

Измерения дозного поля смешанного излучения за стальной защитой

М. О. ЗЕЛЬЧИНСКИЙ, М. М. КОМОЧОВ, Б. С. СЫЧЕВ, А. П. ЧЕРЕВАТЕНКО

УДК 621.039.58:539.125.5

Цель настоящих исследований — восполнить некоторый пробел в экспериментах по прохождению нейтронов высоких энергий в железе [1] путем определения мощности дозы и коэффициента качества QF смешанного излучения, отдельные энергетические группы которого измерены пороговыми детекторами. Дозовые измерения были выполнены тканеэквивалентной рекомбинационной ионизационной камерой* [2, 3] с эффективным объемом 120 см^3 . Эксперимент был проведен в барьерной геометрии (рис. 1), в качестве защиты использовалась стальная амбразура в стене здания синхротрона (толщина стены 4 м) [4]. Пропуская пучок нуклонов через открытый до определенной толщины коллиматор, можно имитировать ослабление этого пучка в барьерной защите. Опыт проводили на протонном пучке ($E = 660 \text{ Мэв}$), так как интенсивность нейтронного пучка на три-четыре порядка ниже.

В результате эксперимента были измерены значения мощности дозы, коэффициента качества и потоки нейтронов различных энергетических групп в нескольких точках вдоль линий 1, 2 и 3 (см. рис. 1), расположенных по условному радиусу R . Ионизационная камера перемещалась по линии 2; пороговые детекторы размещались по линиям 1 и 3. В качестве пороговых детекторов использовали сцинтилирующую пластмассу ($\text{C}^{12} \rightarrow \text{C}^{11}$), фосфор ($\text{P}^{31} \rightarrow \text{Si}^{31}$) и индий в кадмиевом чехле ($\text{In}^{115} \rightarrow \text{In}^{116m}$). Первая реакция характеризует плотность потока нейтронов с энергией $E > 20 \text{ Мэв}$, вторая — плотность потока быстрых нейтронов ($E \approx 2 \div 20 \text{ Мэв}$) и третья — плотность потока резонансных нейтронов ($E = 1,44 \text{ эв}$).

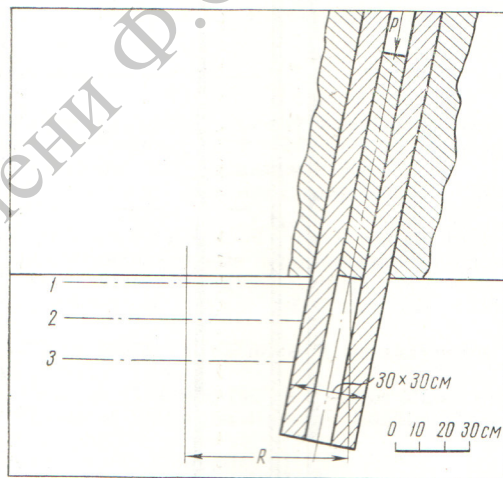
Углеродные детекторы были прокалиброваны с помощью схемы $\beta - \gamma$ -совпадений; эффективное сечение реакции принималось равным 21 мбарн ; приборная погрешность калибровки не превышала 20%. Детекторы из фосфора были прокалиброваны на $\text{Po} - \text{Be}$ -источнике; эффективное сечение реакции для нейтронов, выходящих из защиты, принималось равным 100 мбарн ; приборная погрешность калибровки составляла не более 20%. Индиевые детекторы были прокалиброваны путем сравнения с детекторами из золота, эффективность регистрации которых определялась с помощью схемы $\beta - \gamma$ -совпадений; показания детекторов из индия соответствовали величине EF (E в районе $1,44 \text{ эв}$, где $F(E)$ — энергетический спектр нейтронов; приборная погрешность калибровки не превышала 10%.

Рекомбинационная тканеэквивалентная камера была градуирована по мощности дозы на гамма-источнике Co^{60} ; погрешность градуировки составляла 10%. Градуировка камеры по значению коэффициента качества была проверена на гамма-источнике Co^{60} и нейтронном источнике $\text{Pu} - \text{Be}$. Для этих источников были получены следующие значения коэффициента качества: $\text{Co}^{60} 0,99 \pm 0,08$; $\text{Pu} - \text{Be} 7,05 \pm 0,34$. Расчетные значения QF соответственно равны 1 и 6,8.

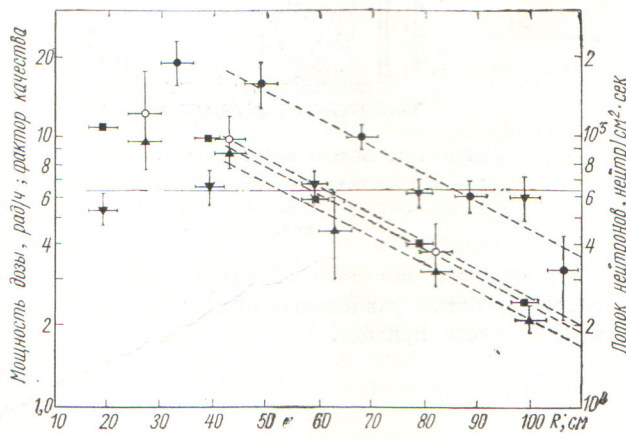
Результаты измерений приведены на рис. 2. Для пороговых детекторов указаны средние арифметические значения потоков нейтронов, соответствующие одинаковым радиальным отклонениям. На рис. 2 приведены

также интерполяционные кривые для сравнения показаний всех детекторов и дозиметра в одной точке.

