

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
МИНИСТЕРСТВА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

18/16/1

**Одобрено кафедрой
«Теплотехника и гидравлика
на железнодорожном
транспорте»**

**Утверждено
деканом факультета
«Транспортные сооружения
и здания»**

ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

Рабочая программа
для студентов IV курса

специальности

**330100 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
В ТЕХНОСФЕРЕ (БЖТ)**



Москва – 2004

Программа составлен в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования, с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки инженера по специальности 330100 (БЖТ).

Составитель — доцент МАЛЬЦЕВ А.И.

1. ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели преподавания данной дисциплины: сформировать представления о теоретических основах прогнозирования условий образования горючих и взрывоопасных систем, определения параметров инициирования горения и взрыва и оценки возможности перехода горения во взрыв; научить анализировать потенциальную взрывоопасность смесей горючего с окислителем, определять термодинамические параметры горения и взрыва; обучить методам расчета давления в ударных волнах и прогнозирования разрушающего действия взрыва.

2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения содержания дисциплины студент должен уметь рассчитывать и экспериментально определять критические условия теплового самовоспламенения, определять скорость распространения горения и оценивать возможность и условия перехода горения во взрыв, рассчитывать параметры ударных волн и термодинамические параметры горения и взрыва, рассчитывать и экспериментально определять параметры детонации. Он должен иметь представление о способах снижения пожаровзрывоопасности как отдельных технологических процессов, так и в целом промышленных производств.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Курс – IV
Общая трудоемкость дисциплины	102	
Лекции	8	
Практические занятия	4	
Лабораторные работы	4	
Самостоятельная работа	71	
Контрольная работа		1
Вид итогового контроля		диф. зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Самостоятельная работа, час
1,2	Введение. Явления горения и взрыва и общая характеристика взрывчатых систем	2	-	-	8
3	Кинетика самоускоряющихся реакций и условия теплового и цепного самовоспламенения	2	-	-	8
4,5	Теория горения газозвушных смесей, дисперсных и твердых горючих материалов	2	-	4	8
6	Инициирование горения и взрыва	-	-	-	7
7	Теория детонации газов и конденсированных взрывчатых систем	2	-	-	10
8	Химическая термодинамика горения и взрыва	-	4	-	10
9	Гидродинамическая теория ударной волны и параметры распространения ударных волн в воздухе и конденсированных средах	-	-	-	10
10	Работа и разрушающее действие взрыва	-	-	-	10

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение

Предмет курса, его цели и задачи. Содержание курса и его связь с другими дисциплинами специальности. Научно-технический прогресс и состояние взрывопожаробезопасности техносферы. Значение курса для обеспечения своевременного и обоснованного прогнозирования потенциальной пожаро-взрывоопасности веществ и материалов, технологических процессов и производств. Использование горения и взрыва в современных технологиях. [1, Гл.1]

Раздел 2. Явления горения и взрыва и общая характеристика взрывчатых систем

Понятие о горении и взрыве, классификация взрывных процессов, классификация взрывчатых систем. Основные источники энергии взрыва. Химические и физические взрывы. Условия образования взрывоопасных систем в технологических

процессах. Условия и причины возникновения случайных взрывов в промышленности и их последствия. Основные условия протекания химической реакции в форме взрыва. Основы прогнозирования потенциальной взрывоопасности веществ и материалов. Экзотермичность и скорость реакции как факторы, определяющие возможность распространения горения и взрыва. Скорость газообразования и способность химического превращения к самораспространению как факторы, определяющие разрушающее действие взрыва. Принцип Харитона. [2, Гл.1]

Раздел 3. Кинетика самоускоряющихся реакций и условия теплового и цепного самовоспламенения

