

ности излучения и при  $G_{O_2}/G_{CS_2} \geq 6$  составляет более 90% излучения в области 4—6 мкм. Подобное изменение можно связать с уменьшением температуры пламени при удалении состава горючей смеси от стехиометрического и с обусловленным этим фактом уменьшением скорости реакции окисления СО до  $CO_2$ , поскольку известно [13], что скорость этой реакции сильно зависит от температуры.

Поступила в редакцию  
23/VII 1974

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. Н. Кондратьев. Кинетика и катализ, 1972, 13, 6, 1367.
2. N. Djeu, H. S. Piloff, S. K. Searles. Appl. Phys., Lett., 1971, 18, 538.
3. Е. Б. Гордон, М. С. Дроздов и др. Письма в ЖЭТФ, 1973, 18, 9, 560.
4. Е. Б. Гордон, М. С. Дроздов и др. Докл. АН СССР, 1974, 214, 4, 846.
5. Е. Б. Гордон, М. С. Дроздов и др. ФГВ, 1974, 10, 1, 15.
6. В. Н. Кондратьев. ЖФХ, 1939, 13, 9, 1260.
7. В. Н. Кондратьев. ЖФХ, 1940, 14, 3, 281.
8. S. K. Searles, N. Djeu. Chem. Phys. Lett., 1974, 12, 1, 53.
9. В. А. Дудкин, В. Б. Рухин. ПТЭ, 1974, 3, 200.
10. М. Н. Марков. Приемники инфракрасного излучения. М., «Наука», 1968.
11. Г. Герцберг. Колебательные и вращательные спектры многоатомных молекул. М., ИЛ., 1949.
12. Ш. Чен, М. Такео. УФН, 1958, 66, 391.
13. О. А. Цуханова. В сб. Кинетика и распространение пламени. М., 1959.

УДК 533.9.07

### КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВНОГО ПЛАЗМЕННОГО КОМПРЕССОРА

*А. Е. Войтенко, В. И. Кирко*  
(Новосибирск)

Существует ряд устройств, в которых плазма создается при газодинамическом сжатии газа с помощью взрыва [1]. Важнейшей для применений характеристикой взрывных источников плазмы является коэффициент полезного действия, определяемый как отношение энергии плазмы к полной энергии взрыва. Расчетное определение КПД затруднено ввиду сложного характера течения (нестационарность, диссоциация и ионизация газа, лучистое охлаждение плазмы и т. д.).

Ниже описывается метод экспериментального определения КПД, разработанный применительно к взрывному плазменному компрессору, который применяется для получения газовых потоков большой скорости [1—6], метания твердых тел [7], создания импульсных источников света [8, 9]. Отличительная особенность проведенных опытов — абсолютный характер измерения энергии с помощью калориметра.

Экспериментальное устройство (рис. 1) состояло из взрывного плазменного компрессора и калориметрической стальной ампулы. Вес заряда (сплав тротил—гексоген), включая линзу, был равен 270 г; полная энергия взрыва 1,3 МДж (удельная энергия приведена в работе [10]). При движении пластины 5 под действием продуктов взрыва пенопласт 6 ударно сжимался, испарялся и превращался в плазму, которая через канал 8 попадала в полость 11 ампулы 9. Принцип дей-

ствия взрывного плазменного компрессора описан в работах [2—5] и более подробно здесь не рассматривается.

Обычно рабочая полость взрывного плазменного компрессора содержит воздух при нормальных условиях. В работах [2, 5] для увеличения количества плазмы использовалось повышенное давление воздуха или заполнение ксеноном. В настоящей работе для достижения этой же цели использовались пенопласт или вата. Пластина из пенопласта 6 (пенополистирол  $C_8H_8$  с удельным весом  $\sim 0,06$  г/см<sup>3</sup>) прилегла к поверхности метаемой металлической пластины 5, а вата равномерно заполняла полость компрессора.

Конструкция устройства обеспечивала захлопывание стенок канала 8 после прохождения плазмы, что не позволяло горячей плазме выходить наружу. Разрушение ампулы под действием большого давления плазмы предотвращалось тремя способами: 1) ампула выполнялась с двухслойными стенками (см. рис. 1), причем наружная оболочка разлеталась на осколки; 2) объем полости увеличивался до 150 см<sup>3</sup>; 3) в полость помещался порошок меди весом 10 г, для сублимации которого требуется энергия 60 кДж (испарение меди понижает пиковое давление и не изменяет величину конечного нагрева ампулы). Энергия плазмы передавалась стенкам ампулы и нагревала ее. В условиях опытов стальная ампула весом  $\sim 1$  кг нагревалась до температуры  $\sim 100^\circ\text{C}$ .

Для определения полной тепловой энергии, полученной ампулой, последняя через 30 с после взрыва опускалась в водный калориметр и определялось увеличение температуры воды. Кроме нагрева от плазмы, ампула нагревалась ударной волной, идущей по стальным стенкам непосредственно для заряда, и горячими продуктами взрыва, имевшими некоторое время контакт с наружными стенками ампулы. Вклад этих процессов в нагрев ампулы был определен в контрольных опытах, в которых отсутствовал канал для входа плазмы в ампулу. Энергия, полученная ампулой в этом случае, равнялась 4 кДж, т. е. менее 10% от энергии плазмы, и учтена при обработке результатов опытов.

