

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
С.Е. Гавришев
« 31 » января 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИКЛАДНАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (специализация) программы
Взрывное дело

Уровень высшего образования – специалитет

Форма обучения
Заочная

Институт
Кафедра
Курс

Горного дела и транспорта
Разработки месторождений полезных ископаемых
III

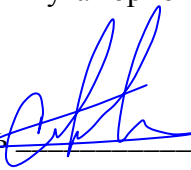
Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело, утвержденного приказом МОиН РФ от 17.10.2016 г. № 1298.


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры разработки месторождений полезных ископаемых «20» января 2017 г., протокол № 5.

Зав. кафедрой  / С.Е. Гавришев /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института горного дела и транспорта «31» января 2017 г., протокол № 7.


Председатель  / С.Е. Гавришев /

Рабочая программа составлена: доцент кафедры РМПИ, к.т.н., доцент

 / Д.В. Доможиров /

Рецензент:

заведующий лаборатории ООО «УралГеоПроект»

 / Ар.А. Зубков /

1 Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины «Прикладная термодинамика»: является развитие у студентов личностных качеств и формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело в области изучения вопросов теории и практики термодинамических процессов в горном деле.

Задачи дисциплины - усвоение студентами:

- основных законов термодинамики и термодинамических систем;
- физических явлений и процессов в породных массивах (гидродинамические, термодинамические), методов их исследования и прогнозирования;
- методов контроля и средств регулирования теплового, газового и водного режима шахт, рудников и карьеров;
- гидравлических, физических и термодинамических процессов в горном производстве;
- химических и теплофизических свойствах горных пород и породного массива при ведении горных работ;
- контрольно-измерительной техники и аппаратуры при изучении и контроле состояния породных массивов и протекающих в них термодинамических процессов;
- современных методов научных исследований термодинамических процессов в горном производстве.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки специалиста

Дисциплина «Прикладная термодинамика» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения таких дисциплин как «Физика», «Физика горных пород», «Геомеханика».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при освоение дисциплин: «Методы и средства изучения быстротекущих процессов», «Геомеханика».

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Прикладная термодинамика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| ПК-19 | |
| готовностью к разработке проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов | |
| Знать: | <ul style="list-style-type: none">- основные определения и понятия при термодинамических процессах, протекающие при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых;- основные направления и методы исследования проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых;- основные принципы и правила оценки качества разработки проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
|--|---|
| | добыче, переработке твердых полезных ископаемых |
| Уметь: | <ul style="list-style-type: none"> - выделять и определять основные термодинамические процессы, протекающие при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых; - обсуждать способы эффективного решения и оценивать основные критерии оценки термодинамических процессов, протекающие при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых; - разрабатывать и применять проектные инновационные решения по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых; - приобретать знания в области термодинамических процессах, протекающие при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых; - корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания. |
| Владеть: | <ul style="list-style-type: none"> - основными методами исследования в области термодинамических процессов, протекающих при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых; - практическими умениями и навыками разработки проектных инновационных решений в области термодинамических процессов, протекающих при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых; - основными методами решения задач в области термодинамических процессов; - профессиональным языком предметной области знания; - способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды. |
| <p>ПСК-7.3 готовностью проводить технико-экономическую оценку проектных решений при производстве буровых и взрывных работ и работ со взрывчатыми материалами, реализовывать в практической деятельности предложения по совершенствованию техники и технологии производства</p> | |
| Знать: | <ul style="list-style-type: none"> - основные определения и понятия в области техники и технологии производства буровых и взрывных работ и работ со взрывчатыми материалами; - основные технико-экономические показатели и правила оценки проектных решений в области термодинамических процессов при производстве буровых и взрывных работ; - основные методы исследования и критерии оценки проектных решений в области термодинамических процессов при производстве буровых и взрывных работ; - принципы оценки проектных решений - основные технико-экономические показатели оценки проектных решений в области термодинамических процессов при производстве буровых и взрывных работ. |
| Уметь: | <ul style="list-style-type: none"> - выделять и определять основные технико-экономические показатели оценки проектных решений в области термодинамических процессов при производстве буровых и взрывных работ; |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - обсуждать способы эффективного решения и оценивать основные критерии оценки проектных решений в области термодинамических процессов при производстве буровых и взрывных работ; - организовывать, осуществлять руководство и контроль за качеством проектных решений в области термодинамических процессов при производстве буровых и взрывных работ; - приобретать знания в области термодинамических процессов при производстве буровых и взрывных работ; <p>корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания.</p> |
| Владеть: | <ul style="list-style-type: none"> - способами демонстрации умения анализировать и обрабатывать информацию для определения эффективности проектирования и организации взрывных работ; - практическими умениями и навыками определения параметров БВР при проектировании проекта массового взрыва; - информацией и анализом современных методов перевооружения техники и технологии при производстве буровых взрывных работ на основе термодинамических процессов; - профессиональным языком предметной области знания; - способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды. |

