



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГДиТ
И.А. Пыталев

13.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕОРИЯ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Направление подготовки (специальность)
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль/специализация) программы
Подземная разработка рудных месторождений

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Разработки месторождений полезных ископаемых
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых
09.02.2023, протокол № 4

Зав. кафедрой  С.Е. Гавришев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ
13.02.2023 г. протокол № 3

Председатель  И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры РМПИ, канд. техн. наук  П.С. Симонов

Рецензент:

заведующий лабораторией обогащения ООО «УралГеоПроект» , канд. техн. наук
В.Ш. Галямов



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Теория разрушения горных пород» являются: подготовка специалиста, обладающего системой знаний в области разрушения горных пород; развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело.

Задачи дисциплины – усвоение студентами:

- методов разрушения горных пород и связанных с этим процессом общих физических, химических и других закономерностей разрушения;
- принципов выбора рациональных способов разрушения горных пород в зависимости от их физико-механических свойств;
- технических и технологических средств разрушения горных пород.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теория разрушения горных пород входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Геология

Физика

Химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Технология и безопасность взрывных работ

Процессы подземной разработки рудных месторождений

Проектирование рудников

Строительство и реконструкция горных предприятий

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория разрушения горных пород» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-10	Способен применять основные принципы технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов
ОПК-10.1	Выбирает основные принципы расчета параметров технологии открытой и подземной добычи полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов
ОПК-10.2	Использует основные принципы расчета параметров технологии переработки твердых полезных ископаемых

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 73,9 акад. часов;
- аудиторная – 72 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 70,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Общие вопросы разрушения горных пород								
1.1 Свойства и строение горных пород, влияющие на эффективность их разрушения. Строение горных пород: микроскопическое, макроскопическое и супермакроскопическое. Понятие о породном массиве и масштабном эффекте. Влияние физико-технических свойств горных пород на эффективность их разрушения. Буримость и взрываемость горных пород.	3	2		2/ИИ	3,5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Защита практической работы. Контрольная работа №1.	ОПК-10.1, ОПК-10.2
1.2 Внутренняя структура и прочность горных пород. Понятие о породах как о средах квазинепрерывных, квазиоднородных и квазиизотропных. Силы связи и внутренняя структура горных пород. Работа деформации горной породы. Теоретическая прочность твердых тел (физическая природа прочности). Дефекты кристаллической структуры.		2		2/ИИ	3,5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Защита практической работы. Контрольная работа №1.	ОПК-10.1, ОПК-10.2

1.3 Теории прочности. Основные технические критерии прочности твердых тел. Теория прочности Мора. Паспорт прочности горных пород. Теория хрупкого разрушения (теория трещин Гриффитса). Кинетическая (термофлуктуационная) теория прочности. Статическая и динамическая прочность.		2		2/ИИ	3,5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Защита практической работы. Контрольная работа №1.	ОПК-10.1, ОПК-10.2
1.4 Механическое дробление и измельчение горных пород. Механизм дробления. Законы дробления тел. Энергоемкость дробления. Дробление свободным ударом. Анализ качества дробления горных пород.		2		2/ИИ	3,5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Защита практической работы. Контрольная работа №1.	ОПК-10.1, ОПК-10.2
Итого по разделу		8		8/4И	14			
2. Теория разрушения горных пород при бурении								
2.1 Классификация и общая характеристика способов бурения. Основные сведения о бурении шпуров и скважин. Бурение нефтяных и газовых скважин. Краткая история развития буровых работ. Бурение в космосе. Научное бурение сверхглубоких скважин. Производительность буровой машины. Механическая скорость бурения. Классификация способов бурения. Характер нагружения и разрушения горных пород зубьями буровых инструментов. Закономерности удаления шлама из шпуров и скважин различными способами. Технологии ведения буровых работ. Техничко-экономические параметры буровых работ.	3	2		2/ИИ	3,5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Защита практической работы. Контрольная работа №2.	ОПК-10.1, ОПК-10.2

<p>2.2 Механизм разрушения породы при ударном бурении. Ударные способы бурения шпуров. Ударно-канатное бурение скважин. Механизм и закономерности разрушения породы при ударном бурении. Режимные параметры и их влияние на процесс разрушения горных пород при ударном бурении пневматическими перфораторами. Оптимальные режимы бурения. Зависимость скорости бурения от свойств пород, режимных параметров и геометрических параметров оборудования.</p>	2		2/ИИ	3,5	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Защита практической работы. Контрольная работа №2.</p>	<p>ОПК-10.1, ОПК-10.2</p>
<p>2.3 Механизм разрушения породы при вращательном бурении. Вращательное бурение шпуров и скважин. Механизм и основные закономерности разрушения породы при вращательном бурении. Режимные параметры и их влияние на процесс разрушения горных пород при вращательном бурении. Оптимальные режимы бурения. Зависимость скорости бурения от свойств пород, режимных параметров и геометрических параметров оборудования.</p>	2		2/ИИ	3,5	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Защита практической работы. Контрольная работа №2.</p>	<p>ОПК-10.1, ОПК-10.2</p>
<p>2.4 Механизм разрушения породы при ударно-вращательном бурении. Разрушение горных пород при ударно-вращательном бурении. Режимные параметры и их влияние на процесс разрушения горных пород при ударно-вращательном бурении погружными пневмоударниками. Оптимальные режимы бурения. Зависимость скорости бурения от свойств пород, режимных параметров и геометрических параметров оборудования.</p>	2		2/ИИ	3,5	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Защита практической работы. Контрольная работа №2.</p>	<p>ОПК-10.1, ОПК-10.2</p>

2.5 Механизм разрушения породы при вращательно-ударном бурении. Механизм разрушения породы при вращательно-ударном бурении. Режимные параметры и их влияние на процесс разрушения горных пород при вращательно-ударном бурении. Оптимальные режимы бурения. Зависимость скорости бурения от свойств пород, режимных параметров и геометрических параметров оборудования.		2		2/1И	3,5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Защита практической работы. Контрольная работа №2.	ОПК-10.1, ОПК-10.2
2.6 Механизм разрушения породы при шарошечном бурении. Шарошечное бурение скважин. Механизм разрушения пород при шарошечном бурении. Режимные параметры и их влияние на процесс разрушения пород при шарошечном бурении. Оптимальные режимы бурения. Зависимость скорости бурения от свойств пород, режимных параметров и геометрических параметров оборудования.		2		2/1И	3,5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Защита практической работы. Контрольная работа №2.	ОПК-10.1, ОПК-10.2
Итого по разделу	12		12/6И	21				
3. Теория разрушения горных пород при взрывании								
3.1 Процесс разрушающего действия взрыва зарядов взрывчатых веществ. Классификации зарядов: по положению; по форме; по конструкции; по характеру действия. Элементы воронки взрыва. Зоны действия взрыва. Факторы, вызывающие разрушение горных пород при взрыве.	3	2		2/1И	3,5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Защита практической работы. Контрольная работа №3.	ОПК-10.1, ОПК-10.2

<p>3.2 Процесс разрушения пород взрывом одиночного заряда. Формирование зон мелкодисперсного дробления, радиального трещинообразования и выделение сейсмической волны. Основные параметры волны напряжения в твердых породах. Закономерности распространения волны напряжения в твердых породах. Напряжения в безграничном массиве. Напряжения у обнаженной поверхности. Напряжения в районе образования откольной и взрывной воронки. Зоны дробления взрывом трещиноватого массива. Закономерности разрушения горных пород взрывом в зоне нерегулируемого дробления.</p>	2		2/ИИ	3,5	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Защита практической работы. Контрольная работа №3.</p>	<p>ОПК-10.1, ОПК-10.2</p>
<p>3.3 Процесс разрушения пород при одновременном взрывании нескольких зарядов. Напряжения при одновременном взрывании зарядов. Особенности разрушения горных пород при одновременном взрывании нескольких удлиненных зарядов. Явление формирования одной генеральной трещины по плоскости расположения зарядов, параметры волны напряжений при добыче блочного камня и контурном взрывании.</p>	2		2/ИИ	3,5	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Защита практической работы. Контрольная работа №3.</p>	<p>ОПК-10.1, ОПК-10.2</p>
<p>3.4 Процесс разрушения пород при короткозамедленном взрывании зарядов (КЗВ). Сущность КЗВ; факторы, определяющие эффективность КЗВ: интерференция волн напряжений, образование дополнительных открытых поверхностей, соударение перемещающихся от взрыва зарядов кусков породы. Особенности разрушения горных пород при последовательном взрывании нескольких удлиненных зарядов.</p>	2		2/ИИ	3,5	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Защита практической работы. Контрольная работа №3.</p>	<p>ОПК-10.1, ОПК-10.2</p>

<p>3.5 Процесс разрушения пород взрывом наружного заряда. Действие взрыва наружного заряда. Направленное действие взрыва. Процесс разрушения пород кумулятивными зарядами.</p>		2		2/0,4И	3,5	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Защита практической работы. Контрольная работа №3.</p>	<p>ОПК-10.1, ОПК-10.2</p>
<p>3.6 Общие принципы расчета разрушающего действия сосредоточенных зарядов. Процессы формирования поля напряжений при взрыве сосредоточенного заряда. Сосредоточенные заряды рыхления (дробления). Сосредоточенные заряды выброса. Процесс разрушения при отбойке камерными зарядами.</p>		2		2	3,5	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Защита практической работы. Контрольная работа №3.</p>	<p>ОПК-10.1, ОПК-10.2</p>
<p>3.7 Общие принципы расчета разрушающего действия удлиненных зарядов. Процессы формирования поля напряжений при взрыве удлиненного заряда. Процесс разрушения при отбойке скважинными зарядами.</p>		2		2	3,5	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Защита практической работы. Контрольная работа №3.</p>	<p>ОПК-10.1, ОПК-10.2</p>
<p>Итого по разделу</p>		14		14/4,4И	24,5			
<p>4. Физико-механические способы разрушения горных пород</p>								

