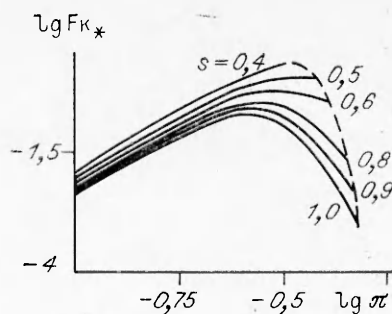


Рис. 3. Критические условия (в режиме с заданным перепадом давления π).



ва: считаем, что $d Fk_*/d\pi = 0$ вблизи $\pi = 1/s$, как при $\beta = 0$. Тогда, пренебрегая членами третьего порядка малости, найдем, что при $s < 2$ $(\gamma + \beta) + \sqrt{(\gamma + \beta)^2 + 8\beta^2 + 16\gamma\beta}$ будет $\pi_p < \pi_1$ и останется лишь монотонно растущей вместе с π участок Fk_* .

Таким образом, проведенный анализ показывает, что наличие дополнительного к химическому источнику нагрева расширяет область параметров, в которой тепловой взрыв вырождается. Такая ситуация должна приводить к тому, что срыв с устойчивого низкотемпературного состояния в этой области будет более мягким. Учет возможности вырождения в случае источника, обремененного вязкостной диссипацией, внесет качественные изменения в зависимость критического значения химического тепловыделения от характеристик течения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марголин А. Д. // ЖФХ.— 1963.— 37, № 4.
2. Дик И. Г. Границы вырождения теплового взрыва в системе с дополнительным источником тепла // ФГВ.— 1980.— 16, № 1.
3. Бостанджян С. А., Мержанов А. Г., Пручкина Н. М. // ПМТФ.— 1968.— № 5.
4. Столин А. М., Мержанов А. Г. Критические условия теплового взрыва при наличии химических и механических источников тепла // ФГВ.— 1971.— 7, № 4.
5. Мержанов А. Г., Столин А. М. Гидродинамические аналогии явлений воспламенения и потухания // ПМТФ.— 1974.— № 1.
6. Столин А. М. Тепловые режимы течения химически реагирующей вязкой жидкости в трубе конечной длины // ФГВ.— 1975.— 11, № 3.
7. Дик И. Г. Критические условия теплового взрыва при течении вязкой жидкости по каналу конечной длины // Там же.— 1976.— 12, № 1.
8. Мержанов А. Г., Зеликман Е. Г., Абрамов В. Г. // Докл. АН СССР.— 1968.— 180, № 3.

г. Томск

Поступила в редакцию 3/VII 1992

УДК 662.612.2

Н. Е. Ермолин

КИНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ФОРМАЛЬНЫХ ГАЗОФАЗНЫХ РЕАКЦИЙ ДЛЯ ТОПЛИВ НА ОСНОВЕ ПХА И ПОЛИБУТАДИЕНОВОГО КАУЧУКА

Описана методика расчета термокинетических параметров формальной реакции вида $\nu_1 A_1 + \nu_2 A_2 \rightarrow \nu_3 A_3 + \nu_4 P$, аппроксимирующей многостадийный кинетический механизм. В диапазоне давлений $p = 10 \div 100$ атм на основе функций тепловыделения кинетических механизмов, описывающих химическую структуру пламен ПХА и гомогенных смесевых твердых топлив, состоящих из ПХА и полибутадиенового каучука, получены стехиометрические коэффициенты ν_i константа скорости и порядок реакции, термодинамические параметры реагентов A_i и конечного продукта реакции P .

© И. Е. Ермолин, 1993.

7 Физика горения и взрыва № 4, 1993 г.

