

КОНТРОЛЬ ЭНЕРГИИ ЧАСТИЦ В ЕРЕВАНСКОМ СИНХРОТРОНЕ

Г. А. КОШЕЦЯН, А. Р. ТУМАНЯН

Описано устройство для измерения напряженности магнитного поля в электронном синхротроне, пропорционального энергии частиц в диапазоне $0.5\div 6$ Гэв, с чувствительностью 1 Мэв. Сигнал, пропорциональный энергии частиц, вырабатывается в виде интервала времени, что представляет удобство для размножения при большом числе потребителей.

Для определения энергии частиц в электронном синхротроне с сильной фокусировкой удобнее всего использовать известное соотношение

$$E(t) = e \cdot RH(t),$$

где $E(t)$ и $H(t)$ соответственно представляют временной ход энергии электронов и напряженности магнитного поля на равновесной орбите синхротрона, а e , R соответственно обозначают заряд частиц и радиус кривизны движения электронов. При использовании этого соотношения определение энергии частиц сводится к измерению мгновенных значений напряженности магнитного поля и радиуса кривизны траектории электронов. Значение R можно принять постоянным, так как изменения его в течение цикла ускорения незначительны. Для Ереванского синхротрона [1] при $R = 25,5$ м, ΔR составляет $\pm 5,0$ см, что вносит погрешность в измерение энергии частиц $\pm 0,2\%$.

Измерение напряженности магнитного поля, пропорционального энергии частиц, в электронных синхротронах обычно осуществляется интегрированием по времени сигнала производной напряженности [2÷4]. Это приводит к разработке достаточно сложных устройств, особенно при желании иметь выходной сигнал измеряемой величины в виде интервала времени. Не уступая в точности измерений этим устройствам, описываемое устройство достаточно простое и вырабатывает выходной сигнал в виде интервала времени.

Блок схема устройства для измерения мгновенных значений напряженности магнитного поля показана на рисунке. Пермалловый зонд устанавливается в рассеянное магнитное поле электромагнита синхротрона, в приспособлении, позволяющем регулировать положение зонда в радиальном направлении. Зонд имеет сигнальную обмотку СО и обмотку подпитки пилообразным током ОПТ. Конструкция пермаллового зонда аналогична описанной в работе [5].

Принцип работы схемы заключается в следующем. От запускающего импульса ЗИ срабатывает генератор пилообразного тока ГПТ, нагрузочным сопротивлением которого является обмотка ОПТ. В мо-

мент компенсации напряженности внешнего измеряемого магнитного поля полем, создаваемым током „пилы“ в обмотке ОПТ, сигнальная обмотка СО вырабатывает импульс момента компенсации ИМК для-

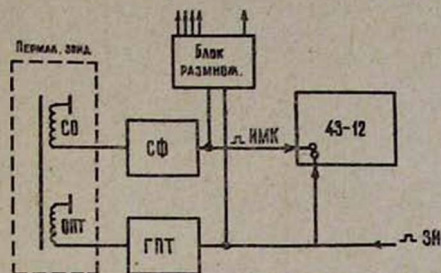


Рис. 1.

тельностью $2 \div 5$ мсек. Этот импульс обычной схемой формирования СФ формируется в импульс длительностью 0,3 мсек, привязанный к вершине несформированного импульса. Интервал времени, измеряемый частотомером, между импульсами ЗИ и ИМК пропорционален значению напряженности измеряемого магнитного поля.

Требуемый момент измерения устанавливается моментом поступления запускающего импульса ЗИ. Импульс ЗИ формируется, при желании измерять энергию частиц в различные моменты времени в течение цикла ускорения, из импульса момента перехода магнитного поля синхротрона через нулевое значение, задержанного на регулируемую величину $0 \div 10$ мсек. Величина задержки определяется желаемым моментом измерения энергии частиц. Для контроля за изменением энергии выведенных пучков импульс ЗИ формируется из начального участка сигнала интенсивности выведенного пучка. Максимальная длительность роста пилообразного тока выбрана 750 мксек, а зонд устанавливается в такой точке магнитного поля синхротрона, чтобы при энергии 6 Гэв интервал между импульсами ЗИ и ИМК составлял 600 мксек. Тогда при длительности вывода пучков $1 \div 1,5$ мсек будет измерена средняя энергия выводимых частиц.

