

СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГИЕЙ УСКОРЕННЫХ В БЕТАТРОНЕ ЭЛЕКТРОНОВ ПО ОТКЛОНЕНИЮ

А. А. ВОРОБЬЕВ, В. М. РАЗИН

В настоящее время не имеется практических способов прямого измерения энергии электронов в конце процесса бетатронного ускорения. Для измерения максимальной энергии тормозного излучения после сброса ускоренных электронов на мишень также нет достаточно простых и точных датчиков. Здесь могут, по-видимому, оказаться перспективными так называемые гамма-квантометры, рассмотренные в работах [1, 2]. В силу указанных выше обстоятельств наибольшее практическое применение нашли способы косвенного измерения энергии методом интегрирования напряжения с обмоток, располагаемых в рабочей зоне или на ярме электромагнита бетатрона. Существующие способы управления фазой смещения имеют тот недостаток, что в них никак не учитывается сам процесс сброса, который протекает не мгновенно, а за конечный промежуток времени. Нестабильности самого процесса сброса в этом случае не учитываются, и это приводит к появлению дополнительных погрешностей в управлении энергией.

Поскольку не представляется возможным измерить даже косвенно энергию электронов в момент сброса, то следует эти измерения производить в предыдущем цикле ускорения и по результатам этих измерений производить регулирование энергии в последующем цикле ускорения. В этом случае регулирование получается с неизбежным запаздыванием, по крайней мере, на время одного периода сетевого переменного напряжения. Принцип действия системы регулирования по отклонению с косвенным измерением энергии можно уяснить с помощью блок-схемы рис. 1. На этой схеме бетатрон B имеет датчик нуля магнитного поля D_1 , витков B в рабочей зоне и датчик (импульсный) излучения D_2 . В качестве датчика импульсного излучения может быть использован фотоэлектронный умножитель или импульсная ионизационная камера с электронным собирателем.

Работа системы происходит следующим образом. В момент перехода магнитного поля через нуль в начале ускорительного цикла срабатывает временной датчик D_1 и отпирает ключевой элемент K_1 , через который начинает поступать напряжение от витков в рабочей зоне на интегратор K_2 . В момент срабатывания схемы смещения CC генерируется импульс излучения. Этот импульс регистрируется датчиком D_2 и через формирователь воздействует на ключевой элемент K_2 , запирая его. Запирание должно происходить где-то в средней части импульса излучения, когда его величина достигает максимума. С вы-

хода элемента интегрированное напряжение, пропорциональное энергии ускоренных электронов именно в момент сброса, поступает на схему сравнения С, где осуществляется его компарирование с заданным эталонным напряжением E_0 . Сигнал рассогласования усиливается и формируется в усилителе-формирователе УФ и в дальнейшем используется для управления фазой смещения в схеме смещения СС.

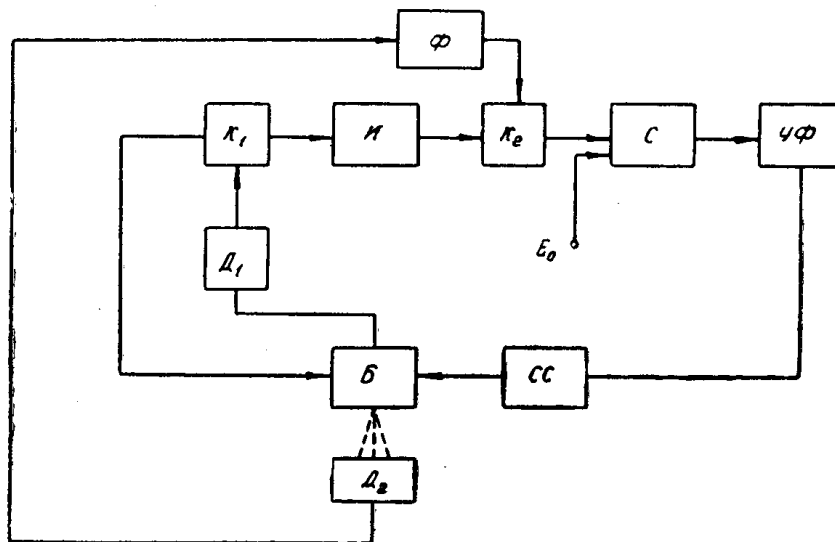


Рис. 1. Блок-схема управления энергией излучения бетатрона

Заметим, что при правильном выборе параметров интегрирующей схемы и при условии высокой стабильности этих параметров и параметров эквивалентной схемы электромагнита бетатрона из системы можно исключить датчик D и ключевой элемент K_1 , поскольку в любой момент времени при любых законах изменения сетевого напряжения сигнал на выход интегратора будет пропорционален намагничивающему току и, соответственно, магнитной индукции на равновесной орбите.

Впервые идея такого способа регулирования рассматривалась, насколько нам известно, в работе [3]. Здесь же указано, что в эксперименте с такой системой получены положительные результаты. Несомненно, что только прямые методы измерения максимума энергии тормозного излучения бетатрона позволяют создать системы регулирования энергией по отклонениям в прямом смысле этого термина.

Практических попыток в этом направлении пока не делается из-за отсутствия необходимых для этого датчиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Комар, С. П. Круглов, И. В. Лопатин. ДАН СССР, 167, № 4, 785—788, 1966.
2. А. П. Комар, С. П. Круглов, И. В. Лопатин. ЖТФ, т. 36, № 9, 1966.
3. Н. Н. Чернов. Автореферат кандидатской диссертации. ФТИ АН СССР, Л., 1966.