

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника ФГУП
«ГосНИИПП» по испытаниям —
начальник представительства


А.В. Сегень
«06» Июль 2007г.



ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

ПО ОЦЕНКЕ КРАТНОСТИ ОСЛАБЛЕНИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ
ОБРАЗЦАМИ МАГНЕЗИАЛЬНО-БАРИТОВОЙ ШТУКАТУРКИ
«АЛЬФАПОЛ ШТ-БАРИТ»

1. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ
 1.1 Целью испытаний являлась оценка кратности ослабления гамма – излучения образцами магнезиально-баритовой штукатурки «Альфапол ШТ-Барит»

2. ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ

2.1 Объектом испытаний являлись образцы магнезиально-баритовой штукатурки «Альфапол ШТ-Барит»:

- образец № 1 - плитка толщиной 10мм (250 x 250 мм);
- образец № 2 - плитка толщиной 28мм (300 x 300 мм).

2.2 Изготовитель образцов - ООО «Альфа-Пол».

3. ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

При проведении испытаний применялись дозиметр ДКГ-PM1203М и эталонные меры активности.

Дозиметр ДКГ-PM1203М (Polimaster, № 503257) предназначен для непрерывного измерения мощности амбинентной [1, стр. 19, 35, 87, 89] эквивалентной дозы $H^*(10)$ - МЭД. Технические характеристики дозиметра представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики дозиметра ДКГ-PM1203М

Техническая характеристика	Параметр
Диапазон измерения МЭД	от 0,1 до 2000 мкЗв/ч
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД	$\pm (15 + A_1/H + A_2 * H)\%$, где: A_1 – коэффициент равный 1,5 мкЗв/ч; A_2 - коэффициент равный 0,0025 (мкЗв/ч) ⁻¹ ; H – измеренная МЭД в мкЗв/ч.
Пределы дополнительной относительной погрешности: - при изменении температуры от нормальной до повышенной или пониженной - при крайних значений напряжения питания - при изменении влажности от нормальной до повышенной	$\pm 15\%$ $\pm 10\%$ $\pm 10\%$
Диапазон энергий	от 0,06 до 1,54 МэВ
Энергетическая зависимость чувствительности относительно энергии 0,622 МэВ (цезий - 137) в пределах энергий: - от 0,06 до 0,662 МэВ - от 0,662 до 1,5 МэВ	$\pm 25\%$ $\pm 15\%$

Эталонные меры активности (точечные спектрометрические источники гамма-излучения) являются рабочими эталонами II разряда. Эталонные меры активности выполнены в геометрии ОСГИ по ТУ-17-03-82 (диск диаметром 29мм, в центре которого находится активное пятно диаметром не более 3мм, герметизированного двумя полимерными

Радионуклид	Дата поверки	Активность, Бк	Погрешность, % (P = 0,95)
Кобальт - 60	14.12.2005	49800	3
Цезий - 137	14.12.2005	8600	3
Натрий - 22	14.12.2005	46700	3
Барий - 133	14.12.2005	60500	3
Кобальт - 57	14.12.2005	122000	3
Америций - 241	14.12.2005	9400	3

4. МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ

4.1 Оценка кратности ослабления гамма-излучения проводилась экспериментально-расчетным способом:

- для образца толщиной 10мм – экспериментально-расчетным способом;
- для образца толщиной 28мм - расчётным способом.

4.2 Кратность ослабления оценивалась как отношение мощности экспозиционной дозы на поверхности защиты (испытуемого образца) к мощности экспозиционной дозы после защиты [2, стр. 310, 338].

4.3 Экспериментально-расчетный способ выполнения оценки кратности ослабления гамма-излучения (образец толщиной 10мм).

Мощность дозы в геометрии «без защиты» регистрировалась на расстоянии (d) от источника гама-излучения равном толщине образца (рисунок 1а). В геометрии «за защитой» мощность дозы регистрировалась вплотную к поверхности исследуемого образца на одной оси с источником гама-излучения (рисунок 1б).

Исходя из условия электронного равновесия (керма в воздухе) измеряемая дозиметром ДКГ-PM1203M мощность амбиентной эквивалентной дозы при значениях коэффициентов перехода W_R и n равных 1 выражалась в мкГр/ч [3, стр. 7, 37].

Кратность ослабления определялась как отношение величины МЭД, измеренной в геометрии «без защиты», к величине МЭД, измеренной в геометрии «за защитой». Для снижения систематической погрешности измерения проводились по 10 раз. Значения МЭД рассчитывались как среднее арифметическое. Среднеквадратическое отклонение оценки кратности ослабления для экспериментального способа не превышает 20%.