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 12,9 акад. часов:
 - аудиторная – 10 акад. часов;
 - внеаудиторная – 2,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 86,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

| Раздел /тема дисциплины | Курс | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости | Код и структурный элемент компетенции |
|---|------|--|------------------|------------------|--|--|---|---------------------------------------|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| 1.Введение в дисциплину | 3 | | | | | | | |
| 1.1. Цель и задачи дисциплины. Связь со смежными дисциплинами. Основные законы термодинамики. Термодинамические системы и их параметры. | 3 | 0,5 | 0,5 | | 7 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы Подготовка к лабораторной работе | Устный опрос (собеседование) | ПК-19 - ув ПСК-7.3 - зув |
| 1.2 Внутренняя энергия и внешняя работа. Первый закон термодинамики. Энтальпия и энтропия. Второй и объединенный законы термодинамики. | 3 | 0,5 | 0,5 | | 8 | Подготовка к лабораторной работе и выполнение лабораторной работы №1 | Устный опрос (собеседование) | ПК-19 - зув ПСК-7.3 - зув |
| 1.3 Тепловые свойства веществ. Теплоемкость. Тепловое расширение однородных твердых тел. Тепловое расширение неоднородных твердых тел. | 3 | 0,5 | 0,5 | | 7 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы Подготовка к лабораторной работе | Устный опрос (собеседование) | ПК-19 - зув ПСК-7.3 - ув |

| | | | | | | | | |
|--|---|----------|----------|--|-----------|--|------------------------------|------------------------------|
| 1.4. Теплопроводность. Температуропроводность | 3 | 0,5 | 0,5 | | 8 | Подготовка к лабораторной работе и выполнение лабораторной работы №2 | Устный опрос (собеседование) | ПК-19 - зув ПСК-7.3 - зув |
| Итого по разделу | 3 | 2 | 2 | | 30 | Подготовка к семинарскому занятию | Семинарское занятие | |
| 2. Термодинамические процессы в горном производстве. | 3 | | | | | | | |
| 2.1 Термодинамические параметры земной коры. Источники тепла земных недр. | 3 | 0,2 | 0,5 | | 7 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы Подготовка к лабораторной работе | Устный опрос (собеседование) | ПК-19 - зув ПСК-7.3 - ув |
| 2.2 Процессы теплопереноса в недрах Земли. Использование тепла земных недр. | 3 | 0,3 | 0,5 | | 7 | Подготовка к лабораторной работе и выполнение лабораторной работы №3 | Устный опрос (собеседование) | ПК-19 - зув |
| 2.3 Тепловой режим в подземных выработках. Требования к тепловому режиму в подземных выработках. Влияние теплового режима на процессы ведения подземных работ. | 3 | 0,2 | 0,5 | | 7 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы Подготовка к лабораторной работе | Устный опрос (собеседование) | ПК-19 - зув |
| 2.4 Теплообмен при проветривании подземных выработок. Источники тепла в подземных выработках. Методы нормализации температурного режима рудничного воздуха. | 3 | 0,3 | 0,5 | | 7 | Подготовка к лабораторной работе и выполнение лабораторной работы №4 | Устный опрос (собеседование) | ПК-19 - зув ПСК-7.3 - ув |
| Итого по разделу | 3 | 1 | 2 | | 28 | Подготовка к контрольной работе | Контрольная работа | |
| 3. Равновесие и фазовые переходы в термодинамических системах | 3 | | | | | | | |
| 3.1 Общие сведения о равновесии и фазовых переходах. Основные уравнения термодинамики фазовых переходов. Фазовые переходы при неодинаковом давлении фаз. | 3 | 0,2 | 0,5 | | 7,1 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы Подготовка к лабораторной работе | Устный опрос (собеседование) | ПК-19 - зув ПСК-7.3 - зув |

| | | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|--|-------------|--|------------------------------|------------------------------|
| 3.2 Основы химической термодинамики. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Уравнение Кирхгофа. | 3 | 0,3 | 0,5 | | 7,1 | Подготовка к лабораторной работе и выполнение лабораторной работы №5 | Устный опрос (собеседование) | ПСК-7.3 - зув |
| 3.3 Теплообмен. Критерий подобия в термодинамике. Малые отклонения от равновесия. Соотношение Онзагера. | 3 | 0,2 | 0,5 | | 7,1 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы Подготовка к лабораторной работе | Устный опрос (собеседование) | ПСК-7.3 - зув |
| 3.4 Производство энтропии в стационарных неравновесных соотношениях. Образование диссипативных структур. Синергетика. | 3 | 0,3 | 0,5 | | 7,1 | Подготовка к лабораторной работе и выполнение лабораторной работы №6 | Устный опрос (собеседование) | ПК-19 - зув ПСК-7.3 - зув |
| Итого по разделу | 3 | 1 | 2 | | 28,4 | Подготовка к тестированию | Тестирование | |
| Итого по курсу | 3 | 4 | 6 | | 86,4 | Подготовка к экзамену | Экзамен | |
| Итого по дисциплине | 3 | 4 | 6 | | 86,4 | | Экзамен | |

5 Образовательные и информационные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Прикладная термодинамика» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Прикладная термодинамика» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-информация, лекций-конференций, лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал изложенный и объясненный студентам на лекциях-информациях, подлежит самостоятельному осмыслению и запоминанию. Совокупность докладов по предварительно подготовленной проблематике сделанных на лекции-конференции обеспечивает всестороннее освещение проблемы за счет дополнения и уточнения преподавателем, а также подведением итогов в конце лекции с формулированием основных выводов. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении лабораторных работ используются работа в команде и традиционный семинар.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, и лабораторных работ, при подготовке к итоговой аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Наименование лабораторных работ:

Лабораторная работа №1

Определение коэффициента массоотдачи, применительно к массообмену в горных выработках

Лабораторная работа №2

Определение КПД процесса теплового разрушения горных пород с учетом фазовых превращений

Лабораторная работа №3

Определение коэффициента линейного теплового расширения горных пород

Лабораторная работа №4

Определение коэффициента температуропроводности горных пород

Лабораторная работа №5

Определение предела прочности крепких и слабых горных пород на сжатие в зависимости от температуры

Лабораторная работа № 6

Определение предела прочности крепких горных пород на разрыв в зависимости от температуры

Контрольная работа

Вариант №1

1 Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опиши-

те их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность).

