

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.09.2023 11:30:17
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02a85a60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ

**Декан факультета
химической технологии и биотехнологии**
/ С.В. Белуков /
« 31 » **августа** 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Холодильные установки»

Направление подготовки

16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Профиль: Холодильная техника и технологии

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва 2020

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Холодильные установки» следует отнести:

– изучение студентами разделов холодильной техники, относящихся к промышленному производству искусственного холода и его применению в народном хозяйстве для обеспечения проведения технологических процессов при температурах до минус 160 0С

– формирование профессиональной подготовки студентов по направлению.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Холодильные установки» следует отнести:

– освоение методологии, анализа и выбора принципов и методов расчета и проектирования холодильных установок, освоение методов и условий проведения подбора аппаратов, определение номенклатуры рассчитываемых параметров, порядка определения и обработки полученной информации при расчете и проектировании.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Холодильные установки» относится дисциплинам по выбору ООП бакалавриата. Дисциплина направлена на изучение законов термодинамики применительно к низкотемпературным процессам и циклам, приобретение навыков термодинамического анализа способов охлаждения, выбора рабочих веществ, а также расчета принципиальных схем низкотемпературных установок.

Данная дисциплина является теоретической базой для дисциплин направления 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения.

Дисциплина «Холодильные установки» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части базового цикла (Б1) основной образовательной программы бакалавриата.

«Холодильные установки» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Тепломассообменные аппараты низкотемпературной техники;
- Вакуумная техника.
- Автоматизация низкотемпературных установок.

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
ПК-9	готовностью выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • номенклатуру базовых элементов холодильных установок и их характеристики; • виды и методы расчета холодильных установок и их элементов; особенности конструкции аппаратов низкотемпературных установок, материалы, которые используются при изготовлении аппаратов, процессы, протекающие в этих аппаратах, и современные методы их расчета <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выбрать вид и тип базовых элементов, рабочего вещества и теплоносителей ХС; • определять основные характеристики базовых элементов; выбрать и рассчитать оптимальную конструкцию аппаратов для ожижительных и рефрижераторных установок <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современными, в том числе компьютерными, методиками расчета, проектирования, конструирования, испытания холодильных установок методами проектирования машин и аппаратов

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единицы (216 академических часов, из них 108 ч. самостоятельной работы).

Структура и содержание дисциплины «Холодильные установки» по срокам и видам работы изложены в приложении 1.

7 семестр: лекции – 72 ч., практические и семинарские занятия – 36 ч., форма контроля – экзамен.

Содержание разделов дисциплины

1. Введение

Краткие исторические сведения по истории развития холодильной техники, области применения холодильной техники. Отраслевая структура холодильного хозяйства. Типы и классификация холодильных машин и установок. Типы холодильных установок, применяемых в пищевой и химической промышленности.

2. Понятие схемы холодильной установки, системы охлаждения схем холодильных установок

Виды схем холодильных установок, требования, предъявляемые к схемам холодильных установок.

Системы охлаждения и их классификация. Условные обозначения, принятые в схемах холодильных установок.

Расчет и проектирование технологических трубопроводов, категории трубопроводов, материалы, применяемые для изготовления технологических трубопроводов. Виды и условное обозначение арматуры, применяемой в холодильных установках.

Схемы узлов машинного отделения (нагнетательная сторона холодильной установки). Включение в схему одно- и двухступенчатых поршневых и турбокомпрессоров. Схема узла включения конденсатора и линейного ресивера.

3. Изоляция охлаждаемых объектов, тепловая и парогидроизоляция, классификация простой изоляции на основе вакуума

Назначение изоляции охлаждаемых помещений, аппаратов и трубопроводов. Свойства тепловой изоляции и требования, предъявляемые к ней.

Классификация изоляции. Виды простых теплоизоляционных материалов и их свойства. Парогидроизоляция, требования, предъявляемые к ней, виды парогидроизоляционных материалов. Конструкции ограждений охлаждаемых объектов. Расчет и подбор толщины теплоизоляционной защиты охлаждаемых объектов (плоская стенка, трубопровод). Понятие массивности теплоизоляционных ограждений, глубина проникновения температурной волны. Экономические аспекты проектирования тепловой изоляции.

