

2. П. В. Тимофеев, Ю. А. Симченко. «Атомная энергия», 6, 470 (1959).
3. E. Linder, S. Christian. J. Appl. Phys., 23, 1213 (1952).
4. B. Miller, W. Porter. J. Franklin Inst., 260, № 1 (1955).
5. Н. Г. Гусев. Справочник по радиоактивным излучениям и защите. М., Медгиз, 1956.

УДК 621.384.611.3

О возможности генерации и ускорения позитронов в микротроне

К. А. Беловинцев, Ф. П. Денисов

Для решения ряда актуальных задач современной физики элементарных частиц большой интерес представляет получение достаточно интенсивных пучков ускоренных позитронов и использование их для генерации монохроматического аннигиляционного γ -излучения, а также для реализации взаимодействия встречных электронно-позитронных пучков в различных накопительных установках. В последнее время в лабораториях Англии, Франции и США широко развернулись работы по получению позитронных пучков с помощью линейных ускорителей. Однако такая методика требует дорогого и громоздкого оборудования, а достигнутые интенсивности в требуемом диапазоне углов и энергий невысокие [1, 2].

В настоящей работе для получения ускоренных позитронов предлагается использовать микротрон. Последние достижения в разработке микротронов повышенной эффективности [3—6] позволяют надеяться, что предлагаемый метод обеспечит гораздо более высокие интенсивности позитронных пучков по сравнению с полученными в настоящее время при существенном снижении общей стоимости и затрат на оборудование.

Принципиальная схема метода показана на рисунке. Электроны, эмитированные из инжектора I , ускоряются электрическим полем высокочастотного резонатора [3] до предельной энергии, которую можно достичь на данном микротроне. На последней орбите электронный пучок проходит через два магнитных канала l_2 и l_1 , разность длин которых равна l_n — расстоянию электронного инжектора от оси резонатора: $l_2 - l_1 \approx \approx l_n$. При этом электроны попадают на мишень M , расположенную симметрично по отношению к инжектору I на противоположной стенке резонатора. Тормозное излучение электронов в веществе мишени приводит к образованию электронно-позитронных пар. Общая длина магнитных каналов l_1 и l_2 выбирается так, чтобы вылетающие из мишени M позитроны попадали в область начальных фаз, пригодных для дальнейшего устойчивого ускорения в микротроне [3]:

$$l_1 + l_2 \approx \frac{\lambda}{2} + k\lambda,$$

где $k = 0, 1, 2, \dots$, а λ — длина волны высокочастотного поля. Благодаря высоким значениям напряженности высокочастотного электрического поля ($e \approx 380$ кВ/см) в месте расположения конвертора [3] значительная доля позитронов с начальными энергиями около нуля будет в этом случае захвачена в микротронный режим ускорения. Дальнейшее ускорение позитронов происходит одновременно с ускорением следующих порций электронов, и все орбиты, за исключением инжекционной и последней, пространственно совпадают. На последней орбите позитроны автоматически отклоняются той же системой магнитных каналов и для генерации

монохроматического аннигиляционного γ -излучения либо для ускорения до более высоких энергий могут быть выведены из микротрона. Экспериментальная проверка изложенного метода генерации и ускорения позитронов проводилась на микротроне фотомезонной лаборатории Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР.

В соответствии с опубликованными данными [1, 2, 7] мы выбрали толщину свинцового конвертора M рав-

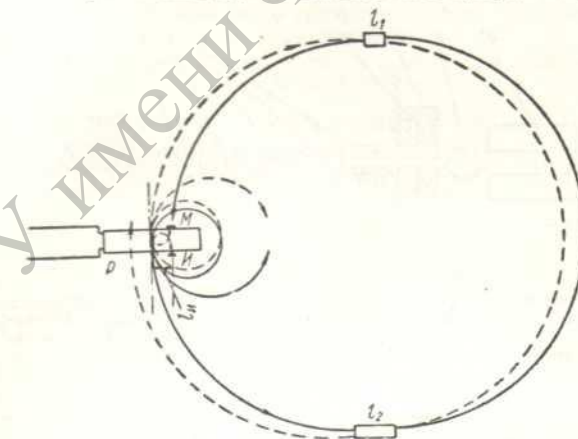


Схема устройства для получения позитронов высокой энергии в микротроне:

R — резонатор; I — инжектор электронов; M — свинцовая мишень — конвертор. Орбиты электронов показаны сплошными линиями, орбиты позитронов — пунктиром.

ной 0,25 радиационной единицы, а для смещения максимума спектрального распределения позитронов на выходе из конвертора в область нулевых энергий использовали дополнительный графитовый замедлитель. Число позитронов в пучке определялось по интенсивности тормозного излучения, генерируемого позитронами в свинцовой мишени, расположенной на последней позитронной орбите. Интенсивность измерялась сцинтилляционным счетчиком. Аппаратура градуировалась по тормозному излучению из той же мишени, генерируемому электронным пучком с известной интенсивностью. Измеренный в этих опытах общий коэффициент конверсии электронного пучка в позитронный составляет $\sim 3 \cdot 10^{-6}$ при расчетном значении $\sim 1 \cdot 10^{-6}$. Полученный таким способом позитронный пучок достаточно монохроматичен (энергетический разброс ≤ 40 кэВ) и обладает хорошими геометрическими и угловыми характеристиками, присущими микротронному способу ускорения.

