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 горения и взрыва

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 4

Семестр 7

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 |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**Лист регистрации изменений и дополнений**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Раздел программы | Краткое содержание изменения/дополнения | Дата.  № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
| 1 | РП | Все разделы РП рассмотрены и актуа- лизированы на заседании кафедры | 31.08.2018 года  Протокол №1 |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

1. **Цели освоении дисциплины**

**Целями** освоения дисциплины «Теория горения и взрыва» является изучение студентами основ теории горения, ударных волн, детонации; приобретение навыков анализа и оценки степени опасности производственных процессов, в которых возможно внезапное высвобож- дение энергии.

# Задачи изучения дисциплины:

* познакомить студентов с основными зависимостями теории горения, ударных волн и дето- нации, методиками расчета этих процессов;
* научить студентов определять основные параметры, характеризующие пожароопасность

(взрывоопасность) веществ и производственных процессов;

* развить у студентов навыки анализа и оценки чрезвычайных ситуаций.

# Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бака-

**лавра**

Дисциплина «Теория горения и взрыва» входит в факультативный блок образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания и умения, сформированные в результате изу- чения дисциплин:

«Математика» – алгебра, анализ;

«Физика» – механика, молекулярная физика и термодинамика;

«Химия» – основные понятия и законы неорганической и органической химии, строение ве- ществ, химическая термодинамика и кинетика;

Знания и умения, полученные при изучении данной дисциплины, будут необходимы для ос- воения дисциплин: «Безопасность ведения горных работ», «Технология и безопасность взрывных работ».

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

В результате освоения дисциплины «Теория горения и взрыва» обучающийся должен овла- деть следующими компетенциями:

|  |  |
| --- | --- |
| Структурный элемент  компетенции | Планируемые результаты обучения |
| **ПК-16**  готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретиро- вать полученные результаты, составлять и защищать отчеты. | |
| Знать | * основные опасности при горении и взрыве; * свойства и характеристики энергетических материалов; * характер воздействия процессов горения и взрыва на человека и окружающую среду. |
| Уметь | * решать теоретические задачи по горению и взрыву, используя основные законы механики и термодинамики сплошных сред; * идентифицировать основные опасности при горении и взрыве; * прогнозировать развитие негативной ситуации в среде обитания. |
| Владеть | * понятийно-терминологическим аппаратом теории горения и взрыва; * основными методами исследования в области теории горения и взрыва, практиче- скими умениями и навыками их использования; * способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем исполь- зования возможностей информационной среды. |

# Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 акад. часов, в том числе:

* контактная работа – 37 акад. часов: аудиторная – 36 акад. часов; внеаудиторная – 1 акад. часов
* самостоятельная работа – 35 акад. часов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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. Физико-химические основы горе- ния.**  Понятие о горении. Теплота сгорания. Кинети- ка химических реакций. Воспламенение. Пре- вращение горючих веществ при нагревании. Диффузионное и кинетическое горение. Расход воздуха при горении. Продукты сгорания. Дым. Температура горения. | 7 | 2 |  | 9 | 4 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение индивидуаль- ных заданий, предусмотрен- ных рабочей программой дисциплины. | Практическая работа:  №1 «Составление реакций го- рения и расчет теплоты сгора- ния»;  №2 «Определение расхода воз- духа при горении»;  №3 «Расчет количества и объе- ма продуктов сгорания»;  №4 «Определение колоримет- рической, теоретической и дей- ствительной температуры сго- рания».  Контрольная работа. Тестирование. | ПК-16 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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. Теории горения: тепловая, цепная, диффузионная.**  Тепловое самоускорение реакций. Автокатали- тическое ускорение реакций. Цепное самоус- корение реакций. Самовоспламенение и зажи- гание. | 7 | 2 |  |  | 4 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение индивидуаль- ных заданий, предусмотрен- ных рабочей программой дисциплины. | Контрольная работа. Тестирование. | ПК-16 |
| **3. Виды пламени и скорости его рас- пространения.**  Скорости реакции при кинетическом и диффу- зионном горении. Ламинарное и турбулентное диффузионное пламя. Температура пламени в зоне паров и зоне горения. Факторы, влияющие на скорость горения. | 7 | 2 |  |  | 4 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение индивидуаль- ных заданий, предусмотрен- ных рабочей программой дисциплины. | Контрольная работа. Тестирование. | ПК-16 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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. Условия возникновения и разви- тия процессов горения.**  Процесс воспламенения. Связь между само- воспламенением и самовозгоранием. Вещества, самовозгорающиеся под действием воздуха, воды, окислителей.  Горение смесей газов и паров с воздухом. Кон- центрационные пределы воспламенения газо- вых смесей. Температура и давление при горе- нии газовых смесей.  Горение жидкостей. Испарение. Насыщенный пар. Температурные пределы воспламенения. Температура вспышки. Теплообмен в процессе горения жидкостей. Распределение температу- ры в горящей жидкости.  Горение смесей пыли с воздухом. Свойства пыли. Пределы воспламенения аэровзвесей. Классификация пыли по их пожарной опасно- сти.  Горение твердых веществ. Состав и свойства твердых горючих веществ. Горение древесины, металлов, пластмасс. | 7 | 4 |  |  | 4 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение индивидуаль- ных заданий, предусмотрен- ных рабочей программой дисциплины. | Контрольная работа. Тестирование. | ПК-16 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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. Основы теории взрыва.**  Явление взрыва. Типы взрывов: физические, химические и ядерные. Классификация взрыв- чатых процессов. Взрывчатые химические со- единения и смеси. Классификация взрывов по плотности вещества, по типам химических ре- акций. Основы теории детонационной волны. Начальный импульс и механизм возбуждения детонационных процессов. Критические усло- вия распространения детонации; идеальный и  неидеальный режимы детонации. | 7 | 2 |  |  | 4 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение индивидуаль- ных заданий, предусмотрен- ных рабочей программой дисциплины. | Контрольная работа. Тестирование. | ПК-16 |
| **6. Энергия и мощность взрыва.**  Расчет теплоты, температуры и давления взры- ва. Формы работы и баланс энергии при взры- ве. | 7 | 2 |  |  | 4 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение индивидуаль- ных заданий, предусмотрен- ных рабочей программой дисциплины. | Контрольная работа. Тестирование. | ПК-16 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |
| **7. Основы теории ударных волн.** Основные свойства ударных волн и механизм их возникновения. Термодинамические пара- метры среды до и после скачка на фронте ударной волны. Изменение давления в ударной волне во времени. Диссипация энергии в удар- ных волнах. Акустическая теория ударных волн. Законы формирования и распростране- ния ударных воздушных волн при взрыве про- мышленных зарядов ВВ на дневной поверхно-  сти и в подземных выработках. Ударные волны в воде. Ударные волны в грунте. | 7 | 2 |  |  | 4 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение индивидуаль- ных заданий, предусмотрен- ных рабочей программой дисциплины. | Контрольная работа. Тестирование. | ПК-16 |
| **8. Разрушающее действие взрыва.** Общие положения о работе взрыва. Экспери- ментальные методы определения общей рабо- ты взрыва. Оценка импульса местного дейст- вия взрыва. Длительность импульса. Кумуля- тивное действие взрыва. | 7 | 2 |  | 9 | 3 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение индивидуаль- ных заданий, предусмотрен- ных рабочей программой дисциплины. | Практическая работа:  №5 «Расчет кислородного ба- ланса взрывчатых веществ».  №6 «Составление реакций взрыва, определение теплоты и объема газов взрыва»;  №7 «Определение температуры и давления газов при взрыве».  №8 «Расчет параметров удар- ной волны. Исследование удар- ной адиабаты».  Контрольная работа. Тестирование. | ПК-16 |
| **Итого по курсу** |  | **18** |  | **18** | **35** |  | Зачет |  |

# Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Теория горения и взрыва» применяются традицион- ная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Теория горения и взрыва» происходит с использованием мультимедийного оборудо- вания (проектор, интерактивная доска).

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

На практических занятиях студенты совместно с преподавателем производят расчет основ- ных характеристик горения и взрыва. В конце занятия студенты представляют результаты выполненных расчетов преподавателю на проверку.

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

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся** Самостоятельная работа студентов в ходе аудиторных занятий осуществляется под контро- лем преподавателя в виде экспресс-опроса, обсуждения докладов и дискуссий.

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

# Контрольные задачи к практическим работам.

**Практическая работа №1 «Составление реакций горения и расчет теплоты сгорания»**

1. Составьте уравнения реакции горения гексана ( С6 H14 ) а) при полном сгорании; б) при не- полном сгорании с образованием угарного газа ( CO ) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи ( C ) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рас- считайте теплоту сгорания 1 *кг* (*м3*).
2. Составьте уравнения реакции горения циклогексана ( С6 H12 ) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа ( CO ) и воды; в) при неполном сгора- нии с образованием сажи ( C ) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 *кг* (*м3*).
3. Составьте уравнения реакции горения бутилена ( С4 H8 ) 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. Рас- считайте теплоту сгорания 1 *кг* (*м3*).
4. Составьте уравнения реакции горения октана ( С8 H18 ) а) при полном сгорании; б) при не- полном сгорании с образованием угарного газа ( CO ) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи ( C ) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рас- считайте теплоту сгорания 1 *кг* (*м3*).
5. Составьте уравнения реакции горения пентана ( С5 H12 ) а) при полном сгорании; б) при не- полном сгорании с образованием угарного газа ( CO ) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи ( C ) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рас- считайте теплоту сгорания 1 *кг* (*м3*).
6. Составьте уравнения реакции горения циклобутана ( С4 H8 ) 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. Рас-

считайте теплоту сгорания 1 *кг* (*м3*).

1. Составьте уравнения реакции горения пропена (пропилен

С3 H 6 ) а) при полном сгорании;

б) при неполном сгорании с образованием угарного газа ( CO ) и воды; в) при неполном сго- рании с образованием сажи ( C ) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реак- ций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 *кг* (*м3*).

1. Составьте уравнения реакции горения гептана ( С7 H16 ) а) при полном сгорании; б) при не- полном сгорании с образованием угарного газа ( CO ) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи ( C ) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рас- считайте теплоту сгорания 1 *кг* (*м3*).
2. Составьте уравнения реакции горения циклопентана ( С5 H10 ) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа ( CO ) и воды; в) при неполном сгора- нии с образованием сажи ( C ) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 *кг* (*м3*).
3. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соеди-

нений: этина (ацетилена С2 H2 ); бензола ( С6 H6 ).

1. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соеди- нений: толуола ( С7 H8 ); диметилкетона (ацетон C3 H6 O ).
2. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соеди- нений: метанола (метиловый спирт СH3 OH ); аммиака ( NH3 ).
3. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соеди- нений: этанола (этиловый спирт С2 H5 OH ); пиридина ( С5 H5 N ).

14.. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соеди- нений: пропанола (пропиловый спирт С3 H7 OH ); окиси углерода ( СO ).

1. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соеди- нений: бутанола (бутиловый спирт С4 H9 OH ); сероуглерода ( СS2 ).
2. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соеди- нений: пентанола (амиловый спирт С5 H11OH ); хлорметана ( CH3 Cl ).
3. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соеди- нений: этановой кислоты (уксусной кислоты С2 H4 O2 ); сероводорода ( H2S ).
4. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соеди-

нений: метановой кислоты (муравьиная СH2O2 ); сероокиси углерода ( COS ).

1. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соеди- нений: этилнитрита ( С2 H5 NO2 ); хлорэтана ( C2 H5 Cl ).
2. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соеди- нений: бутана ( С4 H10 ); этена (этилен С2 H 4 ).

# Практическая работа №2 «Определение расхода воздуха при горении»

1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг хлорэтана ( C2 H5 Cl ).
2. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьи-

ная СH2O2 ).

1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 сероокиси углерода ( COS ).
2. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 сероводорода ( H S ).

2

1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 окиси углерода ( СO ).
2. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 аммиака ( NH ).

3

1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 метанола (метиловый спирт

СH 3 OH ).

1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 сероводорода ( H S ).

2

1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг толуола ( С7 H8 ).
2. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 этина (ацетилена С H ).

2 2

1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг диметилкетона (ацетон C3 H6 O ).
2. 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.

1. 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.

1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 5 кг торфа состава (в %): углерод

* 55%, водород 6%, кислород 35%, азот 2%, сера 2% на горючую массу.

1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 10 кг антрацита состава (в %): уг- лерод – 91%, водород 2,2%, кислород 1,8%, азот 1,0%, сера 2,0%, зола – 2% на горючую мас- су.
2. Определить объем воздуха при 10 *°С* и давлении 730 *мм рт. ст.*, необходимый для сго- рания 1 м3 смеси газов, содержащего (в %): СН4 - 71,5; С2Н6 – 11,2; С3Н8 - 4; СО2 - 7,3; Н2S – 10,0.
3. Определить объем воздуха при 20 *°С* и давлении 720 *мм рт. ст.*, необходимый для сго- рания 1 м3 смеси газов, содержащего (в %): СН4 - 50; С2Н6 – 15; С2Н4 - 10; СО2 - 10; Н2S – 15.
4. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг хлорэтана ( C2 H5 Cl ).
5. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг метановой кислоты (муравь-

иная СH2O2 ).

