

С.М. Решетников

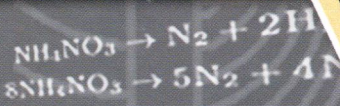
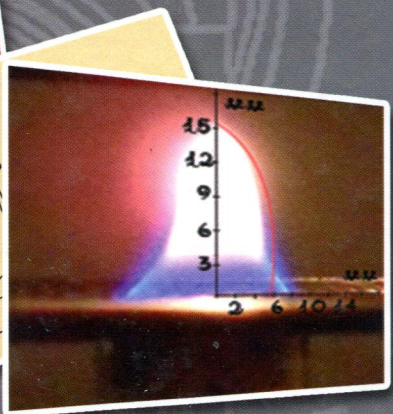
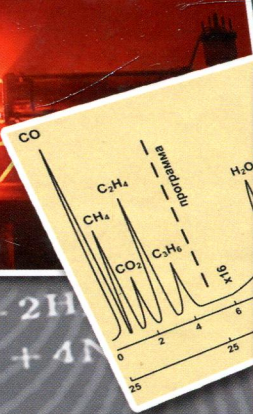
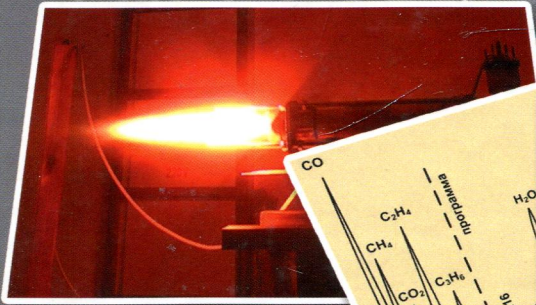
И.С. Решетников

Анатомия горения

Смесевые твёрдые ракетные топлива

Эксперимент, теория, расчёт

$$\beta = (1+\nu)x^2 - \nu + 2c(1+\nu) \sum_{i=1}^k \frac{J_1(\varphi_i c) J_0(\varphi_i \xi)}{\varphi_i J_0(\varphi_i)^2} \frac{2e}{1 + \left(2\varphi_i \frac{D}{\left(\frac{m}{\rho} - \frac{qE\eta}{2\dot{m}} h \right) b} \right)^2 + 1}$$



*Решетниковой Венере Асхатовне, без
чьей поддержки и терпения данная
работа никогда не могла бы быть
выполнена, посвящается ...*

С.М. Решетников, И.С. Решетников

Анатомия горения

Смесевые твёрдые ракетные топлива
Эксперимент, теория, расчёт

Анатомия горения – это наука о свойствах, внутреннем и внешнем строении устойчивой упорядоченной системы, реализующейся в процессе горения

Рецензент: д.х.н., академик РАН, А.А. Берлин

УДК 536.4

ББК 24.7

С.М. Решетников, И.С. Решетников

Анатомия горения / Решетников С.М., М.:НГСС – 2014, 247 стр. с илл.

В книге рассматриваются химические и физические реакции, наблюдающиеся в процессах горения смесевых ракетных топлив. Приведён широкий спектр экспериментальных данных, рассмотрены базовые закономерности процессов горения и разложения композитных веществ, сформулированы подходы к численному моделированию процессов, протекающих в камерах сгорания твёрдотопливных ракетных двигателей.

Книга может быть полезна всем специалистам в области горения, разработки и эксплуатации ракетных двигателей, студентам и аспирантам технических ВУЗов.

Книга подготовлена и издана при поддержке ООО «Компания «ТЕРСИС»
www.tersys.ru

ISBN: 978-5-9903747-6-8

© Решетников С.М., 2014
Вёрстка © ООО «Нефтегазсофтсервис», 2014
Обложка © Давыдова М.Н., 2014
www.ogss.ru

Оглавление

Предисловие рецензента	1
Предисловие автора	3
Введение	7
 Часть I Состояние исследований макрокинетики горения и высокотемпературного термораспада конденсированных веществ	
Глава 1. Процессы горения конденсированных веществ	15
1.1 Горение полимеров	16
1.2 Горение перхлората аммония	21
1.3 Модели горения СТРТ	24
Глава 2. Макрокинетика высокотемпературного разложения	33
2.1 Основы макрокинетики процессов разложения	33
2.2 Методы экспериментального исследования	34
2.3 Кинетика и механизм термораспада полимеров	36
2.4 Кинетика и механизм разложения окислителей	42
2.5 Термическое разложение смесевых систем	51
2.6 Методы оценки ресурса РДТТ	54
Выводы по части I	57
Список литературы	59
 Часть II Экспериментальное исследование макрокинетических характеристик горения и термораспада. Методики и результаты	
Глава 3. Методики исследования кинетики и макрокинетики процессов горения и разложения	69

3.1	Исследование кинетики высокотемпературного пиролиза по скорости газовыделения	70
3.2	Оценка ошибки кинетического эксперимента	80
3.3	Методика определения состава продуктов разложения конденсированных веществ	87
3.4	Определение давления насыщенных паров	91
3.5	Реакционная диффузия газообразного окислителя в полимер	93
3.6	Кинетика термораспада газов	94
3.7	Определение теплот сгорания конденсированных веществ	98
3.8	Регистрация тепловых потоков при горении полимеров	98
3.9	Визуализация процесса разложения полимеров	99
3.10	Изучение диффузионных пламён	100
Глава 4. Исследование кинетики макрокинетических процессов при горении СТРТ		103
4.1	Механизм разрушения полимеров под действием теплового потока	104
4.2	Кинетика термического разложения	105
4.3	Механизм термического разложения ГСВ	110
4.4	Особенности высокотемпературного разложения полимеров	120
4.5	Кинетика высокотемпературных газофазных реакций	123
4.6	Удельная теплота сгорания	126
4.7	Теплообмен при горении полимеров	127
4.8	Реакционная диффузия газообразного окислителя в полимер	129
4.9	Давление насыщенных паров пластификаторов и бинарных смесей	132
Глава 5. Результаты исследования окислителей, охладителей и модельных смесей		135
5.1	Перхлорат аммония	135
5.2	Перхлорат калия и нитрат аммония	141
5.3	Термическое разложение охладителей	141
5.4	Термическое разложение модельных термостойких составов	144
5.5	Термическое разложение катализированных модельных смесей	152
Список литературы		157
Часть III Расчёт ТВР и разработка статистической модели горения смесевое твёрдого топлива		
Глава 6. Влияние природы и гранулометрического состава компонентов СТТ на температурно-временной ресурс		163
6.1	Методика определения температурно-временного ресурса	164
6.2	Физико-математическая модель термораспада блока РДТТ	166
6.3	Результаты расчёта температурно-временного ресурса	172
Глава 7. Модель горения СТРТ		175

7.1	Физическая модель	176
7.2	Геометрия поверхности горения	179
7.3	Расчёт процессов в к-фазе	189
7.4	Расчёт газофазных процессов	196
7.5	Расчёт диффузионного пламени	205
7.6	Расчёт скорости горения монофракционного состава	209
7.7	Полифракционный состав	210

Список литературы	215
--------------------------	------------

Часть IV Анатомия процесса горения смесевых твёрдых ракетных топлив

Глава 8. Расчёт скорости горения перхлората аммония и смесевых твёрдых топлив	219
8.1 Алгоритм головной программы	219
8.2 Горение перхлората аммония	222
8.3 Горение однофракционного состава	228
8.4 Горение двухфракционного состава	235

Список литературы	239
--------------------------	------------

Заключение	241
-------------------	------------

Список условных обозначений и сокращений	245
---	------------