2. Дать определения и назвать отличительные особенности гомогенных и гетерогенных термодинамических систем.
3. Что называется тепловым потоком и удельным тепловым потоком? Их размерности.
4. Определить и обосновать глубину промерзания горной породы для вашего района.
5. Описать геотехнологический метод добычи серы.

Вариант №2

1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность).
2. Интенсивные и экстенсивные параметры состояния термодинамической системы. Какая между ними взаимосвязь?
3. Тепловые режимы. Какое различие между установившимся и неустойчивым тепловыми режимами?
4. Где и в каких процессах вашего предприятия Вы предложили бы использовать тепловые воздействия на горную породу? Что для этого нужно и будет ли это рентабельно?
5. Термический способ бурения и разрушения негабарита. Возможно ли это применить на вашем предприятии?

Вариант №3

1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность).
2. Физический смысл энтальпии. При каких условиях этот параметр возрастает и убывает?
3. Какая разница между теплопередачей и теплоотдачей?
4. Определить и обосновать глубину промерзания горной породы для вашего района.
5. Описать термодинамический процесс при агломерации и получении окатышей.

Вариант №4

1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность).
2. Термодинамический КПД. Как можно его увеличить?
3. Удельный тепловой поток Земли, его численное значение.
4. Где и в каких процессах вашего предприятия Вы предложили бы использовать тепловые воздействия на горную породу? Что для этого нужно и будет ли это рентабельно?
5. Термический способ бурения и разрушения негабарита. Возможно ли это применить на

вашем предприятии?

Вариант №5

- 1 . Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность).
2. Физический смысл энтропии. При каких условиях этот параметр возрастает и убывает?
3. Первичные и вторичные источники тепла земных недр.
4. Определить и обосновать глубину промерзания горной породы для вашего района.
5. Описать геотехнологический метод добычи серы.

Вариант 6

- 1 . Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность).
2. Какая теплоемкость пород больше, изохорная или изобарная, и почему?
3. Основные технологические принципы использования тепла земных недр.
4. Где и в каких процессах вашего предприятия Вы предложили бы использовать тепловые воздействия на горную породу? Что для этого нужно и будет ли это рентабельно?
5. Описать термодинамический процесс при агломерации и получении окатышей.

Вариант №7

- 1 . Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность).
2. Чем объяснить низкую теплопроводность горных пород?
3. Основные параметры рудничного воздуха, удовлетворяющие комфортным условиям труда горняков.
4. Определить и обосновать глубину промерзания горной породы для вашего района.
5. Описать геотехнологический метод добычи серы.

Вариант №8

- 1 . Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность).
2. Объяснить причину теплового расширения горных пород.
3. Какое влияние оказывают температура и влажность рудничного воздуха на технологию

ведения горных работ?

4. Где и в каких процессах вашего предприятия Вы предложили бы использовать тепловые воздействия на горную породу? Что для этого нужно и будет ли это рентабельно?
5. Термический способ бурения и разрушения негабарита. Воз можно ли это применить на вашем предприятии?

Вариант №9

1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность).
2. Почему увеличивается теплоемкость горных пород при повышении температуры?
3. Источники тепла в подземных выработках.
4. Определить и обосновать глубину промерзания горной породы для вашего района.
5. Термический способ бурения и разрушения негабарита. Воз можно ли это применить на вашем предприятии?

Вариант № 10

1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность).
2. Основные признаки пород, склонных к хрупкому термическому расширению.
3. Тепло - и горно-технические способы нормализации рудничного воздуха.
4. Где и в каких процессах вашего предприятия Вы предложили бы использовать тепловые воздействия на горную породу? Что для этого нужно и будет ли это рентабельно?
5. Описать термодинамический процесс при агломерации и получении окатышей.

Тестовый контроль

Вариант 1

1) Единица измерения теплоемкости:

$$\text{а) } \left[\frac{K}{Дж} \right]; \quad \text{б) } \left[\frac{Дж}{K} \right]; \quad \text{в) } \left[\frac{Па}{K} \right]; \quad \text{г) } \left[\frac{K}{Па} \right].$$

2) По какой зависимости определяется удельная теплоемкость:

$$\text{а) } c = \frac{dT}{dQ \cdot m}; \quad \text{б) } c = \frac{dT \cdot m}{dQ}; \quad \text{в) } c = \frac{dQ}{dT \cdot m}; \quad \text{г) } c = \frac{dQ \cdot m}{dT}. \quad 3)$$

Для каких горных пород характерна электронная теплопроводность:

- а) металлические;
- б) полупроводниковые;
- в) не металлические;
- г) металлические и полупроводниковые.

4) Как изменится значение коэффициента теплопроводности образца г.п. при увеличении градиента температуры:
 а) уменьшится; б) увеличится; в) не изменится.

5) По какой зависимости рассчитывается коэффициент фононной теплопроводности:

$$\begin{array}{ll} \text{а) } \lambda = c_v \cdot V_{\text{упр}} \cdot \gamma \cdot l_{\phi}; & \text{б) } \lambda = \frac{1}{2} \cdot c_v \cdot V_{\text{упр}} \cdot \gamma \cdot l_{\phi}; \\ \text{в) } \lambda = \frac{1}{3} \cdot c_v \cdot V_{\text{упр}} \cdot \gamma \cdot l_{\phi}; & \text{г) } \lambda = \frac{1}{4} \cdot c_v \cdot V_{\text{упр}} \cdot \gamma \cdot l_{\phi} \end{array}$$

6) По какой зависимости определяется коэффициент анизотропии:

$$\text{а) } K_{\text{ан}} = \frac{\lambda_{\perp}}{\lambda_{\parallel}}; \quad \text{б) } K_{\text{ан}} = \frac{\lambda_{\parallel}}{\lambda_{\perp}}; \quad \text{в) } K_{\text{ан}} = \lambda_{\perp} \cdot \lambda_{\parallel}; \quad \text{г) } K_{\text{ан}} = \frac{1}{\lambda_{\parallel} \cdot \lambda_{\perp}}.$$

7) В каких г.п. передача тепловой энергии происходит путем конвекции:
 а) слоистых; б) монолитных; в) пористых; г) с хорошей спайностью.

