

К ИССЛЕДОВАНИЯМ НЕПРЕРЫВНОЙ ДЕТОНАЦИИ В КОЛЬЦЕВОМ КАНАЛЕ

В. В. Михайлов, М. Е. Топчиян
(Новосибирск)

В работах [1—4] описан процесс непрерывного сжигания смеси $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2$ в кольцевом канале со скоростями, на два порядка превышающими скорость нормального горения для этой смеси. Проведенные ранее Б. В. Войцеховским исследования показали, что скорость вращения яркосветящихся областей — «голов», возникающих при этом процессе в камере, равна ~ 800 м/сек. Эта величина в три раза меньше скорости Чепмена — Жуге для данной смеси и примерно в 50 раз превышает скорость нормального горения.

Для выяснения природы этого явления были проведены исследования, результаты которых излагаются в данной статье.

Исследования проводились на двух камерах с внутренними диаметрами кольцевого канала 250 и 170 мм. Остальные размеры были сохранены как в работах [1, 2].

Измерения скорости проводились методом развертки вращающихся «голов» с помощью фоторегистра. Полученные на развертках циклоиды приведены на рис. 1. На первой камере получена регистрограмма *а*, где видно 5 вращающихся «голов», на второй — *б*, *в*, соответственно 4 и 3 «головы».

Сравнение регистрограмм показывает резкое усиление интенсивности процесса при уменьшении числа «голов» (табл.).

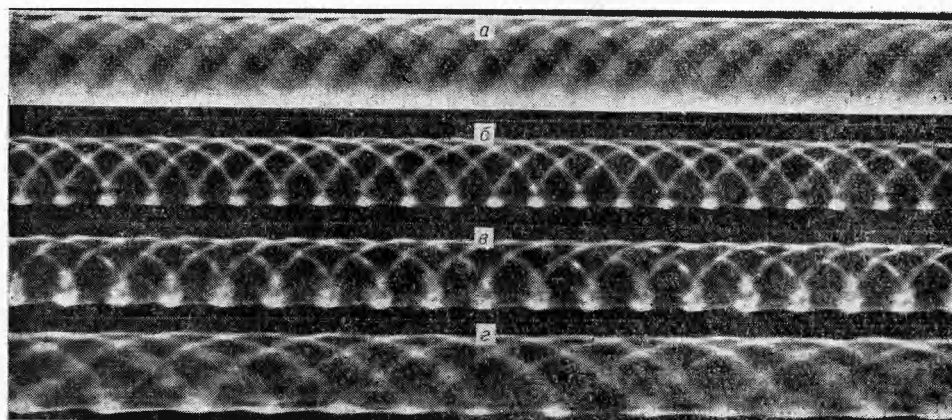


Рис. 1.

Приведенные в таблице результаты измерения скорости показывают относительно высокую стабильность процесса и явную тенденцию к увеличению скорости с уменьшением числа «голов». При данном размере камеры число «голов» устойчивого процесса сохраняется более или менее постоянным. Так, на первой камере оно всегда равнялось 5 или 6, а на второй — 3 или 4.

Проведенные измерения скорости дают возможность применить метод полной компенсации [5] для исследования структуры светящейся зоны.

Для этого скорость вращения барабана фоторегистра выбиралась так, чтобы в одной из крайних точек циклоиды скорость изображения была равна скорости барабана (рис. 1, *г*). Для получения четких снимков фотографирование производилось через щель шириной около 10 мм. При таких размерах щели размытие изображения составляло величину менее 0,1 мм.

