

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

«19 сентября 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория горения и взрыва

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (специализация) программы
Открытые горные работы

Уровень высшего образования – специалитет

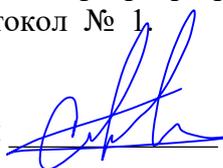
Форма обучения
Заочная

Институт Горного дела и транспорта
Кафедра Разработки месторождений полезных ископаемых
Курс 5

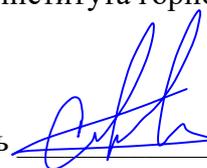
Магнитогорск
2017 г.

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры разработки месторождений полезных ископаемых «02» сентября 2017 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / С.Е. Гавришев /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института горного дела и транспорта «19» сентября 2017 г., протокол № 1.

Председатель  / С.Е. Гавришев /

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

 / П.С. Симонов /

Рецензент:
ект»

заведующий лаборатории ООО «УралГеоПро-

 / А.А. Зубков /

1 Цели освоения 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 высвобождение энергии.

Задачи изучения дисциплины:

- познакомить студентов с основными зависимостями теории горения, ударных волн и детонации, 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.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

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

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

«Математика» – алгебра, анализ;

«Физика» – механика, молекулярная физика и термодинамика;

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

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

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

В результате освоения дисциплины «Теория горения и взрыва» обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
|--|---|
| ПК-16 готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать 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, практическими умениями и навыками их использования; - способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды. |

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетных единицы, 36 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 4,7 акад. часов:
 - аудиторная – 4 акад. часов;
 - внеаудиторная – 0,7 акад. часов
- самостоятельная работа – 27,4 акад. часов;
- подготовка к зачету – 3,9 акад. часа.

| Раздел / тема дисциплины | Курс | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (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 горения. Понятие о горении. Теплота сгорания. Кинетика химических реакций. Воспламенение. Превращение горючих веществ при нагревании. Диффузионное и кинетическое горение. Расход воздуха при горении. Продукты сгорания. Дым. Температура горения. | 5 | 0,5 | | | 3,4 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение индивидуальных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины. | Контрольная работа. Тестирование. | ПК-16 |
| 2. Теории горения: тепловая, цепная, диффузионная. Тепловое самоускорение реакций. Автокаталитическое ускорение реакций. Цепное самоускорение реакций. Самовоспламенение и зажигание. | 5 | 0,5 | | | 3,4 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение индивидуальных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины. | Контрольная работа. Тестирование. | ПК-16 |

| Раздел / тема дисциплины | Курс | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|---|------|--|------------------|------------------|--|---|---|---------------------------------------|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| <p>3. Виды пламени и скорости его распространения. Скорости реакции при кинетическом и диффузионном горении. Ламинарное и турбулентное диффузионное пламя. Температура пламени в зоне паров и зоне горения. Факторы, влияющие на скорость горения.</p> | 5 | 0,5 | | | 3,4 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение индивидуальных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины. | Контрольная работа. Тестирование. | ПК-16 |
| <p>4. Условия возникновения и развития процессов горения. Процесс воспламенения. Связь между самовоспламенением и самовозгоранием. Вещества, самовозгорающиеся под действием воздуха, воды, окислителей. Горение смесей газов и паров с воздухом. Концентрационные пределы воспламенения газовых смесей. Температура и давление при горении газовых смесей. Горение жидкостей. Испарение. Насыщенный пар. Температурные пределы воспламенения. Температура вспышки. Теплообмен в процессе горения жидкостей. Распределение температуры в горящей жидкости. Горение смесей пыли с воздухом. Свойства пыли. Пределы воспламенения аэрозвесей. Классификация пыли по их пожарной опасности. Горение твердых веществ. Состав и свойства твердых горючих веществ. Горение древесины, металлов, пластмасс.</p> | 5 | 0,5 | | | 3,4 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение индивидуальных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины. | Контрольная работа. Тестирование. | ПК-16 |

| Раздел / тема дисциплины | Курс | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|---|------|--|------------------|------------------|--|--|---|---------------------------------------|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| <p>5. Основы теории взрыва. Явление взрыва. Типы взрывов: физические, химические и ядерные. Классификация взрывчатых процессов. Взрывчатые химические соединения и смеси. Классификация взрывов по плотности вещества, по типам химических реакций. Основы теории детонационной волны. Начальный импульс и механизм возбуждения детонационных процессов. Критические условия распространения детонации; идеальный и неидеальный режимы детонации.</p> | 5 | 0,5 | | | 3,4 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение индивидуальных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины. | Контрольная работа. Тестирование. | ПК-16 |
| <p>6. Энергия и мощность взрыва. Расчет теплоты, температуры и давления взрыва. Формы работы и баланс энергии при взрыве.</p> | 5 | 0,5 | | | 3,4 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение индивидуальных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины. | Контрольная работа. Тестирование. | ПК-16 |

| Раздел / тема дисциплины | Курс | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (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 параметры среды до и после скачка на фронте ударной волны. Изменение давления в ударной волне во времени. Диссипация энергии в ударных волнах. Акустическая теория ударных волн. Законы формирования и распространения ударных воздушных волн при взрыве промышленных зарядов ВВ на дневной поверхности и в подземных выработках. Ударные волны в воде. Ударные волны в грунте. | 5 | 0,5 | | | 3,4 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение индивидуальных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины. | Контрольная работа. Тестирование. | ПК-16 |
| 8. Разрушающее действие взрыва. Общие положения о работе взрыва. Экспериментальные методы определения общей работы взрыва. Оценка импульса местного действия взрыва. Длительность импульса. Кумулятивное действие взрыва. | 5 | 0,5 | | | 3,6 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение индивидуальных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины. | Контрольная работа. Тестирование. | ПК-16 |
| Итого по курсу | | 4 | | | 27,4 | | Зачет | |

5 Образовательные и информационные технологии

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

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

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

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

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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 проработкой материала и выполнения реферата с консультациями у преподавателя.

Контрольные задачи для индивидуальных заданий.

1. «Составление реакций горения и расчет теплоты сгорания»

1. Составьте уравнения реакции горения гексана (C_6H_{14}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (m^3).

2. Составьте уравнения реакции горения циклогексана (C_6H_{12}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (m^3).

3. Составьте уравнения реакции горения бутилена (C_4H_8) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (m^3).

4. Составьте уравнения реакции горения октана (C_8H_{18}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (m^3).

5. Составьте уравнения реакции горения пентана (C_5H_{12}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (m^3).

6. Составьте уравнения реакции горения циклобутана (C_4H_8) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (m^3).

7. Составьте уравнения реакции горения пропена (пропилен C_3H_6) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сго-

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

8. Составьте уравнения реакции горения гептана (C_7H_{16}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (СО) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (С) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3).

9. Составьте уравнения реакции горения циклопентана (C_5H_{10}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (СО) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (С) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3).

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

11. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: толуола (C_7H_8); диметилкетона (ацетон C_3H_6O).

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

13. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этанола (этиловый спирт C_2H_5OH); пиридина (C_5H_5N).

14. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: пропанола (пропиловый спирт C_3H_7OH); окиси углерода (СО).

15. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: бутанола (бутиловый спирт C_4H_9OH); сероуглерода (CS_2).

16. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: пентанола (амиловый спирт $C_5H_{11}OH$); хлорметана (CH_3Cl).

17. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этановой кислоты (уксусной кислоты $C_2H_4O_2$); сероводорода (H_2S).

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

19. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этилнитрита ($C_2H_5NO_2$); хлорэтана (C_2H_5Cl).

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

2. «Определение расхода воздуха при горении»

1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг хлорэтана (C_2H_5Cl).

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

3. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 M^3 сероокиси углерода (СОS).

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

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

6. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 M^3 аммиака (NH_3).

7. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 M^3 метанола (метилловый спирт CH_3OH).

8. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 M^3 сероводорода (H_2S).

9. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг толуола (C_7H_8).

10. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 M^3 этина (ацетилен C_2H_2).

11. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг диметилкетона (ацетон C_3H_6O).
12. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 10 кг торфа состава (в %): углерод - 50%, водород - 6,5%, кислород - 40%, азот - 3%, сера 0,5% на горючую массу.
13. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 20 кг торфа состава (в %): углерод - 60%, водород 5%, кислород 30%, азот 2,5%, сера 2,5% на горючую массу.
14. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 5 кг торфа состава (в %): углерод - 55%, водород 6%, кислород 35%, азот 2%, сера 2% на горючую массу.
15. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 10 кг антрацита состава (в %): углерод - 91%, водород 2,2%, кислород 1,8%, азот 1,0%, сера 2,0%, зола - 2% на горючую массу.
16. Определить объем воздуха при 10 °C и давлении 730 мм рт. ст., необходимый для сгорания 1 м³ смеси газов, содержащего (в %): CH_4 - 71,5; C_2H_6 - 11,2; C_3H_8 - 4; CO_2 - 7,3; H_2S - 10,0.
17. Определить объем воздуха при 20 °C и давлении 720 мм рт. ст., необходимый для сгорания 1 м³ смеси газов, содержащего (в %): CH_4 - 50; C_2H_6 - 15; C_2H_4 - 10; CO_2 - 10; H_2S - 15.
18. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг хлорэтана (C_2H_5Cl).
19. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная CH_2O_2).
20. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ сероокиси углерода (COS).

3. «Расчет количества и объема продуктов сгорания»

1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ сероводорода (H_2S)
2. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ аммиака (NH_3).
3. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ этина (ацетилен C_2H_2).
4. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ этена (этилен C_2H_4).
5. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ метанола (метилловый спирт CH_3OH).
6. Определить объем продуктов сгорания 1 м³ сероокиси углерода (COS).
7. Определить объем продуктов сгорания 1 м³ окиси углерода (CO).
8. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг толуола (C_7H_8).
9. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг диметилкетона (ацетон C_3H_6O).
10. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг хлорэтана (C_2H_5Cl).
11. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная CH_2O_2).
12. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг октана (C_8H_{18}).
13. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг пентана (C_5H_{12}).
14. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг гептана (C_7H_{16}).
15. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг бензола (C_6H_6).
16. Определить объем продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 50%, водород - 6,5%, кислород - 40%, азот - 3%, сера 0,5% на горючую массу.
17. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 60%, водород 5%, кислород 30%, азот 2,5%, сера 2,5% на горючую массу.
18. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 55%, водород 6%, кислород 35%, азот 2%, сера 2% на горючую массу.
19. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ доменного газа следующего состава (в %): CO_2 — 6,5; CO — 26,5; CH_4 — 4,3; H_2 — 2,2; N_2 — 60,5.
20. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ доменного газа следующего состава

(в %): CO₂ — 21; CO — 20; CH₄ — 0,5; H₂ — 4; N₂ — 54,5.

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

1. Определить calorиметрическую температуру горения метанола (метиловый спирт CH₃OH).
 2. Определить calorиметрическую температуру горения этанола (этиловый спирт C₂H₅OH).
 3. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт C₃H₇OH).
 4. Определить calorиметрическую температуру горения бутанола (бутиловый спирт C₄H₉OH).
 5. Определить calorиметрическую температуру горения пентанола (амиловый спирт C₅H₁₁OH).
 6. Определить calorиметрическую температуру горения метановой кислоты (муравьиная CH₂O₂).
 7. Определить calorиметрическую температуру горения этановой кислоты (уксусной кислоты C₂H₄O₂).
 8. Определить calorиметрическую температуру горения этиленгликоля (C₂H₆O₂).
- Определить calorиметрическую температуру горения бутановой кислоты (масляной кислоты C₄H₈O₂).
9. Определить calorиметрическую температуру горения толуола (C₇H₈).
 10. Определить calorиметрическую температуру горения диметилкетона (ацетон C₃H₆O).
 11. Определить calorиметрическую температуру горения октана (C₈H₁₈).
 12. Определить calorиметрическую температуру горения гептана (C₇H₁₆).
 13. Определить calorиметрическую температуру горения бензола (C₆H₆).
 14. Определить calorиметрическую температуру горения метанола (метиловый спирт CH₃OH).
 15. Определить calorиметрическую температуру горения этанола (этиловый спирт C₂H₅OH).
 16. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт C₃H₇OH).
 17. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт C₄H₉OH).
 18. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт C₅H₁₁OH).
 19. Определить calorиметрическую температуру горения метановой кислоты (муравьиная CH₂O₂).
 20. Определить calorиметрическую температуру горения этановой кислоты (уксусной кислоты C₂H₄O₂).

5. «Расчет кислородного баланса взрывчатых веществ»

1. Определить кислородный баланс нитроглицерина C₃H₅(ONO₂)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 $C_6H_2(NO_2)_3OH$.
7. Определить кислородный баланс тэна $C_5H_8(ONO_2)_4$.
8. Определить кислородный баланс тетрила $C_6H_2(NO_2)_4NCH_3$.
9. Определить кислородный баланс тетранитрометана $C(NO_2)_4$.
10. Определить кислородный баланс гексогена $C_3H_6N_6O_6$.

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

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

7. «Определение температуры и давления газов при взрыве»

1. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва 1,3,5,5-тетранитрогексагидропиримидина (DNNC). Химическая формула - $C_4H_6N_6O_8$. Теплота образования $+53$ кДж/моль.
2. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва 2-нитроимино-5-нитро-гексагидро-1,3,5-триазин (NNHT). Химическая формула - $(CH_2)_2N_3H_2(NO_2)C=NO_2$. Теплота образования $+68,2$ кДж/моль.
3. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва тетранитротетразабициклононанона, (TNABN, K-56). Химическая формула - $C_5H_6N_8O_9$. Теплота образования $+70,3$ кДж/моль.
4. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аммониевой соли 2,4,5-тринитроимидазола. Химическая формула - $C_3H_4N_6O_6$. Теплота образования $-86,02$ кДж/моль.
5. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминитробензодифуроксана. Химическая формула - $C_6H_2N_6O_6$. Теплота образования аминитробензодифуроксана $\Delta H_{обр} = +357,0$ кДж/моль.
6. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва диаминодинитробензофуроксана. Химическая формула - $C_6H_4N_6O_6$. Теплота образования диаминодинитробензофуроксана $\Delta H_{обр} = +83,6$ кДж/моль.
7. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва нитробензодифуроксана. Химическая формула - $C_6HN_5O_6$. Теплота образования нитробензодифуроксана $\Delta H_{обр} = +383,0$ кДж/моль.
8. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва ами-

нонитробензофураксана. Химическая формула - $C_6H_4N_4O_4$. Теплота образования аминонитробензофураксана $\Delta H_{обр} = +175,1$ кДж/моль.

9. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминотринитробензофураксана. Химическая формула - $C_6H_2N_6O_8$. Теплота образования $+104,5$ кДж/моль.

10. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва Химическая формула - $C_8H_2N_6O_{10}$. Теплота образования $+233,1$ кДж/моль.

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

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

Типовая задача 8.2. Построить диаграмму $p_1/p_0-u_1/u_0$ для ударной адиабаты (адиабаты Гюгонио) и изоэнтропы (адиабаты Пуассона) при $k=1,4$ (такое значение k имеет воздух при умеренных сжатиях).

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

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

Таблица - Исходные данные для задания 2

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

Задание 3. Используя основные уравнения ударных волн определить параметры ударной волны при $p_0=1$ атм, $\rho_0=1,25$ г/дм³, $T_0=300$ К, $k=1,4$ если $p_1=(1+N/2)$ г/дм³; где N – ваш порядковый номер в журнале.

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

9. «Разрушающее действие взрыва»

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

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

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

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

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

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

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|--|---|--|
| ПК-16 готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать 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 ... А) ...очень быстрое выделение большого количества энергии и большого объема газов. Б) ...сложное, быстро протекающее химическое превращение, сопровождающееся выделением значительного количества тепла и ярким свечением (пламенем). В) ...процесс весьма быстрого физического или химического превращения системы, сопровождающийся переходом ее потенциальной энергии в механическую работу. 2. С повышением температуры скорость химических реакций... А) ...уменьшается. Б) ...увеличивается. В) ...не изменяется. Г) ...сначала уменьшается, а затем остается постоянной. 3. Что является самым распространенным горючим материалом в условиях пожара? А) Кирпич. Б) Древесина. В) Пластмассы. Г) Металлы. 4. Нижним температурным пределом воспламенения (НТПВ) называется... А) ...температура жидкости, при которой над поверхностью создается концентрация насыщенного пара, равная нижнему концентрационному пределу воспламенения. Б) ... температура жидкости, при которой над поверхностью создается концентрация насыщенного пара, равная верхнему концентрационному пределу воспламенения. В) ...минимальная температура жидкости, при которой раз подожженная смесь продолжает гореть после удаления источника воспламенения. Г) ...минимальная температура, при которой наступает самовоспламенение жидкости. 5. С повышением температуры область воспламенения газовых смесей... А) ...расширяется. |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| | | <p>Б) ...сужается. В) ...не изменяется. 6. Какое из определений взрыва дает в 1748 году М.В. Ломоносов? А) Взрыв - это процесс, который сопровождается сильным звуковым эффектом (громким звуком, шумом, 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 поражения людей и обладает разрушительной способностью. 7. К какому типу относится взрыв при образовании гелия из водорода? А) 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? А) Вазелин, парафин. Б) Мел, сода. В) Гексоген, нитроглицерин. Г) Хлорид натрия, хлорид калия. 9. Что из перечисленного является бризантным взрывчатым веществом? А) 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.</p> <p>Вариант 2 1. Основу горения составляют... А) ...экзотермические окислительно-восстановительные реакции.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| | | <p>Б) ...эндотермические реакции разложения. В) ...реакции обмена. Г) ...реакции полимеризации.</p> <p>2. При каком соотношении τ_{ϕ} и τ_x горение называется диффузионным, где τ_{ϕ} - время, необходимое для возникновения физического контакта между горючим веществом и кислородом воздуха, τ_x - время, затрачиваемое для протекания самой химической реакции.</p> <p>А) $\tau_{\phi} \gg \tau_x$. Б) $\tau_{\phi} \ll \tau_x$ В) $\tau_{\phi} = \tau_x$. Г) при любом.</p> <p>3. Какова единица измерения нижнего концентрационного предела воспламенения аэрозвеси? А) г/м³ или мг/л. Б) %. В) °С. Г) м.</p> <p>4. Температурой воспламенения жидкости называется... А) ...температура жидкости, при которой над поверхностью создается концентрация насыщенного пара, равная нижнему концентрационному пределу воспламенения. Б) ... температура жидкости, при которой над поверхностью создается концентрация насыщенного пара, равная верхнему концентрационному пределу воспламенения. В) ...минимальная температура жидкости, при которой раз подожженная смесь продолжает гореть после удаления источника воспламенения. Г) ...наименьшая температура, при которой наступает самовоспламенение жидкости.</p> <p>5. Укажите вещества, самовозгорающиеся под действием воздуха. А) Негашеная известь. Б) Щелочные металлы. В) Сульфиды железа. Г) Калиевая селитра.</p> <p>6. К какому типу относится взрыв, возникающий при смешивании горячей и холодной жидкостей, когда температура одной из них значительно превышает температуру кипения другой (например при выливании расплавленного металла в воду)?</p> |

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

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| | | <p>мя, затрачиваемое для протекания самой химической реакции.</p> <p>А) $\tau_{\phi} \gg \tau_x$.</p> <p>Б) $\tau_{\phi} \ll \tau_x$.</p> <p>В) $\tau_{\phi} = \tau_x$.</p> <p>Г) при любом.</p> <p>3. С увеличением мощности источника зажигания нижний концентрационный предел воспламенения взрывчатых веществ ...</p> <p>А) ...снижается и взрывчатость пыли увеличивается.</p> <p>Б) ...повышается и взрывчатость пыли уменьшается.</p> <p>В) ...сначала снижается, а затем повышается.</p> <p>Г) ...повышается и достигнув максимума остается постоянным.</p> <p>4. Какое из приведенных утверждений верно?</p> <p>А) Температура в зоне паров значительно ниже, чем в зоне горения.</p> <p>Б) Температура в зоне паров значительно выше, чем в зоне горения.</p> <p>В) Температура пламени одинакова во всех его точках.</p> <p>Г) Температура пламени максимальна у поверхности горячей жидкости.</p> <p>5. Укажите вещества, самовозгорающиеся под действием воды.</p> <p>А) Сульфиды железа.</p> <p>Б) Щелочные металлы.</p> <p>В) Скипидар.</p> <p>Г) Калиевая селитра.</p> <p>6. Что из перечисленного является примером физического взрыва за счет энергии упругого сжатия?</p> <p>А) Большинство землетрясений.</p> <p>Б) Взрыв баллона со сжатым газом.</p> <p>В) Взрыв при падении крупного метеорита.</p> <p>Г) Взрыв конденсированного взрывчатого вещества.</p> <p>7. Как называются вещества снижающие чувствительность взрывчатых веществ к начальному импульсу?</p> <p>А) Флегматизаторы.</p> <p>Б) Сенсibilизаторы.</p> <p>В) Стабилизаторы.</p> <p>Г) Пламегасители.</p> <p>Д) Окислители.</p> |