1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 сероокиси углерода ( COS ).

# Практическая работа №3 «Расчет количества и объема продуктов сгорания»

1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м3 сероводорода ( H
2. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м3 аммиака ( NH ).

3

2S )

1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м3 этина (ацетилена С H ).

2

2

1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м3 этена (этилен С H ).

2

4

1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м3 метанола (метиловый спирт

СH 3 OH ).

1. Определить объем продуктов сгорания 1 м3 сероокиси углерода ( COS ).
2. Определить объем продуктов сгорания 1 м3 окиси углерода ( СO ).
3. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг толуола ( С7 H8 ).
4. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг диметилкетона (ацетон C3 H6 O ).
5. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг хлорэтана ( C2 H5 Cl ).
6. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная

СH2O2 ).

1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг октана ( С8 H18 ).
2. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг пентана ( С5 H12 ).
3. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг гептана ( С7 H16 ).
4. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг бензола ( С6 H6 ).
5. Определить объем продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 50%, водород - 6,5%, кислород - 40%, азот - 3%, сера 0,5% на горючую массу.
6. 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.

1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 55%,

водород 6%, кислород 35%, азот 2%, сера 2% на горючую массу.

1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м3 доменного газа следующего состава

(в %): СО2 — 6,5; СО — 26,5; СН4 — 4,3; Н2 — 2,2; N2 — 60,5.

1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м3 доменного газа следующего состава

(в %): СО2 — 21; СО — 20; СН4 — 0,5; Н2 — 4; N2 — 54,5.

# Практическая работа №4 «Определение колориметрической, теоретической и действительной температуры сгорания»

1. Определить калориметрическую температуру горения метанола (метиловый спирт СH3 OH ).
2. Определить калориметрическую температуру горения этанола (этиловый спирт С2 H5 OH ).
3. Определить калориметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт С3 H7OH ).
4. Определить калориметрическую температуру горения бутанола (бутиловый спирт С4 H9 OH ).
5. Определить калориметрическую температуру горения пентанола (амиловый спирт С5 H11OH ).
6. Определить калориметрическую температуру горения метановой кислоты (муравьиная

СH2O2 ).

1. Определить калориметрическую температуру горения этановой кислоты (уксусной кисло- ты С2 H4 O2 ).
2. Определить калориметрическую температуру горения этиленгликоля ( С2 H6 O2 ). Определить калориметрическую температуру горения бутановой кислоты (масляной кисло- ты С4 H8O2 ).
3. Определить калориметрическую температуру горения толуола ( С7 H8 ).
4. Определить калориметрическую температуру горения диметилкетона (ацетон C3 H6 O ).
5. Определить калориметрическую температуру горения октана ( С8 H18 ).
6. Определить калориметрическую температуру горения гептана ( С7 H16 ).
7. Определить калориметрическую температуру горения бензола ( С6 H6 ).
8. Определить калориметрическую температуру горения метанола (метиловый спирт СH3 OH ).
9. Определить калориметрическую температуру горения этанола (этиловый спирт С2 H5 OH ).
10. Определить калориметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт С3 H7OH ).
11. Определить калориметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт С4 H9 OH ).
12. Определить калориметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт С5 H11OH ).
13. Определить калориметрическую температуру горения метановой кислоты (муравьиная

СH2O2 ).

1. Определить калориметрическую температуру горения этановой кислоты (уксусной ки- слоты С2 H4 O2 ).

# Практическая работа №5 «Расчет кислородного баланса взрывчатых веществ»

1. Определить кислородный баланс нитроглицерина C3H5(ОNO2)3.
2. Определить кислородный баланс нитроклетчатки (коллодионной) C2C4H31N9O38.
3. Определить кислородный баланс пироксилина C24H2C9N11O42.
4. Определить кислородный баланс октоген C4H8N8O8.
5. Определить кислородный баланс парафина (твердый) C24H50.
6. Определить кислородный баланс пикриновой кислоты C6H2(NO2)3OH.
7. Определить кислородный баланс тэна C5H8(ОNO2)4.
8. Определить кислородный баланс тетрила C6H2(NO2)4NCH3.
9. Определить кислородный баланс тетранитрометана C(NO2)4.
10. Определить кислородный баланс гексогена C3H6N6O6.

# Практическая работа №6 «Составление реакций взрыва, определение теплоты и объема газов взрыва»

1. Составить реакцию взрыва гексогена C3H6N6O6, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования гексогена Hобр=+71,6 кДж/моль.
2. Составить реакцию взрыва тэна C5H8(ONO2)4, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тэна Hобр=-531,6 кДж/моль.
3. Составить реакцию взрыва тетрила C7H5N5O8, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тетрила Hобр=+19,7 кДж/моль.
4. Составить реакцию взрыва динитронафталина C10H6(NO2)2, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования динитронафталина Hобр=-395 кДж/моль.
5. Составить реакцию взрыва тринитрофенетола C8H7N3O7, определить теплоту и объем га- зов взрыва. Теплота образования тринитрофенетола Hобр=-213,5 кДж/моль.
6. Составить реакцию взрыва тринитрорезорцина C6H3N3O8, определить теплоту и объем га- зов взрыва. Теплота образования тринитрорезорцина Hобр=-444,1 кДж/моль.
7. Составить реакцию взрыва C4N6O6, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота об- разования Hобр=+637,1 кДж/моль.
8. Составить реакцию взрыва C4N6O7, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота об- разования Hобр=+307,4 кДж/моль.
9. Составить реакцию взрыва C6H4N8O11, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования Hобр=+348,6 кДж/моль.
10. Составить реакцию взрыва C3H2N4O7, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования Hобр=+203,7 кДж/моль.

# Практическая работа №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 - C4H6N6O8. Тепло- та 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 - (CH2)2N3H2(NO2)C=NO2. Теплота образования +68,2 кДж/моль.
3. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва тет- ранитротетраазабициклононанона, (TNABN, К-56). Химическая формула - C5H6N8O9. Тепло- та образования +70,3 кДж/моль.
4. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва ам- мониевой соли 2,4,5-тринитроимидазола. Химическая формула - С3H4N6O6. Теплота образо- вания –86.02 кДж/моль.
5. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва ами- нонитробензодифуроксана Химическая формула - C6H2N6O6. Теплота образования амино- нитробензодифуроксана Hобр=+357,0 кДж/моль.
6. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва диа- минодинитробензофуроксана. Химическая формула - C6H4N6O6. Теплота образования диа- минодинитробензофуроксана Hобр=+83,6 кДж/моль.
7. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва нит- робензодифуроксана. Химическая формула - C6HN5O6. Теплота образования нитробензоди- фуроксана Hобр=+383,0 кДж/моль.
8. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва ами- нонитробензофуроксана. Химическая формула - C6H4N4O4. Теплота образования аминонит- робензофуроксана Hобр=+175,1 кДж/моль.
9. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва ами- нотринитробензофуроксана. Химическая формула - C6H2N6O8. Теплота образования

+104,5 кДж/моль.

1. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва Химическая формула - C8H2N6O10. Теплота образования +233,1 кДж/моль.

# Практическая работа №8 «Расчет параметров ударной волны.

**Исследование ударной адиабаты»**

**Типовая задача 8.1.** 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. Результаты вычислений представить в виде таблицы. Построить график в координатах p–.

**Типовая задача 8.2.** Построить диаграмму p1/p0–1/0 для ударной адиабаты (адиабаты Гю- гонио) и изоэнтропы (адиабаты Пуассона) при k=1,4 (такое значение k имеет воздух при уме- ренных сжатиях).

**Задание 1.** Решите типовые задачи, используя следующие исходные данные:

0=(1,20+N/100) г/дм3, Т0=(240+10N) К, где N – ваш порядковый номер в журнале.

**Задание 2.** Построить в координатах p– ударную адиабату для воздуха (p1 = p0 … 50p0, 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 | | | |
| p0, МПа | 0, кг/м3 | T0, К | 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 удар- ной волны при p0=1 атм, 0=1,25 г/дм3, Т0=300 К, k=1,4 если 1=(1+N/2) г/дм3; где N – ваш порядковый номер в журнале.

**Задание 4.** Используя основные уравнения ударных волн определить параметры удар- ной волны при p0=1 атм, 0=1,28 г/дм3, Т0=273 К, k=1,4 если D=(500+100N) м/с; где N – ваш порядковый номер в журнале.

# Практическая работа №9 «Разрушающее действие взрыва»

**Типовая задача 9.1.** Определить тротиловый эквивалент накладного заряда ВВ, если после взрыва обнаружено разрушение остекления в радиусе 220 *м* от места взрыва. Стекло разме- ром 23 *м*, толщиной h=5 *мм*.

