Студент показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при приведении практических примеров.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложениях к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Комарова Н.А. Холодильные установки. Основы проектирования [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Кемерово: КемТИПП, 2012. — 368 с.

2. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин, тепловых насосов и термотрансформаторов. Ч. 2. Расчет роторных компрессоров холодильных машин: учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Носков [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2017. — 95 с.

3. Цветков О.Б. Расчет горизонтального кожухотрубного испарителя холодильной установки [Электронный ресурс] / О.Б. Цветков, Ю.А. Лаптев, Г.Л. Пятаков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2008. — 31 с.

4. Ширяев Ю.Н. Расчет воздушного конденсатора холодильной установки: Метод. указания к самостоятельной работе для студентов всех спец. факультетов холодильной техники, криогенной техники и кондиционирования воздуха очной формы обучения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.Н. Ширяев, К.В. Гусев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2010. — 22 с.

5. Фомичев А.В. Трансформация теплоты в компрессорных установках холодильной и криогенной техники. Часть 1 [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 34 с.

б) дополнительная литература:

1. Дзино А.А. Тепловые насосы и термотрансформаторы: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / А.А. Дзино, О.С. Малинина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2015. — 68 с.

2. Ширяев Ю.Н. Расчет горизонтального кожухотрубного конденсатора холодильной установки: Метод. указания к самостоятельной работе для студентов всех спец. факультетов холодильной техники, криогенной техники и кондиционирова-ния очной формы обучения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.Н. Ширяев, К.В. Гусев, И.А. Арсеньев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2009. — 30 с.

3. Ширяев Ю.Н. Расчет горизонтального кожухо-трубного конденсатора холодильной установки: Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Ю.Н. Ширяев, В.В. Митропов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2017. — 58 с.

4. Крупененков Н.Ф. Электронные регуляторы температуры (контроллеры) фирм Danfoss, Eliwell, AKO. Настройка параметров и алгоритма работы холодильной установки [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2014. — 44 с.

5. Пигарев В.Е. Холодильные машины и установки кондиционирования воздуха [Электронный ресурс]: учеб. / В.Е. Пигарев, П.Е. Архипов. — Электрон. дан. — Москва: УМЦ ЖДТ, 2003. — 424 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте (http://lib.mami.ru/ebooks/ в разделе «Библиотека».

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

http://window.edu.ru/catalog/resources?p_nr=50&p_rubr=2.2.75.27.7&p_page=3

http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-laboratornoy-ustanovki-po-spetsialnosti-promyshlennaya-teploenergetika

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специализированная учебная лаборатория кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Ауд. АВ2406, оснащенная лабораторными установками:

- «Определение коэффициента температуропроводности стали методом регулярного режима»;
- «Определение коэффициента теплопередачи при вынужденном течении жидкости в трубе (труба в трубе)»;
- «Определение коэффициента теплопередачи методом регулярного режима»;
- «Определение коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости на цилиндре»;
- «Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя».

Мультимедийная аудитория кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Ауд. АВ2415, оснащенная оргтехникой и мультимедиа средствами (проектор, ПК и др.), экспериментальная котельная на базе ОАО ВТИ (на основании Договора о сотрудничестве) с системой КИП и автоматики.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

1. Марюшин Л.А., Сенникова О.Б., Савельев И.Л. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов. Направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Теплоэнергетические установки, системы и комплексы». – М.: Изд-во Московского политеха, - 46 с.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Преподавание дисциплины «Установки для трансформации тепла и

процессов охлаждения» имеет своей целью ознакомить студентов с достижениями в области прикладной теплоэнергетики, добиться уяснения ими основных методов контроля и технической диагностики теплоэнергетического оборудования, порядка их применения, привить им практические навыки использования этих знаний к конкретным производственным ситуациям.

Преподавание дисциплины осуществляется в соответствии с ФГОС ВО.

Целью методических рекомендаций является повышение эффективности теоретических и практических занятий вследствие более четкой их организации преподавателем, создания целевых установок по каждой теме, систематизации материала по курсу, взаимосвязи тем курса, полного материального и методического обеспечения образовательного процесса.

Средства обеспечения освоения дисциплины

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие средства:

− рекомендуемую основную и дополнительную литературу;

− методические указания и пособия;

− контрольные задания для закрепления теоретического материала;

− электронные версии федеральных законов, учебников и методических указаний для выполнения практических работ и самостоятельной работы бакалавров.

