



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИГДиТ  
С.Е. Гавришев

25.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА***

Направление подготовки (специальность)  
21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО

Направленность (профиль/специализация) программы  
21.05.04 специализация N 2 «Подземная разработка рудных месторождений»

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения  
заочная

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

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04  
ГОРНОЕ ДЕЛО (приказ Минобрнауки России от 17.10.2016 г. № 1298)

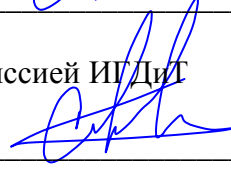
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Разработки  
месторождений полезных ископаемых

11.02.2020, протокол № 7


Зав. кафедрой  С.Е. Гавришев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДЦТ

25.02.2020 г. протокол № 7

Председатель  С.Е. Гавришев

Рабочая программа составлена:

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

Рецензент:

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

 В.Ш. Галямов

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

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 (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Теория горения и взрыва входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Математика

Физика

Химия

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

Безопасность ведения горных работ

Технология и безопасность взрывных работ

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория горения и взрыва» обучающийся должен обладать 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	<ul style="list-style-type: none"><li>- понятийно-терминологическим аппаратом теории горения и взрыва;</li><li>- основными методами исследования в области теории горения и взрыва, практическими умениями и навыками их использования;</li><li>- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</li></ul>
---------	---

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетных единиц 36 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 2,4 академических часов;
- аудиторная – 2 академических часов;
- внеаудиторная – 0,4 академических часов
- самостоятельная работа – 29,7 академических часов;

– подготовка к зачёту – 3,9 академических часа

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Теория горения и взрыва								
1.1 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.	3	0,25			3,7	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение индивидуальных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Контрольная работа. Тестирование.	ПК-16
1.2 Теории горения: тепловая, цепная, диффузионная. Тепловое самоускорение реакций. Автокаталитическое ускорение реакций. Цепное самоускорение реакций. Самовоспламенение и зажигание.		0,25			3,7	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение индивидуальных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Контрольная работа. Тестирование.	ПК-16

<p>1.3 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>	0,25			3,7	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение индивидуальных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Контрольная работа. Тестирование.</p>	ПК-16
<p>1.4 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 горячей 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>	0,25			3,7	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение индивидуальных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Контрольная работа. Тестирование.</p>	ПК-16

<p>1.5 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>		0,25			3,7	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение индивидуальных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Контрольная работа. Тестирование.</p>	ПК-16
<p>1.6 Энергия и мощность взрыва. Расчет теплоты, температуры и давления взрыва. Формы работы и баланс энергии при взрыве.</p>		0,25			3,7	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение индивидуальных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Контрольная работа. Тестирование.</p>	ПК-16
<p>1.7 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.</p>		0,25			3,7	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение индивидуальных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Контрольная работа. Тестирование.</p>	ПК-16



1.8 Разрушающее действие взрыва. Общие положения о работе взрыва. Экспериментальные методы определения общей работы взрыва. Оценка импульса местного действия взрыва. Длительность импульса. Кумулятивное действие взрыва.	0,25			3,8	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Выполнение индивидуальных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Контрольная работа. Тестирование.	ПК-16
Итого по разделу	2			29,7			
Итого за семестр	2			29,7		зачёт	
Итого по дисциплине	2			29,7		зачет	ПК-16

## **5 Образовательные 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**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. 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?pl1\\_id=38571](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_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:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
Autodesk AutoCad Civil 3D 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>

Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НП НЭИКОН)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

**1. «Составление реакций горения и расчет теплоты сгорания»**

1. Составьте уравнения реакции горения гексана ( $C_6H_{14}$ ) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа ( $CO$ ) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи ( $C$ ) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания  $1 \text{ кг}$  ( $M^3$ ).
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  $1 \text{ кг}$  ( $M^3$ ).
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  $1 \text{ кг}$  ( $M^3$ ).
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  $1 \text{ кг}$  ( $M^3$ ).
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  $1 \text{ кг}$  ( $M^3$ ).
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  $1 \text{ кг}$  ( $M^3$ ).
7. Составьте уравнения реакции горения пропена (пропилен  $C_3H_6$ ) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа ( $CO$ ) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи ( $C$ ) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания  $1 \text{ кг}$  ( $M^3$ ).
8. Составьте уравнения реакции горения гептана ( $C_7H_{16}$ ) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа ( $CO$ ) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи ( $C$ ) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания  $1 \text{ кг}$  ( $M^3$ ).
9. Составьте уравнения реакции горения циклопентана ( $C_5H_{10}$ ) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа ( $CO$ ) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи ( $C$ ) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания  $1 \text{ кг}$  ( $M^3$ ).
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 (метиловый спирт  $\text{CH}_3\text{OH}$ ); аммиака ( $\text{NH}_3$ ).
13. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этанола (этиловый спирт  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ); пиридина ( $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ ).
- 14.. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: пропанола (пропиловый спирт  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ ); окиси углерода ( $\text{CO}$ ).
15. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: бутанола (бутиловый спирт  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ); сероуглерода ( $\text{CS}_2$ ).
16. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: пентанола (амиловый спирт  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ ); хлорметана ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ).
17. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этановой кислоты (уксусной кислоты  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ); сероводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ).
18. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: метановой кислоты (муравьиная  $\text{CH}_2\text{O}_2$ ); сероокиси углерода ( $\text{COS}$ ).
19. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этилнитрита ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$ ); хлорэтана ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ ).
20. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: бутана ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ); этена (этилен  $\text{C}_2\text{H}_4$ ).

## 2. «Определение расхода воздуха при горении»

1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг хлорэтана ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ ).
2. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная  $\text{CH}_2\text{O}_2$ ).
3. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> сероокиси углерода ( $\text{COS}$ ).
4. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> сероводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ).
5. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> окиси углерода ( $\text{CO}$ ).
6. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> аммиака ( $\text{NH}_3$ ).
7. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> метанола (метиловый спирт  $\text{CH}_3\text{OH}$ ).
8. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> сероводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ).
9. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг толуола ( $\text{C}_7\text{H}_8$ ).
10. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> этина (ацетилена  $\text{C}_2\text{H}_2$ ).
11. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг диметилкетона (ацетон  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ).
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 м<sup>3</sup> смеси газов, содержащего (в %): CH<sub>4</sub> - 71,5; C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> – 11,2; C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> - 4; CO<sub>2</sub> - 7,3; H<sub>2</sub>S – 10,0.
17. Определить объем воздуха при 20 °C и давлении 720 мм рт. ст., необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> смеси газов, содержащего (в %): CH<sub>4</sub> - 50; C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> – 15; C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> - 10; CO<sub>2</sub> - 10; H<sub>2</sub>S – 15.
18. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг хлорэтана (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Cl).
19. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная CH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).
20. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> сероокиси углерода (COS).

