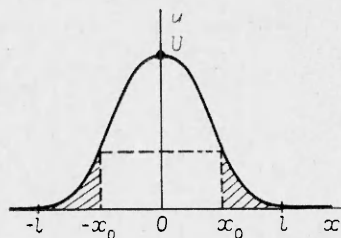


асимптотика функции $f(u)$ при $u \rightarrow +0$ имеет вид $f(u) = -f_0 u^\nu$, где $f_0 = \text{const} > 0$, а $\nu < 1$.

В заключение отметим, что в работах [6, 7] рассматривались режимы горения в среде с коэффициентом теплопроводности, зависящим от температуры по степенному закону, без учета процессов, сопровождающихся объемным поглощением тепловой энергии. В этих случаях процесс теплопроводности в нелинейной среде с объемными тепловыми источниками, мощность которых зависит от температуры, происходит только в нестационарном режиме разогрева среды. Однако и в таких режимах горения также могут эволюционировать тепловые структуры, состоящие из отдельных квазиструктур, самоизолированных в тепловом отношении друг от друга в течение лишь конечного промежутка времени, т. е. в режиме метастабильной локализации [6, 7]. Следует заметить, что при отсутствии объемного поглощения тепла механизм тепловой самоизоляции имеет другую физическую природу, чем в рассмотренном выше случае, и связан с обращением в нуль при $u=0$ коэффициента теплопроводности нелинейной среды.



Поступила в редакцию
19/V 1980

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. Уравнения математической физики. М., Наука, 1966.
2. Я. Б. Зельдович, Ю. П. Райзер. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М., Наука, 1966.
3. Л. А. Арцимович. Управляемые термоядерные реакции. М., Физматгиз, 1963.
4. Э. Камке. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. М., Наука, 1965.
5. Л. К. Мартинсон. Журн. вычисл. матем. и матем. физики, 1976, 16, 5.
6. А. А. Самарский, Н. В. Змитренко и др. Докл. АН СССР, 1976, 227, 2.
7. С. П. Курдюмов, Е. С. Куркина и др. Докл. АН СССР, 1980, 251, 3.

КИНЕТИКА ТЕПЛОЫДЕЛЕНИЯ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ РАЗЛОЖЕНИИ ОКТОГЕНА

Ю. И. Рогов, Л. П. Смирнов
(Черноголовка)

В литературе имеются данные по кинетике термического разложения октогена (1, 3, 5, 7-тетранитро-1, 3, 5, 7-тетраазоциклооктап) в твердом состоянии в основном на начальных стадиях распада, полученные в изотермических условиях с помощью микрометрического метода, а в неизотермических условиях — методами ТГА и ДТА [1—3]. Данные, полученные разными авторами, имеют заметное расхождение. Так в работе [1] энергия активации разложения октогена составляет 159 кДж/моль, а в [3] — 955 ± 100 кДж/моль.

В связи с этим целесообразно изучить кинетику тепловыделения при термическом разложении октогена в твердой фазе и определить кинетические параметры на значительных глубинах разложения.

Кинетика термического разложения октогена исследовалась на дифференциальном автоматическом микрокалориметре ДАК-1-1 в интервале температур 456—484 К при степени заполнения реакционного сосуда $m/V = 24$ кг/м³. Ампула объемом $3 \cdot 10^{-6}$ м³ с навеской вещества $7 \cdot 10^{-5}$ кг тщательно

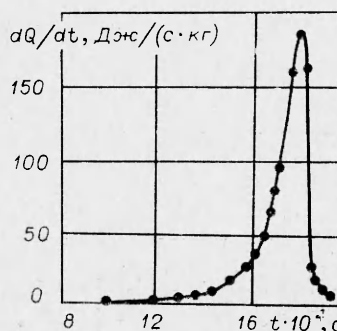


Рис. 1. Зависимость скорости тепловыделения от времени, полученная при разложении октогена.

