МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:



Директор института

С.Е. Гавришев

« 31 » января 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Теория детонации взрывчатых веществ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (специализация) программы Взрывное дело

Уровень высшего образования – специалитет Форма обучения

Очная

Институт Горного дела и транспорта

Кафедра Разработки месторождений полезных ископаемых Курс 2

Семестр 4

Магнитогорск

2017 г.

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

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

Зав. кафедрой / С.Е. Гавришев /

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

Председатель /С.Е. Гавришев */*

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

/ П.С. Симонов /



Рецензент: заведующий лаборатории ООО «УралГеоПроект»

/ Ар.А. Зубков/

# Лист регистрации изменений и дополнений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Раздел программы | Краткое содержание изменения/дополнения | Дата.  № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
| 1 | № 8 | Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисцип- лины | Протокол №1 от 31.08.17 |  |
| 2 | № 8 | Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисцип- лины | Протокол №3 от 23.10.18 |  |
| 3 | № 8 | Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисцип- лины | Протокол №3 от 11.10.19 |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

1. **Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Теория детонации взрывчатых веществ» являются: изу- чение студентами основ теории ударных волн, горения и детонации; приобретение навыков анализа и оценки степени опасности при хранении, транспортировании и применении взрыв- чатых материалов, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело.

# Задачи изучения дисциплины:

* познакомить студентов с теорией взрыва (детонации); научными и инженерными ос- новами безопасности при хранении, транспортировании, уничтожении, переработке и ис- пользовании взрывчатых материалов, обеспечивающими предупреждение производственно- го травматизма, профессиональных заболеваний, аварий, пожаров и взрывов при обращении с взрывчатыми материалами;
* научить студентов рассчитывать безопасные расстояния при производстве взрывных работ; оценивать степень воздействия негативных эффектов взрывных работ (разлет кусков, ударные взрывные волны, сейсмическое воздействие, ядовитые газы) на людей, здания и со- оружения;
* развить у студентов готовность проводить технико-экономическую оценку проектных решений при использовании технологий связанных с горением и детонацией взрывчатых веществ;

- выработать у студентов способность осуществлять контроль за выполнением требо- ваний промышленной и экологической безопасности при производстве работ со взрывчаты- ми материалами, за соблюдением требований действующих норм, правил и стандартов, нор- мативной, технической и проектно-сметной документации.

# Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки спе- циалиста

Дисциплина «Теория детонации взрывчатых веществ» входит в базовую часть блока 1

образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения таких дисциплин как «Физика», «Химия», «Химия взрывчатых ве- ществ».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необ- ходимы при освоение дисциплин: «Промышленные взрывчатые материалы», «Технология и безопасность взрывных работ», «Технология взрывных работ при ОГР», «Технология взрыв- ных работ при подземной разработке»

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

В результате освоения дисциплины «Теория детонации взрывчатых веществ» обучаю- щийся должен обладать следующими компетенциями:

|  |  |
| --- | --- |
| Структурный элемент  компетенции | Планируемые результаты обучения |
| **ПСК-7-2**  владением современным ассортиментом, состава, свойств и области применения промыш- ленных взрывчатых материалов, оборудования и приборов взрывного дела, допущенных к применению в Российской Федерации, основными физико-техническими и технологически- ми свойствами минерального сырья и вмещающих пород, характеристик состояния пород- ных массивов, объектов строительства и реконструкции. | |

|  |  |
| --- | --- |
| Структурный элемент  компетенции | Планируемые результаты обучения |
| Знать | * уравнения для расчета параметров ударных волн, характер действия   ударных волн на здания и человека; основные закономерности и зави- симости теории детонации взрывчатых веществ;   * научные и инженерные основы безопасности при хранении, транс- портировании, уничтожении, переработке и использовании взрывча- тых материалов; * мероприятия, обеспечивающие предупреждение производственного травматизма, профессиональных заболеваний, аварий, пожаров и взрывов при обращении с взрывчатыми материалами. |
| Уметь | * выявлять физическую сущность явлений и процессов, происходящих   при взрыве и выполнять применительно к ним простые технические расчеты;   * рассчитывать безопасные расстояния при производстве взрывных работ; * оценивать степень воздействия негативных эффектов взрывных ра- бот (разлет кусков, ударные взрывные волны, сейсмическое воздейст- вие, ядовитые газы) на людей, здания и сооружения. |
| Владеть | * методами анализа физических явлений происходящих при взрывча-   тых превращениях взрывчатых веществ;   * научной терминологией в области теории ударных волн и теории де- тонации взрывчатых веществ; * современными методами и приборами научных исследований про- цессов взрывного разрушения горных пород и воздействия на мате- риалы. |