### **3. «Расчет количества и объема продуктов сгорания»**

1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м<sup>3</sup> сероводорода (H<sub>2</sub>S)
2. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м<sup>3</sup> аммиака (NH<sub>3</sub>).
3. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м<sup>3</sup> этина (ацетилена C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>).
4. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м<sup>3</sup> этена (этилен C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>).
5. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м<sup>3</sup> метанола (метилловый спирт CH<sub>3</sub>OH).
6. Определить объем продуктов сгорания 1 м<sup>3</sup> сероокиси углерода (COS).
7. Определить объем продуктов сгорания 1 м<sup>3</sup> окиси углерода (CO).
8. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг толуола (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>).
9. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг диметилкетона (ацетон C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O).
10. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг хлорэтана (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Cl).
11. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная CH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).
12. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг октана (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>).
13. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг пентана (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>).
14. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг гептана (C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>).



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 м<sup>3</sup> 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 м<sup>3</sup> доменного газа следующего состава (в %):  $CO_2$  — 21;  $CO$  — 20;  $CH_4$  — 0,5;  $H_2$  — 4;  $N_2$  — 54,5.

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

1. Определить calorиметрическую температуру горения метанола (метилловый спирт  $CH_3OH$ ).
  2. Определить calorиметрическую температуру горения этанола (этиловый спирт  $C_2H_5OH$ ).
  3. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт  $C_3H_7OH$ ).
  4. Определить calorиметрическую температуру горения бутанола (бутиловый спирт  $C_4H_9OH$ ).
  5. Определить calorиметрическую температуру горения пентанола (амиловый спирт  $C_5H_{11}OH$ ).
  6. Определить calorиметрическую температуру горения метановой кислоты (муравьиная  $CH_2O_2$ ).
  7. Определить calorиметрическую температуру горения этановой кислоты (уксусной кислоты  $C_2H_4O_2$ ).
  8. Определить calorиметрическую температуру горения этиленгликоля ( $C_2H_6O_2$ ).
- Определить calorиметрическую температуру горения бутановой кислоты (масляной кислоты  $C_4H_8O_2$ ).
9. Определить calorиметрическую температуру горения толуола ( $C_7H_8$ ).
  10. Определить calorиметрическую температуру горения диметилкетона (ацетон  $C_3H_6O$ ).
  11. Определить calorиметрическую температуру горения октана ( $C_8H_{18}$ ).
  12. Определить calorиметрическую температуру горения гептана ( $C_7H_{16}$ ).
  13. Определить calorиметрическую температуру горения бензола ( $C_6H_6$ ).

14. Определить calorиметрическую температуру горения метанола (метилловый спирт  $\text{CH}_3\text{OH}$ ).
15. Определить calorиметрическую температуру горения этанола (этиловый спирт  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ).
16. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ ).
17. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ).
18. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ ).
19. Определить calorиметрическую температуру горения метановой кислоты (муравьиная  $\text{CH}_2\text{O}_2$ ).
20. Определить calorиметрическую температуру горения этановой кислоты (уксусной кислоты  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ).

#### **5. «Расчет кислородного баланса взрывчатых веществ»**

1. Определить кислородный баланс нитроглицерина  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{ONO}_2)_3$ .
2. Определить кислородный баланс нитроклетчатки (коллодионной)  $\text{C}_2\text{C}_4\text{H}_{31}\text{N}_9\text{O}_{38}$ .
3. Определить кислородный баланс пироксилина  $\text{C}_{24}\text{H}_2\text{C}_9\text{N}_{11}\text{O}_{42}$ .
4. Определить кислородный баланс октоген  $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_8\text{O}_8$ .
5. Определить кислородный баланс парафина (твердый)  $\text{C}_{24}\text{H}_{50}$ .
6. Определить кислородный баланс пикриновой кислоты  $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{OH}$ .
7. Определить кислородный баланс тэна  $\text{C}_5\text{H}_8(\text{ONO}_2)_4$ .
8. Определить кислородный баланс тетрила  $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_4\text{NCH}_3$ .
9. Определить кислородный баланс тетранитрометана  $\text{C}(\text{NO}_2)_4$ .
10. Определить кислородный баланс гексогена  $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$ .

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

1. Составить реакцию взрыва гексогена  $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$ , определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования гексогена  $\Delta H_{\text{обр}} = +71,6$  кДж/моль.
2. Составить реакцию взрыва тэна  $\text{C}_5\text{H}_8(\text{ONO}_2)_4$ , определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тэна  $\Delta H_{\text{обр}} = -531,6$  кДж/моль.
3. Составить реакцию взрыва тетрила  $\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_5\text{O}_8$ , определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тетрила  $\Delta H_{\text{обр}} = +19,7$  кДж/моль.
4. Составить реакцию взрыва динитронафталина  $\text{C}_{10}\text{H}_6(\text{NO}_2)_2$ , определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования динитронафталина  $\Delta H_{\text{обр}} = -395$  кДж/моль.
5. Составить реакцию взрыва тринитрофенетола  $\text{C}_8\text{H}_7\text{N}_3\text{O}_7$ , определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования тринитрофенетола  $\Delta H_{\text{обр}} = -213,5$  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 тетранитротетраазабициклонона, (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 аминонитробензодифуроксана. Химическая формула -  $C_6H_2N_6O_6$ . Теплота образования аминонитробензодифуроксана  $\Delta H_{обр} = +357,0$  кДж/моль.
6. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва диаминодинитробензодифуроксана. Химическая формула -  $C_6H_4N_6O_6$ . Теплота образования диаминодинитробензодифуроксана  $\Delta H_{обр} = +83,6$  кДж/моль.
7. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва нитробензодифуроксана. Химическая формула -  $C_6H_5N_5O_6$ . Теплота образования нитробензодифуроксана  $\Delta H_{обр} = +383,0$  кДж/моль.
8. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминонитробензодифуроксана. Химическая формула -  $C_6H_4N_4O_4$ . Теплота образования аминонитробензодифуроксана  $\Delta H_{обр} = +175,1$  кДж/моль.
9. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминотринитробензодифуроксана. 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/дм<sup>3</sup>,  $T_0 = 288$  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  $p_1/p_0 - v_1/v_0$  для ударной адиабаты (адиабаты Гюгонио) и изэнтропы (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/дм<sup>3</sup>,  $T_0=(240+10N)$  К, где  $N$  – ваш порядковый номер в журнале.

