

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессио-
нального образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИДО

_____ С.И. Качин

« ____ » _____ 2013г.

ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

Методические указания и индивидуальные задания
для студентов ИДО, обучающихся по направлению
280700 «Техносферная безопасность»

Составитель В.А. Перминов

Семестр	6
Кредиты	4
Лекции, часов	8
Лабораторные работы, часов	12
Практические работы, часов	6
Индивидуальные задания	6
Самостоятельная работа, часов	113
Форма контроля	экзамен

Издательство
Томского политехнического университета
2013

УДК 331.4(075.8)

Теория горения и взрыва: метод. указ. и индивидуальные задания для студентов ИДО, обучающихся по напр. 280700 «Техносферная безопасность» / сост. В.А. Перминов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – с.

Методические указания и индивидуальные задания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности «__»_____2013 года, протокол № _____.

Зав. кафедрой ЭБЖ,

д.х.н. _____ С.В. Романенко

Аннотация

Методические указания и индивидуальные задания по дисциплине «теория горения и взрыва» для студентов ИДО, обучающихся по направлению 280700 «Техносферная безопасность». Данная дисциплина изучается в одном семестре.

Приведено содержание основных тем дисциплины, указаны перечень лабораторных работ. Приведены варианты заданий для индивидуальных домашних работ. Даны методические указания по выполнению индивидуальных домашних работ.

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цель преподавания курса «Теория горения и взрыва» состоит в том, чтобы подготовить бакалавров к осуществлению исследовательской деятельности в учебных, научно-исследовательских и других подразделениях и аппаратах управления РС ЧС и ГО на основе сознательного и грамотного применения соответствующих количественных методов для решения разнообразных проблем, связанных с деятельностью РС ЧС и ГО.

В профессиональной деятельности выпускник обязан руководствоваться положениями дисциплины при проектировании и производстве своей работы:

- научно-исследовательской;
 - проектно-конструкторской;
 - производственно-технологической;
 - организационно-управленческой;
- по самосовершенствованию и обучению.

Дисциплина «Теория горения и взрыва» относится к дисциплинам математического и естественнонаучного цикла (**Б2.Б.4.**). Она непосредственно связана с дисциплинами естественнонаучного и математического цикла (Информатика, Математика, Ноксология, Физика, Химия), и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения. Коррективитами для дисциплины являются: «Безопасность жизнедеятельности», «Управление техносферной безопасностью», «Оценка воздействия на окружающую среду», «Математическое моделирование процессов в чрезвычайных ситуациях», «Пожаровзрывозащита».

При изучении дисциплины студенты должны научиться не только идентифицировать опасные и вредные факторы этих процессов, но и уметь давать им количественную оценку, владеть инструментарием для их замеров и уметь активно воздействовать на них с целью минимизации негативных последствий для человека, а также приобретение знаний и навыков в области математического, информационного и технологического обеспечения моделирования деятельности РС ЧС и ГО..

После изучения данной дисциплины бакалавры приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы: Р6, Р8 для профиля «Инженерная защита окружающей среды» и Р3, Р5, Р6 и Р9 для профиля «Защита в чрезвычайных

ситуациях». Соответствие результатов освоения дисциплины «Теория горения и взрыва» формируемым компетенциям ООП представлено в таблице 1.

Таблица 1.