4. Непрерывная холодильная цепь, виды холодильников, классификация холодильников, требования, предъявляемые к ним

Определение непрерывной холодильной цепи, требования, предъявляемые к холодильнику. Виды холодильников и их назначение, классификация холодильников, как промышленных предприятий - по этажности, по производительности устройств термообработки, по вместимости сохраняемых продуктов. Виды и характеристика камер промышленных холодильников.

5. Способы охлаждения объектов, области применения различных способов охлаждения

Способ непосредственного охлаждения объекта кипящим хладагентом посредством прибора охлаждения. Способ охлаждения с помощью хладоносителя в приборах охлаждения. Контактное и безконтактное охлаждение объекта.

Разновидности бесконтактного способа охлаждения, виды циркуляции воздуха в охлаждаемом помещении, достоинства и недостатки.

6. Холодильные агенты и хладоносители

Классификация холодильных агентов по базовому химическому веществу, по давлению и температуре кипения при нормальных условиях. Озонобезопасные холодильные агенты и смеси на их основе. Экологически чистые холодильные агенты низкого давления.

Хладоносители, требования, предъявляемые к хладоносителям, виды и характеристики хладоносителей для различных температурных уровней работы.

7. Схемы узлов раздачи хладагентов и хладоносителей по приборам охлаждения

Способы распределения холодильных агентов по приборам охлаждения: под действием разности давлений конденсации и кипения, насосно-циркуляционный. Достоинства и недостатки каждого способов, сравнение по качественным характеристикам. Верхняя и нижняя подачи холодильных агентов по приборам охлаждения. Способы раздачи хладоносителей по приборам охлаждения, трехтрубная система раздачи.

8. Системы оттаивания приборов охлаждения

Организация и порядок оттаивания в аммиачных системах охлаждения с камерными батареями непосредственного кипения.

Оттаивание приборов охлаждения фреоновых холодильных установок, способы и приемы оттаивания для воздухоохладителей и батарей. Удаление льда с намораживаемой поверхности, традиционные и нетрадиционные методы.

9. Расчет теплопритоков в охлаждаемые объекты

Задачи расчета теплопритоков. Классификация теплопритоков в охлаждаемое помещение. Выбор расчетного периода и определение расчетной тепловой нагрузки на холодильное оборудование. Расчетная тепловая нагрузка на оборудование машинного отделения и камерные приборы охлаждения. Теплопритоки через ограждения стен, расчетная температура и влажность наружного воздуха. Теплопритоки через полы охлаждаемых помещений, лежащих на грунтах. Учет теплоты солнечной радиации, попадающей на наружную поверхность ограждений.

Теплоприток от грузов и сред, подвергающихся холодильной обработке. Теплоприток при вентиляции охлаждаемых помещений. Эксплуатационные теплопритоки.

10. Системы отвода теплоты к окружающей среде

Отвод теплоты конденсации к окружающему воздуху и к воде. Недостатки того и другого способов. Перспективность применения конденсаторов с воздушным охлаждением с целью экономии энергии и защиты окружающей среды. Определение расчетной температуры конденсации в обоих способах.

Системы водоснабжения холодильных установок. Прямоточная система водоснабжения и система обратного водоснабжения. Тепло- и массообмен в

водоохлаждающих устройствах. Классификация охладителей воды. Характеристики эффективности охладителей воды. Удельные показатели водоохлаждающих устройств. Тепловой расчет и подбор атмосферных охладителей воды. Расчет совместной работы водоохлаждающего устройства и конденсатора.

11. Расчет и подбор оборудования холодильных установок

Исходные данные для подбора оборудования холодильной установки.

Потери в магистральных трубопроводах, коэффициент потерь холода. Выбор типа и числа машин, агрегатов и компрессоров. Характеристики компрессоров. Подбор малых, средних и крупных холодильных машин и агрегатов.

Поверочный расчет холодильной установки. Выбор типа и числа испарителей, конденсаторов, переохладителей, линейных ресиверов, маслоотделителей, арматуры и насосного оборудования.

Расчет и подбор оборудования систем охлаждения камер: оборудования батареино-го охлаждения, охлаждения воздухоохлаждающими.

Подбор вспомогательного оборудования систем охлаждения: отделителей жидкости и различных типов ресиверов - циркуляционных, защитных, дренажных.

12. Основы проектирования холодильных установок

Общий порядок проектирования промышленных предприятий. Стадии выполнения технической документации. Основные положения по хладоснабжению. Разработка проектов холодильных установок. Техноэкономическое обоснование проектных решений. Технический проект. Рабочие чертежи.