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

Таблица - Исходные данные для задания 2

Вариант	Исходные данные по вариантам			
	$p_0$ , МПа	$\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	$T_0$ , К	$\omega_0$ , 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/дм<sup>3</sup>,  $T_0=300$  К,  $k=1,4$  если  $\rho_1=(1+N/2)$  г/дм<sup>3</sup>; 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/дм<sup>3</sup>,  $T_0=273$  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  $\Delta p$  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:**

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p><b>ПК-16</b></p> <p>готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты.</p>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные опасности при горении и взрыве;</li> <li>- свойства и характеристики энергетических материалов;</li> <li>- характер воздействия процессов горения и взрыва на человека и окружающую среду.</li> </ul>	<p><b>Варианты тестов для зачета</b></p> <p><b>Вариант 1</b></p> <p>1. Горение это ...</p> <p>А) ...очень быстрое выделение большого количества энергии и большого объема газов.</p> <p>Б) ...сложное, быстро протекающее химическое превращение, сопровождающееся выделением значительного количества тепла и ярким свечением (пламенем).</p> <p>В) ...процесс весьма быстрого физического или химического превращения системы, сопровождающийся переходом ее потенциальной энергии в механическую работу.</p> <p>2. С повышением температуры скорость химических реакций...</p> <p>А) ...уменьшается.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Б) ...увеличивается.</p> <p>В) ...не изменяется.</p> <p>Г) ...сначала уменьшается, а затем остается постоянной.</p> <p>3. Что является самым распространенным горючим материалом в условиях пожара?</p> <p>А) Кирпич.</p> <p>Б) Древесина.</p> <p>В) Пластмассы.</p> <p>Г) Металлы.</p> <p>4. Нижним температурным пределом воспламенения (НТПВ) называется...</p> <p>А) ...температура жидкости, при которой над поверхностью создается концентрация насыщенного пара, равная нижнему концентрационному пределу воспламенения.</p> <p>Б) ... температура жидкости, при которой над поверхностью создается концентрация насыщенного пара, равная верхнему концентрационному пределу воспламенения.</p> <p>В) ...минимальная температура жидкости, при которой раз подожженная смесь продолжает гореть после удаления источника воспламенения.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Г) ...минимальная температура, при которой наступает самовоспламенение жидкости.</p> <p>5. С повышением температуры область воспламенения газовых смесей...</p> <p>А) ...расширяется.</p> <p>Б) ...сужается.</p> <p>В) ...не изменяется.</p> <p>6. Какое из определений взрыва дает в 1748 году М.В. Ломоносов?</p> <p>А) Взрыв - это процесс, который сопровождается сильным звуковым эффектом (громким звуком, шумом, грохотом, хлопком).</p> <p>Б) Взрыв - это событие, при котором высвобождается внутренняя энергия и формируется избыточное давление.</p> <p>В) Взрыв - это очень быстрое выделение большого количества энергии и большого объема газов.</p> <p>Г) Взрыв - это быстрое неуправляемое высвобождение энергии, которое вызывает ударную волну, движущуюся на некотором расстоянии от источника, которая несет потенциальную опасность поражения людей и обладает разрушительной способностью.</p> <p>7. К какому типу относится взрыв при образовании гелия из водорода?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>А) Физический взрыв за счет тепловой энергии.</p> <p>Б) Химический взрыв.</p> <p>В) Физический взрыв за счет кинетической энергии.</p> <p>Г) Ядерный взрыв.</p> <p>8. Какие из перечисленных веществ могут служить в качестве флегматизатора?</p> <p>А) Вазелин, парафин.</p> <p>Б) Мел, сода.</p> <p>В) Гексоген, нитроглицерин.</p> <p>Г) Хлорид натрия, хлорид калия.</p> <p>9. Что из перечисленного является бризантным взрывчатым веществом?</p> <p>А) Азид свинца, гремучая ртуть.</p> <p>Б) Тротил, динамит.</p> <p>В) Дымный и бездымный порох.</p> <p>Г) Уголь.</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>10. Ударные волны характеризуются резким скачком...</p> <p>А) ...давления.</p> <p>Б) ...плотности.</p> <p>В) ...температуры.</p> <p>Г) ...А, Б, В.</p> <p><b>Вариант 2</b></p> <p>1. Основу горения составляют...</p> <p>А) ...экзотермические окислительно-восстановительные реакции.</p> <p>Б) ...эндотермические реакции разложения.</p> <p>В) ...реакции обмена.</p> <p>Г) ...реакции полимеризации.</p> <p>2. При каком соотношении <math>\tau_{\phi}</math> и <math>\tau_x</math> горение называется диффузионным, где <math>\tau_{\phi}</math> - время, необходимое для возникновения физического контакта между горючим веществом и кислородом воздуха, <math>\tau_x</math> - время, затрачиваемое для протекания самой</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>химической реакции.</p> <p>А) <math>\tau_{\phi} \gg \tau_x</math>.</p> <p>Б) <math>\tau_{\phi} \ll \tau_x</math>.</p> <p>В) <math>\tau_{\phi} = \tau_x</math>.</p> <p>Г) при любом.</p> <p>3. Какова единица измерения нижнего концентрационного предела воспламенения аэрозвеси?</p> <p>А) <math>\text{г/м}^3</math> или <math>\text{мг/л}</math>.</p> <p>Б) %.</p> <p>В) <math>^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Г) м.</p> <p>4. Температурой воспламенения жидкости называется...</p> <p>А) ...температура жидкости, при которой над поверхностью создается концентрация насыщенного пара, равная нижнему концентрационному пределу воспламенения.</p>