В таблице проводится сравнение потоков нейтронов с эквивалентом мощности дозы, соответствующей предельно допустимому уровню для профессионального облучения по данным работы [5]. Соотношение между дозой и дозным эквивалентом находилось путем усреднения коэффициента качества по пяти его измеренным значениям в предположении, что коэффициент качества не зависит от R . Усредненное значение составляло $6,2 \pm 0,4$. Погрешность значений потоков и доз, приведенных в таблице, не превышает 20%; в эту величину не входит ошибка, связанная с калибровкой детекторов.



Р и с. 1. Геометрия эксперимента.



Р и с. 2. Распределение по условному радиусу потока нейтронов (● — углерод, ○ — фосфор, ▲ — индий), мощности дозы (■) и фактора качества (▼).

* Камера разработана при содействии Международного агентства по атомной энергии (контракт 392-Rb).

Сравнение измеренных значений мощности дозы и потоков нейтронов

Мощность дозы		Плотность потока нейтронов, нейтр/см ² ·сек	
мГад/ч	мбэрад/ч	быстрые	сверхбыстрые
0,45	2,8	4,8	8,5

Несмотря на то что геометрия опыта не соответствовала стандартным условиям, из полученных результатов можно сделать следующие выводы.

1. Во всех измеренных точках соотношение между потоками нейтронов различных энергий и мощностью дозы постоянно в пределах ошибок эксперимента.

2. Значение коэффициента качества в пределах экспериментальных ошибок не зависит от радиального отклонения.

3. Соотношение между потоками нейтронов вполне соответствует данным, полученным в опытах на железе

толщиной 1 м [1]. Относительное уменьшение вклада нейтронов низких энергий объясняется барьерностью геометрии в настоящих опытах.

Из перечисленных пунктов следует, что эквивалент мощности дозы в защите из железа, на которую падают нейтроны с энергией несколько сот мегаэлектронвольт, по-видимому, незначительно зависит от спектра нейтронов высоких энергий.

Поступило в Редакцию 15/VI 1967 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. С. Сычев и др. «Атомная энергия», 20, 323 (1966).
2. М. Зельчинский. Neutron Dosimetry. Vol. II. Vienna, IAEA, 1963, p. 397.
3. М. Зельчинский и др. Препринт ОИЯИ Р9-3363. Дубна, 1967.
4. М. М. Комочков, В. М. Мекедов. «Атомная энергия», 8, 152 (1960).
5. Санитарные правила работы с радиоактивными веществами и источниками понижающих излучений. М., Госатомиздат, 1963.

Содержание J^{131} в молоке, траве и щитовидных железах рогатого скота в Чехословакии после атмосферных ядерных взрывов 1964—1966 гг.

М. ГОУШКОВА

(Институт радиационной гигиены, Прага, Чехословакия)

В атмосфере Чехословакии были обнаружены радиоактивные продукты от ядерных испытаний в октябре 1964 г. и мае 1965 г. Метод обнаружения заключался в измерениях активности Zr^{95} и Nb^{95} в осадках [1, 2] и кривых распада проб ежедневных осадков, отобранных приблизительно через 14 суток после ядерных испытаний [2, 3].

В лаборатории Института радиационной гигиены после первого, второго и четвертого ядерных взрывов было проведено определение содержания J^{131} в траве, коровьем и козьем молоке, кроме того, после второго взрыва определялось содержание J^{131} в щитовидных железах рогатого скота. Для определения J^{131} в молоке был использован несколько измененный экстракционный метод [4]. После выпаривания около 500 мл подщелоченного молока проводилась щелочно-окислительная шавка, при этом весь радиоактивный йод вместе с носителем переводился в элементарный йод, после чего он экстрагировался CCl_4 . Затем элементарный йод восстанавливали до йодида, экстрагировали обратно в водную фазу и осаждали в виде TlJ [5]. Для измерений радиоактивности образца использовали низкофоновый проточный счетчик, с помощью которого можно было определять активность до 2 пкюри. При активности выше 10 пкюри ошибка определения содержания J^{131} составляла $\pm 5\%$. Для определения J^{131} в щитовидной железе рогатого скота использовали тот же метод (во всех случаях брали всю щитовидную железу). Из травы J^{131} выделяли путем гидролиза щелочью при нагревании, после чего окислительно-восстановительным процессом его пере-

водили в элементарный йод и определяли тем же способом, что и у предыдущих веществ. Вес травы для одного образца составлял 20—50 г.

После первого ядерного взрыва (октябрь 1964 г.) определяли содержание J^{131} в течение первой половины ноября в пробах коровьего и козьего молока, взятых в разных местах республики, отличающихся высотой над уровнем моря и количеством осадков. Поскольку осенью травяной покров скуден, J^{131} был обнаружен только в пробах козьего молока и только в одном случае в коровьем молоке (с высоколежащей местности).

После второго ядерного взрыва в мае 1965 г. изотоп J^{131} был обнаружен в траве долины и коровьем молоке; радиоактивного йода в козьем молоке в этих областях было в несколько раз больше, чем в коровьем молоке. В период 16/VI — 2/VIII 1965 г. определяли содержание J^{131} в щитовидных железах крупного рогатого скота (весом ~400 кг), взятых на мясокомбинате в г. Праге.

После четвертого ядерного взрыва (октябрь 1966 г.) определяли содержание радиоактивного йода в козьем молоке и траве в возвышенных районах.

Результаты, приведенные в таблице, показывают, что после упомянутых ядерных испытаний на территории Чехословакии были обнаружены лишь небольшие количества J^{131} в исследованных пробах. Только в козьем молоке после четвертого взрыва было найдено более высокое содержание J^{131} (71,4 пкюри/л). Следует отметить, что в этот период в стране уже не было подходящих условий для пастбы (через несколько дней

УДК 551.577.7