Исходные данные для проектирования холодильных установок: расчетные параметры наружного воздуха и расчетная температура охлаждающей воды, технологические режимы. Основные проектные решения по сооружению холодильных установок. Вентиляция, отопление, водоснабжение, электротехнические устройства. Компонентные решения, выбор планировки, типовые планировки холодильников различного назначения. Архитектурно-строительная часть. Планировка машинных отделений холодильных установок.

Компрессорный зал, аппаратное и машинное отделения. Расположение оборудования в машинных отделениях.

13. Производство и применение льда

Применение водного и сухого льда в промышленности, торговле, на транспорте и быту. Физические свойства водного и сухого льда. Способы заготовки природного водного льда. Машинные способы производства водного льда, льдогенераторы различных типов. Сухой лед, производство сухого льда и сжиженной углекислоты.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Холодильные установки» и реализация компетентного 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:

- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;

- защита лабораторных работ;

- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам расчета и проектирования машин и аппаратов холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Холодильные установки» и в целом по дисциплине составляет 30% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 40% от объема аудиторных занятий.

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

Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации проводится по следующим критериям:

- выполнение и защита домашних заданий

При выполнении задания для самостоятельной работы студент должен закрепить теоретические знания и приобрести навыки в инженерных расчетах. При этом необходимо использовать современные источники информации: учебники, монографии, журналы и др. и также современные методики расчета. В качестве самостоятельной работы предлагается домашнее задание по аппаратам криогенных установок.

Домашнее задание, его характеристика

Основным содержанием домашнего задания является проработка конструкций холодильных установок криогенных установок и их расчет.

При выполнении домашнего задания студент должен показать свое умение оценить техническое состояние оборудования, проанализировать условия его работы, а также оптимизировать технологические и конструктивные параметры. При этом необходимо использовать пакет прикладных программ для расчета на ЭВМ. Домашнее задание представляется в виде записки, включающей текстовую и расчетную части, а также рисунки, графики и чертежи.

- защита контрольной работы

Образцы контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении.

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
ПК-9	готовностью выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов

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).

ПК-9 - готовностью выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: <ul style="list-style-type: none">номенклатуру базовых элементов холодильных установок и их характеристик	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: Видов и методов расчета холодильных установок и их элементов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Видов и методов расчета холодильных установок и их элементов. Допускаются	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Видов и методов расчета холодильных установок и их элементов, но допускаются	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: Видов и методов расчета холодильных установок и

<ul style="list-style-type: none"> • тики; виды и методы расчета холодильных установок и их элементов 		<p>значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>их элементов, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выбрать вид и тип базовых элементов, рабочего вещества и теплоносителей ХС; • определять основные характеристики базовых элементов; 	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет определять основные характеристики базовых элементов холодильных установок</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: определять основные характеристики базовых элементов холодильных установок. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: определять основные характеристики базовых элементов холодильных установок. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: определять основные характеристик и базовых элементов холодильных установок. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современными, в том числе компьютерными, методиками и расчета, проектирования, конструирования, испытания холодильных 	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами и методиками расчета, проектирования, конструирования, испытания холодильных установок</p>	<p>Обучающийся владеет методами и методиками расчета, проектирования, конструирования, испытания холодильных установок в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками</p>	<p>Обучающийся частично владеет методами и методиками расчета, проектирования, конструирования, испытания холодильных установок, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методами и методиками расчета, проектирования, конструирования, испытания холодильных</p>

ых установок		по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	установок, 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 «Холодильные установки»

<i>Шкала оценивания</i>	<i>Описание</i>
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	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 незначительные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний,

	в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
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 приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение

а) основная литература:

1. Буянов, О. Н. Тепло- и хладоснабжение предприятий пищевой промышленности : учебное пособие / О. Н. Буянов. — Кемерово : КемГУ, 2006. — 282 с. — ISBN 5-89289-412-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4683> (дата обращения: 14.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

1. Маринюк Б. Т. Расчеты теплообмена в аппаратах и системах низкотемпературной техники [Текст] / Б.Т. Маринюк.— М.: Машиностроение, 2015.- 271 с.

