Обнаружение в сильноточном генераторе РЭП сверхэнергичных электронов [[1]](#footnote-1)\*)

Белозеров О.С., Бакшаев Ю.Л., Хромов С.А., Данько С.А.

НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия, [Belozerov\_OS@nrcki.ru](mailto:Belozerov_OS@nrcki.ru)

В импульсных сильноточных генераторах релятивистских электронных пучков, воздействующих на прозрачную для них нагрузку, существует явление ускорения ионов. Энергия отдельных сгустков ионов может в несколько раз превышать приложенное напряжение импульсного генератора, умноженное на ионный заряд. В рамках исследований по ускорению ионов были проведены эксперименты на генераторе «Катран» (напряжение в импульсе ~250 кВ, ток 50 - 150 кА, длительность импульса ~ 60 нс) [1], которые показали, что ускорение ионов происходит в двух местах: внутри высоковольтного диода генератора и снаружи за тонкой анодной фольгой. Наиболее вероятно, что ускорение ионов до ~ 850 кэВ/нуклон в катод-анодном зазоре связанно с развитием перетяжки в плазме или разрывом токового канала, приводящим к появлению сильного вихревого электрического поля. Электроны в таком поле должны приобретать энергию, существенно превосходящую разность потенциалов высоковольтного диода, умноженную на заряд.

В данной работе представлено экспериментальное измерение энергии электронов по тормозному гамма-излучению. Для определения энергии электронов применялся метод фильтров, в котором проводилось сравнение измеренного отношения сигналов тормозного гамма-излучения открытого датчика к сигналу датчика за фильтром с этим же отношением, рассчитанным по формуле Крамерса [2]:

*N*λ = *CZ*(*λ*-*λ*0)/(*λ*0*λ*2) (1)

где *N*λ – число фотонов приходящихся в единицу времени на единицу поверхности массивного образца, *C* – константа, зависящая от материала мишени, *λ*0 – минимальная длина волны излучения, соответствующая энергии излучающего электрона.

На рис. 1 приведены сигналы напряжения генератора и использовавшихся кремневых детекторов СКД1-01 за 6-ти мм свинцовым фильтром и СКД1-02 без фильтра.

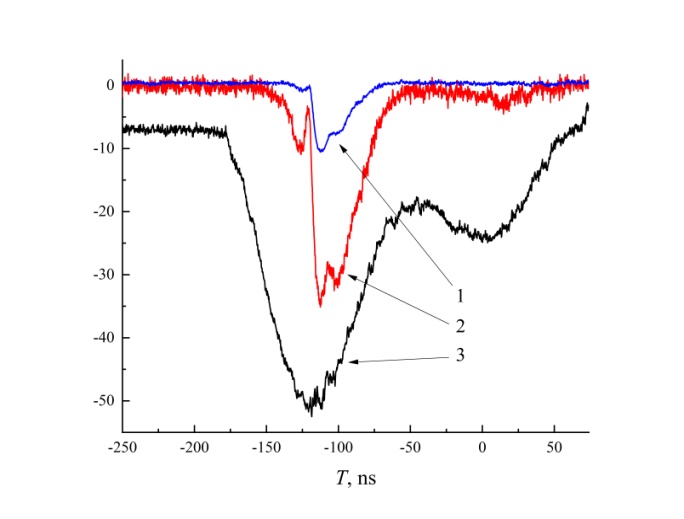
Поскольку временное разрешение детекторов СКД1-01 и СКД1-02 составляет 3.5 и 5 нс, соответственно, а характерная частота осцилляций тока, возникающих в высоковольтном диоде при генерации электронного пучка составляет 0.5 ГГц, то сигналы детекторов отражают усреднённое значение энергии электронов. Лишь небольшая часть электронов получаются сверэнергичнымим, поскольку фаза сверхвысокого вихревого поля коротка. И даже при этом условии измеренное отношение сигналов согласуется с рассчитанным для электронов со средней энергией ~ 400 кэВ.

Рис. 1. Характерные сигналы:  
(1) – СКД1‑01 с фильтром, отн. ед.;   
(2) – СКД1‑02 без фильтра, отн. ед.;   
(3) – напряжение на передающей линии генератора, кВ/5

Работа была выполнена при поддержке НИЦ «Курчатовский институт» (приказ №2073 от 09.10.2020).

Литература

1. Белозеров О.С., Данько С.А., Хромов С.А. ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 2021, т. 44, № 1, c. 136-144.
2. Павлинский Г.В. Основы физики рентгеновского излучения. – М.: Физматлит, 2007. – 240 с.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLIX/Pt/en/GM-Belozerov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)