<p>4.1 Механизм разрушения породы при термическом воздействии. Недостатки механических способов бурения. Механика термической отбойки. Объемное термическое разрушение. Объемная термическая отбойка. Поверхностное термическое разрушение. Термическое разрушение горных пород высокотемпературными газовыми и плазменными струями. Комбинированные способы разрушения при бурении. Расширение скважин. Проходка восстающих. Генераторы энергии для термического разрушения. Отбойка трещиноватых пород. Добыча руды. Поверхностная обработка камня. Объемное разрушение при поверхностном нагревании массива. Влияние горного давления на отбойку. Разрушение плавлением, испарением.</p>	3	0,5		0,5	3,5	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Защита практической работы. Контрольная работа №4.</p>	<p>ОПК-10.1, ОПК-10.2</p>
<p>4.2 Механизм разрушения породы при электроразрядной отбойке. Механизм разрушения при электрическом разряде в породе. Пробой жидкости. Пробой газа. Идеальная электрическая прочность воздуха. Лавинный механизм пробоя газа. Стримерный механизм пробоя газа. Поверхностный разряд. Пробой твердых горных пород. Тепловой пробой горных пород. Разрушение породы тепловым пробоем. Электрический пробой горных пород. Генераторы импульсов электрической энергии. Электроимпульсные технологии разрушения горных пород. Расчет импульсного разрушения.</p>		0,5		0,5	3,5	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Защита практической работы. Контрольная работа №4.</p>	<p>ОПК-10.1, ОПК-10.2</p>

4.3 Другие способы разрушения горных пород. Взрывное бурение: ампульное и струйное. Бурение электромагнитным излучением. Способ гидравлического отделения породы от массива. Механизм разрушения породы при отбойке невзрывными расширяющимися средствами.	1		1	3,6	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Защита практической работы. Контрольная работа №4.	ОПК-10.1, ОПК-10.2
Итого по разделу	2		2	10,6			
Итого за семестр	36		36/14,4И	70,1		зачёт	
Итого по дисциплине	36		36/14,4И	70,1		зачет	

5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Теория разрушения горных пород» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Теория разрушения горных пород» происходит с использованием мультимедийного оборудования (проектор, интерактивная доска).

Лекции проходят как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия.

При проведении практических занятий используются традиционный семинар, семинар-обсуждение докладов, семинар-дискуссия.

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: контрольные работы студентов, выступление на семинаре, творческие задания (написание рефератов по заранее обозначенным темам).

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Взрывное разрушение горных пород. Расчет параметров буровзрывных работ на открытых горных разработках [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Белин, М.Г. Горбонос, Р.Л. Коротков, И.Т. Ким. – Москва : МИСИС, 2019. – 97 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/116910>. – Загл. с экрана ISBN 978-5-907061-09-5.

2. Каркашадзе, Г.Г. Задачник по разрушению горных пород [Текст] / Г.Г. Каркашадзе. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2012. – 165 с. ISBN 978-5-98672-294-8.

б) Дополнительная литература:

1. Угольников, В.К. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании [Текст]: учебное пособие / В.К. Угольников, П.С. Симонов, Н.В. Угольников. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2005. – 114 с. ISBN 5-89514-643-0.

2. Латышев, О.Г. Разрушение горных пород [Текст] / О.Г. Латышев. – М.: Теплотехник, 2007. – 672 с. ISBN 5-98457-048-3.

3. Крюков, Г.М. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании [Текст]: учебник для вузов / Г.М. Крюков. – М.: Горная книга, 2006. – Т.1. – 330 с.: ил. ISBN 5-98672-024-5 (в пер.).

4. Каркашадзе, Г.Г. Механическое разрушение горных пород [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / Г.Г. Каркашадзе. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. – 222 с.: ил. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/3284>. – Заглавие с экрана. ISBN 5-7418-0301-6 (в пер.).

5. Крюков, Г.М. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании. Ч.II. Разрушение горных пород при бурении. Раздел 1. Внедрение зубьев в разрушаемую породу. Ударно-вращательный способ бурения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.М. Крюков. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2007. – 106 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/3285>. – Заглавие с экрана. ISBN 5-7418-0313-X.

6. Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. – Ч.2. Взрывные работы в горном деле и промышленности [Электронный ресурс]: учеб. для вузов / Б.Н. Кутузов – М.: Издательство «Горная книга», «Мир горной книги», Издательство Московского государственного горного университета, 2008. – 512 с.: ил. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/1518>. – Заглавие с экрана ISBN 978-5-98672-197-2 (в пер).

7. Комащенко, В.И. Взрывные работы [Текст]: учеб. для вузов / В.И. Комащенко, В.Ф. Носков, Т.Т. Исмаилов – М.: Высшая школа, 2007. – 439 с.: ил. ISBN 978-5-06-004821-6.

8. Дмитриев, А.П. Разрушение горных пород: Научные школы Московского горного [Текст] / А.П. Дмитриев. – М.: МГГУ, 2012. – 80 с. ISBN 5-7418-0319-9.

9. Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. – Ч.1. Разрушение горных пород взрывом. [Текст]: учеб. для вузов / Б.Н. Кутузов. – 2-е изд., стер. – М.: Издательство «Горная книга», «Мир горной книги», Издательство Московского государственного горного университета, 2009. – 471 с.: ил. ISBN 978-5-98672-145-3 (в пер.), 978-5-7418-0590-9.

10. Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. – Ч.2. Взрывные работы в горном деле и промышленности [Текст]: учеб. для вузов / Б.Н. Кутузов – М.: Издательство «Горная книга», «Мир горной книги», Издательство Московского государственного горного университета, 2008. – 512 с.: ил. ISBN 978-5-98672-070-8, 978-5-91003-023-1, 978-5-7418-0488-9.

11. Протасов, Ю.И. Разрушение горных пород [Текст] / Ю.И. Протасов. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2009. – 453 с. ISBN 978-5-98672-150-7, 978-5-7418-0596-1.

12. Гончаров, С.А. Термическое расширение взрывных скважин на карьерах [Текст] / С.А. Гончаров. – М.: МГГУ, 2002. – 89 с. ISBN 5-7418-0196-X.

в) Методические указания:

1. Угольников, В.К. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании [Текст]: лабораторный практикум / В.К. Угольников, П.С. Симонов. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2005. – 38 с.

2. Угольников, В.К. Определение взрываемости горных пород [Текст]: методические указания к лабораторной работе / В.К. Угольников, П.С. Симонов. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. – 10 с.

3. Симонов, П.С. Разрушение горных пород при ударе [Текст]: методические указания к лабораторной работе / П.С. Симонов, В.К. Угольников. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 15 с.

4. Симонов, П.С. Определение показателя простреливаемости горных пород. [Текст]: методические указания к лабораторной работе / П.С. Симонов, В.К. Угольников. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. – 10 с.

5. Симонов, П.С. Влияние числа открытых поверхностей на эффективность действия взрыва [Текст]: методические указания к лабораторной работе / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 12 с.

6. Симонов, П.С. Изучение действия зарядов выброса [Текст]: методические указания к лабораторной работе / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 15 с.

7. Симонов, П.С. Взрывание трещиноватых и нарушенных массивов горных пород [Текст]: методические указания к лабораторной работе / П.С. Симонов. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 20 с.

8. Маляров, И.П. Изучение классификаций горных пород [Текст]: методические указания к лабораторной работе / И.П. Маляров, В.К. Угольников, П.С. Симонов. – Магнитогорск: МГТУ, 1998. – 21 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно	бессрочно
MathCAD v.15 Education	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
Autodesk AutoCad 2011 Master	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
АСКОН Компас 3D	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Информационная система - Банк данных угроз	https://bdu.fstec.ru/
Информационная система - Нормативные правовые акты, организационно-распорядительные документы, нормативные и методические документы и	https://fstec.ru/normotvorcheskaya/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный	https://archive.neicon.ru/xmlui/
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий	https://www.nature.com/siteindex
Международная база полнотекстовых журналов	http://link.springer.com/
Университетская информационная система	https://uisrussia.msu.ru
Федеральный образовательный портал –	http://ecsocman.hse.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И.	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт	URL: http://www1.fips.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к	URL: http://window.edu.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:
 - Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации/
2. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:
 - Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
 - Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.
3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: компьютерные классы; читальные залы библиотеки:
 - Персональные компьютеры с пакетом MS Office, Mathcad, Autodesk Autocad, Компас, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
4. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:
 - Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

1. «Составление реакций горения и расчет теплоты сгорания»

1. Составьте уравнения реакции горения гексана (C_6H_{14}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3).
2. Составьте уравнения реакции горения циклогексана (C_6H_{12}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3).
3. Составьте уравнения реакции горения бутилена (C_4H_8) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3).
4. Составьте уравнения реакции горения октана (C_8H_{18}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3).
5. Составьте уравнения реакции горения пентана (C_5H_{12}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3).
6. Составьте уравнения реакции горения циклобутана (C_4H_8) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3).
7. Составьте уравнения реакции горения пропена (пропилен C_3H_6) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3).
8. Составьте уравнения реакции горения гептана (C_7H_{16}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3).
9. Составьте уравнения реакции горения циклопентана (C_5H_{10}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с

образованием сажи (С) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (м^3).

10. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этина (ацетилен C_2H_2); бензола (C_6H_6).

11. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: толуола (C_7H_8); диметилкетона (ацетон $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$).

12. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: метанола (метилловый спирт CH_3OH); аммиака (NH_3).

13. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этанола (этиловый спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$); пиридина ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$).

14.. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: пропанола (пропиловый спирт $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$); окиси углерода (CO).

15. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: бутанола (бутиловый спирт $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$); сероуглерода (CS_2).

16. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: пентанола (амиловый спирт $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$); хлорметана (CH_3Cl).

17. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этановой кислоты (уксусной кислоты $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$); сероводорода (H_2S).

18. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: метановой кислоты (муравьиная CH_2O_2); сероокиси углерода (COS).

19. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этилнитрита ($\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$); хлорэтана ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$).

20. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: бутана (C_4H_{10}); этена (этилен C_2H_4).

2. «Определение расхода воздуха при горении»

1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг хлорэтана ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$).

2. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная CH_2O_2).

3. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м^3 сероокиси углерода (COS).

4. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м^3 сероводорода (H_2S).

5. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м^3 окиси углерода (CO).

6. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ аммиака (NH₃).
7. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ метанола (метилловый спирт CH₃OH).
8. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ сероводорода (H₂S).
9. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг толуола (C₇H₈).
10. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ этина (ацетилена C₂H₂).
11. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг диметилкетона (ацетон C₃H₆O).
12. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 10 кг торфа состава (в %): углерод - 50%, водород - 6,5%, кислород - 40%, азот - 3%, сера 0,5% на горючую массу.
13. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 20 кг торфа состава (в %): углерод - 60%, водород 5%, кислород 30%, азот 2,5%, сера 2,5% на горючую массу.
14. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 5 кг торфа состава (в %): углерод - 55%, водород 6%, кислород 35%, азот 2%, сера 2% на горючую массу.
15. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 10 кг антрацита состава (в %): углерод - 91%, водород 2,2%, кислород 1,8%, азот 1,0%, сера 2,0%, зола - 2% на горючую массу.
16. Определить объем воздуха при 10 °C и давлении 730 мм рт. ст., необходимый для сгорания 1 м³ смеси газов, содержащего (в %): CH₄ - 71,5; C₂H₆ - 11,2; C₃H₈ - 4; CO₂ - 7,3; H₂S - 10,0.
17. Определить объем воздуха при 20 °C и давлении 720 мм рт. ст., необходимый для сгорания 1 м³ смеси газов, содержащего (в %): CH₄ - 50; C₂H₆ - 15; C₂H₄ - 10; CO₂ - 10; H₂S - 15.
18. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг хлорэтана (C₂H₅Cl).
19. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная CH₂O₂).
20. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ сероокиси углерода (COS).

3. «Расчет количества и объема продуктов сгорания»

1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ сероводорода (H₂S)
2. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ аммиака (NH₃).
3. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ этина (ацетилена C₂H₂).
4. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ этена (этилен C₂H₄).
5. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ метанола (метилловый спирт CH₃OH).

6. Определить объем продуктов сгорания 1 м³ сероокиси углерода (COS).
7. Определить объем продуктов сгорания 1 м³ окиси углерода (CO).
8. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг толуола (C₇H₈).
9. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг диметилкетона (ацетон C₃H₆O).
10. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг хлорэтана (C₂H₅Cl).
11. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная CH₂O₂).
12. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг октана (C₈H₁₈).
13. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг пентана (C₅H₁₂).
14. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг гептана (C₇H₁₆).
15. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг бензола (C₆H₆).
16. Определить объем продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 50%, водород - 6,5%, кислород - 40%, азот - 3%, сера 0,5% на горючую массу.
17. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 60%, водород 5%, кислород 30%, азот 2,5%, сера 2,5% на горючую массу.
18. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 55%, водород 6%, кислород 35%, азот 2%, сера 2% на горючую массу.
19. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ доменного газа следующего состава (в %): CO₂ — 6,5; CO — 26,5; CH₄ — 4,3; H₂ — 2,2; N₂ — 60,5.
20. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ доменного газа следующего состава (в %): CO₂ — 21; CO — 20; CH₄ — 0,5; H₂ — 4; N₂ — 54,5.

4. «Определение колориметрической, теоретической и действительной температуры сгорания»

1. Определить калориметрическую температуру горения метанола (метиловый спирт CH₃OH).
2. Определить калориметрическую температуру горения этанола (этиловый спирт C₂H₅OH).
3. Определить калориметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт C₃H₇OH).
4. Определить калориметрическую температуру горения бутанола (бутиловый спирт C₄H₉OH).
5. Определить калориметрическую температуру горения пентанола (амиловый спирт C₅H₁₁OH).

6. Определить calorиметрическую температуру горения метановой кислоты (муравьиная CH_2O_2).

7. Определить calorиметрическую температуру горения этановой кислоты (уксусной кислоты $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$).

8. Определить calorиметрическую температуру горения этиленгликоля ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$).

Определить calorиметрическую температуру горения бутановой кислоты (масляной кислоты $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$).

9. Определить calorиметрическую температуру горения толуола (C_7H_8).

10. Определить calorиметрическую температуру горения диметилкетона (ацетон $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$).

11. Определить calorиметрическую температуру горения октана (C_8H_{18}).

12. Определить calorиметрическую температуру горения гептана (C_7H_{16}).

13. Определить calorиметрическую температуру горения бензола (C_6H_6).

14. Определить calorиметрическую температуру горения метанола (метилловый спирт CH_3OH).

15. Определить calorиметрическую температуру горения этанола (этиловый спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).

16. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$).

17. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$).

18. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$).

19. Определить calorиметрическую температуру горения метановой кислоты (муравьиная CH_2O_2).

20. Определить calorиметрическую температуру горения этановой кислоты (уксусной кислоты $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$).

5. «Расчет кислородного баланса взрывчатых веществ»

1. Определить кислородный баланс нитроглицерина $\text{C}_3\text{H}_5(\text{ONO}_2)_3$.

2. Определить кислородный баланс нитроклетчатки (коллодионной) $\text{C}_2\text{C}_4\text{H}_{31}\text{N}_9\text{O}_{38}$.

3. Определить кислородный баланс пироксилина $\text{C}_{24}\text{H}_2\text{C}_9\text{N}_{11}\text{O}_{42}$.

4. Определить кислородный баланс октоген $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_8\text{O}_8$.

5. Определить кислородный баланс парафина (твердый) $C_{24}H_{50}$.
6. Определить кислородный баланс пикриновой кислоты $C_6H_2(NO_2)_3OH$.
7. Определить кислородный баланс тэна $C_5H_8(ONO_2)_4$.
8. Определить кислородный баланс тетрила $C_6H_2(NO_2)_4NCH_3$.
9. Определить кислородный баланс тетранитрометана $C(NO_2)_4$.
10. Определить кислородный баланс гексогена $C_3H_6N_6O_6$.

6. «Составление реакций взрыва, определение теплоты и объема газов взрыва»

1. Составить реакцию взрыва гексогена $C_3H_6N_6O_6$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования гексогена $\Delta H_{обр} = +71,6$ кДж/моль.
2. Составить реакцию взрыва тэна $C_5H_8(ONO_2)_4$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тэна $\Delta H_{обр} = -531,6$ кДж/моль.
3. Составить реакцию взрыва тетрила $C_7H_5N_5O_8$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тетрила $\Delta H_{обр} = +19,7$ кДж/моль.
4. Составить реакцию взрыва динитронафталина $C_{10}H_6(NO_2)_2$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования динитронафталина $\Delta H_{обр} = -395$ кДж/моль.
5. Составить реакцию взрыва тринитрофенетол $C_8H_7N_3O_7$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тринитрофенетол $\Delta H_{обр} = -213,5$ кДж/моль.
6. Составить реакцию взрыва тринитрорезорцина $C_6H_3N_3O_8$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тринитрорезорцина $\Delta H_{обр} = -444,1$ кДж/моль.
7. Составить реакцию взрыва $C_4N_6O_6$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования $\Delta H_{обр} = +637,1$ кДж/моль.
8. Составить реакцию взрыва $C_4N_6O_7$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования $\Delta H_{обр} = +307,4$ кДж/моль.
9. Составить реакцию взрыва $C_6H_4N_8O_{11}$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования $\Delta H_{обр} = +348,6$ кДж/моль.
10. Составить реакцию взрыва $C_3H_2N_4O_7$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования $\Delta H_{обр} = +203,7$ кДж/моль.

7. «Определение температуры и давления газов при взрыве»

1. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва 1,3,5,5-тетранитрогексагидропиримидина (DNNC). Химическая формула - $C_4H_6N_6O_8$. Теплота образования $+53$ кДж/моль.

2. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва 2-нитроимино-5-нитро-гексагидро-1,3,5-триазин (NNHT). Химическая формула - $(\text{CH}_2)_2\text{N}_3\text{H}_2(\text{NO}_2)\text{C}=\text{NO}_2$. Теплота образования +68,2 кДж/моль.
3. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва тетранитротетраазабициклононанона, (TNABN, K-56). Химическая формула - $\text{C}_5\text{H}_6\text{N}_8\text{O}_9$. Теплота образования +70,3 кДж/моль.
4. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аммониевой соли 2,4,5-тринитроимидазола. Химическая формула - $\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_6\text{O}_6$. Теплота образования -86.02 кДж/моль.
5. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминонитробензодифуроксана Химическая формула - $\text{C}_6\text{H}_2\text{N}_6\text{O}_6$. Теплота образования аминонитробензодифуроксана $\Delta H_{\text{обр}}=+357,0$ кДж/моль.
6. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва диаминодинитробензофуроксана. Химическая формула - $\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_6\text{O}_6$. Теплота образования диаминодинитробензофуроксана $\Delta H_{\text{обр}}=+83,6$ кДж/моль.
7. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва нитробензодифуроксана. Химическая формула - $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_5\text{O}_6$. Теплота образования нитробензодифуроксана $\Delta H_{\text{обр}}=+383,0$ кДж/моль.
8. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминонитробензофуроксана. Химическая формула - $\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_4$. Теплота образования аминонитробензофуроксана $\Delta H_{\text{обр}}=+175,1$ кДж/моль.
9. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминотринитробензофуроксана. Химическая формула - $\text{C}_6\text{H}_2\text{N}_6\text{O}_8$. Теплота образования +104,5 кДж/моль.
10. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва Химическая формула - $\text{C}_8\text{H}_2\text{N}_6\text{O}_{10}$. Теплота образования +233,1 кДж/моль.

8. «Расчет параметров ударной волны. Исследование ударной адиабаты»

Типовая задача 8.1. Используя основные уравнения ударных волн определить параметры ударной волны при $p_0=1$ атм, $\rho_0=1,25$ г/дм³, $T_0=288$ К, $k=1,4$ если $p_1=2; 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30$ атм. Результаты вычислений представить в виде таблицы. Построить график в координатах $p-v$.

Типовая задача 8.2. Построить диаграмму $p_1/p_0-v_1/v_0$ для ударной адиабаты (адиабаты Гюгонио) и изоэнтропы (адиабаты Пуассона) при $k=1,4$ (такое значение k имеет воздух при умеренных сжатиях).

Задание 1. Решите типовые задачи, используя следующие исходные данные: $\rho_0=(1,20+N/100)$ г/дм³, $T_0=(240+10N)$ К, где N – ваш порядковый номер в журнале.

Задание 2. Построить в координатах p – v ударную адиабату для воздуха ($p_1 = p_0 \dots 50p_0$, $k=1,4$), приняв начальные условия согласно варианту из таблицы. Определить предельную плотность, достигаемую во фронте сильной ударной волны.

Таблица - Исходные данные для задания 2

Вариант	Исходные данные по вариантам			
	p_0 , МПа	ρ_0 , кг/м ³	T_0 , К	ω_0 , м/с
1	0,1	1,20	240	100
2	0,1	1,22	260	100
3	0,1	1,24	380	100
4	0,1	1,26	300	100
5	0,1	1,28	320	100
6	0,2	1,20	240	200
7	0,2	1,22	260	200
8	0,2	1,24	380	200
9	0,2	1,26	300	200
10	0,2	1,28	320	200
11	0,3	1,20	240	300
12	0,3	1,22	260	300
13	0,3	1,24	380	300
14	0,3	1,26	300	300
15	0,3	1,28	320	300

Задание 3. Используя основные уравнения ударных волн определить параметры ударной волны при $p_0=1$ атм, $\rho_0=1,25$ г/дм³, $T_0=300$ К, $k=1,4$ если $\rho_1=(1+N/2)$ г/дм³; где N – ваш порядковый номер в журнале.

Задание 4. Используя основные уравнения ударных волн определить параметры ударной волны при $p_0=1$ атм, $\rho_0=1,28$ г/дм³, $T_0=273$ К, $k=1,4$ если $D=(500+100N)$ м/с; где N – ваш порядковый номер в журнале.

9. «Разрушающее действие взрыва»

Типовая задача 9.1. Определить тротильный эквивалент накладного заряда ВВ, если после взрыва обнаружено разрушение остекления в радиусе 220 м от места взрыва. Стекло размером 2×3 м, толщиной $h=5$ мм.

Типовая задача 9.2. Масса накладного заряда аммонита 6ЖВ $M=1$ т. Определить радиусы зон разрушения при взрыве данного заряда.

Типовая задача 9.3. Масса накладного заряда аммонита 6ЖВ $M=1$ кг. Определить радиусы зон опасных для человека.

