

3. Левин В. А., Марков В. В. ФГВ, 1975, 11, 4, 623.
 4. Ульяницкий В. Ю. ФГВ, 1981, 17, 1, 117.
 5. Зельдович Я. В., Либрович В. Б. и др. ПМТФ, 1970, 2, 76.
 6. Lee J. H., Moen I. O. Prog. Energy Comb. Sci., 1980, 6, 4, 359.
 7. Гельфанд Б. Е., Фролов С. М., Цыганов С. А. Хим. физика, 1989, 8, 5, 655.
- гг. Дзержинск, Новосибирск* *Поступила в редакцию 6/IV 1990*

УДК 534.222.2

В. А. СУББОТИН

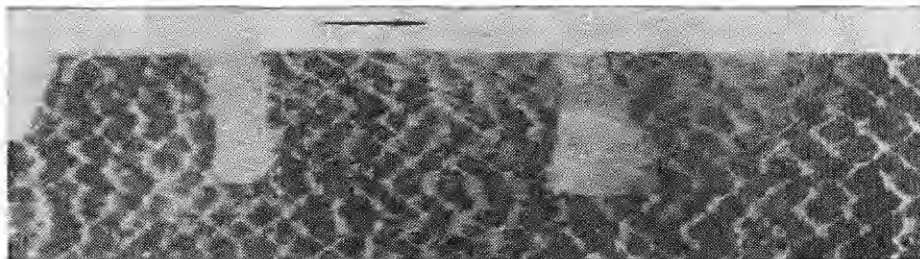
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЛЕДОВОЙ МЕТОДИКИ

Регистрация следов, оставляемых неоднородностями фронта газовой детонации на тонком слое сажи, впервые осуществлена в [1]. С тех пор следовой метод широко используется советскими и зарубежными исследователями. В большинстве случаев эту методику применяют при начальных давлениях $p_n \leq 0,1$ МПа. На более высоких p_n потоком газа сносится практически вся копоть и контраст отпечатков очень мал. Предварительная обработка закопченной поверхности ДВ при меньшем p_n , предложенная в [2], позволила расширить диапазон применимости следового метода до 1 МПа [3]. В данной работе предлагается способ обработки закопченного слоя, не связанный с использованием детонации.

Для увеличения сцепления частиц сажи с подложкой закопченную поверхность смачивали водой, спиртом, ацетоном, дихлорэтаном, бензином или вакуумным и индустриальным маслом. Жидкости перечислены приблизительно в порядке увеличения закрепляющего эффекта. Воду на поверхность наносили конденсацией струи пара, остальные жидкости — в основном пипеткой. Масло испаряли нагревом подложки (фольга, жезь). Увеличение эффекта закрепления в простых жидкостях связано, по-видимому, с растворением остатков масла и смол, содержащихся в копоти. Применяли также жидкости с малыми добавками клеящих веществ: для дихлорэтана — оргстекло, для ацетона — целлулоид. Во всех случаях следует иметь в виду, что наиболее сильное сцепление будет в том месте, где в результате обработки окажется наибольшая концентрация примесей. Естественно, нельзя допускать образования клеевой пленки.

Свойства слоя, обработанного жидкостью, сильно изменяются: увеличивается сцепление с подложкой, уменьшается толщина и растет плотность, снижается поглощение света. Копоть меняет свойства не только при воздействии ДВ: падение капли жидкости с высоты 1 см приводит к разрушению необработанного слоя; на закрепленную копоть струя воды, льющаяся с высоты 0,5 м, не оказывает влияния. Уменьшение толщины слоя можно наблюдать невооруженным глазом по тени, отбрасываемой необработанным слоем на поверхность более тонкого обработанного слоя при освещении границы раздела пучком параллельных лучей, скользящих вдоль поверхности. Снижение поглощения света объясняется появлением разрывов слоя типа отверстий и щелей, которые видны в микроскоп. Структура поверхности световым микроскопом не разрешается, но можно предположить, что на ней возникают микрошероховатости, вследствие чего коричневая копоть становится серой и появляется рассеянный свет.

На рисунке приведена часть следового отпечатка, полученного на закопченной полоске оргстекла размером $150 \times 16 \times 1$ мм после детонации смеси $C_2H_2 + 2,5O_2 + 21Ar$ при $p_n = 10^5$ Па в трубе внутренним диаметром 16 мм (направление детонации слева направо показано стрелкой). Светлые пятна — участки копоти, не смоченные ацетоном. В оригинале на них видны очень слабые следы ячеистой структуры. Детонацию сначала возбуждали в неразбавленной смеси, затем она переходила в



исследуемую. Отсутствие пересжатия контролировали по скорости, которую измеряли ионизационными датчиками и цифровыми хронометрами. Скорость детонации перед полоской 1590 ± 3 м/с, идеальная скорость 1625,8 м/с. Поперечный размер ячейки в начале полоски $1,7 + 0,3$ мм, в конце $2,3 \pm 0,3$ мм. Следует отметить, что улучшение качества регистрации увеличивает неоднозначность определения размера ячейки, поскольку в этом случае хорошо видны слабые возмущения, которых нет на необработанной копоти. Считая размер ячейки пропорциональным времени индукции смеси за плоской УВ для энергии активации 18 ккал/моль, можно найти, что изменению экспериментально измеренной скорости на 5 % соответствует изменение размера ячейки в $\sim 1,5$ раза. В начале полоски детонация слегка пересжата, а затем скорость должна снижаться до величины, несколько меньшей по сравнению с трубой без вставки.

Обработав ряд участков копоти различными жидкостями, можно в одном эксперименте подобрать наиболее подходящую. Способ многовариантен: можно смачивать последовательно несколькими жидкостями, делать многослойные покрытия, закрепляя каждый последующий слой копоти новой жидкостью. Предельные возможности метода не определяли. Проведено несколько экспериментов с пропанокислородной смесью при $p_n = 5 \cdot 10^5$ Па и получены удовлетворительные записи. Копоть наиболее сильно сносится в местах тройных столкновений, где место падения волны, движущейся вдоль радиуса, совпадает с началом ячейки. При излишне сильном закреплении прорабатываются лишь искривленные размытые поперечные полосы, связанные с падением на стенку волн радиального направления. Для проработки траекторий поперечных волн степень закрепления копоти должна быть меньшей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисов Ю. Н., Трошин Я. К. Докл. АН СССР, 1959, 125, 1, 110.
2. Манжалей В. И., Митрофанов В. В. ФГВ, 1973, 9, 5, 703.
3. Манжалей В. И., Митрофанов В. В., Субботин В. А. ФГВ, 1974, 10, 1, 102.

г. Новосибирск

Поступила в редакцию 20/III 1990

УДК 536.46

А. И. КАРПОВ, В. К. БУЛГАКОВ

ОБ ОДНОМ НЕТРАДИЦИОННОМ АЛГОРИТМЕ РАСЧЕТА СТАЦИОНАРНОЙ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ

Расчет стационарной (нормальной) скорости распространения пламени — классическая задача теории горения [1]. Постановка модельной задачи о распространении пламени по смеси предварительно перемешанных газов имеет вид [1]

$$\begin{aligned}
 mc_p \frac{dT}{dx} &= \lambda \frac{d^2T}{dx^2} + Q\rho W, \quad \frac{dm}{dx} = 0, \\
 p &= \rho RT = \text{const}, \\
 x = 0: \quad T &= T_0, \quad \frac{dT}{dx} = 0, \\
 x = \infty: \quad T &= T_b, \quad \frac{dT}{dx} = 0,
 \end{aligned} \tag{1}$$

где $W = \left(\frac{T_b - T}{T_b - T_0} \right) k_0 \exp(-E_a/R_0T)$ — скорость химической реакции; $T_b = T_0 + Q/c_p$ — адиабатическая температура горения; m — массовая скорость стационарного распространения пламени.

Алгоритмы расчета скорости распространения пламени базируются на двух альтернативных подходах. Первый [2] основан на системе нестационарных уравнений переноса, а скорость стационарного распространения пламени определяется в неподвижной системе координат как скорость перемещения фронта химической реакции при установившемся режиме горения. Второй подход (например, [3]) использует систему стационарных уравнений (1) в подвижной системе координат, связанной с фронтом пламени. В этом случае m — собственное значение задачи, для определения которого используется дополнительное соотношение, представляющее