8) Определение - количества тепла, необходимое для нагрева г.п. на один градус:
 а) теплоемкость; б) теплопроводность;
 в) температуропроводность; г) теплопередача.

9) Определение - скорость распространения изотермической поверхности в т.п.:
 а) теплоемкость; б) теплопроводность;
 в) температуропроводность; г) теплопередача.

10) Во сколько раз изменится коэффициент температуропроводности г.п., если коэффициент теплопроводности увеличится в 3 раза, а плотность в 1,5 раза:
 а) в 0,5 раза; б) в 2 раза; в) в 4,5 раза; г) в 6 раза.

11) По какой зависимости определяется коэффициент линейного теплового расширения:

$$\begin{array}{ll} \text{а) } \beta = L \frac{\Delta L}{\Delta T}; & \text{б) } \beta = \frac{L}{dL} \frac{dL}{dT}; \\ \text{в) } \beta = \frac{L}{dL} \frac{dT}{dL}; & \text{г) } \beta = \frac{dL}{L} \frac{dT}{dL}. \end{array}$$

12) Во сколько раз увеличится коэффициент объемного теплового расширения, если температура изменится на 4 градуса, а длина образца г.п. на 0,2 м:
 а) в 5 раз; б) в 10 раз; в) в 15 раз; г) в 20 раз.

13) Какая основная причина нагревания г.п. на больших глубинах шахт:
 а) эндотермические процессы; б) экзотермические процессы.

14) По какой эмпирической зависимости определяется глубина промерзания г.п.:

а) $h = 0,02 \lambda T n$;

б) $h = 0,02 \lambda \sqrt{T} n$;

в) $h = 0,02 \lambda \sqrt[3]{T} n$;

г) $h = 0,02 \lambda \sqrt[4]{T} n$.

15) На что влияют реологические свойства г.п. :

- а) плотность; б) прочность; в) связность; г) крепость.

16) Какой из перечисленных факторов воздействия реагента не характерен для геотехнологического метода добычи п.и.:

- а) электрическая энергия; б) тепловая энергия;
в) химическая энергия; г) энергия ВВ.

17) Что относится к методу термического воздействия на г.п. при геотехнологическом способе добычи п.и.

- а) растворение; б) электролиз; в) разложение; г) выщелачивание.

18) Определение - селективное растворение ценных минералов:

- а) выщелачивание; б) разложение; в) электролиз; г) расплавление

19) В каких г.п. наиболее эффективно применение термитов:

- а) низкие по крепости; б) средние по крепости; в) крепкие; г) весьма крепкие.

Вариант 2

1) Единица измерения удельной теплоемкости:

а) $\left[\frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{кг}} \right]$; б) $\left[\frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{м}^3} \right]$; в) $\left[\frac{\text{Па}}{\text{К} \cdot \text{кг}} \right]$; г) $\left[\frac{\text{Па}}{\text{К} \cdot \text{м}^3} \right]$.

2) По какой зависимости определяется объемная теплоемкость:

а) $c = \frac{dT}{dQ \cdot \text{м}^3}$; б) $c = \frac{dT \cdot \text{м}^3}{dQ}$; в) $c = \frac{dQ}{dT \cdot \text{м}^3}$; г) $c = \frac{dQ \cdot \text{м}^3}{dT}$.

3) Для каких горных пород характерна фононная теплопроводность:

- а) металлические; б) полупроводниковые;
в) не металлические; г) металлические и полупроводниковые.

4) Как изменится значение коэффициента теплопроводности образца г.п. при увеличении его площади поперечного сечения:

- а) уменьшится; б) увеличится; в) не изменится.

5) По какой зависимости рассчитывается коэффициент электронной теплопроводности:

а) $\lambda = \frac{Q \cdot l}{S \cdot \Delta T}$; б) $\lambda = \frac{Q \cdot l}{S \cdot t \cdot \Delta T}$; в) $\lambda = \frac{S \cdot \Delta T}{Q \cdot l}$; г) $\lambda = \frac{S \cdot t \cdot \Delta T}{Q \cdot l}$.

6) Для какой горной породы коэффициент анизотропии равен 6 (Кан = 6):

- а) уголь; б) магнетит; в) слюда; г) известняк.

7) Как изменится коэффициент теплопроводности при теплопередачи путем конвекции, если в образце г.п. изменить кубическую форму пор на сферическую:

- а) не изменится; б) увеличится; в) уменьшится.

8) Определение - количество тепла, проходящего через единицу площади в единицу времени при градиенте температуры равном единице:

- а) теплоемкость; б) теплопроводность;
в) температуропроводность; г) теплопередача.

9) Определение - явление перехода тепла через какую-либо граничную поверхность (из одной г.п. в другую, с разным коэффициентом теплопроводности):

- а) теплоемкость; б) теплопроводность;
в) температуропроводность; г) теплопередача.

10) По какой зависимости рассчитывается коэффициент температуропроводности:

а) $a = \frac{\lambda}{c \cdot \gamma}$; б) $a = \frac{c \cdot \gamma}{\lambda}$; в) $a = \frac{\lambda \cdot c}{\gamma}$; г) $a = \lambda \cdot \gamma \cdot c$.