Типовая задача 9.4. Построить зависимость вероятности повреждения барабанных перепонок человека W от избыточного давления в волне Δp на интервале от 35 до 300 кПа.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<p>Код и содержание компетенции ПК-1: Способен к разработке разделов проектов строительства, реконструкции и технического перевооружения объектов подземных горных работ, проектной и технической документации с учетом требований промышленной безопасности</p>		
ПК-1.1	<p>Обосновывает главные параметры рудника, вскрытие и подготовку месторождений, процессы и системы подземной разработки, технологию и механизацию подземных горных работ, способы и методы разрушения горного массива, методы профилактики аварий и способы ликвидации их последствий</p>	<p>Варианты тестов для зачета</p> <p>Вариант 1</p> <p>1. Горение это ...</p> <p>А) ...очень быстрое выделение большого количества энергии и большого объема газов.</p> <p>Б) ...сложное, быстро протекающее химическое превращение, сопровождающееся выделением значительного количества тепла и ярким свечением (пламенем).</p> <p>В) ...процесс весьма быстрого физического или химического превращения системы, сопровождающийся переходом ее потенциальной энергии в механическую работу.</p> <p>2. С повышением температуры скорость химических реакций...</p> <p>А) ...уменьшается.</p> <p>Б) ...увеличивается.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>В) ...не изменяется.</p> <p>Г) ...сначала уменьшается, а затем остается постоянной.</p> <p>3. Что является самым распространенным горючим материалом в условиях пожара?</p> <p>А) Кирпич.</p> <p>Б) Древесина.</p> <p>В) Пластмассы.</p> <p>Г) Металлы.</p> <p>4. Нижним температурным пределом воспламенения (НТПВ) называется...</p> <p>А) ...температура жидкости, при которой над поверхностью создается концентрация насыщенного пара, равная нижнему концентрационному пределу воспламенения.</p> <p>Б) ... температура жидкости, при которой над поверхностью создается концентрация насыщенного пара, равная верхнему концентрационному пределу воспламенения.</p> <p>В) ...минимальная температура жидкости, при которой раз подожженная смесь продолжает гореть после удаления источника воспламенения.</p> <p>Г) ...минимальная температура, при которой наступает самовоспламенение жидкости.</p> <p>5. С повышением температуры область воспламенения газовых смесей...</p> <p>А) ...расширяется.</p> <p>Б) ...сужается.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>В) ...не изменяется.</p> <p>6. Какое из определений взрыва дает в 1748 году М.В. Ломоносов?</p> <p>А) Взрыв - это процесс, который сопровождается сильным звуковым эффектом (громким звуком, шумом, грохотом, хлопком).</p> <p>Б) Взрыв - это событие, при котором высвобождается внутренняя энергия и формируется избыточное давление.</p> <p>В) Взрыв - это очень быстрое выделение большого количества энергии и большого объема газов.</p> <p>Г) Взрыв - это быстрое неуправляемое высвобождение энергии, которое вызывает ударную волну, движущуюся на некотором расстоянии от источника, которая несет потенциальную опасность поражения людей и обладает разрушительной способностью.</p> <p>7. К какому типу относится взрыв при образовании гелия из водорода?</p> <p>А) Физический взрыв за счет тепловой энергии.</p> <p>Б) Химический взрыв.</p> <p>В) Физический взрыв за счет кинетической энергии.</p> <p>Г) Ядерный взрыв.</p> <p>8. Какие из перечисленных веществ могут служить в качестве флегматизатора?</p> <p>А) Вазелин, парафин.</p> <p>Б) Мел, сода.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>В) Гексоген, нитроглицерин.</p> <p>Г) Хлорид натрия, хлорид калия.</p> <p>9. Что из перечисленного является бризантным взрывчатым веществом?</p> <p>А) Азид свинца, гремучая ртуть.</p> <p>Б) Тротил, динамит.</p> <p>В) Дымный и бездымный порох.</p> <p>Г) Уголь.</p> <p>10. Ударные волны характеризуются резким скачком...</p> <p>А) ...давления.</p> <p>Б) ...плотности.</p> <p>В) ...температуры.</p> <p>Г) ...А, Б, В.</p> <p>Вариант 2</p> <p>1. Основу горения составляют...</p> <p>А) ...экзотермические окислительно-восстановительные реакции.</p> <p>Б) ...эндотермические реакции разложения.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>В) ...реакции обмена.</p> <p>Г) ...реакции полимеризации.</p> <p>2. При каком соотношении τ_{ϕ} и τ_x горение называется диффузионным, где τ_{ϕ} - время, необходимое для возникновения физического контакта между горючим веществом и кислородом воздуха, τ_x - время, затрачиваемое для протекания самой химической реакции.</p> <p>А) $\tau_{\phi} \gg \tau_x$.</p> <p>Б) $\tau_{\phi} \ll \tau_x$.</p> <p>В) $\tau_{\phi} = \tau_x$.</p> <p>Г) при любом.</p> <p>3. Какова единица измерения нижнего концентрационного предела воспламенения аэрозвеси?</p> <p>А) г/м³ или мг/л.</p> <p>Б) %.</p> <p>В) °С.</p> <p>Г) м.</p> <p>4. Температурой воспламенения жидкости называется...</p> <p>А) ...температура жидкости, при которой над поверхностью создается концентрация насыщенного пара,</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>равная нижнему концентрационному пределу воспламенения.</p> <p>Б) ... температура жидкости, при которой над поверхностью создается концентрация насыщенного пара, равная верхнему концентрационному пределу воспламенения.</p> <p>В) ...минимальная температура жидкости, при которой раз подожженная смесь продолжает гореть после удаления источника воспламенения.</p> <p>Г) ...наименьшая температура, при которой наступает самовоспламенение жидкости.</p> <p>5. Укажите вещества, самовозгорающиеся под действием воздуха.</p> <p>А) Негашеная известь.</p> <p>Б) Щелочные металлы.</p> <p>В) Сульфиды железа.</p> <p>Г) Калиевая селитра.</p> <p>6. К какому типу относится взрыв, возникающий при смешивании горячей и холодной жидкостей, когда температура одной из них значительно превышает температуру кипения другой (например при выливании расплавленного металла в воду)?</p> <p>А) Физический взрыв за счет тепловой энергии.</p> <p>Б) Химический взрыв.</p> <p>В) Физический взрыв за счет кинетической энергии.</p> <p>Г) Ядерный взрыв.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>7. Что из перечисленного является примером физического взрыва за счет электрической энергии?</p> <p>А) Большинство землетрясений.</p> <p>Б) Взрыв баллона со сжатым газом.</p> <p>В) Взрыв при падении крупного метеорита.</p> <p>Г) Взрыв конденсированного взрывчатого вещества.</p> <p>Д). Молнии.</p> <p>8. Какие из перечисленных веществ могут служить в качестве сенсibilизатора?</p> <p>А) Вазелин, парафин.</p> <p>Б) Мел, сода.</p> <p>В) Гексоген, нитроглицерин.</p> <p>Г) Хлорид натрия, хлорид калия.</p> <p>9. Что из перечисленного является иницирующим взрывчатым веществом?</p> <p>А) Тротил, динамит.</p> <p>Б) Азид свинца, гремучая ртуть.</p> <p>В) Дымный и бездымный порох.</p> <p>Г) Уголь.</p> <p>10. Ударная волна состоит из...</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>А) ...фазы сжатия.</p> <p>Б) ...фазы разряжения.</p> <p>В) ...А, Б.</p> <p>Г) ...ни А, ни Б.</p> <p>Вариант 3</p> <p>1. Тепловой эффект реакции горения выражается в...</p> <p>А) ...киловаттах (кВт).</p> <p>Б) ...ньютонх (Н).</p> <p>В) ...килоджоулях (кДж) или килокалориях (ккал).</p> <p>Г) ...мегапаскалях (МПа) или килограмм-силах на сантиметр квадратный (кгс/см²).</p> <p>2. При каком соотношении τ_{ϕ} и τ_x горение называется кинетическим, где τ_{ϕ} - время, необходимое для возникновения физического контакта между горючим веществом и кислородом воздуха, τ_x - время, затрачиваемое для протекания самой химической реакции.</p> <p>А) $\tau_{\phi} \gg \tau_x$.</p> <p>Б) $\tau_{\phi} \ll \tau_x$.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>В) $\tau_{\phi} = \tau_x$.</p> <p>Г) при любом.</p> <p>3. С увеличением мощности источника зажигания нижний концентрационный предел воспламенения аэрозвеси ...</p> <p>А) ...снижается и взрывчатость пыли увеличивается.</p> <p>Б) ...повышается и взрывчатость пыли уменьшается.</p> <p>В) ...сначала снижается, а затем повышается.</p> <p>Г) ...повышается и достигнув максимума остается постоянным.</p> <p>4. Какое из приведенных утверждений верно?</p> <p>А) Температура в зоне паров значительно ниже, чем в зоне горения.</p> <p>Б) Температура в зоне паров значительно выше, чем в зоне горения.</p> <p>В) Температура пламени одинакова во всех его точках.</p> <p>Г) Температура пламени максимальна у поверхности горячей жидкости.</p> <p>5. Укажите вещества, самовозгорающиеся под действием воды.</p> <p>А) Сульфиды железа.</p> <p>Б) Щелочные металлы.</p> <p>В) Скипидар.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Г) Калиевая селитра.</p> <p>6. Что из перечисленного является примером физического взрыва за счет энергии упругого сжатия?</p> <p>А) Большинство землетрясений.</p> <p>Б) Взрыв баллона со сжатым газом.</p> <p>В) Взрыв при падении крупного метеорита.</p> <p>Г) Взрыв конденсированного взрывчатого вещества.</p> <p>7. Как называются вещества снижающие чувствительность взрывчатых веществ к начальному импульсу?</p> <p>А) Флегматизаторы.</p> <p>Б) Сенсibiliзаторы.</p> <p>В) Стабилизаторы.</p> <p>Г) Пламегасители.</p> <p>Д) Окислители.</p> <p>8. Какой тип взрывчатых веществ применяется в горной промышленности для дробления горных пород?</p> <p>А) Иницирующие взрывчатые вещества.</p> <p>Б) Бризантные взрывчатые вещества.</p> <p>В) Метательные взрывчатые вещества.</p> <p>Г) Пиротехнические составы.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>9. Детонация распространяется по заряду взрывчатого вещества путем...</p> <p>А) ...сжатия вещества ударной волной.</p> <p>Б) ...излучения</p> <p>В) ...теплопроводности</p> <p>Г) ...диффузии.</p> <p>10. Ударные волны распространяются в...</p> <p>А) ...воздухе.</p> <p>Б) ...воде.</p> <p>В) ...горной породе.</p> <p>Г) ...любых средах.</p> <p>Вариант 4</p> <p>1. Тепловой эффект химической реакции равен...</p> <p>А) ...сумме теплот образования продуктов реакции за вычетом суммы теплот образования исходных веществ.</p> <p>Б) ...сумме теплот образования исходных веществ за вычетом суммы теплот образования продуктов реакции.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>2. Количественная теория теплового самовоспламенения была разработана в 1928 г ...</p> <p>А) ...Ле Шателье.</p> <p>Б) ...Вант-Гоффом.</p> <p>В) ...Аррениусом</p> <p>Г) ...Н.Н. Семеновым.</p> <p>3. С увеличением дисперсности нижний концентрационный предел воспламенения аэрозвеси ...</p> <p>А) ...понижается.</p> <p>Б) ...повышается.</p> <p>В) ...сначала повышается, а затем остается постоянным.</p> <p>Г) ...не изменяется.</p> <p>4. Диапазон концентраций газов или пара в воздухе между нижним и верхним концентрационными пределами воспламенения называется...</p> <p>А) ...областью безопасных концентраций.</p> <p>Б) ...областью пожароопасных концентраций.</p> <p>В) ...областью воспламенения.</p> <p>5. О способности к самовозгоранию масел и жиров судят по...</p> <p>А) ...йодному числу.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Б) ...кислородному балансу.</p> <p>В) ...числу Рейнольдса.</p> <p>Г) ...числу Маха.</p> <p>6. К какому типу относится взрыв двухфазной аэровзвеси?</p> <p>А) Физический взрыв за счет тепловой энергии.</p> <p>Б) Химический взрыв.</p> <p>В) Физический взрыв за счет кинетической энергии.</p> <p>Г) Ядерный взрыв.</p> <p>7. Как называются вещества повышающие чувствительность взрывчатых веществ к начальному импульсу?</p> <p>А) Флегматизаторы.</p> <p>Б) Сенсibilизаторы.</p> <p>В) Стабилизаторы.</p> <p>Г) Пламегасители.</p> <p>Д) Окислители.</p> <p>8. Какой тип взрывчатых веществ применяется преимущественно в виде капсулей-детонаторов?</p> <p>А) Иницирующие взрывчатые вещества.</p> <p>Б) Бризантные взрывчатые вещества.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>В) Метательные взрывчатые вещества.</p> <p>Г) Пиротехнические составы.</p> <p>9. Скорость детонации составляет...</p> <p>А) ...несколько сантиметров в секунду.</p> <p>Б) ...несколько метров в секунду.</p> <p>В) ...десятки метров в секунду.</p> <p>Г) ...несколько километров в секунду.</p> <p>10. Передний фронт ударной волны распространяется со скоростью...</p> <p>А) ...света.</p> <p>Б) ...звука.</p> <p>В) ...большей скорости света.</p> <p>Г) ...большей скорости звука.</p>
ПК-1.2	Руководствуется методами снижения нагрузки на окружающую среду и повышения экологической безопасности горного производства при подземной разработке рудных месторождений	<p style="text-align: center;">Контрольные задачи для индивидуальных заданий.</p> <hr/> <p>1 «Составление реакций горения и расчет теплоты сгорания»</p> <p>1. Составьте уравнения реакции горения гексана (C_6H_{14}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (СО) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (С) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (m^3).</p>

