



ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



Заместитель генерального директора
по научной работе

К.В. Чекирда

«24» апреля 2026 г.

Протокол измерений защитных свойств материалов –
радиационно-защитных смесей
№ 210/006-2026-И

Лист 1
Всего листов 7

1 Объект измерений: два образца радиационно-защитной баритовой штукатурки на комплексном вяжущем Кальматрон Эконом Барит (№ 1 и № 2) и два образца радиационно-защитного состава двухкомпонентного эластичного Кальматрон Эластик Барит (№ 3 и № 4) ТУ 23.64.10-018-47517383-2026. Габаритные размеры образцов, представленных на испытания, приведены в таблице 1. Внешний вид образцов представлен на рисунках А.1 – А.4. Образцы изготовлены и представлены на испытания ООО «Кальматрон», г. Новосибирск, ИНН 5404146195.

Таблица 1 – Габаритные размеры образцов

№ образца	1	2	3	4
Длина, мм	149	149	149	149
Ширина, мм	151	151	151	151
Толщина мин, мм	21,1	20,4	21,3	23,1
Толщина макс, мм	21,3	20,9	22,2	25,2
Толщина сред, мм	21,2	20,6	21,8	23,9

2 Место проведения измерений: ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», г. Санкт-Петербург, Московский пр-т, д. 19, корп. 3, пом. 208.

3 Дата проведения измерений: 23 апреля 2026 г.

4 Условия проведения измерений:

- температура окружающего воздуха 21,7 °С;
- относительная влажность воздуха 41 %;
- атмосферное давление 100,1 кПа;

5 Эталоны, средства измерений, измерительное оборудование, стандартные образцы:

Наименование	Тип	Зав. №	Характеристики	Примечание
Государственный первичный эталон	ГЭТ 8-2019	–	$S_0=(0,11-0,15)\%$, $\theta_0=(0,42-1,1)\%$	Паспорт на первичный эталон
Метеомер	МЭС-200А	4989	Диапазон измерений температуры минус 40–85 °С; погрешность $\pm 0,2$ °С. Диапазон измерений давления 800-1100 гПа; погрешность ± 3 гПа. Диапазон измерений влажности 0-98 %; погрешность ± 3 %	Свидетельство о поверке № С-В/07-11-2025/486930200 действительно до 06 ноября 2026 г.



Протокол измерений № 210/006-2026-И

Лист 2
Всего листов 7

Наименование	Тип	Зав. №	Характеристики	Примечание
Дозиметр рентгеновского и гамма-излучения	ДКС-АТ1123	0697	Диапазон измерения мощности амбиентного эквивалента дозы 50 нЗв/ч – 10 Зв/ч, погрешность $\pm 15\%$.	Свидетельство о поверке № С-В/10-03-2026/509638310 действительно до 09 марта 2027 г.
Комплект свинцовых пластин	—	—	Габариты 230×204 мм, толщины от 0,15 до 3,0 мм; погрешность измерения толщины не более $\pm 1\%$.	Протокол испытаний № 61-И от 18.02.2003 выдан Лабораторией испытаний радиационной защиты и рентгенодиагностической аппаратуры
Штангенциркуль цифровой	RD-30	3326	Диапазон измерений от 0 до 300 мм, погрешность $\pm 0,02$ мм (до 100 мм), $\pm 0,03$ мм (свыше 100 мм),	Свидетельство о поверке № С-В/28-08-2025/463532389 действительно до 27 августа 2026 г.

6 Методика измерений

6.1 Измерения свинцового эквивалента образцов материала выполнялись в поле прямого пучка рентгеновского излучения методом сравнения с мерой, в качестве которой использовался комплект ослабителей, изготовленных из свинцовых пластин определенной толщины. В фиксированной точке поля рентгеновского излучения были определены кратности ослабления рентгеновского излучения свинцовыми пластинами различной толщины и образцами испытываемых материалов. Полученные данные были представлены в виде графиков функции, определяющих зависимость кратности ослабления излучения от толщины свинца или испытываемого материала. По графику функции для испытываемого материала определялась эквивалентная толщина образца, выраженная в миллиметрах, при которой кратность ослабления рентгеновского излучения образца и свинцовых пластин заданной толщины (свинцовый эквивалент) одинакова.

6.2 Измерение кратности ослабления образцами и свинцовыми пластинами проводились в условиях геометрии узкого пучка на эталонной дозиметрической установке УЭД 50-320 из состава Государственного первичного эталона ГЭТ 8-2019, оснащенной рентгеновским аппаратом ISOVOLT 320 HS с рентгеновской трубкой COOMET с анодом из вольфрама, первичной фильтрацией 0,75 мм Ве и дополнительной фильтрацией 3,1 мм Al. Выбор дополнительного фильтра был выполнен в соответствии с требованиями СанПиН 2.6.4115-25 (Приложение 5).