# Структура и содержание дисциплины

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

* контактная работа – 58,1 акад. часов:
  + аудиторная – 54 акад. часов;
  + внеаудиторная – 4,1 акад. часов
* самостоятельная работа – 14,2 акад. часов;
* подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **1. Основные законы механики и тер- модинамики сплошных сред.**  Масса. Сила. Законы Ньютона. Элементы гид- ростатики. Закон сохранения импульса. Энер- гия и работа. Закон сохранения энергии. Ос- новные положения молекулярно-кинетической теории. Уравнение состояния идеального газа. Количество теплоты. Законы термодинамики. Работа при изменении объема газа. Уравнения  газовой динамики. | 4 | 2 |  | 2/1И | 1 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры.  Подготовка к семинарско- му, практическому, лабора- торно-практическому заня- тию. | **Защита практической работы №1** «Основные законы термодинамики сплошных сред. Опреде- ление давления горения взрывчатых веществ».  Контрольная работа №1 | ПСК-7-2 |
| **2. Основы теории ударных волн.** | 4 |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **2.1. Термодинамические параметры среды до и после скачка на фронте ударной волны.**  Действие взрывных газов на окружающую среду. Механизм возникновения ударных волн. Основные свойства ударных волн. Изме- нение давления в ударной волне во времени. Моделирование ударных волн. Причины сни- жения давления в ударных волнах по мере их распространения. Различие ударных и акусти- ческих волн. Основные уравнения ударных волн. Ударная адиабата. Сравнение ударной  адиабаты и изоэнтропы. | 4 | 2 |  | 4/2И | 1 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры.  Подготовка к семинарско- му, практическому, лабора- торно-практическому заня- тию. | **Защита практических работ:**  **№2** «Анализ основных характеристик ударных волн»  **№3** «Термодинамические параметры среды до и по- сле скачка на фронте ударной волны» Контрольная работа №1 | ПСК-7-2 |
| **2.2. Законы формирования и распро- странения ударных воздушных волн при взрыве промышленных зарядов ВВ на дневной поверхности и в под- земных выработках.**  Закон подобия при взрывах. Тротиловый экви- валент заряда. Параметры ударных волн при взрывах в воздухе. | 4 | 2 |  | 2/1И | 1 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры.  Подготовка к семинарско- му, практическому, лабора- торно-практическому заня- тию. | **Защита практической работы:**  **№4** «Законы формирова- ния и распространения ударных воздушных волн при взрыве промышлен- ных зарядов ВВ на днев- ной поверхности и в под-  земных выработках» Контрольная работа №1 | ПСК-7-2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **2.3. Явление отражения и преломле- ния ударных волн на границах раз- дела сред.**  Начальные параметры ударных волн, возни- кающих при истечении продуктов детонации. Истечение продуктов детонации в некоторые среды. Отражение воздушной ударной волны от плоской преграды. Начальные параметры ударных волн, возникающих при соударении твердых тел и при переходе волны из одной среды в другую. Пересжатая детонационная  волна. | 4 | 2 |  | 2/1И | 1 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры.  Подготовка к семинарско- му, практическому, лабора- торно-практическому заня- тию. | **Защита практической работы:**  **№5** «Отражение воздуш- ной ударной волны от плоской преграды» Контрольная работа №1 | ПСК-7-2 |
| **2.4. Разрушающее действие ударных волн.**  Факторы, определяющие разрушающее дейст- вие ударных волн. Действие ударных волн на здания. Действие ударных волн на человека. | 4 | 2 |  | 2/1И | 1 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры.  Подготовка к семинарско- му, практическому, лабора- торно-практическому заня- тию. | **Защита практической работы:**  **№6** «Разрушающее дейст- вие ударных волн» Контрольная работа №1 | ПСК-7-2 |
| **2.5. Гидроударные волны.**  Параметры ударных волн при взрывах в воде. Взаимодействие ударной волны с поверхно- стью и дном водоема. Поверхностные эффекты при подводном взрыве. | 4 | 2 |  | 2/1И | 1 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры.  Подготовка к семинарско- му, практическому, лабора- торно-практическому заня- тию. | **Защита практической работы:**  **№7** «Гидроударные вол- ны»  Контрольная работа №1 | ПСК-7-2 |
| **Итого по разделу** |  | **10** |  | **12/6И** | **5** |  | Контрольная работа №1 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **3. Основы теории детонации.** | 4 |  |  |  |  |  |  |  |
| **3.1. Теория детонации ВВ на основе теории ударных волн.**  Исторические и общие сведения. Основные за-  дачи теории детонации. | 4 | 2 |  |  | 1 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры. | Устный опрос (собеседо-  вание).  Контрольная работа №2 | ПСК-7-2 |
| **3.2. Основные закономерности и за- висимости, параметры детонацион- ной волны.**  Схема протекания детонации заряда взрывча- того вещества. Изменение состояния взрывча- того вещества при детонации. Понятие о хи- мическом пике. Основные зависимости гидро- динамической  теории детонации. | 4 | 2 |  |  | 1 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры. | Устный опрос (собеседо-  вание).  Контрольная работа №2 | ПСК-7-2 |
| **3.3. Теория детонации газовых сме- сей и конденсированных ВВ.** Вычисление параметров детонационной волны для газовых смесей. Влияние плотности газа на скорость детонации. Вычисление парамет- ров детонационной волны для конденсирован- ных взрывчатых веществ. Скорость детонации конденсированных ВВ. | 4 | 2 |  | 4/1И | 1 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры.  Подготовка к семинарско- му, практическому, лабора- торно-практическому заня- тию. | **Защита практических работ:**  **№8** «Вычисление пара- метров детонационной волны для газовых сме- сей»  **№9** «Вычисление пара- метров детонационной волны для конденсиро- ванных взрывчатых ве- ществ»  Контрольная работа №2 | ПСК-7-2 |
| **Итого по разделу** |  | **6** |  | **4/1И** | **3** |  | Контрольная работа №2 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **4. Возбуждение детонационных про-**  **цессов.** | 4 |  |  |  |  |  |  |  |
| **4.1. Начальный импульс и чувстви- тельность ВВ.**  Способы инициирования зарядов ВВ, приме- няемые в военном деле и промышленности. Чувствительность взрывчатых веществ. Усло- вия, необходимые для возникновения взрывча- того превращения. Основные виды начального  импульса. | 4 | 2 |  |  | 0,5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры. | Устный опрос (собеседо-  вание).  Контрольная работа №3 | ПСК-7-2 |
| **4.2. Механизм возбуждения взрыв- чатых превращений.**  Возбуждение взрывного превращения тепло- вым импульсом. Возникновение горения взрывчатого вещества при его поджигании. Возбуждение взрывного превращения механи- ческим импульсом. Действие взрывного им-  пульса на взрывчатое вещество. | 4 | 2 |  |  | 0,5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры. | Устный опрос (собеседо-  вание).  Контрольная работа №3 | ПСК-7-2 |
| **Итого по разделу** |  | **4** |  |  | **1** |  | Контрольная работа №3 |  |
| **5. Распространение процессов**  **взрывчатого превращения.** | **4** |  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Распространение детонации в газах.**  Основные положения одномерной гидродина- мической модели детонации газов. Пульси-  рующая детонация газов. | 4 | 2 |  |  | 0,5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры. | Устный опрос (собеседо-  вание).  Контрольная работа №4 | ПСК-7-2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **5.2. Распространение детонации в конденсированных ВВ.**  Зависимость скорости детонации от диаметра заряда. Влияние типа ВВ на критический диа- метр заряда. Влияние степени измельчения ВВ на величины критического и предельного диа- метров. Влияние оболочки на скорость и пре- дельные условия распространения детонации. Влияние примесей на скорость детонации. Влияние плотности на скорость и пределы ус-  тойчивости детонации. | 4 | 2 |  |  | 0,5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры. | Устный опрос (собеседо-  вание).  Контрольная работа №4 | ПСК-7-2 |
| **5.3. Горение конденсированных ВВ, порохов.**  Основные особенности процессов горения ВВ. теории теплового и цепного воспламенения га-  зов. Горение газов. Горение конденсированных взрывчатых веществ. Горение порохов. | 4 | 2 |  |  | 0,5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры. | Устный опрос (собеседо-  вание).  Контрольная работа №4 | ПСК-7-2 |
| **5.4. Переход горения в детонацию.**  Механизм перехода горения в детонацию в га- зовых смесях. Механизм перехода горения в детонацию для конденсированных ВВ. | 4 | 2 |  |  | 0,5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры. | Устный опрос (собеседо-  вание).  Контрольная работа №4 | ПСК-7-2 |
| **Итого по разделу** |  | **8** |  |  | **2** |  | Контрольная работа №4 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **6. Работоспособность (фугасность), бризантность и метательная способ- ность ВВ.**  Экспериментальные и расчетные методы оцен- ки работоспособности (фугасности) ВВ. Мето- ды определения бризантности взрывчатых ве- ществ. Оценка метательной способности кон-  денсированных взрывчатых веществ. | 4 | 4 |  |  | 1 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры. | Устный опрос (собеседо-  вание). | ПСК-7-2 |
| **7. Кумулятивное действие взрыва.** Понятие кумуляции. Кумулятивные заряды. Механизм формирования кумулятивной струи. Возможные режимы кумуляции. Теория куму- ляции. Движение и разрушение кумулятивных струй из различных материалов. Влияние кон- структивных параметров заряда. Влияние ус-  ловий применения на действие кумулятивных зарядов. | 4 | 2 |  |  | 1,2 | Самостоятельное изучение учебной и научной литера- туры. | Устный опрос (собеседо-  вание). | ПСК-7-2 |
| **Итого по курсу** |  | **36** |  | **18/8И** | **14,2** |  | Экзамен |  |

# Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Теория детонации взрывчатых веществ» при- меняются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представле- ний по курсу «Теория детонации взрывчатых веществ» происходит с использованием муль- тимедийного 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 ра- боты студентов, выступление на семинаре, творческие задания (написание рефератов по за- ранее обозначенным темам).

# Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов в ходе аудиторных занятий осуществляется под контролем преподавателя в виде экспресс-опроса, обсуждения докладов и дискуссий.

Самостоятельная работа студентов в ходе аудиторных занятий осуществляется под контролем преподавателя в виде экспресс-опроса, обсуждения докладов и дискуссий.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с про- работкой материала и выполнения реферата с консультациями у преподавателя.

***На практических (семинарских) занятиях*** студенты должны быть готовы делать короткие сообщения по теме семинара и участвовать в обсуждениях, решают задачи предложенные преподавателем и представляют результаты расчетов на проверку.

План семинаров и список необходимой литературы выдается студентам заранее – на первом занятии.

***Практическая работа (семинар) №1.* Основные законы термодинамики сплошных сред. Определение давления горения взрывчатых веществ.**

План:

Масса. Сила. Законы Ньютона. Элементы гидростатики. Закон сохранения импульса. Энер- гия и работа. Закон сохранения энергии. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Уравнение состояния идеального газа. Количество теплоты. Законы термодинамики. Работа при изменении объема газа. Уравнения газовой динамики.

Задания:

1. Азот массой m=10 г находится при температуре Т=290 К. Определите: 1) среднюю кине- тическую энергию одной молекулы азота; 2) среднюю кинетическую энергию вращательного движения всех молекул азота. Газ считайте идеальным.
2. Кислород массой m=1 кг находится при температуре Т=320 К. Определите: 1) внутреннюю энергию молекул кислорода; 2) среднюю кинетическую энергию вращательного движения всех молекул кислорода. Газ считайте идеальным.
3. В закрытом сосуде находится смесь азота массой m1=56 г и кислорода массой m2=64 г. Определите изменение внутренней энергии этой смеси, если ее охладили на Т=20 К (20 С).
4. Считая азот идеальным газом, определите его удельную теплоемкость: 1) для изохорного процесса; 2) для изобарного процесса.
5. Определите удельные теплоемкости сV и cp, если известно, что некоторый газ при нор- мальных условиях имеет удельный объем =0,7 м3/кг. Что это за газ?
6. Определите удельные теплоемкости сV и cp смеси углекислого газа массой m1=3 г и азота массой m2=4 г.

Перечень рекомендуемой литературы:

1. Симонов, П.С. Основные законы термодинамики сплошных сред. Определение давления горения взрывчатых веществ [Текст]: методические указания к практической работе / П.С. Симонов – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 18 с.
2. Детлаф А.А., Яворский Б.М., Милковская Л.Б. Курс физики. Механика. Основы молеку- лярной физики и термодинамики. – М.: Высшая школа, 1973. – 384 с.
3. Яковлев В.Ф. Курс физики. Теплота и молекулярная физика. – М.: Просвещение, 1976. – 320 с.
4. Трофимова Т.И., Павлова З.Г. Сборник задач по курсу физики с решениями. – М.: Высшая школа, 2002. С. 6–198.
5. Коровин Н.В. Общая химия. – М.: Высшая школа, 2007. С. 82–148 с.

***Практическая работа (семинар) №2.* Анализ основных характеристик ударных волн.**

План:

Действие взрывных газов на окружающую среду. Механизм возникновения ударных волн. Основные свойства ударных волн. Изменение давления в ударной волне во времени. Моде- лирование ударных волн. Причины снижения давления в ударных волнах по мере их распро- странения. Различие ударных и акустических волн. Основные уравнения ударных волн. Ударная адиабата. Сравнение ударной адиабаты и изоэнтропы.

Задания:

Определить избыточное давление на фронте ударной волны p1 , время действия фазы сжатия

t  и величину удельного импульса фазы сжатия I по результатам экспериментальных заме-

ров на различных расстояниях R от места взрыва. Оценить вероятность поражения человека на этих расстояниях.

Перечень рекомендуемой литературы:

1. Симонов, П.С. Анализ основных характеристик ударных волн [Текст]: методические ука- зания к практической работе / П.С. Симонов – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 20 с.
2. Физика взрыва: в 2 кн. / под рук. Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2004. – Т.1. С. 51-76.
3. Баум Ф.А., Станюкович К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. – М., 1959. С. 182-224.
4. Орленко Л.П. Физика взрыва и удара. – М.: Физматлит, 2006. С. 77-127.
5. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ. - М.: Оборонгиз, 1960. С. 338-349.

***Практическая работа (семинар) №3.* Термодинамические параметры среды до и после скачка на фронте ударной волны.**

План:

Действие взрывных газов на окружающую среду. Механизм возникновения ударных волн. Основные свойства ударных волн. Изменение давления в ударной волне во времени. Моде- лирование ударных волн. Причины снижения давления в ударных волнах по мере их распро- странения. Различие ударных и акустических волн. Основные уравнения ударных волн. Ударная адиабата. Сравнение ударной адиабаты и изоэнтропы.

Задания:

1. Используя основные уравнения ударных волн определить параметры ударной волны при p0=1 атм, 0=1,25 г/дм3, Т0=288 К, k=1,4 если p1=2; 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30 атм. По результатам вычислений представить диаграмму в координатах p–.
2. Построить диаграмму p1/p0–1/0 для ударной адиабаты (адиабаты Гюгонио) и изоэнтропы (адиабаты Пуассона) при k=1,4 (такое значение k имеет воздух при умеренных сжатиях). Перечень рекомендуемой литературы:
3. Симонов, П.С. Термодинамические параметры среды до и после скачка на фронте ударной волны. Сравнение ударной адиабаты и изоэнтропы [Текст]: методические указания к практи-

ческой работе / П.С. Симонов – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 20 с.

1. Физика взрыва: в 2 кн. / под рук. Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2004. – Т.1. С. 51-76.
2. Баум Ф.А., Станюкович К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. – М., 1959. С. 182-224.
3. Орленко Л.П. Физика взрыва и удара. – М.: Физматлит, 2006. С. 77-127.
4. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ. - М.: Оборонгиз, 1960. С. 338-349.

