

ОСТРОФОКУСНЫЙ ИСТОЧНИК КОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ МЯГКОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Ю. С. Иванов, В. В. Рюккерт, Г. В. Склизков,
С. И. Федотов

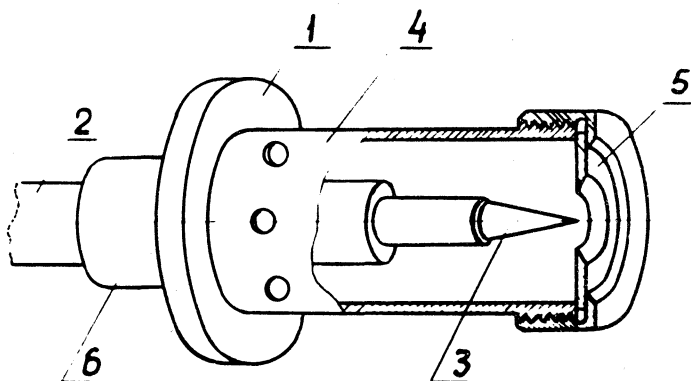
В последние годы в науке, технике и медицине все чаще стали использоваться импульсные источники рентгеновского излучения /1/. Их совершенствование направлено на сокращение длительности рентгеновской вспышки, уменьшение размеров фокусного пятна и повышение интенсивности для широкого диапазона энергии квантов – от нескольких Мэв до долей кэв.

В работе описывается импульсный источник мягкого рентгеновского излучения, который предполагается использовать для просвечивания плазмы лазерного факела. На рис. 1 показано его устройство. Здесь фланец 1 служит для сочленения с вакуумной камерой, где может быть создано разрежение до $\sim 10^{-6}$ тор. По коаксиальному кабелю 2 на источник подаются одиночные высоковольтные импульсы наносекундной длительности от специального генератора /2/. Внутренний провод кабеля соединен с антикатодом 3, а внешний провод через латунный корпус 4 – с катодом 5 (отверстия в корпусе, показанные на рисунке, служат для облегчения отсачки полости источника). Герметизация кабеля осуществляется с помощью вильсоновского уплотнения 6.

Катод сделан из танталовой пластины толщиной 0,5 мм в форме шайбы с диаметром отверстия не более 1–2 мм; кромка отверстия заострена, радиус заострения ~ 5 мк. Антикато́дом служит вольфрамовый конус

с углом при вершине $\sim 17^\circ$, изготовленный из прутка диаметром 3 мм; радиус скругления острия антикатада тоже ~ 5 мк.

Как ясно из приведенного описания, механизм эмиссии здесь автоэлектронный, спектр излучения – тормозной, а непосредственным источником рентгеновского излучения является острое вольфрамового антикатада. Для вывода излучения наружу в вакуумной камере имеется окно из бериллиевой фольги толщиной 0,3 мм.



Р и с. 1. Источник.

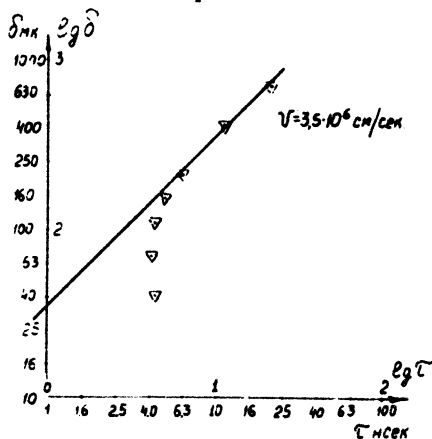
Для предельного сокращения продолжительности рентгеновской вспышки использовался механизм /3/ замыкания междуэлектродного зазора ионизованными парами металла, образующимися при взрыве микроострий на катоде /4/. При этом резко возрастает ток, а напряжение и, следовательно, интенсивность рентгеновского излучения спадают практически до нуля. В этом случае продолжительность рентгеновской вспышки τ определяется величиной междуэлектродного зазора δ

$$\tau = \delta / v,$$

где v – скорость разлета струй испаренного с катода металла.

На рис. 2 представлены результаты измерений продолжительности рентгеновской вспышки в зависимости

от величины зазора. Измерения производились с помощью рентгеновского фотоумножителя 14-ЭЛУ-10 /5/ и скоростного осциллографа И2-7. Из данных измерений следует, что $v = 3,5 \cdot 10^6$ см/сек. Поэтому при зазоре $\delta = 35$ мк продолжительность рентгеновской вспышки $\tau =$



Р и с. 2. Результаты измерений продолжительности рентгеновской вспышки при различных междуэлектродных зазорах.

$= 10^{-9}$ сек. То обстоятельство, что при зазорах $\delta < 150$ мк экспериментальные точки отклоняются от прямой, соответствующей $v = 3,5 \cdot 10^6$ см/сек, свидетельствует, что достигнут предел временного разрешения умножителя, равный по этим данным $\sim 1,5$ нсек / по фронту/.

Измерения диаметра фокусного пятна F , сделанные с помощью камеры-обскуры, дали значение $F = 0,2$ мм.

Интенсивность источника оценивалась по почернению засвеченной рентгеновским излучением фотопленки. При этом считалось /6/, что для достижения почернения $S = I$ необходимая доза облучения должна быть равна 0,02 рентгена. При таком допущении интенсивность источника составляла несколько эрг в полный телесный угол за импульс.

Измерения спектра излучения не проводились, а эффективная длина волны излучения определялась по методу абсорбционной кривой /8/. В качестве примера можно привести результаты одного из измерений $\lambda_{\text{эф}}$ по рентгенограмме ступенчатого ослабителя из алюминия. Толщина каждой ступеньки 0,01 мм, число использованных в измерениях ступенек - 7. Рентгенограмма получена при экспозиции 50 вспышек; фотопленка располагалась на расстоянии 9 см от источника. Результат фотометрирования этой рентгенограммы дал значение $\lambda_{\text{эф}} = 1,65 \text{ \AA}$. Интенсивность, измеренная по почернениям этой же рентгенограммы, оказалась равной 3,76 эрга, что соответствует $3,14 \cdot 10^8$ эффективным квантам в полный телесный угол за импульс.

Авторы выражают признательность академику Басову Н. Г. и профессору Крохину О. Н. за внимание и интерес к работе.

Поступила в редакцию
26 апреля 1971 г.

Л и т е р а т у р а

1. В. А. Цукерман, Л. В. Тарасова, С. И. Лобов. УФН, 103, 319 (1971).
2. В. А. Грибков, Г. В. Склизов, С. И. Федотов, А. С. Шиканов. ПТЭ, № 4, 213 (1970).
3. F. Jamet, G. Thomer. High-Speed Photography, Proceedings of the 8th International Congress on High-Speed Photography, Stockholm, p. 259, June 23-29, 1968.
4. Г. Н. Фурсей. Ученые записки ЛГУ им. А. А. Жданова, № 336, вып. 14, сборник 1, 1968 г.
5. "Измерительная техника", № 7, 84 (1970).
6. И. В. Поройков. Рентгенометрия, Гостехиздат, 1950 г.