

3. А. А. Воробьев, А. Н. Дремин, Г. И. Канель. ПМТФ, 1974, 5, 94.
4. Compendium of Shock Wave Data, University of California, Livermore, 1966.
5. L. M. Barker, R. E. Hollenbach. J. Appl. Phys., 1970, 41, 10, 4208.
6. М. В. Жерноклетов, В. Н. Зубарев. Матер. Третьего всесоюзного симпозиума по горению и взрыву. М., «Наука», 1972.
7. K. W. Shuler. Fifth Symposium on detonation, Pasadena California, 1970, p. 589—596.

РАЗРУШЕНИЕ КОЛЕЦ ИЗ АЛЮМИНИЯ И ДЮРАЛЮМИНИЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИНТЕНСИВНОЙ РАДИАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

А. Г. Черников

При интенсивном радиальном расширении тонкого металлического кольца под действием сильной импульсной нагрузки происходит его разрушение на отдельные элементы. Количество осколков бывает значительным и зависит от величины и скорости нагружения образца. Разрушение кольца под действием радиальной нагрузки рассматривалось в [1,2]. В [1] было показано, что распределение осколков по размерам подчинено определенной статистической закономерности. Однако из этого распределения, которое записывается в виде закона Розина — Рамлера, нельзя определить общее количество осколков. В [2] на основании ряда сделанных предположений получена формула для определения среднего размера осколков и их количества для разрушаемого кольца

$$n = \pi R v / \delta c s \epsilon_* \quad (1)$$

Здесь R , δ — внутренний радиус и толщина кольца, v — скорость расширения кольца к моменту начала разрушения, c , ϵ_* — стержневая скорость звука и логарифмическая предельная деформация. Кольцо, получившее начальный импульс и в дальнейшем движущееся по инерции, начинает разрушаться, когда деформация достигнет критического значения.

Ниже приведены экспериментальные результаты по кольцам, изготовленным из чистого алюминия Al 99,99% и дюралюминия Д16Т. Прочностные и деформационные свойства образцов, изготовленных из этих материалов, измерялись на разрывной машине. Предельные напряжения и предельные деформации, при которых происходит разрушение образца, для алюминия и дюралюминия были равны соответственно 4 кг/мм и 0,28; 44 кг/мм и 0,21. Внутри кольца соосно с ним устанавливался заряд ВВ ТГ 50/50. Иницирование проводилось из центра. Высота кольца и заряда равна 10 мм. Толщина кольца δ , относительный радиус заряда \bar{R} — отношение радиуса заряда к радиусу кольца приведены в табл. 1 для внутреннего размера кольца $R=20$ мм и в табл. 2 для $R=40$ мм.

Для определения скорости расширения металлического кольца использовалось два различных способа: рентгеноскопический и контактный. Для рентгеноскопии изготавливалось несколько одинаковых колец с одинаковыми зарядами ВВ. Съемка проводилась в различные моменты времени от начала иницирования. При кон-

Таблица 1

\bar{R}	δ , мм	Al		D 16 T	
		n	v , м/с	n	v , м/с
0,46	2	20	450	25	—
	4	12	240	13	150
	6	6	200	6	70
0,68	2	40	1000	—	—
	4	23	500	25	420
0,89	6	16	370	17	270
	4	50	1100	—	760

Таблица 2

\bar{R}	δ , мм	n
0,23	2	8
0,34	2	15
	2	32
	4	19
0,44	8	16
	10	11
0,63	2	46
0,71	6	50

Таким образом, в тактном измерении кольцо, которое являлось одновременно нулевым проводом в электрической схеме, замыкалось на медные контакты, отстоящие от него на различных расстояниях. Скорости, измеренные различными способами, для одинаковых колец и зарядов ВВ совпадают.

На рис. 1 изображены некоторые из зависимостей смещения кольца от времени ($1, 3$ — дюралюминий с параметрами соответственно $\bar{R}=40$ мм, $\delta=6$ мм, $\bar{R}=0,71$ и $R=20$ мм, $\delta=6$ мм, $\bar{R}=0,46$, 2 — алюминий с параметрами $R=20$ мм, $\delta=6$ мм, $\bar{R}=0,68$). Кольцо под воздействием продуктов детонации разгоняется до некоторой скорости, с которой движется вплоть до своего полного разрушения. Влияние скорости разлета на количество образующихся осколков определялось на кольцах радиусом 20 мм, толщиной 2, 4, 6 мм и относительным радиусом заряда 0,46, 0,68, 0,89. Результаты этих измерений приведены в табл. 1, где значения скоростей и количество осколков осреднены по трем, пяти опытам. Отклонение от среднего по скоростям не превышает 15%, по количеству осколков 30%.