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

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

**Типовая задача 9.4.** Построить зависимость вероятности повреждения барабанных перепо- нок человека W от избыточного давления в волне p 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:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
| **ПК-16**  готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретиро-вать полученные результаты, составлять и защищать отчеты. | | |
| Знать | * основные опасности при горении и взрыве; * свойства и характеристики энергетических материалов; * характер воздействия процессов горения и взрыва на человека и окружающую среду. | **Варианты тестов для зачета Вариант 1**  1. Горение это …  A) …очень быстрое выделение большого количества энергии и большого объема газов.  Б) …сложное, быстро протекающее химическое превращение, сопровождающееся выделением значи- тельного количества тепла и ярким свечением (пламенем).  В) …процесс весьма быстрого физического или химического превращения системы, сопровождаю- щийся переходом ее потенциальной энергии в механическую работу.  2. С повышением температуры скорость химических реакций…  A) …уменьшается. Б) …увеличивается. В) …не изменяется.  Г) …сначала уменьшается, а затем остается постоянной.  3. Что является самым распространенным горючим материалом в условиях пожара?  A) Кирпич. Б) Древесина.  В) Пластмассы. Г) Металлы.  4. Нижним температурным пределом воспламенения (НТПВ) называется…  A) …температура жидкости, при которой над поверхностью создается концентрация насыщенного па- ра, равная нижнему концентрационному пределу воспламенения.  Б) … температура жидкости, при которой над поверхностью создается концентрация насыщенного па- ра, равная верхнему концентрационному пределу воспламенения.  В) …минимальная температура жидкости, при которой раз подожженная смесь продолжает гореть по- сле удаления источника воспламенения.  Г) …минимальная температура, при которой наступает самовоспламенение жидкости.  5. С повышением температуры область воспламенения газовых смесей…  A) …расширяется. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | Б) …сужается.  В) …не изменяется.  6. 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.  7. 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.  8. Какие из перечисленных веществ могут служить в качестве флегматизатора?  A) Вазелин, парафин. Б) Мел, сода.  В) Гексоген, нитроглицерин.  Г) Хлорид натрия, хлорид калия.  9. Что из перечисленного является бризантным взрывчатым веществом?  A) Азид свинца, гремучая ртуть. Б) Тротил, динамит.  В) Дымный и бездымный порох. Г) Уголь.  10. Ударные волны характеризуются резким скачком… А) …давления.  Б) …плотности. В) …температуры. Г) …А, Б, В.  **Вариант 2**  1. Основу горения составляют…  A) …экзотермические окислительно-восстановительные реакции. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | Б) …эндотермические реакции разложения. В) …реакции обмена.  Г) …реакции полимеризации.   1. При каком соотношении ф и  х горение называется диффузионным, где ф - время, необходи- мое для возникновения физического контакта между горючим веществом и кислородом воздуха, х - время, затрачиваемое для протекания самой химической реакции.   A) ф  х .  Б) ф  х В) ф = х . Г) при любом.   1. Какова единица измерения нижнего концентрационного предела воспламенения аэровзвеси?   A) г/м3 или мг/л. Б) %.  В) С.  Г) м.  4. Температурой воспламенения жидкости называется…  A) …температура жидкости, при которой над поверхностью создается концентрация насыщенного па- ра, равная нижнему концентрационному пределу воспламенения.  Б) … температура жидкости, при которой над поверхностью создается концентрация насыщенного па- ра, равная верхнему концентрационному пределу воспламенения.  В) …минимальная температура жидкости, при которой раз подожженная смесь продолжает гореть по- сле удаления источника воспламенения.  Г) …наименьшая температура, при которой наступает самовоспламенение жидкости.  5. Укажите вещества, самовозгорающиеся под действием воздуха.  A) Негашеная известь. Б) Щелочные металлы. В) Сульфиды железа. Г) Калиевая селитра.  6. К какому типу относится взрыв, возникающий при смешивании горячей и холодной жидкостей, ко- гда температура одной из них значительно превышает температуру кипения другой (например при вы- ливании расплавленного металла в воду)? |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | A) Физический взрыв за счет тепловой энергии. Б) Химический взрыв.  В) Физический взрыв за счет кинетической энергии. Г) Ядерный взрыв.  7. Что из перечисленного является примером физического взрыва за счет электрической энергии?  A) Большинство землетрясений.  Б) Взрыв баллона со сжатым газом.  В) Взрыв при падении крупного метеорита.  Г) Взрыв конденсированного взрывчатого вещества. Д). Молнии.  8. Какие из перечисленных веществ могут служить в качестве сенсибилизатора?  A) Вазелин, парафин. Б) Мел, сода.  В) Гексоген, нитроглицерин.  Г) Хлорид натрия, хлорид калия.  9. Что из перечисленного является инициирующим взрывчатым веществом?  A) Тротил, динамит.  Б) Азид свинца, гремучая ртуть. В) Дымный и бездымный порох. Г) Уголь.  10. Ударная волна состоит из… А) …фазы сжатия.  Б) …фазы разряжения. В) …А, Б.  Г) …ни А, ни Б.  **Вариант 3**  1. Тепловой эффект реакции горения выражается в…  A) …киловаттах (кВт).  Б) …ньютонах (Н).  В) …килоджоулях (кДж) или килокалориях (ккал).  Г) …мегапаскалях (МПа) или килограмм-силах на сантиметр квадратный (кгс/см2).  2. При каком соотношении ф и  х горение называется кинетическим, где ф - время, необходимое  для возникновения физического контакта между горючим веществом и кислородом воздуха, х - вре- |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | мя, затрачиваемое для протекания самой химической реакции. A) ф  х .  Б) ф  х В) ф = х . Г) при любом.  3. С увеличением мощности источника зажигания нижний концентрационный предел воспламенения  аэровзвеси …  A) …снижается и взрывчатость пыли увеличивается. Б) …повышается и взрывчатость пыли уменьшается. В) …сначала снижается, а затем повышается.  Г) …повышается и достигнув максимума остается постоянным.  4. Какое из приведенных утверждений верно?  A) Температура в зоне паров значительно ниже, чем в зоне горения. Б) Температура в зоне паров значительно выше, чем в зоне горения. В) Температура пламени одинакова во всех его точках.  Г) Температура пламени максимальна у поверхности горящей жидкости.  5. Укажите вещества, самовозгорающиеся под действием воды.  A) Сульфиды железа. Б) Щелочные металлы. В) Скипидар.  Г) Калиевая селитра.  6. Что из перечисленного является примером физического взрыва за счет энергии упругого сжатия?  A) Большинство землетрясений.  Б) Взрыв баллона со сжатым газом.  В) Взрыв при падении крупного метеорита.  Г) Взрыв конденсированного взрывчатого вещества.  7. Как называются вещества снижающие чувствительность взрывчатых веществ к начальному импуль- су?  A) Флегматизаторы. Б) Сенсибилизаторы. В) Стабилизаторы.  Г) Пламегасители. Д) Окислители. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | 8. Какой тип взрывчатых веществ применяется в горной промышленности для дробления горных по- род?  A) Инициирующие взрывчатые вещества. Б) Бризантные взрывчатые вещества.  В) Метательные взрывчатые вещества. Г) Пиротехнические составы.  9. Детонация распространяется по заряду взрывчатого вещества путем…  A) …сжатия вещества ударной волной. Б) …излучения  В) …теплопроводности Г) …диффузии.  10. Ударные волны распространяются в… А) …воздухе.  Б) …воде.  В) …горной породе. Г) …любых средах.  **Вариант 4**  1. Тепловой эффект химической реакции равен…  A) …сумме теплот образования продуктов реакции за вычетом суммы теплот образования исходных веществ.  Б) …сумме теплот образования исходных веществ за вычетом суммы теплот образования продуктов реакции.  2. Количественная теория теплового самовоспламенения была разработана в 1928 г …  A) …Ле Шателье. Б) …Вант-Гоффом. В) …Аррениусом  Г) …Н.Н. Семеновым.  3. С увеличением дисперсности нижний концентрационный предел воспламенения аэровзвеси …  A) …понижается.  Б) …повышается.  В) …сначала повышается, а затем остается постоянным. Г) …не изменяется.  4. Диапазон концентраций газов или пара в воздухе между нижним и верхним концентрационными пределами воспламенения называется… |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | A) …областью безопасных концентраций.  Б) …областью пожароопасных концентраций. В) …областью воспламенения.  5. О способности к самовозгоранию масел и жиров судят по…  A) …йодному числу.  Б) …кислородному балансу. В) …числу Рейнольдса.  Г) …числу Маха.  6. 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.  7. Как называются вещества повышающие чувствительность взрывчатых веществ к начальному им- пульсу?  A) Флегматизаторы. Б) Сенсибилизаторы. В) Стабилизаторы. Г) Пламегасители. Д) Окислители.  8. 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.  9. Скорость детонации составляет…  A) …несколько сантиметров в секунду. Б) …несколько метров в секунду.  В) …десятки метров в секунду.  Г) …несколько километров в секунду.  10. Передний фронт ударной волны распространяется со скоростью… А) …света.  Б) …звука.  В) …большей скорости света. Г) …большей скорости звука. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