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Г) Ядерный взрыв.</p> <p>7. Что из перечисленного является примером физического взрыва за счет электрической энергии?</p> <p>А) Большинство землетрясений.</p> <p>Б) Взрыв баллона со сжатым газом.</p> <p>В) Взрыв при падении крупного метеорита.</p> <p>Г) Взрыв конденсированного взрывчатого вещества.</p> <p>Д). Молнии.</p> <p>8. Какие из перечисленных веществ могут служить в качестве сенсibilизатора?</p> <p>А) Вазелин, парафин.</p> <p>Б) Мел, сода.</p> <p>В) Гексоген, нитроглицерин.</p> <p>Г) Хлорид натрия, хлорид калия.</p> <p>9. Что из перечисленного является инициирующим взрывчатым веществом?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>А) Тротил, динамит.</p> <p>Б) Азид свинца, гремучая ртуть.</p> <p>В) Дымный и бездымный порох.</p> <p>Г) Уголь.</p> <p>10. Ударная волна состоит из...</p> <p>А) ...фазы сжатия.</p> <p>Б) ...фазы разряжения.</p> <p>В) ...А, Б.</p> <p>Г) ...ни А, ни Б.</p> <p><b>Вариант 3</b></p> <p>1. Тепловой эффект реакции горения выражается в...</p> <p>А) ...киловаттах (кВт).</p> <p>Б) ...ньютонх (Н).</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>В) ...килоджоулях (кДж) или килокалориях (ккал).</p> <p>Г) ...мегапаскалях (МПа) или килограмм-силах на сантиметр квадратный (кгс/см<sup>2</sup>).</p> <p>2. При каком соотношении <math>\tau_{\phi}</math> и <math>\tau_x</math> горение называется кинетическим, где <math>\tau_{\phi}</math> - время, необходимое для возникновения физического контакта между горючим веществом и кислородом воздуха, <math>\tau_x</math> - время, затрачиваемое для протекания самой химической реакции.</p> <p>А) <math>\tau_{\phi} \gg \tau_x</math>.</p> <p>Б) <math>\tau_{\phi} \ll \tau_x</math></p> <p>В) <math>\tau_{\phi} = \tau_x</math>.</p> <p>Г) при любом.</p> <p>3. С увеличением мощности источника зажигания нижний концентрационный предел воспламенения аэрозвеси ...</p> <p>А) ...снижается и взрывчатость пыли увеличивается.</p> <p>Б) ...повышается и взрывчатость пыли уменьшается.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>В) ...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>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>А) Большинство землетрясений.</p> <p>Б) Взрыв баллона со сжатым газом.</p> <p>В) Взрыв при падении крупного метеорита.</p> <p>Г) Взрыв конденсированного взрывчатого вещества.</p> <p>7. Как называются вещества снижающие чувствительность взрывчатых веществ к начальному импульсу?</p> <p>А) Флегматизаторы.</p> <p>Б) Сенсibiliзаторы.</p> <p>В) Стабилизаторы.</p> <p>Г) Пламегасители.</p> <p>Д) Окислители.</p> <p>8. Какой тип взрывчатых веществ применяется в горной промышленности для дробления горных пород?</p> <p>А) Иницирующие взрывчатые вещества.</p> <p>Б) Бризантные взрывчатые вещества.</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>В) Метательные взрывчатые вещества.</p> <p>Г) Пиротехнические составы.</p> <p>9. Детонация распространяется по заряду взрывчатого вещества путем...</p> <p>А) ...сжатия вещества ударной волной.</p> <p>Б) ...излучения</p> <p>В) ...теплопроводности</p> <p>Г) ...диффузии.</p> <p>10. Ударные волны распространяются в...</p> <p>А) ...воздухе.</p> <p>Б) ...воде.</p> <p>В) ...горной породе.</p> <p>Г) ...любых средах.</p> <p><b>Вариант 4</b></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>1. Тепловой эффект химической реакции равен...</p> <p>А) ...сумме теплот образования продуктов реакции за вычетом суммы теплот образования исходных веществ.</p> <p>Б) ...сумме теплот образования исходных веществ за вычетом суммы теплот образования продуктов реакции.</p> <p>2. Количественная теория теплового самовоспламенения была разработана в 1928 г ...</p> <p>А) ...Ле Шателье.</p> <p>Б) ...Вант-Гоффом.</p> <p>В) ...Аррениусом</p> <p>Г) ...Н.Н. Семеновым.</p> <p>3. С увеличением дисперсности нижний концентрационный предел воспламенения аэрозвеси ...</p> <p>А) ...понижается.</p> <p>Б) ...повышается.</p> <p>В) ...сначала повышается, а затем остается постоянным.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Г) ...не изменяется.</p> <p>4. Диапазон концентраций газов или пара в воздухе между нижним и верхним концентрационными пределами воспламенения называется...</p> <p>А) ...областью безопасных концентраций.</p> <p>Б) ...областью пожароопасных концентраций.</p> <p>В) ...областью воспламенения.</p> <p>5. О способности к самовозгоранию масел и жиров судят по...</p> <p>А) ...йодному числу.</p> <p>Б) ...кислородному балансу.</p> <p>В) ...числу Рейнольдса.</p> <p>Г) ...числу Маха.</p> <p>6. К какому типу относится взрыв двухфазной аэровзвеси?</p> <p>А) Физический взрыв за счет тепловой энергии.</p> <p>Б) Химический взрыв.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>В) Физический взрыв за счет кинетической энергии.</p> <p>Г) Ядерный взрыв.</p> <p>7. Как называются вещества повышающие чувствительность взрывчатых веществ к начальному импульсу?</p> <p>А) Флегматизаторы.</p> <p>Б) Сенсibiliзаторы.</p> <p>В) Стабилизаторы.</p> <p>Г) Пламегасители.</p> <p>Д) Окислители.</p> <p>8. Какой тип взрывчатых веществ применяется преимущественно в виде капсулей-детонаторов?</p> <p>А) Иницирующие взрывчатые вещества.</p> <p>Б) Бризантные взрывчатые вещества.</p> <p>В) Метательные взрывчатые вещества.</p> <p>Г) Пиротехнические составы.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>9. Скорость детонации составляет...</p> <p>А) ...несколько сантиметров в секунду.</p> <p>Б) ...несколько метров в секунду.</p> <p>В) ...десятки метров в секунду.</p> <p>Г) ...несколько километров в секунду.</p> <p>10. Передний фронт ударной волны распространяется со скоростью...</p> <p>А) ...света.</p> <p>Б) ...звука.</p> <p>В) ...большей скорости света.</p> <p>Г) ...большей скорости звука.</p>
