

Ц-76

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



1618/2-77

25/4-

P16 - 10390

В.И.Цовбун

ОЦЕНКА ПОЛЕЙ РАДИАЦИИ ВБЛИЗИ ЗДАНИЙ
ЭЛЕКТРОННЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ
НА ЭНЕРГИИ 0,5÷3 МэВ
С ПЛОСКИМИ ПОТОЛОЧНЫМИ ПЕРЕКРЫТИЯМИ

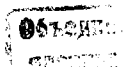
1977

P16 - 10390

В.И.Цовбун

ОЦЕНКА ПОЛЕЙ РАДИАЦИИ ВБЛИЗИ ЗДАНИЙ
ЭЛЕКТРОННЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ
НА ЭНЕРГИИ $0,5 \div 3$ МэВ
С ПЛОСКИМИ ПОТОЛОЧНЫМИ ПЕРЕКРЫТИЯМИ

Направлено в АЭ



Оценка полей радиации вблизи зданий электронных ускорителей на энергии 0,5-3 МэВ с плоскими потолочными перекрытиями

Показана возможность применения расчёта прохождения тормозного излучения через потолочные проемы в приближении однократного рассеяния для зданий электронных ускорителей с плоскими потолочными перекрытиями. Результатом расчёта является оценка отношения мощности дозы излучения за потолочным перекрытием над мишенью к мощности дозы в максимуме на местности от излучения, вышедшего через потолочное перекрытие.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

P16 - 10390

Tsovboon V.I.

Radiation Fields Evaluations Near 0.5-3 MeV
Electron Accelerator Buildings with Plane
Ceilings

Availability of the one-scattering approximation in calculations of the bremsstrahlung transported through the ceiling's gaps is shown for the electron accelerator buildings with plane ceilings.

As a result the evaluations have been obtained for the ratios between the dose rates above the target on ceiling and the maximum dose rates near buildings.

The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

© 1977 Объединенный институт ядерных исследований Дубна

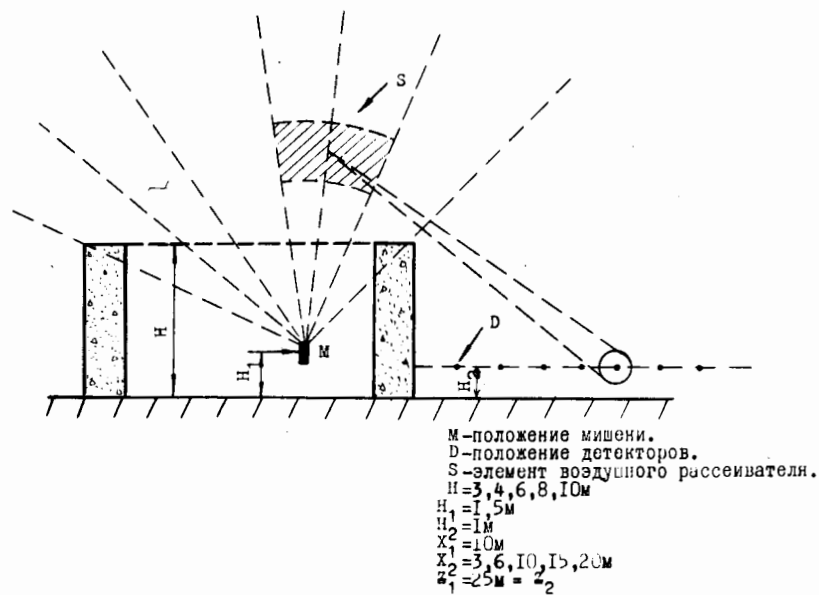
В работе^{/1/} приближение однократного рассеяния фотонов на пути от мишени к детектору было использовано для расчетов полей радиации вблизи зданий электронных ускорителей, образованных тормозным излучением, вышедшим через проем потолочного перекрытия. Результаты^{/1/} применимы для случаев, когда можно пренебречь влиянием на поле излучения на местности взаимодействия тормозного излучения с веществом потолочного перекрытия. Это ограничило область применения результатов, рассчитанных в приближении однократного рассеяния, ускорителями с малыми токами электронного пучка. Однако простота расчетов, малые затраты времени ЭВМ и, следовательно, возможность производить вариантыные расчеты - все это побуждало искать возможность применения результатов, полученных с помощью приближения однократного рассеяния, для ускорителей, имеющих защитное потолочное перекрытие.

Здесь будут рассматриваться только плоские потолочные перекрытия. В практике проектирования биологической защиты^{/2/} принимается, что точка за защитой над мишенью /расположенная под углом 90° к направлению движения электронного пучка/ является контрольной, то есть именно в этой точке защита должна обеспечивать требуемую мощность дозы излучения*.

Полагая, что излучение на местности вблизи здания обусловлено только излучением, прошедшим через потолочное перекрытие, рассмотрим отношение мощностей

* Максимум мощности дозы не находится точно над мишенью. Если проанализировать угловые распределения тормозного излучения^{/3/} и параметры ослабления этого излучения при падении на защиту под разными углами^{/4/}, можно заметить, что максимальная мощность дозы будет превышать мощность дозы над мишенью не более чем в 2 раза.

дозы над мишенью за защитным потолочным перекрытием к максимуму мощности дозы на местности. Проанализируем связь этого отношения с подобным отношением для случая, когда отсутствует потолочное перекрытие, то есть для геометрии, в которой производились расчеты /1/ /см. рисунок/.



