

О ТЕМПЕРАТУРЕ ВЗРЫВА ГРЕМУЧЕГО ГАЗА ПРИ ВЫСОКОМ НАЧАЛЬНОМ ДАВЛЕНИИ

А. А. Макасов, И. А. Рой
(Москва)

Вопросу определения термодинамических параметров взрыва водородно-кислородной смеси посвящено значительное количество работ. Однако если такие характеристики, как давление взрыва, давление в детонационной волне, скорость ее распространения, достаточно корректно определены экспериментально в широком диапазоне изменения начального давления и состава гремучего газа, то надежных данных по температуре взрыва гремучего газа при высоком давлении нет.

В настоящей работе для определения температуры взрыва стехиометрической водородно-кислородной смеси при высоком начальном давлении ($p_0 = 3 \cdot 10^6 \div 10^7$ Па) использован яркостный метод [1]. Он позволяет найти неизвестную температуру газа T_v , определяя независимо полное поглощение A_λ некоторого слоя среды на выбранной длине волны λ и сравнивая поток излучения этого слоя E_v с излучением эталонного источника E_0 , предварительно протарировав канал записи свечения по яркостной температуре T_0 .

Тогда

$$T_v = \left(\frac{1}{T_0} - \frac{\lambda}{C_2} \ln \frac{E_v}{E_0 A_\lambda} \right)^{-1},$$

$$A_\lambda = \frac{E_v + E_{\text{п}} - E'_{\text{п}}}{E_{\text{п}}},$$

где $E_{\text{п}}$ — световой поток источника подсветки; $E'_{\text{п}}$ — световой поток источника подсветки, ослабленный поглощением в спектральной линии; C_2 — вторая постоянная в формуле Планка.

Ввиду хорошей повторяемости эксперимента измерение коэффициента поглощения и регистрация собственного излучения продуктов взрыва проводились в разных сериях взрывов.

При определении коэффициента поглощения предполагалось наличие термодинамического равновесия, а также, что излучающий газ не обладает отражательной способностью, в частности, не имеет никаких рассеивающих частиц. Оценки, проведенные, согласно [2], для давлений взрыва $p_v \sim 10^8$ Па и температур $T_v \sim 4 \cdot 10^3$ К [3] при учете только механизма упругих соударений, дали длительность времени установления термодинамического равновесия $\sim 10^{-11}$ с.

На рис. 1 представлена схема экспериментальной установки. Гремучий газ вырабатывался коаксиальным электролизером, в котором в качестве электролита использовался 30%-ный раствор КОН. Для сушки и очистки гремучей смеси от мелкодисперсной взвеси щелочи на выходе из электролизера устанавливался щелочной фильтр. Порция газа запасалась в стальной цилиндрической бомбе с внутренним диаметром $3 \cdot 10^{-2}$ м, длиной $2 \cdot 10^{-1}$ м и инициировалась высоковольтным

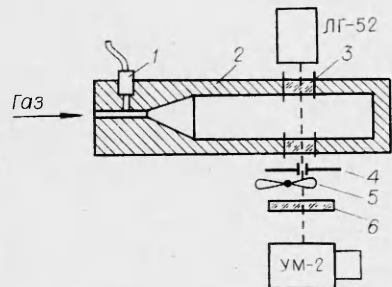


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

1 — свеча; 2 — бомба; 3 — окно; 4 — ограничивающая диафрагма; 5 — стробоскоп; 6 — нейтральный светофильтр.

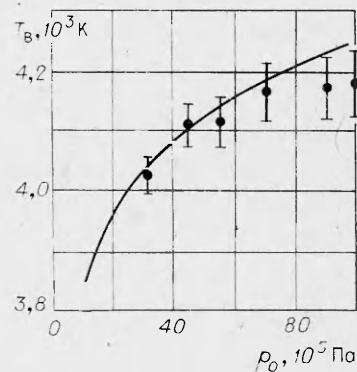


Рис. 2. Теоретическая (кривая) [3] и экспериментальная (точки) температура взрыва гремучего газа в зависимости от его начального давления.

