

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

420 / 83

12/1-83

13-82-743

Ю.Г.Будяшов, А.Л.Шишкин.

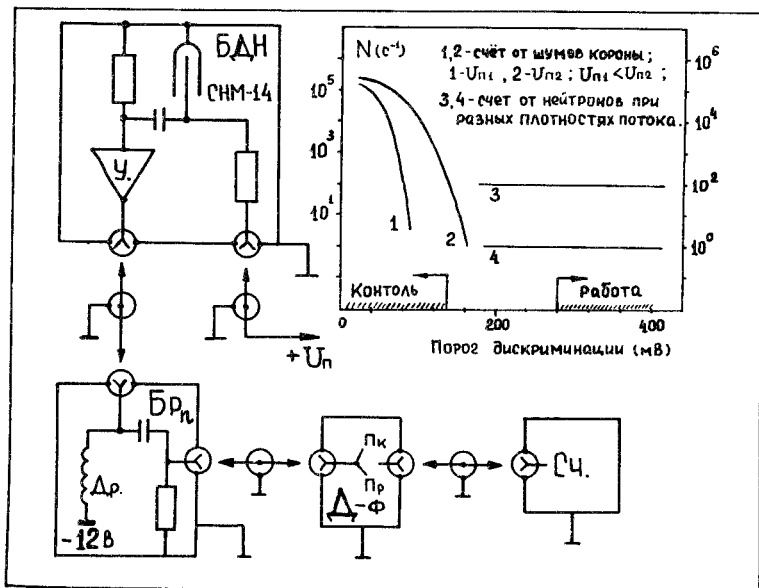
КАНАЛ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ НЕЙТРОНОВ
С ДАТЧИКОМ НА ОСНОВЕ
КОРОННОГО СЧЕТЧИКА СМ-14

1982

В настоящей работе представлена структура канала детектирования нейтронов. Датчик канала сделан на основе промышленного коронного счетчика СММ-14. Описаны эксплуатационные характеристики и способ проверки стабильности работы измерительного тракта. Электронные и функциональные блоки, входящие в состав канала, разработаны для системы дозиметрического контроля на ускорителе протонов высоких энергий /установке $\Phi/^{1,2/}$.

СТРУКТУРА КАНАЛА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ НЕЙТРОНОВ

Канал детектирования нейтронов, представленный на рисунке, состоит из блока детектирования /БДН/ на основе СММ-14 в полиэтиленовом замедлителе, блока развязки /БР_н/ постоянного питания для усилителя БДН от сигнала, поступающего на вход дискриминатора-формирователя /ДФ/, и счетчика импульсов /Сч/. Принципиальные



Структура и характеристики канала детектирования нейтронов.

схемы БДН, БР_n и ДФ описаны в работе^{/3/}. В качестве счетчика импульсов можно использовать любое пересчетное устройство с порогом срабатывания не выше 0,7 В и с максимальной частотой не ниже 500 кГц, например, промышленный прибор ПСО2-2еМ.

Чувствительность БДН с замедлителем диаметром 270-272 мм к быстрым нейтронам Рс-Ве источника - около 0,6 имп.см²/нейтрон. С учетом естественного и собственного фона минимальный флюенс быстрых нейтронов, который можно зарегистрировать за месяц с точностью +30% в 95%-ном доверительном интервале, равен приблизительно $1,5 \cdot 10^8$ нейтр./м², что соответствует эквивалентной дозе $h \approx 5,8$ мкЗв/0,58 мбэр/.

СПОСОБ И МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ СТАБИЛЬНОСТИ РАБОТЫ КАНАЛА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ НЕЙТРОНОВ НА ОСНОВЕ КОРОННОГО СЧЕТЧИКА

Задача контроля стабильности работы измерительных каналов занимает важное место при проведении любых измерений. Более того, в многоканальных системах должен предусматриваться дистанционный автоматический контроль. В связи с физическими особенностями коронного счетчика^{/4/} до сих пор единственным средством подобного типа контроля были альфа-источники бленкерного типа, которые к тому же требуют специальной конструкции коронных счетчиков - в торце счетчика должно быть тонкостенное окно, как, например, у СММ-41.