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

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| | | <p>А) ...областью безопасных концентраций. Б) ...областью пожароопасных концентраций. В) ...областью воспламенения.</p> <p>5. О способности к самовозгоранию масел и жиров судят по...</p> <p>А) ...йодному числу. Б) ...кислородному балансу. В) ...числу Рейнольдса. Г) ...числу Маха.</p> <p>6. К какому типу относится взрыв двухфазной аэровзвеси?</p> <p>А) Физический взрыв за счет тепловой энергии. Б) Химический взрыв. В) Физический взрыв за счет кинетической энергии. Г) Ядерный взрыв.</p> <p>7. Как называются вещества повышающие чувствительность взрывчатых веществ к начальному импульсу?</p> <p>А) Флегматизаторы. Б) Сенсibiliзаторы. В) Стабилизаторы. Г) Пламегасители. Д) Окислители.</p> <p>8. Какой тип взрывчатых веществ применяется преимущественно в виде капсулей-детонаторов?</p> <p>А) Иницирующие взрывчатые вещества. Б) Бризантные взрывчатые вещества. В) Метательные взрывчатые вещества. Г) Пиротехнические составы.</p> <p>9. Скорость детонации составляет...</p> <p>А) ...несколько сантиметров в секунду. Б) ...несколько метров в секунду. В) ...десятки метров в секунду. Г) ...несколько километров в секунду.</p> <p>10. Передний фронт ударной волны распространяется со скоростью...</p> <p>А) ...света. Б) ...звука. В) ...большей скорости света. Г) ...большей скорости звука.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|--|--|
| Уметь | <ul style="list-style-type: none"> - 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. | <p style="text-align: center;">Контрольные задачи для индивидуальных заданий.</p> <p>1 «Составление реакций горения и расчет теплоты сгорания»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Составьте уравнения реакции горения гексана (C_6H_{14}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3). 2. Составьте уравнения реакции горения циклогексана (C_6H_{12}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3). 3. Составьте уравнения реакции горения бутилена (C_4H_8) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3). 4. Составьте уравнения реакции горения октана (C_8H_{18}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3). 5. Составьте уравнения реакции горения пентана (C_5H_{12}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3). 6. Составьте уравнения реакции горения циклобутана (C_4H_8) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (C) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3). 7. Составьте уравнения реакции горения пропена (пропилен C_3H_6) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (CO) и воды; в) при неполном сгорании с образова- |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| | | <p>нием сажи (С) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3).</p> <p>8. Составьте уравнения реакции горения гептана (C_7H_{16}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (СО) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (С) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3).</p> <p>9. Составьте уравнения реакции горения циклопентана (C_5H_{10}) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (СО) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (С) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (M^3).</p> <p>10. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этина (ацетилена C_2H_2); бензола (C_6H_6).</p> <p>11. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: толуола (C_7H_8); диметилкетона (ацетон C_3H_6O).</p> <p>12. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: метанола (метилловый спирт CH_3OH); аммиака (NH_3).</p> <p>13. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этанола (этиловый спирт C_2H_5OH); пиридина (C_5H_5N).</p> <p>14. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: пропанола (пропиловый спирт C_3H_7OH); окиси углерода (СО).</p> <p>15. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: бутанола (бутиловый спирт C_4H_9OH); сероуглерода (CS_2).</p> <p>16. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: пентанола (амиловый спирт $C_5H_{11}OH$); хлорметана (CH_3Cl).</p> <p>17. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этановой кислоты (уксусной кислоты $C_2H_4O_2$); сероводорода (H_2S).</p> <p>18. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: метановой кислоты (муравьиная CH_2O_2); сероокиси углерода (СОS).</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| | | <p>19. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этилнитрита ($C_2H_5NO_2$); хлорэтана (C_2H_5Cl).</p> <p>20. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: бутана (C_4H_{10}); этена (этилен C_2H_4).</p> <p>2. «Определение расхода воздуха при горении»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг хлорэтана (C_2H_5Cl). 2. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная CH_2O_2). 3. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ сероокиси углерода (CO). 4. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ сероводорода (H_2S). 5. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ окиси углерода (CO). 6. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ аммиака (NH_3). 7. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ метанола (метилловый спирт CH_3OH). 8. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ сероводорода (H_2S). 9. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг толуола (C_7H_8). 10. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ этина (ацетилена C_2H_2). 11. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг диметилкетона (ацетон C_3H_6O). 12. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 10 кг торфа состава (в %): углерод - 50%, водород - 6,5%, кислород - 40%, азот - 3%, сера 0,5% на горючую массу. 13. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 20 кг торфа состава (в %): углерод - 60%, водород 5%, кислород 30%, азот 2,5%, сера 2,5% на горючую массу. 14. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 5 кг торфа состава (в %): углерод - 55%, водород 6%, кислород 35%, азот 2%, сера 2% на горючую массу. 15. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 10 кг антрацита состава (в %): углерод – 91%, водород 2,2%, кислород 1,8%, азот 1,0%, сера 2,0%, зола – 2% на горючую массу. 16. Определить объем воздуха при 10 °C и давлении 730 мм рт. ст., необходимый для сгорания 1 м³ смеси газов, содержащего (в %): CH_4 - 71,5; C_2H_6 – 11,2; C_3H_8 - 4; CO_2 - 7,3; H_2S - 10,0. 17. Определить объем воздуха при 20 °C и давлении 720 мм рт. ст., необходимый для сгорания 1 м³ |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| | | <p>смеси газов, содержащего (в %): CH_4 - 50; C_2H_6 - 15; C_2H_4 - 10; CO_2 - 10; H_2S - 15.</p> <p>18. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг хлорэтана ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$).</p> <p>19. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная CH_2O_2).</p> <p>20. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ сероокиси углерода (COS).</p> <p>3. «Расчет количества и объема продуктов сгорания»</p> <p>1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ сероводорода (H_2S)</p> <p>2. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ аммиака (NH_3).</p> <p>3. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ этина (ацетилена C_2H_2).</p> <p>4. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ этена (этилен C_2H_4).</p> <p>5. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ метанола (метилловый спирт CH_3OH).</p> <p>6. Определить объем продуктов сгорания 1 м³ сероокиси углерода (COS).</p> <p>7. Определить объем продуктов сгорания 1 м³ окиси углерода (CO).</p> <p>8. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг толуола (C_7H_8).</p> <p>9. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг диметилкетона (ацетон $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$).</p> <p>10. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг хлорэтана ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$).</p> <p>11. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная CH_2O_2).</p> <p>12. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг октана (C_8H_{18}).</p> <p>13. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг пентана (C_5H_{12}).</p> <p>14. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг гептана (C_7H_{16}).</p> <p>15. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг бензола (C_6H_6).</p> <p>16. Определить объем продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 50%, водород - 6,5%, кислород - 40%, азот - 3%, сера 0,5% на горючую массу.</p> <p>17. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 60%, водород 5%, кислород 30%, азот 2,5%, сера 2,5% на горючую массу.</p> <p>18. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 55%, водород</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| | | <p>6%, кислород 35%, азот 2%, сера 2% на горючую массу.</p> <p>19. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ доменного газа следующего состава (в %): CO₂ — 6,5; CO — 26,5; CH₄ — 4,3; H₂ — 2,2; N₂ — 60,5.</p> <p>20. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м³ доменного газа следующего состава (в %): CO₂ — 21; CO — 20; CH₄ — 0,5; H₂ — 4; N₂ — 54,5.</p> <p>4. «Определение колориметрической, теоретической и действительной температуры сгорания»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить calorиметрическую температуру горения метанола (метилловый спирт CH₃OH). 2. Определить calorиметрическую температуру горения этанола (этиловый спирт C₂H₅OH). 3. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт C₃H₇OH). 4. Определить calorиметрическую температуру горения бутанола (бутиловый спирт C₄H₉OH). 5. Определить calorиметрическую температуру горения пентанола (амиловый спирт C₅H₁₁OH). 6. Определить calorиметрическую температуру горения метановой кислоты (муравьиная CH₂O₂). 7. Определить calorиметрическую температуру горения этановой кислоты (уксусной кислоты C₂H₄O₂). 8. Определить calorиметрическую температуру горения этиленгликоля (C₂H₆O₂). <p>Определить calorиметрическую температуру горения бутановой кислоты (масляной кислоты C₄H₈O₂).</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Определить calorиметрическую температуру горения толуола (C₇H₈). 10. Определить calorиметрическую температуру горения диметилкетона (ацетон C₃H₆O). 11. Определить calorиметрическую температуру горения октана (C₈H₁₈). 12. Определить calorиметрическую температуру горения гептана (C₇H₁₆). 13. Определить calorиметрическую температуру горения бензола (C₆H₆). 14. Определить calorиметрическую температуру горения метанола (метилловый спирт CH₃OH). 15. Определить calorиметрическую температуру горения этанола (этиловый спирт C₂H₅OH). 16. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт C₃H₇OH). |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| | | <p>17. Определить калориметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт C_4H_9OH).</p> <p>18. Определить калориметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт $C_5H_{11}OH$).</p> <p>19. Определить калориметрическую температуру горения метановой кислоты (муравьиная CH_2O_2).</p> <p>20. Определить калориметрическую температуру горения этановой кислоты (уксусной кислоты $C_2H_4O_2$).</p> <p>5. «Расчет кислородного баланса взрывчатых веществ»</p> <p>1. Определить кислородный баланс нитроглицерина $C_3H_5(ONO_2)_3$.</p> <p>2. Определить кислородный баланс нитроцеллюлозы (коллоидной) $C_2C_4H_{31}N_9O_{38}$.</p> <p>3. Определить кислородный баланс пироксилина $C_{24}H_2C_9N_{11}O_{42}$.</p> <p>4. Определить кислородный баланс октоген $C_4H_8N_8O_8$.</p> <p>5. Определить кислородный баланс парафина (твердый) $C_{24}H_{50}$.</p> <p>6. Определить кислородный баланс пикриновой кислоты $C_6H_2(NO_2)_3OH$.</p> <p>7. Определить кислородный баланс тэна $C_5H_8(ONO_2)_4$.</p> <p>8. Определить кислородный баланс тетрила $C_6H_2(NO_2)_4NCH_3$.</p> <p>9. Определить кислородный баланс тетранитрометана $C(NO_2)_4$.</p> <p>10. Определить кислородный баланс гексогена $C_3H_6N_6O_6$.</p> <p>6. «Составление реакций взрыва, определение теплоты и объема газов взрыва»</p> <p>1. Составить реакцию взрыва гексогена $C_3H_6N_6O_6$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования гексогена $\Delta H_{обр} = +71,6$ кДж/моль.</p> <p>2. Составить реакцию взрыва тэна $C_5H_8(ONO_2)_4$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тэна $\Delta H_{обр} = -531,6$ кДж/моль.</p> <p>3. Составить реакцию взрыва тетрила $C_7H_5N_5O_8$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тетрила $\Delta H_{обр} = +19,7$ кДж/моль.</p> <p>4. Составить реакцию взрыва динитронафталина $C_{10}H_6(NO_2)_2$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования динитронафталина $\Delta H_{обр} = -395$ кДж/моль.</p> <p>5. Составить реакцию взрыва тринитрофенетол $C_8H_7N_3O_7$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тринитрофенетол $\Delta H_{обр} = -213,5$ кДж/моль.</p> <p>6. Составить реакцию взрыва тринитрорезорцина $C_6H_3N_3O_8$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тринитрорезорцина $\Delta H_{обр} = -444,1$ кДж/моль.</p> <p>7. Составить реакцию взрыва $C_4N_6O_6$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования $\Delta H_{обр} = +637,1$ кДж/моль.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| | | <p>8. Составить реакцию взрыва $C_4N_6O_7$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования $\Delta H_{обр} = +307,4$ кДж/моль.</p> <p>9. Составить реакцию взрыва $C_6H_4N_8O_{11}$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования $\Delta H_{обр} = +348,6$ кДж/моль.</p> <p>10. Составить реакцию взрыва $C_3H_2N_4O_7$, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования $\Delta H_{обр} = +203,7$ кДж/моль.</p> <p>7. «Определение температуры и давления газов при взрыве»</p> <p>1. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва 1,3,5,5-тетранитрогексагидропиримидина (DNNC). Химическая формула - $C_4H_6N_6O_8$. Теплота образования +53 кДж/моль.</p> <p>2. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва 2-нитроимино-5-нитро-гексагидро-1,3,5-триазин (NNHT). Химическая формула - $(CH_2)_2N_3H_2(NO_2)C=NO_2$. Теплота образования +68,2 кДж/моль.</p> <p>3. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва тетранитротетразабициклононанона, (TNABN, K-56). Химическая формула - $C_5H_6N_8O_9$. Теплота образования +70,3 кДж/моль.</p> <p>4. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аммониевой соли 2,4,5-тринитроимидазола. Химическая формула - $C_3H_4N_6O_6$. Теплота образования -86.02 кДж/моль.</p> <p>5. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминитробензодифуроксана Химическая формула - $C_6H_2N_6O_6$. Теплота образования аминитробензодифуроксана $\Delta H_{обр} = +357,0$ кДж/моль.</p> <p>6. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва диаминодинитробензофуроксана. Химическая формула - $C_6H_4N_6O_6$. Теплота образования диаминодинитробензофуроксана $\Delta H_{обр} = +83,6$ кДж/моль.</p> <p>7. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва нитробензодифуроксана. Химическая формула - $C_6HN_5O_6$. Теплота образования нитробензодифуроксана $\Delta H_{обр} = +383,0$ кДж/моль.</p> <p>8. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминитробензофуроксана. Химическая формула - $C_6H_4N_4O_4$. Теплота образования аминитробензофуроксана $\Delta H_{обр} = +175,1$ кДж/моль.</p> <p>9. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминотринитробензофуроксана. Химическая формула - $C_6H_2N_6O_8$. Теплота образования +104,5 кДж/моль.</p> <p>10. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва Химическая</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|--|-----------|------------------------------|--|--|--|-------------|------------------------------|-----------|------------------|---|-----|------|-----|-----|---|-----|------|-----|-----|---|-----|------|-----|-----|---|-----|------|-----|-----|---|-----|------|-----|-----|---|-----|------|-----|-----|---|-----|------|-----|-----|---|-----|------|-----|-----|---|-----|------|-----|-----|----|-----|------|-----|-----|----|-----|------|-----|-----|----|-----|------|-----|-----|----|-----|------|-----|-----|----|-----|------|-----|-----|----|-----|------|-----|-----|