11) По какой зависимости определяется коэффициент объемного теплового расширения:

а) $\omega = V \frac{\Delta T}{\Delta V}$; б) $\omega = \frac{V}{dT} \frac{dV}{dT}$;
в) $\omega = \frac{V}{dV} \frac{dT}{dT}$; г) $\omega = \frac{dV}{V} \frac{dT}{dT}$.

12) Во сколько раз увеличится коэффициент линейного теплового расширения, если температура изменится на 10 градусов, а длина образца г.п. на 0,5 м:

- а) в 5 раз; б) в 10 раз; в) в 15 раз; г) в 20 раз.

13) К чему приводит проветривание выработок, пройденных в мерзлых г.п.:

- а) к постепенному снижению температуры;
б) к резкому снижению температуры;
в) к постепенному повышению температуры;
г) к резкому повышению температуры.

14) Что не является критерием допустимой глубины промерзания:

- а) мощность применяемого экскаватора;
б) линейные размеры рабочего органа выемочной машины;
в) транспортабельность образующихся мерзлых кусков т.п.;
г) мощность бурового станка.

15) Какой из перечисленных факторов характерен для геотехнологического способа добычи полезного ископаемого:

- а) нарушение экологического равновесия среды;
б) большие площади занимают отвалы;
в) большие затраты на ГКР;
г) добывается лишь полезный компонент.

16) Что относится к методу физико-химического воздействия на г.п. при геотехнологическом способе добычи п.и.

- а) растворение; б) плавление; в) разложение; г) восстановление.

17) Для каких из перечисленных категорий углей применяется геотехнологический метод добычи как газификация угля:

а) высокозольные; б) низкозольные; в) средние по зольности.
18) Какая из перечисленных смесей является термитом:

а) $\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$; б) $\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3$; в) $\text{Mg} + \text{Fe}_2\text{O}_3$; г) $\text{Fe} + \text{Mg}_2\text{O}_3$.
19) В каких г.п. быстрее развивается "тепловой клин":
а) монолитных; б) слоистых; в) массивных; г) пористых.

Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:

1. Цель и задачи дисциплины.
2. Связь со смежными дисциплинами.
3. Основные законы термодинамики.
4. Термодинамические системы и их параметры.
5. Внутренняя энергия и внешняя работа.
6. Первый закон термодинамики.
7. Энтальпия и энтропия.
8. Второй и объединенный законы термодинамики.
9. Тепловые свойства веществ.
10. Теплоемкость.
11. Тепловое расширение однородных твердых тел.
12. Тепловое расширение неоднородных твердых тел.
13. Теплопроводность.
14. Температуропроводность.
15. Термодинамические процессы в горном производстве.
16. Термодинамические параметры земной коры.
17. Источники тепла земных недр.
18. Процессы теплопереноса в недрах Земли.
19. Использование тепла земных недр.
20. Тепловой режим в подземных выработках
21. Требования к тепловому режиму в подземных выработках.
22. Влияние теплового режима на процессы ведения подземных работ.
23. Теплообмен при проветривании подземных выработок.
24. Источники тепла в подземных выработках.
25. Методы нормализации температурного режима рудничного воздуха.
26. Равновесие и фазовые переходы в термодинамических системах.
27. Общие сведения о равновесии и фазовых переходах.
28. Основные уравнения термодинамики фазовых переходов.
29. Фазовые переходы при неодинаковом давлении фаз.
30. Основы химической термодинамики.
31. Тепловые эффекты химических реакций.
32. Закон Гесса.
33. Уравнение Кирхгофа.
34. Теплообмен.
35. Критерий подобия в термодинамики.
36. Малые отклонения от равновесия.
37. Соотношение Онзагера.
38. Производство энтропии в стационарных неравновесных соотношениях.
39. Образование диссипативных структур.
40. Синергетика.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---|---|---|
| ПК-19 готовностью к разработке проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов | | |
| Знать | <ul style="list-style-type: none"> - основные определения и понятия при термодинамических процессах, протекающие при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых; - основные направления и методы исследования проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых; - основные принципы и правила оценки качества разработки проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых | <p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Цель и задачи дисциплины. 2.Связь со смежными дисциплинами. 3. Основные законы термодинамики. 4. Термодинамические системы и их параметры. 5. Внутренняя энергия и внешняя работа. 6. Первый закон термодинамики. 7. Энтальпия и энтропия. 8. Второй и объединенный законы термодинамики. 9.Тепловые свойства веществ. 10. Теплоемкость. 11. Тепловое расширение однородных твердых тел. 12. Тепловое расширение неоднородных твердых тел. 13. Теплопроводность. 14. Температуропроводность. 15. Термодинамические процессы в горном производстве. 16. Термодинамические параметры земной коры. 17. Источники тепла земных недр. 18. Процессы теплопереноса в недрах Земли. 19. Использование тепла земных недр. 20.Тепловой режим в подземных выработках 21. Требования к тепловому режиму в подземных выработках. 22. Влияние теплового режима на процессы ведения подземных работ. 23. Теплообмен при проветривании подземных выработок. 24. Источники тепла в подземных выработках. 25. Методы нормализации температурного режима рудничного воздуха. 26. Равновесие и фазовые переходы в термодинамических системах. |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---|--|
| | | 27. Общие сведения о равновесии и фазовых переходах. 28. Основные уравнения термодинамики фазовых переходов. 29. Фазовые переходы при неодинаковом давлении фаз. 30. Основы химической термодинамики. 31. Тепловые эффекты химических реакций. 32. Закон Гесса. 33. Уравнение Кирхгофа. 34. Теплообмен. 35. Критерий подобия в термодинамики. 36. Малые отклонения от равновесия. 37. Соотношение Онзагера. 38. Производство энтропии в стационарных неравновесных соотношениях. 39. Образование диссипативных структур. 40. Синергетика. |
| Уметь | <ul style="list-style-type: none"> - выделять и определять основные термодинамические процессы, протекающие при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых; - обсуждать способы эффективного решения и оценивать основные критерии оценки термодинамических процессов, протекающие при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых; - разрабатывать и применять проектные инновационные решения по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых; - приобретать знания в области термодинамических процессах, протекающие при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых; - корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области | Контрольная работа Вариант №1 1 Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность). 2 Дать определения и назвать отличительные особенности гомогенных и гетерогенных термодинамических систем. 3 Что называется тепловым потоком и удельным тепловым потоком? Их размерности. 4 Определить и обосновать глубину промерзания горной породы для вашего района. 5 Описать геотехнологический метод добычи серы. Вариант №2 1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность). 2. Интенсивные и экстенсивные параметры состояния термодинамической системы. Какая между ними взаимосвязь? 3. Тепловые режимы. Какое различие между установившимся и неустойчивым тепло-выми режимами? 4. Где и в каких процессах вашего предприятия Вы предложили бы использовать тепловые воздействия на горную породу? Что для этого нужно и будет ли это рентабельно? 5. Термический способ бурения и разрушения негабарита. Возможно ли это применить на вашем |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---|--|
| | знания. | <p>предприятии? Вариант №3 1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность). 2. Физический смысл энтальпии. При каких условиях этот параметр возрастает и убывает? 3. Какая разница между теплопередачей и теплоотдачей? 4. Определить и обосновать глубину промерзания горной породы для вашего района. 5. Описать термодинамический процесс при агломерации и получении окатышей. Вариант №4 1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность). 2. Термодинамический КПД. Как можно его увеличить? 3. Удельный тепловой поток Земли, его численное значение. 4. Где и в каких процессах вашего предприятия Вы предложили бы использовать тепловые воздействия на горную породу? Что для этого нужно и будет ли это рентабельно? 5. Термический способ бурения и разрушения негабарита. Возможно ли это применить на вашем предприятии? Вариант №5 1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность). 2. Физический смысл энтропии. При каких условиях этот параметр возрастает и убывает? 3. Первичные и вторичные источники тепла земных недр. 4. Определить и обосновать глубину промерзания горной породы для вашего района. 5. Описать геотехнологический метод добычи серы.</p> |
| Владеть | <p>- основными методами исследования в области термодинамических процессов, протекающих при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых;</p> <p>- практическими умениями и навыками разработки проектных инновационных решений в области термодинамических процессов, протекающих при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых;</p> <p>- основными методами решения задач в области термодинамических процессов;</p> | <p>Тестовый контроль</p> <p style="text-align: center;"><u>Вариант 1</u></p> <p>1) <u>Единица измерения теплоемкости:</u></p> <p style="text-align: center;">а) $\left[\frac{K}{Дж} \right]$; б) $\left[\frac{Дж}{K} \right]$; в) $\left[\frac{Па}{K} \right]$; г) $\left[\frac{K}{Па} \right]$.</p> <p>2) <u>По какой зависимости определяется удельная теплоемкость:</u></p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| | | <p>в) теплопроводность; г) теплопередача.</p> <p>9) <u>Определение - скорость распространения изотермической поверхности в т.п.:</u> а) теплоемкость; б) теплопроводность; в) теплопроводность; г) теплопередача.</p> <p>10) <u>Во сколько раз изменится коэффициент теплопроводности г.п., если коэффициент теплопроводности увеличится в 3 раза, а плотность в 1,5 раза:</u> а) в 0,5 раза; б) в 2 раза; в) в 4,5 раза; г) в 6 раза.</p> <p>11) <u>По какой зависимости определяется коэффициент линейного теплового расширения:</u></p> <p>а) $\beta = L \Delta T \Delta L$; б) $\beta = \frac{L}{dT} \frac{dL}{dT}$; в) $\beta = \frac{L}{dL} \frac{dT}{dT}$; г) $\beta = \frac{dL}{L} \frac{dT}{dT}$.</p> <p>12) <u>Во сколько раз увеличится коэффициент объемного теплового расширения, " если температура изменится на 4 градуса, а длина образца г.п. на 0,2 м:</u> а) в 5 раз; б) в 10 раз; в) в 15 раз; г) в 20 раз.</p> <p>13) <u>Какая основная причина нагревания г.п. на больших глубинах шахт:</u> а) эндотермические процессы; б) экзотермические процессы.</p> <p>14) <u>По какой эмпирической зависимости определяется глубина промерзания г.п.:</u> а) $h = 0,02 \lambda T n$; б) $h = 0,02 \lambda \sqrt{T} n$; в) $h = 0,02 \lambda \sqrt[3]{T} n$; г) $h = 0,02 \lambda \sqrt[4]{T} n$.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---|---|---|