97

В современных моделях горения смесевых твердых топлив (СТТ) [1—3] из-за сложности теоретического и экспериментального исследования реальный процесс в пламени часто описывается формальными стадиями вида $\nu_1 A_1 + \nu_2 A_2 \rightarrow \nu_4 P$. При определении кинетических параметров широкое распространение получил закон действующих масс, константа скорости реакции представляется, как правило, в арренусовской форме, зависимость процесса от давления определяется суммарным порядком реакции по реагентам.

Цель настоящей работы — получение функциональной зависимости кинетических параметров формальных стадий вида $\nu_1 A_1 + \nu_2 A_2 \rightarrow \nu_3 A_3 + \nu_4 P$ от давления p , температуры T и состава для топлив на основе ПХА и полибутадиенового каучука (ПБК). При определении константы скорости k важную роль играет функция тепловыделения, построенная на основе многостадийного кинетического механизма.

Несколько иной подход, также основанный на функции тепловыделения, предложен в [4, 5], где получено $k = A \exp(-E/RT)$ реакции $\nu_1 A_1 + \nu_2 A_2 \rightarrow \nu_4 P$ для озонных (50% $O_3/50\%$ O_2) водородно-воздушных (40% $H_2/60\%$ Air) и метановоздушных (стехиометрический состав) ламинарных стационарных пламен. Порядок реакции по компонентам A_1 и A_2 полагался равным $\epsilon \nu_1$ и $\epsilon \nu_2$ соответственно. Суммарный порядок реакции $n = \epsilon(\nu_1 + \nu_2)$ определялся из эмпирической зависимости скорости горения v от давления: $v \sim p^{\delta}$. Теоретической основой определения порядка служит известная зависимость $v \sim p^{n/2-1}$ [6]. Такой выбор величины n позволяет ослабить зависимость параметров A и E от p , однако в случае метановоздушных пламен зависимость остается сильной. Так, при $p = 0,1 \div 10$ атм A и E меняются [5]: $A = 5,46 \cdot 10^6 \div 1,21 \cdot 10^{11}$, $E = 13\,500 \div 47\,400$.

В [7] в случае горения твердого топлива и неизвестного химического процесса предлагается определять кинетические параметры формальной стадии из экспериментально определенного температурного профиля. Для реакции в газовой фазе $V_{\text{gas react}} \rightarrow C_{\text{gas prod}}$ по известному температурному профилю строится функция тепловыделения $g = c_p m \frac{dT}{dx} - \frac{\bar{a}}{dx} \lambda \frac{dT}{dx}$, которая в соответствии с кинетической схемой аппроксимируется зависимостью

$$g = Q(\rho y_B)^n A \exp(-E/RT),$$

где Q — тепловой эффект реакции; ρ — плотность смеси; y_B — мольно-массовая концентрация реагента В. Параметры n и E определяются из системы уравнений

$$w = n\gamma + E, \quad n = \left(\frac{dw}{dT} \right) / \left(\frac{d\gamma}{dT} \right),$$

где $w = RT^2 \frac{1}{g} \frac{dg}{dT}$; $\gamma = RT^2 \frac{1}{\rho y_B} \frac{d}{dT} \rho y_B$.

Метод требует определения производной четвертого порядка от температуры $d^4 T/dx^4$. В [7] n и E — переменные и характеризуются значительным относительным изменением. В общем случае n не соответствует порядку реакции. В каждом конкретном случае степень отклонения n от истинного порядка реакции не известна.

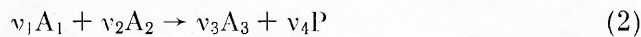
Метод расчета. ТермокINETические параметры реакции рассчитывались на основе системы уравнений, включающей влияние эффектов вязкости, теплопроводности и диффузии на величину константы скорости. Система уравнений газовой динамики, описывающая одномерные стационарные течения газа в случае малых чисел Маха, имеет вид

$$\begin{aligned} mc_p \frac{dT}{dx} &= - \sum h_i \alpha_i \quad (h = \sum h_i z_i \equiv h_0), \\ m \frac{dz_i}{dx} &= \alpha_i, \quad p = R\rho T/M, \quad 1/M = \sum z_i, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\kappa_i = \sum_{j=1}^L (v''_{ji} - v'_{ji}) \left[k_{jf} \prod_{\alpha=1}^N (\rho z_{\alpha})^{v'_{j\alpha}} - k_{jb} \prod_{\alpha=1}^N (\rho z_{\alpha})^{v''_{j\alpha}} \right],$$