Камера, мм	Число «голов»	Скорость, м/сек
250	6	749 ± 3,5%
	5	759 ± 3,5%
170	4	875 ± 2%
	3	918 ± 2%

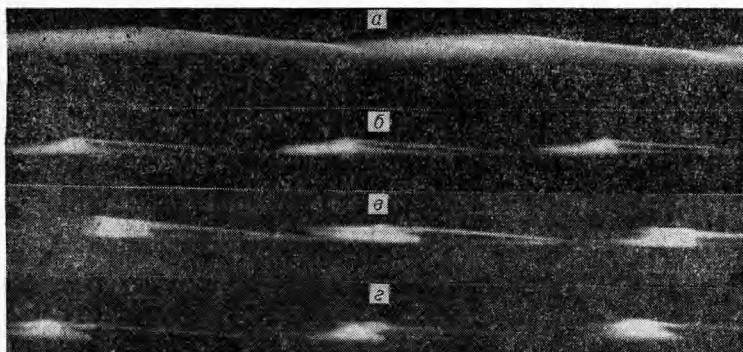


Рис. 2.

Полученные этим методом снимки процесса приведены на рис. 2, где *а* — снимки процессов с 5-ю «головами», *б, в, г* — различные модификации процесса с тремя «головами». Можно видеть заметное повышение контраста при уменьшении числа «голов». На рис. 3 приведены схемы структуры самосвечения. Рис. 3, *а* соответствует фото на рис. 2, *б*, рис. 3, *б* — рис. 2, *в, г*.

Общим в этих структурах является треугольная область свечения, ограниченная впереди (движение слева направо) линией, наклоненной под углом около 7° к направлению движения. Заметна и существенная разница. Так, на рис. 2, *а* видна более или менее сплошная засветка всей треугольной области и довольно ровный, почти прямой, задний край области свечения. Рис. 2, *в, г* дает иную картину: передняя линия становится тонкой, за ней темная область, вблизи верхней вершины треугольника наблюдается резкое увеличение яркости передней линии. Под этой точкой вновь начинает светиться газ и на основании треугольника, захватывая постепенно всю область до вершины. Задний край не имеет правильной формы и меняет свой вид от «головы» к «голове». В точке, где наблюдается усиление свечения, передняя линия испытывает небольшой излом. Все это указывает на возможность существования фронта *AE* (см. рис. 3, *б*).

Съемка самосвечения показала, что основание светящегося треугольника не лежит на внутренней кромке детонационного канала, а находится от нее на расстоянии, по крайней мере, 3 мм. Вершина *C* лежит вблизи начала сужения канала (рис. 4), где расположена область свечения процесса при наблюдении в направлении распространения.

Фотографии самосвечения не дают возможности обнаружить сла-

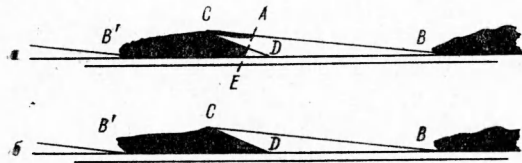


Рис. 3.

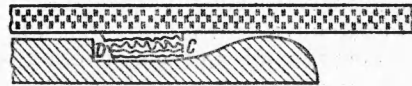


Рис. 4.

бо светящиеся скачки, поэтому были проведены исследования процесса методом полной компенсации на теплеровской установке. Для этого канал был выполнен в виде кольцевой камеры, заключенной между двумя оптическими стеклами (рис. 5). Полученные в этих опытах теплерограммы процесса приведены на рис. 6. Можно видеть, что они в общих чертах повторяют снимки самосвечения. Отметим, что в данном случае вследствие низкой плотности газа, небольшой толщины исследуемого слоя и относительно низкой чувствительности теплеров-

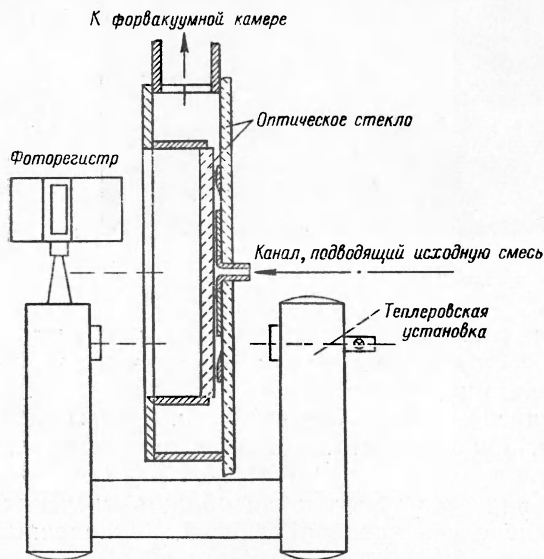


Рис. 5.