Уметь	<p>- решать теоретические задачи по горению и взрыву, используя основные законы механики и термодинамики сплошных сред;</p> <p>- идентифицировать основные опасности при горении и взрыве;</p>	<p><b>Контрольные задачи для индивидуальных заданий.</b></p> <p><b>1 «Составление реакций горения и расчет теплоты сгорания»</b></p> <p>1. Составьте уравнения реакции горения гексана (<math>C_6H_{14}</math>) а) при полном сгорании; б) при неполном сгорании с образованием угарного газа (<math>CO</math>) и воды; в) при неполном сгорании с образованием сажи (<math>C</math>) и воды. Определите тепловые эффекты составленных реакций. Рассчитайте теплоту сгорания <math>1\text{ кг } (м^3)</math>.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>- прогнозировать развитие негативной ситуации в среде обитания.</p>	<p>2. Составьте уравнения реакции горения циклогексана (<math>C_6H_{12}</math>) 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 (<math>M^3</math>).</p> <p>3. Составьте уравнения реакции горения бутилена (<math>C_4H_8</math>) 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 (<math>M^3</math>).</p> <p>4. Составьте уравнения реакции горения октана (<math>C_8H_{18}</math>) 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 (<math>M^3</math>).</p> <p>5. Составьте уравнения реакции горения пентана (<math>C_5H_{12}</math>) 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 (<math>M^3</math>).</p> <p>6. Составьте уравнения реакции горения циклобутана (<math>C_4H_8</math>) 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</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>реакций. Рассчитайте теплоту сгорания 1 кг (<math>M^3</math>).</p> <p>7. Составьте уравнения реакции горения пропена (пропилен <math>C_3H_6</math>) 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 (<math>M^3</math>).</p> <p>8. Составьте уравнения реакции горения гептана (<math>C_7H_{16}</math>) 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 (<math>M^3</math>).</p> <p>9. Составьте уравнения реакции горения циклопентана (<math>C_5H_{10}</math>) 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 (<math>M^3</math>).</p> <p>10. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этина (ацетилена <math>C_2H_2</math>); бензола (<math>C_6H_6</math>).</p> <p>11. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: толуола (<math>C_7H_8</math>); диметилкетона (ацетон <math>C_3H_6O</math>).</p> <p>12. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>соединений: метанола (метиловый спирт <math>\text{CH}_3\text{OH}</math>); аммиака (<math>\text{NH}_3</math>).</p> <p>13. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этанола (этиловый спирт <math>\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}</math>); пиридина (<math>\text{C}_5\text{H}_5\text{N}</math>).</p> <p>14.. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: пропанола (пропиловый спирт <math>\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}</math>); окиси углерода (<math>\text{CO}</math>).</p> <p>15. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: бутанола (бутиловый спирт <math>\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}</math>); сероуглерода (<math>\text{CS}_2</math>).</p> <p>16. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: пентанола (амиловый спирт <math>\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}</math>); хлорметана (<math>\text{CH}_3\text{Cl}</math>).</p> <p>17. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этановой кислоты (уксусной кислоты <math>\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2</math>); сероводорода (<math>\text{H}_2\text{S}</math>).</p> <p>18. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: метановой кислоты (муравьиная <math>\text{CH}_2\text{O}_2</math>); сероокиси углерода (<math>\text{COS}</math>).</p> <p>19. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих соединений: этилнитрита (<math>\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2</math>); хлорэтана (<math>\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}</math>).</p> <p>20. Составьте уравнение реакции горения и определите теплоту сгорания следующих</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>соединений: бутана (<math>C_4H_{10}</math>); этена (этилен <math>C_2H_4</math>).</p> <p><b>2. «Определение расхода воздуха при горении»</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг хлорэтана (<math>C_2H_5Cl</math>).</li> <li>2. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная <math>CH_2O_2</math>).</li> <li>3. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> сероокиси углерода (<math>CO</math>).</li> <li>4. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> сероводорода (<math>H_2S</math>).</li> <li>5. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> окиси углерода (<math>CO</math>).</li> <li>6. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> аммиака (<math>NH_3</math>).</li> <li>7. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> метанола (метиловый спирт <math>CH_3OH</math>).</li> <li>8. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> сероводорода (<math>H_2S</math>).</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>9. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг толуола (<math>C_7H_8</math>).</p> <p>10. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> этина (ацетилена <math>C_2H_2</math>).</p> <p>11. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг диметилкетона (ацетон <math>C_3H_6O</math>).</p> <p>12. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 10 кг торфа состава (в %): углерод - 50%, водород - 6,5%, кислород - 40%, азот - 3%, сера 0,5% на горючую массу.</p> <p>13. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 20 кг торфа состава (в %): углерод - 60%, водород 5%, кислород 30%, азот 2,5%, сера 2,5% на горючую массу.</p> <p>14. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 5 кг торфа состава (в %): углерод - 55%, водород 6%, кислород 35%, азот 2%, сера 2% на горючую массу.</p> <p>15. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 10 кг антрацита состава (в %): углерод – 91%, водород 2,2%, кислород 1,8%, азот 1,0%, сера 2,0%, зола – 2% на горючую массу.</p> <p>16. Определить объем воздуха при 10 °C и давлении 730 мм рт. ст., необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> смеси газов, содержащего (в %): <math>CH_4</math> - 71,5; <math>C_2H_6</math> – 11,2; <math>C_3H_8</math> - 4; <math>CO_2</math> - 7,3; <math>H_2S</math> – 10,0.</p> <p>17. Определить объем воздуха при 20 °C и давлении 720 мм рт. ст., необходимый для</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>сгорания 1 м<sup>3</sup> смеси газов, содержащего (в %): CH<sub>4</sub> - 50; C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> – 15; C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> - 10; CO<sub>2</sub> - 10; H<sub>2</sub>S – 15.</p> <p>18. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг хлорэтана (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Cl).</p> <p>19. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная CH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).</p> <p>20. Определить объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> сероокиси углерода (COS).