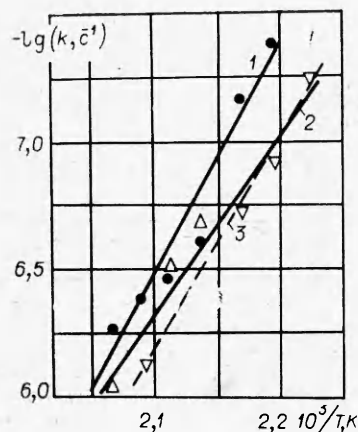


Рис. 2. Температурная зависимость констант скорости реакций разложения октогена на начальной стадии ($\eta < 0,08$).
1 — $-\lg k_1 = f(1/T)$; 2 — $-\lg k_2 + 3 = f(1/T)$; 3 — $-\lg k = f(1/T)$ — данные, полученные манометрическим методом [1].

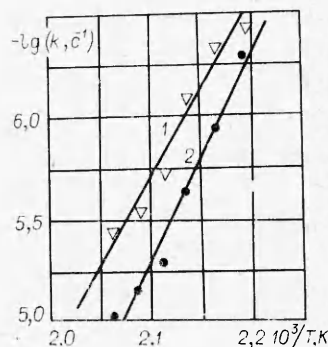


Рис. 3. Температурная зависимость констант скорости реакций разложения октогена при $\eta > 0,08$.

1 — $-\lg k_2 + 3 = f(1/T)$; 2 — $-\lg k_1 = f(1/T)$.

эвакуировалась до остаточного давления 1,33 Па, запаивалась и погружалась в калориметр. Октоген предварительно очищался двукратной перекристаллизацией из перегнанного ацетона с последующей сушкой [4]. Степень чистоты продукта проверялась методом тонкослойной хроматографии на пластинках, покрытых широкопористым силикагелем Silpearl в системе растворителей петролинный эфир — ацетон (5 : 3), $R_f \cdot 100 = 48$. При этом примеси не обнаружены. Для экспериментов отбирались кристаллы размером $\sim 2 \cdot 10^{-4}$ м.

Полный тепловой эффект Q_{II} термического разложения октогена составил 2930 кДж/кг. Реакция термического разложения октогена имеет самоускоряющийся характер (рис. 1), при температуре 461 К скорость реакции на максимуме превышает начальную скорость в 55 раз.

Разложение октогена можно описать уравнением автокатализа

$$d\eta/dt = k_1(1 - \eta) + k_2\eta^n(1 - \eta), \quad (1)$$

где $\eta = Q/Q_{II}$ — глубина превращения вещества; k_1 — константа скорости реакции разложения, протекающей по мономолекулярному механизму; k_2, n — константа скорости и порядок автокаталитической реакции.

Найдено, что кинетика термического разложения октогена до глубины превращения 7–8% удовлетворительно описывается уравнением (1) при $n = 1,4$. На больших глубинах разложения n меняется и становится равным 2,1. Приведенные зависимости характерны для октогена во всем изученном интервале температур. Значения констант (в c^{-1}), найденных при разных температурах, сведены в таблицу.

Температурная зависимость констант скорости реакций термического разложения октогена хорошо описывается уравнением Аррениуса (рис. 2, 3). На первой стадии разложения ($\eta < 0,08$)

$$k_1 = 10^{12,7} \exp(-175/RT), \quad c^{-1},$$

$$k_2 = 10^{11,4} \exp(-134/RT), \quad c^{-1};$$

на второй стадии ($0,08 < \eta < 0,8$):

$$k_1 = 10^{16,1} \exp(-195/RT), \quad c^{-1},$$

$$k_2 = 10^{15,3} \exp(-165/RT), \quad c^{-1}.$$

T, K	$\eta < 0,08$		$0,08 < \eta < 0,8$		T, K	$\eta < 0,08$		$0,08 < \eta < 0,8$	
	$k_1 \cdot 10^8$	$k_2 \cdot 10^5$	$k_1 \cdot 10^8$	$k_2 \cdot 10^5$		$k_1 \cdot 10^8$	$k_2 \cdot 10^5$	$k_1 \cdot 10^8$	$k_2 \cdot 10^5$
456	4,166	11,72	50,37	35,71	473	33,30	31,48	500,00	178,57
461	6,944	18,52	109,34	46,29	478	41,6	74,00	666,7	293,5
468	25,00	20,83	222,22	83,33	484	55,55	88,89	972,22	357,14

Кинетические параметры на начальной стадии распада хорошо согласуются с величинами, полученными для октогена манометрическим методом.