где m , T , p , ρ , c_p — соответственно массовая скорость потока, температура, давление, плотность и теплоемкость смеси; R — универсальная газовая постоянная; x — пространственная координата; M_i , ρ_i , $z_i = \rho_i/\rho M_i$, h_i — молекулярная масса, плотность, мольно-массовая концентрация и энтальпия i -го компонента; L — число стадий; N — число компонентов; v'_{ji} , v''_{ji} — стехиометрические коэффициенты i -го компонента в j -й стадии; k_{jf} (k_{jb}) — константа скорости в прямом (обратном) направлении.

В общем случае многостадийный процесс горения включает в себя зоны индукции, основную и догорания окислов, образовавшихся в пламени. Тепловыделение в области индукции зависит в основном от начальных концентраций активных частиц. При их малых значениях изменения температуры и основных по массе компонентов малы и ими можно пренебречь. Основная зона характеризуется значительным ростом температуры от некоторого T_0 до температуры пламени T_f и составляет предмет дальнейшего рассмотрения. Аппроксимируем детальный кинетический механизм одноступенчатой реакцией



со скоростью реакции по i -му компоненту

$$\kappa_i = (v'_i - v''_i) k_f \rho^n y_1^{\alpha} y_2^{\beta}. \quad (3)$$

Здесь и ниже $A_4 = P$, y_i — мольно-массовая концентрация формального компонента A_i ; $i = 1, 4$; $n = \alpha + \beta$ — суммарный порядок реакции. Параметры формальной стадии будем находить из условия совпадения в основной зоне температурных профилей, рассчитанных по детальной и формальной кинетике. Согласно (1), (3), имеем

$$y_2 - y_{20} = \frac{v_2}{v_1} (y_1 - Y_0), \quad y_3 - y_{30} = -\frac{v_3}{v_1} (y_1 - Y_0), \quad (4)$$

$$y_4 - y_{40} = -\frac{v_4}{v_1} (y_1 - Y_0);$$

$$(Y_0 - y_1) Q = v_1 \sum_{i=1}^4 \int_{T_0}^T c_{pi} y_{i0} dT, \quad (5)$$

$$Q = Q_0 + \int_{T_0}^T Q_c dT, \quad Q_c = \sum_{i=1}^4 (v'_i - v''_i) c_{pi},$$

где индекс 0 относится к начальному состоянию; $y_{i0} = Y_0$; $h_i = h_{i0} + \int_{T_0}^T c_{pi} dT$; $Q = \sum_{i=1}^4 (v'_i - v''_i) h_i$ — тепловой эффект реакции; $c_{pi}(T)$ — теплоемкость i -го компонента.

Пусть при изменении y_1 от Y_0 до Y_f температура меняется от T_0 до T_f . Полагая $\Delta Y = Y_0 - Y_f$, из (5) получим

$$\Delta Y Q_f = v_1 \int_{T_0}^{T_f} \sum_{i=1}^4 c_{pi} y_{i0} dT, \quad Q_0 = Q_f - \int_{T_0}^{T_f} Q_c dT, \quad (6)$$

тогда энтальпии компонентов оказываются связанными условием

$$\sum (v'_i - v''_i) h_{i0} = Q_0. \quad (7)$$

Еще одно соотношение следует из закона сохранения массы:

$$\sum (v'_i - v''_i) M_i = 0, \quad (8)$$

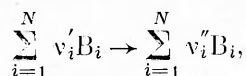
Кроме того, для адекватного моделирования теплофизических свойств смеси теплоемкости и молекулярные массы реальной и модельной смеси должны быть близки. Из (1) в общем случае следует $z_i = z_i(T, p)$, т. е. они не зависят от m . Тогда $m dT/dx = F(T, p)$, где $c_p F = -\sum h_i \dot{\nu}_i$ — функция тепловыделения.