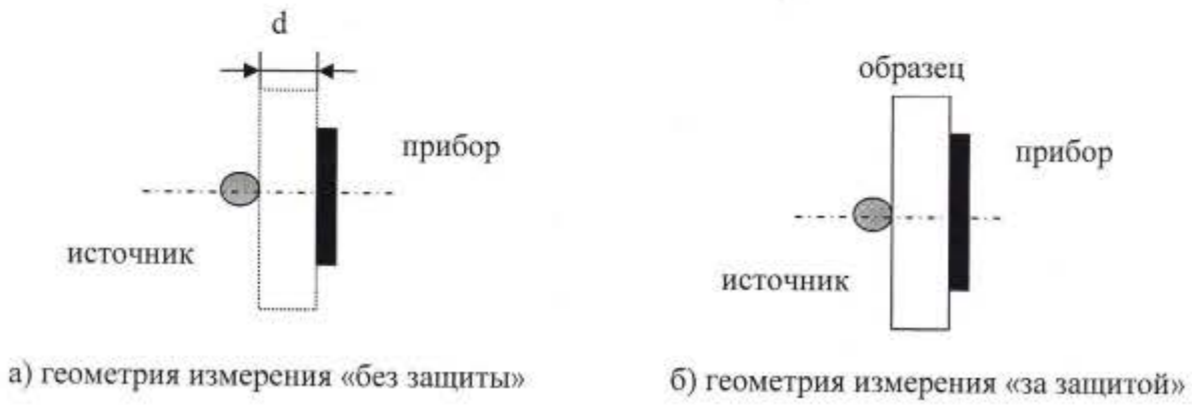


Рисунок 1 – Схемы измерений



4.4 Расчётный способ оценки кратности ослабления гамма-излучения.

Применение расчётного способа основано на том, что образцы выполнены из одинакового материала и имеют одну и ту же характеристику по ослаблению гамма-излучения. Полученные экспериментальные значения кратности ослабления для одной толщины материала, позволяют пересчитать их значения для требуемой толщины материала. Точность расчетной оценки определяется точностью измерений на одной толщине материала.

Расчетный способ для образца толщиной 28мм применялся в связи с недостаточной мощностью применяемых источников для экспериментального определения параметров гамма-излучения за защитой, из-за резкого увеличения кратности ослабления на низких энергиях излучения.

Для расчетной оценки использовался закон ослабления гамма-излучения при прохождении через вещество:

$$N = N_0 * e^{-\mu x}, \quad (1)$$

где: N – интенсивность гамма-излучения за защитой;

N_0 - интенсивность гамма-излучения перед защитой;

μ - линейный коэффициент ослабления гамма-излучения (см^{-1} ; $\mu = f(E, z)$ [2, стр. 24].);

x – толщина материала.

Если материал один и тот же, а толщина разная, то тогда получим:

$$N_1 = N_0 * e^{-\mu x_1}, \quad (2)$$

$$N_2 = N_0 * e^{-\mu x_2}. \quad (3)$$

После деления обеих частей уравнений (формулы 2 и 3) на N_0 и смены знака показателя степени (μx) получим следующие выражения кратности ослабления:

$$k_{\text{осл1}} = N_0 / N_1 = e^{\mu x_1} \quad (4)$$

$$k_{\text{осл2}} = N_0 / N_2 = e^{\mu x_2} \quad (5)$$

Логарифмируя выражения кратности ослабления (формулы 4 и 5) получим:

$$\ln k_{\text{осл1}} = \mu x_1 \quad (6)$$

$$\ln k_{\text{осл2}} = \mu x_2 \quad (7)$$

После сравнительной оценки выражения кратности ослабления (формулы 6 и 7) получим:

$$\ln k_{\text{осл1}} / \ln k_{\text{осл2}} = x_1 / x_2 \quad (8)$$

или после подстановки значений $x_2 = 28\text{мм}$ и $x_1 = 10\text{мм}$:

$$\ln k_{\text{осл2}} = 2,8 * \ln k_{\text{осл1}}, \quad (9)$$

где: $k_{\text{осл2}}$ – расчётная величина кратности ослабления для данного источника гамма-излучения;

$k_{\text{осл1}}$ – экспериментально определённая величина кратности ослабления для данного источника гамма-излучения

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

5.1 Результаты экспериментальной оценки кратности ослабления гамма-излучения образцом облицовочной плитки толщиной 10мм представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты экспериментальной оценки кратности ослабления (образец толщиной 10мм)

Радионуклид	Энергия, МэВ (основная линия)	МЭД, мкГр/ч (рисунок 1а)	МЭД, мкГр/ч (рисунок 1б)	Кратность ослабления
Кобальт - 60	1,250 *	1,44	1,05	1,37
Цезий - 137	0,660	0,70	0,64	1,09
Натрий - 22	0,511	10,45	8,60	1,22
Барий - 133	0,360	2,54	1,41	1,80
Кобальт - 57	0,122	0,75	0,15	5,00
Америций - 241	0,0595	0,10	0,01	10,00

Примечание: *эффективная энергия.

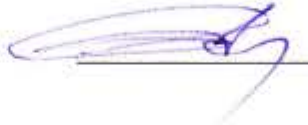
5.2 Результаты расчётной оценки кратности ослабления образцом облицовочной плитки толщиной 28мм представлены в таблице 4 и на рисунке 2.

Таблица 4 - Результаты расчётной оценки кратности ослабления (образец толщиной 28мм)

Радионуклид	Энергия, МэВ (основная линия)	Кратность ослабления ($K_{осл1}$)	Кратность ослабления ($K_{осл2}$)	$K_{осл2}/K_{осл1}$
Кобальт - 60	1,250*	1,37	2,42	1,8
Цезий - 137	0,660	1,09	1,27	1,2
Натрий - 22	0,511	1,22	1,75	1,4
Барий - 133	0,360	1,80	5,19	2,9
Кобальт - 57	0,122	5,00	90,60	18,1
Америций - 241	0,0595	10,00	631,00	63,1

Примечание: *эффективная энергия.

5. ГОСТ Р 51532-99 Средства защиты от рентгеновского излучения в медицинской диагностике. Часть 1. Определение ослабляющих свойств материалов.

Начальник отдела
 В.П. Стояров