</p> <p><b>3. «Расчет количества и объема продуктов сгорания»</b></p> <p>1. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м<sup>3</sup> сероводорода (H<sub>2</sub>S)</p> <p>2. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м<sup>3</sup> аммиака (NH<sub>3</sub>).</p> <p>3. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м<sup>3</sup> этина (ацетилена C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>).</p> <p>4. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м<sup>3</sup> этена (этилен C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>).</p> <p>5. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м<sup>3</sup> метанола (метиловый спирт CH<sub>3</sub>OH).</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>6. Определить объем продуктов сгорания 1 м<sup>3</sup> сероокиси углерода (COS).</p> <p>7. Определить объем продуктов сгорания 1 м<sup>3</sup> окиси углерода (CO).</p> <p>8. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг толуола (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>).</p> <p>9. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг диметилкетона (ацетон C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O).</p> <p>10. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг хлорэтана (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Cl).</p> <p>11. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг метановой кислоты (муравьиная CH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).</p> <p>12. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг октана (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>).</p> <p>13. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг пентана (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>).</p> <p>14. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг гептана (C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>).</p> <p>15. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг бензола (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).</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 -</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>60%, водород 5%, кислород 30%, азот 2,5%, сера 2,5% на горючую массу.</p> <p>18. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 кг торфа состава (в %): углерод - 55%, водород 6%, кислород 35%, азот 2%, сера 2% на горючую массу.</p> <p>19. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м<sup>3</sup> доменного газа следующего состава (в %): CO<sub>2</sub> — 6,5; CO — 26,5; CH<sub>4</sub> — 4,3; H<sub>2</sub> — 2,2; N<sub>2</sub> — 60,5.</p> <p>20. Определить объем влажных продуктов сгорания 1 м<sup>3</sup> доменного газа следующего состава (в %): CO<sub>2</sub> — 21; CO — 20; CH<sub>4</sub> — 0,5; H<sub>2</sub> — 4; N<sub>2</sub> — 54,5.</p> <p><b>4. «Определение колориметрической, теоретической и действительной температуры сгорания»</b></p> <p>1. Определить calorиметрическую температуру горения метанола (метиловый спирт CH<sub>3</sub>OH).</p> <p>2. Определить calorиметрическую температуру горения этанола (этиловый спирт C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH).</p> <p>3. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>OH).</p> <p>4. Определить calorиметрическую температуру горения бутанола (бутиловый спирт</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p><math>C_4H_9OH</math>).</p> <p>5. Определить calorиметрическую температуру горения пентанола (амиловый спирт <math>C_5H_{11}OH</math>).</p> <p>6. Определить calorиметрическую температуру горения метановой кислоты (муравьиная <math>CH_2O_2</math>).</p> <p>7. Определить calorиметрическую температуру горения этановой кислоты (уксусной кислоты <math>C_2H_4O_2</math>).</p> <p>8. Определить calorиметрическую температуру горения этиленгликоля (<math>C_2H_6O_2</math>).</p> <p>Определить calorиметрическую температуру горения бутановой кислоты (масляной кислоты <math>C_4H_8O_2</math>).</p> <p>9. Определить calorиметрическую температуру горения толуола (<math>C_7H_8</math>).</p> <p>10. Определить calorиметрическую температуру горения диметилкетона (ацетон <math>C_3H_6O</math>).</p> <p>11. Определить calorиметрическую температуру горения октана (<math>C_8H_{18}</math>).</p> <p>12. Определить calorиметрическую температуру горения гептана (<math>C_7H_{16}</math>).</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>13. Определить calorиметрическую температуру горения бензола (<math>C_6H_6</math>).</p> <p>14. Определить calorиметрическую температуру горения метанола (метилловый спирт <math>CH_3OH</math>).</p> <p>15. Определить calorиметрическую температуру горения этанола (этиловый спирт <math>C_2H_5OH</math>).</p> <p>16. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт <math>C_3H_7OH</math>).</p> <p>17. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт <math>C_4H_9OH</math>).</p> <p>18. Определить calorиметрическую температуру горения пропанола (пропиловый спирт <math>C_5H_{11}OH</math>).</p> <p>19. Определить calorиметрическую температуру горения метановой кислоты (муравьиная <math>CH_2O_2</math>).</p> <p>20. Определить calorиметрическую температуру горения этановой кислоты (уксусной кислоты <math>C_2H_4O_2</math>).</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p><b>5. «Расчет кислородного баланса взрывчатых веществ»</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить кислородный баланс нитроглицерина <math>C_3H_5(ONO_2)_3</math>.</li> <li>2. Определить кислородный баланс нитроклетчатки (коллодионной) <math>C_2C_4H_{31}N_9O_{38}</math>.</li> <li>3. Определить кислородный баланс пироксилина <math>C_{24}H_2C_9N_{11}O_{42}</math>.</li> <li>4. Определить кислородный баланс октоген <math>C_4H_8N_8O_8</math>.</li> <li>5. Определить кислородный баланс парафина (твердый) <math>C_{24}H_{50}</math>.</li> <li>6. Определить кислородный баланс пикриновой кислоты <math>C_6H_2(NO_2)_3OH</math>.</li> <li>7. Определить кислородный баланс тэна <math>C_5H_8(ONO_2)_4</math>.</li> <li>8. Определить кислородный баланс тетрила <math>C_6H_2(NO_2)_4NCH_3</math>.</li> <li>9. Определить кислородный баланс тетранитрометана <math>C(NO_2)_4</math>.</li> <li>10. Определить кислородный баланс гексогена <math>C_3H_6N_6O_6</math>.</li> </ol> <p><b>6. «Составление реакций взрыва, определение теплоты и объема газов взрыва»</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составить реакцию взрыва гексогена <math>C_3H_6N_6O_6</math>, определить теплоту и объем газов взрыва. Теплота образования гексогена <math>\Delta H_{обр} = +71,6</math> кДж/моль.</li> </ol>