ской установки опыты проводились на пределе разрешающей способности аппаратуры.

Для выяснения природы наблюдаемого явления очень важным является вопрос о существовании скачков давления, поскольку лишь в этом случае его можно считать качественно отличным от процесса обычного горения. С целью проведения таких измерений были изготовлены датчики из пьезокерамики ЦТС. Для защиты от теплового воздействия, значительного при длительном процессе, на воспринимающую поверхность датчика сплавом Вуда припаявался цинко-

вый стерженек длиной около 5 мм. В остальном конструкция датчика аналогична приведенной в работе [6]. Тарировка проводилась обычным динамическим методом на ударной трубе.

Полученные осциллограммы давления имеют качественно различный вид в зависимости от места установки датчика в канале (развертка справа налево). Вблизи внутренней кромки канала изменения давления происходят непрерывно (рис. 7, а), у внешней кромки обнаруживаются скачки (рис. 7, б). Переход от одного вида осциллограмм к другому непрерывный. На последней осциллограмме интересным является наличие

двойного сжатия, очень напоминающего картину, возникающую при спиновой детонации [6, 7].

Измерения давления показали, что абсолютная величина перепада давления на скачке достигает величины 43 мм рт. ст.



Рис. 6.

К сожалению, для величины давления перед фронтом по ряду причин удается получить лишь грубую оценку измерением с помощью сиффонного устройства, которое дало величину $10 \div 15$ мм рт. ст. Таким образом, относительное изменение давления в скачке дает величину около $3 \div 4$. Скорость нормальной к потоку ударной волны при этом будет равна 550—650 м/сек. Элементарный расчет показывает, что при наблюдающейся в эксперименте скорости около 900 м/сек угол фронта с потоком должен составлять величину порядка $30 \div 35^\circ$,

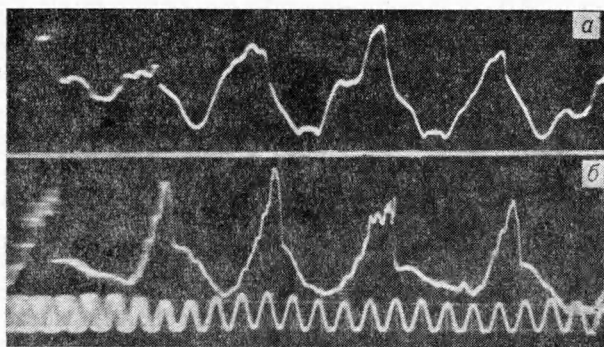


Рис. 7.

чтобы обеспечить заданный перепад давления. Наблюдаемый в эксперименте угол наклона линии СД (см. рис. 3) имеет величину, лежащую в области $20 \div 30^\circ$, хотя, конечно, возможно, что наблюдаемые скачки давления связаны не с этой линией.

Поступила в редакцию
18/VI 1965

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. В. Войцеховский. Докл. АН СССР, 1959, 129, 6.
2. Б. В. Войцеховский. ПМТФ, 1960, 3.
3. Б. В. Войцеховский. Ученый совет по народнохозяйственному использованию взрыва. Изд-во СО АН СССР, 1960, вып. 13.
4. Б. В. Войцеховский, В. В. Митрофанов, М. Е. Топчиян. Структура фронта детонации в газах. Изд-во СО АН СССР, 1963.
5. Б. В. Войцеховский. Докл. АН СССР, 1957, 114, 4.
6. М. Е. Топчиян. ПМТФ, 1962, 4.
7. В. В. Митрофанов, В. А. Субботин, М. Е. Топчиян. ПМТФ, 1963, 3.