Формируемые компетенции и результаты освоения дисциплины

Формируемые компетенции в соответствии с ООП	Результаты освоения дисциплины
36.2 (профиль ИЗОС), 36.3 (профиль ИЗОС), 35.2 (профиль ЗЧС), 36.4 (профиль ИЗОС), 35.3 (профиль ЗЧС), 36.7 (профиль ЗЧС), 36.21 (профиль ЗЧС)	<p><i>В результате освоения дисциплины бакалавр должен знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Основных понятий, законов и моделей механики, электричества и магнетизма, колебаний и волн, квантовой физики, статистической физики и термодинамики; – Физико-химических основ горения, теории горения, взрыва; – Основных понятий, законов и моделей химических систем, реакционной способности веществ; – Основных техносферных опасностей, их свойств и характеристик, характера воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду; – Программных средств по моделированию процессов ЧС.
У6.3 (профиль ИЗОС), У6.4 (профиль ИЗОС), У9.2 (профиль ЗЧС), У6.7 (профиль ЗЧС), У6.8 (профиль ЗЧС).	<p><i>В результате освоения дисциплины бакалавр должен уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Решать типовые задачи по основным разделам физики, используя методы математического анализа, использовать физические законы при анализе и решении проблем; – Решать теоретические задачи, используя основные законы термодинамики, тепло- и массообмена и гидромеханики; – Применять методы и средства прогнозирования для количественной оценки опасных природных процессов; – Методами проведения оценки радиационной, химической, инженерной, пожарной обстановки.
В6.1 (профиль ИЗОС), В3.2 (профиль ЗЧС), В6.2 (профиль ИЗОС), В5.1 (профиль ЗЧС), В8.1 (профиль ИЗОС), В6.5 (профиль ЗЧС), В9.3 (профиль ЗЧС),	<p><i>В результате освоения дисциплины бакалавр должен владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Методами построения математических моделей типовых задач; – Методами предсказания протекания возможных химических реакций и их кинетику; – Методами математического моделирования надежности и безопасности работы отдельных звеньев реальных технических систем и технических объектов

В9.4 (профиль ЗЧС).	<p>в целом;</p> <ul style="list-style-type: none"> – Методологией постановки целей и задач исследования, обоснования и обсуждения результатов исследований, критического анализа литературных источников; – Методиками количественной оценки и нормирования опасностей; – Навыками работы по проведению исследований по опасным природным процессам.
---------------------	---

В процессе освоения дисциплины у студентов развиваются следующие компетенции:

В процессе освоения дисциплины у студентов развиваются следующие компетенции:

1. Универсальные (общекультурные)

- владением культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности
- способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач;
- способностью использования основных программных средств, умением пользоваться глобальными информационными ресурсами, владение современными средствами телекоммуникаций, способностью использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач;
- способностью использовать организационно-управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности.

2. Профессиональные (ПК)

- способностью ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности;
- готовностью к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе;
- способностью пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и природной среды в техносфере;
- готовностью использовать знания по организации безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики;
- способностью проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации;

- способностью определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска;
- способностью ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности;
- способностью принимать участие в научно-исследовательских работах по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные;
- способностью решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива;
- владеть нормативной правовой базой по вопросам РСЧС и ГО;
- организовывать (принимать участие в организации) мероприятия РСЧС и ГО.

2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

6 СЕМЕСТР

Тема 1.

Введение. Основные понятия и определения. Явления горения и взрыва. Общая характеристика.

Предмет курса, его цели и задачи. Номенклатура основных понятий процессов горения и взрыва и их определения. Научно-технический прогресс и проблема взрыво- и пожаробезопасности в техносфере. Общая характеристика процессов горения и взрыва.

Рекомендуемая литература: [1-3].