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется изложение лекционного материала с элементами обсуждения.

В качестве методики проведения практических занятий можно предложить

1. Семинар – обсуждение существующих точек зрения на проблему и пути ее решения.

2. Тематические доклады, позволяющие вырабатывать навыки публичных выступлений.

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется проведение письменного опроса (тестирование) магистров по материалам лекций и практических работ. Подборка вопросов для тестирования осуществляется на основе изученного теоретического материала. Такой подход позволяет повысить мотивацию бакалавров при конспектировании лекционного материала.

Для освоения навыков поисковой и исследовательской деятельности бакалавр пишет контрольную работу или реферат по выбранной (свободной) теме.

Лекции проводятся в основном посредством метода устного изложения с элементами проблемного подхода и беседы.

Семинарские занятия могут иметь разные формы (работа с исследовательской литературой, анализ данных нормативной и справочной литературы, слушание докладов и др.), выбираемые преподавателем в зависимости от интересов бакалавров и конкретной темы.

Самостоятельная работа бакалавра включает в себя элементы

реферирования и конспектирования научно-исследовательской литературы, подготовки и написания научных текстов, отработку навыков устных публичных выступлений.

Проверка качества усвоения знаний в течение семестра осуществляется в устной форме, путем обсуждения проблем, выводимых на семинарах и письменной, путем выполнения бакалаврами разных по форме и содержанию работ и заданий, связанных с практическим освоением содержания дисциплины. Бакалавры демонстрируют в ходе проверки умение анализировать значимость и выявлять специфику различных проблем и тем в рамках изучаемой дисциплины и ее компонентов, знание научной и учебно-методической литературы. Текущая проверка знаний и умений бакалавров также осуществляется через проведение ряда промежуточных тестирований. Итоговая аттестация по дисциплине предполагает устный зачет или экзамен, на которых проверяется усвоение материала, усвоение базовых понятий дисциплины.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и профилю «Энергообеспечение предприятий».

Авторы

Профессор кафедры «Промышленная теплоэнергетика»
к.т.н., доцент О.Ю. Усанова

Доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика»
к.т.н., доцент Л.А. Марюшин

Программа обсуждена на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика». Протокол от 26 мая 2022 г. № 11.

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика»
к.т.н., доцент Л.А. Марюшин

Руководитель ООП Е.А. Чугаев

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения» по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К/р	Э	З
	Девятый семестр													
Тема 1	**Лекция. Введение**	9	2			12								
	Семинарское занятие.			2										
Тема 2	**Лекция. Термодинамические основы холодильных машин**	9	2			15								
	Семинарское занятие			2										
Тема 3	**Лекция. Конструкция холодильных машин**	9	2			14								
	Семинарское занятие			2							+			
Тема 4	**Лекция. Типы холодильных машин, системы охлаждения**	9	4			15								
	Семинарское занятие			4										
	Выборочный приемочный и текущий контроль.											+		
Тема 5	**Лекция. Регулирование и автоматизация работы холодильных машин и установок кондиционирования воздуха**	9	2			15								
	Семинарское занятие			2										
	Форма аттестации	9											Э	
	Всего часов по дисциплине в девятом семестре	9	12	12		120								

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
ОП (профиль): «Энергообеспечение предприятий»
Форма обучения: заочная

Кафедра: «Промышленная теплоэнергетика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения»

Москва
2022

Таблица 1
к приложению 2

Паспорт фонда оценочных средств

Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения					
ФГОС ВО **13.03.01 Теплотехника и теплоэнергетика**					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования**	**Форма оценочного средства**	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-3	способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	**знать:** методики сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией **уметь:** собирать и анализировать исходные данные для проекти-рования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией; **владеть:** методами сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Лекция, семинарские занятия, решение ситуационных задач, СРС	Экзамен, тестирование	Базовый уровень: способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией. Повышенный уровень: способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования с их последующим анализом

ПК-3	Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД при использовании типовых методов	**знать:** Методы проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ **уметь:** обеспечивать проведение типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ **владеть:** Методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ	Лекция, семинарские занятия, лабораторные занятия, решение ситуационных задач, СРС	Зачет, выполнение расчетной работы по индивидуальному заданию	Базовый уровень: способен участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах в стандартных производственных ситуациях Повышенный уровень: способен участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах в нестандартных производственных ситуациях с их последующим анализом

