

ПОВЫШЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ БЕТАТРОНА ПУТЕМ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ИНЖЕКЦИИ

Л. Н. ДРОЗДОВ

В практике радиационной дефектоскопии электронные ускорители — бетатроны — находят все большее применение. Эффективность использования бетатронов во многом определяется величиной интенсивности и стабильностью генерируемого ими излучения.

Предложен ряд методов повышения интенсивности [1,2] и стабильности [3, 4] тормозного излучения бетатрона. Однако относительная сложность реализации и низкая эффективность ограничивает применение этих методов. В настоящем сообщении приводятся результаты исследования по увеличению интенсивности тормозного излучения бетатрона Б-30 конструкции ТПИ путем оптимизации формы импульса инжекции, а для повышения стабильности интенсивности предложена схема автоматической подстройки на оптимальную фазу инжекции в соответствии с изменением напряжения инжекции. Управление формой импульса инжекции по схеме, представленной на рис. 1, осуществляется непосредственно с пульта бетатрона путем изменения напряжения на накопительных емкостях C_1, C_2 (блоки инжекции I, II) и последующим разрядом их через тиратроны L_8, L_{10} с регулируемым временным сдвигом на первичную обмотку высоковольтного импульсного трансформатора инжекции. При этом во вторичной обмотке импульсного трансформатора создается импульс напряжения, длительность и форму которого можно плавно изменять в широких пределах. Временная регулировка поджига тиратрона L_{10} относительно поджига тиратрона L_8 задается фантастроном L_6 в интервале $0 \div 20$ мксек. Наибольшая интенсивность, превышающая первоначальную в три раза, была получена при оптимальной форме импульса инжекции, представленной на рис. 2, в. В отличие от исходного импульса инжекции (рис. 2, а), который имеет длительность на уровне 0,5-2,5 мксек, оптимальный импульс характеризуется длительностью на уровне 0,5-3 мксек и наличием на вершине плато с длительностью 1,25 мксек. Особенностью плато является плавный подъем вершины импульса на величину 10% от уровня 0,9 до 1,0 амплитуды импульса.

Оценка интенсивности излучения производилась по миллирентгенометру типа «Кактус» и интегрирующему дозиметру типа «Дим-60» (фантом из свинца). Импульс инжекции по форме на рис. 2, в позволил получить интенсивность, равную 250 р/мин на расстоянии 1 м от мишени.

Исследования по оптимизации формы импульса инжекции были проведены нами на нескольких бетатронах, изготавливаемых в ТПИ. В результате испытаний интенсивность бетатронов, работающих в оптимальных режимах, была увеличена в среднем в 2—3 раза, причем в некоторых случаях более эффективно работает импульс инжекции по форме на

рис. 2, б. Работа канала оптимизации фазы инжекции состоит в следующем. Напряжение инжекции от предыдущего цикла снимается с делителя (рис. 1) и подается на диодно-емкостную интегрирующую цепь, усиливается на Λ_5 (левая половина) и далее поступает на вход УПТ. Постоянная времени интегрирующей цепочки выбрана экспериментально и равна 0,3 сек. На выходе УПТ действует напряжение, задающее ток подмагничивания пикера через дополнительную обмотку. Этот ток и определяет оптимальную фазу захвата электронов в ускорение при изменении напряжения инжекции и тока пушки. Первоначальная установка оптимальной фазы инжекции осуществляется с помощью потенциометра R_2 . Изменением величины сопротивления R_1 в цепи смещения триода Λ_5 выбирается его рабочая точка, обеспечивающая оптимальную фазу захвата в рабочих пределах зависимости интенсивности от напряжения инжекции. Регулировка коэффициента передачи амплитуды импульса инжекции в ток подмагничивания пикера осуществляется с помощью потенциометра R_3 . После установки оптимальных режимов питания и фазировки инжекции окончательно корректируется потенциометром R_2 точка слежения, соответствующая максимуму на зависимости интенсивности от фазы инжекции.

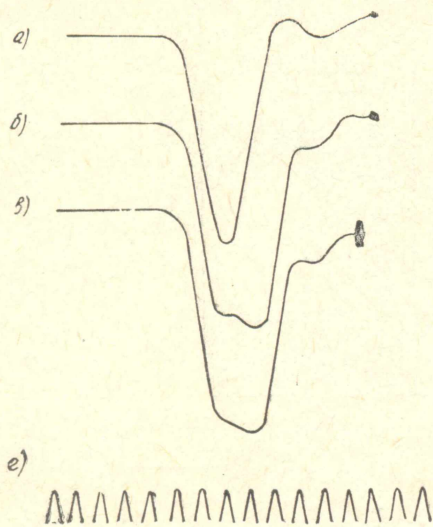


Рис. 2. Осциллограммы импульсов напряжения инжекции (Метки времени 1 мксек)

Особенность использования такой схемы оптимизации условия захвата электронов в ускорение заключается в том, что при нормальном токе пушки с увеличением напряжения инжекции автоматически увеличивается интенсивность излучения, устанавливаясь на максимальном значении. Переход на ручное управление фазой инжекции осуществляется с помощью тумблера ВК-I и производится изменением тока подмагничивания пикера с помощью потенциометров R_4 , R_5 точной и грубой регулировки. Степень автоматической оптимизации условия захвата электронов в ускорение оценивалась по измерению интегральной дозы излучения бетатрона в сравнении с режимом ручного управления фазой инжекции. Результаты измерения показали, что интегральная доза при работе со схемой оптимизации больше на 30% дозы, полученной при работе на ручном управлении. Простота и хорошие эксплуатационные данные позволяют рекомендовать разработанные схемы оптимизации формы импульса инжекции и условия захвата для увеличения интенсивности излучения бетатронов, работающих в дефектоскопических установках.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. П. Чучалин. Исследование процесса захвата электронов в бетатроне, ускоренных при различных формах импульса напряжения инжекции. Изв. ТПИ, т. 87, 1957.
2. Б. В. Гельперин, М. Г. Меркурьев, Н. М. Соколов. Экспериментальные исследования влияния формы импульса инжекции и стабильности элементов питания бетатронной установки 25 Мэв на интенсивность излучения. Тр. 6 Межвузовской конференции по электронным ускорителям. Изд. «Энергия», 1968.
3. В. М. Разин. Стабилизация излучения бетатрона. Изв. ТПИ, т. 87, 1957.
4. Н. Н. Баламатов, Б. И. Горячев. Система автоматической оптимизации интенсивности гамма-пучка бетатрона. Тр. V межвузовской конференции по электронным ускорителям, Атомиздат, М., 1966.