# *Практическая работа (семинар) №4.* Законы формирования и распространения удар- ных воздушных волн при взрыве промышленных зарядов ВВ на дневной поверхности и в подземных выработках.

План:

Закон подобия при взрывах. Тротиловый эквивалент заряда. Параметры ударных волн при взрывах в воздухе.

Задания:

1. Определить тротиловый эквивалент заряда ВВ. Задание по вариантам представлено в таб- лице.

Исходные данные для задания 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант задания | ВВ | Химическая фор- мула | Теплота образования ВВ,  кДж/моль | Масса заряда, М, кг |
| 1 | Тринитрорезорцин | C6H3N3O8 | –444,1 | 5 |
| 2 | Тетрил | C7H5N5O8 | +19,7 | 10 |
| 3 | Гексоген | C3H6N6O6 | +71,6 | 15 |
| 4 | Октоген | C4H8N8O8 | +75,1 | 20 |
| 5 | Нитрогуанидин | CH4N4O2 | –98,8 | 25 |
| 6 | Дина | C4H8N4O8 | –319,5 | 30 |
| 7 | Нитроглицерин | C3H5(ONO2)3 | –365,0 | 35 |
| 8 | Нитрогликоль | C2H4(ONO2)2 | –244,0 | 40 |
| 9 | Динитрогликоль | C2H6(ONO2)2 | –233,0 | 45 |
| 10 | Тэн | C5H8(ONO2)4 | –541,65 | 50 |
| 11 | Гексил | C12H5N7O12 | +41,43 | 55 |
| 12 | Тринитрофенол | C6H2(NO2)3OH | –237,9 | 60 |
| 13 | Тринитротолуол | C7H5(NO2)3 | -73,5 | 65 |
| 14 | Динитробензол | C6H4N2O4 | –27,2 | 70 |
| 15 | Тринитробензол | C6H3N3O6 | –37,7 | 75 |
| 16 | Тринитроксилол | C8H7N3O6 | –109,6 | 80 |
| 17 | Динитронафталин | C10H6(NO2)2 | +15,2 | 85 |
| 18 | Нитрометан | CH3NO2 | -113,1 | 90 |
| 19 | Тринитрофенетол | C8H7N3O7 | –213,5 | 95 |
| 20 | Аммиачная  селитра | NH4NO3 | –365,7 | 100000 |

Для решения задачи определить теплоту взрыва ВВ по методике Бринкли–Вильсона.

1. Пусть заряд ВВ из задания 1 взрывается в воздухе; требуется определить давление на фронте волны на расстоянии R = 1·М1/3  15·М1/3 м.
2. Пусть заряд ВВ из задания 1 взрывается на поверхности земли; требуется определить дав- ление на фронте волны на расстоянии R = 1·М1/3  15·М1/3 м.
3. Пусть заряд ВВ из задания 1 взрывается на поверхности земли. Требуется определить, на каком расстоянии от центра взрыва избыточное давление будет равным pпов=10·N кПа.
4. На расстоянии R=10·N от центра взрыва зафиксировано избыточное давление pпов=15·N кПа, где N – ваш порядковый номер в журнале. Требуется определить тротиловый эквива- лент взорванного заряда.
5. На почве подземной горной выработки взорван заряд детонита М массой М=0,2N кг, где N – ваш порядковый номер в журнале. Выработка закреплена металлическими арками на расстоянии 1,5 м друг от друга с затяжкой боков и кровли железобетонными плитами. На расстоянии 5N м от места взрыва расположен ходовой восстающий. Какое влияние окажет взрыв на крепь выработки и оборудование восстающего, если допустимое давление на фрон- те воздушной ударной волны для арочной крепи равно 150 кПа, а для восстающего – 80 кПа. Теплоту взрыва детонита М принять согласно ГОСТ 21986-76 равной 5786 кДж/кг.

Перечень рекомендуемой литературы:

1. Симонов, П.С. Законы формирования и распространения ударных воздушных волн при взрыве промышленных зарядов взрывчатых веществ на дневной поверхности и в подземных выработках [Текст]: методические указания к практической работе / П.С. Симонов – Магни- тогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 19 с.
2. Физика взрыва: в 2 кн. / под рук. Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2004. – Т.1. С. 470-612.
3. Орленко Л.П. Физика взрыва и удара. – М.: Физматлит, 2006. С. 188-207.
4. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ. - М.: Оборонгиз, 1960. С. 349-362.

***Практическая работа (семинар) №5.* Отражение воздушной ударной волны от плоской преграды.**

План:

Начальные параметры ударных волн, возникающих при истечении продуктов детонации. Истечение продуктов детонации в некоторые среды. Отражение воздушной ударной волны от плоской преграды. Начальные параметры ударных волн, возникающих при соударении твердых тел и при переходе волны из одной среды в другую. Пересжатая детонационная волна.

Перечень рекомендуемой литературы:

1. Физика взрыва: в 2 кн. / под рук. Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2004. – Т.1. С. 422-469.
2. Орленко Л.П. Физика взрыва и удара. – М.: Физматлит, 2006. С. 157-188.
3. Баум Ф.А., Станюкович К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. – М., 1959. С. 318-362.
4. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ. - М.: Оборонгиз, 1960. С. 367-375.

***Практическая работа (семинар) №6.* Разрушающее действие ударных волн.**

План:

Факторы, определяющие разрушающее действие ударных волн. Действие ударных волн на здания. Действие ударных волн на человека.

Перечень рекомендуемой литературы:

1. Физика взрыва: в 2 кн. / под рук. Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2004. – Т.1. С. 589-612.
2. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ. - М.: Оборонгиз, 1960. С. 349-367; 445-489.

***Практическая работа (семинар) №7.* Гидроударные волны.**

План:

Параметры ударных волн при взрывах в воде. Взаимодействие ударной волны с поверхно- стью и дном водоема. Поверхностные эффекты при подводном взрыве.

Перечень рекомендуемой литературы:

1. Физика взрыва: в 2 кн. / под рук. Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2004. – Т.1. С. 613-675.
2. Орленко Л.П. Физика взрыва и удара. – М.: Физматлит, 2006. С. 208-217.
3. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ. - М.: Оборонгиз, 1960. С. 375-377.

***Практическая работа (семинар) №8.* Вычисление параметров детонационной волны для газовых смесей.**

План:

Вычисление параметров детонационной волны для газовых смесей. Влияние плотности газа на скорость детонации.

Перечень рекомендуемой литературы:

1. Физика взрыва: в 2 кн. / под рук. Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2004. – Т.1. С. 77-124.
2. Орленко Л.П. Физика взрыва и удара. – М.: Физматлит, 2006. С. 128-156.
3. Баум Ф.А., Станюкович К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. – М., 1959. С. 225-271.
4. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ. - М.: Оборонгиз, 1960. С. 144-148; 193-262.