2. Е.С.Курылев, Н.А.Герасимов. Холодильные установки. Учебник для студентов вузов - 3-е изд.перераб. и доп.-Л. Машиностроение, Ленингр.отд., 1980 г. 622 с.*

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В специализированной лаборатории кафедры «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы для изучения и проведения лабораторных работ имеются:

- образцы холодильных систем;
- действующие парокompрессионные системы с необходимыми средствами измерения;
- класс для изучения узлов и деталей холодильных систем.
- консультационно-вычислительный класс для самостоятельной работы, оснащенный компьютерами с соответствующим расчетным и графическим программным обеспечением.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одной из существенных частей учебного процесса и предполагает помощь в планировании и контроль со стороны преподавателей.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником. Необходимо обеспечить правильное соотношение воспроизводящей и творческой деятельности студентов.

Ключевую роль в самостоятельной работе является постановка целей , которые будут представлять образ положительных последствий выполнения поставленных задач.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная, лабораторная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, лабораторные работы, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения

учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала вопросы и давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категоричный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий – обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы.

Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки

бакалавров **16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения**, профиль подготовки «Холодильная техника и технологии».

Программу составил:

доцент кафедры «Техника низких температур», к.т.н.  /А.Е. Ермолаев/

Программа утверждена на заседании кафедры «Техника низких температур»
«_17_» ____06____ 2020 г., протокол № __95__

Заведующий кафедрой, к.т.н.

 /С.В. Белуков/

охлаждения														
9. Расчет теплопритоков в охлаждаемые объекты	8	12-14	6	4										
10. Системы отвода теплоты к окружающей среде	8	15	6	2										
11. Расчет и подбор оборудования холодильных установок	8	16	6	4										
12. Основы проектирования холодильных установок	8	17	6	2										
13. Производство и применение льда	8	18	6	4										
Итого	8	18	72	36		108		+					+	

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

Направление подготовки: 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы
жизнеобеспечения»

ОП (профиль): « Холодильная техника и технологии. Исследователь»
Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: ТНТ им. П. Л. Капицы

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Холодильные установки

- Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:

Составитель:
Ермолаев А.Е.

Москва, 2020

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Холодильные установки					
ФГОС ВО 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИН-ДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-9	готовностью выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> номенклатуру базовых элементов холодильных установок и их характеристики; виды и методы расчета холодильных установок и их элементов; особенности конструкции аппаратов низкотемпературных установок, материалы, которые используются при изготовлении аппаратов, процессы, протекающие в этих аппаратах, и современные методы их расчета <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> выбрать вид и тип базовых элементов, рабочего вещества и теплоносителей ХС; определять основные 	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	ДС УО	<p>Базовый уровень</p> <p>- способен проектировать холодильные установки и их элементы при помощи основных видов и методов расчета</p> <p>Повышенный уровень</p> <p>- способен проектировать холодильные установки и их элементы при помощи основных видов и методов расчета, выполнять их оптимизацию с учетом установленных требований</p>

		<p>характеристики базовых элементов; выбрать и рассчитать оптимальную конструкцию аппаратов для ожижительных и рефрижераторных установок</p> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">• современными, в том числе компьютерными, методиками расчета, проектирования, конструирования, испытания холодильных установок методами проектирования машин и аппаратов			
--	--	---	--	--	--

** - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Перечень оценочных средств по дисциплине: Холодильные установки

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Доклад, сообщение (ДС)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
2	Устный опрос, собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

Кафедра ТНТ им. П. Л. Капицы
(наименование кафедры)

Кафедра «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы

(наименование кафедры)

ПК-9 - готовность выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов				
Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Недифференцированный зачет		
		Критерии оценивания		
		не зачтено	зачтено	
Обучающийся способен проектировать холодильные установки и их элементы при помощи основных видов и методов расчета, выполнять их оптимизацию с учетом установленных требований	1 – 13	Обучающийся демонстрирует неполное владение знаниями, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей.	Обучающийся демонстрирует частичное владение знаниями, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное владение знаниями, свободно оперирует приобретенным и знаниями.

