

600.02
7338

Т Е О Р И Я

Т О П О Ч Н Ы Х

П Р О Ц Е С С О В

Г. Ф. КНОРРЕ, К. М. АРЕФЬЕВ, А. Г. БЛОХ,
Е. А. НАХАПЕТЯН, И. И. ПАЛЕЕВ, В. Б. ШТЕЙНБЕРГ

ТЕОРИЯ ТОПОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

Под редакцией
Г. Ф. КНОРРЕ, И. И. ПАЛЕЕВА



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»
МОСКВА 1966 ЛЕНИНГРАД

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
-----------------------	---

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ О ПРОЦЕССЕ И БАЛАНСОВЫЕ РАСЧЕТЫ

<i>Глава первая. Общие представления</i>	5
1-1. Три уровня окислительных процессов	—
1-2. Характер химических явлений	6
1-3. Воспламенение и горение	7
1-4. Характер физических явлений	8
1-5. Аэродинамическая структура процесса	9
1-6. Смесеобразование	12
1-7. Истинная горючая смесь	—
1-8. Газификация и горение	14
<i>Глава вторая. Зональность процессов горения</i>	16
2-1. Газификация и горение отдельных частиц и их совокупности	—
2-2. Газификация и горение при кусковом слое твердого топлива	18
2-3. Зоны процесса горения	25
<i>Глава третья. Основные расчетные положения</i>	28
3-1. Количественные и качественные характеристики	—
3-2. Аналитические основы технологического расчета топочного процесса	33
<i>Глава четвертая. Теплопроизводительность топлива</i>	38
4-1. Тепловыделение при сгорании	—
4-2. Теплопоглощательная способность кислорода	41
4-3. Расчетные формулы теплотворной способности	44
4-4. Углеродное число	45
4-5. Горючая масса	47
4-6. Летучие топлива	48
<i>Глава пятая. Характеристики сгорания</i>	53
5-1. Расход окислителя	—
5-2. Количество продуктов сгорания	56
5-3. Химический недожог	58
5-4. Механический недожог	59
5-5. Избыток воздуха	63
5-6. Температурные уровни процессов	64
5-7. Горение при недостатке окислителя. Расчет состава продуктов горения и теоретических температур при недостатке воздуха	67

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ОСНОВНЫЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОТОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ

Глава шестая. Свободная изотермическая струя в затопленном пространстве	70
6-1. Общие положения	—
6-2. Затопленная изотермическая струя	—
Глава седьмая. Неизотермическая струя и влияние примесей	76
7-1. Тепловые свойства свободной струи и распространение примесей	—
7-2. Струя в среде другой плотности	78
Глава восьмая. Струи в спутном потоке	82
8-1. Структура струи в спутном потоке	85
8-2. Расчетные зависимости	85
Глава девятая. Струи в поперечном потоке	87
9-1. Общие положения	—
9-2. Методы расчета	88
Глава десятая. Системы струй в ограниченном объеме	93
10-1. Струи в поперечном потоке	—
10-2. Течение жидкости в следе за плохо обтекаемым телом	94
Глава одиннадцатая. Закрученная турбулентная струя	98
11-1. Случай безграничного пространства	—
11-2. Движение закрученного изотермического потока в центробежной камере	103
Глава двенадцатая. Расчетные характеристики центробежной камеры	110
12-1. Общие методы расчета	—
12-2. Влияние неизотермичности на движение жидкости в центробежной камере	115
Глава тринадцатая. Твердая взвесь в закрученном потоке	119
13-1. Движение взвешенных частиц	—
13-2. Гидравлическое сопротивление и условия движения частиц	121
Глава четырнадцатая. Характеристики турбулентности потока в центробежной камере	125
14-1. Общие положения	—
14-2. Схемы расчета	127

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

ДИНАМИКА ГОРЕНИЯ

Глава пятнадцатая. Кинетическая область горения	133
15-1. Различные области горения	—
15-2. Энергия активации и порядок реакции	135
15-3. Цепные реакции	138
15-4. Цепное самовоспламенение	140
15-5. Реакции горения	143

Глава шестнадцатая. Диффузионная область горения	147
16-1. Молекулярная диффузия	—
16-2. Турбулентная диффузия	150
Глава семнадцатая. Скорость распространения пламени	159
17-1. Нормальная скорость распространения пламени	—
17-2. Влияние структуры молекулы	162
17-3. Структура фронта горения	165
17-4. Скорость распространения турбулентного пламени	171
Глава восемнадцатая. Горение на стехиометрической поверхности	177
18-1. Диффузионный факел	—
18-2. Длина факела	179
18-3. Микродиффузионное горение	183
Глава девятнадцатая. Динамика тепловых режимов горения	185
19-1. Воспламенение, потухание, горение	—
19-2. Динамическая устойчивость фронта пламени смеси	190
19-3. Сочетание кинетических и диффузионных режимов	195
Глава двадцатая. Расчеты некоторых простейших случаев газового факела	199
20-1. Расчет турбулентного диффузионного факела	—
20-2. Простейшие схемы расчета с учетом кинетического сопротивления	210