Чтобы температурный профиль, рассчитанный по детальной кинетике, совпал с полученным по формальной кинетике, необходимо выполнение соотношения

$$F(T, p) = \frac{Q}{c_p} \left(\frac{pM}{RT} \right)^n k_i \bar{y}_1^\alpha \left[y_{20} + \frac{\nu_2}{\nu_1} (y_1 - Y_0) \right]^\beta. \quad (9)$$

Здесь F — функция, определенная из численных расчетов с учетом детальной кинетики. Правая часть определена из (1) с использованием (3), (4). Из (5) для $\Delta Y > 0$ и $T_f > T_0$ следует $Q > 0$, поэтому в области с $dT/dx > 0$ из (9) можно построить положительную функцию $k_i = -k(T, p)$, в общем случае сложным образом зависящую от p . Для построения k_i устанавливается формальное по самой постановке задачи соответствие трех компонентов полной модели и компонентов A_i ($i = 1, 3$) упрощенной модели по термодинамическим параметрам, молекулярным массам и начальным значениям.

Далее, реальному процессу ставится в соответствие реакция



переводящая на заданном интервале $[x_0, x_1]$ начальный состав z_{i0} в состав z_i . Тогда из (1) следует

$$m(z_i - z_{i0}) = (\nu_i'' - \nu_i') \int_{x_0}^x \kappa dx,$$

где $(\nu_i'' - \nu_i') \kappa$ — скорость образования i -го компонента. По принятому соответствию из нормированных коэффициентов $(z_i - z_{i0})/(z_k - z_{k0})$, где k фиксировано, выбираются стехиометрические коэффициенты для A_i , $i = 1, 3$ реакции (2).

Как показывают расчеты на основе многостадийных кинетических механизмов, стехиометрические коэффициенты зависят от рассматриваемого сечения, поэтому используются их средние значения. Молекулярная масса и теплоемкость компонента A_4 определяются из условия равенства их в характерной точке для полной и упрощенной модели. После их определения с учетом (7), (8) находятся энтальпии $h_4 = A_1 + A_1 \cdot T$ кал/моль и стехиометрический коэффициент компонента A_4 . Начальное значение компонента выбирается из условия нормировки. Функция k_i вычисляется из (9) при условии $\alpha = \beta = \eta/2$. Для определения порядка реакции рассчитанная численно при заданном составе и T_0 функция $F(T, p)$ представляется в виде $F \approx f(T) p^{\eta(T)}$. Из условия $(p/p_0)^\eta = F(T, p)/F(T, p_0)$ находится функция $\eta(T)$, после чего рассчитывается средний порядок реакции $n = \eta_{cp}$.

Термокинетические параметры формальных стадий в пламенах СТТ на основе ПХА и полибутадиенового каучука. При рассмотрении пламени ПХА полагалось, что A_1 — это вещество HClO_4 , A_2 — NH_3 , A_3 — O_2 . Расчеты по определению $F(T, p)$ проведены на основе данных и кинетического механизма [8] для $0.5 \leq p \leq 100$ атм с константой скорости реакции $\text{NH}_2 + \text{O}_2 = \text{HNO} + \text{OH}$, равной $6 \cdot 10^6 \cdot T^{1/2}$. В начальном сечении варьировались температура ($800 \leq T_0 \leq 870$ К) и молярные концентрации ($0,036 \leq \alpha_{\text{HClO}_4} \leq 0,043$, $0,064 \leq \alpha_{\text{NH}_3} \leq 0,102$, $0,08 \leq \alpha_{\text{O}_2} \leq 0,2$).

