

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 536.46 : 537.212

**К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ  
НА ГОРЕНИЕ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

*С. А. Аbruков, Н. А. Исаев, В. И. Качушкин, С. И. Ксенофонтов,  
Н. Н. Максимов, Ю. Я. Максимов, В. В. Малун, Г. Н. Марченко,  
Н. А. Медведев*

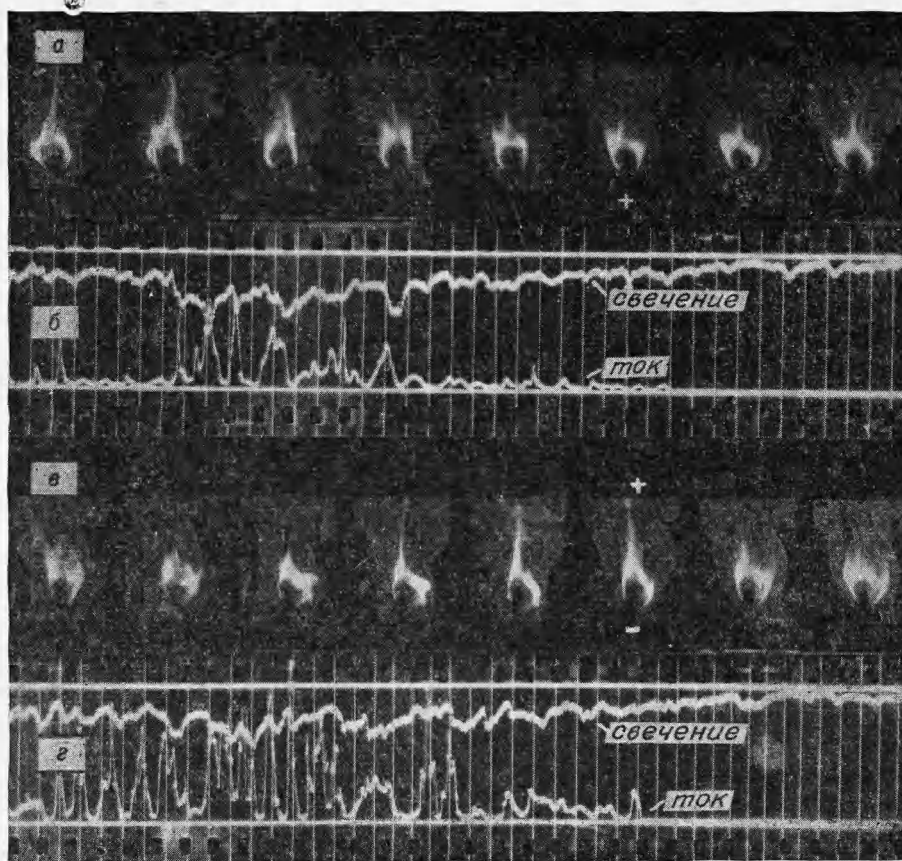
*(Чебоксары)*

Влияние электрического поля на процесс горения твердого топлива изучалось в работах [1, 2]. В работе [1] показано, что электрическое поле может увеличивать не только скорость распространения пламени, но и линейную скорость горения образца топлива. В работе [2] исследовалось влияние постоянного электрического поля на скорость горения смесевой композиции на основе полибутADIенового связующего, перхлората аммония (ПХА) и алюминия. Эксперименты показали увеличение скорости горения на 25% для смесевой композиции и некоторое снижение ее для образца двухосновного топлива. Объяснение полученных данных с точки зрения какого-то конкретного механизма воздействия поля в работах [1, 2] не приводится.

В данной работе исследовано горение модельных смесевых композиций на основе ПХА, полимеризованного полибутADIена и алюминия при атмосферном давлении в условиях несамостоятельного разряда. Для получения шлирен-интерференционных картин процессов использовался теневой прибор ИАБ-451. Влияние поля оценивалось по относительному изменению линейной скорости горения, которая определялась по скоростным шлирен-кинофильмам и теневым фоторазверткам. В экспериментах фиксировались напряжение  $U$ , величина тока  $i$  и свечение пламени. Сигналы тока, протекающего через пламя и свечение (сигнал с фотодиода), после предварительного усиления записывались на шлейфовый осциллограф Н-700.

Как следует из полученных данных, линейная скорость горения при наложении продольного электрического поля в случае отрицательной полярности образца возрастает на 20—30%. Для диспергирующих систем (например, с добавкой Al) это возрастание становится более заметным. Существенно, что при положительной полярности образца эффект влияния поля оказывается различным в зависимости от характера процесса горения образца. Так, для слабодиспергирующих композиций наблюдается уменьшение линейной скорости горения (на 20%), а для интенсивно диспергирующих композиций — повышение линейной скорости горения, но несколько меньше, чем в случае отрицательной полярности образца.