Авторы настоящей работы предлагают новый способ проверки стабильности работы каналов с датчиками на основе коронных счетчиков. Суть предложения заключается в том, что в качестве контрольного источника импульсов используется шум, создаваемый коронным разрядом. Для реализации этого способа измерительный тракт должен иметь два порога: низкий - для регистрации сигналов от шумов короны и от нейтронов $N_k + N_n$; высокий - для регистрации, в основном, сигналов, рожденных нейтронами N_n . Так как зависимость счета импульсов шумов короны от порога дискриминации характеризуется резким спадом /см. рис./, то практически всегда можно выбрать такие значения порогов, при которых погрешности измерения и контроля будут минимальными, т.е. $N_k \gg N_n$ при контрольном пороге P_k , и $N_k \ll N_n$ - при рабочем пороге P_p . Установка порога может производиться соответствующим изменением коэффициента усиления БДН или подстройкой порога дискриминации в блоке ДФ, как это сделано в предлагаемом канале /см. рис./. Методика пригодна для проверки трактов с любым типом коронных счетчиков и обладает достаточной простотой.

РАБОЧИЕ ПАРАМЕТРЫ КАНАЛА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ НЕЙТРОНОВ

1. Напряжение питания счетчика СММ-14

Выбор напряжения питания счетчика определяется условиями эксплуатации. Так, в случае, если БДН предполагается использовать в смешанных полях радиации с известным фоном гамма-излучения I_0 /А/кг/, то рабочее напряжение V_p можно определить по формуле

$$V_p = V_3 + bI_0, \quad /1/$$

где $V_3 \approx 660$ В - напряжение зажигания короны, а $b \approx 10^7$ В.кг.А^{-1/2}/ Допустимая плотность потока нейтронов определяется, в основном, мертвым временем коронного счетчика и не может быть, по-видимому, больше значения $10,5 \pm 1,0 \cdot 10^9$ /нейтрон/м². с/, что соответствует эквивалентной мощности дозы /20-40/ мкЗв/с. При более высоких интенсивностях необходимо учитывать просчеты и изменение анодного напряжения.

С точки зрения обеспечения правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок желательно напряжение питания СММ-14 держать в пределах до 1000 В.

2. Стабильность работы электроники канала

Для оценки влияния нестабильности на изменение контрольных и рабочих счетов значения порогов удобнее выразить в относительных единицах:

$$z = (\Pi - \theta_0) / \sigma, \quad /2/$$

где θ_0 - среднее значение амплитуды для рассматриваемого распределения сигналов, а σ - среднеквадратическое отклонение. Как показано в работе^{/2/}, распределение амплитуд сигналов, выраженное в единицах z , можно аппроксимировать нормальным законом с нулевым средним и единичной дисперсией, причем отношение σ / θ_0 для каждого экземпляра счетчика практически постоянно и равно $\approx 0,36$. Нестабильность величины порога δ приводит к изменению z :

$$z \pm \Delta z = (\Pi - \theta_0) / \sigma \pm \delta \Pi / \sigma \quad /3/$$

и, в свою очередь, к разбросу счетов $N(z)$:

$$N(z) = [0,5 \pm \Phi(z)] N_0, \quad /4/$$

где $\Phi(z)$ - интеграл вероятности; знак плюс в формуле /4/ соответствует $z \leq 0$, N_0 - параметр распределения, характеризующий наибольшее значение счета $N(z)$.

Таблица

Нестабильность счета $N(z)$ коронного счетчика СМ-14 в зависимости от величины порога в единицах z и его относительной нестабильности δ .

№№ пп	$\delta, \%$ z	$\delta, \%$			
		5,0	10,0	20,0	30,0
1	-1,0	1,025	1,047	1,085	1,115
		0,973	0,944	0,878	0,805
2	-0,5	1,057	1,110	1,202	1,277
		0,940	0,877	0,746	0,614
3	0,0	1,111	1,221	1,425	1,599
		0,899	0,779	0,575	0,401
4	+0,5	1,200	1,402	1,827	2,230
		0,820	0,659	0,399	0,221
5	+1,0	1,317	1,687	2,554	3,502
		0,738	0,528	0,247	0,102
6	+2,0	1,723	2,825	6,557	12,648
		0,552	0,289	0,068	0,012

В таблице приведены данные по нестабильности счета $N(z)$ коронного счетчика СМ-14 в зависимости от величины z и относительной нестабильности δ порога P , где каждому набору z и δ соответствуют два значения счета $N(z)$: верхнее - $N(z - \Delta z)/N(z)$ и нижнее - $N(z + \Delta z)/N(z)$, определенные по формулам /3/ и /4/.