Код индикатор а	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>2. Составьте уравнения реакции горения циклогексана (C_6H_{12}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания $1\text{ кг (м}^3\text{)}$.</p> <p>3. Составьте уравнения реакции горения бутилена (C_4H_8) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания $1\text{ кг (м}^3\text{)}$.</p> <p>4. Составьте уравнения реакции горения октана (C_8H_{18}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания $1\text{ кг (м}^3\text{)}$.</p> <p>5. Составьте уравнения реакции горения пентана (C_5H_{12}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания $1\text{ кг (м}^3\text{)}$.</p> <p>6. Составьте уравнения реакции горения циклобутана (C_4H_8) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания $1\text{ кг (м}^3\text{)}$.</p> <p>7. Составьте уравнения реакции горения пропена (пропилен C_3H_6) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с</p>

Код индикатор а	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>образованием сажи (С) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (m^3).</p> <p>8. Составьте уравнения реакции горения гептана (C_7H_{16}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (СО) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (С) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (m^3).</p> <p>9. Составьте уравнения реакции горения циклопентана (C_5H_{10}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (СО) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (С) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (m^3).</p> <p>10. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этина (ацетилена C_2H_2); бензола (C_6H_6).</p> <p>11. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: толуола (C_7H_8); диметилкетона (ацетон C_3H_6O).</p> <p>12. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: метанола (метилловый спирт CH_3OH); аммиака (NH_3).</p> <p>13. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этанола (этиловый спирт C_2H_5OH); пиридина (C_5H_5N).</p> <p>14.. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: пропанола (пропиловый спирт C_3H_7OH); окиси углерода (СО).</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>15. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: бутанола (бутиловый спирт C_4H_9OH); сероуглерода (CS_2).</p> <p>16. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: пентанола (амиловый спирт $C_5H_{11}OH$); хлорметана (CH_3Cl).</p> <p>17. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этановой кислоты (уксусной кислоты $C_2H_4O_2$); сероводорода (H_2S).</p> <p>18. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: метановой кислоты (муравьиная CH_2O_2); сероокиси углерода (COS).</p> <p>19. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этилнитрита ($C_2H_5NO_2$); хлорэтана (C_2H_5Cl).</p> <p>20. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: бутана (C_4H_{10}); этена (этилен C_2H_4).</p> <p>2. «Определение расхода воздуха при горении»</p> <p>1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг хлорэтана (C_2H_5Cl).</p> <p>2. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная CH_2O_2).</p> <p>3. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ сероокиси углерода (COS).</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>4. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ сероводорода (H₂S).</p> <p>5. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ окиси углерода (CO).</p> <p>6. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ аммиака (NH₃).</p> <p>7. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ метанола (метиловый спирт CH₃OH).</p> <p>8. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ сероводорода (H₂S).</p> <p>9. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг толуола (C₇H₈).</p> <p>10. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ этина (ацетилена C₂H₂).</p> <p>11. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг диметилкетона (ацетон C₃H₆O).</p> <p>12. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 10 кг торфа состава (в %): углерод - 50%, водород - 6,5%, кислород - 40%, азот - 3%, сера 0,5% на горючую массу.</p> <p>13. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 20 кг торфа состава (в %): углерод - 60%, водород 5%, кислород 30%, азот 2,5%, сера 2,5% на горючую массу.</p> <p>14. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 5 кг торфа состава (в %): углерод - 55%, водород 6%, кислород 35%, азот 2%, сера 2% на горючую массу.</p> <p>15. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 10 кг антрацита состава (в %): углерод – 91%, водород 2,2%, кислород 1,8%, азот 1,0%, сера 2,0%, зола – 2% на горючую массу.</p> <p>16. Определить объем воздуха при 10 °С и давлении 730 мм рт. ст., необходимый для сгорания 1 м³ смеси газов, содержащего (в %): CH₄ - 71,5; C₂H₆ – 11,2; C₃H₈ - 4; CO₂ - 7,3; H₂S – 10,0.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>17. Определить объем воздуха при 20 °С и давлении 720 мм рт. ст., необходимый для сгорания 1 м³ смеси газов, содержащего (в %): CH₄ - 50; C₂H₆ – 15; C₂H₄ - 10; CO₂ - 10; H₂S – 15.</p> <p>18. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг хлорэтана (C₂H₅Cl).</p> <p>19. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная CH₂O₂).</p> <p>20. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ сероокиси углерода (COS).</p> <p>3. «Расчет количества и объема продуктов сгорания»</p> <p>1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ сероводорода (H₂S)</p> <p>2. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ аммиака (NH₃).</p> <p>3. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ этина (ацетилена C₂H₂).</p> <p>4. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ этена (этилен C₂H₄).</p> <p>5. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ метанола (метилвый спирт CH₃OH).</p> <p>6. Определить объем продуктов сгорания 1 м³ сероокиси углерода (COS).</p> <p>7. Определить объем продуктов сгорания 1 м³ окиси углерода (CO).</p> <p>8. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг толуола (C₇H₈).</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>9. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг диметилкетона (ацетон C_3H_6O).</p> <p>10. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг хлорэтана (C_2H_5Cl).</p> <p>11. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная CH_2O_2).</p> <p>12. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг октана (C_8H_{18}).</p> <p>13. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг пентана (C_5H_{12}).</p> <p>14. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг гептана (C_7H_{16}).</p> <p>15. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг бензола (C_6H_6).</p> <p>16. Определить объем продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 50%, водород - 6,5%, кислород - 40%, азот - 3%, сера 0,5% на горючую массу.</p> <p>17. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 60%, водород 5%, кислород 30%, азот 2,5%, сера 2,5% на горючую массу.</p> <p>18. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 55%, водород 6%, кислород 35%, азот 2%, сера 2% на горючую массу.</p> <p>19. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ доменного газа следующего состава (в %): CO₂ — 6,5; CO — 26,5; CH₄ — 4,3; H₂ — 2,2; N₂ — 60,5.</p> <p>20. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ доменного газа следующего состава (в %): CO₂ — 21; CO — 20; CH₄ — 0,5; H₂ — 4; N₂ — 54,5.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>4. «Определение колориметрической, теоретической и действительной температуры сгорания»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить калориметрическую температуру горения метанола (метилловый спирт CH_3OH). 2. Определить калориметрическую температуру горения этанола (этиловый спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$). 3. Определить калориметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$). 4. Определить калориметрическую температуру горения бутанола (бутиловый спирт $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$). 5. Определить калориметрическую температуру горения пентанола (амиловый спирт $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$). 6. Определить калориметрическую температуру горения метановой кислоты (муравьиная CH_2O_2). 7. Определить калориметрическую температуру горения этановой кислоты (уксусной кислоты $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$). 8. Определить калориметрическую температуру горения этиленгликоля ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$). Определить калориметрическую температуру горения бутановой кислоты (масляной кислоты $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$). 9. Определить калориметрическую температуру горения толуола (C_7H_8). 10. Определить калориметрическую температуру горения диметилкетона (ацетон $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$). 11. Определить калориметрическую температуру горения октана (C_8H_{18}).

