

метром 0,1 м (длина камеры высокого давления составляла 3 м) [9]. Образование газозвеси происходило за отраженной ударной волной в результате взаимодействия скачка уплотнения с поверхностью тонкого слоя пыли, помещенного у закрытого торца трубы. В качестве характеристики процесса воспламенения использовался индукционный период, определяемый как интервал времени между моментами отражения волны и возникновением свечения твердых частиц. Число Маха волны было постоянным и равнялось 3,5, что соответствовало температуре в отраженной волне, равной 1800 К.

Установлено, что индукционные задержки с увеличением содержания метана непрерывно сокращаются вплоть до значений, соответствующих воспламенению 4,5%-ной метано-воздушной смеси (рис. 2). Вблизи этого значения концентрации происходит срыв зависимости (штриховая линия на рис. 2), обусловленный концентрационным пределом воспламенения метана, и в дальнейшем индукционные задержки в метано-воздушной и тройной смесях не различаются между собой. В этих условиях воспламенение первоначально развивается в метане, и лишь затем происходит подключение реакций, протекающих на частицах.

Таким образом, роль метана в процессе воспламенения углевоздушных взвесей не однозначна и определяется температурой среды.

*Поступила в редакцию
24/XI 1976,
после доработки — 18/X 1977*

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Б. Бекирбаев и др. Борьба с угольной и породной пылью в шахтах. М., Госгортехиздат, 1959.
2. Л. В. Дубнов, Н. С. Бахаревич, А. И. Романов. Промышленные взрывчатые вещества. М., «Недра», 1973.
3. Ф. М. Гельфанд. Предупреждение аварий при взрывных работах в угольных шахтах. М., «Недра», 1972.
4. Б. Е. Долгов, Д. Г. Левицкий. Взрывчатость каменноугольной пыли. Харьков — Одесса, «Вугілля та руда», 1933.
5. А. Б. Рыжик, Б. С. Лимонов, В. С. Махин. — В сб.: Физика аэродисперсных систем. Вып. 12. Киев — Одесса, «Вища школа», 1975.
6. А. Б. Рыжик, В. С. Махин, Б. С. Лимонов. — В сб.: Физика аэродисперсных систем. Вып. 15. Киев — Одесса, «Вища школа», 1977.
7. Э. Н. Руманов, Б. И. Хайкин. ФГВ, 1969, 5, 1, 129.
8. В. И. Лисицин, Э. Н. Руманов, Б. И. Хайкин. ФГВ, 1971, 8, 1, 3.
9. А. Н. Ханукаев, Ю. А. Юрманов, А. Б. Рыжик и др. ФТПРПИ, 1974, 3, 124.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОЮЩЕГО ПЛАМЕНИ МЕТОДОМ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

А. Е. Давыдов, В. С. Аbruков, С. А. Аbruков

(Чебоксары)

В настоящей работе излагаются результаты интерферометрического исследования модели резонансного вибрационного горения — диффузионного поющего пламени, представляющего собой пример осесимметричной оптической неоднородности, находящейся в прозрачной цилиндрической камере. Использовался голографический метод двойной

экспозиции с диффузионным рассеивателем в рабочем пучке, впервые примененный для исследования оптической неоднородности, находящейся в прозрачной камере произвольной формы, в работе [1]. Преимущество данного метода перед методом классической интерферометрии в том, что он обладает полной дифференциальностью и сохраняет возможность количественной обработки интерферограмм [2].

Регистрация голограмм проводилась на фотопластинке «Микрат ВРЛ». В качестве источника света использовался ОКГ на рубине. Система поющего пламени состояла из стеклянной трубки с внутренним диаметром 9 мм, по которой с объемной скоростью $Q=38 \text{ см}^3/\text{с}$ подавался горючий газ ($\text{CO}+5\% \text{C}_3\text{H}_8$), и концентрически расположенной стеклянной трубки диаметром около 60 мм, служившей камерой-резонатором. Данная система [3] — пример автоколебательного устройства, и при определенных условиях пламя возбуждает в камере-резонаторе акустические колебания. В соответствии с колебаниями столба газа в камере-резонаторе меняется форма пламени — на ее поверхности возникает волнообразование.

