Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 12.12.2023 10:36:44
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a1d27427f95e168d47

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Урбанистики и городского хозяйства
_____ / Л.А. Марюшин /
“ 31 ” августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теплофизика в горном производстве»

Направление подготовки

21.05.04 «Горное дело»

Специализация

Шахтное и подземное строительство

Квалификация (степень) выпускника

Специалист

Форма обучения

Заочная

Москва 2021 г.

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «**Теплофизика в горном производстве**» обмена ею в различных процессах, в том числе горного производства, сопровождающихся тепловыми эффектами, а также свойств веществ, обеспечивающих реализацию этих процессов; формирование у студентов навыков применения методов термодинамики для анализа процессов горного производства и термодинамических циклов работы силовых агрегатов горного оборудования и обоснования возможных путей повышения их энергоэффективности; обеспечить студентов комплексом знаний, необходимых для усвоения разделов специальных дисциплин горного профиля, в которых изучаются соответствующие термодинамические процессы горного производства, технические средства их реализации, методы

Задачи дисциплины:

1. привить студентам базовые принципы проектирования освоения городского подземного пространства,
2. научить методам обоснования и выбора оптимальных мероприятий защиты окружающей среды в районе строительства (эксплуатации) подземного объекта
3. научить умению пользоваться нормативной документацией по проектированию подземных объектов;
4. дать знания классификации и номенклатуры подземных сооружений различного функционального назначения, а также современного мирового опыта освоения подземного пространства.

Обучение по дисциплине «**Теплофизика в горном производстве**» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

1. **Код и наименование компетенций**	2. **Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-4. Способен с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр	ИОПК-4.1. Может обосновывать решения по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала рудных месторождений полезных ископаемых

	ИОПК-4.2. Владеет навыками геолого-промышленной оценки рудных месторождений полезных ископаемых. ИОПК-4.3.Владеет современными методами изучения вещественного состава полезных ископаемых и их прогнозной минералого-технологической оценки с целью выбора и разработки рациональных физических, физико-химических, химических процессов и технологий извлечения полезных компонентов из минерального сырья
ПК-5. Регулирование, организация и планирование в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной политики	ИПК-5.1 Умеет анализировать задания по установленным критериям для определения свойств и качеств, общей и частных целей проектирования в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной политики. ИПК-5.2 Умеет определять методы и ресурсные затраты для производства работ в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности в соответствии с определенными целями проектирования.

2. **Место дисциплины в структуре ООП специалитета**

Дисциплина «Теплофизика в горном производстве» (Б1.1.16) относится к числу дисциплин базового цикла образовательной программы специалитета.

«Теплофизика в горном деле» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В вариативной части базового цикла (Б1):

–Б.1.1.24 Строительная геотехнология

–Б.1.1.29 Геомеханика

–Б.1.ДС.3 Шахтное и подземное строительство

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин (практик):

- Основы освоения подземного пространства
- Городское подземное хозяйство
- Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.

- Преддипломная практика
- Государственная итоговая аттестация

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) (144 часов).

3.1.2. Заочная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			5	6
	Аудиторные занятия	**18**		
	В том числе:			
.1	Лекции	6	6	
.2	Семинарские/практические занятия	6	6	
.3	Лабораторные занятия	6	6	
	Самостоятельная работа	**124**	126	
	В том числе:			
.1	Расчетные работы		35	
.2	Подготовка и защита рефератов		25	
	Контрольная работа 1			
	Контрольная работа 2			
	Промежуточная аттестация			
	Зачет/		20	
	Итого	**144**		

3.2. Тематический план изучения дисциплины

3.2.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Раздел 1. Основные законы		2	1	2		

	термодинамики; Предмет технической термодинамики равновесие и фазовые переходы в термодинамических системах						
1.1	Тема 1 Понятие работы в термодинамике, графическая ее интерпретация на диаграмме. Понятие теплоты процесса Химическая термодинамика; тепловые свойства веществ		2	1			
1.2	Раздел 2 Понятие кругового процесса, цикл. Подведенное и отведенное в процессе тепло. Полезная работа. Термический кпд, холодильный коэффициент. Цикл Карно Статистическое описание макросистем; квазитермодинамическая теория флуктуаций; малые отклонения от равновесий; соотношения Онзагера; образование диссипативных структур; синергетика Тепломассоперенос; термодинамика		2	1	2		
2	Раздел Регенеративный цикл. T,s-диаграмма. Основные процессы в координатах T,s. Сущность и аналитическое выражение второго закона термодинамики Термодинамические процессы в горном производстве		2	1	2		
	Уравнение Ван-дер-Ваальса. Термодинамические параметры воды и водяного пара. Процесс парообразования в p,v- и T,s-диаграммах						
	Влажный воздух как смесь идеальных газов. Получение расчетных выражений для газовой постоянной, молярной массы, плотности и теплоемкости, влагосодержания, относительной влажности, энтальпии влажного воздуха. Насыщенный и ненасыщенный влажный воздух. I,d- диаграмма влажного воздуха: принципы построения, характерные особенности, определение параметров						
Итого		**144**	**8**	**4**	**4**		**124**