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

ГОРЕНИЕ ЖИДКОГО ТОПЛИВА

Глава двадцать первая. Условия тепло- и массообмена. Диффузионная теория горения единичной капли	218
21-1. Тепло- и массообмен	—
21-2. Диффузионная теория выгорания	223
21-3. Опыты по выгоранию единичных капель	241
21-4. Сравнение опытных материалов с расчетами по диффузионной теории	246
Глава двадцать вторая. Учет кинетических условий при горении единичной капли	248
22-1. Схема приведенной пленки	—
22-2. Решение задачи о горении при схеме приведенной пленки	251
22-3. Упрощенные схемы расчета выгорания единичной капли, учитывающие кинетику процесса и характер смывания капли потоком	255
Глава двадцать третья. Сжигание распыленного жидкого топлива в факеле	263
23-1. Состояние вопроса	—
23-2. Стабилизация горения жидкого топлива	265
23-3. Расчеты выгорания при других простых схемах	277

РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ

ГОРЕНИЕ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

Глава двадцать четвертая. Горение одиночных частиц твердого натурального топлива	296
24-1. Основные закономерности горения частиц	—
24-2. Учет влияния внутреннего реагирования. Горение зольного топлива	313

Глава двадцать пятая. Сжигание твердого топлива в факеле	323
25-1. Термический режим	—
25-2. Горение пылеугольного факела	320

РАЗДЕЛ ШЕСТОЙ

ВИБРАЦИОННОЕ ГОРЕНИЕ

Глава двадцать шестая. Общие сведения о вибрационном горении . .	330
26-1. Некоторые примеры	—
26-2. Качественное объяснение явления	340
26-3. Математическая модель явления	342
26-4. Понятие о нелинейных колебаниях	347
Глава двадцать седьмая. Свойства акустических колебаний в трубах	350
27-1. Выбор акустических переменных	—
27-2. Уравнения акустики. Бегущая волна	353
27-3. Стоячие волны	355
27-4. Аналитические соотношения	358
27-5. Частота колебаний в трубах	362
Глава двадцать восьмая. Анализ акустических случаев вибрационного горения	366
28-1. Частота колебаний	—
28-2. Опытные данные по границам вибрационного горения	367
28-3. Анализ наблюдающихся закономерностей	370
28-4. Дополнительные примеры	373
28-5. Влияние потерь акустической энергии	377
28-6. «Выбор» частоты колебаний	379
Глава двадцать девятая. Расчет возбуждения в акустических случаях вибрационного горения	384
29-1. Выражение для колебаний в трубе	—
29-2. Условия на концах	386
29-3. Свойства зоны горения	387
29-4. Другие способы выражения свойств зоны горения	391
29-5. Примеры расчета передаточных функций	392
29-6. Анализ возбуждения с помощью характеристического уравнения	399
29-7. Некоторые рекомендации по управлению вибрационным горением	403

РАЗДЕЛ СЕДЬМОЙ

ИЗЛУЧЕНИЕ ПЛАМЕНИ

Глава тридцатая. Уравнения переноса лучистой энергии	405
30-1. Спектральная яркость луча и эффективное излучение	—
30-2. Уравнение излучения	408
Глава тридцать первая. Радиационные свойства частиц	410
31-1. Спектральные коэффициенты ослабления	—
31-2. Влияние размера частиц	415
31-3. Влияние оптических констант вещества	418
Глава тридцать вторая. Излучение запыленных потоков и пламени	424
32-1. Поглощательная способность запыленного объема	—
32-2. Радиационные свойства частиц углерода	428

32-3. Эмиссионные свойства светящегося сажистого пламени	434
32-4. Эмиссионные свойства пылеугольного пламени	439

РАЗДЕЛ ВОСЬМОЙ

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ПЛАМЕНИ И ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ

Глава тридцать третья. Ионизация газов	444
33-1. Схема работы МГД-генератора	—
33-2. Равновесная ионизация газов	447
33-3. Неравновесная ионизация газов	454
Глава тридцать четвертая. Данные по электропроводности пламени и продуктов сгорания	459
34-1. Теория электрической проводимости плазмы	—
34-2. Опытные данные по электрической проводимости пламени и продуктов сгорания	465
Литература	472