***Практическая работа (семинар) №9.* Вычисление параметров детонационной волны для конденсированных взрывчатых веществ.**

План:

Вычисление параметров детонационной волны для конденсированных взрывчатых веществ. Скорость детонации конденсированных ВВ.

Перечень рекомендуемой литературы:

1. Физика взрыва: в 2 кн. / под рук. Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2004. – Т.1. С. 77-124.
2. Орленко Л.П. Физика взрыва и удара. – М.: Физматлит, 2006. С. 128-156.
3. Баум Ф.А., Станюкович К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. – М., 1959. С. 225-271.
4. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ. - М.: Оборонгиз, 1960. С. 144-148;

# 7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
| **ПСК-7.2**  владением современным ассортиментом, состава, свойств и области применения промышленных взрывчатых материалов, оборудования и приборов взрывного дела, допущенных к применению в Российской Федерации; основными физико-техническими и технологическими свойствами минерального сырья и вмещающих пород;  характеристик состояния породных массивов, объектов строительства и реконструкции | | |
| Знать | * уравнения для расчета параметров ударных волн, характер действия ударных волн на зда- ния и человека; основные закономерности и за- висимости теории детонации взрывчатых ве- ществ; * научные и инженерные основы безопасности при хранении, транспортировании, уничтоже- нии, переработке и использовании взрывчатых материалов; * мероприятия, обеспечивающие предупрежде- ние производственного травматизма, профес- сиональных заболеваний, аварий, пожаров и взрывов при обращении с взрывчатыми мате- риалами | **Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену.**   1. Действие взрывных газов на окружающую среду. 2. Основные свойства ударных волн. Механизм возникновения ударных волн. 3. Моделирование ударных волн. 4. Причины снижения давления в ударных волнах по мере их распространения. Различие ударных и акустических волн. 5. Основные уравнения теории ударных волн. 6. Ударная адиабата. Термодинамические параметры среды до и после скачка на фронте ударной вол- ны. 7. Понятие "химического пика". Термодинамические параметры среды в точке Жугэ. 8. Влияние плотности газа на скорость детонации. Уравнение состояния продуктов взрыва. 9. Закон подобия при взрывах. Условия, определяющие правильность применения закона подобия. 10. Тротиловый эквивалент заряда. 11. Факторы, определяющие разрушающее действие ударных волн. Параметры ударных волн при воз- душных взрывах. 12. Действие ударных волн на здания и человека. 13. Общая характеристика, основные закономерности и зависимости теории детонации. 14. Вычисление параметров детонационной волны для газовых смесей. 15. Теория детонации конденсированных взрывчатых веществ. 16. Начальный импульс и чувствительность взрывчатых веществ. 17. Возбуждение взрывного превращения тепловым импульсом. 18. Возникновение горения ВВ при его поджигании. 19. Возбуждение взрывного превращения механическим импульсом. 20. Действие взрывного импульса на взрывчатое вещество. 21. Распространение детонации в газах. 22. Критический и предельный диаметр заряда конденсированных взрывчатых веществ, их зависи- мость от различных факторов. 23. Зависимость скорости детонации конденсированных взрывчатых веществ от диаметра заряда, раз- |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | меров частиц и характера оболочки.   1. Зависимость скорости детонации конденсированных взрывчатых веществ от плотности заряда, на- чального импульса, примесей, температуры и давления, под которым находится ВВ. 2. Горение газов. Концентрационные пределы воспламенения газовых смесей. 3. Факторы, влияющие на скорость горения. 4. Переход горения в детонацию. |
| Уметь | * выявлять физическую сущность явлений и процессов, происходящих при взрыве и выпол- нять применительно к ним простые техниче- ские расчеты; * рассчитывать безопасные расстояния при производстве взрывных работ; * оценивать степень воздействия негативных эффектов взрывных работ (разлет кусков, ударные взрывные волны, сейсмическое воз- действие, ядовитые газы) на людей, здания и сооружения | **Вопросы для подготовки к контрольной работе №1 и №2. Вариант 1**  **1. С повышением температуры скорость химических реакций…**  A) …уменьшается. Б) …увеличивается. В) …не изменяется.  Г) …сначала уменьшается, а затем остается постоянной.  **2. Какое из определений взрыва дает в 1748 году М.В. Ломоносов?**  A) Взрыв - это процесс, который сопровождается сильным звуковым эффектом (громким звуком, шу- мом, грохотом, хлопком).  Б) Взрыв - это событие, при котором высвобождается внутренняя энергия и формируется избыточное давление.  В) Взрыв - это очень быстрое выделение большого количества энергии и большого объема газов. Г) Взрыв - это быстрое неуправляемое высвобождение энергии, которое вызывает ударную волну,  движущуюся на некотором расстоянии от источника, которая несет потенциальную опасность пораже- ния людей и обладает разрушительной способностью.  **3. К какому типу относится взрыв при образовании гелия из водорода?**  A) Физический взрыв за счет тепловой энергии. Б) Химический взрыв.  В) Физический взрыв за счет кинетической энергии. Г) Ядерный взрыв.  **4. Какие из перечисленных веществ могут служить в качестве флегматизатора?**  A) Вазелин, парафин. Б) Мел, сода.  В) Гексоген, нитроглицерин.  Г) Хлорид натрия, хлорид калия.  5. Что из перечисленного является бризантным взрывчатым веществом?  A) Азид свинца, гремучая ртуть. Б) Тротил, динамит. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | В) Дымный и бездымный порох. Г) Уголь.   1. **Ударные волны характеризуются резким скачком…**   А) …давления.  Б) …плотности. В) …температуры. Г) …А, Б, В.   1. **Какое из приведенных уравнений носит название уравнения Гюгонио?**   A) E  E  P1  P0     .  1 0 2 0 1  Б) 1  0  (P1  P0 )(0  1) .  В) D     (P1  P0 ) .  0 0 (0  1)  Г) Ни А, ни Б, ни В.   1. **На графике цифрой «2» обозначена…**     A) …прямая Михельсона. Б) …адиабата Гюгонио. В) …изэнтропа.  Г) …ударная адиабата.  **9. Значение показателя изэнтропы определяется…** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | A) …чувствительностью ВВ. Б) …теплотой взрыва ВВ.  В) …диаметром заряда ВВ.  Г) …начальной плотностью ВВ.  **10. Под действием детонационной волны состояние ВВ изменяется…**  A) …плавно по изэнтропе.  Б) …скачком по адиабате Гюгонио. В) …скачком по изэнтропе.  Г) …плавно по адиабате Гюгонио.  **Вариант 2**  **1. К какому типу относится взрыв, возникающий при смешивании горячей и холодной жидко- стей, когда температура одной из них значительно превышает температуру кипения другой (на- пример при выливании расплавленного металла в воду)?**  A) Физический взрыв за счет тепловой энергии. Б) Химический взрыв.  В) Физический взрыв за счет кинетической энергии. Г) Ядерный взрыв.  **2. Что из перечисленного является примером физического взрыва за счет электрической энер- гии?**  A) Большинство землетрясений.  Б) Взрыв баллона со сжатым газом.  В) Взрыв при падении крупного метеорита.  Г) Взрыв конденсированного взрывчатого вещества. Д). Молнии.  **3. Какие из перечисленных веществ могут служить в качестве сенсибилизатора?**  A) Вазелин, парафин. Б) Мел, сода.  В) Гексоген, нитроглицерин.  Г) Хлорид натрия, хлорид калия.  **4. Что из перечисленного является инициирующим взрывчатым веществом?**  A) Тротил, динамит.  Б) Азид свинца, гремучая ртуть. В) Дымный и бездымный порох. Г) Уголь.  **5. Ударная волна состоит из…** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | А) …фазы сжатия.  Б) …фазы разряжения. В) …А, Б.  Г) …ни А, ни Б.  **6. Вещество во фронте ударной волне начинает двигаться…**  A) …в направлении распространения волны. Б) …против направления распространения. В) …в сторону наименьшего сопротивления. Г) …ни А, ни Б, ни В.   1. **Какое из приведенных уравнений получено из закона сохранения массы?**   A) P1  P0  (D  0 )  0  (1  0 ) .  Б) (D  1)  1  (D  0 )  0 .  В) E  E  P1  P0     .  1 0 2 0 1  Г) Ни А, ни Б, ни В.   1. **При переходе по ударной адиабате энтропия среды…**   A) …убывает.  Б) …возрастает.  В) …не изменяется.  Г) …сначала убывает, а затем не изменяется.   1. **Для обычных бризантных ВВ значение показателя изэнтропы…**   A) 1,17.  Б) 1,4.  В) 1,28.  Г) близко к 3.   1. **Кто развил гидродинамическую теорию детонации и показал существование «химического пика»?**   A) Жуге.  Б) Зельдович. В) Ландау.  Г) Вобан.  **Вариант 3**  **1. Что из перечисленного является примером физического взрыва за счет энергии упругого сжа- тия?** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | A) Большинство землетрясений.  Б) Взрыв баллона со сжатым газом.  В) Взрыв при падении крупного метеорита.  Г) Взрыв конденсированного взрывчатого вещества.  **2. Как называются вещества снижающие чувствительность взрывчатых веществ к начальному импульсу?**  A) Флегматизаторы. Б) Сенсибилизаторы. В) Стабилизаторы. Г) Пламегасители. Д) Окислители.  **3. Какой тип взрывчатых веществ применяется в горной промышленности для дробления гор- ных пород?**  A) Инициирующие взрывчатые вещества. Б) Бризантные взрывчатые вещества.  В) Метательные взрывчатые вещества. Г) Пиротехнические составы.  **4. Детонация распространяется по заряду взрывчатого вещества путем…**  A) …сжатия вещества ударной волной. Б) …излучения.  В) …теплопроводности.  Г) …диффузии.   1. **Ударные волны распространяются в…**   А) …воздухе.  Б) …воде.  В) …горной породе. Г) …любых средах.   1. **Скорость ударной волны идущей по сжатому газу будет … скорости волны идущей по невоз- мущенному газу.**   A) …равна… Б) …больше… В) …меньше…  Г) …сначала меньше, а затем равна…  **7. Какое из приведенных уравнений получено из закона сохранения импульса?**  A) P1  P0  (D  0 )  0  (1  0 ) . |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | Б) (D  1)  1  (D  0 )  0 .  В) E  E  P1  P0     .  1 0 2 0 1  Г) Ни А, ни Б, ни В.  **8. Укажите конденсированное состояние вещества.**  A) Жидкое. Б) Твердое.  В) Газообразное. Г) А и Б.  **9. Для газовых смесей значение показателя изэнтропы определяется…**  A) …продуктами взрыва. Б) …теплотой взрыва.  В) …молярной массой.  Г) …количеством вещества.  **10. Укажите, что называется «химическим пиком»?**  A) Область реакции характеризующаяся повышенным давлением. Б) Процесс жидкофазного окисления.  В) Воспламенение ВВ.  Г) Скорость взрывчатого превращения.  **Вариант 4**  **1. Количественная теория теплового самовоспламенения была разработана в 1928 г …**  A) …Ле Шателье. Б) …Вант-Гоффом. В) …Аррениусом  Г) …Н.Н. Семеновым.  **2. К какому типу относится взрыв двухфазной аэровзвеси?**  A) Физический взрыв за счет тепловой энергии. Б) Химический взрыв.  В) Физический взрыв за счет кинетической энергии. Г) Ядерный взрыв.  **3. Как называются вещества повышающие чувствительность взрывчатых веществ к начально- му импульсу?**  A) Флегматизаторы.  Б) Сенсибилизаторы. В) Стабилизаторы. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | Г) Пламегасители. Д) Окислители.  **4. Какой тип взрывчатых веществ применяется преимущественно в виде капсюлей-детонаторов?**  A) Инициирующие взрывчатые вещества. Б) Бризантные взрывчатые вещества.  В) Метательные взрывчатые вещества. Г) Пиротехнические составы.  **5. Скорость детонации составляет…**  A) …несколько сантиметров в секунду. Б) …несколько метров в секунду.  В) …десятки метров в секунду.  Г) …несколько километров в секунду.   1. **Передний фронт ударной волны распространяется со скоростью…**   А) …света.  Б) …звука.  В) …большей скорости света. Г) …большей скорости звука.   1. **На графике цифрой «1» обозначена…**     A) …изэнтропа.  Б) …адиабата Пуассона. В) …адиабата Гюгонио. Г) …прямая Михельсона. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | **8. Кто показал, что основные положения гидродинамической теории детонации остаются в силе и для конденсированных ВВ?**  A) Чепмен и Жуге.  Б) Зельдович и Компанеец. В) Ландау и Станюкович. Г) Баум и Шехтер.   1. **Укажите формулу для расчета скорости детонации.**   A) D  2  k 2  1 Q . Б) D  2  k 2  1 Q . В) D  2  1 k 2 Q . Г) D  2  1 k 2 Q .   1. **Укажите верное соотношение.** P1 **и** V1 **- давление и объем ВВ сжатого детонационной волной,**   P2 **и** V2 **- давление и объем ВВ в точке Жуге.**  A) P1 < P2 , V1 < V2 . Б) P1 > P2 , V1 < V2 . В) P1 < P2 , V1 > V2 . Г) P1 > P2 , V1 > V2 . |
| Владеть | * методами анализа физических явлений проис- ходящих при взрывчатых превращениях взрывчатых веществ; * научной терминологией в области теории ударных волн и теории детонации взрывчатых веществ; * современными методами и приборами науч- ных исследований процессов взрывного разру- шения горных пород и воздействия на материа- лы. | **Вопросы для подготовки к контрольной работе №3. Возбуждение детонационных процессов. 1 вариант**   1. Что называют начальным импульсом? 2. Каким показателем характеризуют чувствительность ВВ? 3. Какой вид взрывчатого превращения вызывает воспламенение от луча огня? 4. Что такое флегматизация ВВ? 5. Что используется в качестве сенсибилизатора? 6. Перечислите основные виды начального импульса. 7. В чем заключается качественная теория теплового воспламенения Вант Гоффа? 8. От чего зависит температура вспышки? 9. Какая гипотеза объясняет возбуждение взрыва при ударе? В чем она заключается? 10. В каких случаях произойдет детонация основного заряда при ее возбуждении с помощью детона- тора? |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | **2 вариант**   1. Что называют чувствительностью ВВ? 2. Перечислите основные виды взрывчатых превращений. 3. Чем вызывают возбуждение взрыва промышленных ВВ? 4. Что такое сенсибилизация ВВ? 5. Что используется в качестве флегматизатора? 6. Перечислите основные виды начального импульса. 7. В чем заключается количественная теория теплового воспламенения Н.Н. Семенова? 8. Что называют температурой вспышки? 9. Опишите механизм возникновения горения ВВ при его поджигании. 10. В каких случаях не произойдет детонация основного заряда при ее возбуждении с помощью дето- натора?   **Вопросы для подготовки к контрольной работе №4. Распространение процессов взрывчатого превращения.**   1. Какие ВВ относятся к инициирующим и применяются в детонаторах? 2. Укажите пределы скорости распространения детонации в газовых смесях. 3. Как зависит скорость детонации газа от вида источника инициирования? 4. Как зависит скорость детонации газа от начального давления? 5. Как зависит скорость детонации от состава газовой смеси? 6. Как влияет диаметр заряда ВВ на скорость детонации? 7. Как влияет степень измельчения ВВ на скорость и предельные условия распространения детона- ции? 8. Как влияет оболочка заряда ВВ на скорость и предельные условия распространения детонации? 9. Как влияет плотность заряда ВВ на скорость и предельные условия распространения детонации? 10. Как влияют примеси на скорость детонации? |

