

Н. Н. БАЛАМАТОВ, Б. С. ИШХАНОВ, В. Г. ШЕВЧЕНКО,
Б. А. ЮРЬЕВ

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СЕЧЕНИЙ И УГЛОВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПРОДУКТОВ ФОТОЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Для того чтобы при работе с тормозным гамма-излучением бетатронов с достаточной степенью точности вычислять сечения фотоядерных реакций, необходимо измерять кривую выхода с примерно на порядок большей точностью. Ошибки в экспериментальном определении обусловлены статистической ошибкой в определении выходов продуктов ядерных реакций, ошибкой в определении энергии электронов в бетатроне, дрейфом аппаратуры, определяющей интенсивность потока гамма-квантов, и ошибкой, связанной с временной нестабильностью регистрирующей аппаратуры.

Существенное уменьшение большинства указанных ошибок достигается с помощью установки, описанной в [1]. Нами сконструирована установка подобного типа для одновременного измерения выходов фотопротонов под тремя углами.

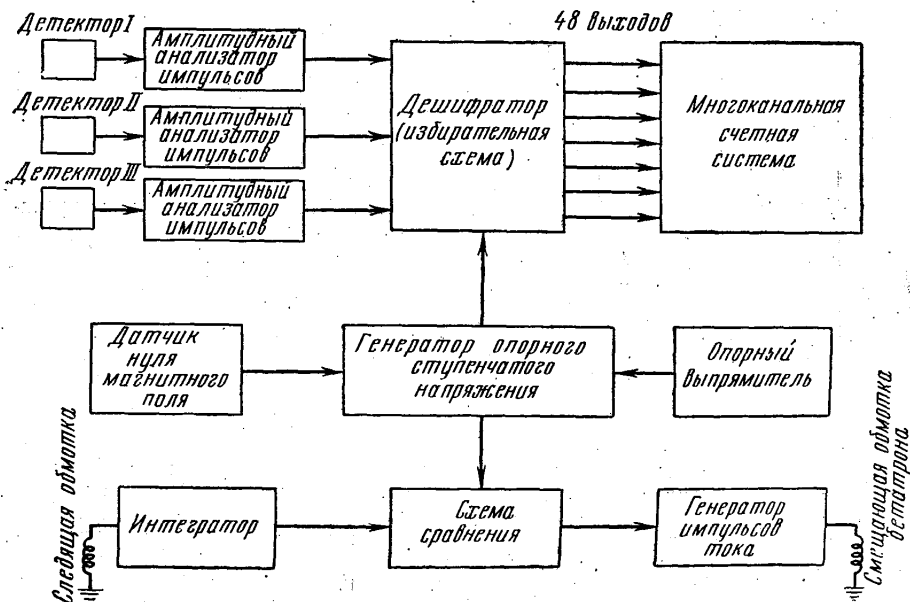


Рис. 1. Блок-схема установки

Блок-схема установки

Установка состоит из двух синхронно работающих блоков: блока регулировки и стабилизации энергии электронов и блока регистрации. Блок-схема приведена на рис. 1.

Регулировка энергии осуществляется по принципу, описанному в [2]. В следящей обмотке вырабатывается э.д.с., пропорциональная изменению магнитного поля на радиусе равновесной орбиты. Так как э.д.с. следящей обмотки сдвинута по фазе относительно напряженности поля на $\frac{\pi}{2}$ для получения напряжения $u(t)$, пропорционального напряженности магнитного поля, в зазоре электромагнита использован интегратор. Сигнал с интегратора поступает на схему сравнения.