Вопросы к экзамену

по дисциплине: Холодильные установки

Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ:

1. Хладоносители, теплофизические свойства и метод подбора.
2. Низкотемпературные холодильные агенты
3. Среднетемпературные и высокотемпературные холодильные агенты
4. Теплоизоляционные материалы и их свойства
5. Парогидроизоляционные материалы и их свойства
6. Изоляционные системы на основе вакуума и их применение в холодильной техники.
7. Изоляционные конструкции охлаждаемых помещений аппаратов и трубопроводов.
8. Рипор, его свойства и области использования в холодильной технике
9. Экономические аспекты применения тепловой изоляции.
10. Изоляция холодопроводов жёсткими теплоизоляционными материалами.
11. Теплоизоляция кожухотрубных и полостных аппаратов

Вопросы (задачи/задания) для проверки уровня обученности УМЕТЬ:

12. Основные формулы и зависимости для расчета толщины теплоизоляционных покрытий.
13. Типы и назначение холодильников, тенденции в их проектировании и строительстве.
14. Назначение и характеристики камер холодильников.
15. Иней как тепловая изоляция, свойства инея в качестве теплоизоляционного покрытия.
16. Лёд, его характеристики и свойства, производство льда.
17. Способы и примеры оттаивания снеговой и ледяной шубы с приборов охлаждения
18. Массивность изоляционных конструкций, анализ глубины проникновения температурных волн в полуграниченном массиве и плоской стенке.

Вопросы (задачи/задания) для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ:

19. Схемы низкотемпературных холодильных установок.
20. Основные способы отвода тепла, оценка эффективности и экономичности.
21. Требования, предъявляемые к схемам холодильных установок примеры и описания схемы крупной холодильных установок.
22. Особенности холодильных установок железнодорожного транспорта (схемы, компоновки)
23. Особенности судовых холодильных установок (схемы, компоновка оборудования)
24. Применение холодильной техники в химической промышленности.
25. Применение холодильной техники на транспорте и в торговле.
26. Холодильная техника при замораживании участков грунтов и воды.
27. Принципы автоматизации холодильных установок крупной производительности.
28. Свойства, характеристики и технология производства твердой углекислоты.

Форма экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Высшая школа печати и медиаиндустрии

Институт _____ Кафедра ГНТ им. П. Л. Капицы
полное наименование института *сокращенное наименование кафедры*

Дисциплина Холодильные установки

Направление подготовки (специальность) 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»

Курс _____, семестр _____

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № __.

1. Типы и назначение холодильников, тенденции в их проектировании и строительстве.
2. Основные формулы и зависимости для расчета толщины теплоизоляционных покрытий.
3. Принципы автоматизации холодильных установок крупной производительности.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2016 г., протокол № __.

Зав. кафедрой _____ / _____ /
подпись *расшифровка*

Кафедра «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы

(наименование кафедры)

ПК-9 - готовность выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов				
Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Недифференцированный зачет		
		Критерии оценивания		
		не зачтено	зачтено	
Обучающийся способен проектировать холодильные установки и их элементы при помощи основных видов и методов расчета, выполнять их оптимизацию с учетом установленных требований	1 – 13	Обучающийся демонстрирует неполное владение знаниями, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей.	Обучающийся демонстрирует частичное владение знаниями, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное владение знаниями, свободно оперирует приобретенным и знаниями.

Темы рефератов, докладов, сообщений

по дисциплине Холодильные установки

(наименование дисциплины)

1. Принципы безопасности на аммиачных холодильных установках средней и большой производительности
2. Производство природного льда,
3. Устройство ледника,
4. Ледяной склад Крылова, принципы и условия возведения сооружения,
5. Влияние примесей на работу холодильной установки,
6. Конструктивные схемы и принципы работы льдогенераторов,
7. Свойства и применение сухого льда.
8. Эвтектические смеси и их свойства,
9. Холодоаккумуляторы, устройство и принципы расчета,
10. Принципы подавления образования льдоинеевых отложений,
11. Области применения холодильных установок,

12.Способы раздачи холодильных агентов по приборам охлаждения.

Кафедра «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы

(наименование кафедры)

ПК-9 - готовность выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов				
Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Недифференцированный зачет		
		Критерии оценивания		
		не зачтено		зачтено
Обучающийся способен проектировать холодильные установки и их элементы при помощи основных видов и методов расчета, выполнять их оптимизацию с учетом установленных требований	1 – 13	Обучающийся демонстрирует неполное владение знаниями, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей.	Обучающийся демонстрирует частичное владение знаниями, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное владение знаниями, свободно оперирует приобретенным и знаниями.