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>12. Определить calorиметрическую температуру горения гептана (C_7H_{16}).</p> <p>13. Определить calorиметрическую температуру горения бензола (C_6H_6).</p> <p>14. Определить calorиметрическую температуру горения метанола (метиловый спирт CH_3OH).</p> <p>15. Определить calorиметрическую температуру горения этанола (этиловый спирт C_2H_5OH).</p> <p>16. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт C_3H_7OH).</p> <p>17. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт C_4H_9OH).</p> <p>18. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт C_5H_{11OH}).</p> <p>19. Определить calorиметрическую температуру горения метановой кислоты (муравьиная CH_2O_2).</p> <p>20. Определить calorиметрическую температуру горения этановой кислоты (уксусной кислоты $C_2H_4O_2$).</p> <p>5. «Расчет кислородного баланса взрывчатых веществ»</p> <p>1. Определить кислородный баланс нитроглицерина $C_3H_5(ONO_2)_3$.</p> <p>2. Определить кислородный баланс нитроклетчатки (коллодионной) $C_2C_4H_{31}N_9O_{38}$.</p> <p>3. Определить кислородный баланс пироксилина $C_{24}H_2C_9N_{11}O_{42}$.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>4. Определить кислородный баланс октоген $C_4H_8N_8O_8$.</p> <p>5. Определить кислородный баланс парафина (твердый) $C_{24}H_{50}$.</p> <p>6. Определить кислородный баланс пикриновой кислоты $C_6H_2(NO_2)_3OH$.</p> <p>7. Определить кислородный баланс тэна $C_5H_8(ONO_2)_4$.</p> <p>8. Определить кислородный баланс тетрила $C_6H_2(NO_2)_4NCH_3$.</p> <p>9. Определить кислородный баланс тетранитрометана $C(NO_2)_4$.</p> <p>10. Определить кислородный баланс гексогена $C_3H_6N_6O_6$.</p> <p>6. «Составление реакций взрыва, определение теплоты и объема газов взрыва»</p> <hr/> <p>1. Составить реакцию взрыва гексогена $C_3H_6N_6O_6$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования гексогена $\Delta H_{обр} = +71,6$ кДж/моль.</p> <p>2. Составить реакцию взрыва тэна $C_5H_8(ONO_2)_4$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тэна $\Delta H_{обр} = -531,6$ кДж/моль.</p> <p>3. Составить реакцию взрыва тетрила $C_7H_5N_5O_8$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тетрила $\Delta H_{обр} = +19,7$ кДж/моль.</p> <p>4. Составить реакцию взрыва динитронафталина $C_{10}H_6(NO_2)_2$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования динитронафталина $\Delta H_{обр} = -395$ кДж/моль.</p> <p>5. Составить реакцию взрыва тринитрофенетолу $C_6H_7N_3O_7$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тринитрофенетолу $\Delta H_{обр} = -213,5$ кДж/моль.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>6. Составить реакцию взрыва тринитрорезорцина $C_6H_3N_3O_8$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тринитрорезорцина $\Delta H_{обр} = -444,1$ кДж/моль.</p> <p>7. Составить реакцию взрыва $C_4N_6O_6$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования $\Delta H_{обр} = +637,1$ кДж/моль.</p> <p>8. Составить реакцию взрыва $C_4N_6O_7$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования $\Delta H_{обр} = +307,4$ кДж/моль.</p> <p>9. Составить реакцию взрыва $C_6H_4N_8O_{11}$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования $\Delta H_{обр} = +348,6$ кДж/моль.</p> <p>10. Составить реакцию взрыва $C_3H_2N_4O_7$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования $\Delta H_{обр} = +203,7$ кДж/моль.</p> <p>7. «Определение температуры и давления газов при взрыве»</p> <hr/> <p>1. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва 1,3,5,5-тетранитрогексагидропиримидина (DNNC). Химическая формула - $C_4H_6N_6O_8$. Теплота образования +53 кДж/моль.</p> <p>2. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва 2-нитроимино-5-нитро-гексагидро-1,3,5-триазин (NNHT). Химическая формула - $(CH_2)_2N_3H_2(NO_2)C=NO_2$. Теплота образования +68,2 кДж/моль.</p> <p>3. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва тетранитротетраазабициклононанона, (TNABN, K-56). Химическая формула - $C_5H_6N_8O_9$. Теплота образования +70,3 кДж/моль.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>4. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аммониевой соли 2,4,5-тринитроимидазола. Химическая формула - $C_3H_4N_6O_6$. Теплота образования $-86,02$ кДж/моль.</p> <p>5. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминонитробензодифуроксана. Химическая формула - $C_6H_2N_6O_6$. Теплота образования аминонитробензодифуроксана $\Delta H_{обр}=+357,0$ кДж/моль.</p> <p>6. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва диаминодинитробензофуроксана. Химическая формула - $C_6H_4N_6O_6$. Теплота образования диаминодинитробензофуроксана $\Delta H_{обр}=+83,6$ кДж/моль.</p> <p>7. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва нитробензодифуроксана. Химическая формула - $C_6H_5N_5O_6$. Теплота образования нитробензодифуроксана $\Delta H_{обр}=+383,0$ кДж/моль.</p> <p>8. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминонитробензофуроксана. Химическая формула - $C_6H_4N_4O_4$. Теплота образования аминонитробензофуроксана $\Delta H_{обр}=+175,1$ кДж/моль.</p> <p>9. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминотринитробензофуроксана. Химическая формула - $C_6H_2N_6O_8$. Теплота образования $+104,5$ кДж/моль.</p> <p>10. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва. Химическая формула - $C_8H_2N_6O_{10}$. Теплота образования $+233,1$ кДж/моль.</p> <p>8. «Расчет параметров ударной волны. Исследование ударной адиабаты»</p> <hr/> <p>Типовая задача 8.1. Используя основные уравнения ударных волн определить параметры ударной волны при $p_0=1$ атм, $\rho_0=1,25$ г/дм³, $T_0=288$ К, $k=1,4$ если $p_1=2; 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30$</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																																																																				
		<p>атм. Результаты вычислений представить в виде таблицы. Построить график в координатах $p-v$.</p> <p>Типовая задача 8.2. Построить диаграмму $p_1/p_0-v_1/v_0$ для ударной адиабаты (адиабаты Гюгонио) и изоэнтропы (адиабаты Пуассона) при $k=1,4$ (такое значение k имеет воздух при умеренных сжатиях).</p> <p>Задание 1. Решите типовые задачи, используя следующие исходные данные: $\rho_0=(1,20+N/100)$ г/дм³, $T_0=(240+10N)$ К, где N – ваш порядковый номер в журнале.</p> <p>Задание 2. Построить в координатах $p-v$ ударную адиабату для воздуха ($p_1 = p_0 \dots 50p_0$, $k=1,4$), приняв начальные условия согласно варианту из таблицы. Определить предельную плотность, достигаемую во фронте сильной ударной волны.</p> <p>Таблица - Исходные данные для задания 2</p> <table border="1" data-bbox="831 735 2051 1422"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Вариант</th> <th colspan="4">Исходные данные по вариантам</th> </tr> <tr> <th>p_0, МПа</th> <th>ρ_0, кг/м³</th> <th>T_0, К</th> <th>ω_0, м/с</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0,1</td><td>1,20</td><td>240</td><td>100</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,1</td><td>1,22</td><td>260</td><td>100</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,1</td><td>1,24</td><td>380</td><td>100</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,1</td><td>1,26</td><td>300</td><td>100</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,1</td><td>1,28</td><td>320</td><td>100</td></tr> <tr><td>6</td><td>0,2</td><td>1,20</td><td>240</td><td>200</td></tr> <tr><td>7</td><td>0,2</td><td>1,22</td><td>260</td><td>200</td></tr> <tr><td>8</td><td>0,2</td><td>1,24</td><td>380</td><td>200</td></tr> <tr><td>9</td><td>0,2</td><td>1,26</td><td>300</td><td>200</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,2</td><td>1,28</td><td>320</td><td>200</td></tr> <tr><td>11</td><td>0,3</td><td>1,20</td><td>240</td><td>300</td></tr> <tr><td>12</td><td>0,3</td><td>1,22</td><td>260</td><td>300</td></tr> <tr><td>13</td><td>0,3</td><td>1,24</td><td>380</td><td>300</td></tr> <tr><td>14</td><td>0,3</td><td>1,26</td><td>300</td><td>300</td></tr> <tr><td>15</td><td>0,3</td><td>1,28</td><td>320</td><td>300</td></tr> </tbody> </table> <p>Задание 3. Используя основные уравнения ударных волн определить параметры ударной волны при $p_0=1$</p>	Вариант	Исходные данные по вариантам				p_0 , МПа	ρ_0 , кг/м ³	T_0 , К	ω_0 , м/с	1	0,1	1,20	240	100	2	0,1	1,22	260	100	3	0,1	1,24	380	100	4	0,1	1,26	300	100	5	0,1	1,28	320	100	6	0,2	1,20	240	200	7	0,2	1,22	260	200	8	0,2	1,24	380	200	9	0,2	1,26	300	200	10	0,2	1,28	320	200	11	0,3	1,20	240	300	12	0,3	1,22	260	300	13	0,3	1,24	380	300	14	0,3	1,26	300	300	15	0,3	1,28	320	300
Вариант	Исходные данные по вариантам																																																																																					
	p_0 , МПа	ρ_0 , кг/м ³	T_0 , К	ω_0 , м/с																																																																																		
1	0,1	1,20	240	100																																																																																		
2	0,1	1,22	260	100																																																																																		
3	0,1	1,24	380	100																																																																																		
4	0,1	1,26	300	100																																																																																		
5	0,1	1,28	320	100																																																																																		
6	0,2	1,20	240	200																																																																																		
7	0,2	1,22	260	200																																																																																		
8	0,2	1,24	380	200																																																																																		
9	0,2	1,26	300	200																																																																																		
10	0,2	1,28	320	200																																																																																		
11	0,3	1,20	240	300																																																																																		
12	0,3	1,22	260	300																																																																																		
13	0,3	1,24	380	300																																																																																		
14	0,3	1,26	300	300																																																																																		
15	0,3	1,28	320	300																																																																																		