6.3 Измерения проводились при анодном напряжении 100 кВ и 160 кВ с использованием электрометра Keithley 6517В и ионизационной камеры типа ТМ32005 из состава Государственного первичного эталона ГЭТ 8-2019.

6.4 Измерения кратности ослабления образцов проводились в 5 точках, расположенных в середине и по краям образцов. При измерениях образец устанавливался таким образом, чтобы ось пучка излучения проходила через точку контроля и была перпендикулярна плоскости образца. Кратность ослабления свинцовых пластин определялась в центре пластины. Расстояние от дальней (по отношению к источнику излучения) поверхности образцов и пластин до анода рентгеновской трубки составляло 400 мм. Устройство коллимации обеспечивало



формирование пучка излучения диаметром не более 20 мм на дальней поверхности контролируемого образца. Ионизационная камера располагалась на расстоянии 400 мм от поверхности образца.

6.5 Кратность ослабления излучения образцом K_m , отн. ед., вычислялась по формуле:

$$K_m = \frac{\dot{K}_0}{\dot{K}_m} \quad (1)$$

где: $\dot{K}_m$ – среднее арифметическое мощности кермы в воздухе в поле рентгеновского излучения за образцом, Гр/с;

$\dot{K}_0$ – среднее арифметическое мощности кермы в воздухе в поле рентгеновского излучения без образца, Гр/с.

6.6 Кратность ослабления излучения свинцовой пластиной K_{pb} , отн. ед., вычислялась по формуле:

$$K_{pb} = \frac{\dot{K}_0}{\dot{K}_{pb}} \quad (2)$$

где: $\dot{K}_{pb}$ – среднее арифметическое мощности в воздухе в поле рентгеновского излучения за свинцовой пластиной, Гр/с;

$\dot{K}_0$ – среднее арифметическое мощности кермы в воздухе в поле рентгеновского излучения без свинцовой пластины, Гр/с.

6.7 Ширина (толщина) материала измерялась в 4 точках с помощью цифрового штангенциркуля. Результаты измерений толщины образцов представлены в таблице 1.

7 Результаты измерений:

7.1 Результаты измерений кратности ослабления рентгеновского излучения образцами и свинцовыми пластинами представлены в таблицах 2 – 4.

Таблица 2 – Кратность ослабления рентгеновского излучения образцом при напряжении генерирования 100 кВ

№ образца	K_m при напряжении генерирования 100 кВ в точке контроля, отн. ед.						СКО, %
	1	2	3	4	5	среднее	
1	106,0	105,8	104,7	103,5	108,4	105,7	0,8
2	94,2	95,2	91,9	94,1	93,3	93,7	0,6
3	100,5	104,6	98,9	103,0	99,3	101,3	1,1
4	125	124	124	121	126	123,9	0,7

Таблица 3 – Кратность ослабления рентгеновского излучения образцом при напряжении генерирования 160 кВ

№ образца	K_m при напряжении генерирования 100 кВ в точке контроля, отн. ед.						СКО, %
	1	2	3	4	5	среднее	
1	18,0	18,0	17,9	17,8	18,3	18,0	0,4
2	16,9	17,0	16,6	16,9	16,8	16,8	0,3
3	17,7	18,0	17,4	17,9	17,5	17,7	0,7
4	20,0	19,9	19,8	19,5	20,1	19,8	0,5



Протокол измерений № 210/006-2026-И

Лист 5
Всего листов 7

образца по его площади S_2 . Формула для вычисления S_x может быть представлена в следующем виде:

$$S_x = \sqrt{S_1^2 + S_2^2} \quad (4)$$

7.4 Доверительные границы случайной погрешности оценки измеряемой величины вычислялись ε по формуле

$$\varepsilon = t \cdot S_x \quad (5)$$

где: t – коэффициент Стьюдента, для количества измерений $n_i = 5$ и $P = 0,95$ $t = 2,571$.