Следует заметить, что молекулярная масса, энтальпия конечного продукта A_4 , а также стехиометрические коэффициенты и конечная температура пламени T_f при данных вариациях параметров слабо зависят от

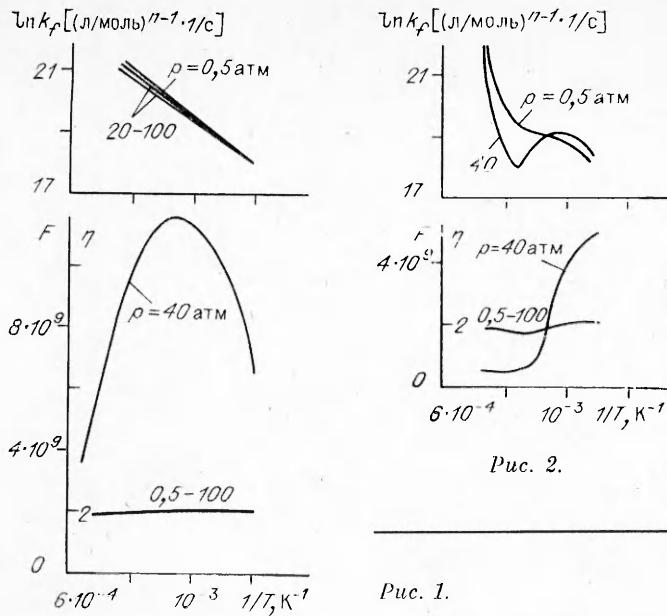


Рис. 1.

давления, а $k_f = A \exp(-E/RT)$. Значения k_f при $800 \leq T_0 \leq 1400$ К несмотря на значительную вариацию начальных данных близки друг к другу. Так, в зависимости от варианта при 800 К $\lg k_f = 7,54 \div 7,9$. Для одного из вариантов получены следующие термодинамические параметры: $\alpha_{\text{НСЮ}_4} = 0,043$, $\alpha_{\text{NH}_3} = 0,08$, $\alpha_{\text{O}_2} = 0,08$, $T_0 = 800$ К, $M_4 = 28,41$, $n = 1,977$, $AI = -60,054$, $A1 = 10,262$, $\nu_1 = 1$, $\nu_2 = 1,78$, $\nu_3 = 1,4$, $\nu_4 = 3$.

p , атм	A , (л/моль) $^{n-1} \cdot 1/с$	E/R , К	T_f , К
0,5	$6 \cdot 10^{11}$	7786	1443
40	$5,5 \cdot 10^{11}$	7695	1443
100	$3,16 \cdot 10^{11}$	7216	1445

Типичные результаты расчетов приведены на рис. 1 для случая $\alpha_{\text{НСЮ}_4} = 0,043$, $\alpha_{\text{NH}_3} = 0,102$, $\alpha_{\text{O}_2} = 0,2$, $T_0 = 800$ К. Константа скорости слабо зависит от давления и хорошо аппроксимируется аррениусовской зависимостью. Порядок реакции практически не зависит от давления и близок к 2. Однако, если для реакции $\text{NH}_2 + \text{O}_2 = \text{HNO} + \text{OH}$ принять $k = 4 \cdot 10^9 \exp(-25000/RT)$ [9], то аппроксимация k_f аррениусовской зависимостью становится неудовлетворительной (рис. 2). В этом случае сильны зависимости $k(p)$ при $n = \text{const}$ и $\eta(T)$, так что средний порядок реакции уже не близок к 2.