Методические указания

Значение курса для обеспечения прогнозирования взрыво- и пожаробезопасности в техносфере. Использование горения и взрыва в современных технологиях. Понятие горения и взрыва. Тепловой и цепной механизмы горения и взрыва. Роль каталитических процессов и диффузии. Критические явления. Воспламенение и зажигание. Пределы самовоспламенения смеси водорода с кислородом. Критические явления. Верхний и нижний концентрационные пределы воспламенения. Гомогенное и гетерогенное горение. Роль конвекции. Распределение температур и линий тока в пламени.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Уравнения реакции горения веществ в воздухе.
2. При какой температуре концентрация паров метилового спирта $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$ будет равна нижнему концентрационному пределу воспламенения? Общее давление паро-воздушной смеси 98658,5 Па.
3. Расход воздуха на горение.
4. Процесс горения. Условия, необходимые для возникновения горения.
5. Рассчитать температуру вспышки изоамилового спирта $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$, если его нижний температурный предел воспламенения равен 38С.
6. Температурные пределы воспламенения жидкости. Температура вспышки
7. Определить температуру вспышки смеси, состоящей из 90% турбинного масла ($t_{\text{всп}} = 184\text{C}$) и 10% бензина ($t_{\text{всп}} = 34\text{C}$).
8. Рассчитать температурные пределы воспламенения бутилового спирта $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$, если область воспламенения его паров находится в пределах 1,7 – 12,0%.
9. Определить стехиометрическую концентрацию ацетилена C_2H_2 в объемных процентах и в кг/м³ при условии, что температура равна 20С, а давление –99990 Па.
10. Рассчитать область воспламенения паров ацетона CH_3COCH_3 при температуре 60С.
11. Рассчитать температуру вспышки изобутилового спирта $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$, если его температура кипения равна 107,5С.
12. Рассчитать температуру самовоспламенения углеводородов (на примере диэтиленпентана)?
13. Рассчитать объем воздуха, идущий на горение, и объем продуктов горения при сгорании 1 кг каменного угля состава: С – 69%; Н – 4,6%; О – 8,2%; S – 1,2%; W – 10%; золы – 6,2% при $\alpha = 1,7$.
14. Рассчитать, сколько кг уксусной кислоты CH_3COOH сгорело в помещении объемом 400 м³, если горение прекратилось при содержании в объеме помещения 20% продуктов горения. Температура в помещении 400С, давление 120 кПа.
15. Рассчитать объем и процентный состав продуктов горения 50м³ ацетилена C_2H_2 при $\alpha = 1$.
16. Рассчитать объем и процентный состав влажных продуктов горения 40 кг диэтилового эфира $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ при температуре 20С и дав-

лении 91,2 кПа, если горение происходит с коэффициентом избытка воздуха $\cdot \alpha = 1,5$.

17. Определить объем воздуха, необходимого для сгорания 15 кг бензола C_6H_6 при температуре 10С и давлении 101,3 кПа.
18. Определить объем воздуха, необходимого для сгорания 200 кг хлопка – сырца состава: С – 65%; Н – 30%; W – 5% при нормальных условиях.
19. При горении органических веществ углерод окисляется до оксида углерода, водород – до воды. Напишите уравнение реакции горения следующих органических веществ в воздухе: метилового спирта CH_3OH , метана CH_4 , ацетилена C_2H_2 , клетчатки $C_6H_{10}O_5$, винного спирта C_2H_5OH , бензола C_6H_6 .
20. Состав и свойства твердых горючих веществ.
21. Тепловое самовозгорание.
22. Микробиологическое самовозгорание.
23. Химическое самовозгорание.

Тема 2.

Химическая термодинамика горения и взрыва. Скорости реакций горения и их тепловые эффекты.

Уравнение первого закона термодинамики для химических реакций. Тепловой эффект реакции. Изменение внутренней энергии в процессе горения. Закон Гесса. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Скорость химической реакции. Условия химического равновесия. Факторы, влияющие на скорость реакции (давление, температура, состав смеси). Нормальная скорость распространения пламени в неподвижной смеси и в ламинарном потоке газа. Горение кинетическое и диффузионное.

Рекомендуемая литература: [3, 5, 6].

Методические указания

Функции состояния и основные термодинамические соотношения. Уравнения состояния идеальных и реальных газов (уравнение Ван-дер-Ваальса, уравнение с вириальными коэффициентами). Термохимия. Закон Гесса. Понятие скорости химической реакции. Скорость образования компонента. Энергия активации. Необходимые и достаточные условия протекания реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации компонентов, от давления и температуры. Закон действующих масс. Молекулярность и порядок реакции. Элементы формальной кинетики.