Содержание лекций

Тема 1. Предмет технической термодинамики. Статистический и термодинамический методы исследования. Термодинамическая система. Рабочее тело. Термодинамические параметры. Равновесное и неравновесное состояния. Обратимый и необратимый процессы. Термодинамическая поверхность. Идеальный газ как простейшая модель рабочей среды. Законы Бойля-Мариотта. Гей-Люсака, Авогадро. Уравнения состояния идеального газа в форме Клапейрона и в форме Менделеева. Удельная и универсальная газовая постоянная. (1 час) Газовые смеси. Закон Дальтона. Способы задания состава, связь между ними. Параметры состояния газовой смеси. Газовая постоянная, молярная масса, парциальное давление.

Теплоемкости идеальных и смеси газов. Виды теплоемкости. Истинное и среднее значение теплоемкости

Тема 2. Понятие работы в термодинамике, графическая ее интерпретация на диаграмме. Понятие теплоты процесса. Теплота и работа как формы передачи энергии. Внутренняя энергия. Внешняя полезная работа термодинамической системы. Энтальпия. Формулировки и аналитическая форма первого закона термодинамики. Анализ термодинамических процессов изменения состояния идеального газа на основе первого закона термодинамики. Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы: уравнения процессов, изображения на диаграмме, расчетные выражения для теплоты и работы.

Тема 3. Понятие кругового процесса, цикл. Подведенное и отведенное в процессе тепло. Полезная работа. Термический кпд, холодильный коэффициент. Цикл Карно.

Тема 3. Регенеративный цикл. T,s-диаграмма. Основные процессы в координатах T,s. Сущность и аналитическое выражение второго закона термодинамики. Интеграл Клаузиуса. Термодинамические тождества.

Тема 4. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Термодинамические параметры воды и водяного пара. Процесс парообразования в p,v- и T,s- диаграммах. Жидкость в состоянии насыщения и сухой насыщенный пар. Влажный пар, степень сухости. Перегретый пар. Расчет параметров влажного пара. Принципы построение и характерные особенности h,s- диаграммы водяного пара.

Тема 5. Влажный воздух как смесь идеальных газов. Получение расчетных выражений для газовой постоянной, молярной массы, плотности и теплоемкости, влагосодержания, относительной влажности, энтальпии влажного воздуха.

Насыщенный и ненасыщенный влажный воздух. I,d- диаграмма влажного воздуха: принципы построения, характерные особенности, определение параметров. Расчет основных процессов с использование диаграммы: нагрева влажного воздуха, охлаждение. Уменьшение влагосодержания, адиабатное увлажнение.

Тема 6. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Располагаемая работа, работа проталкивания, работа изменения кинетической и потенциальной энергии потока, уравнения первого закона для адиабатного потока. Истечение газа из простого сопла. Расчетные соотношения для скорости и расхода переход через скорость звука, критические параметры. Истечение из сопла Лаваля. Дросселирование газов и паров. Изменение параметров в процессе дросселирования. Практическое использование процесса дросселирования.

Тема 7. Принцип работы одноступенчатого поршневого компрессора. Многоступенчатые поршневые компрессоры. Работа реального поршневого компрессора Лопаточные компрессоры. Утилизация теплоты.

Тема 8. Циклы поршневых ДВС: с изохорным, с изобарным и смешанным подводом теплоты. Выражение для термического кпд цикла. Методы повышения эффективности поршневых ДВС. Эжектирование. Циклы газотурбинных установок. Принципиальная схема и термодинамический ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении. Методы повышения

термического кпд ГТУ. Регенерация, многоступенчатое сжатие и ступенчатый подвод теплоты.

Тема 9. Схема паротурбинной установки. Принципиальная возможность реализации цикла Карно, внутренняя и внешняя необратимость. Цикл Ренкина., его термический кпд. Методы повышения термического кпд цикла Ренкина. Цикл со вторичным перегревом пара. Цикл с регенеративным подогревом. Баланс энергии паротурбинной установки, кпд, его составляющие. Учет необратимости при адиабатном расширении пара. Удельный расход пара, теплоты и топлива. Эксергетический метод исследования экономичности тепловых установок. Методы безмашинного преобразования теплоты в электрическую энергию.