Контрольная работа

Контрольная работа содержит три типовых самостоятельных раздела:

1. Расчет и проектирование технологических трубопроводов.
2. Области применения холодильной техники.
3. Расчет теплопередачи в изоляционных ограждениях охлаждаемых помещений, аппаратов и трубопроводов.

Выполнение и защита каждого раздела курсовой работы проводится после прохождения соответствующего раздела лекций.

Задание №1

1. Составить предложение – записку по охлаждению $400 \text{ м}^3/\text{час}$ воды с $25 \text{ }^\circ\text{C}$ до $15 \text{ }^\circ\text{C}$, дать варианты применения различных видов холодильных установок с анализом их преимуществ и недостатков.
2. Оценить размеры кожухотрубного испарителя холодильной установки на данную производительность при кипении агента внутри труб, приняв массовую скорость агента R22 на уровне $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{ с}}$.

Задание №2

1. Рассчитать плотность теплового потока в аммиачном конденсаторе межтрубной конденсацией агента, если условный коэффициент теплопередачи $K_n = 1500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{ гр}}$; $t_k = 34 \text{ }^\circ\text{C}$; средняя температура воды на охлаждение $t_{wm} = 27,2 \text{ }^\circ\text{C}$, удельная тепловая нагрузка $\Delta t = 1345 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; среднее число труб в вертикальном ряду $\bar{n} = 12$ шт.
2. Составить реферат наиболее интересной публикацией журнала “Холодильная техника” за 1999 год.

Задание № 3

1. Рассчитать поверхность теплообмена пакетно панельного конденсатора при скорости воды $w = 0,5 \text{ м/с}$, эквивалентном диаметре $d_{\text{э}} = 0,019 \text{ м}$, средней температуре воды $t_{wm} = 25,3 \text{ }^\circ\text{C}$. Общая тепловая нагрузка на аппарат $Q_k = 17 \text{ кВт}$. Хладагент NH3
2. Составить реферат – обзор по существующим конструкциям маслоотделителей.

Задание № 4

1. Найти температурную эффективность прямого пластинчатого ребра из алюминия $\lambda = 209 \frac{\text{кг}}{\text{м гр}}$; высотой $h = 50 \text{ мм}$ и толщиной $\delta = 0,8 \text{ мм}$ при температуре воздуха $t_w = 8 \text{ }^\circ\text{C}$ и температурой основания $t_{oc} = 1 \text{ }^\circ\text{C}$.
2. Выполнить анализ существующих типов молокоохладителей по книге И.Н.Босина “Охлаждение молока на комплексах и фермах” Москва “Колос” 93г.

Задание № 5

1. Рассчитать геометрические характеристики оребрения, выполненного на трубе $\varnothing 12 \times 1$, ребро пластинчатое, прямое размером 80×40 с двумя отверстиями под трубки, расположенными на расстоянии 40 мм друг относительно друга. Межреберный шаг $S_{\text{пр}} = 8 \text{ мм}$, толщина ребра $\delta = 1 \text{ мм}$.
2. Предложить вариант использования горизонтального кожухотрубного конденсатора с медными накатными трубками в качестве теплообменника для двух жидкостных сред
(вода – вода)

Задание № 6

1. Рассчитать толщину слоя льда на изотермической поверхности плоской стенке с температурой $t_{ст} = -8^{\circ}\text{C}$, температура воды $t_w = 14^{\circ}\text{C}$. Вода имеет естественную конвекцию, высота стенки $h = 800\text{мм}$, время намораживания $\tau = 3$ часа.
2. Составить реферат – обзор по интенсификации теплообмена при охлаждении жидких хладоносителей.

Задание №7

1. Изложить методику расчета конденсатора – испарителя холодильной машины. Кипение верхнего каскада происходит в межтрубном пространстве, конденсация нижнего каскада осуществляется внутри труб.
2. Рассчитать теплосъем с 1м^2 стенки, погруженной в воду с температурой $t_w = 5^{\circ}\text{C}$ и охлажденной до $t_{ох} = -8^{\circ}\text{C}$, объем воды бесконечный (температура постоянная). Условия естественной конвекции.