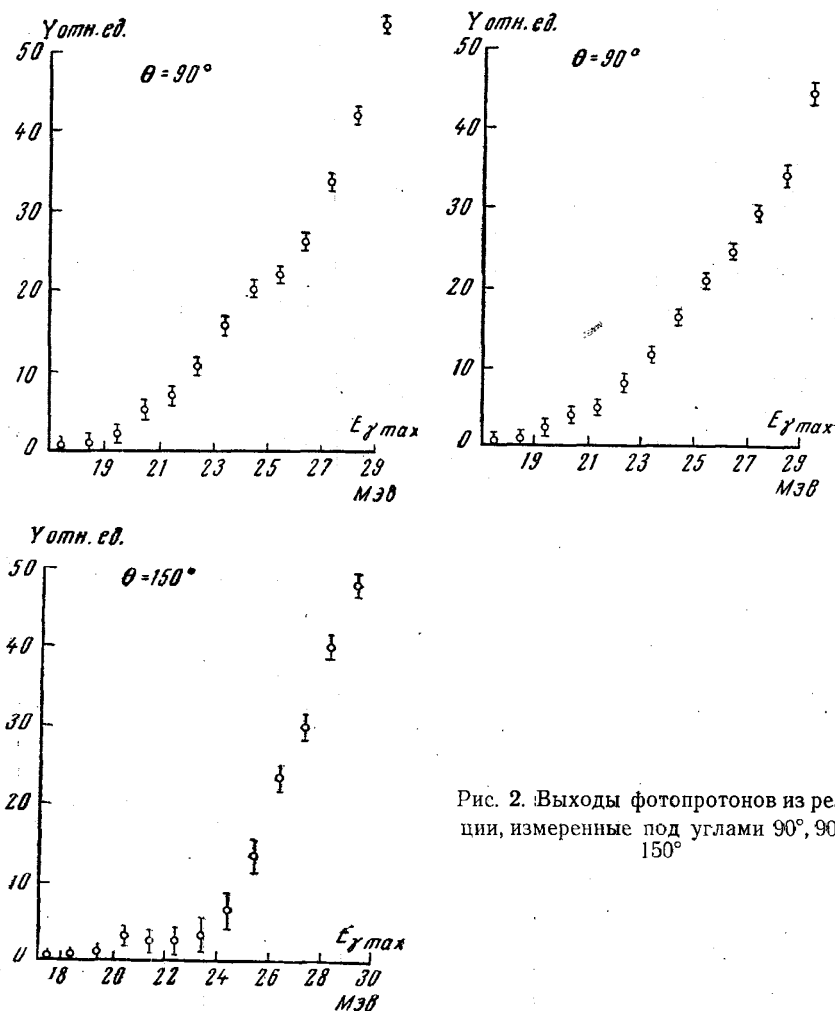


Рис. 2. Выходы фотопротонов из реакции, измеренные под углами 90° , 90° , 150°

Одновременно с генератора опорного ступенчатого напряжения на схему сравнения подается напряжение, величина которого меняется в каждом цикле ускорения. В момент времени, когда напряжение с интегратора становится равным опорному, схема сравнения формирует положительный импульс для запуска генератора импульсов тока. Импульс тока амплитудой 300 а с генератора тока подается на смещающую обмотку бетатрона, что приводит к сбросу ускоренных электронов на мишень. Синхронизация работы всей установки осуществляется импульсом датчика нуля магнитного поля. Генератор опорного ступенчатого напряжения вырабатывает на каждый отрицательный импульс датчика ступеньку постоянной стабилизированной амплитуды длительностью периода изменения магнитного поля ускорителя (0,02 сек).

Принцип работы генератора опорного напряжения основан на сложении равных токов в цепочке сопротивлений, составленной по двойному закону [3]. На цепочку сопротивлений подается напряжение от опорного выпрямителя со стабильностью не хуже $\pm 0,01\%$. Амплитуда ступеньки стабилизирована не хуже $\pm 0,03\%$. Фотопрото-

ны, образующиеся в результате фотоядерных реакций, регистрируются тремя фотомножителями ФЭУ-13, которые могут располагаться под тремя углами к направлению пучка гамма-квантов.

