

Исследование причины остановки стримера в поверхностном барьерном разряде.

С.И. Сергеев, В.Р. Соловьёв.

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Интенсивное исследование поверхностного барьерного разряда (ПБР) началось около 15 лет назад в связи с перспективностью его использования для управления ламинарно-турбулентным переходом и положением зон отрыва течения в аэродинамических приложениях [1, 2]. В последнее время большой интерес вызывает применение данного типа разряда для инициализации горения за счет разогрева и наработки в зоне разряда активных радикалов и метастабильных молекул в электронно-возбужденных состояниях. Любые применения разряда, конечно, требуют знания физических процессов его развития.

При положительной полярности высоковольтного электрода поверхностный барьерный разряд в атмосферном воздухе имеет четко выраженную стримерную структуру [3]. Моделирование развития стримеров ПБР до сих пор не дало определенного ответа на вопрос о причине остановки стримера. В связи с этим, в настоящей работе была проведена серия модельных расчетов по развитию стримера ПБР при различных постоянных значениях напряжения на высоковольтном электроде и в случае ступенчатого уменьшения этого напряжения во времени. Из полученных результатов следует, что остановка стримера при уменьшении потенциала электрода происходит только тогда, когда этот потенциал снижается практически до порогового значения. Таким образом, если начальное значение напряжения на электроде значительно больше порогового, что обычно и практикуется, то небольшие, порядка 10%, изменения потенциала электрода вследствие развития разряда и вызванных этим изменений в цепи питания разряда не могут привести к остановке стримера.

При низких напряжениях на высоковольтном электроде был получен результат, когда стример остановился при поддержании постоянного потенциала на электроде (рис. 1). Анализ этого варианта позволил сделать вывод, что остановка стримера ПБР происходит тогда, когда скорость стримера становится приблизительно равной скорости дрейфа ионов в голове стримера. В этом случае происходит снижение величины избыточного положительного заряда в голове стримера из-за его дрейфа на поверхность диэлектрика, и, соответственно, снижение величины электрического поля в голове стримера, приводящее к уменьшению скорости ионизации и остановке волны ионизации (стримера).

Скорость стримера определяется скоростью передачи энергии от электрода к голове стримера, которая пропорциональна скорости диффузии потенциала по длине стримера. Из приближенного равенства величины скорости диффузии потенциала и скорости дрейфа ионов в поле головы стримера получается аналитическая оценка условия остановки стримера ПБР.

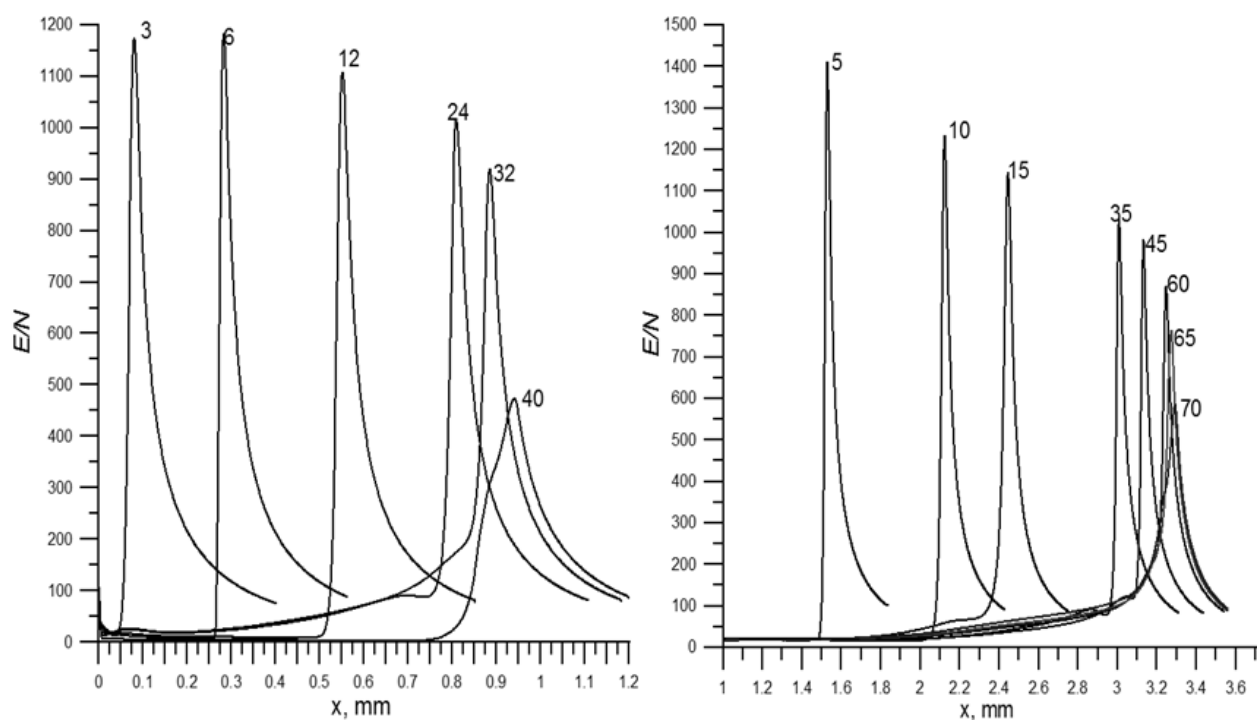


Рис. 1. Распределение приведенного электрического поля E/N вдоль оси стримера при постоянном значении y , близком к оси стримера. Время указано у соответствующих кривых в наносекундах. Напряжение на высоковольтном электроде поддерживается постоянным, слева $V_0 = 1,9$ кВ, $V_0 = 3$ кВ. Моменты времени указаны в наносекундах.

Литература.

1. Artana G., D'Adamo J., Leger L., Moreau E., Touchard G. AIAA Paper 2001-0351. Reno. Nevada. 2001
2. Benard N., Moreau E. Electrical and mechanical characteristics of surface AC dielectric barrier discharge plasma actuators applied to airflow control. Exp. Fluids. **55** 1846 43pp . 2014
3. A.Yu. Starikovskii, A.A. Nikipelov, M.M. Nudnova, D.V. Roupasov. Plasma Sources Sci. Technol. **18**, 034015 (2009).