Геометрические условия расчета, разрез и план здания.

После прохождения тормозного излучения через потолочное перекрытие изменится его пространственное распределение и энергетический состав. Рассмотрим влияние этих изменений на результаты расчета по программе /1/.

Энергетические распределения тормозного излучения, прошедшего через барьеры из обычного бетона типа IА-3^{/5/} для нормально падающего излучения, были рассчитаны методом Монте-Карло способом, описанным в /6/. Спектры падающего на барьер излучения заимствованы из /7/ для мишени из Au. Защитные барьеры ослабляли излучение до кратностей $\sim 10^3$. Энергетические распределения были рассчитаны при максимальных энергиях, рассматриваемых в /1/, и углах падения излучения на защиту до 60° . Распределения были проинтегрированы в пределах телесного угла 2π . Полученная информация о спектрах вводилась в программу /1/ вместо спектральных распределений тормозного излучения, вылетающего из мишени. Результаты расчета слабо зависели от искажений спектров защитным барьером, так что мощности доз на местности отличались друг от друга не более чем в 1,5 раза в ту или другую сторону.

Пространственное распределение. В программу /1/ вводились пространственные распределения мощностей доз в элементах проема, соответствующие мощностям доз за бетонным потолком. При одинаковых мощностях доз над мишенью мощность дозы в максимуме на местности получалась меньше для защищенного потолка, так как мощности доз в элементах, близких к детекторам, меньше мощности дозы над мишенью.

Однако описанная выше процедура не учитывает изменения углового распределения в пределах самого пространственного элемента. Известно /8/, что при падении плоского мононаправленного излучения на барьер под углом к нормали, отличным от нуля, средний угол выходящего за барьер излучения меньше, чем угол падения. В рассматриваемом случае это приводит к большей направленности вверх углового распределения за потолочным перекрытием по сравнению с проемом. А так как не менее 90% вклада в максимум дозы на местности вносят элементы проема, расположенные вперед от мишени /1/, то такое перераспределение углов вылета фотонов не приведет к увеличению мощности дозы в максимуме на местности.

Итак, деформация энергетического и пространственного распределений излучения, вносимая потолочным перекрытием здания электронного ускорителя, не приводит к значительному увеличению мощности дозы в максимуме на местности по сравнению со случаем, когда перекрытие отсутствует, при условии, что в обоих случаях мощности доз над мишенью на уровне потолочного перекрытия равны. При этом мощность дозы в максимуме на местности для здания с перекрытием будет либо меньше, либо превысит, но не более чем в 2 раза /точность расчетов $1/1$ / соответствующую мощность дозы для здания без перекрытия.

Таблица

Отношение мощностей доз над мишенью на уровне потолочного перекрытия к мощностям доз в максимуме на местности /умножить на 10^3 /

Энергия электронов, МэВ	Высота здания, м	Расстояния до защитной стены X2, м				
		3	6	10	15	20
0,5	3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
	4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
	6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	8	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
	10	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
1	3	3	2	1	2	2
	4	2	1	1	1	1
	6	2	1	0,8	0,8	0,9
	8	1	1	0,9	0,8	0,8
	10	1	1	0,9	0,7	0,8
1,5	3	14	5	4	5	5
	4	10	5	3	3	3
	6	6	4	3	2	2
	8	4	3	3	2	2
	10	4	3	2	2	2
2	3	25	7	5	5	5
	4	13	6	4	4	3
	6	10	6	4	4	2
	8	6	5	4	3	2
	10	5	4	3	3	2
3	3	35	10	7	5	5
	4	28	10	7	4	3
	6	15	9	6	4	3
	8	11	7	5	4	3
	10	8	6	4	3	3

Проведенный анализ позволяет использовать результаты расчетов, полученные в приближении однократного рассеяния, для зданий электронных ускорителей с бетонным потолочным перекрытием. В таблице результатов представлены отношения мощностей доз над мишенью на уровне потолочного перекрытия к мощностям доз в максимуме на местности. Для большинства геометрических вариантов эти данные являются нижней оценкой соответствующего отношения у зданий с потолочным перекрытием /в большей степени это справедливо для меньших отношений H/X^2 /, однако их следует использовать с обычно применяемым в расчетах защиты коэффициентом запаса, равным двум.

Автор выражает большую благодарность М.М. Комочкову за постоянный интерес к работе и ценные советы.

Литература

1. Цанне Д., Цовбун В.И. ОИЯИ, Р16-9481, Дубна, 1976.
2. Машкович В.П. В кн.: Вопросы дозиметрии и защиты от излучений, вып. 2. МИФИ, М., 1963, с. 109.
3. Цовбун В.И. ОИЯИ, 16-7104, Дубна, 1973.
4. Цовбун В.И. ОИЯИ, Р16,7834, Дубна, 1974.
5. Бродер Д.Л., Зайцев Л.Н., Комочков М.М. и др. Бетон в защите ядерных установок. Атомиздат, М., 1966, с. 232.
6. Руководство по радиационной защите для инженеров, том 1 /под редакцией Д.Л. Бродера/. Атомиздат, М., 1972.
7. Rester D.H., Dance W.E., Derrickson J.T. Journal of Applied Physics, 1970, 41, p.2682.
8. Викторов А.А. Атомная энергия, 1970, 29, с. 286.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 января 1977 года.