

Рис. 2. Нормированные функции распределения по размерам частиц α -фазы в факеле при содержании алюминия в смеси, %:
1 — 6, 2 — 8, 3 — 15, 4 — 24, 5 — 27.

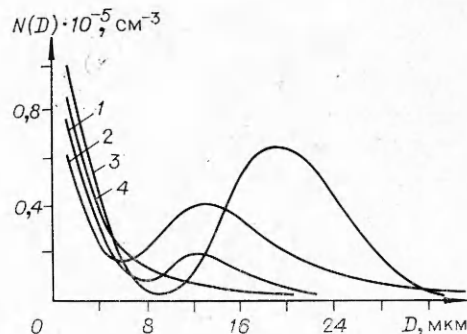


Рис. 3. Нормированные функции распределения по размерам частиц α -фазы в факеле при массовом содержании окиси кальция в смеси, %:
1 — 0,5, 2 — 2,5, 3 — 3,6, 4 — 0.

большими 200 Гц, практически отсутствовали, что и позволило использовать прибор с указанным значением временного разрешения. На рис. 2 приведены экспериментально найденные функции распределения частиц α -фазы по размерам на расстоянии 0,4 мм от поверхности горения в зависимости от содержания алюминия в пробе. Интегральные функции распределения, рассчитанные для тех же составов в масштабе по оси ординат, заданном функцией Крампа [4], близки к прямым, что указывает на нормальный закон распределения частиц α -фазы по размерам. Функции распределения и концентрация частиц α -фазы существенно зависят и от ряда других факторов. Так, при введении в пробу мелкодисперсной окиси металлов значительно возрастает число дисперсных частиц. На рис. 3 представлены функции распределения для составов, содержащих в различных пропорциях окись кальция, а также 15% порошкообразного металлического алюминия. Усредненные функции распределения и в этом случае носили нормальный характер.

Анализ результатов экспериментов позволил сделать следующие выводы:

1. Максимум функции распределения частиц α -фазы в факеле горения исследованных составов лежит в субмикронной области.
2. Усредненное распределение частиц вблизи поверхности горения топлив, содержащих алюминий в диапазоне диаметров 1–40 мкм, удовлетворительно описывается нормальным законом.
3. Средний размер частиц исследуемого диапазона размеров, их концентрация и дисперсия функции распределения зависят от содержания алюминия в пробе.

Поступила в редакцию
18/VIII 1978,
после доработки 10/XI 1979

ЛИТЕРАТУРА

1. Я. Б. Зельдович и др. Теория нестационарного горения пороха. М., Наука, 1975.
2. Л. Н. Войтова и др. ФГВ, 1976, 12, 2.
3. Г. Д. Петров. Изв. АН СССР, сер. геофизич., 1954, 5.
4. Н. А. Фукс. Механика аэрозолей. М., Наука, 1959.

К ВОПРОСУ О СВЯЗИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И АТОМОВ ВОДОРОДА В УГЛЕВОДОРОДНЫХ ПЛАМЕНАХ

В. И. Ботова, Ш. Д. Щербаков, Б. С. Фиалков
(Караганда)

Изучение электрических свойств пламен и возможности их использования в технике неразрывно связано с установлением структуры собственного электрического поля, выяснением роли заряженных частиц в процессе горения, механизмов их образования и соответствующих кинетических характеристик. Очевидна роль свободных

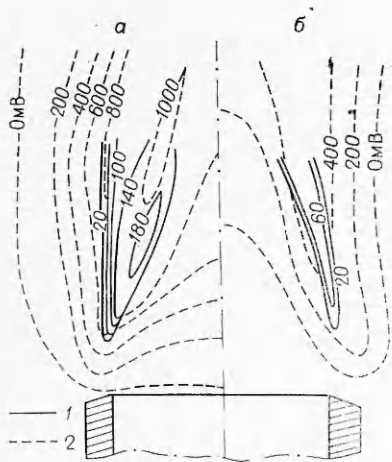


Рис. 1. Осевые сечения полей равных концентраций атомарного водорода (1) и отрицательного потенциала (2) при коэффициентах избытка воздуха α 0,9 (а) и 0,7 (б).