На рис. 2 приведены зависимости КПД взрывного плазменного компрессора от массы рабочего вещества в камере сжатия. Увеличение полной энергии плазмы при росте массы рабочего вещества объясняется более эффективным отбором энергии от пластины. Дальнейшее увеличение массы ( $\geq 3$  г) приводит к полной остановке центральной части пластины, что резко уменьшает попадающую в ампулу энергию. Максимальная энергия плазмы при весе заряда 270 г равна 75 кДж.

На рис. 2 приведены также результаты отдельных измерений с измененными параметрами конструкции компрессора. Точка А — в камере

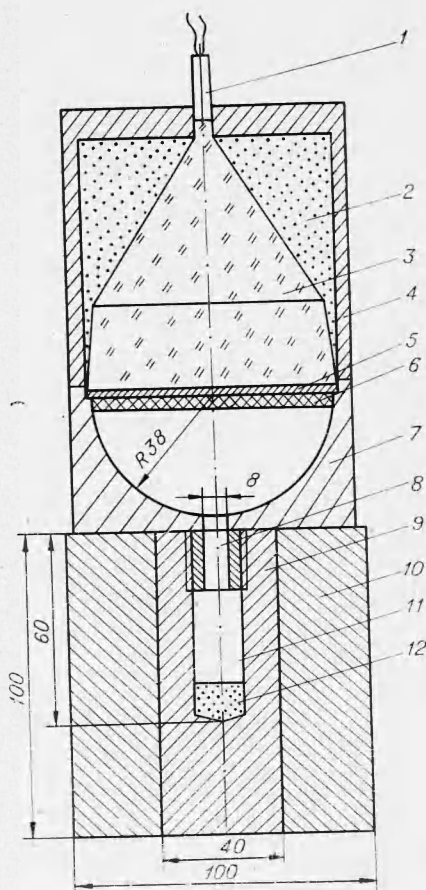


Рис. 1. Схема экспериментального устройства.

1 — электродетонатор; 2 — песок; 3 — заряд ВВ с линзой; 4 — стальная оболочка заряда; 5 — алюминиевая пластина толщиной 2 мм; 6 — пенопласт; 7 — полусферическая алюминиевая камера сжатия; 8 — канал; 9 — стальная ампула; 10 — стальная оболочка ампулы; 11 — полость; 12 — порошок меди.

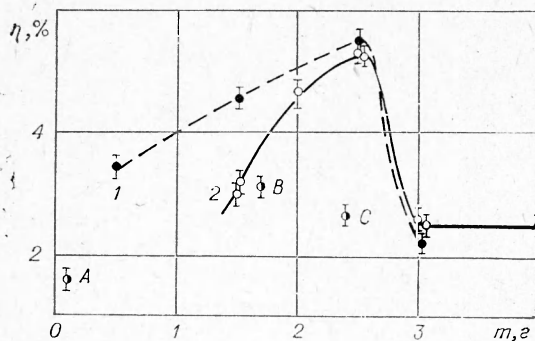


Рис. 2. Зависимость КПД взрывного плазменного компрессора от массы рабочего вещества в камере сжатия, вес заряда ВВ 270 г. У экспериментальных точек указана оценка точности калориметрических измерений.

1 — вата; 2 — пенопласт.

Максимальная энергия плазмы 140 кДж.

сжатия компрессора находился только воздух при нормальных условиях. В этом опыте удельная энергия плазмы максимальна и равна 160 кДж/г, что соответствует данным работ [6, 8]. Точка В — вес заряда увеличен до 700 г за счет его толщины. При этом КПД несколько уменьшился, но полная энергия плазмы возросла до 140 кДж. Точка С — метаемая алюминиевая пластина заменена на стальную толщиной 2 мм.

Максимальный КПД, полученный в опытах с описанной конструкцией взрывного плазменного компрессора, равен 5,7%.

Поступила в редакцию  
14/1 1975

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Shock Tubes. Proceedings of the Seventh International Shock Tube Symposium. Ed. by I. I. Glass Toronto 1969 (University of Toronto Press, Toronto 1970).
2. А. Е. Войтенко. Докл. АН СССР, 1964, 158, 6.
3. А. Е. Войтенко. ПМТФ, 1966, 4.
4. А. Е. Войтенко, М. А. Любимова, Е. П. Маточкин. Теплофизика высоких температур, 1972, 10, 6.
5. H D. Glenn, B. H. Crowley. J. Appl. Phys., 1971, 42, 13.
6. D. L. Compton, D. H. Cooper. Proceedings of the Ninth International Shock Tube Symposium. Stanford University, 1973.
7. D. R. Sawle. Astronautica Acta, 1969, 14, 5.
8. А. Е. Войтенко, Е. П. Маточкин, А. Ф. Федулов. Приборы и техника эксперимента, 1970, 2.
9. Ю. Н. Киселев, Б. Д. Христофоров. ФГВ, 1974, 10, 1, 116.
10. F. Herlach. Reports on Progress in Physics, 1968, 31, 1, 341.

УДК 534.211—16 : 539.3

### ВОЛНЫ СЖАТИЯ И РАСТЯЖЕНИЯ ПРИ СОУДАРЕНИИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

М. С. Качан, Ю. А. Тришин  
(Новосибирск)

В ряде практических задач соударения в твердых телах возникают ударные волны с амплитудами давлений от нескольких десятков до сотен килобар. Поэтому исследование таких ударно-волновых процессов представляет значительный интерес.

Один из наиболее важных параметров металлообработки взрывом — это давление соударения. При нормальных соударениях оно