Жесткое тормозное излучение высоковольтного атмосферного разряда и его анизотропия

А.В. Агафонов, В.А. Богаченков, А.В. Огинов, А.А. Родионов, К.В. Шпаков

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, г. Москва, Россия, agafonov@sci.lebedev.ru

Приведены результаты экспериментов по регистрации жесткого гамма-излучения и его анизотропии в начальной стадии лабораторного атмосферного высоковольтного разряда. Эксперименты выполнены на сильноточном ускорителе ЭРГ, реконструированном для исследования высоковольтного атмосферного разряда, при напряжении до 1 МВ, токе атмосферного разряда 10 – 15 кА и длине разрядного промежутка 0,5 – 0,7 м [1]. Длительность импульса напряжения составляла около 1 мкс при фронте импульса 150 – 200 нс.

Регистрация рентгеновского и жесткого тормозного излучения в реальном времени велась с использованием импульсных ФЭУ, состыкованных с пластиковыми сцинтилляторами [2]. Для определения энергии гамма-квантов детекторы компоновались в сборки по 3 или 4 детектора, закрываемых ступенчатыми фильтрами из Pb и/или Fe различной толщины. Энергия гамма-квантов оценивалась по относительному ослаблению излучения за фильтрами различной толщины. Предварительно осуществлялась калибровка детекторов на стандартном источнике.

Анизотропия тормозного излучения атмосферного разряда измерялась с помощью сборки из 10 сцинтилляционных детекторов, установленных через 100 по периметру четверти окружности с радиусом кривизны 1 м, центр которой находился на оси разряда на расстоянии от катода в 2/3 длины разрядного промежутка. Все детекторы закрывались фильтром из Pb одинаковой толщины. Для выделения жесткой компоненты использовался фильтр толщиной 53 мм (энергия гамма-квантов по 10-кратному ослаблению сигнала выше 1,5 МэВ). Фильтр толщиной 3 мм использовался для построения диаграммы направленности излучения с энергией выше 100 кэВ.

Ранее было показано, что в атмосферном разряде возникают вспышки нейтронов [2, 3]. Полученные новые данные показывают также, что в заметном числе «выстрелов» регистрируется существенное превышение энергии квантов тормозного излучения над максимальной энергией электронов, соответствующей приложенному напряжению. В этих же случаях фиксируется сильная анизотропия (многолепестковая диаграмма направленности излучения, в т.ч. под большими углами к оси разряда).

Работа выполнена при частичной поддержке грантами РФФИ 13-08-01379 и 14-08-31397 мол\_а.

Литература

1. Agafonov A.V., Oginov A.V. and Shpakov K.V. Prebreakdown Phase in Atmospheric Discharges. Physics of Particles and Nuclei Letters, 2012, Vol. 9, No. 4–5, pp. 380–383.
2. Agafonov A.V., Bagulya A.V., Dalkarov O.D. et al. Observation of Neutron Bursts Produced by Laboratory High-Voltage Atmospheric Discharge. PRL 2013, 111, 115003.
3. Агафонов А.В., Огинов А.В., Шпаков К.В. и др. Темная стадия атмосферного разряда: от радиоизлучения до нейтронов. Тезисы докладов XLII Международной (Звенигородской) конференции по физике плазмы и УТС. С. 210.