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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p><b>7. «Определение температуры и давления газов при взрыве»</b></p> <p>1. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва 1,3,5,5-тетранитрогексагидропиримидина (DNNC). Химическая формула - <math>C_4H_6N_6O_8</math>. 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 - <math>(CH_2)_2N_3H_2(NO_2)C=NO_2</math>. Теплота образования +68,2 кДж/моль.</p> <p>3. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва тетранитротетраазабициклононанона, (TNABN, К-56). Химическая формула - <math>C_5H_6N_8O_9</math>. 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 - <math>C_3H_4N_6O_6</math>. Теплота образования -86.02 кДж/моль.</p> <p>5. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминонитробензодифуроксана Химическая формула - <math>C_6H_2N_6O_6</math>. Теплота образования аминонитробензодифуроксана <math>\Delta H_{обр} = +357,0</math> кДж/моль.</p> <p>6. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва диаминодинитробензофуроксана. Химическая формула - <math>C_6H_4N_6O_6</math>. Теплота</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>образования диаминодинитробензофуоксана <math>\Delta H_{обр} = +83,6</math> кДж/моль.</p> <p>7. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва нитробензодифуоксана. Химическая формула - <math>C_6H_5NO_2</math>. Теплота образования нитробензодифуоксана <math>\Delta H_{обр} = +383,0</math> кДж/моль.</p> <p>8. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминонитробензофуоксана. Химическая формула - <math>C_6H_4N_2O_4</math>. Теплота образования аминонитробензофуоксана <math>\Delta H_{обр} = +175,1</math> кДж/моль.</p> <p>9. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва аминотринитробензофуоксана. Химическая формула - <math>C_6H_2N_6O_8</math>. Теплота образования +104,5 кДж/моль.</p> <p>10. Составить реакцию, определить теоретическую температуру и давление газов взрыва Химическая формула - <math>C_8H_2N_6O_{10}</math>. Теплота образования +233,1 кДж/моль.</p> <p><b>8. «Расчет параметров ударной волны. Исследование ударной адиабаты»</b>  <b>Типовая задача 8.1.</b> Используя основные уравнения ударных волн определить параметры ударной волны при <math>p_0 = 1</math> атм, <math>\rho_0 = 1,25</math> г/дм<sup>3</sup>, <math>T_0 = 288</math> К, <math>k = 1,4</math> если <math>p_1 = 2; 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30</math> атм. Результаты вычислений представить в виде таблицы. Построить график в координатах <math>p-u</math>.</p> <p><b>Типовая задача 8.2.</b> Построить диаграмму <math>p_1/p_0 - u_1/u_0</math> для ударной адиабаты (адиабаты</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																																																				
		<p>Гюгонио) и изоэнтропы (адиабаты Пуассона) при <math>k=1,4</math> (такое значение <math>k</math> имеет воздух при умеренных сжатиях).</p> <p><b>Задание 1.</b> Решите типовые задачи, используя следующие исходные данные: <math>\rho_0=(1,20+N/100)</math> г/дм<sup>3</sup>, <math>T_0=(240+10N)</math> К, где <math>N</math> – ваш порядковый номер в журнале.</p> <p><b>Задание 2.</b> Построить в координатах <math>p</math>–<math>v</math> ударную адиабату для воздуха (<math>p_1 = p_0 \dots 50p_0</math>, <math>k=1,4</math>), приняв начальные условия согласно варианту из таблицы. Определить предельную плотность, достигаемую во фронте сильной ударной волны.</p> <p>Таблица - Исходные данные для задания 2</p> <table border="1" data-bbox="831 815 2051 1469"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Вариант</th> <th colspan="4">Исходные данные по вариантам</th> </tr> <tr> <th><math>p_0</math>, МПа</th> <th><math>\rho_0</math>, кг/м<sup>3</sup></th> <th><math>T_0</math>, К</th> <th><math>\omega_0</math>, 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>	Вариант	Исходные данные по вариантам				$p_0$ , МПа	$\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	$T_0$ , К	$\omega_0$ , 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	$\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	$T_0$ , К	$\omega_0$ , 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><b>Задание 3.</b> Используя основные уравнения ударных волн определить параметры ударной волны при <math>p_0=1</math> атм, <math>\rho_0=1,25</math> г/дм<sup>3</sup>, <math>T_0=300</math> К, <math>k=1,4</math> если <math>\rho_1=(1+N/2)</math> г/дм<sup>3</sup>; где N – ваш порядковый номер в журнале.</p> <p><b>Задание 4.</b> Используя основные уравнения ударных волн определить параметры ударной волны при <math>p_0=1</math> атм, <math>\rho_0=1,28</math> г/дм<sup>3</sup>, <math>T_0=273</math> К, <math>k=1,4</math> если <math>D=(500+100N)</math> м/с; где N – ваш порядковый номер в журнале.</p> <p><b>9. «Разрушающее действие взрыва»</b></p> <p><b>Типовая задача 9.1.</b> 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 <math>h=5</math> мм.</p> <p><b>Типовая задача 9.2.</b> Масса накладного заряда аммонита 6ЖВ <math>M=1</math> т. Определить радиусы зон разрушения при взрыве данного заряда.</p> <p><b>Типовая задача 9.3.</b> Масса накладного заряда аммонита 6ЖВ <math>M=1</math> кг. Определить радиусы зон опасных для человека.</p> <p><b>Типовая задача 9.4.</b> Построить зависимость вероятности повреждения барабанных перепонок человека <math>W</math> от избыточного давления в волне <math>\Delta p</math> на интервале от 35 до 300 кПа.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<p>- понятийно-терминологическим аппаратом теории горения и взрыва;</p> <p>- основными методами исследования в области теории горения и взрыва, практическими умениями и навыками их использования;</p> <p>- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</p>	<p><b>Вопросы для промежуточной проверки знаний студентов</b>  <b>Вопросы для проведения контрольной работы №1 «Основы теории горения».</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приведите определение понятия «горения».</li> <li>2. Как рассчитывается теплота сгорания?</li> <li>3. Какие факторы влияют на скорость химической реакции?</li> <li>4. Что называется воспламенением?</li> <li>5. Приведите схему, описывающую превращение горючих веществ при нагревании.</li> <li>6. В чем различие диффузионного и кинетического горения?</li> <li>7. Как определяется расход воздуха при горении?</li> <li>8. Какие продукты выделяются при полном и неполном сгорании? Что такое дым?</li> <li>9. Температура горения.</li> <li>10. В чем заключается тепловое самоускорение реакций?</li> <li>11. В чем заключается автокаталитическое ускорение реакций?</li> <li>12. В чем заключается цепное самоускорение реакций.</li> <li>13. Самовоспламенение и зажигание.</li> <li>14. Скорости реакции при кинетическом и диффузионном горении.</li> <li>15. Ламинарное и турбулентное диффузионное пламя.</li> <li>16. Температура пламени в зоне паров и зоне горения.</li> <li>17. Перечислите факторы, влияющие на скорость горения.</li> <li>18. Процесс воспламенения.</li> <li>19. Связь между самовоспламенением и самовозгоранием.</li> <li>20. Перечислите вещества, самовозгорающиеся под действием воздуха, воды, окислителей.</li> <li>21. Горение смесей газов и паров с воздухом.</li> <li>22. Дайте определение концентрационных пределов воспламенения газовых смесей.</li> <li>23. Как определяется температура и давление при горении газовых смесей.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>24. Горение жидкостей. Испарение.  25. Какой пар называется насыщенным?  26. Дайте определение температурных пределов воспламенения, температуры вспышки.  27. Как происходит теплообмен в процессе горения жидкостей?  28. Распределение температуры в горящей жидкости.  29. Горение смесей пыли с воздухом.  30. Свойства пыли. Пределы воспламенения аэрозвесей.  31. Приведите классификацию пыли по пожарной опасности.  32. Горение твердых веществ.  33. Состав и свойства твердых горючих веществ.  34. Горение древесины, металлов, пластмасс.</p> <p><b>Вопросы для проведения контрольной работы №2 «Основы теории взрыва»</b></p> <p>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.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства				
		<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> <p>17. Общие положения о работе взрыва.</p> <p>18. Экспериментальные методы определения общей работы взрыва.</p> <p>19. Оценка импульса местного действия взрыва. Длительность импульса.</p> <p>20. Кумулятивное действие взрыва.</p> <p><b>Задания для контрольной работы №2 по разделу «Основы теории взрыва»</b></p> <table border="1" data-bbox="831 1161 1368 1353"> <tr> <td> <p><b>Вариант 1.</b>  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитрофенола <math>C_6H_3N_3O_7(mв)</math>.  <math>\Delta H_{обр} = -237,9</math> кДж/моль.</p> </td> <td> <p><b>Вариант 2.</b>  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитротолуола <math>C_7H_5N_3O_6(mв)</math>.  <math>\Delta H_{обр} = -73,5</math> кДж/моль.</p> </td> </tr> <tr> <td> <p><b>Вариант 3.</b>  Рассчитать теплоту взрыва,</p> </td> <td> <p><b>Вариант 4.</b>  Рассчитать теплоту взрыва,</p> </td> </tr> </table>	<p><b>Вариант 1.</b>  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитрофенола <math>C_6H_3N_3O_7(mв)</math>.  <math>\Delta H_{обр} = -237,9</math> кДж/моль.</p>	<p><b>Вариант 2.</b>  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитротолуола <math>C_7H_5N_3O_6(mв)</math>.  <math>\Delta H_{обр} = -73,5</math> кДж/моль.</p>	<p><b>Вариант 3.</b>  Рассчитать теплоту взрыва,</p>	<p><b>Вариант 4.</b>  Рассчитать теплоту взрыва,</p>
<p><b>Вариант 1.</b>  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитрофенола <math>C_6H_3N_3O_7(mв)</math>.  <math>\Delta H_{обр} = -237,9</math> кДж/моль.</p>	<p><b>Вариант 2.</b>  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитротолуола <math>C_7H_5N_3O_6(mв)</math>.  <math>\Delta H_{обр} = -73,5</math> кДж/моль.</p>					
<p><b>Вариант 3.</b>  Рассчитать теплоту взрыва,</p>	<p><b>Вариант 4.</b>  Рассчитать теплоту взрыва,</p>					