разрядом от свечи. Для уменьшения отражения от стенок внутренняя поверхность бомбы зачернялась. Для вывода светового излучения в стенках бомбы имелись окна, представляющие собой композицию из кварцевого стекла КВ и плексигласа СТ-1, склеенных между собой акриловым клеем. Разработанная конструкция окон позволила изменять оптическую толщину исследуемого газа. После каждого взрыва поверхность кварца полировалась.

В качестве источника подсветки использовался гелий-неоновый лазер ЛГ-52 с длиной волны 0,6328 мкм. Диаметр выходных окон соответствовал диаметру лазерного луча. Длина волны, соответствующая лазерному излучению, вырезалась из спектра газа с помощью монохроматора УМ-2 с шириной входной и выходной щели $0,2 \cdot 10^{-3}$ м. Монохроматический сигнал от УМ-2 принимался фотоумножителем ФЭУ-62 и регистрировался без последующего усиления осциллографом С8-13. Перед проведением эксперимента ФЭУ тренировался в течение двух часов модулированным с помощью стробоскопа лазерным излучением. Для уменьшения засветки фотоумножителя излучением газа и лазера в эксперименте применялась ограничивающая диафрагма и нейтральный светофильтр. Методом самоэкспонирования с помощью спектрографа ИСП-28 получен сплошной спектр свечения продуктов взрыва. Предварительно определялась спектральная чувствительность используемой фотопленки на спектре лампы СВДШ250-3. В качестве источника сравнения использовалась лампа ИФК-50.

На рис. 2 представлены теоретические [3] и экспериментальные результаты определения температуры взрыва гремучего газа. Видно, что при высоких начальных давлениях экспериментальные точки имеют большее отклонение от теоретической кривой, чем при низких. Этот факт может быть связан с некоторым уменьшением прозрачности стекла при прохождении через него ударной волны, более интенсивной при высоком начальном давлении [4]. Проведенный анализ погрешностей показал, что точность измерения температуры в эксперименте составила $\sim 2,4\%$.

Поступила в редакцию
17/VI 1980

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. Е. Нестерихин, Р. И. Солоухин. Методы скоростных измерений в газодинамике и физике плазмы. М.: Наука, 1967.
2. В. М. Гефтер, В. И. Мика, А. М. Семенов. Теплофизические свойства веществ. Обзорная информация, № 3. М.: Наука, 1976.
3. А. А. Максиков, Н. А. Рой. Акустический ж., 1979, 2.
4. H. D. Malloy, W. S. McEwon. J. Appl. Phys., 1961, 32, 11.

СТАЦИОНАРНАЯ ТЕОРИЯ ТЕПЛОГО ВЗРЫВА ПРИ ПРОТЕКАНИИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Ф. Б. Моин, М. Б. Фагараи
(Борислав)

Стационарная теория теплового взрыва при протекании одной химической реакции, разработанная Д. А. Франк-Каменецким [1], дает численные значения критического параметра $\delta_{кр}$ и предвзрывного разогрева $\Theta_{кр}$ в сосудах разной формы. При этом $\delta_{кр}$ представляет собой максимальное значение параметра уравнения, при котором еще возможно стационарное распределение температуры в реакционном сосуде.

Тепловой взрыв при протекании параллельных химических реакций рассмотрен в работах [2, 3] с точки зрения теории Семенова, предполагающей отсутствие градиентов температуры внутри сосуда. При этом критическое условие взрыва представляется в таком же виде, как и для одной реакции, а нахождение критических значений параметров формально сводится к определению эффективной энергии активации и эффективной скорости тепловыделения при температуре, равной температуре стенки сосуда. В работах [3, 4] в том же приближении рассмотрено влияние выгорания на тепловой взрыв при протекании параллельных реакций.

В [2—4] остается неопределенным численное значение коэффициента теплоотдачи, которое может быть найдено лишь в результате расчета стационарного распределения температуры в реакционном сосуде. Предположение, что при протекании нескольких параллельных реакций коэффициент теплоотдачи сохраняет