| Уметь | * решать теоретические задачи по горению и взрыву, используя основные законы механики и термодинамики сплошных сред; * идентифицировать основные опасности при горении и взрыве; * прогнозировать развитие негативной ситуа- ции в среде обитания. | **Контрольные задачи к практическим работам.**  **Практическая работа №1 «Составление реакций горения и расчет теплоты сгорания»**   1. Составьте уравнения реакции горения гексана ( С6 H14 ) 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* (*м3*). 2. Составьте уравнения реакции горения циклогексана ( С6 H12 ) а) при полном сгорании; б) при не- полном сгорании с образованием угарного газа ( CO ) и воды; в) при неполном сгорании с образовани- ем сажи ( C ) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сго- рания 1 *кг* (*м3*). 3. Составьте уравнения реакции горения бутилена ( С4 H8 ) 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* (*м3*). 4. Составьте уравнения реакции горения октана ( С8 H18 ) 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* (*м3*). 5. Составьте уравнения реакции горения пентана ( С5 H12 ) 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* (*м3*). 6. Составьте уравнения реакции горения циклобутана ( С4 H8 ) а) при полном сгорании; б) при непол- ном 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 сгора- ния 1 *кг* (*м3*). 7. Составьте уравнения реакции горения пропена (пропилен С3 H 6 ) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа ( CO ) и воды; в) при неполном сгорании с образова- |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | нием сажи ( C ) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 *кг* (*м3*).   1. Составьте уравнения реакции горения гептана ( С7 H16 ) 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* (*м3*). 2. Составьте уравнения реакции горения циклопентана ( С5 H10 ) а) при полном сгорании; б) при не- полном сгорании с образованием угарного газа ( CO ) и воды; в) при неполном сгорании с образовани- ем сажи ( C ) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сго- рания 1 *кг* (*м3*). 3. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: эти- на (ацетилена С2 H2 ); бензола ( С6 H6 ). 4. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: то- луола ( С7 H8 ); диметилкетона (ацетон C3 H6 O ). 5. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: ме- танола (метиловый спирт СH3 OH ); аммиака ( NH3 ). 6. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: эта- нола (этиловый спирт С2 H5 OH ); пиридина ( С5 H5 N ).   14.. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: пропанола (пропиловый спирт С3 H7 OH ); окиси углерода ( СO ).   1. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: бу- танола (бутиловый спирт С4 H9 OH ); сероуглерода ( СS2 ). 2. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: пен- танола (амиловый спирт С5 H11OH ); хлорметана ( CH3 Cl ). 3. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: эта- новой кислоты (уксусной кислоты С2 H4 O2 ); сероводорода ( H2S ). 4. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: ме-   тановой кислоты (муравьиная СH2O2 ); сероокиси углерода ( COS ). |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | 1. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этилнитрита ( С2 H5 NO2 ); хлорэтана ( C2 H5 Cl ). 2. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: бу- тана ( С4 H10 ); этена (этилен С2 H 4 ).   **Практическая работа №2 «Определение расхода воздуха при горении»**   1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг хлорэтана ( C2 H5 Cl ). 2. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная   СH2O2 ).   1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 сероокиси углерода ( COS ). 2. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 сероводорода ( H S ).   2   1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 окиси углерода ( СO ). 2. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 аммиака ( NH 3 ). 3. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 метанола (метиловый спирт СH3 OH ). 4. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 сероводорода ( H S ).   2   1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг толуола ( С7 H8 ). 2. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 этина (ацетилена С2 H2 ). 3. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг диметилкетона (ацетон C3 H6 O ). 4. 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.   1. 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.   1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 5 кг торфа состава (в %): углерод - 55%,   водород 6%, кислород 35%, азот 2%, сера 2% на горючую массу.   1. 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. 2. Определить объем воздуха при 10 *°С* и давлении 730 *мм рт. ст.*, необходимый для сгорания 1 м3 смеси газов, содержащего (в %): СН4 - 71,5; С2Н6 – 11,2; С3Н8 - 4; СО2 - 7,3; Н2S – 10,0. 3. Определить объем воздуха при 20 *°С* и давлении 720 *мм рт. ст.*, необходимый для сгорания 1 м3 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | смеси газов, содержащего (в %): СН4 - 50; С2Н6 – 15; С2Н4 - 10; СО2 - 10; Н2S – 15.   1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг хлорэтана ( C2 H5 Cl ). 2. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная   СH2O2 ).   1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м3 сероокиси углерода ( COS ).   **Практическая работа №3 «Расчет количества и объема продуктов сгорания»**   1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м3 сероводорода ( H S )   2   1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м3 аммиака ( NH 3 ). 2. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м3 этина (ацетилена С2 H2 ). 3. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м3 этена (этилен С2 H 4 ). 4. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м3 метанола (метиловый спирт СH3 OH ). 5. Определить объем продуктов сгорания 1 м3 сероокиси углерода ( COS ). 6. Определить объем продуктов сгорания 1 м3 окиси углерода ( СO ). 7. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг толуола ( С7 H8 ). 8. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг диметилкетона (ацетон C3 H6 O ). 9. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг хлорэтана ( C2 H5 Cl ). 10. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная СH2O2 ). 11. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг октана ( С8 H18 ). 12. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг пентана ( С5 H12 ). 13. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг гептана ( С7 H16 ). 14. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг бензола ( С6 H6 ). 15. Определить объем продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 50%, водород - 6,5%, ки- слород - 40%, азот - 3%, сера 0,5% на горючую массу. 16. 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.   1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 55%, водород |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | 6%, кислород 35%, азот 2%, сера 2% на горючую массу.   1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м3 доменного газа следующего состава (в %):   СО2 — 6,5; СО — 26,5; СН4 — 4,3; Н2 — 2,2; N2 — 60,5.   1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м3 доменного газа следующего состава (в %):   СО2 — 21; СО — 20; СН4 — 0,5; Н2 — 4; N2 — 54,5.  **Практическая работа №4 «Определение колориметрической, теоретической и действительной температуры сгорания»**   1. Определить калориметрическую температуру горения метанола (метиловый спирт СH3 OH ). 2. Определить калориметрическую температуру горения этанола (этиловый спирт С2 H5 OH ). 3. Определить калориметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт С3 H7OH ). 4. Определить калориметрическую температуру горения бутанола (бутиловый спирт С4 H9 OH ). 5. Определить калориметрическую температуру горения пентанола (амиловый спирт С5 H11OH ). 6. Определить калориметрическую температуру горения метановой кислоты (муравьиная СH2O2 ). 7. Определить калориметрическую температуру горения этановой кислоты (уксусной кислоты   С2 H4 O2 ).   1. Определить калориметрическую температуру горения этиленгликоля ( С2 H6 O2 ).   Определить калориметрическую температуру горения бутановой кислоты (масляной кислоты  С4 H8O2 ).   1. Определить калориметрическую температуру горения толуола ( С7 H8 ). 2. Определить калориметрическую температуру горения диметилкетона (ацетон C3 H6 O ). 3. Определить калориметрическую температуру горения октана ( С8 H18 ). 4. Определить калориметрическую температуру горения гептана ( С7 H16 ). 5. Определить калориметрическую температуру горения бензола ( С6 H6 ). 6. Определить калориметрическую температуру горения метанола (метиловый спирт СH3 OH ). 7. Определить калориметрическую температуру горения этанола (этиловый спирт С2 H5 OH ). |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | 1. Определить калориметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт С3 H7OH ). 2. Определить калориметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт С4 H9 OH ). 3. Определить калориметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт С5 H11OH ). 4. Определить калориметрическую температуру горения метановой кислоты (муравьиная СH2O2 ). 5. Определить калориметрическую температуру горения этановой кислоты (уксусной кислоты   С2 H4 O2 ).  **Практическая работа №5 «Расчет кислородного баланса взрывчатых веществ»**   1. Определить кислородный баланс нитроглицерина C3H5(ОNO2)3. 2. Определить кислородный баланс нитроклетчатки (коллодионной) C2C4H31N9O38. 3. Определить кислородный баланс пироксилина C24H2C9N11O42. 4. Определить кислородный баланс октоген C4H8N8O8. 5. Определить кислородный баланс парафина (твердый) C24H50. 6. Определить кислородный баланс пикриновой кислоты C6H2(NO2)3OH. 7. Определить кислородный баланс тэна C5H8(ОNO2)4. 8. Определить кислородный баланс тетрила C6H2(NO2)4NCH3. 9. Определить кислородный баланс тетранитрометана C(NO2)4. 10. Определить кислородный баланс гексогена C3H6N6O6.   **Практическая работа №6 «Составление реакций взрыва, определение теплоты и объема газов взрыва»**   1. Составить реакцию взрыва гексогена C3H6N6O6, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования гексогена Hобр=+71,6 кДж/моль. 2. Составить реакцию взрыва тэна C5H8(ONO2)4, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тэна Hобр=-531,6 кДж/моль. 3. Составить реакцию взрыва тетрила C7H5N5O8, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тетрила Hобр=+19,7 кДж/моль. 4. Составить реакцию взрыва динитронафталина C10H6(NO2)2, определить теплоту и объем газов взры- ва. Теплота образования динитронафталина Hобр=-395 кДж/моль. 5. Составить реакцию взрыва тринитрофенетола C8H7N3O7, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тринитрофенетола Hобр=-213,5 кДж/моль. 6. Составить реакцию взрыва тринитрорезорцина C6H3N3O8, определить теплоту и объем газов взрыва. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | Теплота образования тринитрорезорцина Hобр=-444,1 кДж/моль.   1. Составить реакцию взрыва C4N6O6, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования   Hобр=+637,1 кДж/моль.   1. Составить реакцию взрыва C4N6O7, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования   Hобр=+307,4 кДж/моль.   1. Составить реакцию взрыва C6H4N8O11, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образова- ния Hобр=+348,6 кДж/моль. 2. Составить реакцию взрыва C3H2N4O7, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образова- ния Hобр=+203,7 кДж/моль.   **Практическая работа №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 - C4H6N6O8. 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 - (CH2)2N3H2(NO2)C=NO2. Теплота образования +68,2 кДж/моль. 3. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва тетранитротет- раазабициклононанона, (TNABN, К-56). Химическая формула - C5H6N8O9. Теплота образования +70,3 кДж/моль. 4. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аммониевой соли 2,4,5-тринитроимидазола. Химическая формула - С3H4N6O6. Теплота образования –86.02 кДж/моль. 5. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминонитро- бензодифуроксана Химическая формула - C6H2N6O6. Теплота образования аминонитробензодифурок- сана Hобр=+357,0 кДж/моль. 6. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва диаминоди- нитробензофуроксана. Химическая формула - C6H4N6O6. Теплота образования диаминодинитробензо- фуроксана Hобр=+83,6 кДж/моль. 7. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва нитробензоди- фуроксана. Химическая формула - C6HN5O6. Теплота образования нитробензодифуроксана   Hобр=+383,0 кДж/моль.   1. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминонитро- бензофуроксана. Химическая формула - C6H4N4O4. Теплота образования аминонитробензофуроксана |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства | | | | | | |
|  |  | Hобр=+175,1 кДж/моль.   1. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминотринит- робензофуроксана. Химическая формула - C6H2N6O8. Теплота образования +104,5 кДж/моль. 2. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва Химическая формула - C8H2N6O10. Теплота образования +233,1 кДж/моль.   **Практическая работа №8 «Расчет параметров ударной волны.**  **Исследование ударной адиабаты»**  **Типовая задача 8.1.** 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. Результаты вычислений представить в виде таблицы. Построить график в координатах p–. **Типовая задача 8.2.** 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). **Задание 1.** Решите типовые задачи, используя следующие исходные данные: 0=(1,20+N/100) г/дм3, Т0=(240+10N) К, где N – ваш порядковый номер в журнале.  **Задание 2.** Построить в координатах p– ударную адиабату для воздуха (p1 = p0 … 50p0, 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 | | | |  |
| p0, МПа | 0, кг/м3 | T0, К | 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 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства | | | | | | |
|  |  |  | 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 p0=1 атм, 0=1,25 г/дм3, Т0=300 К, k=1,4 если 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 p0=1 атм, 0=1,28 г/дм3, Т0=273 К, k=1,4 если D=(500+100N) м/с; где N – ваш порядковый номер в журнале.  **Практическая работа №9 «Разрушающее действие взрыва»**  **Типовая задача 9.1.** Определить тротиловый эквивалент накладного заряда ВВ, если после взрыва обнаружено разрушение остекления в радиусе 220 *м* от места взрыва. Стекло размером 23 *м*, толщи- ной h=5 *мм*.  **Типовая задача 9.2.** Масса накладного заряда аммонита 6ЖВ М=1 *т*. Определить радиусы зон разру- шения при взрыве данного заряда.  **Типовая задача 9.3.** Масса накладного заряда аммонита 6ЖВ М=1 *кг*. Определить радиусы зон опас- ных для человека.  **Типовая задача 9.4.** Построить зависимость вероятности повреждения барабанных перепонок челове-  ка W от избыточного давления в волне p на интервале от 35 до 300 *кПа*. | | | | | | |
| Владеть | * понятийно-терминологическим аппаратом теории горения и взрыва; * основными методами исследования в области теории горения и взрыва, практическими уме- ниями и навыками их использования; * способами совершенствования профессио- нальных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды. | **Вопросы для промежуточной проверки знаний студентов**  **Вопросы для проведения контрольной работы №1 «Основы теории горения».**   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. 10. В чем заключается тепловое самоускорение реакций? 11. В чем заключается автокаталитическое ускорение реакций? 12. В чем заключается цепное самоускорение реакций. 13. Самовоспламенение и зажигание. | | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | 1. Скорости реакции при кинетическом и диффузионном горении. 2. Ламинарное и турбулентное диффузионное пламя. 3. Температура пламени в зоне паров и зоне горения. 4. Перечислите факторы, влияющие на скорость горения. 5. Процесс воспламенения. 6. Связь между самовоспламенением и самовозгоранием. 7. Перечислите вещества, самовозгорающиеся под действием воздуха, воды, окислителей. 8. Горение смесей газов и паров с воздухом. 9. Дайте определение концентрационных пределов воспламенения газовых смесей. 10. Как определяется температура и давление при горении газовых смесей. 11. Горение жидкостей. Испарение. 12. Какой пар называется насыщенным? 13. Дайте определение температурных пределов воспламенения, температуры вспышки. 14. Как происходит теплообмен в процессе горения жидкостей? 15. Распределение температуры в горящей жидкости. 16. Горение смесей пыли с воздухом. 17. Свойства пыли. Пределы воспламенения аэровзвесей. 18. Приведите классификацию пыли по пожарной опасности. 19. Горение твердых веществ. 20. Состав и свойства твердых горючих веществ. 21. Горение древесины, металлов, пластмасс.   **Вопросы для проведения контрольной работы №2 «Основы теории взрыва»**   1. Приведите определение понятия «взрыв». 2. Назовите энергоносители взрыва: физического, химического и ядерного. 3. Приведите классификацию взрывчатых процессов. 4. Взрывчатые химические соединения и смеси. 5. Приведите классификацию взрывов по плотности вещества, по типам химических реакций. 6. Что такое «детонация», «детонационная волна»? 7. Перечислите виды начального импульса и механизм возбуждения детонационных процессов. 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. 11. Назовите основные свойства ударных волн и механизм их возникновения. 12. Термодинамические параметры среды до и после скачка на фронте ударной волны. |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства | | | | |
|  |  | 1. Как изменяется давления в ударной волне во времени? Диссипация энергии в ударных волнах. 2. В чем заключается акустическая теория ударных волн? 3. Законы формирования и распространения ударных воздушных волн при взрыве промышленных зарядов ВВ на дневной поверхности и в подземных выработках. 4. Ударные волны в воде. 16.Ударные волны в грунте. 5. Общие положения о работе взрыва. 6. Экспериментальные методы определения общей работы взрыва. 7. Оценка импульса местного действия взрыва. Длительность импульса. 8. Кумулятивное действие взрыва. | | | | |
| **Задания для контрольной работы №2 по разделу «Основы теории взрыва»** | | | | |
| **Вариант 1. Вариант 2.**  Рассчитать теплоту взрыва, температуру Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитрофенола взрыва и объем газов тринитротолуола C6H3N3O7(*тв*). Нобр=-237,9 кДж/моль. C7H5N3O6(*тв*). Нобр=-73,5 кДж/моль. | | | | |
| **Вариант 3. Вариант 4.**  Рассчитать теплоту взрыва, температуру Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов динитробензола взрыва и объем газов тринитробензола C6H4N2O4(*тв*). Нобр=-27,2 кДж/моль. C6H3N3O6(*тв*). Нобр=-37,7 кДж/моль. | | | | |
| **Вариант 5. Вариант 6.**  Рассчитать теплоту взрыва, температуру Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитроксилола взрыва и объем газов динитронафталина C8H7N3O6(*тв*). Нобр=-109,6 кДж/моль. C10H6N2O4(*тв*). Нобр=+15,2 кДж/моль. | | | | |
| **Вариант 7. Вариант 8.**  Рассчитать теплоту взрыва, температуру Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитрометана взрыва и объем газов тринитрометана CH3NO2(*тв*). Нобр=-113,1 кДж/моль. CHN3O9(*тв*). Нобр=-80,0 к Дж/моль. | | | | |
|  | **Вариант 9.**  Рассчитать теплоту взрыва, температуру |  | **Вариант 10.**  Рассчитать теплоту взрыва, температуру |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства | | | | |
|  |  |  | взрыва и объем газов тетрила  C7H5N5O8(*тв*). Нобр=+19,7 кДж/моль. |  | взрыва и объем газов гексогена  C3H6N6O6(*тв*). Нобр=+71,6 кДж/моль. |  |
|  | **Вариант 11.**  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов октогена C4H8N8O8 (*тв*). Нобр=+75,1 кДж/моль. |  | **Вариант 12.**  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитрогуанидина CH4N4O2(*тв*). Нобр=-98,8 кДж/моль. |  |
|  | **Вариант 13.**  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов дины C4H8N4O8(*тв*).  Нобр=-319,5 кДж/моль. |  | **Вариант 14.**  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитроглицерина C3H5N3O9(*ж*). Нобр=-365 кДж/моль. |  |
|  | **Вариант 15.**  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитрогликоля C2H4N2O6(*ж*). Нобр=-244 кДж/моль. |  | **Вариант 16.**  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов динитрогликоля C2H6N2O6(*тв*). Нобр=-233 кДж/моль. |  |
|  | **Вариант 17.**  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тэна C5H8N4O12(*тв*).  Нобр=-541,65 кДж/моль. |  | **Вариант 18.**  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов гексила C12H5N7O12(*тв*).  Нобр=+41,43 кДж/моль. |  |

