Электронный ускоритель на основе плазменного прерывателя тока (ППТ) как источник мощного импульсного гамма-излучения

Г.И. Долгачев, Ю.Г. Калинин, Д.Д. Масленников, Е.Д. Казаков, А.А. Шведов, Б.Р. Мещеров, Ю.Л. Бакшаев, А.С. Федоткин, И.А. Ходеев

НИЦ "Курчатовский институт", Россия, 123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д.1, shvedov@live.ru

В настоящее время значительную роль в ряде медицинских и биологических приложений играет применение радиационных технологий с использованием импульсных источников рентгеновского и гамма излучения(РИ и ГИ). в частности, при стерилизации, существенную роль играет не только интегральная доза, но и её пиковая мощность. Так, например, для некоторых микроорганизмов летальная доза существенно уменьшается, если использовать импульсно-периодические источники ГИ. В данной работе представлен новый импульсный источник ГИ созданный на базе электронного ускорителя РС-20 с плазменным прерывателем тока (ППТ). Для оптимизации параметров генератора ГИ была разработана и реализована методика расчета ППТ [1] и его согласования с диодом для получения максимального выхода ГИ.

Разработана методика расчета поля доз и их мощностей в зависимости от материала и толщины мишени для электронного пучка диаметром 3 см, падающего перпендикулярно к поверхности анода. Создан измерительный комплекс, включающий: 4-канальный электронно-оптический диагностический комплекс на основе ЭП-15 [2] для исследования динамики плазмы в ППТ, измерители электрических параметров и комплекс для измерения импульсной дозы ГИ (до 10 и более Гр/имп.) и ее мощности (до 109 и более Гр/с)

Созданный на базе установки РС-20М генератор гамма-излучения позволяет получать в диоде (диаметр эмитирующей кромки катода - 4.8см, зазор - 3см) однородное гамма излучающее пятно диаметром ~ 3cм. При напряжении ГИН UГИН=0.72 МВ максимальное напряжение на диоде UД=2.2 МВ, ток диода IД = (80-90)кА, доза и ее мощность, поглощаемая в свинце, составляют DPB=(12-23) Гр, WPB=(1.2 – 2,3)×108 Гр/с соответственно. При этом мощность экспозиционной дозы составляет около 1010 Р/с.

Для дальнейшего развития этого направления и создания частотного генератора импульсов ГИ с указанной величиной дозы и ее мощностью необходимо решить задачу повышения стойкости мишени до (300-500) Дж/см2 и создать схемы, позволяющие «фокусировать» ГИ, т.е. получать указанные дозы при меньшей плотности энерговыделения на аноде – конверторе.

Следует отметить, что при сегодняшнем состоянии установки РС-20М и некоторой модернизации диодного узла можно выпустить электронный пучок в атмосферу и работать с дозами электронного облучения на уровне 104 Гр/имп.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ СП-748.2013.2 и гранта Минобрнауки РФ № 2012-1.1-12-000-4004-007.

Литература

1. Долгачев Г.И., Масленников Д.Д., Шведов А.А. // Физика плазмы, 2009, т.35, №3, с. 251-257
2. Ананьев С.С., Багдасаров Г.А. Казаков Е.Д., Шведов А.А. // ВАНТ. Серия Термоядерный синтез, 2013, т.36, вып.4. с. 84-91.