| | | <p>15) <u>На что влияют реологические свойства г.п. :</u> а) плотность; б) прочность; в) связность; г) крепость.</p> <p>16) <u>Какой из перечисленных факторов воздействия реагента не характерен для геотехнологического метода добычи п.и.:</u> а) электрическая энергия; б) тепловая энергия; в) химическая энергия; г) энергия ВВ.</p> <p>17) <u>Что относится к методу термического воздействия на г.п. при геотехнологическом способе добычи п.и.</u> а) растворение; б) электролиз; в) разложение; г) выщелачивание.</p> <p>18) <u>Определение - селективное растворение ценных минералов:</u> а) выщелачивание; б) разложение; в) электролиз; г) расплавление</p> <p>19) <u>В каких г.п. наиболее эффективно применение термитов:</u> а) низкие по крепости; б) средние по крепости; в) крепкие; г) весьма крепкие.</p> |
| <p>ПСК-7.3 готовностью проводить технико-экономическую оценку проектных решений при производстве буровых и взрывных работ и работ со взрывчатыми материалами, реализовывать в практической деятельности предложения по совершенствованию техники и технологии производства</p> | | |
| Знать | <ul style="list-style-type: none"> - основные определения и понятия в области техники и технологии производства буровых и взрывных работ и работ со взрывчатыми материалами; - основные технико-экономические показатели и правила оценки проектных решений в области термодинамических процессов при производстве буровых и взрывных работ; - основные методы исследования и критерии оценки проектных решений в области термодинамических процессов при производстве буровых и взрывных работ; | <p>Лабораторная работа №1 Определение коэффициента массоотдачи, применительно к массообмену в горных вы-работках</p> <p>Лабораторная работа №2 Определение КПД процесса теплового разрушения горных пород с учетом фазовых превращений</p> <p>Лабораторная работа №3 Определение коэффициента линейного теплового расширения горных пород</p> <p>Лабораторная работа №4 Определение коэффициента температуропроводности горных пород</p> <p>Лабораторная работа №5 Определение предела прочности крепких и слабых горных пород на сжатие в зависи-мости от температуры</p> <p>Лабораторная работа № 6</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---|--|
| | - принципы оценки проектных решений - основные технико-экономические показатели оценки проектных решений в области термодинамических процессов при производстве буровых и взрывных работ. | Определение предела прочности крепких горных пород на разрыв в зависимости от температуры |
| Уметь | <p>- выделять и определять основные технико-экономические показатели оценки проектных решений в области термодинамических процессов при производстве буровых и взрывных работ;</p> <p>- обсуждать способы эффективного решения и оценивать основные критерии оценки проектных решений в области термодинамических процессов при производстве буровых и взрывных работ;</p> <p>- организовывать, осуществлять руководство и контроль за качеством проектных решений в области термодинамических процессов при производстве буровых и взрывных работ;</p> <p>- приобретать знания в области термодинамических процессов при производстве буровых и взрывных работ;</p> <p>корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания.</p> | <p>Контрольная работа Вариант №5</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность). 2. Физический смысл энтропии. При каких условиях этот параметр возрастает и убывает? 3. Первичные и вторичные источники тепла земных недр. 4. Определить и обосновать глубину промерзания горной породы для вашего района. 5. Описать геотехнологический метод добычи серы. <p>Вариант 6</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность). 2. Какая теплоемкость пород больше, изохорная или изобарная, и почему? 3. Основные технологические принципы использования тепла земных недр. 4. Где и в каких процессах вашего предприятия Вы предложили бы использовать тепловые воздействия на горную породу? Что для этого нужно и будет ли это рентабельно? 5. Описать термодинамический процесс при агломерации и получении окатышей. <p>Вариант №7</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность). 2. Чем объяснить низкую теплопроводность горных пород? 3. Основные параметры рудничного воздуха, удовлетворяющие комфортным условиям труда горняков. 4. Определить и обосновать глубину промерзания горной породы для вашего района. 5. Описать геотехнологический метод добычи серы. <p>Вариант №8</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите их тепловые свойства (теплоемкость, тепло - и температуропроводность). 2. Объяснить причину теплового расширения горных пород. 3. Какое влияние оказывают температура и влажность рудничного воздуха на технологию ведения горных работ? 4. Где и в каких процессах вашего предприятия Вы предложили бы использовать тепловые воздей- |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| | | <p>в) не металлические; г) металлические и полупроводниковые.</p> <p>4) <u>Как изменится значение коэффициента теплопроводности образца г.п. при увеличении его площади поперечного сечения:</u> а) уменьшится; б) увеличится; в) не изменится.</p> <p>5) <u>По какой зависимости рассчитывается коэффициент электронной теплопроводности:</u> а) $\lambda = \frac{Q \cdot l}{S \cdot \Delta T}$; б) $\lambda = \frac{Q \cdot l}{S \cdot t \cdot \Delta T}$; в) $\lambda = \frac{S \cdot \Delta T}{Q \cdot l}$; г) $\lambda = \frac{S \cdot t \cdot \Delta T}{Q \cdot l}$.</p> <p>6) <u>Для какой горной породы коэффициент анизотропии равен 6 (Кан = 6):</u> а) уголь; б) магнетит; в) слюда; г) известняк.</p> <p>7) <u>Как изменится коэффициент теплопроводности при теплопередачи путем конвекции, если в образце г.п. изменить кубическую форму пор на сферическую:</u> а) не изменится; б) увеличится; в) уменьшится.</p> <p>8) <u>Определение - количество тепла, проходящего через единицу площади в единицу времени при градиенте температуры равном единице:</u> а) теплоемкость; б) теплопроводность; в) температуропроводность; г) теплопередача.</p> <p>9) <u>Определение - явление перехода тепла через какую-либо граничную поверхность (из одной г.п. в другую, с разным коэффициентом теплопроводности):</u> а) теплоемкость; б) теплопроводность; в) температуропроводность; г) теплопередача.</p> <p>10) <u>По какой зависимости рассчитывается коэффициент температуропроводности:</u></p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| | | <p style="text-align: center;"> а) $a = \frac{\lambda}{c \cdot \gamma}$; б) $a = \frac{c \cdot \gamma}{\lambda}$; в) $a = \frac{\lambda \cdot c}{\gamma}$; г) $a = \lambda \cdot \gamma \cdot c$. </p> <p>11) <u>По какой зависимости определяется коэффициент объемного теплового расширения:</u></p> <p style="text-align: center;"> а) $\omega = V \frac{\Delta V}{\Delta T}$; б) $\omega = \frac{V}{dV} \frac{dT}{dT}$; </p> <p style="text-align: center;"> в) $\omega = \frac{V}{dV} \frac{dT}{dT}$; г) $\omega = \frac{dV}{V} \frac{dT}{dT}$. </p> <p>12) <u>Во сколько раз увеличится коэффициент линейного теплового расширения, если температура изменится на 10 градусов, а длина образца г.п. на 0,5 м:</u></p> <p style="text-align: center;"> а) в 5 раз; б) в 10 раз; в) в 15 раз; г) в 20 раз. </p> <p>13) <u>К чему приводит проветривание выработок, пройденных в мерзлых г.п.:</u></p> <p style="text-align: center;"> а) к постепенному снижению температуры; б) к резкому снижению температуры; в) к постепенному повышению температуры; г) к резкому повышению температуры. </p> <p>14) <u>Что не является критерием допустимой глубины промерзания:</u></p> <p style="text-align: center;"> а) мощность применяемого экскаватора; б) линейные размеры рабочего органа выемочной машины; в) транспортабельность образующихся мерзлых кусков т.п.; г) мощность бурового станка. </p> <p>15) <u>Какой из перечисленных факторов характерен для геотехнологического способа добычи полезного ископаемого:</u></p> <p style="text-align: center;"> а) нарушение экологического равновесия среды; </p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| | | <p>б) большие площади занимают отвалы; в) большие затраты на ГКР; г) добывается лишь полезный компонент.</p> <p><u>16) Что относится к методу физико-химического воздействия на г.п. при геотехнологическом способе добычи п.и.</u> а) растворение; б) плавление; в) разложение; г) восстановление.</p> <p><u>17) Для каких из перечисленных категорий углей применяется геотехнологический метод добычи как газификация угля:</u> а) высокзолные; б) низкзолные; в) средние по зольности.</p> <p><u>18) Какая из перечисленных смесей является термитом:</u> а) $Fe+Al_2O_3$; б) $Al+Fe_2O_3$; в) $Mg+Fe_2O_3$; г) $Fe+Mg_2O_3$.</p> <p><u>19) В каких г.п. быстрее развивается "тепловой клин":</u> а) монолитных; б) слоистых; в) массивных; г) пористых.</p> |