**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 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. Девисилов, В.А. Теория горения и взрыва [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.А. Девиси- лов, Т.И. Дроздова, С.С. Тимофеева; под ред. В.А. Девисилова. – М.: ФОРУМ, 2012. – 352 с. ISBN 978-5-91134-555-6.
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. 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)
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. Пожарная безопасность [Текст]: сборник нормативных документов – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2007. – 496 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_id=38571.](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38571)

* Заглавие с экрана ISBN 978-5-93196-710-3.

1. Корольченко, А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения [Текст]: справочник в 2-х частях. Часть 1 / А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Ассоц. "Пожнаука", 2004. – 713 с. ISBN 5-901283-02-3.
2. Корольченко, А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения [Текст]: справочник в 2-х частях. Часть 2 / А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Ассоц. "Пожнаука", 2004. – 774 с. ISBN 5-901283-02-3.
3. 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.
4. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность [Текст]: справочное издание / А.Н. Баратов, Е.Н. Иванов, А.Я. Корольченко и др.; под ред. А.Н. Баратова – М.: Химия, 1987. – 272 с.
5. Основы практической теории горения [Текст]: учебное пособие для вузов / В.В. Поме- ранцев, К.М. Арефьев, Д.Б. Ахмедов и др.; под ред. В.В. Померанцева – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 312 с.: ил.
6. Кумагаи, С. Горение [Текст] / С. Кумагаи, пер. с японского. – М.: Химия, 1980. – 256 с.: ил.
7. Демидов, П.Г. Горение и свойства горючих веществ [Текст] / П.Г. Демидов, В.А. Шанды- ба, П.П. Щеглов. – М.: Химия, 1973 – 248 с.
8. Бесчастнов, М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / М.В. Бесчастнов.

– М.: Химия, 1991. – 432 с. ISBN 5-7245-0820-6.

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.

1. 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.
2. 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.
3. Андреев, К.К. Теория взрывчатых веществ [Текст]: учеб. для вузов / К.К. Андреев, А.Ф. Беляев. – М.: Оборонгиз, 1960. – 595 с.
4. Баум, Ф.А. Физика взрыва [Текст] / Ф.А. Баум, К.П. Станюкович, Б.И. Шехтер. – М.: Го- сударственное издательство физико-математической литературы, 1959. – 800 с.
5. 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).

# в) Методические указания:

1. 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.
2. Симонов, П.С. Теория горения и взрыва [Текст]: методические указания к выполнению практических работ и пакет индивидуальных заданий для студентов заочной формы обуче- ния / П.С. Симонов – Магнитогорск: ГОУ ВПО "МГТУ им. Г.И. Носова", 2005. – 39 с.
3. Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: методические указания по выполнению контрольных заданий / П.С. Симонов. – Магнитогорск: МГТУ, 2009. – 20 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 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
| 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/)

# 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. |