

дают отрицательные ионы. При наложении отрицательного потенциала возникает направленное движение положительных ионов к внешней части пламени и отрицательных ионов к внутренней. Под действием этого происходит и движение нейтральных частиц (ионный ветер), причем результирующее направление их движения совпадает с направлением движения ионов, имеющих наименьшую подвижность [1], т. е. в данном случае положительных ионов. Ионный ветер увлекает горячие продукты реакции и активные центры в периферийную часть пламени, что охлаждает зону реакции. При достаточно больших напряжениях этот факт приводит к гашению пламени. При подаче на электрод положительного потенциала, возникающий в направлении оси ионный ветер приводит к стабилизации пламени (повышению предельных расходов смеси). В пользу того, что влияние осуществляется посредством ионного ветра, говорит и тот факт, что при подаче вместо постоянного напряжения переменного частотой 50 Гц напряжение гашения пламени возрастает.

Аналогичные результаты по воздействию на пламя поперечного электрического поля коаксиальной геометрии получены в работе [9], в которой потенциал прилагали между горелкой и коаксиальным с ней металлическим кольцом, расположенным по высоте на уровне устья горелки. Однако авторы [9] не наблюдали изменения геометрии пламени, что говорит не об ионном ветре, а об ионном механизме влияния электрического поля на пламя.

Выбранная геометрическая конфигурация электрического поля, по-видимому, близка к оптимальной с точки зрения гашения пламени, поскольку в этом случае ионный ветер воздействует приблизительно в одинаковой степени на все части пламени. В будущем представляется интересным использовать выявленные в настоящей работе закономерности для разработки способа тушения приближенных к реальным объектам турбулентных пламен, а также для изучения других возможных механизмов влияния электрических полей.

*Поступила в редакцию 17/XI 1983,
после доработки — 26/III 1984*

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Лаутон, Ф. Вейнберг. Электрические аспекты горения. М.: Энергия, 1976.
2. Е. М. Степанов, Б. Г. Дьячков. Ионизация в пламени и электрическое поле. М.: Металлургия, 1968.
3. И. И. Кидин, В. Б. Либрович. ФГВ, 1974, 10, 5, 696.
4. И. И. Кидин, В. Б. Либрович. — В кн.: Физика горения и методы ее исследования. Вып. 6. Чебоксары, 1976.
5. Г. Д. Саламандра, И. И. Майоров. ФГВ, 1978, 14, 3, 90.
6. Г. Д. Саламандра, И. И. Майоров. ФГВ, 1982, 18, 4, 61.
7. М. Коно, К. Inuma, S. Kumagai. 18-th Symp. (Intern.) on Combustion. Pittsburgh, 1981.
8. И. Д. Щербаков. Канд. дис. Караганда, ХМИ АН КазССР, 1982.
9. А. Б. Филков, В. К. Муравлев, Б. С. Филков. ФГВ, 1981, 17, 2, 152.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ТЕМПЕРАТУРУ САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ

*Г. А. Гуляев, Г. А. Попков, Ю. Н. Шебеко
(Балашиха)*

Известно, что электрическое поле может эффективно воздействовать на пламена органических веществ, горящих в воздухе, что обусловлено наличием во фронте пламени сверхравновесных концентраций заряженных частиц [1]. В работе [2] показано, что сверхравновесные концентра-

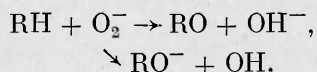
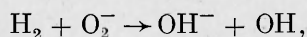
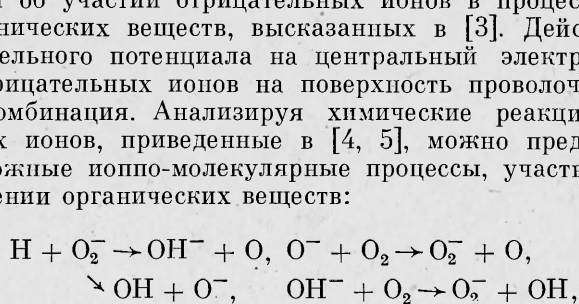
Вещество	$t_c, ^\circ\text{C}$	
	без поля	с полем
Керосин осветительный	246	322
Дизельное топливо Д-3	247	300
Бензин БР-2	298	345
Петролейный эфир	260	304

ции ионов могут образовываться также в процессах медленного окисления газов и паров органических веществ при температурах $\geq 300^\circ\text{C}$. Предполагая, что ионы играют заметную роль в самовоспламенении, можно сделать вывод о возможности влияния электрического поля на его температуру t_c . В [3] эффект влияния электрического поля на t_c обнаружен для ацетиленовоздушной смеси, зажигаемой никелевой проволокой, накаливаемой в процессе каталитического окисления. Представляет интерес изучение влияния поля на t_c в условиях, когда каталитическое действие поверхности электрода не сказывается существенно образом. Такому исследованию посвящена настоящая работа.