Проводилась опытная проверка стабильности работы канала детектирования нейтронов в течение 50 смен /25 дней по две восьми-часовые смены/. Температура окружающей среды в этот период изменялась в пределах от 8 до 30°C.

Результаты проверки показали, что при рабочем пороге $z_p \approx -0,8$ не заметно какого-либо влияния температуры на показания счета от контрольного источника нейтронов в пределах ошибок измерений /+6%/. Стабильность контрольного счета от импульсов короны, как и было указано выше, зависит от величины z . Так, при $z_k \approx +2,3$ колебания контрольного счета $N_k(t^\circ\text{C})$ относительно $N_k(t=19^\circ\text{C})$ не превышают 35%, а при $z_k \approx +1,0$ - 20%, что дает суммарную нестабильность параметров канала в этом диапазоне температур $\leq 0,25\%/^\circ\text{C}$.
Дополнительные исследования позволили определить, что при температурах от -15°C до +60°C относительное изменение амплитуды сигналов на выходе БДН^{3/} изменяется линейно:

$$\eta \approx at - b_1,$$

где $a \approx /0,16 \pm 0,03\%/^\circ\text{C}$, а $b_1 \approx /3,2 \pm 0,5\%$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный способ контроля стабильности работы каналов детектирования нейтронов с датчиками на основе коронных счетчиков обладает достаточной простотой, чувствительностью и надежностью, но, самое главное, позволяет автоматизировать процесс контроля независимо от типа коронного счетчика.

Проведенные исследования^{1/2/} и приведенные в настоящей работе данные разрешают получить обоснованные параметры канала:

- напряжение питания - $V = 900-1000 \text{ В}$;
- рабочий порог - $z_p \leq -0,5$;
- контрольный порог - $z_k \leq 0$;
- допустимая температурная нестабильность - $\leq 0,4\%/^\circ\text{C}$;
- температурный диапазон t - $30^\circ\text{C} \pm 60^\circ\text{C}$;
- наибольшие изменения счета относительно измерений при комнатной температуре $t = 19 \pm 3^\circ\text{C}$ в диапазоне $-30^\circ\text{C} \pm 60^\circ\text{C}$:
контрольного $N_k 0,58 \pm 1,40$ ($z = 0$),
рабочего $N_p 0,75 \pm 1,17$ ($z = -0,5$).

Следует подчеркнуть, что соответствующим выбором z можно всегда добиться желаемой чувствительности контроля рабочих параметров тракта /см. таблицу/.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комочков М.М., Шишкин А.Л. ОИЯИ, Р16-81-108, Дубна, 1981.
2. Сидоров В.Т., Шишкин А.Л. ОИЯИ, Р16-82-25, Дубна, 1982.
3. Будяшов Ю.Г. и др. ОИЯИ, 13-80-881, Дубна, 1980.
4. Шишкин А.Л. ОИЯИ, 13-80-616, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел
20 октября 1982 года.

Будяшов Ю.Г., Шишкин А.Л.
Канал детектирования нейтронов с датчиком
на основе коронного счетчика СНМ-14

13-82-743

Представлена структурная схема и описаны эксплуатационные характеристики канала детектирования нейтронов с датчиком на основе коронного счетчика СНМ-14. Чувствительность канала к нейтронам Pu-Be источника - около 0,6 имп.см²/нейтрон. Предложен новый способ проверки стабильности работы всего тракта измерений, основанный на использовании шумов короны в качестве контрольного источника импульсов. Описанные приборы и способ разработаны для системы дозиметрического контроля на ускорителе протонов высоких энергий - установке "Ф".

Работа выполнена в Отделе радиационной безопасности и радиационных исследований ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Budyashov Yu.G., Shishkin A.L.
Neutron Detection Channel with a Counter
Based on SNM-14 Corona Counter

13-82-743

The block diagram is presented and performance characteristics of the neutron detection channel with a counter based on SNM-14 corona counter are described. The channel sensitivity to neutrons of Pu-Be source is about 0.6 pulses.cm²/neutron. A new way of testing the stability of performance of all the measurement line is proposed. It is based on using corona noises as a control pulse source. These devices and testing are developed for a dosymetric control system of the JINR high energy proton accelerator ("F" installation).

The investigation has been performed at the Department of Radiation Safety and Radiation Researches, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.