

радикалы отбирались через диафрагму, расположенную ниже верхней стенки реактора на 1 см. В этой точке температура оказывалась более низкой, чем по оси реактора. Таким образом, отбор радикалов в работах [1, 2] проводился практически при измеренных термодарой температурах.

Данные по температурному профилю указывают на сложную структуру стабилизированного холодного пламени и на необходимость учета теплофизических явлений при количественном изучении холодных пламен.

Поступила в редакцию
9/II 1979

ЛИТЕРАТУРА

1. П. С. Гукасян, А. А. Манташян, Р. А. Саядян. ФГВ, 1976, 12, 5, 789.
2. А. А. Манташян, П. С. Гукасян. Докл. АН СССР, 1977, 234, 2, 379.
3. А. А. Манташян, Г. Л. Григорян и др. Докл. АН СССР, 1972, 204, 6, 1932.
4. Т. Р. Симонян, А. А. Манташян. ФГВ, 1979, 15, 2.
5. I. N. Bradley, G. A. Jones et al. Tenth Symposium on Combustion, 1965.
6. Н. Н. Семенов. Цепные реакции. Л., Госхимтехиздат, 1934.
7. А. Б. Налбондян, С. М. Шубина. ЖФХ, 1946, 20, 1249.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗРЫВНОГО ГОРЕНИЯ КАПЕЛЬ СЕРЫ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

А. П. Шелякин, Б. Т. Васильев, А. Г. Воротников
(Воронеж)

В работе [1] отмечено разбрызгивание серы при горении, однако авторы оставили это явление без внимания, считая процесс горения капле серы единым однородным процессом. Опыты проводились при температуре до 300°C. В других работах по горению капле серы о взрывном горении не упоминается.

Исследования [2] показали, что горение капле серы осуществляется в взрывном режиме, причина которого состоит в перегруппировке атомов в молекуле жидкой серы, образовании и разложении полимера. Одновременно могут происходить от одного до трех выбросов-протуберанцев (рис. 1). Для изучения этого явления при повышенных температурах проведены опыты на установке, схема которой представлена на рис. 2.

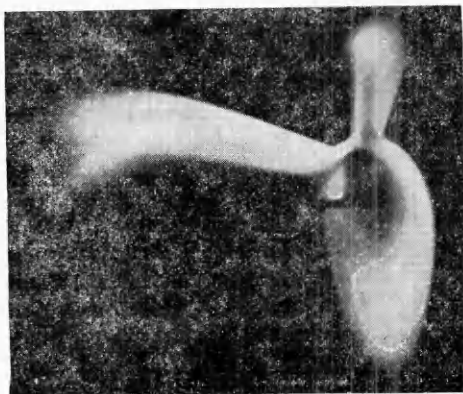


Рис. 1.

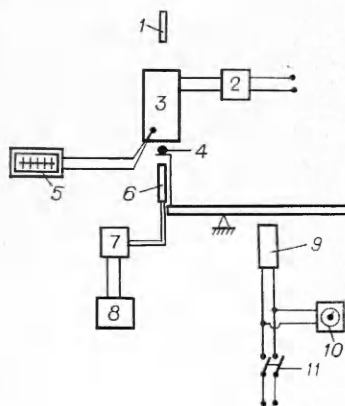


Рис. 2.

Температура от 500 до 1200°C создавалась в нихромовой микропечи 3 переменным электрическим током, подаваемым через автотрансформатор 2. Температура в печи определялась термопарой, сигнал с которой подавался на потенциометр 5. Капля серы 4 определенного диаметра устанавливалась на кварцевой нити, закрепленной на одном конце металлического коромысла. Под другим концом коромысла находился электромагнит 9 с параллельно подключенным электросекундомером 10. Синхронное включение электромагнита и секундомера осуществлялось выключателем 11. При этом капля серы на кварцевой нити вводилась в микропечь, где происходил сначала ее прогрев до температуры кипения, а затем горение. Время прогрева определялось по [3]. Сигнал от точечного источника света 1 попадал на установленный под каплей фотодиод 6. При окончании процесса горения в фотодиоде индуцировался ток, который подавался через усилитель 7 на реле 8. Это реле отключало сеть вместе с электросекундомером.

В опытах производилось определение константы скорости горения k по формуле [4]

$$k = d_n^2 / \tau, \quad (1)$$

где d_n — начальный диаметр каплей серы; τ — время горения каплей. Величина d_n находилась в пределах от 0,4 до 2,5 мм. Наиболее оптимальными являются капли с $d_n = 2,0$ мм, так как при $d_n < 2,0$ мм возрастает погрешность эксперимента, а при $d_n > 2,0$ мм часто происходит срыв горящей капли с кварцевой нити. Поэтому большинство опытов проведено с каплями диаметром 2,0 мм.