При определении термодинамических параметров в пламенах СТТ, состоящих из ПХА и ПБК, использовались экспериментальные данные [10, 11] по горению гомогенных составов ПХА/ПБК 77/23 и 84/16 (рис. 3). Используемый для определения $F(T, p)$ кинетический механизм получен на основе [10] путем выделения существенных стадий и состоит из 33 компонентов и 84 обратимых стадий. При определении k_f полагалось $A_1 - \text{НСЮ}_4$, $A_2 - \text{C}_4\text{H}_6$, $A_3 - \text{CO}$. На функцию η для указанных составов давление практически не влияет (см. рис. 3), но в отличие от ПХА сильно влияет температура. На рис. 4 представлена зависимость k_f от T и p .

Сложная связь константы скорости с температурой объясняется многостадийностью.

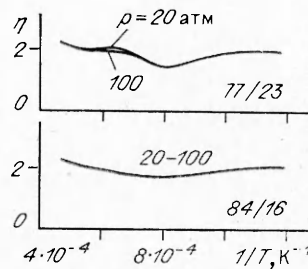


Рис. 3.

Т а б л и ц а 1

Состав	p , атм	T_0 , К	T_f , К	$\frac{M_1, \text{ кг}}{\text{кмоль}}$	$\frac{A_f, \text{ кал}}{\text{моль}}$	$\frac{A_1, \text{ кал}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	n	ν_1	ν_2	ν_3	ν_4	$\left(\frac{p}{\text{моль}}\right)^{n-1} \frac{1}{c}$	E , кал/моль
ПХА/ПБК 77/23	0,59	800	2500	24,7	-104860	12,232	1,782	1	1,267	2,47	4,035	$7,6 \cdot 10^{10}$	14 955
	40		2650		-120050					2,65	3,84		
	100		2700		-138080					3,13	3,29		
ПХА/ПБК 84/16	0,08	800	2400	26,6	-80 414	12,405	1,782	1	1,15	1,22	4,83	$6,3 \cdot 10^9$	9 349
	40		2550		-88 749					1,21	4,83		
	100		2600		-97 855					1,7	4,31		

Т а б л и ц а 2

p , атм	T_0 , К	T_f , К	$\frac{M_1, \text{ кг}}{\text{кмоль}}$	$\frac{A_f, \text{ кал}}{\text{моль}}$	$\frac{A_1, \text{ кал}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	n	ν_1	ν_2	ν_3	ν_4	$\left(\frac{p}{\text{моль}}\right)^{n-1} \frac{1}{c}$	E , кал/моль	
0,26	1400	2453	29,3	-70 435	12,61	1,93	1	0,3	0	1,379	$2,7 \cdot 10^{10}$	24 200	
40		2851		-78 857						0,52			1,587
100		2900		-79 510						0,558			1,62

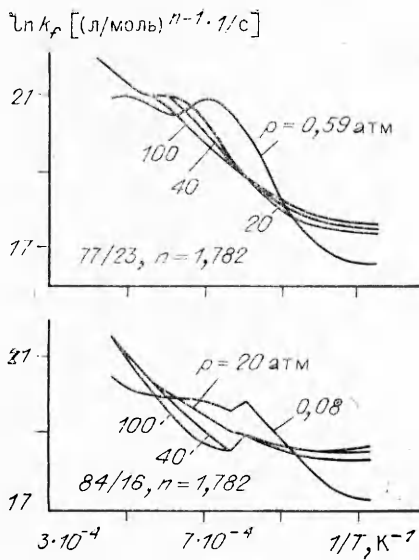


Рис. 4.

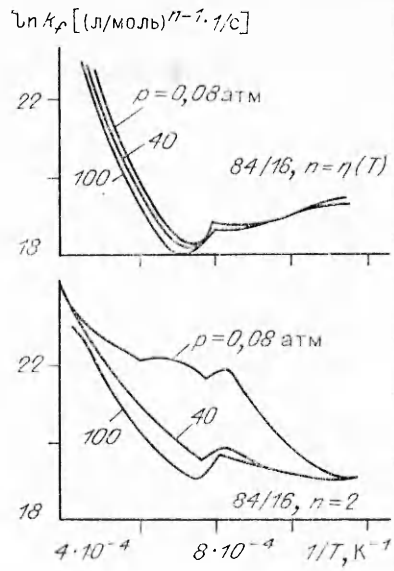


Рис. 5.

Процесс образования и расхода основных по массе компонентов характеризуется двумя стадиями,

1) $T \approx 800 \div 1750$ К (77/23), $800 \div 2000$ К (84/16); полный расход C_4H_6 , $HClO_4$, ClO_2 , частичный расход NH_3 , частичное образование и расход $ClOH$, O_2 , H_2 , C_2H_2 , CO . Образование HCN , H_2O , HCl , CO_2 .

2) $T \approx 1750 \div 2500$ К (77/23), $2000 \div 2500$ К (84/16); полный расход O_2 , $ClOH$, C_2H_2 , частичный расход NH_3 , HCN . Образование H_2O , HCl , N_2 , CO , CO_2 , H_2 . Термокинетические данные

для указанных составов приведены в табл. 1. Разброс констант сильно зависит от порядка реакции. Так, для переменного порядка ($n = \eta(T)$) k_f слабо зависит от p (рис. 5). Для $n = 2$ разброс констант максимален. Для $n = 1,782$ (средний порядок) зависимость $k_f(p)$ показана на рис. 4. В этом случае отклонение приведенных в табл. 1 прямых $\ln k_f = \ln A - E/RT$ от соответствующих кривых на рис. 4 не превышает единицу.

Представляет интерес определить термокинетические параметры реакции в диффузионном пламени, возникающем при горении гетерогенных СТТ у границы раздела окислитель — связующее. Согласно данным [12] по горению слоевой системы, состоящей из пластин ПХА и активного связующего ПХА/ПБК 57/43, основными реагентами в слое смешения являются O_2 , H_2 , CO , HCN , C_2H_2 . Для расчетов по определению термокинетических параметров полагаю, что A_1 — это O_2 , A_2 — CO , а $\nu_3 = 0$. Варьировалось содержание активных компонентов ($0,12 \leq \alpha_{O_2} \leq 0,2$, $0,01 \leq \alpha_{HCN} \leq 0,05$). Многостадийность процесса отражена на кривой тепловыделения (рис. 6) и обуславливает в основном отклонение k_f от аррениусовской зависимости.

На первой стадии процесса $T \approx 1400 \div 1550$ К, образуются CO , H_2O , CO_2 . Частично

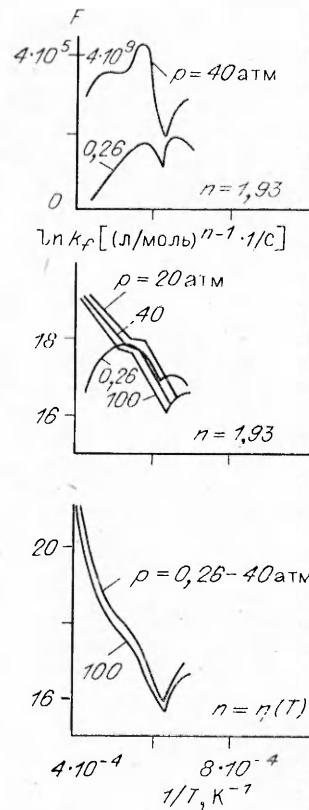


Рис. 6.

расходуются O_2 , H_2 , HCN , C_2H_2 , HCl . Излом на кривой тепло-выделения рис. 6 при $T \approx 1550$ К характеризуется максимумом концентрации CO . На второй стадии ($T \approx 1550 \div 2600$ К) образуются H_2O , CO_2 , HCl , частично расходуются O_2 , H_2 , CO , а полностью — HCN , C_2H_2 . Типичная зависимость $\ln k_f$ от T , p и n приведена на рис. 6 для $\alpha_{O_2} = 0,2$, $\alpha_{HCl} = 0,05$. Сильное влияние давления обусловлено принятым постоянным порядком $n = 1,93$; для переменного порядка $\ln k_f$ слабо зависит от давления.