Поступила в редакцию
4/VII 1980

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. Я. Максимов. — В сб.: Теория взрывчатых веществ. М., Высшая школа, 1967.
2. J. N. Mauser, V. R. Paiverneker. Explosivstoffe, 1969, 17, 5.
3. R. N. Rogers, E. D. Morris. Anal. Chem., 1966, 38, 412.
4. В. Л. Збарский, Ю. Я. Максимов, Е. Ю. Орлова. — В сб.: Теория взрывчатых веществ. М., Высшая школа, 1967.

ПЬЕЗОЭФФЕКТ В ЭЛЕКТРЕТИРОВАННОМ ВИНИЛПЛАСТЕ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЖЕНИЯХ

А. В. Черкашин
(Киев)

При измерении параметров ударно-волновых процессов широкое распространение получили обладающие высокой чувствительностью пьезокерамические датчики давления. Однако в пьезокерамике может происходить целый ряд релаксационных процессов. Так, в работе [1] показано, что время наиболее выраженного релаксационного процесса для пьезокерамики ЦТС-19 составляет 40 мкс. Это сильно осложняет сравнение процессов различной длительности. Эталонным пьезочувствительным материалом является кварц, который в широком диапазоне времен нарастания нагрузки практически безынерционен, но он теряет пьезоэффект при гидростатическом сжатии.

В ряде случаев для измерения динамических давлений в быстропотекающих процессах могут быть полезны датчики давления с чувствительными элементами из электретов, обладающих пьезоэффектом. В работе исследовался пьезоэффект электретированного винилпласта при различных условиях нагружения (ударная труба, копер, гидропресс). Выбор материала основывался на данных работ [2, 3], в соответствии с которыми поливинилхлорид обладает наибольшим пьезоэффектом, а его величина не менялась в течение 2 лет.

Схема экспериментальной сборки для работы на копере и гидропрессе приведена на рис. 1. При работе на ударной трубе электретный диск согласовывался акустическим волноводом из диэлектрика, который располагался в латунном корпусе. Во всех случаях осуществлялся режим нагружения при зажатой боковой поверхности. Сила удара F , развиваемая копром, рассчитывалась из соотношения

$$\int_0^{\tau} F dt = m (u_1 + u_2),$$

где скорости u_1 падающего и u_2 отраженного груза массой m измерялись, а интеграл определялся осциллограммой импульса давления. При этом длительность τ и качественно форма импульса контролировались с помощью пьезокерамической пластинки, помещенной в аналогичные условия. При ударно-волновом нагружении давление за фронтом ударной волны рассчитывалось по кинематическим параметрам волны.

Давление и время нарастания давления соответственно составляли: ударная труба — 0,1—5 МПа, 0,7 мкс; копер — 2—150 МПа, 20 мкс; копер — 2—220 МПа, 500 мкс; гидропресс — 20—80 МПа, 20000 мкс.

Электретный диск согласовывался с регистрирующим осциллографом с помощью истокового повторителя с входным сопротивлением 100 МОм. Заряд, генерируемый на торцах диска при сжатии, определялся произведением

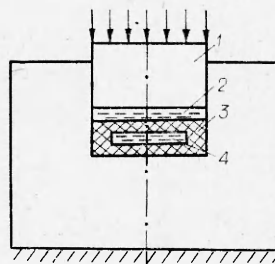


Рис. 1. Схема экспериментальной сборки для копра и гидропресса.

1 — поршень; 2 — масло; 3 — эпоксидная смола; 4 — электрет.