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Прикладная термодинамика» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 3 теоретических вопроса.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «**отлично**» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «**хорошо**» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «**удовлетворительно**» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «**неудовлетворительно**» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «**неудовлетворительно**» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература

1. Цирельман, Н.М. Техническая термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.М. Цирельман. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 352 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107965>. - Загл. с экрана.

2. Гамбург, Ю.Д. Химическая термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Д. Гамбург. – Москва: Лаборатория знаний, 2016. - 240 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90244>. - Загл. с экрана.

б) Дополнительная литература

1. Гончаров С.А. Термодинамика. М.: МГГУ, 2009. – 440 с.

2. Галкин, А.Ф. Термодинамика. Сборник задач [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Ф. Галкин. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 80 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92622>. - Загл. с экрана.

3. Кудинов В.А., Карташов Э.М. Техническая термодинамика: Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2005. - 261 с.

4 Шарц А.А. Основы термодинамики: Учебное пособие. М.: МГТУ «Станкин», 2004. – 104 с.

5 Малашкина В.А. Термодинамические процессы в системах дегазации угольных шахт: Учебное пособие. М.: МГГУ, 2003.-14.

6 Аренс В.Ж., Гридин О.М., Крейнин Е.В., и др. Физико-химическая геотехнология. М.: МГГУ, 2010.-575.

в) Методические указания

1. Доможиров Д.В. Термодинамика прикладная: Лабораторный практикум. Магнитогорск, МГТУ, 2011.-43 с.
2. Порцевский А.К., Катков Г.А. Геотехнология (физико-химическая): Учебно-методическое пособие. М.:МГОУ, 2004. – 66 с.
3. Маляров И.П., Угольников В.К., Каширин А.Л. Термодинамические свойства горных пород. Магнитогорск: МГТУ, 1999.
4. Маляров И.П., Угольников В.К., Кашапов З.М. Определение коэффициента линейного расширения горных пород. Магнитогорск: МГМА, 1996.
5. Кашапов З.М., Угольников В.К., Красавин А.П. Определение удельной теплоемкости горных пород. Магнитогорск: МГМА, 1996.

г) Программное обеспечение и Интернет – ресурсы

Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|---|---------------------------|------------------------|
| MS Windows 7 | Д-1227 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |
| | Д-757-17 от 27.06.2017 | 27.07.2018 |
| | Д-593-16 от 20.05.2016 | 20.05.2017 |
| | Д-1421-15 от 13.07.2015 | 13.07.2016 |
| MS Office 2007 | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный | Д-300-18 от 21.03.2018 | 28.01.2020 |
| | Д-1347-17 от 20.12.2017 | 21.03.2018 |
| | Д-1481-16 от 25.11.2016 | 25.12.2017 |
| | Д-2026-15 от 11.12.2015 | 11.12.2016 |
| 7 Zip | свободно распространяемое | бессрочно |

Интернет ресурсы

1. Международная справочная система «Полпред» polpred.com отрасль «Образование, наука». – URL: <http://education.polpred.com/>.
2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). - URL: <https://elibrary.ru/projestrisc.asp>.
3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). - URL: <https://scholar.google.ru/>.
4. Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. - URL: <http://window.edu.ru/>.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

| Тип и название аудитории | Оснащение аудитории |
|--|--|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Наглядные материалы: – Электроимпульсная станция – Испытательные копры, сита, объеммеры. – Электронные весы. – Печи термические. – Лабораторные стенды. |
| Помещения для самостоятельной работы обучающихся | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |
| Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования | Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации. |