Рекомендуемые термокинетические параметры приведены в табл. 2. Отношение значений рекомендованной константы скорости к значениям k_0 , приведенным на рис. 6, для $20 \leq p \leq 100$ атм и $n = 1,93$ не превышает число e .

ЛИТЕРАТУРА

1. Бекетед М. В., Дерр Р. Л., Прайс С. Ф. Модель горения смешанного ТРТ, базирующаяся на нескольких типах пламени // РТК.— 1970.— 8, № 2.— С. 107—117.
2. Гайрао С., Вильяме Ф. А. Модель процесса дефлаграции перхлората аммония при давлении 196—981 н/см² // Там же.— 1971.— 9, № 7.— С. 164—179.
3. Коэн Н. С., Стрэнд Л. Д. Уточненная модель горения смешанных твердых топлив на основе перхлората аммония // Аэрокосм. техника.— 1983.— 1, № 7.— С. 100—112.
4. Coffee T. P., Kollar A. J., Miller M. S. The overall reaction concept in premixed, laminar, steady-state flames. I. Stoichiometries // Combust. Flame.— 1983.— 54, N 1—3.— P. 155—169.
5. Coffee T. P., Kollar A. J., Miller M. S. The overall reaction concept in premixed, laminar, steady-state flames. II. Initial temperatures and pressures // Ibid.— 1984.— 58, N 1.— P. 59—67.
6. Зельдович Я. Б., Баренблатт Г. И., Либрович В. Б. и др. Математическая теория горения и взрыва.— М.: Наука, 1980.
7. Miller M. S., Kollar A. J., Coffee T. P. et al. The overall reaction concept in combustion modeling.— Milano (Italy), 1990.
8. Ермолин Н. Е., Коробейничев О. П., Терещенко А. Г. и др. Моделирование кинетики и механизма химических реакций в пламени перхлората аммония // Хим. физика.— 1982.— № 12.— С. 1711—1717.
9. Miller J. A., Bowman C. T. Mechanism and Modeling of nitrogen chemistry in combustion // Progr. in Energy and Combustion Sci.— 1989.— 15.— P. 287—338.
10. Коробейничев О. П., Чернов А. А., Емельянов Н. Д. и др. Исследование кинетики и механизма химических реакций в пламени смешанного состава на основе ПХА и полибутадиенового каучука // ФГВ.— 1990.— 26, № 3.— С. 46—55.
11. Коробейничев О. П., Ермолин Н. Е., Чернов А. А. и др. Структура пламени, кинетика и механизм химических реакций смешанного состава на основе перхлората аммония и полибутадиенового каучука // Там же.— 1992.— 28, № 4.— С. 53—59.
12. Коробейничев О. П., Терещенко А. Г., Шварцберг В. М. и др. Исследование структуры пламени слоистых систем на основе ПХА // Там же.— 1990.— 26, № 2.— С. 53—58.

г. Новосибирск

Поступила в редакцию 16/VII 1992

УДК 532.529

А. Н. Пожариский, А. Г. Иванов

ВЗРЫВНОЕ ИНИЦИИРОВАНИЕ БЫСТРОГО КОНВЕКТИВНОГО ГОРЕНИЯ В ЗАМКНУТОМ ОБЪЕМЕ

Экспериментально исследовано взрывное иницирование зерновой пироклетчатки, проходящее в режимах быстрого конвективного горения и низкоскоростной детонации, отличающееся повышенной интенсивностью и стабильностью. Определены основные закономерности процесса воспламенения.

Конвективное горение (КГ) — наиболее нестабильная стадия в процессе перехода горения пористых ВВ в детонацию. Проведенные в последнее время исследования переходных процессов горения дисперсных

© А. Н. Пожариский, А. Г. Иванов, 1993.