Изложенный метод получения релятивистских позитронов отличается простотой и экономичностью, и, кроме того, для заданных угловых и энергетических параметров ускоренного пучка обеспечивает более высокую конверсию по сравнению с известными методами.

Поступило в Редакцию 8/V 1963 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. G. Tzara, G. E. A. Report No. 814, 1958.
2. J. Miller et al. Centre d'Etudes nucleares de Saclay, B. P. No. 2, 1960.

3. С. П. Капица, В. П. Быков, В. Н. Мелехин. «Ж. эксперим. и теор. физ.», 41, 368 (1961).
4. А. П. Гринберг. «Усп. физ. наук», 75, 421 (1961).
5. К. А. Беловинцев и др. «Атомная энергия», 14, 359 (1963).
6. К. А. Беловинцев и др. «Атомная энергия», 15, 65 (1963).
7. L. Katz, K. Lokan. Nucl. Instrum. and Methods, 11, (1961).

УДК 621.039.55

Гамма-излучение из реактора ИРТ-2000 АН БССР

А. П. Богданов, Е. И. Фирсов

На горизонтальном радиальном канале реактора ИРТ-2000 измерен спектр γ -излучения, выходящего из активной зоны. Схема опыта представлена на рис. 1.

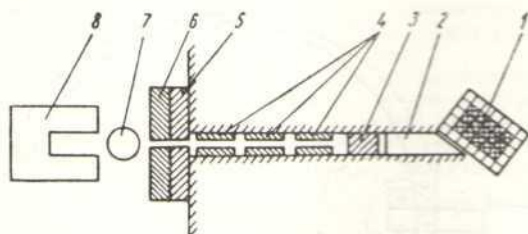


Рис. 1. Схема эксперимента:

1 — активная зона; 2 — вытеснитель; 3 — фильтр нейтронов из смеси парафина с карбидом бора; 4 — свинцовые коллиматоры; 5 — защита от нейтронов из смеси парафина с карбидом бора; 6 — свинцовая защита; 7 — спектрометр; 8 — ловушка.

Для фильтрации пучка нейтронов в канал введены пробка из смеси парафина с карбидом бора толщиной 20 см и для формирования пучка γ -излучения свинцовые коллиматоры. Измерения проводились при мощности реактора 50 кат. В качестве спектрометра использовался одиночный кристалл NaJ (Tl) размером 70 × 70 мм в сочетании с фотоэлектронным умножителем. Амплитудный анализ проводился с помощью многоканального анализатора АИ-100-1 с выводом данных на самопишущий прибор. По энергии спектрометр градуировался на касательном канале реактора по захватному γ -излучению хлора. При использовании образца CCl_4 весом 30 г для измерения спектра оказалась достаточной мощность реактора 20–30 вт. Полученный спектр γ -излучения представлен на рис. 2. Время набора точек спектра составляет 100 сек для энергии до 6 Мэв и 20 мин для энергий 6–9 Мэв. В приведенном спектре можно выделить пики, соответствующие γ -излучению с энергиями 2,2 и 7,7 Мэв. Согласно данным работы [1] их можно отождествить с γ -излучением от захвата

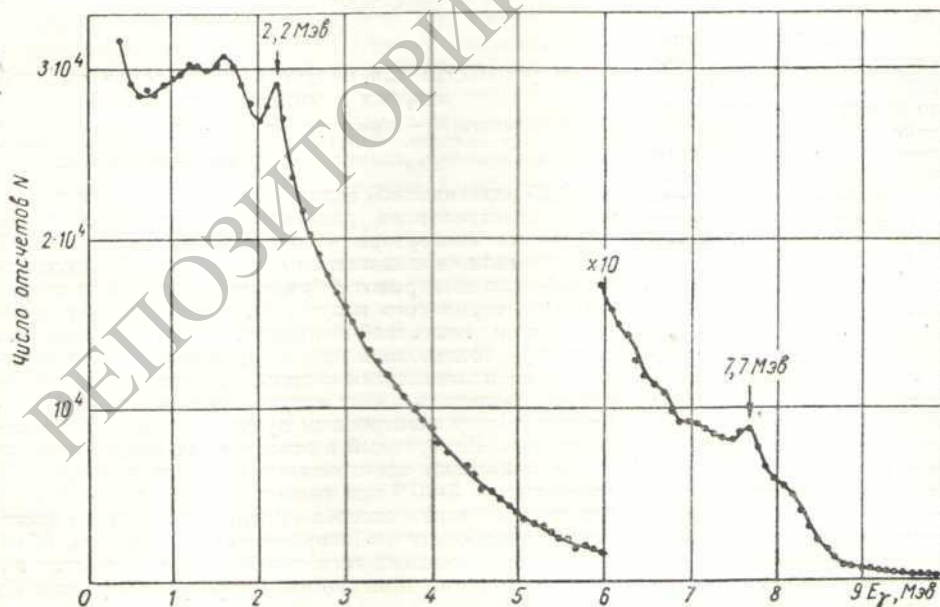


Рис. 2. Спектр γ -излучения из активной зоны ИРТ-2000.