Тема 10. Схема и цикл воздушной холодильной установки, сравнение с циклом Карно. Повышение эффективности цикла воздушной холодильной установки путем использования регенерации теплоты. Принципиальная схема и цикл парокомпрессорной холодильной установки. Абсорбционная холодильная установка. Пароэжекторная холодильная установка.

Тема 11. Термодинамические процессы в горных породахХимическое равновесие термодинамической системы, равновесие в сложных системах, гетерогенные системы, стехиометрические уравнения, эндотермические и экзотермические реакции, химическое равновесие

3.4 Тематика практических занятий

1. Расчёт основных термодинамических параметров состояния термодинамических систем.
1. Расчёт составов многокомпонентных веществ их основных свойств и параметров состояния.
2. Расчёт показателей теплоёмкости газообразных, жидких и твёрдых веществ, адиабаты газов и газовых смесей, параметров нагрева и охлаждения термодинамических систем.
2. Расчёт энергетических характеристик термодинамических систем и основных показателей термодинамических процессов в закрытых термодинамических системах.

4. Расчёт основных показателей кондуктивного, конвективного и лучистого теплообменов.
4. Расчёт параметров процессов нагрева и охлаждения твёрдых тел простой геометрической формы при стационарном и нестационарном режимах
4. Расчёт параметров процессов теплоотдачи и теплопередачи при вынужденном
движении газообразных и жидких теплоносителей.
5. Основные положения методик расчётов параметров ряда термодинамических
процессов горного производства.

Тематика курсового проекта – не предусмотрен

4.Учебно-методическое и информационное обеспечение

Основная литература:

1. а) Теплоэнергетика и теплотехника Текст Кн. 2 Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент / А. А. Александров и др. справочник : в 4 кн. под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. - 4-е изд., стер. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 561 с. ил.

2. Кириллов, В. В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен Текст учебное пособие для самостоят. работы студентов В. В. Кириллов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 71, [1] с.

3. Гончаров С.А. Термодинамика: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГГУ, 2002.
- 440 с.
4. Теплотехника: Учебник для вузов / В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер и др.;
Под ред. В.Н. Луканина. – 4-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2003. – 671 с.
5. Янченко Г.А. Термодинамика. Часть 1. Основные понятия и определения. Уравнения
состояния: Учебное пособие. – М.: МГГУ, 2004. – 114 с.

б) **дополнительная литература**

4. Янченко Г.А. Термодинамика. Часть 2. Основные свойства и параметры состояния
многокомпонентных веществ. Теплоёмкость веществ и показатель адиабаты: Учебное посо-
бие. – М.: МГГУ, 2004. – 129 с.

5. Янченко Г.А. Термодинамика. Часть 3. Энергетические характеристики термодина-

мических систем и процессов. Законы термодинамики: Учебное пособие. – М.: МГГУ, 2005.
– 158 с.
6. Янченко Г.А. Термодинамика. Часть 4. Процессы истечения и дросселирования газов:
Учебное пособие. – М.: МГГУ, 2007. – 105 с.
7. Янченко Г.А. Термодинамика. Часть 5. Термодинамика процессов смешивания газов.
Термодинамические циклы силовых агрегатов горных машин и установок: Учебное пособие.
– М.: МГГУ, 2011. – 112 с.
8. Янченко Г.А. Термодинамика. Сборник задач и заданий для практических занятий и
самостоятельной работы. Часть 1. Параметры состояния. Основные газовые законы: Учебное
пособие. – М.: МГГУ, 2006. – 97 с.
9. Янченко Г.А. Термодинамика. Сборник задач и заданий для практических занятий и
самостоятельной работы. Часть 2. Основные свойства и параметры состояния многокомпо-нентных веществ: Учебное пособие. – М.: МГГУ, 2008. – 100 с.
10. Янченко Г.А. Термодинамика. Сборник задач и заданий для практических занятий и
самостоятельной работы. Часть 3. теплоёмкость веществ. Показатель адиабаты газов. Пара-
метры нагрева и охлаждения термодинамических систем: Учебное пособие. – М.: МГГУ,
2010. – 125 с.
б) дополнительная литература:
в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы
1. http://x-term.ru (Решение технических задач и контрольных);

2. http://fn.bmstu.ru/phys/bib/physbook/tom2/content.htm (Глаголев К.В., Морозов А.Н.

