

Б. ЛЬЮИС, Г. ЭЛБЕ

ГОРЕНИЕ

ПЛАМЯ И ВЗРЫВЫ

В ГАЗАХ



Б. Льюис, Г. Эльбе

**ГОРЕНИЕ,
ПЛАМЯ И ВЗРЫВЫ
В ГАЗАХ**

ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ

Перевод с английского

Под редакцией

К. И. ЩЕЛКИНА и А. А. БОРИСОВА

Издательство «Мир»

Москва 1968

Наука о горении и взрывах газовых смесей, сочетающая в себе целый комплекс сложных физических и химических проблем, в последние десятилетия развивается особенно бурно. Причины этого — выдающееся практическое значение этой науки. Именно на ее основе разрабатываются все более мощные ракетные и реактивные двигатели, новые типы двигателей внутреннего сгорания, топочные устройства и т. д.

Книга Льюиса и Эльбе — выдающихся зарубежных специалистов в области физикохимии процессов горения — представляет собой фундаментальный классический труд, в котором систематически изложен и обобщен огромный теоретический и экспериментальный материал, накопленный мировой наукой в этой области.

Книга рассчитана на широкий круг научных работников и инженеров, занимающихся исследованиями процессов горения и их техническими применениями. Наряду с этим она может служить отличным учебным пособием для лекторов, преподавателей и студентов различных физико-технических и химических вузов.

Редакция литературы по физике

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие редакторов перевода	5
Предисловие ко второму изданию	7
Предисловие к первому изданию	9
Обозначения	12

ЧАСТЬ I

Кинетика химических реакций между газообразными топливами и окислителями

<i>Глава 1.</i> Теоретические основы	17
§ 1. Элементарные и сложные реакции в газах	17
§ 2. Некоторые основы кинетики химических реакций	18
А. Бимолекулярные реакции	18
Б. Реакции при тройных соударениях	19
В. Мономолекулярные реакции	21
Г. Поверхностные реакции	22
§ 3. Стационарная скорость реакции. Цепной и тепловой пределы воспламенения	23
§ 4. Зарождение и обрыв цепей на стенке	27
§ 5. Зарождение цепей в объеме и обрыв цепей на стенке	30
Литература	31
<i>Глава 2.</i> Реакция между водородом и кислородом	33
§ 1. Термическая реакция	33
А. Механизм реакции	34
Б. Сравнение экспериментально измеренных и рассчитанных скоростей реакций и пределов воспламенения; константы скоростей элементарных реакций	48
В. Классификация материалов стенки реакционного сосуда с точки зрения вероятности обрыва цепей	62
§ 2. Сенсibilизация и ингибирование термической реакции добавками различных веществ	69
Литература	74
<i>Глава 3.</i> Реакция между окисью углерода и кислородом	76
§ 1. Полуостров воспламенения	76
§ 2. Реакция, катализируемая водой	81
§ 3. Реакция в смесях $H_2 - CO - O_2$	87
§ 4. Сенсibilизация и ингибирование различными добавками	90
Литература	91
<i>Глава 4.</i> Реакция между углеводородами и кислородом	92
§ 1. Метан и формальдегид	92
§ 2. Этан, ацетальдегид, этилен и ацетилен	109
§ 3. Пропан и пропилен	117
§ 4. Холодные пламена и двухстадийное воспламенение	126
§ 5. Обсуждение механизма окисления углеводородов	151
А. Окисление нормальных парафинов	152
Б. Влияние строения молекул на окисление алифатических соединений	168
В. Бензол и другие ароматические соединения	164
§ 6. Детонация в двигателе	165
А. Феноменология явления	165
Б. Спектроскопическое и химическое исследование газообразных продуктов в последней части заряда	170
В. Влияние строения молекул и различных добавок	171
Литература	173

ЧАСТЬ II

Распространение пламени

<i>Глава 5.</i> Волны горения в ламинарном потоке	181
§ 1. Введение	181
§ 2. Адиабатическое плоское пламя	184
§ 3. Теплопотери в потоке газа	191
§ 4. Принципы стабилизации пламени в ламинарных потоках	197
§ 5. Гашение пламени в расходящемся потоке	200
§ 6. Определение пределов стабилизации и гашение пламени	203
§ 7. Структура ламинарного пламени горелки	231
§ 8. Формирование пламени в ламинарном потоке вблизи источника зажигания	250