Реакции 1-го, 2-го и 3-го порядков. Кинетика сложных реакций. Автокаталитические реакции. Цепные реакции. Разветвляющиеся и неразветвляющиеся цепи. Примеры реакций взаимодействия водорода с кислородом. Цепной механизм и его стадии. Математическое описание цепных реакций. Роль цепных реакций в тепловом самовоспламенении. Уравнение Аррениуса и тепловой взрыв. Расчет тепловых эффектов реакций. Зависимость теплового эффекта от температуры.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Определить низшую теплоту сгорания этилена C_2H_4 по формуле Менделеева Д.И.
2. Минимальная энергия зажигания.
3. Сколько теплоты выделится при сгорании угля состава: С – 73,9%; Н – 4,8%; О – 8,2%; W – 10%; золы – 3,1%.
4. Температурный коэффициент скорости некоторой реакции равен 2,4. Во сколько раз увеличится скорость химической реакции, если повысить температуру на 20С?
5. Напишите математическое выражение для скоростей, следующих реакций: $4Al + 3O_2 = 2Al_2O_3$, $2CO + O_2 = 2CO_2$, $C + O_2 = CO_2$, $S + O_2 = SO_2$, $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$
6. Факторы, влияющие на скорость химической реакции.
7. Цепная теория горения.

Тема 3.

Массоперенос и теплопередача в процессах горения.

Процессы самовоспламенения и горения. Математическое моделирование процессов зажигания и распространения горения. Границы самовоспламенения. Типы процесса распространения пламени.

Рекомендуемая литература: [1, 4-6,11].

Методические указания

Подобие процессов массопереноса и теплопередачи. Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде. Законы Фурье и Фика. Уравнения конвективного переноса тепла и вещества. Свободная и вынужденная конвекция. Ламинарное и турбулентное движение жидкости (газа). Понятие диффузионного слоя. Коэффициенты тепло- и массопереноса. Теория подобия. Критерии подобия Рейнольдса, Нуссельта, Шервуда, Прандтля и Грасгофа. Уравнение баланса массы. Уравнение

баланса вещества и тепловой энергии. Уравнение баланса количества движения. Уравнение Навье-Стокса.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Рассчитать время образования минимальной взрывоопасной концентрации паров этилового спирта C_2H_5OH в помещении объемом 100 м^3 при температуре 293 К , если испарение протекает с поверхности 2 м^2 со скоростью $8,13 \cdot 10^{-5}\text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$.
2. Методы определения концентрационных пределов распространения пламени.
3. Рассчитать концентрационные пределы распространения пламени бутана C_4H_{10} при нормальных условиях в объемных процентах и в кг/м^3 .
4. Скорость выгорания жидкостей.
5. Диффузионное пламя, его строение.
6. Цепная теория горения.

Тема 4.

Теория теплового взрыва. Ударные волны

Физические и химические взрывы. Классификация взрывов. Основные типы взрывчатых веществ. Классификация взрывчатых веществ. Действие взрыва. Ударная волна и особенности ее распространения.

Рекомендуемая литература: [1-4, 7-11].

Методические указания

Вывод основного нестационарного уравнения для температуры горения. Стационарная теория теплового взрыва. Критические условия. Определение температуры воспламенения. Учет теплоотдачи. Параметры огненного шара.

Актуальные направления развития теории горения и взрыва. Действие взрыва. Ударные волны. Использование методов теории горения и взрыва для прогнозирования и обеспечения безопасности производственных процессов, прогнозирования чрезвычайных ситуаций и локализации их последствий.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Классификация пожароопасных веществ.
2. Пожар. Пожарная опасность. Показатели пожарной опасности веществ.