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

Изучение дисциплины «Теория детонации взрывчатых веществ» 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 по- лученные 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 представ- ленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной ар- гументации.

Основным источником подготовки к зачету является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, ос- новные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опуб- ликованные 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 ли- тературой, рекомендованной кафедрой. Также оценка «зачтено» выставляется студентам, обнаружившим полное знание учебного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, рекомендованную кафедрой, демонстри- рующие систематический характер знаний по дисциплине и способные к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальней- шей 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 вы- полнением заданий, предусмотренных программой, но допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении контрольных за- даний, не носящие принципиального характера, когда установлено, что студент обладает необходимыми знаниями для последующего устра- нения указанных погрешностей под руководством преподавателя.

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

# Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины а) Основная литература:

1. Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ. Конспект лекций [Текст]: учеб. по- собие / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носо- ва, 2017. – 170 с. ISBN 978-5-9967-0904-5.
2. Орленко, Л.П. Физика взрыва и удара [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.П. Ор- ленко. – 3-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. – 408 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/book/105009.](http://e.lanbook.com/book/105009) – Заглавие с экрана. ISBN 978-5-9221-1715-9.
3. Эквист, Б.В. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс]: учебник / Б.В. Эквист. – М.: МИСИС, 2018. – 180 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/book/115286.](http://e.lanbook.com/book/115286) – Заглавие с экра- на. ISBN 978-5-906953-90-2.

# б) Дополнительная литература:

1. Орленко, Л. П. Физика взрыва и удара [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов

/ Л. П. Орленко. - 2-е изд., испр. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 304 с. - ISBN 978-5-9221-0891-1.

- Режим доступа: [http://znanium.com/catalog/product/544690.](http://znanium.com/catalog/product/544690) – Заглавие с экрана.

1. Даниленко, В.В. Взрыв: физика, техника, технология [Текст] / В.В. Даниленко. – М.: Энер- гоатомиздат, 2010. – 784 с.: ил. ISBN 978-5-283-00857-8.
2. Орленко, Л.П. Физика взрыва и удара [Текст]: уч. пос для вузов / Л.П. Орленко. – М.: Физ- матлит, 2006. – 304 с. ISBN 5-9221-0638-4.
3. Физика взрыва [Текст]: в 2 т. Т.1 / [С.Г. Андреев, А.В. Бабкин, Ф.А. Баум и др.]; под ред. Л.П. Орленко. –3-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2004. – 832 с. ISBN 5-9221-0219-2.
4. Физика взрыва [Текст]: в 2 т. Т.2 / [С.Г. Андреев, А.В. Бабкин, Ф.А. Баум и др.]; под ред. Л.П. Орленко. –3-е изд., перераб. и доп. – М.: Физматлит, 2002.– 656 с. ISBN 5-9221-0220-6.
5. Физика взрыва и удара [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению лаборатор- ных работ / А.В. Бабкин, Д.В. Гелин, С.В. Ладов и др.; под ред. Л.П. Орленко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 75, [1] c.: ил. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_id=52479.](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52479) – Заглавие с экрана.
6. Андреев, К.К. Теория взрывчатых веществ [Текст]: учеб. для вузов / К.К. Андреев, А.Ф. Беляев. – М.: Оборонгиз, 1960. – 595 с.
7. Баум, Ф.А. Физика взрыва [Текст] / Ф.А. Баум, К.П. Станюкович, Б.И. Шехтер. – М.: Госу- дарственное издательство физико-математической литературы, 1959. – 800 с.
8. Варнатц, Ю. Горение. Физические и химические аспекты, моделирование, эксперименты, образование загрязняющих веществ [Текст] / Ю. Варнатц, У. Маас, Р. Диббл; пер. с англ. Г.Л. Агафонова; под ред. П.А. Власова. – М.: Физматлит, 2003. – 352 с.: ил. ISBN 5-9221- 0438-1.
9. Дубнов, Л.В. Промышленные взрывчатые вещества [Текст] / Л.В. Дубнов, Н.С. Бахаре- вич, А.И. Романов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 358 с.: ил. ISBN 5-247- 00285-7.
10. Светлов, Б.Я. Теория и свойства промышленных взрывчатых веществ [Текст] / Б.Я. Свет- лов, Н.Е. Яременко. – М.: Недра, 1973. – 208 с.
11. Кедринский, В.К. Гидродинамика взрыва: эксперимент и модели [Текст] / В.К. Кедрин- ский. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2000. – 435 с. ISBN 5-7692-0022-7.
12. Кук, М.А. Наука о промышленных ВВ [Текст] / М.А. Кук; пер. с англ. под ред. Г.П. Де- мидюка и Н.С. Бахаревич. – М.: Недра, 1980. – 453 с. – Пер. изд.: США, 1974.
13. Зельдович, Я.Б. Теория горения и детонации газов [Текст] / Я.Б. Зельдович. – М.: Изд-во АН СССР, 1944. – 70 с.
14. Гельфанд, Б.Е. Фугасные эффекты взрывов [Текст] / Б.Е. Гельфанд, М.В. Сильников. –

СПб.: ООО «Издательство «Полигон», 2002. – 272 с.: ил. ISBN 5-89173-221-1.