| | | <p>формула - $C_8H_2N_6O_{10}$. Теплота образования +233,1 кДж/моль.</p> <p>8. «Расчет параметров ударной волны. Исследование ударной адиабаты»</p> <p>Типовая задача 8.1. Используя основные уравнения ударных волн определить параметры ударной волны при $p_0=1$ атм, $\rho_0=1,25$ г/дм³, $T_0=288$ К, $k=1,4$ если $p_1=2; 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30$ атм. Результаты вычислений представить в виде таблицы. Построить график в координатах $p-u$.</p> <p>Типовая задача 8.2. Построить диаграмму $p_1/p_0-u_1/u_0$ для ударной адиабаты (адиабаты Гюгонио) и изоэнтропы (адиабаты Пуассона) при $k=1,4$ (такое значение k имеет воздух при умеренных сжатиях).</p> <p>Задание 1. Решите типовые задачи, используя следующие исходные данные: $\rho_0=(1,20+N/100)$ г/дм³, $T_0=(240+10N)$ К, где N – ваш порядковый номер в журнале.</p> <p>Задание 2. Построить в координатах $p-u$ ударную адиабату для воздуха ($p_1 = p_0 \dots 50p_0$, $k=1,4$), приняв начальные условия согласно варианту из таблицы. Определить предельную плотность, достигаемую во фронте сильной ударной волны.</p> <p>Таблица - Исходные данные для задания 2</p> <table border="1" data-bbox="857 794 2033 1345"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Вариант</th> <th colspan="4">Исходные данные по вариантам</th> </tr> <tr> <th>p_0, МПа</th> <th>ρ_0, кг/м³</th> <th>T_0, К</th> <th>ω_0, м/с</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0,1</td><td>1,20</td><td>240</td><td>100</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,1</td><td>1,22</td><td>260</td><td>100</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,1</td><td>1,24</td><td>380</td><td>100</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,1</td><td>1,26</td><td>300</td><td>100</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,1</td><td>1,28</td><td>320</td><td>100</td></tr> <tr><td>6</td><td>0,2</td><td>1,20</td><td>240</td><td>200</td></tr> <tr><td>7</td><td>0,2</td><td>1,22</td><td>260</td><td>200</td></tr> <tr><td>8</td><td>0,2</td><td>1,24</td><td>380</td><td>200</td></tr> <tr><td>9</td><td>0,2</td><td>1,26</td><td>300</td><td>200</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,2</td><td>1,28</td><td>320</td><td>200</td></tr> <tr><td>11</td><td>0,3</td><td>1,20</td><td>240</td><td>300</td></tr> <tr><td>12</td><td>0,3</td><td>1,22</td><td>260</td><td>300</td></tr> <tr><td>13</td><td>0,3</td><td>1,24</td><td>380</td><td>300</td></tr> <tr><td>14</td><td>0,3</td><td>1,26</td><td>300</td><td>300</td></tr> <tr><td>15</td><td>0,3</td><td>1,28</td><td>320</td><td>300</td></tr> </tbody> </table> <p>Задание 3. Используя основные уравнения ударных волн определить параметры ударной волны при $p_0=1$ атм, $\rho_0=1,25$ г/дм³, $T_0=300$ К, $k=1,4$ если $p_1=(1+N/2)$ г/дм³; где N – ваш порядковый номер в журнале.</p> | Вариант | Исходные данные по вариантам | | | | p_0 , МПа | ρ_0 , кг/м ³ | T_0 , К | ω_0 , м/с | 1 | 0,1 | 1,20 | 240 | 100 | 2 | 0,1 | 1,22 | 260 | 100 | 3 | 0,1 | 1,24 | 380 | 100 | 4 | 0,1 | 1,26 | 300 | 100 | 5 | 0,1 | 1,28 | 320 | 100 | 6 | 0,2 | 1,20 | 240 | 200 | 7 | 0,2 | 1,22 | 260 | 200 | 8 | 0,2 | 1,24 | 380 | 200 | 9 | 0,2 | 1,26 | 300 | 200 | 10 | 0,2 | 1,28 | 320 | 200 | 11 | 0,3 | 1,20 | 240 | 300 | 12 | 0,3 | 1,22 | 260 | 300 | 13 | 0,3 | 1,24 | 380 | 300 | 14 | 0,3 | 1,26 | 300 | 300 | 15 | 0,3 | 1,28 | 320 | 300 |
| Вариант | Исходные данные по вариантам | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | p_0 , МПа | ρ_0 , кг/м ³ | T_0 , К | ω_0 , м/с | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0,1 | 1,20 | 240 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0,1 | 1,22 | 260 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,1 | 1,24 | 380 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 0,1 | 1,26 | 300 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 0,1 | 1,28 | 320 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 0,2 | 1,20 | 240 | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 0,2 | 1,22 | 260 | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 0,2 | 1,24 | 380 | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 0,2 | 1,26 | 300 | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 0,2 | 1,28 | 320 | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 0,3 | 1,20 | 240 | 300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 0,3 | 1,22 | 260 | 300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 0,3 | 1,24 | 380 | 300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 0,3 | 1,26 | 300 | 300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 0,3 | 1,28 | 320 | 300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---|---|
| | | <p>Задание 4. Используя основные уравнения ударных волн определить параметры ударной волны при $p_0=1$ атм, $\rho_0=1,28$ г/дм³, $T_0=273$ К, $k=1,4$ если $D=(500+100N)$ м/с; где N – ваш порядковый номер в журнале.</p> <p>9. «Разрушающее действие взрыва»</p> <p>Типовая задача 9.1. Определить тротильный эквивалент накладного заряда ВВ, если после взрыва обнаружено разрушение остекления в радиусе 220 м от места взрыва. Стекло размером 2×3 м, толщиной $h=5$ мм.</p> <p>Типовая задача 9.2. Масса накладного заряда аммонита бЖВ $M=1$ т. Определить радиусы зон разрушения при взрыве данного заряда.</p> <p>Типовая задача 9.3. Масса накладного заряда аммонита бЖВ $M=1$ кг. Определить радиусы зон опасных для человека.</p> <p>Типовая задача 9.4. Построить зависимость вероятности повреждения барабанных перепонки человека W от избыточного давления в волне Δp на интервале от 35 до 300 кПа.</p> |
| Владеть | <ul style="list-style-type: none"> - понятийно-терминологическим аппаратом теории горения и взрыва; - основными методами исследования в области теории горения и взрыва, практическими умениями и навыками их использования; - способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды. | <p style="text-align: center;">Вопросы для промежуточной проверки знаний студентов Вопросы для проведения контрольной работы №1 «Основы теории горения».</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите определение понятия «горения». 2. Как рассчитывается теплота сгорания? 3. Какие факторы влияют на скорость химической реакции? 4. Что называется воспламенением? 5. Приведите схему, описывающую превращение горючих веществ при нагревании. 6. В чем различие диффузионного и кинетического горения? 7. Как определяется расход воздуха при горении? 8. Какие продукты выделяются при полном и неполном сгорании? Что такое дым? 9. Температура горения. 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. 14. Скорости реакции при кинетическом и диффузионном горении. 15. Ламинарное и турбулентное диффузионное пламя. 16. Температура пламени в зоне паров и зоне горения. 17. Перечислите факторы, влияющие на скорость горения. 18. Процесс воспламенения. 19. Связь между самовоспламенением и самовозгоранием. |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| | | <p>20. Перечислите вещества, самовозгорающиеся под действием воздуха, воды, окислителей.</p> <p>21. Горение смесей газов и паров с воздухом.</p> <p>22. Дайте определение концентрационных пределов воспламенения газовых смесей.</p> <p>23. Как определяется температура и давление при горении газовых смесей.</p> <p>24. Горение жидкостей. Испарение.</p> <p>25. Какой пар называется насыщенным?</p> <p>26. Дайте определение температурных пределов воспламенения, температуры вспышки.