Импульсы с умножителей поступают на амплитудные анализаторы импульсов ААДО-1 и далее через дешифратор [4] на многоканальную счетную систему. Дешифратор переключает счетные каналы синхронно с изменением энергии ускоряемых электронов. В качестве счетной системы использована с некоторыми изменениями счетная система многоканального амплитудного анализатора БМА-50, выполненная на лампах с холодным катодом МТХ-90. Контроль работы всех узлов схемы осуществляется следующим образом: с генератора проверочных импульсов, частота которых может изменяться в пределах 1—150 гц, импульсы подаются на три входа дешифратора. При правильной работе схемы число импульсов, набранных в каждом канале, должно быть одинаковым.

Результаты эксперимента

Для проверки работы схемы были проведены измерения выходов фотопротонов из циркония. Регистрация велась под углами 90° , 90° и 150° по отношению к пучку гамма-квантов. Градуировка схемы проводилась по порогу реакций $\text{Si}^{68}(\gamma+n)$ и изломом кривой выхода $\text{O}^{16}(\gamma, n)$ путем регистрации наведенной бета-активностью продуктов реакции, возникавших при фиксированных уровнях опорного напряжения.

Изменение энергии происходило на цирконии в интервале от 18—31 Мэв через 1 Мэв. Доза гамма-излучения определялась с помощью тонкостенной алюминиевой камеры, градуированной по показаниям толстостенной камеры [5]. Полученные кривые выхода представлены на рис. 2. При градуировке толстостенная камера помещалась на место облучаемой мишени. Выходы указаны с учетом фона, определенного в отдельной серии измерений без мишени. На кривой приведены статистические ошибки измерений, составлявшие не более 7% при наименьших энергиях и не более 2% при наибольших $E_{\gamma\text{max}}$. После усреднения данных, полученных под разными углами, из суммарной кривой выхода матричным методом Пенфольда и Лейсса [6] была вычислена кривая сечения, приведенная на рис. 3.

Приведенные измерения показали надежность и хорошую стабильность работы схемы, позволяющую измерять выходы при малых нагрузках в течение длительного времени с довольно высокой точностью. В заключение выражаем благодарность за ценные советы и консультации О. В. Богданкевичу, а также И. М. Капитонову, И. М. Пискареву и Н. Г. Водянову.

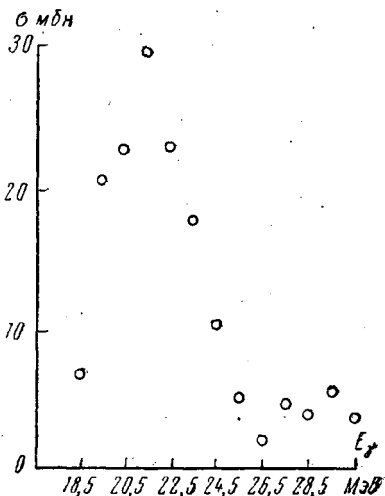


Рис. 3. Сечение реакции $\text{Zr}^{90}(\gamma-p)$

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданкевич О. В. «Атомная энергия», 12, вып. 3, 199, 1962.
2. Баламатов Н. Н., Юрьев Б. А. ПТЭ, 4, 36, 1963.
3. Лаут В. Н., Любович Л. Н. Запоминающие устройства на электронно-лучевых трубках быстродействующей электронно-счетной машины АН СССР. Изд-во АН СССР, М., 1957.
4. Майоров Ф. В. Электронно-вычислительные устройства. Госэнергоиздат, М., 1957; Вычислительная техника и ее применение. Под редакцией Лебедева. Госэнергоиздат, М., 1959.
5. Flowers et al B. Proc. Phys. Soc., 65B., 286, 1952.
6. Pentold A. S., Leiss I. E. Analysis of Photo Cross sections University of Illinois, 1958.

Поступила в редакцию
18. 8 1963 г.

НИИЯФ