Физическая термодинамика. МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	http://www.edu.ru/index.php
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Федеральная университетская компьютерная сеть России	http://www.runnet.ru/
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/

3. http://www.twirpx.com/files/tek/thermodynamics/ (Термодинамика и теплотехника:

конспекты лекций, лабораторные работы, обучающие комплексы и программы);

4. http://www.calc.ru/635.html4 (Термодинамика: формулы и физические величины

- Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://edu.ru;
- Открытое образование [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://openedu.ru;
- Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.rsl.ru;
- Европейская цифровая библиотека Europeana http://www.europeana.eu/portal);
- Государственная публичная научно-техническая библиотека России www.gpntb.ru ;
- Электронно-библиотечная система образовательных и просветительских изданий http://www.iqlib.ru;
- Информационный портал [сайт] www.miningexpo.ru;
- Горная энциклопедия [сайт] www.mining-enc.ru .

электронно-библиотечные системы (ЭБС):

- Электронно-библиотечная система (ЭБС) [Электронный ресурс]- Режим доступа: www.book.ru

- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]- Режим доступа: www.biblioclub.ru

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/
3. Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/
4. VALTEC.PRG.3.1.3. Программа для теплотехнических и гидравлических расчетов https://valtec.ru/document/calculate/
5. Онлайн расчеты АВОК-СОФТ https://soft.abok.ru/help_desk/

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/
8. Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/
9. Инженерная сантехника VALTEC (каталог продукции и нормативная документация) https://valtec.ru/

5. Образовательные технологии.

Основу курса составляют мультимедийные лекции по базовым вопросам проектирования крепей горных выработок и обделок подземных сооружений. Лекции проводятся в потоке с использованием слайдов, подготовленных преподавателем в программе Microsoft Power Point.

На каждом практическом занятии выделяется до 25 минут для просмотра видеофильмов или видеопрезентаций о современном мировом состоянии вопроса расчета и крепления выработок с последующим разбором и

обсуждением их содержания. К разработке и демонстрации видеопрезентаций привлекаются студенты. Важное место в методическом плане освоения дисциплины играет самостоятельная работа студентов с научно-технической литературой и реферирование. Наиболее продвинутые в плане компьютерной грамотности студенты выполняют специальные задания по разработке фрагментов компьютерных презентаций .

Для студентов, готовящих рефераты и выполняющих индивидуальные задания, по желанию, устраиваются специальные консультации

Так же проводится индивидуальное обсуждение выполняемых этапов курсового проекта; заслушивание и обсуждение рефератов.

Для текущего контроля используется аудиторное компьютерное тестирование.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Городское подземное хозяйство» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

На практических занятиях применять следующие методы интерактивного обучения:

6. Методические рекомендации

Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты рефератов, лабораторных работ, курсовых работ и проектов задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7. Фонд оценочных средств

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

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Фонды оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Теплофизика в горном

производстве»

Фонды оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Теплофизика в горном производстве» приведены в Приложении 2 к рабочей программе.

7.1. Текущий контроль (работа на практических занятиях)
Термодинамическая система и окружающая среда. Виды термодинамических систем. Рабочее тело. Состояния термодинамических систем.
2. Общие понятия о термодинамических величинах, основных термодинамических параметрах и функциях состояния термодинамических систем. Интенсивные и экстенсивные параметры, внутренние, внешние и аддитивные.
3. Давление. Истинное и среднее, абсолютное, избыточное и разряжения. Взаимосвязи между ними. Современные единицы и измерения. Как они связаны между собой.
4. Температура. Абсолютная термодинамическая температура. Современные температурные шкалы. Взаимосвязь между абсолютной и стоградусной термодинамическими температурными шкалами.
5. Молярный и удельный объёмы веществ термодинамических систем. Методы их рас-чёта у газов, жидких и твёрдых веществ. Молярная масса веществ, её определение с помощью таблицы «Периодическая система элементов Д.И. Менделеева».
6. Термодинамический процесс. Равновесный и неравновесный процесс. Прямой и обратный. Циклы. Графическое изображение термодинамических процессов. Релаксация, время релаксации.
7. Уравнение состояния термодинамических систем. Общий вид, графическое изображение. Термодинамическая поверхность, диаграммы состояния термодинамической системы.
8. Нормативные условия состояния термодинамических систем. Взаимосвязи междуплотностью и удельным объёмом веществ при нормальных физических и текущих условиях

7.2. Текущий контроль (выполнение контрольной работы)

(формирование компетенций)

По дисциплине планируются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся:

- устные опросы,
- индивидуальные задания.

Примерные вопросы/ задания для контрольной работы для контрольной точки №1:

1. Плотность газа · при абсолютном давлении P = 720 мм рт. ст. и температуре t = 0 ^{0}C равна · =1,35 кг/м^3. Найти его молярную массу.