Задание № 8

1. Построить график зависимости аэродинамического сопротивления батареи воздухоохладителя от времени. Глубина батареи по ходу воздуха 300мм , межреберный шаг $S_{пр} = 7\text{мм}$, поперечный шаг трубок $S_1 = 50\text{мм}$; диаметр трубки $\varnothing 12 \times 1$; скорость воздуха в узком сечении 5 м/с . Температура поверхности иная $t_{нов}^{ин} = -21^{\circ}\text{C}$, температура воздуха вдали от ребра $t_{вм} = -17^{\circ}\text{C}$, относительная влажность $\varphi_{вт} = 85\%$.
2. Составить обзор публикаций по теме: “Интенсификация теплообмена в воздухоохладителях ХМ, работающих в условиях инеевыпадения”.

Задание №9

1. Рассчитать количество воды, требуемое для испарения при охлаждении и замораживании 20% от начальной массы воды при её вакуумировании. Начальная температура воды $t_w^h = 25^{\circ}\text{C}$.
2. Предложить конструкции интенсивных горизонтальных кожухотрубных конденсаторов холодильных машин.

Задание №10

1. Определить толщину слоя инея на изотермической плоской стенке, обращенной во влажный воздух $t_g^{нар} = -22^{\circ}\text{C}$; $t_{ст} = -32,6^{\circ}\text{C}$; $d_g^{нар} = 4,941 \cdot 10^{-4} \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$; $d_{нов}^{ин} = 3,51 \cdot 10^{-4} \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$; $t_{нов}^{ин} = -26^{\circ}\text{C}$. Расчеты произвести на моменты времени $\tau = 3600\text{с}; 7200\text{с}; 14400\text{с}; 28800\text{с}$, построить график.
2. Составить реферат – обзор по пластинчатым теплообменным аппаратам.

Задание №11

1. Предложить способ и изобразить схему охлаждения 700 кг ветчины в кассетах по 5 кг от температуры $t_n^h = 75^{\circ}\text{C}$ до температуры $t_n^k = 20^{\circ}\text{C}$. Размеры кассеты

300x200x100, время охлаждения не более 2 часов. Теплоемкость ветчины $C_p=3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг гр}}$; коэффициент теплопроводности ветчины $\lambda=0,49 \frac{\text{Вт}}{\text{м гр}}$; плотность ветчины $\rho=850 \text{ кг/м}^3$

2. Составить обзор по испарителям ХМ с внутриканальным кипением хладагентов.

Задание №12

1. Изложить методику расчета френового теплообменника кожухо – змеевикового типа.

2. Найти время достижения смыкания слоёв льда на охлаждаемых поверхностях, погруженных в воду и расположенных параллельно на расстоянии $\Delta=91\text{мм}$, температура поверхности стенки $t_{ст}=-18 \text{ }^\circ\text{C}$; температура воды $t_w=7 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задание №13

1. Разработать принципы выключения воздухоохладителя на оттаивание п выбранному типу сигналов первичных датчиков. Физические параметры, которые могут быть использованы для формирования сигналов – перепад давления, разность температур, температура обмоток электродвигателя и т.д.

2. Рассчитать максимальную толщину слоя льда на трубе $\varnothing 57 \times 3,5$ при температуре кипения хладагента $t_0=-25 \text{ }^\circ\text{C}$, коэффициент теплоотдачи от воды к поверхности льда $\alpha_w=230 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{ гр}}$.

Задание №14

1. Определить эффективность оребрения в условиях иневыпадения на нём при следующих исходных данных: $t_g^{нар}=8 \text{ }^\circ\text{C}$; $d_g^{нар}=4 \frac{\text{гр}}{\text{кг}}$; $t_{осн}=-5 \text{ }^\circ\text{C}$; $f_p=0,4 \frac{\text{М}^2}{\text{М}}$; $f_{мп}=0,074 \frac{\text{М}^2}{\text{М}}$; $\delta_p=0,0004 \text{ м}$; $\lambda=209 \frac{\text{Вт}}{\text{м гр}}$; $t_{нов}=-2 \text{ }^\circ\text{C}$.

2. Составить реферат – обзор по современным конструкциям испарительных конденсаторов (по материалам ж. “Холодильная техника”)

Задание №15

1. Рассчитать динамику намораживания льда на охлаждаемой поверхности плоской стенки, погруженной в воду с температурой $t_w=5 \text{ }^\circ\text{C}$; расчеты выполнить для температуры поверхности стенки $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ и $-12 \text{ }^\circ\text{C}$. Построить графики, интервал времени от 0 до 48 часов, через 8 часов при $\alpha_w=220 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{ гр}}$.