Чувствительность устройства зависит от скорости роста пилообразного тока и разрешающей способности частотомера. Увеличение чувствительности за счет уменьшения скорости роста пилы ограничивается ухудшением качества вырабатываемого импульса в обмотке СО и необходимостью измерений в малые интервалы времени. При разрешающей способности частотомера 0,1 мксек и при выбранной длительности роста „пилы“, чувствительность устройства по энергии составит 1 Мэв.

Обмотка ОПТ пермаллового зонда рассчитана на протекание постоянного тока 100 ма, что соответствует создаваемому полю 120 э. Однако амплитуда пилообразного тока превышает допустимое значение постоянного тока в полтора—два раза. Это допустимо, если учесть, что при питании импульсным током проводника, можно амплитуду тока увеличить в $\sqrt{Q}$ раз (Q — скважность импульсов) без нарушения теплового режима проводника.

При использовании частотомера типа ЧЗ-12 погрешность измерения интервала времени составляет $\pm 0,1$ мксек. Нестабильность привязки сформированных импульсов в схеме формирования СФ к вершине вырабатываемых в обмотке СО составляет $\pm 0,2$ мксек. Генератор пилообразного тока обеспечивает линейность, стабильность скорости роста пилы $\pm 0,5\%$ при амплитуде тока 150 мА. Корреляция измеряемой точки в рассеянном магнитном поле с полем на равновесной орбите пучка составляет $\pm 0,1\%$. Тогда среднеквадратичная суммарная погрешность определения значения энергии частиц с учетом ΔR составит $\pm 0,75\%$. Учитывая, что калибровка устройства производится измерением энергии выведенных гамма-пучков методом парного спектрометра с точностью $\pm 1\%$, то полученная погрешность измерения энергии пучка описанным устройством вполне приемлема.

Поступила 9.VI.1971

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Ю. Г. Азбалин, А. И. Алиханян, Труды Международной конференции по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1963, т. I. Атомиздат (1964).
2. The Cambridge Electron Accelerator, A Comprehensive Account, CEAL-1000 (1964).
3. Intensitäts- und Energiemessung an Bonner 2.5 GeV-Elektronensynchrotron Diplomarbeit von Heinz-Dieter Wehner, Bohn (1968).
4. В. И. Нифонтов, Б. М. Песляк, Аннотации докладов II Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Москва, 1970.
5. И. В. Мозин, В. П. Смирнов, Л. Б. Сотников, Сборник Электрофизическая аппаратура, Госатомиздат, вып. I (1963).

ՆՐԵՎԱՆԻ ՍԻՆԹՐՈՏՐՈՆԻ ՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՀՍԿՈՂՈՒԹՅՈՒՆԸ

Գ. Հ. ԿՈՇԵՑՅԱՆ, Ա. Ռ. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆ

Նկարագրված է էլեկտրոնային սինքրոտրոնի արագացվող մասնիկների էներգիայի 0,5—6 ԳէՎ սահմաններին համապատասխանող մագնիսական դաշտի լարվածության չափման սարքը, որի զգայունությունը ըստ էներգիաների 1 մէՎ է:

Մասնիկների էներգիային համապատասխանող ազդանշանը ձևավորվում է ժամանակային ինտերվալի ձևով, որը հարմար է բաղմացման համար:

THE CONTROL OF PARTICLE ENERGY AT THE YEREVAN ACCELERATOR

G. A. KOSHETSIAN, A. R. TUMANIAN

A device for the measurement of magnetic field tension in the electron accelerator has been described, which is proportional to the energy of particles in the range 0,5—6 GeV with a sensitivity of 1 MeV. The signal, proportional to the energy of particles, is generated as an interval of time, which is convenient for reproduction for a great number of users.