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>атм, $\rho_0=1,25 \text{ г/дм}^3$, $T_0=300 \text{ К}$, $k=1,4$ если $\rho_1=(1+N/2) \text{ г/дм}^3$; где N – ваш порядковый номер в журнале.</p> <p>Задание 4. Используя основные уравнения ударных волн определить параметры ударной волны при $\rho_0=1 \text{ атм}$, $\rho_0=1,28 \text{ г/дм}^3$, $T_0=273 \text{ К}$, $k=1,4$ если $D=(500+100N) \text{ м/с}$; где N – ваш порядковый номер в журнале.</p> <p>9. «Разрушающее действие взрыва»</p> <p>Типовая задача 9.1. Определить тротильный эквивалент накладного заряда ВВ, если после взрыва обнаружено разрушение остекления в радиусе 220 м от места взрыва. Стекло размером 2×3 м, толщиной $h=5 \text{ мм}$.</p> <p>Типовая задача 9.2. Масса накладного заряда аммонита 6ЖВ $M=1 \text{ т}$. Определить радиусы зон разрушения при взрыве данного заряда.</p> <p>Типовая задача 9.3. Масса накладного заряда аммонита 6ЖВ $M=1 \text{ кг}$. Определить радиусы зон опасных для человека.</p> <p>Типовая задача 9.4. Построить зависимость вероятности повреждения барабанных перепонок человека W от избыточного давления в волне Δp на интервале от 35 до 300 <i>кПа</i>.</p>
ПК-1.3	Использует информационные и цифровые технологии при проектировании и ведении подземных горных работ	<p style="text-align: center;">Вопросы для промежуточной проверки знаний студентов</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Вопросы для проведения контрольной работы №1 «Основы теории горения».</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите определение понятия «горения». 2. Как рассчитывается теплота сгорания? 3. Какие факторы влияют на скорость химической реакции? 4. Что называется воспламенением? 5. Приведите схему, описывающую превращение горючих веществ при нагревании. 6. В чем различие диффузионного и кинетического горения? 7. Как определяется расход воздуха при горении? 8. Какие продукты выделяются при полном и неполном сгорании? Что такое дым? 9. Температура горения.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>10. В чем заключается тепловое самоускорение реакций?</p> <p>11. В чем заключается автокаталитическое ускорение реакций?</p> <p>12. В чем заключается цепное самоускорение реакций.</p> <p>13. Самовоспламенение и зажигание.</p> <p>14. Скорости реакции при кинетическом и диффузионном горении.</p> <p>15. Ламинарное и турбулентное диффузионное пламя.</p> <p>16. Температура пламени в зоне паров и зоне горения.</p> <p>17. Перечислите факторы, влияющие на скорость горения.</p> <p>18. Процесс воспламенения.</p> <p>19. Связь между самовоспламенением и самовозгоранием.</p> <p>20. Перечислите вещества, самовозгорающиеся под действием воздуха, воды, окислителей.</p> <p>21. Горение смесей газов и паров с воздухом.</p> <p>22. Дайте определение концентрационных пределов воспламенения газовых смесей.</p> <p>23. Как определяется температура и давление при горении газовых смесей.</p> <p>24. Горение жидкостей. Испарение.</p> <p>25. Какой пар называется насыщенным?</p> <p>26. Дайте определение температурных пределов воспламенения, температуры вспышки.</p> <p>27. Как происходит теплообмен в процессе горения жидкостей?</p> <p>28. Распределение температуры в горящей жидкости.</p> <p>29. Горение смесей пыли с воздухом.</p> <p>30. Свойства пыли. Пределы воспламенения аэрозвесей.</p> <p>31. Приведите классификацию пыли по пожарной опасности.</p> <p>32. Горение твердых веществ.</p> <p>33. Состав и свойства твердых горючих веществ.</p> <p>34. Горение древесины, металлов, пластмасс.</p> <p>Вопросы для проведения контрольной работы №2 «Основы теории взрыва»</p> <p>1. Приведите определение понятия «взрыв».</p> <p>2. Назовите энергоносители взрыва: физического, химического и ядерного.</p> <p>3. Приведите классификацию взрывчатых процессов.</p> <p>4. Взрывчатые химические соединения и смеси.</p> <p>5. Приведите классификацию взрывов по плотности вещества, по типам химических реакций.</p> <p>6. Что такое «детонация», «детонационная волна»?</p> <p>7. Перечислите виды начального импульса и механизм возбуждения детонационных процессов.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства				
		<p>8. Критические условия распространения детонации; идеальный и неидеальный режимы детонации. 9. Как определяется теплота, температура и давление взрыва? 10. Какие формы работы выполняет взрыв? Как распределяется энергия взрыва. 10. Назовите основные свойства ударных волн и механизм их возникновения. 11. Термодинамические параметры среды до и после скачка на фронте ударной волны. 12. Как изменяется давления в ударной волне во времени? Диссипация энергии в ударных волнах. 13. В чем заключается акустическая теория ударных волн? 14. Законы формирования и распространения ударных воздушных волн при взрыве промышленных зарядов ВВ на дневной поверхности и в подземных выработках. 15. Ударные волны в воде. 16. Ударные волны в грунте. 17. Общие положения о работе взрыва. 18. Экспериментальные методы определения общей работы взрыва. 19. Оценка импульса местного действия взрыва. Длительность импульса. 20. Кумулятивное действие взрыва.</p> <p>Задания для контрольной работы №2 по разделу «Основы теории взрыва»</p> <table border="1" data-bbox="833 1034 1989 1444"> <tr> <td data-bbox="833 1034 1368 1241"> <p>Вариант 1.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитрофенола $C_6H_3N_3O_7(mв)$. $\Delta H_{обр} = -237,9$ кДж/моль.</p> </td> <td data-bbox="1435 1034 1989 1241"> <p>Вариант 2.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитротолуола $C_7H_5N_3O_6(mв)$. $\Delta H_{обр} = -73,5$ кДж/моль.</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="833 1305 1368 1444"> <p>Вариант 3.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов динитробензола</p> </td> <td data-bbox="1435 1305 1989 1444"> <p>Вариант 4.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитробензола</p> </td> </tr> </table>	<p>Вариант 1.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитрофенола $C_6H_3N_3O_7(mв)$. $\Delta H_{обр} = -237,9$ кДж/моль.</p>	<p>Вариант 2.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитротолуола $C_7H_5N_3O_6(mв)$. $\Delta H_{обр} = -73,5$ кДж/моль.</p>	<p>Вариант 3.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов динитробензола</p>	<p>Вариант 4.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитробензола</p>
<p>Вариант 1.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитрофенола $C_6H_3N_3O_7(mв)$. $\Delta H_{обр} = -237,9$ кДж/моль.</p>	<p>Вариант 2.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитротолуола $C_7H_5N_3O_6(mв)$. $\Delta H_{обр} = -73,5$ кДж/моль.</p>					
<p>Вариант 3.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов динитробензола</p>	<p>Вариант 4.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитробензола</p>					

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства	
		$C_6H_4N_2O_4(m\theta)$. $\Delta H_{обp}=-27,2$ кДж/моль.	$C_6H_3N_3O_6(m\theta)$. $\Delta H_{обp}=-37,7$ кДж/моль.
Вариант 5. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитроксилота $C_8H_7N_3O_6(m\theta)$. $\Delta H_{обp}=-109,6$ кДж/моль.	Вариант 6. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов динитронафталина $C_{10}H_6N_2O_4(m\theta)$. $\Delta H_{обp}=+15,2$ кДж/моль.		
Вариант 7. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитрометана $CH_3NO_2(m\theta)$. $\Delta H_{обp}=-113,1$ кДж/моль.	Вариант 8. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитрометана $CHN_3O_9(m\theta)$. $\Delta H_{обp}=-80,0$ кДж/моль.		
Вариант 9. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тетрила $C_7H_5N_5O_8(m\theta)$. $\Delta H_{обp}=+19,7$ кДж/моль.	Вариант 10. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов гексогена $C_3H_6N_6O_6(m\theta)$. $\Delta H_{обp}=+71,6$ кДж/моль.		
Вариант 11. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов октогена $C_4H_8N_8O_8$	Вариант 12. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитрогуанидина		

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства	
		<p>(тв). $\Delta H_{обр} = +75,1$ кДж/моль.</p>	<p>$CH_4N_4O_2$(тв). $\Delta H_{обр} = -98,8$ кДж/моль.</p>
<p>Вариант 13.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов дыны $C_4H_8N_4O_8$(тв). $\Delta H_{обр} = -319,5$ кДж/моль.</p>	<p>Вариант 14.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитроглицерина $C_3H_5N_3O_9$(ж). $\Delta H_{обр} = -365$ кДж/моль.</p>		
<p>Вариант 15.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитрогликоля $C_2H_4N_2O_6$(ж). $\Delta H_{обр} = -244$ кДж/моль.</p>	<p>Вариант 16.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов динитрогликоля $C_2H_6N_2O_6$(тв). $\Delta H_{обр} = -233$ кДж/моль.</p>		
<p>Вариант 17.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тэна $C_5H_8N_4O_{12}$(тв). $\Delta H_{обр} = -541,65$ кДж/моль.</p>	<p>Вариант 18.</p> <p>Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов гексила $C_{12}H_5N_7O_{12}$(тв). $\Delta H_{обр} = +41,43$ кДж/моль.</p>		

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

Изучение дисциплины «Теория горения и взрыва» завершается сдачей зачета. Зачет является формой итогового контроля знаний и умений, полученных на лекциях, семинарских, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы.

В период подготовки к зачету студенты вновь обращаются к пройденному учебному материалу. При этом они не только скрепляют полученные знания, но и получают новые. Подготовка студента к зачету включает в себя три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах.

Литература для подготовки к зачету рекомендуется преподавателем либо указана в учебно-методическом комплексе. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух учебников. Студент вправе сам придерживаться любой из представленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной аргументации.

Основным источником подготовки к зачету является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки к зачету студентам необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем.

Критерии оценки

Ответ студента на зачете оценивается одной из следующих оценок: «зачтено» и «незачтено», которые выставляются по следующим критериям.

Оценки «зачтено» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала, умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной кафедрой. Также оценка «зачтено» выставляется студентам, обнаружившим полное знание учебного материала, успешно выполняющим

предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, рекомендованную кафедрой, демонстрирующие систематический характер знаний по дисциплине и способные к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Кроме того, оценкой «зачтено» оцениваются ответы студентов, показавших знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и в предстоящей работе по профессии, справляющихся с выполнением заданий, предусмотренных программой, но допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении контрольных заданий, не носящие принципиального характера, когда установлено, что студент обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя.

Оценка «незачтено» выставляется студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы студентов, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда студент не понимает существа излагаемых им вопросов, что свидетельствует о том, что студент не может дальше продолжать обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