При голографировании в первой экспозиции фиксировался волновой фронт, прошедший через нагретую камеру-резонатор в присутствии пламени и при наличии акустических колебаний. Во второй экспозиции на фотопластинку фиксировался волновой фронт, прошедший через систему сразу после гашения пламени и прекращения акустических колебаний, когда камера-резонатор еще не успевала охладиться. Тем самым исключалось влияние нагрева стекла камеры-резонатора и паразитного конвективного потока воздуха от нагретых стенок на формирование интерференционных полос на этапе восстановления голограммы. Описанная выше методика позволила получить интерференционные полосы, соответствующие только автоколебательному режиму (рис. 1).

По интерферограмме методом Шардина [4], впервые примененным для газовых пламен в работе [5], рассчитано на ЭВМ КВМ-1 поле показателя преломления в поющем пламени. Для области продуктов сгорания с учетом результатов работы [5] подсчитано также распределение температуры.

Результаты расчета представлены на рис. 2—4. Здесь $\Delta n = n - n_0$, где n — показатель преломления в пламени, n_0 — показатель преломления воздуха в трубе-резонаторе в момент второй экспозиции, r — радиус пламени, h — расстояние по вертикали от среза горелки, T_{max} — максимальная температура пламени, T_0 — температура на оси пламени во втором сечении. Сечения, для которых велся расчет, обозначены на рис. 1, 2 горизонтальными линиями, первое сечение находится на уровне среза горелки. Те же сечения на рис. 3 и 4 обозначены вертикальными штриховыми линиями. Второе и четвертое сечения находятся на уровне впадины волнообразования, существующего на поверхности пламени, а третье и пятое — на уровне гребня.

Анализ результатов показывает довольно сложную структуру поющего пламени. Холодный горючий газ, находящийся в конусообразной области (первая зона), где Δn имеет положительные значения, и воздух-окислитель разделены областью горячих продуктов горения (вторая зона), где Δn — отрицательно. Максимум температуры находится на расстоянии 10 мм от среза горелки. Температура газа у стенок трубки на уровне среза составляет $\sim 100^\circ\text{C}$. Эти данные соответствуют общепринятым представлениям о структуре диффузионного пламени. Наиболее интересны периодические изменения структуры первой и второй зон по высоте факела.

На рис. 2 видно, что волнообразование существует не только в периферийном слое продуктов сгорания, но и на поверхности конусообразной первой зоны. Причем в обеих зонах абсолютные максимальные значения Δn соответствуют впадинам волнообразования. Это говорит

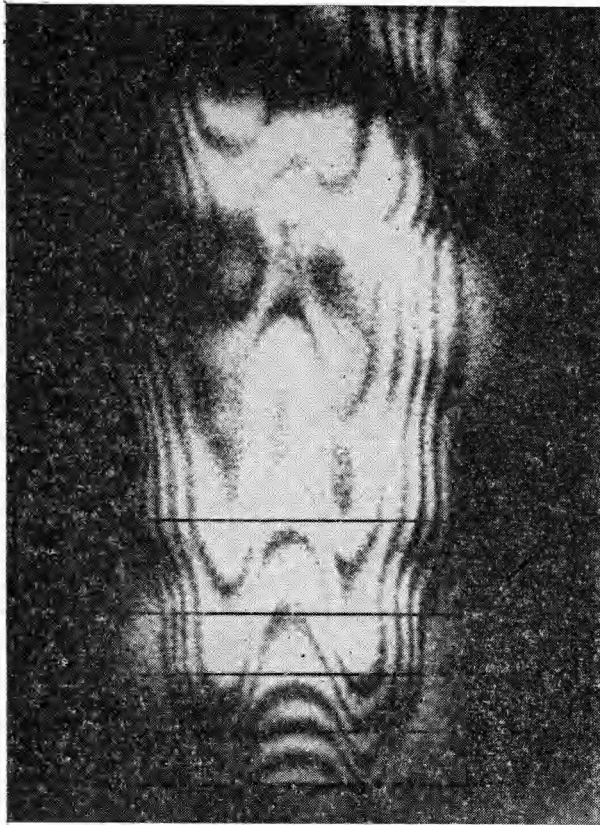


Рис. 1. Голографическая интерферограмма.