§	9. Распространение ламинарного пламени в трубах	253
§	10. Пламена в трубах; влияние колебаний и силы тяжести	257
§	11. Искривление и распад поверхности пламени вследствие диффузионного расслоения компонентов смеси	261
§	12. Пределы распространения пламени	267
§	13. Искровое воспламенение	276
§	14. Воспламенение другими источниками	294
§	15. Пламена в замкнутых объемах	308
§	16. Измерение скорости горения	319
	Литература	331
	Глава 6. Пламена в турбулентном потоке	335
§	1. Турбулентные пламена в горелке	335
§	2. Основные понятия теории турбулентного потока	340
§	3. Турбулентная скорость горения	345
§	4. Влияние спектра турбулентности и искривления поверхности горения на распространение фронта пламени	355
§	5. Стабилизация пилотным пламенем при большой скорости потока	359
§	6. Стабилизация пламени на плохообтекаемых телах	361
§	7. Зажигание высокоскоростного потока горючей смеси нагретыми телами	369
	Литература	378
	Глава 7. Горение газовых струй и устройства забора воздуха	380
§	1. Описание диффузионных пламен	380
§	2. Теория ламинарного диффузионного пламени	387
§	3. Теория турбулентных диффузионных пламен	400
§	4. Горелки с забором первичного воздуха	405
	А. Цилиндрические горелки с одним отверстием	406
	Б. Горелки типа трубки Вентури с большим количеством отверстий	415
	В. Определение характеристик горелок для различных горючих газов	417
	Литература	422
	Глава 8. Детонационные волны в газах	423
§	1. Вводные замечания	423
§	2. Теория ударных и детонационных волн	423
	А. Ударные волны в инертном газе в трубе	423
	Б. Детонационные волны	427
§	3. Вычисление значений скорости детонации и сравнение их с экспери- ментом	432
§	4. Измерения скорости детонации; пределы распространения детонации; пульсирующая и спиновая детонации	435
§	5. Переход горения в детонацию	449
	Литература	455
	Глава 9. Спектры испускания, ионизация и влияние электрических полей на пла- мена	457
§	1. Спектры пламен	457
§	2. Ионы и действие на пламя электрических полей	459
	Литература	460
	Глава 10. Методы фотографирования пламени и регистрации давления	461
§	1. Фотографирование пламен	461
	А. Шлирен-метод (Теплера)	461
	Б. Теневой метод (Дворака)	466
	В. Интерферометрический метод	467
§	2. Измерение роста давления в замкнутом сосуде	468
	Литература	471

ЧАСТЬ III

Состояние продуктов горения

	Глава 11. Температура, давление и объем сгоревшего газа	475
§	1. Определение термодинамических функций газов из анализа полосатых спектров	475
	А. Расчет термодинамических функций из схемы спектральных уровней молекул	475
	Б. Приближенный расчет термодинамических функций из основных частот молекул	482
§	2. Адиабатические взрывы в замкнутых сосудах	485

А. Соотношения между температурой, давлением и диссоциацией для адиабатического горения при равномерном распределении температуры . . .	485
Б. Градиент температуры и его влияние на максимальное давление . . .	491
В. Экспериментальные и теоретические значения давлений взрыва в водородо-кислородных смесях . . .	497
Г. Давление взрыва в смесях кислорода с окисью углерода и ацетиленом	500
Д. Определение энергии диссоциации H_2O на H_2 и OH . . .	502
Е. Взрывы смесей озона с кислородом . . .	504
§ 3. Адиабатические пламена при постоянном давлении . . .	505
А. Соотношения между температурой, объемом продуктов горения и диссоциацией при адиабатическом горении . . .	505
Б. Взрывы влажных смесей окиси углерода с кислородом в мыльном пузыре	506
Литература . . .	509
Глава 12. Температура и излучение продуктов сгорания . . .	511
§ 1. Характеристики теплового излучения . . .	511
§ 2. Экспериментальные исследования излучения пламен . . .	513
§ 3. Измерение температуры стационарных несветящихся пламен . . .	517
§ 4. Измерение температуры и излучательной способности коптящих пламен	521
Литература . . .	524

ЧАСТЬ IV

Проблемы горения в технике

Глава 13. Промышленный нагрев . . .	527
Литература . . .	529
Глава 14. Двигатели внутреннего сгорания . . .	530
§ 1. Циклы двигателей . . .	530
А. Цикл Отто . . .	530
Б. Цикл Дизеля . . .	536
В. Цикл газовой турбины . . .	539
Г. Турбореактивный и прямоточный циклы . . .	541
Д. Ракетные двигатели . . .	543
§ 2. Процесс сгорания в двигателе Отто . . .	544
§ 3. Процесс сгорания в двигателе Дизеля . . .	548
§ 4. Горение в реактивных двигателях . . .	550
§ 5. Горение жидких топлив в ракетных двигателях . . .	554
Литература . . .	555

ПРИЛОЖЕНИЯ

А. Данные для термодинамических расчетов . . .	559
Литература . . .	567
Б. Пределы распространения пламени . . .	569
Пределы распространения пламени в воздухе, разбавленном различными инертными газами . . .	571
Нижние пределы распространения пламени растворителей в смесях растворителей с воздухом . . .	574
Пределы распространения пламени в газах при высоких давлениях . . .	575
Пределы распространения пламени в газах при пониженном давлении . . .	575
Гашение бензино-воздушных пламен галогенированными и инертными газами	577
Литература . . .	577
В. Температуры пламени . . .	578
Литература . . .	580
Предметный указатель . . .	581

Б. Льюис, Г. Эльбе

ГОРЕНИЕ, ПЛАМЯ И ВЗРЫВЫ В ГАЗАХ

Редактор В. И. САМСОНОВА, Художник Г. А. Шетинин
 Художественный редактор П. Ф. Некунда, Технический редактор И. К. Дерга
 Сдано в производство 22/III—1968 г. Подписано к печати 13/VIII 1968 г. Бумага типографская № 1, формат $70 \times 108^{1/16}$, 18,5 бум. л., 51,8 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 48,37. Изд. № 2/4257
 Цена 3 р. 66 к. Зак. № 183. Темплан 1968 г. издательства «Мир», пор. № 63.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР»

Москва, 1-й Рижский пер., 2

Московская типография № 16 Главнополиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР
 Москва, Трехпрудный пер., 9