3. Взрыв. Характерные особенности возникновения и развития.
4. Химический взрыв.
5. Физический взрыв.
6. Дефлаграция (вспышка) при взрыве.
7. Детонация.
8. Взрыв. Характерные особенности возникновения и развития.
9. Химический взрыв.
10. Ударная волна.
11. Конденсированные взрывчатые вещества.
12. Параметры взрыва и его последствия.
13. Взрыв газо- и паро-воздушной смеси.
14. Теория горения газовых смесей. Давление взрыва.
15. Конденсированный взрыв.
16. Осколочное действие взрыва.
14. Тепловое действие взрыва.

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Перечень практических занятий

1. Виды и режимы горения. Закон Гесса. Расчет тепловых эффектов реакций. Зависимость теплового эффекта от температуры. Температура горения. 1ч.
2. Элементы формальной кинетики. Реакции 1-го, 2-го и 3-го порядков. Кинетика сложных реакций. Математическое описание реакций. 1ч.
3. Кинетика реакций горения и взрыва. Расчет скорости реакций горения. Уравнение Аррениуса и тепловой взрыв. 1 ч.
4. Стационарная теория теплового взрыва. Критические условия. Определение температуры воспламенения. Учет теплоотдачи. 2 ч.
5. Расчеты параметров процессов горения и взрыва (температура и давление, волны давления, параметры огненного шара). 1ч.

На кафедре ЭБЖ ТПУ практические занятия посвящены изучению вопросов теории горения и взрыва. На практических занятиях каждый студент кроме разбора теоретических положений, решает задачи, в котором указываются исходные данные, решение задачи, даются схемы, выводы.

3.2. Перечень лабораторных занятий

1. Определение температуры вспышки твердых веществ и материалов. 4 ч.
2. Определение температуры воспламенения твердых веществ и материалов. 2 ч.
3. Исследование температуры самовоспламенения твердых веществ и материалов. 2 ч.
4. Определение температуры самовозгорания твердых веществ и материалов. 2 ч.
5. Исследование температуры тления твердых веществ и материалов 2 ч.

На кафедре ЭБЖ ТПУ лабораторные работы выполняются в составе группы по три–четыре человека. При проведении лабораторных работ введены элементы, повышающие интерес студентов к ним и их познавательную активность: характеристика основных профессиональных заболеваний, определение действующих нормативов по исследуемому фактору и др.

Перед лабораторной работой преподаватель беседует со студентом по основным теоретическим вопросам (которые студент проработал самостоятельно) изучаемой темы и особенностям лабораторной работы (меры безопасности, правила выполнения измерений). При выполнении лабораторных работ каждая бригада студентов оформляет отчет, в котором указываются цели работы, ход работы, дается рисунок и описание установки, таблица численных результатов, вычисления и выводы.

4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ

4.1. Общие методические указания

В соответствии с учебным графиком для студентов, обучающихся по направлению «Техносферная безопасность» предусмотрено выполнение одного индивидуального домашнего задания (ИДЗ), которое должно содержать ответы на контрольные вопросы. Выполнение этого задания необходимо для закрепления теоретических знаний.

Сроки выполнения – ИДЗ выполняется в течение 6-го семестра. ИДЗ сдаётся в конце семестра за неделю до даты экзамена по дисциплине.

Оформление индивидуального задания.

Индивидуальное задание выполняется с помощью компьютера в текстовом редакторе MS Word. Размер полей: левое 30 мм; правое 10 мм; верхнее 15 мм; нижнее 20 мм.

Структура ИДЗ должна быть следующей:

Титульный лист

Содержание

1. Контрольные вопросы

1.1. Двухпанельные и однопанельные файловые менеджеры

Список литературы

Титульный лист оформляется по образцу, приведенному в Приложении 1. Титульный лист должен быть оформлен без привлечения стилей.

Содержание оформляется средствами тестового редактора Word с указанием номеров страниц.

Текст работы оформляется с привлечением стилей для всех элементов текста (заголовки, текст, подписи к рисункам, таблицам, формулы). Оформление стилей на усмотрение автора работы.

При написании текста работы должны быть учтены правила оформления, изученные при выполнении лабораторной работы «Создание отчета с использованием текстового процессора MS Word» по дисциплине. Для оформления ИДЗ может быть использован шаблон документа, созданный при выполнении указанной лабораторной работы.

Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003. Литература в списке располагается не хаотично, а систематизируется в определенном порядке. Принято использовать построение библиографических списков в порядке первого упоминания в тексте. Список обязательно нумеруется. Тогда связь текста с библиографическим списком осуществляется с помощью номера в квадратных скобках. Например, [1].

Пример оформления библиографических записей:

1. Иванов И. И. // Журн. аналит. химии. 2001. – Т. 56. – № 1. – С. 1–5.

2. Иванов И. И. Оценка погрешностей результатов измерений. М.: Наука, 1996. – 256 с.

3. Иванов И. И. Дисс. ... канд. хим. наук. Томск: Томский госуниверситет, 1988. – 152 с.

4.2. Варианты домашних заданий и методические указания

4.2.1. Контрольные вопросы

Студент должен ответить на 4 вопроса по схеме, приведенной в таблице. Номер варианта выбирается в соответствии с последней цифрой номера зачетной книжки студента.

Ответ на вопрос должны быть краткими и отражать основную суть описываемого явления. Обязательно наличие списка использованной литературы и ссылки на них в тексте.

Таблица

Вопросы для выполнения контрольной работы

№ варианта	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
№ вопроса	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.
	31.	32.	33.	34.	35.	36.	37.	38.	39.	40.

1. Дефлаграционное горение.
2. Взрывное горение.
3. Детонационное горение.
4. Гомогенное горение.
5. Гетерогенное горение.
6. Полное горение.
7. Неполное горение.
8. Тепловое горение.
9. Цепное горение.
10. Определение температурных пределов воспламенения.
11. Определение концентрационных пределов газоздушных смесей.
12. Кинетический режим горения.
13. Диффузионный режим горения.
14. Скорость реакций горения.
15. Порядок реакций горения.
16. Температура горения (калориметрическая, теоретическая, фактическая).
17. Горение и молекулярно-кинетическая теория газов.
18. Энергия активации процессов горения.
19. Материальный баланс процесса горения.
20. Тепловой баланс процесса горения.

21. Определение количества воздуха, необходимого для горения индивидуальных горючих веществ.
22. Определение количества воздуха, необходимого для горения смесей горючих веществ.
23. Определение количества воздуха, необходимого для горения смесей газообразных горючих веществ.
24. Роль коэффициента избытка воздуха в горючей смеси в процессах горения.
25. Определение избытка воздуха в горючей смеси, необходимого для осуществления полного горения.
26. Объём и состав продуктов горения.
27. Определение объёма продуктов горения при сгорании индивидуальных горючих веществ.
28. Определение объёма продуктов горения при сгорании смесей горючих веществ.
29. Определение объёма продуктов горения при сгорании смесей газообразных горючих веществ.
30. Определение температуры воспламенения по методике ГОСТ 12.1.044-89.
31. Определение стехиометрической концентрации паров горючего.
32. Теплота горения (высшая и низшая).
33. Определение теплоты горения при сгорании индивидуальных горючих веществ.
34. Определение теплоты горения при сгорании смесей горючих веществ.
35. Определение теплоты горения при сгорании смесей газообразных горючих веществ.
36. Определение температуры горения.
37. Показатели пожаровзрывоопасности горючих веществ, принятые в РФ.
38. Деление показателей пожаровзрывоопасности горючих веществ на группы для характеристики различных этапов развития и прекращения процесса горения
39. Зависимость температуры самовоспламенения от химического строения горючего вещества и действия катализаторов.
40. Характеристика горючести веществ (негорючие, трудногорючие, горючие).

6. ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ

6.1. Требования для сдачи экзамена

После завершения изучения дисциплины студенты сдают экзамен.

Для студентов, обучающихся по дистанционным технологиям, итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов итоговой аттестации в конце семестра по результатам экзамена. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам (60 – текущая оценка в семестре, 40 – итоговая аттестация в конце семестра, экзамен).