2. Составить реферат – обзор по назначению и конструкциям различных типов ресиверов.

Задание №16

1. Выполнить расчет испарителя с внутритрубным кипением при $Q_0=100\text{кВт}$; $t_{s2}=3\text{ }^\circ\text{C}$; $K_p=1033\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{ }^\circ\text{C}}$; кипящий агент R22; массовая скорость агента $M=120\frac{\text{кг}}{\text{м}^2\text{ }^\circ\text{C}}$.
2. Составить реферат – обзор по способам получения и областям применения твердой углекислоты.

Задание №17

1. Рассчитать динамику изменения во времени толщины слоя льда, температуры воды t_w и температуры кипения хладагента t_0 , решая систему из уравнений:

$$\frac{G_w C_{pw}}{\Delta\tau} (t_w^h - t_w) + \delta^{\square} r \rho F = \frac{(t_w - t_0) F}{\frac{1}{\alpha_w \cdot \xi_l} + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_l}$$

$$\frac{(t_w - t_0)}{\frac{1}{\alpha_w \cdot \xi_l} + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_l} = 62000 + 1920 t_0$$

$$t_0 = t_w - \frac{62000 + 1920 t_0}{F} \left(\frac{0}{\alpha_w} + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_l \right)$$

Начальная температура воды $t_w^h = 17\text{ }^\circ\text{C}$; поверхность теплообмена $F=35\text{ м}^2$; коэффициент теплоотдачи от воды к слою льда $\alpha_w=250\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{ }^\circ\text{C}}$; плотность льда $\rho=920\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; темп роста слоя льда $\delta^{\square}=\frac{\delta}{2\tau}$; масса воды $G_w=3,5 \cdot 10^3\text{ кг}$.

Задание №18

1. Рассчитать динамику роста толщины слоя инея, его термосопротивление на изотермической поверхности плоской стенки при следующих исходных данных: $t_e^h=12\text{ }^\circ\text{C}$; относительная влажность $\varphi=75\%$, температура поверхности стенки $t_{ст}=-18\text{ }^\circ\text{C}$; температура поверхности инея принять $t_{нов}^h=1,5\text{ }^\circ\text{C}$.
2. Предложить схему охлаждения 1500 кг/час молока с использованием естественного холода окружающей среды.

Задание №19

1. Рассчитать тепловую нагрузку, выбрать способ и изобразить схему охлаждения 1500 кг/час воды с начальной температурой $t_w^h=60\text{ }^\circ\text{C}$ до конечной $t_w^k=7\text{ }^\circ\text{C}$. Выполнить оценку размеров испарителя.
2. Составить реферат обзор наиболее интересных публикаций журнала “Холодильная техника” за 1998 год.

Задание №20

1. Рассчитать поверхность теплообмена пакетнопанельного конденсатора при скорости воды $w=0,5\text{ м/с}$; эквивалентном диаметре канала для прохода R22 $d_э=0,019\text{ м}$; удельной тепловой нагрузке $q_k=210\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; средней температуре воды $t_{wm}=25,3\text{ }^\circ\text{C}$. Общая тепловая нагрузка $Q_k=11\text{ кВт}$.

2. Воспроизвести конструктивную схему и изложить принцип действия панельных аммиачных испарителей и холодоаккумуляторов конструкции инженера Шувалова А.И.

Задание №21

1. Рассчитать глубину промерзания слабого грунта при его контактном охлаждении плитой с температурой $T=77\text{K}$, температуропроводность грунта $\alpha=1,125 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$; время охлаждения $\tau=24$ часа, начальная температура грунта $T_n=273\text{K}$. Изменением теплофизических свойств грунта с температурой пренебречь.
2. Предложить конструкцию маслоотделителя и маслоохладителя в едином блоке, сделать конструктивный эскиз совмещенного аппарата.

Задание №22

1. Определить тепловой поток к гладкой плите, обдуваемой воздухом со скоростью $w=0,2\text{м/с}$; размеры пластины $0,9 \times 1,5$ м. Воздух движется в направлении большего размера плиты. Температура плиты $t_n=80^\circ\text{C}$; воздух $t_e=20^\circ\text{C}$.
2. Сделать анализ – обобщение современных методов интенсификации теплообмена в аппаратах холодильных машин. Рассмотреть публикации Даниловой Г.Н. и Кирникова В.А.