</p> <p>27. Как происходит теплообмен в процессе горения жидкостей?</p> <p>28. Распределение температуры в горящей жидкости.</p> <p>29. Горение смесей пыли с воздухом.</p> <p>30. Свойства пыли. Пределы воспламенения взвесей.</p> <p>31. Приведите классификацию пыли по пожарной опасности.</p> <p>32. Горение твердых веществ.</p> <p>33. Состав и свойства твердых горючих веществ.</p> <p>34. Горение древесины, металлов, пластмасс.</p> <p>Вопросы для проведения контрольной работы №2 «Основы теории взрыва»</p> <p>1. Приведите определение понятия «взрыв».</p> <p>2. Назовите энергоносители взрыва: физического, химического и ядерного.</p> <p>3. Приведите классификацию взрывчатых процессов.</p> <p>4. Взрывчатые химические соединения и смеси.</p> <p>5. Приведите классификацию взрывов по плотности вещества, по типам химических реакций.</p> <p>6. Что такое «детонация», «детонационная волна»?</p> <p>7. Перечислите виды начального импульса и механизм возбуждения детонационных процессов.</p> <p>8. Критические условия распространения детонации; идеальный и неидеальный режимы детонации.</p> <p>9. Как определяется теплота, температура и давление взрыва?</p> <p>10. Какие формы работы выполняет взрыв? Как распределяется энергия взрыва.</p> <p>10. Назовите основные свойства ударных волн и механизм их возникновения.</p> <p>11. Термодинамические параметры среды до и после скачка на фронте ударной волны.</p> <p>12. Как изменяется давления в ударной волне во времени? Диссипация энергии в ударных волнах.</p> <p>13. В чем заключается акустическая теория ударных волн?</p> <p>14. Законы формирования и распространения ударных воздушных волн при взрыве промышленных зарядов ВВ на дневной поверхности и в подземных выработках.</p> <p>15. Ударные волны в воде.</p> <p>16. Ударные волны в грунте.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--|--|---|--|---|--|---|---|--|---|---|---|
| | | <p>17. Общие положения о работе взрыва. 18. Экспериментальные методы определения общей работы взрыва. 19. Оценка импульса местного действия взрыва. Длительность импульса. 20. Кумулятивное действие взрыва.</p> <p>Задания для контрольной работы №2 по разделу «Основы теории взрыва»</p> <table border="1" data-bbox="860 568 2016 1457"> <tbody> <tr> <td data-bbox="860 568 1397 695"> <p>Вариант 1. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитрофенола $C_6H_3N_3O_7(mв)$. $\Delta H_{обр} = -237,9$ кДж/моль.</p> </td> <td data-bbox="1460 568 2016 695"> <p>Вариант 2. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитротолуола $C_7H_5N_3O_6(mв)$. $\Delta H_{обр} = -73,5$ кДж/моль.</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="860 727 1397 855"> <p>Вариант 3. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов динитробензола $C_6H_4N_2O_4(mв)$. $\Delta H_{обр} = -27,2$ кДж/моль.</p> </td> <td data-bbox="1460 727 2016 855"> <p>Вариант 4. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитробензола $C_6H_3N_3O_6(mв)$. $\Delta H_{обр} = -37,7$ кДж/моль.</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="860 887 1397 1015"> <p>Вариант 5. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитроксилола $C_8H_7N_3O_6(mв)$. $\Delta H_{обр} = -109,6$ кДж/моль.</p> </td> <td data-bbox="1460 887 2016 1015"> <p>Вариант 6. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов динитронафталина $C_{10}H_6N_2O_4(mв)$. $\Delta H_{обр} = +15,2$ кДж/моль.</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="860 1046 1397 1174"> <p>Вариант 7. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитрометана $CH_3NO_2(mв)$. $\Delta H_{обр} = -113,1$ кДж/моль.</p> </td> <td data-bbox="1460 1046 2016 1174"> <p>Вариант 8. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитрометана $CHN_3O_9(mв)$. $\Delta H_{обр} = -80,0$ кДж/моль.</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="860 1206 1397 1334"> <p>Вариант 9. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тетрила $C_7H_5N_5O_8(mв)$. $\Delta H_{обр} = +19,7$ кДж/моль.</p> </td> <td data-bbox="1460 1206 2016 1334"> <p>Вариант 10. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов гексогена $C_3H_6N_6O_6(mв)$. $\Delta H_{обр} = +71,6$ кДж/моль.</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="860 1366 1397 1457"> <p>Вариант 11. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов октогена $C_4H_8N_8O_8$</p> </td> <td data-bbox="1460 1366 2016 1457"> <p>Вариант 12. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитрогуанидина</p> </td> </tr> </tbody> </table> | <p>Вариант 1. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитрофенола $C_6H_3N_3O_7(mв)$. $\Delta H_{обр} = -237,9$ кДж/моль.</p> | <p>Вариант 2. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитротолуола $C_7H_5N_3O_6(mв)$. $\Delta H_{обр} = -73,5$ кДж/моль.</p> | <p>Вариант 3. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов динитробензола $C_6H_4N_2O_4(mв)$. $\Delta H_{обр} = -27,2$ кДж/моль.</p> | <p>Вариант 4. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитробензола $C_6H_3N_3O_6(mв)$. $\Delta H_{обр} = -37,7$ кДж/моль.</p> | <p>Вариант 5. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитроксилола $C_8H_7N_3O_6(mв)$. $\Delta H_{обр} = -109,6$ кДж/моль.</p> | <p>Вариант 6. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов динитронафталина $C_{10}H_6N_2O_4(mв)$. $\Delta H_{обр} = +15,2$ кДж/моль.</p> | <p>Вариант 7. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитрометана $CH_3NO_2(mв)$. $\Delta H_{обр} = -113,1$ кДж/моль.</p> | <p>Вариант 8. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитрометана $CHN_3O_9(mв)$. $\Delta H_{обр} = -80,0$ кДж/моль.</p> | <p>Вариант 9. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тетрила $C_7H_5N_5O_8(mв)$. $\Delta H_{обр} = +19,7$ кДж/моль.</p> | <p>Вариант 10. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов гексогена $C_3H_6N_6O_6(mв)$. $\Delta H_{обр} = +71,6$ кДж/моль.</p> | <p>Вариант 11. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов октогена $C_4H_8N_8O_8$</p> | <p>Вариант 12. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитрогуанидина</p> |
| <p>Вариант 1. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитрофенола $C_6H_3N_3O_7(mв)$. $\Delta H_{обр} = -237,9$ кДж/моль.</p> | <p>Вариант 2. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитротолуола $C_7H_5N_3O_6(mв)$. $\Delta H_{обр} = -73,5$ кДж/моль.</p> | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Вариант 3. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов динитробензола $C_6H_4N_2O_4(mв)$. $\Delta H_{обр} = -27,2$ кДж/моль.</p> | <p>Вариант 4. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитробензола $C_6H_3N_3O_6(mв)$. $\Delta H_{обр} = -37,7$ кДж/моль.</p> | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Вариант 5. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитроксилола $C_8H_7N_3O_6(mв)$. $\Delta H_{обр} = -109,6$ кДж/моль.</p> | <p>Вариант 6. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов динитронафталина $C_{10}H_6N_2O_4(mв)$. $\Delta H_{обр} = +15,2$ кДж/моль.</p> | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Вариант 7. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитрометана $CH_3NO_2(mв)$. $\Delta H_{обр} = -113,1$ кДж/моль.</p> | <p>Вариант 8. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитрометана $CHN_3O_9(mв)$. $\Delta H_{обр} = -80,0$ кДж/моль.</p> | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Вариант 9. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тетрила $C_7H_5N_5O_8(mв)$. $\Delta H_{обр} = +19,7$ кДж/моль.</p> | <p>Вариант 10. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов гексогена $C_3H_6N_6O_6(mв)$. $\Delta H_{обр} = +71,6$ кДж/моль.</p> | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Вариант 11. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов октогена $C_4H_8N_8O_8$</p> | <p>Вариант 12. Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитрогуанидина</p> | | | | | | | | | | | | | |