радикалов как активных центров химических реакций в газах, определяющих скорость и направление процесса [1, 2]. В то же время эффективность воздействия на характеристики горения внешних электрических полей, сопряженных с собственным электрическим полем пламени, позволяет предположить известную роль заряженных частиц в механизме процесса горения [3, 4]. Это обусловило интерес к изучению распределения атомов водорода в пламенах и степени его соответствия распределению потенциала, равно как и характера их изменения под воздействием внешних факторов.

Для измерения локальных концентраций атомов водорода применен метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) в сочетании с зондовой техникой [5—7]. Изучались ламинарные пламена предварительно приготовленных смесей метана, пропана и пропан-бутана с воздухом. Коэффициент избытка воздуха изменялся от 0,4 до 1,4. Число Рейнольдса во всех экспериментах поддерживалось постоянным и равным 1300—1400. Пламя стабилизировалось на цилиндрической металлической горелке с внутренним диаметром 10 мм, оборудованной тангенциальным смесителем. Точность установки горелки, перемещаемой с помощью координатного устройства относительно неподвижного кварцевого зонда, была не хуже 0,1 мм. Пламя относительно зонда перемещалось перпендикулярно осевому сечению. Диаметр основной части канала зонда составлял 12 мм. Давление в зонде поддерживалось равным 0,65 мм рт. ст. Для уменьшения гетерогенной гибели атомов водорода вдоль пути отбора внутренние стенки пробоотборника обрабатывались тетраборатом калия. Анализ проб производился на радиоспектрометре РЭ1301. Относительные концентрации атомарного водорода рассчитывались относительно стандарта концентрации, помещенного внутрь резонатора.

Измерение электрического потенциала проведено одноэлектродным зондом относительно потенциала Земли [8]. Зонд изготовлен из нихрома и представляет собой цилиндрический электрод диаметром 0,25 мм, выступающий на 0,5 мм из кварцевого капилляра. Закреплялся зонд неподвижно соответственно установке микрозонда при измерении локальных концентраций атомарного водорода.

Анализ результатов экспериментов свидетельствует (рис. 1) о согласовании расположения областей локализации отрицательного потенциала и атомарного водорода. При этом последняя располагается с внешней стороны внутреннего «голубого» конуса, почти целиком в темном пространстве, тяготея к расположению максимальных значений потенциала. Следует отметить резкое падение концентрации атомарного водорода у границы «голубого» конуса и более плавное с внешней стороны. При этом максимум концентрации атомарного водорода несколько опережает максимум отрицательного потенциала. По крайней мере при сжигании исследуемых смесей это, по-видимому, свидетельствует об отсутствии реакций с образованием атомарного водорода в зоне подготовки, либо об эффективном захвате его здесь, равно как и об ограничении в пространстве прохождении этих реакций, связанных с превращением продуктов окисления, полученных в ходе первичных реакций.

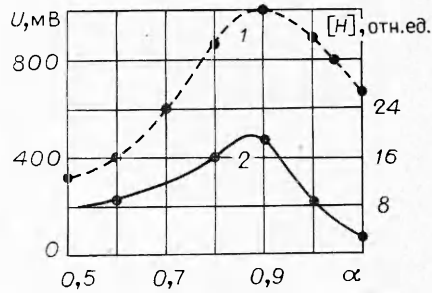


Рис. 2. Зависимость максимальных значений отрицательного потенциала (1) и концентраций атомарного водорода (2) в пламени пропан-бутана от коэффициента избытка воздуха в смеси.

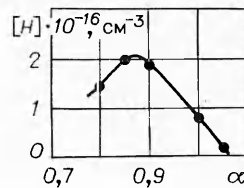


Рис. 3. Зависимость концентраций атомарного водорода в пламени пропан-бутана с воздухом от коэффициента избытка воздуха в смеси на пламеразделительной горелке.

