Темная стадия атмосферного разряда: от радиоизлучения до нейтронов

Агафонов А.В., Богаченков В.А., Огинов А.В., Русецкий А.С., Рябов В.А., Чубенко А.П., Шпаков К.В.

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

Приведены результаты регистрации излучений (радиоизлучение, ультрафиолет, рентген, нейтроны), возникающих в начальной (темной) стадии высоковольтного лабораторного атмосферного разряда до завершения стримерно-лидерной стадии. Эксперименты проводились на сильноточном электронном ускорителе ЭРГ, реконструированном для исследований высоковольтного разряда в атмосфере, при напряжении до 1 МВ, токе атмосферного разряда 10 – 15 кА и длине разрядного промежутка до 1 м [1]. Длительность импульса напряжения составляла около 1 мкс при фронте импульса 150 - 200 нс. Радиоизлучение регистрировалось только в дециметровом диапазоне с помощью стандартных методов. Формирование разряда контролировалось с помощью интегральной съемки в оптическом диапазоне с разных ракурсов. Регистрация видимого, УФ- и рентгеновского излучений с временным разрешением велась с использованием импульсных ФЭУ различных типов с оптическими фильтрами, или состыкованных с пластиковыми сцинтилляторами. Детекторы мягкого и жесткого рентгеновского излучения закрывались слоями материалов различной толщины для обрезания квантов с заданной энергией. Регистрация нейтронов в режиме реального времени осуществлялась с помощью детекторов на основе сцинтиллятора (полистирол с POPOP) с ФЭУ, размещаемых за защитой из Pb толщиной 10 см. Оценка интегральных характеристик нейтронных потоков осуществлялась по данным трековых детекторов CR-39. В качестве контрольной методики регистрации нейтронов использовался многоканальный детектор на основе 3He-счетчиков СНМ-18, работающих в пропорциональном режиме [2]. Сигналы со счетчиков регистрировались как в реальном времени после компараторов, так и в аналоговом режиме до компараторов. Полученные ранее данные о характеристиках нейтронных потоков [3] сопоставлены с результатами измерений с помощью 3He-счетчиков [4]. Ранее [3] отмечалось, что импульс нейтронного излучения, регистрируемый сцинтилляционным детектором, размещенным за свинцовой защитой, строго коррелирован с возникновением импульса жесткого рентгена и расположен внутри него. Более подробные измерения показали, что структура нейтронного импульса более сложная. Возникновение жесткого рентгеновского излучения не всегда сопровождается появлением нейтронов, регистрируются двойные нейтронные импульсы, лежащие как внутри, так и вблизи импульсов рентгеновского излучения, а в некоторых, более редких случаях, нейтронный импульс появляется и в завершающей стадии разряда Приведены данные об анизотропии проникающих излучений в лабораторном атмосферном разряде. Обсуждаются возможные механизмы генерации нейтронов.

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. Gurevich A.V, Antonova V.P., Chubenko A.P. et al. Strong Flux of Low-Energy Neutrons Produced by Thunderstorms. PRL 2012, 108, 125001.
3. 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.
4. Агафонов А.В., Огинов А.В., Шпаков К.В. и др. Сб. аннотаций Международной конференции XYI Харитоновские тематические чтения «Мощная импульсная электрофизика». 2014. Саров, С. 117-118.