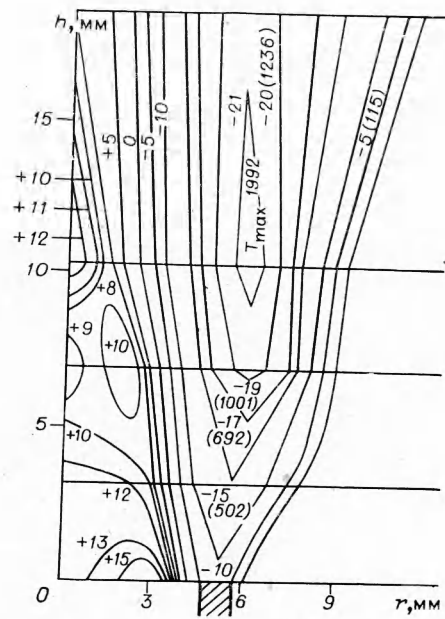


Рис. 2. Изолинии Δn и T одной половины поющего пламени.

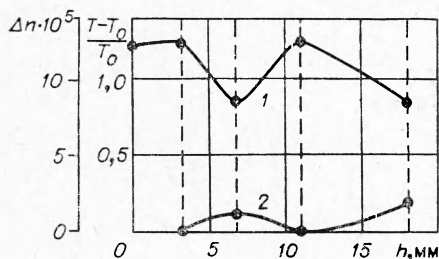


Рис. 3. Зависимости Δn (1) и $(T - T_0)/T_0$ (2) от высоты над срезом горелки h в первой зоне на оси пламени.

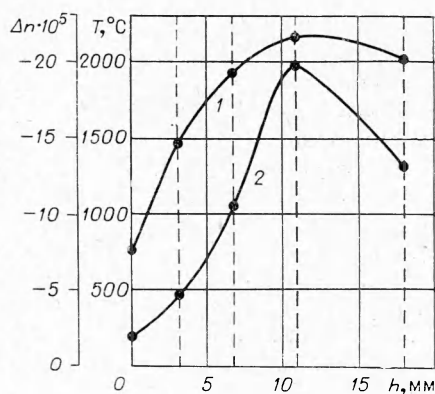


Рис. 4. Зависимости максимальных значений Δn (1) и T (2) от h во второй зоне.

о существовании в объеме пламени сменяющих друг друга слоев с различными градиентами показателя преломления (зона 1), а также температуры (зона 2).

Отсюда можно сделать вывод о наличии в объеме поющего пламени цилиндрических слоев с переменными физико-химическими свойствами, в частности с тепловыделением, что соответствует общепринятому представлению об автоколебательной природе системы поющего пламени, где пламя служит внутренним источником энергии. Количественные характеристики периодического изменения структуры поющего пламени приведены на рис. 3, 4 в виде зависимостей Δn и T от h .

Поступила в редакцию
15/II 1977,
после доработки — 24/V 1977

ЛИТЕРАТУРА

1. R. E. Brooks, L. O. Heflinger, R. E. Wuerker. Appl. Phys. Lett., 1965, 7, 248.
2. С. А. Абриков, Э. С. Воронин и др. Квантовая электроника, 1975, 2, 5, 1101.
3. Дж. Рэлей. Теория звука. Т. 2. М., ИЛ, 1955.
4. H. Schardin. Ver. Deut. Ing. Forschungsheft, 1934, 367, 5, 1.
5. С. А. Абриков. Уч. зап. КГУ. Т. 115, кн. 12. Казань, 1955.

ВЫБОР УСЛОВИЙ ИСТЕЧЕНИЯ ПАСТЫ ИЗ КАНАЛА, ИСКЛЮЧАЮЩИХ ПРОРЫВ ПЛАМЕНИ

Р. А. Зеленин, Л. М. Чеснокова, С. А. Чесноков

(Тула)

Одним из важных вопросов, подлежащих решению при проектировании энергетических установок, работающих на пастообразном топливе, является устранение возможности прорыва пламени в канал при выдавливании топлива в камеру сгорания [1]. Прорыв пламени возникает в том случае, если не обеспечивается соотношение между местной скоростью потока $\omega(r)$ и скоростью горения u :

$$\omega(r) \geq u.$$