Опыты проводили в конической стеклянной колбе объемом 0,25 л с открытым горлом, помещенной в термостат. В нагретую до требуемой температуры колбу вводили подобранную в предварительных опытах навеску исследуемой горючей жидкости. Величина навески выбиралась таким образом, чтобы температура самовоспламенения без приложения электрического поля была минимальной. В качестве одного из электродов использовали нихромовую проволоку диаметром 1 мм, вставленную по оси колбы, причем нижний конец электрода находился на расстоянии 1 см от дна. Вторым электродом служил заземленный металлический корпус термостата. На первый электрод подавали напряжение 3,8 кВ от высоковольтного источника. При наиболее высоком напряжении наблюдался коронный разряд на корпус термостата. Исследовали четыре нефтепродукта: керосин, дизельное топливо, бензин и петролейный эфир. Оптимальная величина навески для всех веществ составляла $0,10 \pm 0,05$ мл.

Введение в колбу нихромовой проволоочки (без подачи на нее напряжения) не привело к заметному изменению температуры самовоспламенения в пределах точности эксперимента ($3-5^\circ\text{C}$). Это говорит об отсутствии каталитического действия поверхности электрода. В результате опытов найдено, что при подаче на первый электрод напряжения положительной полярности происходит увеличение температуры самовоспламенения (см. таблицу). Противоположная полярность подаваемого напряжения приводила к уменьшению периода индукции. Полученные результаты находятся в качественном согласии с данными [3], в которой также наблюдали увеличение периода индукции при положительной полярности центрального электрода.

Найденная закономерность может быть интерпретирована на основе представлений об участии отрицательных ионов в процессе самовоспламенения органических веществ, высказанных в [3]. Действительно, подача положительного потенциала на центральный электрод приводит к движению отрицательных ионов на поверхность проволоочки, где происходит их рекомбинация. Анализируя химические реакции с участием отрицательных ионов, приведенные в [4, 5], можно предположить следующие возможные ионно-молекулярные процессы, участвующие в медленном окислении органических веществ:



Эти реакции, за исключением двух последних, экзотермичны и протекают с высокими скоростями даже при комнатной температуре [4, 5]. В двух последних реакциях энергии активации составляют $\sim 80-100$ кДж/моль, что ниже типичных значений реакций нейтральных продуктов при медленном окислении органических веществ. Однако концентрации заряженных частиц в течение периода индукции самовоспламенения малы ($\sim 10^6 - 10^7$ см $^{-3}$ [2]), поэтому для решения вопроса о роли отрицательных ионов в процессах медленного окисления необходимы дальнейшие теоретические и экспериментальные исследования.

Поступила в редакцию 6/VII 1984

ЛИТЕРАТУРА

1. Дж. Лаутон, Ф. Вейнберг. Электрические аспекты горения. М.: Энергия, 1976.
2. Ю. Н. Шебеко, Е. И. Зверев, А. Б. Ильин и др. Хим. физ., 1982, 12, 1721.
3. А. Э. Малиновский. Социалистическая реконструкция и наука, 1935, 7, 29.
4. Ионно-молекулярные реакции в газах. М.: Наука, 1979.
5. М. Мак-Ивен, Л. Филипе. Химия атмосферы. М.: Мир, 1978.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ ГОРЯЩЕЙ ОДИНОЧНОЙ ЧАСТИЦЫ МАГНИЯ

В. В. Головки, С. В. Козицкий, А. В. Флорко
(Одесса)

Процессы горения сопровождаются интенсивной ионизацией [1]. Электрические поля, возникающие при этом в газовых смесях, изучались экспериментально [2, 3] и теоретически [4]. Сложная структура электрических полей в предвоспламенительный период и в процессе горения для углеродсодержащих топлив исследовалась авторами [5]. Сопровождающие это ионизационные процессы и влияние на них легкоионизируемых присадок изучались в [6, 7]. Как следует из [8], при горении одиночных частиц магния обнаружено формирование электрических полей, которые могут инициировать дополнительный массоперенос конденсированных продуктов сгорания на поверхность горячей капли. В настоящей работе продолжены исследования электрических полей горящих частиц магния [8] при пониженных давлениях $p = 0,05 \div 1$ атм с целью выяснения механизма их формирования.

Радиальное распределение электрического потенциала исследовали с помощью электростатического зонда. Методика экспериментальных исследований подробно описана в [8]. Частицу магния при пониженных давлениях поджигали с помощью электрической микропечи, экспериментальную установку помещали в вакуумный пост объемом $25 \cdot 10^{-3}$ м 3 . В процессе выгорания магния на поверхность частицы осаждается конденсированная окись, образуя пористую оболочку (условно назовем ее «шубой»). Как показали результаты киносъемки, а также опыты по «замораживанию» горящих частиц магния, между каплей и «шубой» образуется полость.

Характерная кривая распределения электрического потенциала при атмосферном давлении изображена на рис. 1, где по оси абсцисс отложена приведенная координата $\xi = r/r_0$ (r_0 — радиус частицы до воспламенения).

Поскольку частицу в опытах заземляли, то при ее касании потенциал зонда становился равным нулю. Отрицательный потенциал формировался между горячей каплей и «шубой». Абсолютное значение минимума потенциала в этой зоне по мере выгорания капли магния возрастало от $\varphi = -0,05$ до $-0,25$ В. По мере удаления от поверхности капли потенциал проходил через нуль в области «шубы» и достигал максимума