В то же время обращает на себя внимание корреляция между величинами максимумов отрицательного потенциала и концентрации атомов водорода, особенно наглядно проявляющаяся при изменении коэффициента избытка окислителя (воздуха) в смеси (рис. 2). При этом как та, так и другая величина при обогащении смеси изменяются значительно медленнее, чем при ее обеднении. Чтобы оценить концентрацию атомарного водорода в пламени, полученном при сжигании пропан-бутана с воздухом, вне зависимости от факторов, связанных с техникой зондирования, проведен дополнительный эксперимент. При помещении круглой кварцевой пламеразделительной горелки внутрь резонатора радиоспектрометра от внутреннего конуса пламени при атмосферном давлении получен сигнал атомарного водорода в сверхравновесной концентрации (10^{16} см⁻³). Экспериментально установлена зависимость интенсивности сигнала от коэффициента избытка воздуха в смеси, подобная наблюдающейся при зондовом отборе проб (рис. 3).

Согласование расположения областей локализации отрицательного потенциала и атомарного водорода наряду с весьма близким характером изменения их величин при варьировании состава смеси позволяет полагать обусловленность возникновения заряженных частиц в ходе химионизации и атомов водорода одинаковыми или близкими процессами.

Поступила в редакцию
4/IV 1979

ЛИТЕРАТУРА

1. Дж. Лаутон, Ф. Вайнберг. Электрические аспекты горения. М., Энергия, 1976.
2. В. Н. Панфилов.— В сб.: Свободнорадикальные состояния в химии. Новосибирск, Наука, 1972.
3. Б. С. Фиалков, В. Т. Плицын. Кинетика движения и характер горения кокса в доменной печи. М., Металлургия, 1971.
4. Б. С. Фиалков.— В сб.: Процессы горения в химической технологии и металлургии. Черноголовка, 1973.
5. A. A. Westenberg, R. M. Fristrom. X-th Symposium on Combustion Pittsburg, Pennsylvania, 1965, p. 473.
6. W. Downs, E. L. Simmons. Thermochim. acta, 1974, 8, 4, 363.
7. Г. И. Ксандопуло, А. А. Сагиндыков и др. ФГВ, 1975, 12, 6.
8. Б. С. Фиалков, Н. Д. Щербаков, В. Т. Плицын. ФГВ, 1978, 14, 3.

ГОРЕНИЕ СЛОЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ

И. М. Абдурагимов, А. С. Андросов, А. В. Самогеев
(Москва)

В настоящее время все более широкое распространение получают слоевые изделия, состоящие чаще всего из чередующихся слоев полимера и металла [1, 2]. В [2, 3] отмечается, что такие изделия должны обладать повышенной огнестойкостью, по крайней мере, по двум причинам. Во-первых, металлические листы, закрывая внешние поверхности полимера, препятствуют поступлению окислителя к поверхности горения, во-вторых, при введении металлических прослоек в полимер повышается эффективный коэффициент теплопроводности конденсированной фазы (к-фазы) по сравнению с исходным полимерным материалом, вследствие чего будет возрастать необходимое для стационарного горения теплосодержание к-фазы. Последнее обстоятельство приводит к возрастанию времени воспламенения слоевого образца относительно исходного полимера. При снижении толщины полимерной прослойки ниже ее некоторого критического размера подобные композиции должны быть негорючими [3].

Однако анализ процесса горения в условиях пожара дает основание предположить, что интенсификация теплоотвода в глубь к-фазы образца наряду с несомненным положительным влиянием на время воспламенения может иметь и отрицательные последствия. Например, при горении материалов, составляющих горючую загрузку помещения, на слоевые конструкции будет воздействовать тепловой поток той или иной интенсивности. Вследствие интенсивного прогрева к-фазы не исключена возможность резкого ускорения процесса разложения полимера.

С целью проверки сделанных предположений проведено экспериментальное исследование условий воспламенения и горения модельных слоевых композиций. Испытуемый образец с размерами $100 \times 50 \times 20$ мм, представляющий собой чередующиеся слои полиметилметакрилата (ПММА) различной толщины (от 2 до 20 мм) и ме-