Как видно из таблицы, количество осколков находится в прямой зависимости от скорости расширения кольца. На рис. 2 представлена эта зависимость в безразмерных координатах (1 — алюминиевые кольца, 2 — дюралюминиевые кольца). Скорость разлета кольца отнесена к стрелковой скорости звука, равной примерно 5000 м/с для алюминия и дюралюминия. С увеличением относительной скорости количество осколков увеличивается линейно

$$n=220 \quad v/c \quad (2)$$

для алюминиевых и

$$n=280 \quad v/c \quad (3)$$

для дюралюминиевых колец. При одинаковых скоростях расширения количество осколков у дюралюминиевых колец примерно на 30% выше, чем у алюминиевых. Это соответствует влиянию предельной деформации, входящей в соотношение (1), на разрушение кольца. Значения $\text{sh } \epsilon$ для этих материалов из результатов статического испытания различаются тоже на 30%. Влияние толщины кольца на количество осколков незначительно и находится в пределах разброса экспериментальных данных.

Основными параметрами, влияющими на скорость кольца, являются его толщина и относительный радиус заряда. Скорость возрастает с увеличением заряда и уменьшением толщины кольца. В координатах $\ln(\delta v/Rc)$, $\ln \bar{R}$, характеризующих зависимость импульса кольца от величины заряда (рис. 3, обозначения аналогичны рис. 2), получаем для алюминиевых колец

$$\delta v/Rc = 0,06 \bar{R}^{2,4}, \quad (4)$$

для дюралюминиевых

$$\delta v/Rc = 0,04 \bar{R}^{2,6}. \quad (5)$$

Скорость разлета алюминиевых колец несколько выше, чем дюралюминиевых. Из (3) и (5) для дюралюминия имеем

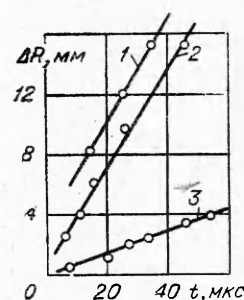


Рис. 1.

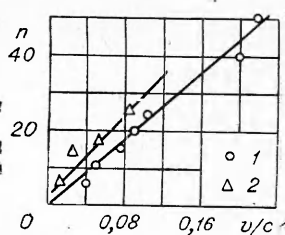


Рис. 2.

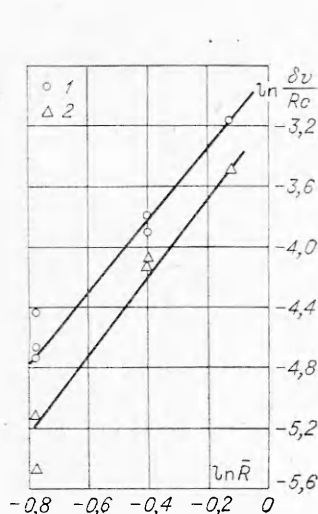


Рис. 3.

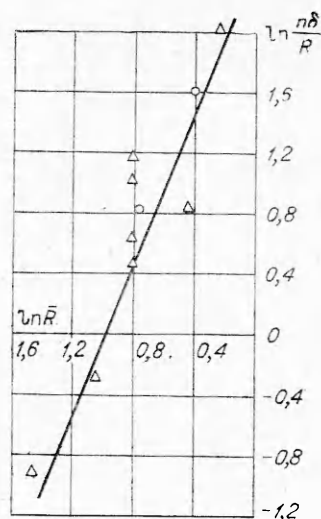


Рис. 4.

$$n\delta/R = 12\bar{R}^{2,6}. \quad (6)$$

В табл. 2 приведена серия экспериментов с кольцами высотой 10, радиусом 40 и толщиной 2, 4, 8, 10 мм. Заряд высотой 10 мм менялся в пределах $0,12 \div 0,71$. Откладывая данные значения в координатах $\ln(n\delta/R)$, $\ln\bar{R}$, получаем удовлетворительное совпадение с формулой (6). На рис. 4 (○— $R=20$ мм, △— $R=40$ мм) прямая соответствует формуле (6).

Институт горного
дела СО АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
18/III 1975

ЛИТЕРАТУРА

1. Э. А. Кошелев, В. М. Кузнецов и др. ПМТФ, 1971, 2.
2. В. М. Кузнецов. ФГВ, 1973, 9, 4.

МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ПХА

О. П. Коробейничев, А. Г. Терещенко, Г. И. Анисифоров

Для понимания механизма и построения модели процесса и катализа горения перхлората аммония и смесевых систем на его основе необходимо знание кинетики термораспада этих систем и их компонентов в области высоких температур, близких к температурам на поверхности горения. Имеющиеся в литературе немногочисленные данные [1—3] по кинетике высокотемпературного термораспада ПХА противоречивы. Разработанная в последнее время методика [4, 5] для изучения кинетики термического разложения конденсированных систем с использова-