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

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

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

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

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

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

Основным источником подготовки к зачету является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, ос-

новные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки к зачету студентам необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем.

Критерии оценки

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

Оценки «зачтено» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала, умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной кафедрой. Также оценка «зачтено» выставляется студентам, обнаружившим полное знание учебного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, рекомендованную кафедрой, демонстрирующие систематический характер знаний по дисциплине и способные к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Кроме того, оценкой «зачтено» оцениваются ответы студентов, показавших знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и в предстоящей работе по профессии, справляющихся с выполнением заданий, предусмотренных программой, но допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении контрольных заданий, не носящие принципиального характера, когда установлено, что студент обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя.

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

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ. Конспект лекций [Текст]: учеб. пособие / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. – 170 с. ISBN 978-5-9967-0904-5.
2. Орленко, Л.П. Физика взрыва и удара [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.П. Орленко. – 3-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. – 408 с. — Режим доступа: <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>. – Заглавие с экрана. ISBN 978-5-906953-90-2.

б) Дополнительная литература:

1. Физика взрыва и удара [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению лабораторных 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] с.: ил. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/52479>. – Заглавие с экрана.
2. Девисилов, В.А. Теория горения и взрыва [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.А. Девисилов, Т.И. Дроздова, С.С. Тимофеева; под ред. В.А. Девисилова. – М.: ФОРУМ, 2012. – 352 с. ISBN 978-5-91134-555-6.
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?p11_id=38571. – Заглавие с экрана ISBN 978-5-93196-710-3.
6. 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.
7. 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.
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. 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.
10. Основы практической теории горения [Текст]: учебное пособие для вузов / В.В. Померанцев, 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.
11. Кумагаи, С. Горение [Текст] / С. Кумагаи, пер. с японского. – М.: Химия, 1980. – 256 с.: ил.
12. Демидов, П.Г. Горение и свойства горючих веществ [Текст] / П.Г. Демидов, В.А. Шандыба, П.П. Щеглов. – М.: Химия, 1973 – 248 с.
13. Бесчастнов, М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / М.В. Бесчастнов. – М.: Химия, 1991. – 432 с. ISBN 5-7245-0820-6.
14. 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.

15. 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.
16. Кедринский, В.К. Гидродинамика взрыва: эксперимент и модели [Текст] / В.К. Кедринский. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2000. – 435 с. ISBN 5-7692-0022-7.
17. Дубнов, Л.В. Промышленные взрывчатые вещества [Текст] / Л.В. Дубнов, Н.С. Бахаревич, А.И. Романов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 358 с.: ил. ISBN 5-247-00285-7.
18. Андреев, К.К. Теория взрывчатых веществ [Текст]: учеб. для вузов / К.К. Андреев, А.Ф. Беляев. – М.: Оборонгиз, 1960. – 595 с.
19. Баум, Ф.А. Физика взрыва [Текст] / Ф.А. Баум, К.П. Станюкович, Б.И. Шехтер. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. – 800 с.
20. Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. – Ч.2. Взрывные работы в горном деле и промышленности [Электронный ресурс]: учеб. для вузов / Б.Н. Кутузов – М.: Издательство «Горная книга», «Мир горной книги», Издательство Московского государственного горного университета, 2008. – 512 с.: ил. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/1518>. – Заглавие с экрана ISBN 978-5-98672-197-2 (в пер).
21. Орленко, Л.П. Физика взрыва и удара [Текст]: уч. пос для вузов / Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2006. – 304 с. ISBN 5-9221-0638-4.

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 обучения / 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 | 11.10.2021 27.07.2018 20.05.2017 |
| Microsoft Windows 10 | Д-1227 от 8.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017 Д-593-16 от 20.05.2016 | 11.10.2021 27.07.2018 20.05.2017 |
| 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 Academic Edition Master Suite Autocad 2011 | К-526-11 от 22.11.2011 | Бессрочно |
| Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный | Д-300-18 от 21.03.2018 Д-1347-17 от 20.12.2017 Д-1481-16 от 25.11.2016 | 28.01.2020 21.03.2018 25.12.2017 |
| 7Zip | Свободно распространяемое | Бессрочно |

1. Российская Государственная библиотека URL:<http://www.rsl.ru/>.
2. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>.
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека России URL: <http://www.gpntb.ru/>.
4. Public.Ru - публичная интернет-библиотека URL:<http://www.public.ru/>.
5. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» URL: <http://e.lanbook.com/>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru URL: <http://elibrary.ru/>.
7. Межведомственная комиссия по взрывному делу при Академии горных наук URL: <http://mvkmine.ru/>.
8. "Взрывное дело"– научно-технический сборник URL: <http://sbornikvd.ru/>.
9. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) ГИАБ URL: <http://www.giab-online.ru/>.
10. Журнал «Физика горения и взрыва» URL: <http://www.sibran.ru/journals/FGV/>.
11. Журнал «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых» URL: <http://www.misd.ru/publishing/jms/>.
12. Научно-технический журнал «Известия высших учебных заведений. Горный журнал» URL: <http://mj.ursmu.ru/>.
13. Горный журнал. Издательский дом «Руда и Металлы» URL: <http://www.rudmet.ru/catalog/journals/1/>.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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