Коэффициент K определялся по формуле:

$$K = \frac{\varepsilon + \theta_\Sigma(P)}{S_x + S_\theta} \quad (6)$$

8 Выводы: в результате проведенных измерений защитных свойств двух образцов радиационно-защитной баритовой штукатурки на комплексном вяжущем Кальматрон Эконом Барит (№ 1 и № 2) и двух образцов радиационно-защитного состава двухкомпонентного эластичного Кальматрон Эластик Барит (№ 3 и № 4) ТУ 23.64.10-018-47517383-2026, изготовленных ООО «Кальматрон», определены кратность ослабления и свинцовый эквивалент образцов для напряжения генерирования 100 кВ и 160 кВ. Результаты измерений кратности ослабления и свинцового эквивалента приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Кратность ослабления рентгеновского излучения образцами

Напряжение генерирования, кВ	Кратность ослабления, отн. ед.	Свинцовый эквивалент, мм Рb	Доверительные границы погрешности измерений, % ($P = 0,95$)
Образец № 1			
100	105,7	0,88	2,8
160	18,0	0,55	2,4
Образец № 2			
100	93,7	0,84	2,6
160	16,8	0,53	2,3
Образец № 3			
100	101,3	0,86	3,4
160	17,7	0,54	2,7
Образец № 4			
100	124	0,93	2,8
160	19,8	0,58	2,4

Измерения выполнил:
Научный сотрудник НИЛ 2103

Д.С. Гришин

1. Частичное воспроизведение протокола не допускается без разрешения ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».
2. Полученные результаты относятся только к указанным в протоколе объектам измерений.

Научный сотрудник НИЛ 2103

Д.С. Гришин



Протокол измерений № 210/006-2026-И

Лист № 6
Всего листов 7

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Внешний вид испытываемых образцов

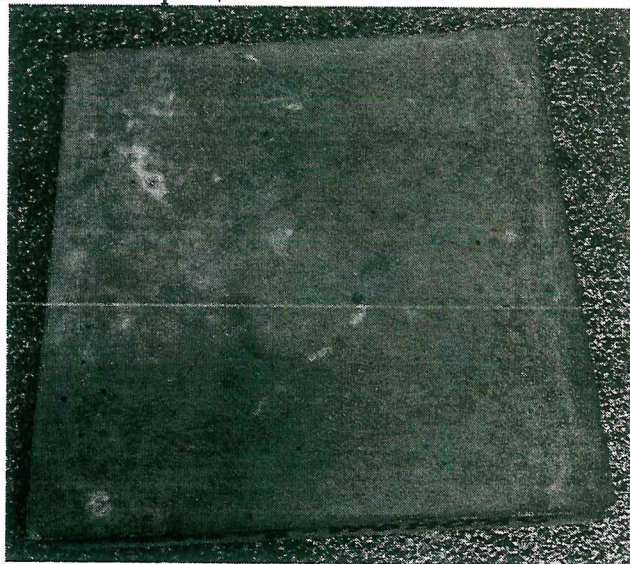


Рисунок А.1 – Внешний вид образца № 1

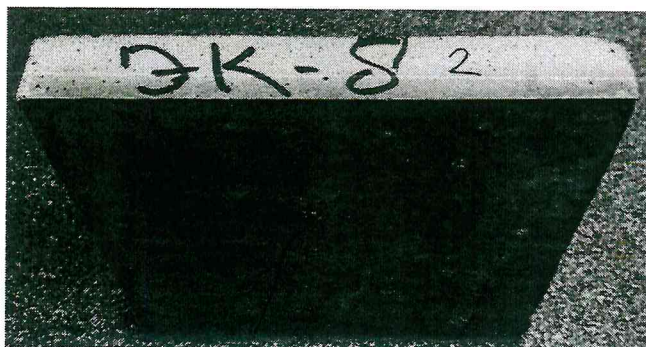


Рисунок А.2 – Внешний вид образца № 2



Рисунок А.3 – Внешний вид образца № 3

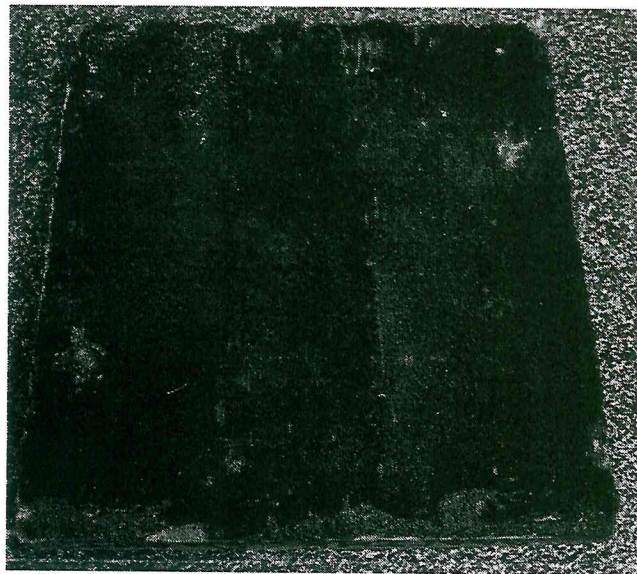


Рисунок А.4 – Внешний вид образца № 4