1. Взрывные явления. Оценка и последствия [Текст]: в 2-х кн. Кн. 1. / У. Бейкер, П. Кокс, П. Уэстайн и др. пер с англ.; под ред. Я.Б. Зельдовича, Б.Е. Гельфанда. – М.: Мир, 1986. – 319 с.: ил.
2. Взрывные явления. Оценка и последствия [Текст]: в 2-х кн. Кн. 2. / У. Бейкер, П. Кокс, П. Уэстайн и др. пер с англ.; под ред. Я.Б. Зельдовича, Б.Е. Гельфанда.– М.: Мир, 1986. – 384 с.: ил.
3. Обработка металлов взрывом [Текст] / А.В. Крупин, В.Я. Соловьев, Г.С. Попов и др. –

М.: Металлургия, 1991. – 496 с. ISBN 5-229-00098-8.

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

1. 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/element.php?pl1\_id=1518.](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1518) – Заглавие с экрана ISBN 978-5-98672- 197-2 (в пер).

1. Технология взрывных работ [Текст]: учеб. пособие / В.Г. Мартынов, В.И. Комащенко, В.А. Белин и др.; под ред. В.Г. Мартынова. – М.: Студент, 2011. -439 с.: ил. ISBN 978-5-4363- 0005-4.

# в ) Методические указания:

1. Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: методические указания по выполнению контрольных заданий / П.С. Симонов. – Магнитогорск: МГТУ, 2009. – 20 с.
2. Симонов, П.С. Теория горения и взрыва [Текст]: методические указания к выполнению практических работ / П.С. Симонов – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 42 с.
3. Симонов, П.С. Теория горения и взрыва [Текст]: методические указания к выполнению практических работ / П.С. Симонов – Магнитогорск: ГОУ ВПО "МГТУ им. Г.И. Носова", 2005. – 39 с.
4. Симонов, П.С. Основные законы термодинамики сплошных сред. Определение давления горения взрывчатых веществ [Текст]: методические указания к практической работе / П.С. Симонов – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 18 с.
5. Симонов, П.С. Анализ основных характеристик ударных волн [Текст]: методические ука- зания к практической работе / П.С. Симонов – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 20 с.
6. Симонов, П.С. Термодинамические параметры среды до и после скачка на фронте ударной волны. Сравнение ударной адиабаты и изоэнтропы [Текст]: методические указания к практи- ческой работе / П.С. Симонов – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 20 с.
7. Симонов, П.С. Законы формирования и распространения ударных воздушных волн при взрыве промышленных зарядов взрывчатых веществ на дневной поверхности и в подземных выработках [Текст]: методические указания к практической работе / П.С. Симонов – Магни- тогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 19 с.

# г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
| MS Windows 7 | Д-1227 от 08.10.2018  Д-757-17 от 27.06.2017  Д-593-16 от 20.05.2016  Д-1421-15 от 13.07.2015 | 11.10.2021  27.07.2018  20.05.2017  13.07.2016 |
| Microsoft Windows 10 | Д-1227 от 8.10.2018  Д-757-17 от 27.06.2017  Д-593-16 от 20.05.2016  Д-1421-15 от 13.07.2015 | 11.10.2021  27.07.2018  20.05.2017  13.07.2016 |
| MS Office 2007 | № 135 от 17.09.2007 | Бессрочно |
| Mathcad Education - University  Edition (200 pack) | Д-1662-13 от 22.11.2013 | Бессрочно |
| КОМПАС 3D V16 на (100  одновременно работающих мест) | Д-261-17 от 16.03.2017 | Бессрочно |
| Autodesk AcademicEdition  Master Suite Autocad 2011 | К-526-11 от22.11.2011 | Бессрочно |
| KasperskyEndpoindSecurityдля бизнеса-Стандартный | Д-300-18 от 21.03.2018  Д-1347-17 от 20.12.2017  Д-1481-16 от 25.11.2016  Д-2026-15 от 11.12.2015 | 28.01.2020  21.03.2018  25.12.2017  11.12.2016 |
| 7Zip | Свободно распространяе-  мое | Бессрочно |

1. Российская Государственная библиотека URL: [http://www.rsl.ru/.](http://www.rsl.ru/)
2. Российская национальная библиотека URL: [http://www.nlr.ru/.](http://www.nlr.ru/)
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека России

URL: [http://www.gpntb.ru/.](http://www.gpntb.ru/)

1. Public.Ru - публичная интернет-библиотека URL: [http://www.public.ru/.](http://www.public.ru/)
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» URL: [http://e.lanbook.com/.](http://e.lanbook.com/)
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru URL: [http://elibrary.ru/.](http://elibrary.ru/)
4. Межведомственная комиссия по взрывному делу при Академии горных наук

URL: [http://mvkmine.ru/.](http://mvkmine.ru/)

1. "Взрывное дело"– научно-технический сборник URL: [http://sbornikvd.ru/.](http://sbornikvd.ru/)
2. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) ГИАБ

URL: [http://www.giab-online.ru/.](http://www.giab-online.ru/)

1. Журнал «Физика горения и взрыва» URL: [http://www.sibran.ru/journals/FGV/.](http://www.sibran.ru/journals/FGV/)
2. Журнал «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых» URL: [http://www.misd.ru/publishing/jms/.](http://www.misd.ru/publishing/jms/)
3. Научно-технический журнал «Известия высших учебных заведений. Горный журнал» URL: [http://mj.ursmu.ru/.](http://mj.ursmu.ru/)
4. Горный журнал. Издательский дом «Руда и Металлы» URL: [http://www.rudmet.ru/catalog/journals/1/.](http://www.rudmet.ru/catalog/journals/1/)
5. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). - URL: https://scholar.google.ru/.
6. Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. - URL: [http://window.edu.ru/.](http://window.edu.ru/)

# Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

|  |  |
| --- | --- |
| Тип и название аудитории | Оснащение аудитории |
| Учебные аудитории для проведе-  ния занятий лекционного типа | Мультимедийные средства хранения, передачи и пред-  ставления информации |
| Учебные аудитории для проведе- ния практических занятий, груп- повых и индивидуальных кон- сультаций, текущего контроля и  промежуточной аттестации | Мультимедийные средства хранения, передачи и пред- ставления информации.  Комплекс тестовых заданий для проведения промежу- точных и рубежных контролей. |
| Помещения для самостоятельной работы обучающихся: компью-  терные классы; читальные залы библиотеки | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, Math- cad, Autodesk Autocad, Компас, выходом в Интернет и с  доступом в электронную информационно- образовательную среду университета |
| Помещение для хранения и про- филактического обслуживания  учебного оборудования | Шкафы для хранения учебно-методической документа- ции, учебного оборудования и учебно-наглядных посо-  бий. |