Кинетика простых газовых реакций, зависимость скорости реакции от температуры и давления. Изменение скорости реакции во времени. Основные типы самоускоряющихся реакций, особенности их протекания. Тепловое самоускорение реакций. Исследование теплового самовоспламенения газов, Теория теплового самовоспламенения Н.Н. Семенова. Учет изменения содержания реагентов в предвоспламенительном периоде, оценка задержки теплового самовоспламенения. Тепловое и автокаталитическое ускорение реакции в конденсированных системах. Параметр Франк-Каменецкого. Понятие о квазистационарной теории теплового самовоспламенения. Основные представления теории цепных реакций. Условия ускорения реакции и обрыв цепи. Механизм действия ингибиторов цепных реакций. Основные закономерности кинетики цепных процессов. Начальное инициирование активных центров. Кинетика цепных реакций водорода с кислородом, окисление оксида углерода и углеводов. Роль цепных реакций в тепловом самовоспламенении. [1, Гл.2]

Раздел 4. Теория горения газозвушных и паровоздушных смесей

Общая характеристика пламени и закономерностей его распространения. Форма фронта пламени и понятие о нормальном горении. Расширение продуктов горения. Характер-

ные режимы нормального горения (горение в трубе, Бунзеновская горелка, горение в замкнутом объеме). Методы изучения горения газов. Факторы, определяющие скорость и возможность распространения горения. Теория нормального горения. Тепломассообмен при горении. Коэффициент молекулярного переноса. Уравнения теплопроводности и диффузии в пламени. Подобие полей температуры и концентрации. Пространственная структура пламени. Приближенное и численное решение уравнения теплопроводности. Особенности горения смесей газов различной молекулярной массы. Роль генерирования активных центров в пламени. Условия нарушения устойчивости нормального горения. Ускорение горения в незамкнутом и замкнутом объеме. Автотурбулизация горения (теория Л.Д. Ландау). Механизм перехода горения в детонацию и факторы, влияющие на длину преддетонационного участка. [2, Гл.2]

Раздел 5. Теория горения дисперсных горючих материалов

Особенности возникновения и распространения горения слоя и аэрозвесей дисперсных и горючих материалов. Факторы, определяющие возможность и скорость горения горючих неметаллических материалов. Роль диффузии при горении. Роль летучих составляющих при горении веществ органического происхождения. Кондуктивная и кондуктивно-радиационная теория распространения пламени. Гидродинамический анализ горения аэрозолей. Конвективная теория горения. Газодинамический режим распространения пламени по аэродисперсной системе. Теория предельных условий горения аэрозвесей. Горение гибридных систем дисперсный материал – горючий газ – воздух. Устойчивость горения аэрозвесей. Условия и механизм ускорения в детонацию. Гетерогенные взрывные режимы. Теория горения металлов. Основные кинетические законы окисления металлов и их роль в механизме теплового самовоспламенения. Математическая модель воспламенения одиночной частицы металла. Оценка защитных свойств оксидных пленок и причины их потери при повышении температуры. Особенности воспламенения сплавов. Распространение горения по слою и

аэрозвесей порошков металлов и сплавов. Роль степени окисленности и условий образования оксидных пленок. [3, Гл.2]

Раздел 6. Иницирование горения и взрыва

Возбуждение горения и взрыва в газовых и пылевоздушных средах. Тепловая теория зажигания. Минимальная энергия зажигания. Иницирование горения электрическим разрядом. Факторы, определяющие критические условия воспламенения: Влияние размера очага воспламенения и длительности его действия. Возбуждение горения конденсированных систем тепловым и механическим импульсом. Запас энергии в прогретой зоне при горении. Минимальный тепловой импульс. Температура воспламенения. Иницирование детонации ударными волнами, передача детонации на расстояние и через преграды. Иницирование горения и взрыва ударом и трением. Теория иницирования взрыва механическими воздействиями. [1, Гл.3]

Раздел 7. Теория детонации газов и конденсированных взрывчатых систем

Разогрев вещества при ударном сжатии и иницирование реакции при распространении ударных волн в реакционно-способных средах. Гидродинамическая теория детонации газов. Расчет скорости детонации. Факторы, определяющие детонационную способность и параметры детонации газоздушных и паровоздушных систем. Детонация аэрозвесей горючих дисперсных материалов. Методы исследования детонации. Теория детонации конденсированных горючих материалов. Детонационная способность. Особенности распространения детонации в смесевых системах. Факторы, влияющие на возможность и скорость распространения детонации в смесях горючего с окислителем. Уравнение состояния продуктов детонации. [3, Гл.4]

