

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ В ПРОЦЕССАХ ГОРЕНИЯ ПЫЛЕЙ

Агеев Н.Д., Киро С.А., Шевчук В.Г., Стариков М.А., Полетаев Н.И.

*Институт горения и нетрадиционных технологий, Одесский
национальный университет им. И.И. Мечникова, Одесса,
ул. Дворянская 2, 65082, Украина, incomb@ukr.net*

Волновое горение пылей дает множество примеров образования и перестройки структуры фронта пламени при изменении управляющих параметров, задаваемых физико-химическими параметрами горючей смеси и гидродинамическими условиями организации горения. Так в случае распространения пламени в полукрытых трубах ($L=1$ м) при зажигании пыли (Al, Mg, Zr, Al+Zr, Al+Fe, Al+B) у открытого конца трубы [1] процесс носит нестационарный характер, который можно интерпретировать, как каскад переходов от ламинарного пламени к вибрационному пламени первого типа с продольными колебаниями фронта, далее к вибрационному пламени второго типа с волнообразованиями на поверхности, являющимся результатом Тейлоровской неустойчивости на границе раздела двух сред с различной плотностью под действием периодических колебаний и турбулентному пламени, как результату развития трубной турбулентности.

Еще более сложный каскад структурных изменений пламени имеет место в случае зажигания взвеси с закрытого конца трубы ($L=3$ м), когда фронт пламя находится под возмущающим воздействием распространяющихся продуктов сгорания [2]. В этом случае процесс распространения пламени в пылях алюминия и алюмомагниевого сплава представим в виде каскада переходов: ламинарное пламя с видимой скоростью порядка 2-6 м/с $\rightarrow$ турбулентное пламя со скоростями порядка 20-30 м/с, как результат развития трубной турбулентности $\rightarrow$ пульсирующее пламя, как результат развития нелинейных акустических колебаний $\rightarrow$ быстрое языковое горение со скоростями порядка 300 м/с, при котором пламя приобретает форму острого длинного языка обращенного вершиной в исходную газовзвесь.

Однако наиболее экзотические изменения структуры пламени наблюдались нами при изучении пылевого предварительно перемещенного факела (Al, Zr, Ti, Fe). Опыты проводились на пылевой горелке, представляющей собой два вертикальных коаксиальных

цилиндра. По внутреннему каналу ($D=1.6$ см) подавалась предварительно перемешанная смесь горючего и газа O_2+N_2 . По внешней трубе подавался спутный поток O_2 . Для быстрогорящих пылей Al , Zr , Ti во всех случаях формировался фронт пламени, имеющий форму конуса, основание которого отстояло от устья горелки на 2-3 см.

Для медленно горящих газозвесей частиц железа в очень узком диапазоне параметров (в размер частиц равен $4\mu m$) концентрация железа $B = 400$ г/м³, концентрация кислорода в несущем потоке 70%, фронт пламени обращался в сторону исходной смеси, принимая форму параболоида. Такое изменение структуры фронта имело место только при наличии во внутреннем канале инжекционной трубки, через которую отсасывалась двухфазная смесь с целью получить необходимую концентрацию металла. По всей вероятности, при этом в исходной смеси формировался вогнутый в противоположную сторону потоку профиль концентраций, соответствующий профилю фронта пламени. При этом для обеспечения заданной массовой скорости



*Фотография обращенного
факела частиц железа*

горения, фронт пламени вытягивался в заданном направлении. Заметим, что в газофазных смесях такой обращенный фронт горения может быть организован только при наличии во фронте в пламени какого-нибудь стабилизатора, например, металлической проволоочки на оси факела

Литература

1. Асланов С. К., Шевчук В. Г. и др. Закономерности вибрационного горения газозвеси // Физика горения и взрыва, 1993, Т.26, № 2, с.36-43.
2. Шевчук В. Г., Кондратьев Е. Н., Бойчук Л. В., Золотко А. Н. Высокоскоростные режимы горения газозвеси в полузакрытых трубах // Физика горения и взрыва, 1986, Т.22, № 2, с.40-45.