На рисунке приведены шлирен-интерференционные кинограммы (скорость 70 кадр/с, время справа налево) включения продольного электрического поля, предложенного в работе [3], положительной



Шлирен-интерференционные кинограммы (*а, в*), осциллограммы свечения и величины тока (*г, д*) при включении продольного электрического поля.  
*а, б* — положительная полярность нижнего электрода; *в, г* — отрицательная полярность нижнего электрода.

(ряд *а*) и отрицательной (ряд *в*) полярности нижнего электрода диспергирующего пульсирующего образца. Кинограмма дает наглядную картину изменения гидродинамики пламени и величины «темной зоны» в электрическом поле, а переходный процесс перемещения неоднородностей пламени позволяет получить количественные данные о скорости ионного ветра. После включения поля (третий кадр справа) возникают потоки ионного ветра: в первом случае (*а*) отрицательных ионов к нижнему и положительных к верхнему электродам, а во втором случае (*в*) — наоборот. Ионный ветер вызывает рециркуляцию продуктов реакции [4] к образцу, что приводит к увеличению теплопередачи к поверхности образца как за счет уменьшения размеров «темной зоны», так и за счет увеличения концентрации у поверхности высокотемпературных капель окиси алюминия для композиций с добавками алюминия.

При отрицательном нижнем электроде рециркуляция осуществляется ионным ветром положительных ионов и оказывается более эффективной, чем при обратной полярности нижнего электрода. Размеры «темной зоны» уменьшаются примерно на 30% и линейная скорость возрастает. Скорость ионного ветра положительных ионов при токе 100  $\mu\text{A}$  достигает значений до 3 м/с.

При обратном направлении электрического поля размеры «темной зоны» или не изменяются или возрастают. Скорость ионного ветра достигает значений 2—2,5 м/с при токе 100  $\mu\text{A}$ . Возрастание ли-

нейной скорости для диспергирующих композиций при положительной полярности нижнего электрода, возможно, связано с процессом прилипания электронов к дисперсным частицам и образованием отрицательных ионов.

Представляет интерес закономерность изменения величины тока, протекающего через пламя, при постоянном значении приложенного напряжения. На рисунке (б, г) приведены осциллограммы (отметчик времени 0,1 с) свечения и величины тока для рассмотренного выше диспергирующего пульсирующего образца (а, в). Из сопоставлений записи видно, что всплески свечения в большинстве случаев совпадают с пиками величины тока при положительной полярности нижнего электрода, а в случае отрицательной полярности минимумы свечения совпадают с максимумами тока. Для недиспергирующего пульсирующего горения закономерности пульсации тока повторяют характер пульсации свечения непосредственно после включения электрического поля. В дальнейшем характер пульсации тока изменяется, что связано с изменением пульсирующего горения в электрическом поле.

Рассмотрение приведенных и других экспериментальных данных показывает, что во всех случаях воздействие электрического поля при несамостоятельном разряде связано с возникновением достаточно интенсивных потоков ионного ветра положительных и отрицательных ионов в межэлектродном пространстве. Влияние электрического поля в основном можно объяснить рециркуляционным действием потоков ионного ветра на процессы, происходящие на границе твердой и газовой фаз и на теплоотдачу между этими фазами. Эти данные могут позволить получить дополнительную информацию о механизме горения конденсированных систем.

*Поступила в редакцию  
3/VI 1974*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. P. I. Mayo, L. A. Wagermier, P. I. Weinberg. Proc. Roy., 1965, A, 284, 1399.
2. R. F. Bestgen, H. F. Wright. AIAA Paper, 1971, 174, 8.
3. Н. А. Исаев. В сб. «Физика горения и методы ее исследования». Чебоксары, Изд-во ЧГУ, 1973.
4. С. А. Абриков, Н. А. Исаев, Ю. Я. Максимов. В сб. «Горение и взрыв». М., «Наука», 1972.

УДК 536.46

### **ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА УСТОЙЧИВОСТЬ СТАЦИОНАРНОГО ГОРЕНИЯ БЕЗГАЗОВЫХ СИСТЕМ**

*А. П. Алдушин, Б. И. Хайкин  
(Москва)*

В работах [1—6] было показано, что при определенных условиях стационарное горение безгазовых систем становится неустойчивым. Во всех этих работах анализ устойчивости проводился в предположении равенства теплофизических характеристик исходного вещества и продуктов реакции. В результате оказалось, что положение границы, разделяющей области стационарного и нестационарного горения, опреде-