ПК-4	Способность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на ОПД	**знать:** Методы проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; Методы проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования **уметь:** обеспечивать проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; Проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования **владеть:** Методами проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; Навыками проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования	Лекция, семинарские занятия, лабораторные занятия, решение ситуационных задач, СРС	Зачет, выполнение расчетной работы по индивидуальному заданию	Базовый уровень: способен участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования в стандартных производственных ситуациях Повышенный уровень: способен участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования в нестандартных производственных ситуациях с их последующим анализом

Приложение 3

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Перечень практических работ по дисциплине

1. Определение мощности холодильной машины.
2. Определение холодильного коэффициента установки.
3. Определение технических характеристик трансформатора тепла.
4. Определение параметров энергоносителя холодильной установки.
5. Методы повышения эффективности установок трансформации тепла.

Примеры задач для практических занятий

Задача 1. По *I—d*-диаграмме влажного воздуха (рис.1) определить относительную влажность воздуха по температурам сухого термометра t –27 °С и мокрого термометра психрометра Ассмана $t_м$ = 18 °С.

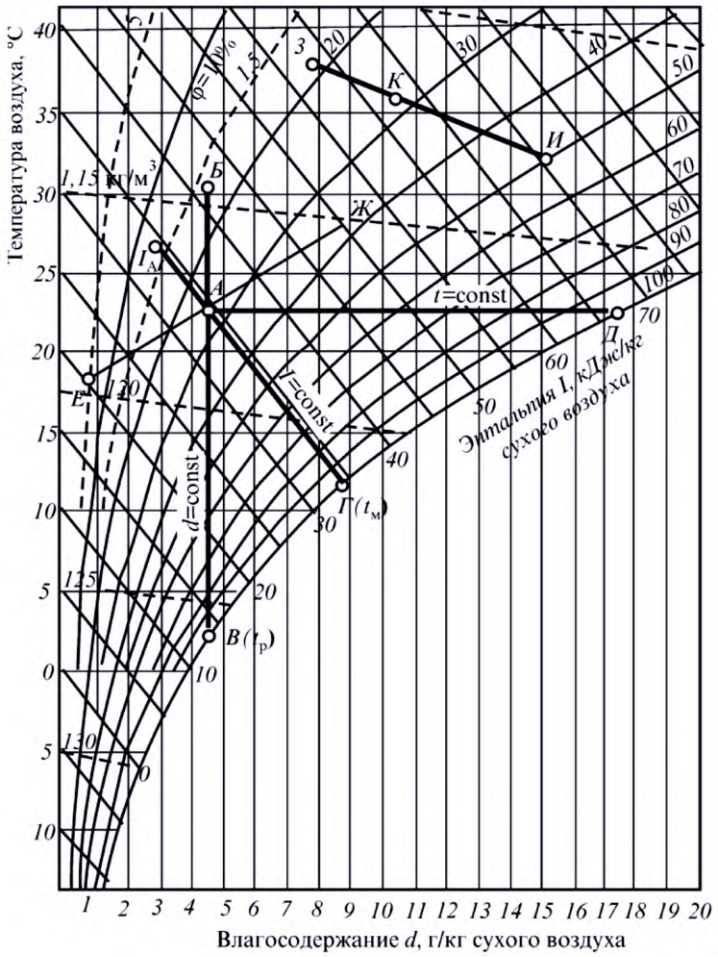


Рис. 1. Диаграмма влажного воздуха

Решение: находим на левой кромке диаграммы температуру 18 °С. Далее находим точку пересечения изотермы 18 °С с кривой насыщения (точка *А*') и из этой точки параллельно наклонным штриховым линиям проводим прямую до пересечения с изотермой 27 °С (точка *А*). Относительная влажность воздуха определяется положением точки *А*, которая находится немного выше кривой φ = 40 %. По масштабу с учетом его нелинейности (расстояние между ϕ = 30 % и φ = 31 % больше, чем между φ = 39 % и φ = 40 %) примерно определяем искомое значение φ_A = 39 %.