Результаты эксперимента, представленные на рис. 3, могут быть описаны уравнением Аррениуса с величиной энергии активации 7850 Дж/моль для первоначальной температуры окружающей среды T . Температура в приведенной пленке может быть определена по формуле [4]

$$T_r = T + (T_r - T) / Le, \quad (2)$$

где T_r — теоретическая температура горения; Le — число Льюиса.

Выделение тепла при перегруппировке молекулы жидкой серы (16 кДж/моль) ведет к накоплению паров серы в капле и их перегреву выше точки кипения, так как поверхностное натяжение оболочки капли создает внутри нее давление несколько выше атмосферного. Некоторое время сохраняется равновесие, но затем оболочка капли рвется и пары серы выбрасываются наружу. При пересечении поверхности горения пары серы воспламеняются и продукты сгорания выносятся за пределы приведенной пленки. Оболочка капли может прорваться не в одном месте, а в двух, трех и даже четырех местах одновременно. Конечно, дальность выбросов максимальна при одиночном разрыве оболочки капли. Исследование взрывного горения каплей серы при избыточном давлении воздуха от 0 до 1,5 МПа показало [5], что при атмосферном давлении скорость взрывного горения каплей серы больше в 3,4 раза расчетной скорости горения каплей по схеме Варшавского.

Полученные результаты показывают, что процесс горения каплей серы протекает в диффузионном режиме. Это вытекает, во-первых, из того, что температура окружающей среды незначительно влияет на величину константы скорости горения, и, во-вторых, из опытных данных

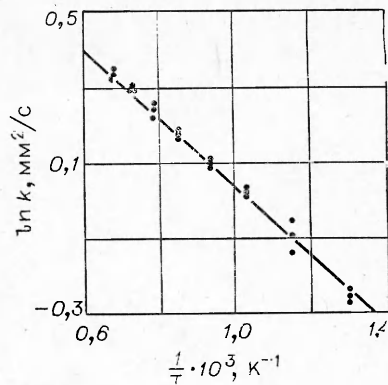


Рис. 3.

по горению капель серы в потоке воздуха. Скорость потока воздуха влияет на интенсивность горения капель при ее величине менее 3,5 м/с. Дальнейшее повышение скорости потока воздуха незначительно сказывается на величине константы скорости горения. Поэтому полученную в опытах величину энергии активации следует отнести к диффузионным процессам.

При повышении температуры окружающей среды происходит незначительное увеличение скорости горения капель серы за счет диффузионной составляющей горения. На взрывное горение повышение температуры почти не влияет, так как интенсивность взрывного горения капель серы определяется лишь скоростью перегруппировки молекулы жидкой серы, изменить которую можно, лишь увеличив или уменьшив температуру на поверхности капли, а она при горении постоянна и равна температуре кипения (444,6°C).

*Поступила в редакцию
29/V 1979*

ЛИТЕРАТУРА

1. S. Hellem, A. Williams. *Combustion and Flame*, 1973, 20, 1, 133.
2. А. П. Шелякин, И. С. Капошин. *ЖПХ*, 1977, 50, 2, 416.
3. Основы практической теории горения. Под ред. В. В. Померанцева. Л., Энергия, 1973.
4. Теория топочных процессов. Под ред. Г. Ф. Кнорре, И. И. Палева. М.—Л., Энергия, 1966.
5. А. П. Шелякин, С. В. Закарян и др. Докл. АН СССР, 1978, 239, 5, 1161.

О ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ И ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЯХ В УДАРНЫХ ВОЛНАХ

*В. Ф. Анисичкин
(Новосибирск)*

Изучение ударной сжимаемости конденсированных веществ показало, что многие из них претерпевают фазовые превращения, в сложных веществах за короткие времена ударного сжатия протекают химические реакции. Такие вещества, как алмаз и нитрид бора, получены непосредственно с помощью взрыва. Ударно-волновые эксперименты — источник важных предварительных сведений о возможностях синтеза новых веществ в статических условиях, хотя механизмы протекания превращений в динамических и статических случаях могут существенно отличаться [1].

Нахождение фазовых переходов или химических реакций во фронте ударной волны могут указывать: изменение состава сохраненного вещества, резкие изменения сопротивления, прозрачности и других свойств непосредственно за ударным фронтом. При изучении переходов в твердом состоянии перспективна рентгеноимпульсная съемка [2]. Некоторые данные о превращениях можно получить из ударной сжимаемости веществ, так как скачкообразные изменения свойств приводят к изломам ударной адиабаты [3, 4]. Химические реакции при динамическом нагружении рассмотрены в [5].

Недостаток существующих методов анализа превращений заключается в трудности идентификации состояния и химического состава вещества непосредственно за ударным фронтом, в невозможности по из-