Студент допускается к сдаче экзамена, если он полностью выполнил учебный план и если его рейтинг в семестре более 33 баллов (более 55 %).

Экзамен считается сданным, если его оценка не менее 22 баллов. Эта оценка суммируется с рейтингом семестра, подсчитывается общий рейтинг и выставляется оценка. Экзамен оценивается по следующим критериям:

- 90–100 баллов – отлично,
- 70–89 баллов – хорошо,
- 55–69 баллов – удовлетворительно.

Для заочной формы обучения по классической модели аттестация в семестре не проводится. Допуск к экзамену студенты получают при выполнении обязательной учебной работы в семестре (посещение лекций и лабораторных работ, выполнение контрольной работы). Итоговый рейтинг определяется исходя из результатов промежуточной аттестации. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

6.2. Вопросы для подготовки к экзамену

1. Общая характеристика процесса горения.
2. Физические основы процесса горения.
3. Свойства газовых смесей.
4. Химические основы горения.
5. Теплосодержание веществ.
6. Тепловой эффект реакции.
7. Кинетические основы газовых реакций. Скорости химических реакций.
8. Скорости химических реакций. Энергия активации.
9. Процессы горения и взрыва. Катализаторы.
10. Виды горения.
11. Горение газообразных, жидких и твердых веществ.

12. Процессы горения. Фронт пламени.
13. Горение газов в газовой горелке.
14. Горение жидкостей в открытом сосуде.
15. Горение твердых веществ.
16. Горение пылевидных веществ.
17. Горение взрывчатых веществ.
18. Гомогенное и гетерогенное горение.
19. Диффузионное и кинетическое горение.
20. Модель горения твердого вещества.
21. Ламинарное и турбулентное горение.
22. Нормальное горение.
23. Дефлаграционное (взрывное) горение.
24. Детонационное горение.
25. Показатели пожаровзрывоопасности веществ.
26. Температура самовоспламенения.
27. Показатели взрывопожароопасности газо-, паро- и пылевоздушных смесей.
28. Нижний и верхний концентрационные пределы воспламенения (распространение пламени).
29. Показатели пожароопасности твердых компактных и пылевидных веществ.
30. Показатели пожароопасности строительных материалов.
31. Возникновение горения.
32. Тепловое самовоспламенение (тепловой взрыв).
33. Теория теплового самовоспламенения. Критическое условие.
34. Самовозгорание.
35. Классификация самовозгорающихся веществ.
36. Цепное самовоспламенение (цепной взрыв).
37. Зажигание. Температура зажигания.
38. Схема теплового воспламенения по Вант-Гоффу.
39. Минимальная энергия зажигания.
40. Распространение пламени.
41. Адиабатическая температура горения.
42. Тепловая теория горения (Я.Б. Зельдович, Д.А. Франк-Каменецкий).
43. Условия распространения пламени. Стационарное пламя.
44. Скорость распространения пламени. Закон Арениуса.
45. Горение в замкнутом объеме.
46. Движение газов при горении. Закон «площадей».
47. Факторы ускорения горения.
48. Общие сведения о взрыве.

49. Возникновение взрыва.
50. Сущность теплового взрыва
51. Детонация.
52. Режимы взрывчатых превращений.
53. Нормальное горение и нормальная детонация(стационарная детонация).
54. Взрыв. Скорость реакции и способность ее к самораспространению.
55. Классификация взрывных явлений.
56. Наиболее характерные опасности химических производств.
57. Классификация взрывчатых веществ(4 группы).
58. Характеристика взрывчатых веществ.
59. Химические реакции взрывных превращений.
60. Кислородный баланс состава ВВ.
61. Объем продуктов взрывчатого разложения.
62. Теплота и температура взрыва.
63. Ударные волны.
64. Параметры воздушной ударной волны (ВУВ).
65. Отражение ВУВ от прочных преград.
66. Условия на фронте ударной волны. Адиабата Гюгонио.
67. Регулярное и маховское отражение волн.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Литература обязательная