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства	
		<p>температуру взрыва и объем газов динитробензола <math>C_6H_4N_2O_4(mв)</math>.  <math>\Delta H_{обр} = -27,2</math> кДж/моль.</p>	<p>температуру взрыва и объем газов тринитробензола <math>C_6H_3N_3O_6(mв)</math>.  <math>\Delta H_{обр} = -37,7</math> кДж/моль.</p>
<p><b>Вариант 5.</b>  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитроксилотола <math>C_8H_7N_3O_6(mв)</math>.  <math>\Delta H_{обр} = -109,6</math> кДж/моль.</p>	<p><b>Вариант 6.</b>  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов динитронафталина <math>C_{10}H_6N_2O_4(mв)</math>.  <math>\Delta H_{обр} = +15,2</math> кДж/моль.</p>		
<p><b>Вариант 7.</b>  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитрометана <math>CH_3NO_2(mв)</math>.  <math>\Delta H_{обр} = -113,1</math> кДж/моль.</p>	<p><b>Вариант 8.</b>  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тринитрометана <math>CHN_3O_9(mв)</math>.  <math>\Delta H_{обр} = -80,0</math> кДж/моль.</p>		
<p><b>Вариант 9.</b>  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тетрила <math>C_7H_5N_5O_8(mв)</math>. <math>\Delta H_{обр} = +19,7</math> кДж/моль.</p>	<p><b>Вариант 10.</b>  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов гексогена <math>C_3H_6N_6O_6(mв)</math>. <math>\Delta H_{обр} = +71,6</math> кДж/моль.</p>		
<p><b>Вариант 11.</b>  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов</p>	<p><b>Вариант 12.</b>  Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов</p>		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства	
		<p>октогена <math>C_4H_8N_8O_8</math> (<i>тв</i>). <math>\Delta H_{обр} = +75,1</math> кДж/моль.</p> <p><b>Вариант 13.</b> Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов дины <math>C_4H_8N_4O_8</math> (<i>тв</i>). <math>\Delta H_{обр} = -319,5</math> кДж/моль.</p> <p><b>Вариант 15.</b> Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитрогликоля <math>C_2H_4N_2O_6</math> (<i>ж</i>). <math>\Delta H_{обр} = -244</math> кДж/моль.</p> <p><b>Вариант 17.</b> Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов тэна <math>C_5H_8N_4O_{12}</math> (<i>тв</i>). <math>\Delta H_{обр} = -541,65</math> кДж/моль.</p>	<p>нитрогуанидина <math>CH_4N_4O_2</math> (<i>тв</i>). <math>\Delta H_{обр} = -98,8</math> кДж/моль.</p> <p><b>Вариант 14.</b> Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов нитроглицерина <math>C_3H_5N_3O_9</math> (<i>ж</i>). <math>\Delta H_{обр} = -365</math> кДж/моль.</p> <p><b>Вариант 16.</b> Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов динитрогликоля <math>C_2H_6N_2O_6</math> (<i>тв</i>). <math>\Delta H_{обр} = -233</math> кДж/моль.</p> <p><b>Вариант 18.</b> Рассчитать теплоту взрыва, температуру взрыва и объем газов гексила <math>C_{12}H_5N_7O_{12}</math> (<i>тв</i>). <math>\Delta H_{обр} = +41,43</math> кДж/моль.</p>

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

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

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

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

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

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

*Критерии оценки*

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

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

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