Воспламенение ацетилено-воздушной смеси наносекундным поверхностным барьерным разрядом

Е.М. Анохин, Д.Н. Кузьменко, В.Р. Соловьев, С.В. Киндышева, Н.Л. Александров

Московский физико-технический институт, Долгопрудный, Россия, anjohn@mail.ru

Использованию неравновесной низкотемпературной плазмы в качестве средства воспламенения в последнее время уделяется все больше внимания, в особенности - плазме высоковольтных импульсных разрядов [1]. Связано это с тем, что такие разряды протекают при больших перенапряжениях, когда формируется разветвленная филаментаризованная структура разряда, а в наиболее благоприятных случаях удается добиться однородного заполнения плазмой всего разрядного промежутка. Данное обстоятельство является предпосылкой для получения объемного воспламенения в камере сгорания, улучшая функциональные характеристики систем зажигания и двигательной установки в целом.

В данной работе для воспламенения стехиометрической ацетилено-воздушной смеси использовался наносекундный поверхностный барьерный разряд при комнатной температуре и начальном давлении 1 атм. Экспериментальная установка представляла собой вакуумируемую камеру из нержавеющей стали с помещенной внутрь разрядной (описание см. в [2]). Наблюдения за процессами развития разряда и воспламенения проводились с помощью высокоскоростных ПЗС камер с усилителем яркости.

Экспериментально получено воспламенение ацетилено-воздушной смеси наносекундным поверхностным барьерным разрядом. Показано, что аналогично случаю топливно-кислородных смесей [2] воспламенение носит многоочаговый характер и происходит по всей поверхности высоковольтного электрода. Проведено исследование условий воспламенения в зависимости от амплитуды и полярности импульса напряжения и показано, что импульсы отрицательной полярности более эффективны для воспламенения исследуемой смеси. Из полученных фотографий воспламенения определена скорость развития фронта пламени вдоль поверхности диэлектрика, оценено время задержки воспламенения ацетилено-воздушной смеси.

Для выяснения наблюдаемых закономерностей было выполнено двумерное численное моделирование развития поверхностного барьерного разряда в рассматриваемой смеси по аналогии с [3]. Результаты расчёта показывают, что развитие разряда в случае импульсов отрицательной и положительной полярностей имеет существенные различия, как по нагреву газа, так и по наработке активных частиц в нем. На основе полученных данных вычислено время задержки воспламенения и выполнено сравнение с результатами измерений.

Литература

1. Starikovskaia S. M. J. Phys. D: Appl. Phys., 2006, 39, 265.
2. Kosarev I.N., Khorunzhenko V.I., Mintoussov E.I., Sagulenko P.N., Popov N.A. Starikovskaia S.M. Plasma Sources Sci. Technol., 2012, 21, 045012.
3. Soloviev V.R., Krivtsov V.M. J. Phys. D: Appl. Phys., 2009, 42, 125208.