

ГОРЕНИЕ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГОРЮЧИХ В ПОСТОЯННОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

В.Г. Шевчук, Э.П. Ильченко, Е.Н. Кондратьев, М.А. Стариков*

*Институт горения и нетрадиционных технологий
Одесского Национального Университета им. И.И. Мечникова
Дворянская ул., 2, Одесса, 65026, Украина.*

**ООО Интеллект Капитал Альянс*

Наложение электрического поля на горящие объекты является одним из эффективных методов управления процессом горения, в частности, массовой скоростью горения. В настоящих исследованиях экспериментально изучалось влияние однородного и неоднородного электрического поля на массовую скорость горения стационарных капель метанола, гексана и бензола. Выбор горючих веществ обусловлен возрастающей степенью сажеобразования в их пламенах.

Стационарные капли жидкого горючего создавались на пористой сферической частице диаметром 4 – 8 мм. Горючее равномерно подавалось через тонкую иглу. Однородное электрическое поле создавалось в плоском конденсаторе (пластины 0.1×0.15 м, расстояние между пластинами 4 см, разность потенциалов $0 \div 10$ кВ), неоднородное – в цилиндрическом конденсаторе диаметром 8 см, один потенциал подавался на цилиндрический сетчатый электрод, другой – на частицу.

Установлено, что в однородном электрическом поле массовая скорость выгорания в диапазоне напряженностей до 3 кВ/см монотонно возрастает для бензола до 20%, гексана – до 15%, для метанола, горящего практически без образования сажи, влияние поля не сказывается. Аналогичные результаты получены и для времени полного выгорания горючего из пористой частицы (естественно, в сторону уменьшения времени). При этом, пламя, как целое, притягивается к отрицательному электроду, характерное расстояние от пламени к капле уменьшается, что вызывает усиление тепломассопереноса между ними. То есть, в целом влияние постоянного однородного поля обусловлено механизмом ионного ветра посредством увлечения положительно заряженных сажистых частиц электрическим полем.

Наиболее интересным эффектом является наблюдаемая при $E \geq 2$ кВ/см перезарядка сажистых частиц в сильном градиентном поле зоны горения. Это проявляется в заметном вытягивании зоны горения в направлении положительного электрода и появлении дополнительного пика на зависимости тока от времени.

При этом ток испытывает периодические пульсации, обусловленные конвективной неустойчивостью пламени.

В неоднородном поле цилиндрического конденсатора при подаче на внешнюю обкладку отрицательного потенциала пламя приобретает форму раскрытого колокола, эффективная поверхность горения уменьшается (эффективное расстояние пламени до частицы возрастает), вследствие чего массовая скорость горения гексана и бензола уменьшается. При обратной полярности пламя «прижимается» к капле, интенсифицируя горение приблизительно на 8%.

Таким образом, для сажистых пламен, как и в случае однородного поля, доминирует механизм «ионного ветра». Для метанола независимо от полярности поля массовая скорость горения уменьшается, что свидетельствует о кинетическом механизме воздействия, природа которого нуждается в дальнейшем изучении.

В случае подачи на внешний электрод пробойного напряжения, независимо от вида горючего и формы электрода (цилиндрической, кольцевой, пластинчатой, игольчатой), между каплей и электродом возникает совокупность хаотических искровых разрядов, пламя сильно турбулизуются и скорость горения возрастает в 2–4 раза. Причина этого эффекта может быть обусловлена как поставкой высокоактивных химических частиц в зону подготовки и зону горения, так и собственно турбулизацией, из-за газодинамического влияния на зону горения.

Для всех типов горючих при подаче на сетку отрицательного потенциала и при $U \geq U_{кр}$ (область короткого разряда) происходит сложная трансформация поверхности фронта и при некотором напряжении происходит резкий срыв пламени в его верхушечную часть. При последующем уменьшении напряжения происходит обратный процесс резкого охвата пламенем капли, то есть, процесс срыва-охвата имеет гистерезисный характер, площадь гистерезиса тем больше, чем сильнее процесс сажеобразования. Это явление аналогично гистерезисному поведению пламени при конвективном обдуве капли.

Оценки показывают близость скорости «ионного ветра» к критической скорости конвективного срыва пламени.