1. Зельдович Я.Б., Баренблатт Г.И., Либрович В.Б., Махвиладзе Г.М. Математическая теория горения и взрыва. – М.: Наука. 1980. – 478 с.
2. Семенов Н.Н. Тепловая теория горения и взрыва. // Теория горения и взрыва. – М.: Наука, 1981, – С. 33–140.
3. Девясилов В.А, Дроздова Т.И., Тимофеева С.С. Теория горения и взрыва. – М.: Форум,- 2012. – 352 с.
4. Зельдович Я.Б., Рейзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М.: Наука. 1966. 686 с.
5. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике, М., Наука, 1987.
6. Кукин П.П. Теория горения и взрыва : учебное пособие / П. П. Кукин, В. В. Юшин, С. Г. Емельянов ; Юго-Западный государственный университет (ЮЗГУ) ; Российский государственный технологиче-

- ский университет имени К. Э. Циолковского (МАТИ). — М. : Юрайт, 2012. — 435 с.
7. Ксандопуло Г.И., Дубинин В.В. Химия газофазного горения, М., Химия, 1987.
 8. Розловский А.И. Основы техники взрывобезопасности при работе с горючими газами и парами. М.: Химия. 1980. 376 с.
 9. Корольченко А.Я. Пожаровзрывобезопасность промышленной пыли. М.: Химия. 1996. 216 с.
 10. Химия горения / Под ред. У. Гарднера, М., Мир, 1988.
 11. Теория горения и взрыва : учебник и практикум / под ред. А. В. Тотая ; О. Г. Казакова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2013. — 296 с.

7.2. Литература дополнительная

1. Безопасность жизнедеятельности в металлургии: Учебник для вузов/Л.С. Стрижко, Е.П. Потоцкий, И.В. Бабайцев и др. М.: Металлургия. 1996. 416 с.
2. Взрывные явления. Оценка и последствия.: в двух книгах. Кн. 1. Пер. с англ. Бейкер У., Кокс П. и др. Под ред. Я.Б. Зельдовича и Б.Е. Гельфанда. М.: Мир.1986. 319 с.
3. Бесчастнов М.Б. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение. М.: Химия. 1991. 432 с.
4. Кудряшов И.В., Каретников Г.С., Сборник примеров и задач по физической химии, М., Высшая школа, 1991.
5. Сборник вопросов и задач по физической химии, М., Высшая школа, 1979.
6. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность. /Под ред. А.Н. Баратова/. М.: Химия, 1987. — 270 с.
7. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. / Под ред. А.Н. Баратова/. В 2-х кн. — М.: Химия, 1990. Кн.1-я — 495 с., кн. 2-я — 383 с.
8. Физика горения и взрыва: Журнал

7.3. Интернет-ресурсы

<http://www.vniipo.ru/>

www.lib.tpu.ru

<http://mst.su/fenix/>

<http://www.fireevacuation.ru/riski.php>

Приложение 1

**Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический
университет»
Институт неразрушающего контроля
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности**

**Контрольная работа
по дисциплине «Теория горения и взрыва»**

Проверил преподаватель:
профессор каф. ЭБЖ В.А. Перминов

Выполнил:
студент гр. номер группы, ФИО

**Томск 2013 г.
Учебное издание**

ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

Методические указания и индивидуальные задания

Составитель

ПЕРМИНОВ Валерий Афанасьевич

Рецензент

доктор химических наук,
профессор кафедры ЭБЖ ИНК
С.В. Романенко

Редактор *С.В. Ульянова*

Компьютерная верстка *Т.И. Тарасенко*

**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии с качеством
предоставленного оригинал макета**

Подписано к печати 05.11.2010. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл.печ.л. 9,01. Уч.-изд.л. 8,16.
Заказ . Тираж 200 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru