

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

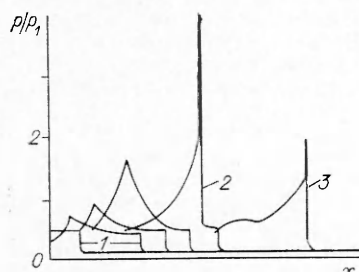
УДК 534.222.2

С. М. АКСАМЕНТОВ, Д. П. МАЦУКОВ, В. В. МИТРОФАНОВ

О МЕХАНИЗМЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ ВЗРЫВНЫХ ВОЛН
ЗА ОДНОМЕРНОЙ ДВ В ГАЗЕ

Известно, что течение газа за ДВ, наблюдаемое в эксперименте [1] и при численном моделировании [2], существенно неоднородно и имеет характерную многофронтную структуру. Численные расчеты в одномерной постановке [3] показывают, что развитие продольной неустойчивости приводит к формированию пульсирующего режима, когда лидирующая УВ и фронт горения испытывают регулярные колебательные движения относительно друг друга.

Методами численного моделирования нами получено, что при увеличении параметра $\beta_1 = E/RT_1$, где E — энергия активации, T_1 — температура за УВ, распространяющейся со скоростью детонации Чепмена — Жуге, одномерные пульсации скорости УВ и фронта реакции становятся нерегулярными, при этом протяженность соседних пульсаций (размера одномерных ячейек) может меняться в несколько раз. Так, для идеального газа с постоянным показателем адиабаты $\gamma = 1,2$ и аррениусовской кинетикой химических реакций нерегулярность наблюдается при $\beta_1 \geq 10$. Причем в соответствии с экспериментами [4], где исследовалась так называемая гало-



Профили давления на стадии ускорения пульсирующей ДВ для различных моментов времени.
1 — лидирующая УВ; 2 — ДВ; 3 — пересажатая ДВ.

пирующая детонация, стадия ускорения детонационного комплекса связана с зарождением за ослабленной УВ вторичной ДВ (см. рисунок), которая догоняет лидирующий ударный фронт и скачком усиливает его до пересжатого детонационного. Последний далее медленно затухает до следующей пульсации.

Механизм зарождения вторичной ДВ автор [4] не выяснил. Наши же расчеты показывают, что таковым может являться градиентный [5] (или SWACER [6]) механизм, обусловленный подходящей величиной градиента времени индукции воспламенения за затухающей УВ. В приведенном примере другие принципиально возможные механизмы ускорения пламени (турбулизация, воздействие препятствий, стенок и т. п.) отсутствуют, поэтому вторичные ДВ возникают именно по градиентному механизму, а структура течения согласуется с моделью, предложенной в [4]. На стадии формирования и усиления волны сжатия за УВ точка максимума скорости химической реакции совпадает с пиком давления на рисунке.

Аналогичная ситуация, по-видимому, имела место при моделировании в горючем газе с инертными частицами [7], где также наблюдались вторичные ДВ, но при наличии дополнительного фактора — нагрева газа за счет объемного трения.

В заключение заметим, что детальную картину пульсации, показанную на рисунке, удастся получить в расчетах только на очень мелкой разностной сетке. Если последняя не обладает достаточной разрешающей способностью, пульсации становятся регулярными, а вторичные детонационные волны не формируются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Войцеховский Б. В., Митрофанов В. В., Топчий М. Е. Структура фронта детонации в газах. — Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1963.
2. Таки С., Фудзивара Т. РТК, 1978, 16, 1, 93.

© 1990 Аксаментов С. М., Мацуков Д. П., Митрофанов В. В.

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