Раздел 8. Химическая термодинамика горения и взрыва

Кислородный баланс и коэффициент избытка окислителя. Функции состояния и основные термодинамические соотно-

шения. Зависимость энтальпии продуктов горения и взрыва от температуры. Уравнения состояния идеального газа, реальных газов (уравнение Нобля и Абеля, — уравнение с вириальными коэффициентами) и конденсированных веществ (теория Дебая). Потенциальные составляющие энергии и давления. Химическое равновесие в продуктах горения и взрыва при умеренном и высоком давлении. Расчет состава продуктов взрыва и горения. Термодинамические характеристики продуктов взрыва при высоком давлении. Расчет давления взрыва и детонации. Экспериментальные методы определения состава, теплоты и температуры продуктов взрыва. Оценка адекватности расчетных методов. [1, Гл.3]

Раздел 9. Гидродинамическая теория ударной волны и параметры распространения ударных волн в воздухе и конденсированных средах

Элементарная теория ударных волн. Адиабата Гюгонио. Особенности ударного сжатия. Прямая и косая волна. Акустическая теория ударных волн. Учет процессов диссипации и ионизации. Параметры ударных волн при их сложении. Параметры ударных волн при взрыве в воздухе. Одномерный разлет продуктов взрыва. Теория точечного взрыва. Сильная автомодельная волна. Сильная сходящаяся волна. Сферическая ударная волна. Распространение сферических ударных волн в воде и грунте. Особенности распространения ударных волн в плотных средах. [1, Гл.5]

Раздел 10. Работа и разрушающее действие взрыва

Общие представления о работе взрыва. Формы работы и баланс энергии при взрыве. Методы определения общей работы при взрыве. Фугасное, бризантное и местное действие при взрыве. Кумулятивный эффект при взрыве. Основные факторы разрушающего действия ударных волн. Элементы теории подобия при взрывах. Особенности использования теории подобия для газозвудушных, пылевоздушных и конденсированных взрывчатых систем. [2, Гл.2]

Раздел 11. Заключение

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

5. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела	Наименование
1	4	Определение скорости распространения пламени в газозвудушной смеси

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п	№ раздела	Наименование
1	4, 5, 8	Расчет параметров продуктов процессов горения и Взрыва

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

Основная

1. Стрижко Л.С., Поточкий Е.П., Бабайцев И.В. и др. Безопасность жизнедеятельности в металлургии: Учебник для вузов. — М.: Металлургия. 1996. — 416 с.
2. Розловский А.И. Основы техники взрывобезопасности при работе с горючими газами и парами. — М.: Химия. 1980. — 376 с.
3. Корольченко А.Я. Пожаровзрывобезопасность промышленной пыли. — М.: Химия. 1996. — 216 с.

Дополнительная

5. Взрывные явления. Оценка и последствия: В 2-х кн. Кн. 1. Пер. с англ. /Бейкер У., Кокс П., Уэстайн П. И др. /Под ред. Я.Б. Зельдовича, Б.Е. Гельфанда. — М.: Мир.1986. — 319 с.
6. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение. — М.: Химия. 1991. — 432 с.
7. Злобинский Б.М., Иоффе В.Г., Злобинский В.Б. Воспламеняемость и токсичность металлов и сплавов. 1972. — 264 с.
8. Баум Ф.А., Станюкович К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. — М.: Гос. изд. физико-математической литературы. 1959. — 800 с.
9. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.Л. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. — М.: Наука. 1966. — 686 с.
10. Щетинков Е.С. Физика горения газов. — М.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерный класс для проведения практических занятий. Лабораторные установки для определения параметров самовоспламенения, горения и взрыва.

ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

Рабочая программа

Редактор *Г.В. Тимченко*
Компьютерная верстка *Н.Ф. Цыганова*

Тип. зак.	Изд. зак. 215	Тираж 300 экз.
Подписано в печать 12.04.04	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л.0,75		Формат 60×90 ¹ / ₁₆

Издательский центр РГОТУПС,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Типография РГОТУПС, 125993, Москва, Часовая ул., 22/2