

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛЯРИЗОВАННОГО ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Е.М.Лейкин, Е.М.Мороз, В.А.Пешухов

Как известно, тормозное излучение релятивистского электрона поляризовано перпендикулярно плоскости, содержащей импульсы падающего электрона и γ -кванта [1]. Поляризация достигает наибольшей величины под углами к направлению движения электрона $\alpha = mc^2/E$ (m — масса покоя электрона, E — его энергия). Поэтому для получения пучков поляризованного тормозного излучения могут использоваться мишени, в которых угол многократного рассеяния электронов не превышает α . В противном случае многократное рассеяние приводит к перепутыванию направлений, так что поляризация в пучке исчезает. Это обстоятельство накладывает серьезные ограничения на толщину мишеней, в которых генерируется излучение. В частности, для электронных ускорителей на энергии 0,5–1 Гэв толщина мишеней не должна превышать примерно 10^{-3} рад.ед. Между тем, на большинстве электронных синхротронов используются более толстые мишени порядка 0,1 рад.ед., которые обеспечивают оптимальную интенсивность тормозного излучения. Поскольку для получения поляризованного излучения приходится выделять периферийную часть потока тормозного излучения, подобный метод приводит к неизбежным потерям интенсивности по крайней мере в 10^3 раз [2].

В циклических установках удается реализовать многократные прохождения частиц через мишень [3]. В идеальном случае число таких прохождений ограничено временем жизни электронов за счет тормозного излучения на мишени. Однако последовательные прохождения через мишень возбуждают бетатронные колебания частиц пучка, т.е. увеличивают угловой разброс частиц. В конечном итоге этот разброс превысит угол максимальной поляризации и, тем самым, приведет к ее исчезновению. Таким образом, многократные прохождения сами по себе не обеспечивают получение поляризованного излучения с оптимальной интенсивностью.

Ключом к решению проблемы может служить использование свойств радиационного трения, которое существенно сказывается на динамике пучка в электронных синхротронах при энергиях в несколько сотен мегаэлектронвольт. Трение вызывает затухание колебаний и, тем самым, противодействует увеличению углового разброса электронов. При многократных прохождениях мишени за характерное время затухания τ будет устанавливаться стационарный угловой разброс. Если толщина мишени, или число прохождений через мишень, выбраны такими, что за время τ накопленный угол многократного рассеяния не превысит α , то тем самым будут обеспечены условия сохранения поляризации. Собственный угловой разброс электронов в данной установке должен быть достаточно малым (см., например, [4]). Суммарная толщина мишени, проходимая за время τ , не будет превышать $\sim 10^{-3}$ рад.ед. Поэтому для получения оптимальной интенсивности многократное прохождение должно продолжаться в течение времени $\sim 100 \tau$, с тем, чтобы суммар-

ная толщина мишени достигала десятых долей радиационных единиц.

В заключение, отметим, что, так как величина r может достигать нескольких миллисекунд [5], обсуждаемый способ получения поляризованного тормозного излучения может быть практически реализован в установках с достаточно большой длительностью рабочего цикла, типа импульсного синхротрона ФИАН на 680 Мэв или накопителей.

Физический институт
им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
31 января 1968 г.

Литература

- [1] I.M.May. Phys. Rev., 84, 265, 1951.
- [2] G.Diambriani. Proceedings of the International Conference on Electromag. Interactions, Dubna, 1967, Vol.4, p.251.
- [3] Г.И.Будкер, А.П.Онучин, С.Г.Попов, Г.М.Тумфйкин. ЯФ, 6, 775, 1967.
- [4] А.А.Коломенский, А.Н.Лебедев. Теория циклических ускорителей. Физматгиз, 1962.
- [5] А.А.Комар, Е.М.Лейкин, Ю.Н.Метальников, Е.М.Морозов, В.А.Петухов. Труды ФИАН СССР, 22, 222, 1964.