Задача 2. По *I*—*d*-диаграмме влажного воздуха (рис.1) определить точку росы, т.е. температуру, при которой из охлаждаемого воздуха с начальной температурой 30 °С и относительной влажностью 40 % начнет выпадать влага.

Решение: Находим на диаграмме точку, отвечающую указанным значениям, соединяем эту точку линией влагосодержания с кривой насыщения и по изотермам находим искомую температуру, которая в данном случае составляет 15,3 °С.

Задача 3. По *I*—*d*-диаграмме влажного воздуха (рис.1) найти теплосодержание и влагосодержание воздуха, имеющего температуру 25 °С и относительную влажность 70 %.

Решение: На пересечении изотермы t = 25 °С и кривой относительной влажности φ = 70 % отмечаем точку *Б*, которая лежит между линиями теплосодержаний 60 и 65 (ближе к 60) кДж/кг. По масштабу определяем теплосодержание i = 62,7 кДж/кг. Проведя из точки *Б* линию, параллельную линиям влагосодержаний, до нижней кромки диаграммы, таким же образом по масштабу найдем влагосодержание d = 14,3 г/кг.

Задача 4. Необходимо определить температуру, удельные влагосодержание, теплосодержание и относительную влажность смеси воздуха, состоящей из одной части с массой G_1 = 500 кг, температурой t_1 = 40 °С и относительной влажностью φ = 30 % и другой части с массой G_2 – 1100 кг. температурой t_2 = 26 °С и относительной влажностью φ_2 = 70 %.

Графическое решение задачи выполняется просто: на *I*—*d*-диаграмме влажного воздуха (рис.1) находим точки *В* и *Г*, отвечающие параметрам соответственно первой и второй составляющих, соединяем их прямой, откладываем на этой прямой отрезки обратно пропорционально массам (или долям) составляющих и находим точку *Д*, по которой определяем указанными выше способами искомые параметры смеси $t_{см}$ = 30,4 °С, $d_{см}$ = –14,85 г/кг, $I_{см}$ = 68,7 кДж/кг и $\varphi_{см}$ = 53%. Искомая точка *Д* смеси всегда расположена ближе к точке той из составляющих, масса которой больше.

Расчетное решение этой же задачи значительно сложнее:

$$t_{см} = \frac{t_1 G_1 + t_2 G_2}{G_1 + G_2} = \frac{40 \cdot 5 + 26 \cdot 11}{5 + 11} = 30{,}37\ ℃.$$

Для расчета $d_{см}$ и $I_{см}$ необходимо предварительно по таблицам или по *I*—*d*-диаграмме определить значения *I*и *d* составляющих частей воздуха (которыми при графическом решении мы даже не интересовались):

$$d_{\text{см}} = \frac{d_1 G_1 + d_2 G_2}{G_1 + G_2} = \frac{14{,}3 \cdot 5 + 15{,}1 \cdot 11}{5 + 11} = 14{,}85 \text{ г/кг}.$$

$$I_{\text{см}} = \frac{I_1 G_1 + I_2 G_2}{G_1 + G_2} = \frac{77{,}3 \cdot 5 + 64{,}6 \cdot 11}{5 + 11} = 68{,}6 \text{ кДж/кг}.$$

Рассчитать значение $\varphi_{\text{см}}$, исходя из исходных значений φ_1 и φ_2 по формуле, аналогичной трем предыдущим, нельзя вследствие ее нелинейности этим величинам. Поэтому значение фсм определяют по любым двум из трех уже известных величин, например, $t_{\text{см}}$ и $d_{\text{см}}$ или $t_{\text{см}}$ и $I_{\text{см}}$, используя таблицы или *I—d*-диаграмму.

Задача 5. Рассчитать поверхность хладонового воздухоохладителя холодильной установки рефрижераторного вагона при полной нагрузке Q_0 = 14 кВт для режима перевозки мороженых грузов (температура воздуха в грузовом помещении –20 °С). Расход воздуха через воздухоохладитель задан V=10000 м^3/ч. По справочным данным, при средней температуре воздуха –20 °С плотность его ρ =1,39 кг/м^3, удельная теплоемкость $c_{\text{р}}$ = 1,005 кДж/(кг·К).

Охлаждение воздуха в воздухоохладителе:

$$\Delta t = \frac{Q_0 \cdot 3{,}6}{V \rho c_{\text{р}}} = \frac{14 \cdot 3{,}6}{1{,}39 \cdot 1{,}005} = 3{,}6 \text{ °С}.$$

Расчетную температуру воздуха на входе в воздухоохладитель принимаем t_1 = –19 °С. Тогда температура воздуха на выходе t_2 = – 22,6 °С.

Расчетная температура кипения хладона R12 в воздухоохладителе принята t_0 = –26 °С.

Среднелогарифмическая разность температур воздуха и кипящего хладагента:

$$\theta = \frac{\Delta t}{2{,}3 \cdot lg \dfrac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0}} = \frac{3{,}6}{2{,}3 \cdot lg \dfrac{-29 + 26}{-22{,}6 + 26}} = 5 \text{ °С}.$$

Для ребристого воздухоохладителя с диаметром труб 14—16 мм и расстоянием между ними 30—40 мм при средней скорости воздуха в живом сечении 3,5—4,5 м/с коэффициент теплопередачи находится в пределах 30—45 Вт/(м^2·К). Принимаем k =35 Вт/(м^2·К).

В этих условиях допустимый удельный тепловой поток:

$$q_F = k\theta = 35 \cdot 5 = 175 \text{ Вт/м}^2.$$

Учитывая наличие инея на воздухоохладителе при перевозке мороженых грузов, снизим расчетную величину удельного потока на 30 %, т.е. до 122 Вт/м^2. Тогда требуемая теплопередающая поверхность воздухоохладителя

$$\boldsymbol{F = \frac{Q_0}{q_F} = \frac{14 \cdot 10^3}{122} = 155 \text{м}^2}.$$

Иногда дополнительно проверяют достаточность расчетной поверхности испарителя для работы холодильной установки в режиме охлаждения при температуре поступающего воздуха +5 °С.

Приложение 4

Вопросы к экзамену

1. Классификация установок для трансформации тепла и процессов охлаждения.
2. Термодинамические основы холодильных машин
3. Физические принципы получения низких температур.
4. Плавление и охлаждение смеси.
5. Кипение и сублимация.
6. Работа расширения газов.
7. Расширение газов путем дросселирования (эффект Джоуля—Томсона).
8. Вихревой эффект охлаждения.
9. Агрегатное состояние вещества.
10. Обратный цикл Карно.
11. Термодинамические диаграммы.
12. Тепловой расчет одноступенчатой паровой холодильной машины.
13. Диаграмма lgp- i.
14. Обратный цикл Карно.
15. Классификация и теплотехнические основы работы холодильных машин.
16. Рабочий процесс паровой компрессорной холодильной машины.
17. Холодопроизводительность компрессора и установки.
18. Рабочие процессы паровых двухступенчатых компрессионных холодильных машин.
19. Холодильные агенты и хладоносители.
20. Конструкция холодильных машин.
21. Компрессоры холодильных машин.
22. Классификация поршневых компрессоров.
23. Конструкция компрессоров.
24. Винтовые и роторные холодильные компрессоры.
25. Устройство поршневых хладоновых компрессоров.
26. Повышение надежности и экономичности компрессоров.
27. Теплообменные и вспомогательные аппараты.
28. Классификация и устройство конденсаторов.
29. Классификация испарителей.
30. Типы холодильных машин, системы охлаждения.
31. Холодильные агрегаты.
32. Аммиачные холодильные агрегаты и машины.
33. Фреоновые холодильные агрегаты и машины.
34. Абсорбционные водоаммиачные холодильные машины.
35. Пароэжекторные холодильные машины.
36. Регулирование и автоматизация работы холодильных машин и установок кондиционирования воздуха.
37. Принципы автоматизации холодильных установок.
38. Основные понятия об автоматическом регулировании.

39. Схемы автоматизации холодильных установок.

40. Схемы холодильных установок.

41. Назначение трансформаторов тепла. Классификация;

42. Эксергетический метод термодинамического анализа трансформаторов тепла;

43. Газодинамические функции необходимые для расчета струйных аппаратов ТТ.

44. Области применения трансформаторов тепла.

45. Характеристики вихревой трубы.

46. Упорядоченные и неупорядоченные виды энергии. Определение эксэргии различных видов энергии.

47. Характерные зоны искусственного холода.

48. Выбор хладагентов и хладоносителей для трансформаторов тепла.

49. Основные требования к свойствам этих рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические.

50. Характеристики прямоструйных трансформаторов тепла.

Приложение 5

Примеры контрольных тестов

1) Охлаждение — это:

1. процесс отвода тепла или отдачи работы, сопровождающийся повышением температуры;

2. процесс подвода тепла и отдачи работы, сопровождающийся понижением температуры

3. процесс, сопровождающийся понижением температуры

4. процесс отвода тепла или отдачи работы, сопровождающийся понижением температуры. +

2) Охлаждающие смеси образуются из веществ, которые в процессе растворения:

1. нет правильных ответов;

2. поглощают тепло; +

3. поглощают энергию;

4. выделяют тепло;

3) Для охлаждения до температуры –21,2 °С используется:

1. хлористый калий со льдом;

2. хлористый натрий;

3. хлористый натрий со льдом; +

4. хлористый магний;

5) Для охлаждения выше – 55 °С используется:

1. бромистый кальций со льдом;

2. нет правильных ответов;

3. хлористый кадмий со льдом;

4. хлористый кальций со льдом. +

6) С понижением температуры плавления компонента в растворе холодопроизводительность 1 кг охлаждающей смеси:

1. уменьшается; +

2. увеличивается;

3. не изменяется;

4. остается постоянной.

7) Процесс парообразования чистых веществ протекает при:

1. постоянных температуре и давлении; +

2. постоянных температуре и энтальпии;

3. нет правильных ответов;

4. постоянных относительном объеме и давлении.

8) Внутренняя теплота парообразования, затрачиваемая на придание необходимой энергии молекулам при переходе из жидкости в пар:

1. $P = H'' - H'$;

2. $P = U'' - U'$; +

3. нет правильных ответов;

4. $P = U'' + U'$.

9) Внешняя теплота парообразования, расходуемая на преодоление внешнего давления:

1. $\varphi = A\ d\ (\nu'' - \nu')$;
2. $\varphi = C\ P\ (\nu'' - \nu')$;
3. $\varphi = G\ (\nu'' - \nu')$;
4. $\varphi = A\ P\ (\nu'' - \nu')$. +

10) Температура кипения и теплота парообразования каждого вещества зависят от:

1. удельного объема;
2. нет правильных ответов;
3. энтальпии;
4. давления. +

11) При увеличении давления температура кипения:

1. повышается; +
2. понижается;
3. не повышается;
4. сначала повышается, затем резко падает.

12) При увеличении давления теплота парообразования

1. не уменьшается;
2. нет правильных ответов;
3. увеличивается;
4. уменьшается. +

13) Состояние вещества, в котором обе предельные точки переходной области из жидкости в пар совмещаются в одну с теплотой парообразования, равной 0, называется:

1. предельным;
2. критическим; +
3. максимальным;
4. нулевым.

14) При температурах выше критических ни при каких условиях невозможен переход:

1. нет правильных ответов;
2. газов в твердую фазу;
3. газов в жидкость; +
4. твердого состояния в жидкость.

15) Интенсивное испарение воды для получения охлаждающего эффекта наблюдается при:

1. низкой абсолютной влажности воздуха;
2. низкой относительной влажности воздуха; +
3. низкой относительной температуре воздуха;
4. низком давлении воздуха.

16) Испарительное охлаждение водой применяется при:

1. относительно высоких температурах; +
2. относительно высоких давлениях;
3. нет правильных ответов;

4. относительно высоких степенях сухости.

17) Фреон R11 имеет нормальную температуру кипения:

1. –24,05 °С;
2. нет правильных ответов;
3. –23,7 °С; +
4. –28,7 °С;

18) Хладон R12 имеет нормальную температуру кипения:

1. –29,8 °С; +
2. –30,8 °С;
3. –29,17 °С;
4. –49,8 °С.

19) Аммиак имеет нормальную температуру кипения:

1. –23,04 °С;
2. –33,4 °С; +
3. –22,4 °С;
4. –33,12 °С.

20) Фреон R22 имеет нормальную температуру кипения:

1. – 42,8 °С;
2. нет правильных ответов;
3. – 148 °С;
4. – 40,8 °С. +

21) Тройная точка характеризует состояние, в котором сосуществуют три фазы (твердая, жидкая и газообразная) в любых количественных соотношениях:

1. при определенном абсолютном давлении;
2. при определенной температуре;
3. нет правильных ответов;
4. при определенном давлении и температуре. +

22) В тройной точке для CO_2:

1. температура – 50,6 °С и давление 528 Па;
2. температура 56,6 °С и давление 0,528 кПа;
3. температура – 56,6 °С и давление $1{,}5 \cdot 10^{-3}$ Па;
4. температура – 56,6 °С и давление 0,528 МПа. +

23) Температура сублимации твердой углекислоты при атмосферном давлении:

1. – 78 °С; +
2. – 70 °С;
3. – 68 °С;
4. нет правильных ответов;

24) В вакууме температура сублимации сухого льда может быть понижена до:

1. –150 °С;
2. –100 °С; +
3. –110 °С;
4. –108 °С.

25) Температура и давление тройной точки воды:

1. 0,098 °С и 0,0623 МПа соответственно;
2. 98 °С и 623 МПа соответственно;
3. 0,00098 °С и 0,000623 МПа соответственно; +
4. 198 °С и 0,000623 Па соответственно.

26) Водный лёд сублимирует при температурах:

1. нет правильных ответов;
2. ниже 20 ^{0}С;
3. ниже 0 К;
4. ниже нуля. +

27) Расширение сжатого идеального газа с отдачей внешней работы сопровождается:

1. понижением влагосодержания;
2. понижением относительной влажности;
3. понижением температуры; +
4. повышением температуры.

28) Отношение температур в политропическом процессе с показателем политропы *n*:

1. $(T_2/T_1) = (P_2/P_1)^{(n-1/n)}$; +
2. нет правильных ответов;
3. $(T_2/T_1) = (P_2/P_1)$;
4. $(T_1/T_2) = (P_2/P_1)^{(n-1/n)}$.

29) В адиабатическом (изоэнтропическом) процессе расширения отсутствует:

1. преобразование внутренней энергии;
2. совместная работа с внешней средой;
3. тепловые потери от трения;
4. теплообмен с внешней средой. +

30) Процесс расширения газа в расширительной машине (детандере) протекает:

1. нет правильных ответов;
2. с совершением работы;
3. с отводом тепла;
4. с подводом тепла. +

31) Резкое снижение давления жидкости или газа при прохождении их через суженное отверстие (вентиль, кран) называется:

1. конденсацией;
2. сублимацией;
3. дросселированием; +
4. сжатием.

32) При дросселировании идеального газа объемная энергия:

1. растет;
2. не изменяется; +
3. уменьшается;
4. не изменяется по направлению.

33) Точка, соответствующая состоянию реального газа, в котором эффект Джоуля—Томсона равен нулю, называется:

1. точкой инверсии; +
2. нет правильных ответов;
3. точкой конверсии;
4. критической точкой.

34) В интервалах температур инверсии дросселирование дает:

1. эффект рассеивания энергии;
2. эффект закручивания потока;
3. охлаждающий эффект; +
4. нет правильных ответов;

35) Эффект Джоуля—Томсона применяется при получении

1. особо низких температур; +
2. высоких температур;
3. особо низких перепадов давления;
4. особо резких скачков энергии.

36) Термоэлектрические явления обусловлены наличием связи между:

1. процессами кристаллизации;
2. процессами сжатия и расширения;
3. волновыми процессами;
4. тепловыми и электрическими процессами. +

37) Эффект Пельтье обусловлен особенностями прохождения потока электронов через поверхность спая:

1. нет правильных ответов;
2. разнородных металлов; +
3. однородных металлов;
4. разнородных диэлектриков.

38) Агрегатное состояние вещества (твердого, жидкого, газообразного) зависит от внешних условий:

1. температуры плавления;
2. температуры и влажности;
3. температуры и давления; +
4. нет правильных ответов;

39) Теплотой испарения называют количество тепла, необходимое для превращения 1 кг жидкости в сухой насыщенный пар:

1. при данном давлении и температуре;
2. при данном давлении;
3. при данном давлении и неизменной температуре; +
4. при неизменной температуре.

40) Теплота конденсации — это количество тепла, которое необходимо отвести от 1 кг пара для перехода его:

1. в газообразное состояние;
2. в нестабильное состояние;
3. в жидкое состояние; +
4. в твердое состояние.