2. Найти молярную массу одного моля смеси, состоящей из 10 кг O_2 и 15 кг N_2.

3. Определить молярную массу и плотность продуктов полного сгорания этилена C_2H_4 в теоретически необходимом для этого сухом воздухе.

4. Определить удельную газовую постоянную R продуктов полного сгорания ацетилена C_2H_2 в теоретически необходимом для этого сухом воздухе.

5. Определить насыпную плотность разрыхленного известняка, если его плотность равна · = 2500 кг/м^3, показатель общей пористости $P_{о.п}$ = 25 %, коэффициент разрыхления $K_р$ =1,5, а массовое влагосодержание $d_м$ = 200 г/кг.

6. В баллоне ёмкостью V = 40 литров при давлении P = 100 ата и температуре t = 15 ^{0}C находится газовая смесь следующего массового состава: N_2 = 30 мас. %, O_2 = 50 мас. %, CO_2 = 20 мас. %. Определить массу смеси в баллоне.

Примерные вопросы/ задания для контрольной работы для контрольной точки №2:

Определить массовый расход водяного пара выносимого потоком воздуха из шахты, если объёмный расход выходящего из шахты воздуха составляет $Q_В$ = 10000 м^3/час, он имеет относительную влажность · $_в$ = 85 % и температуру t = 10 ^{0}C.

8. Определить мощность калорифера для нагревания воздуха от t_1 = -30 ^{0}C до t_2 = 20 ^{0}C в системе кондиционирования, если в калорифер воздух поступает с объёмным расходом V· = 5000 м^3/ч при абсолютном давлении P = 750 мм рт. ст., а истинная изобарная молярная теплоёмкость воздуха описывается следующим полиномом первой степени - $C_{p,}$ · · 6,8682 + 0,001366t, где [t] = ^{0}C; [$C_{p,}$ ·] = ккал/(кмоль· ^{0}C).

9. Температурная зависимость истинной изобарной молярной теплоёмкости CO_2 в диапазоне температур T = 298…1500 К описывается следующей приближённой зависимостью:

$C_{p,}$ · · 6,214 + 10,396· 10^{-3}· T – 3,545· 10^{-6}· T^2,

где [T] = К; а [$C_{p,}$ ·] = кал/(моль· К). Найти показатель адиабаты CO_2 при T = 800 К.

10. Температурная зависимость истинной изобарной объёмной теплоёмкости сухого воздуха в диапазоне температур T = 273,15…1273,15 К описывается следующим выражением: $C_{p, об}$ = 1,2256 + 2,76·10^{-4}·T , где [$C_{p, об}$] = кДж/(нор.м^3 К), [T] = К. Найти для этого диапазона температур температурную зависимость средней изобарной объёмной теплоёмкости в абсолютной термодинамической температурной шкале и в термодинамической шкале температур Цельсия..

11. Определить работу изотермического деформирования M = 5 кг O_2, протекающего при T = 400 К, если O_2 в начальном состоянии находился под избыточном давлении P_1 = 1 ат, а в конечном под абсолютным давлением P_2 = 10 МПа.

12. Определить вместимость баллона, в котором находится 20 кг O_2, если манометр показывает в нём давление 50 ат при температуре t = 20 ^{0}С. 3.3 Текущий контроль (расчётно-графическая работа)

13. Во время изобарного сжатия 10 кг воздуха, имеющего начальную температуру t_1 = 127 ^{0}С, объём воздуха изменился в 2 раза. Определить работу деформирования воздуха и
количество отведённого в этом процессе тепла. Температурная зависимость истинной изобарной объёмной теплоёмкости сухого воздуха описывается следующим выражением: $C_{p,\ об}$ = 1,2256 + 2,76·10^{-4}·T, где [$C_{p,\ об}$] = кДж/(нор.м^3 К); [T] = К, а плотность воздуха равна · =
1,28 кг/ нор. м^3.

14. Определить коэффициент теплопроводности · породной стенки площадью S = 2 м^2 и толщиной · = 5 см и направление градиента температур в ней, если при температуре на одной стороне стенки t_1 = 100 ^{0}С, а на другой t_2 = 25 ^{0}С через стенку проходит стационарный тепловой поток величиной $Q_п$.= 6 кВт.

Результаты текущего контроля знаний, умений и навыков, обеспечивающих формирование компетенции, закрепленных за дисциплиной, учитываются как обязательная часть при проведении промежуточной аттестации.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости в виде составной части могут входить в фонд оценочных средств для промежуточной аттестации.

Описание критериев и методика оценивания заданий для текущего контроля успеваемости представлены в фонде оценочных средств как приложение к рабочей программе дисциплины.