

УДК 553.43:553.21

Р33

**ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА БАРИТА ТОО-МОЮНСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТЫ
ОТ РАДИАЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

**EFFECT OF TOO-MOYUN FIELD BARITE FRACTIONAL COMPOSITION
ON THE PROTECTION EFFECTIVENESS AGAINST RADIATION**

©Турдубаева Ж.,

Ошский технологический университет,

г. Ош, Кыргызстан

©Turdubaeva Zh.,

Osh Technological University, Osh, Kyrgyzstan

©Ташполотов Ы.,

д-р физ.-мат. наук

Ошский государственный университет,

г. Ош, Кыргызстан

©Tashpolotov Y.,

Dr. habil.

Osh State University, Osh, Kyrgyzstan

Аннотация. Исследованы химический, фракционный состав барита Тоо–Моюнского месторождения Ошской области Кыргызской Республики. На основе полученных результатов сделан вывод о том, что барит, находящийся в отвалах горных пород месторождения Тоо–Моюн можно использовать в качестве наполнителя для получения композитного материала для защиты от радиационных излучений.

Сравнительный анализ полученных данных для частиц баритового (50–500 мкм) наполнителя с массовой концентрацией 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, и 60% показали, что экспериментальные результаты ослабления бета и гамма излучения при увеличении толщины баритового композита его защитная способность от радиации, заполненной микроскопическими наполнителями барита увеличилась. В процессе экспериментальных исследований значения кратности увеличения бета излучение при толщине слоя композита 2,0 см составило примерно 2 раза, а в случае толщины композита 5 см степень ослабления бета излучения составило максимальное значение, т. е. 100%. В то же время гамма излучение при толщине композита 2 см поглощается в 1,3 раза, а при толщине композита 5 см радиационные излучения полностью поглощаются.

Abstract. The chemical, fractional composition of barite of Too–Moyunsky deposit of Osh region of the Kyrgyz Republic is investigated. Based on the results obtained, it is concluded that barite found in the rock dumps of the Too–Moyun deposit can be used as a filler to produce a composite material for protection from radiation. A comparative analysis of the obtained data for particles of barite (50–1500 μm) filler with a mass concentration of 10%, 20%, 30%, 40% , 50% and 60% showed that the experimental results of attenuation of beta and gamma radiation with increasing barite composite thickness its radiation protection ability modified by microscopic excipients barite, increased, which is explained by an increase in the number of scattering centers. The maximum value of the increase in the beta radiation attenuation multiplication in the course of the experiment on the thickness of the protective layer of the composite 2,0 cm was approximately 2 times, and in the case of a composite thickness of 5 cm, the attenuation of the beta radiation was a

maximum value, that is 100%. At the same time, gamma radiation at a composite thickness of 2 cm is absorbed 1,3 times, and at a composite thickness of 5 cm, the radiation is completely absorbed.

Ключевые слова: барит, химический состав, фракционный состав, защита от радиационного излучения.

Keywords: barite, chemical composition, fractional composition, protection against radiation.

В настоящее время для защиты персонала от радиоактивного излучения, используется материал полученный с использованием композитного материала с наполнителем из оксидных порошков (1). Нормы радиационной безопасности регламентированы для разных химических элементов в документе (2).

В данной статье для получения и повышения удельной эффективности экранирования от радиационного излучения нами использовались бариты Тоо–Моюнского месторождения Кыргызской Республики [1] с различным фракционным составом в качестве наполнителя композиционного материала. Для изучения данной задачи, в первую очередь определили химический состав барита [2] с помощью спектрального анализа (Таблица 1) [1].

Таблица 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БАРИТА
ТОО–МОЮНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОШСКОЙ ОБЛАСТИ КР (масс%).

<i>Химические элементы, соединения</i>	<i>Процентное содержание, %</i>	<i>Примечание</i>
Железо(Fe)	0,4	
Золото (Au)	—	следы
Алюминий(Al)	0,02	
Медь (Cu)	0,02	
Свинец (Pb)	—	следы
Магний (Mg)	0,23	
Марганец(Mn)	0,03	
BaSO ₄	56,19	
CaCO ₃	7,43	
SO ₃	9,65	
Fe ₂ O ₃	3,66	
Цинк	—	следы

Из Таблицы 1 видно, что барит, используемый нами в качестве наполнителя для получения защитного композитного материала от радиации, состоит из нескольких основных компонентов (BaSO₄, CaCO₃, SO₃ и Fe₂O₃). Из литературных источников известно, что сульфат бария(BaSO₄) сильно поглощает рентгеновские и гамма–лучи [3] и бетон изготовленный с 40% добавкой барита, хорошо защищает людей от радиационного излучения [4–5], например, в атомных электростанциях. Роли остальных компонентов барита не существенны для защиты от проникающих излучений.

Для получения композитного защитного материала от радиации, поэтому решили использовать минерал барита Тоо–Моюнского месторождения.

В начальном этапе с целью получения композита предположили, что, если, композитный материал состоит из ультрадисперсных частиц наполнителя [6–7], то качество материала для защиты от радиации по-видимому будет наилучшим. Однако, в ходе исследований, проведенные нами показали, что условия, предполагаемые нами не оптимальны при получении более высокоэффективного композиционного материала для защиты от радиации [8].

С целью получения защитного материала от радиации порошкообразный баритовый наполнитель приготовили следующим образом: 1 кг баритовой руды с размерами 3–8 мм в течение 8 мин измельчили на шаровой мельнице. Порошок полученный, таким образом, через сито с размерами ячеек с 50 до 1500 мкм последовательно просеивали. Частицы с размерами более 1500 мкм отбросили.

В результате для приготовления баритового композитного материала использовали порошок со следующим фракционным составом (Таблица 2):

Таблица 2.

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ БАРИТОВОГО ПОРОШКА

<i>Размер частиц, мкм</i>	<i>Содержание, гр.</i>
Менее 50	10,6
50–100	15,0
100–200	20,0
200–315	15,0
315–600	20,0
600–1000	16,4
1000–1500	14,0

При этом удельная плотность баритового порошка составляла $8,4 \text{ г/см}^3$, а соотношение максимального диаметра частиц к минимальному диаметру составляет 600:1. Таким образом, для приготовления композиционного материала с использованием барита нами проведены механическая обработка твердых частиц баритового наполнителя, в результате которой происходит измельчение и пластическая деформация веществ, ускоряется массоперенос и осуществляется перемешивание компонентов смеси на атомарном уровне, активируется химическое взаимодействие твердых реагентов.

Для проведения экспериментов со смесью барита в качестве модифицирующего наполнителя были приготовлены образцы защитных материалов от РИ с различной степени неоднородности порошков по размерам с применением разных фракционных составов барита. Из полученной массы из смеси барита Тоо–Моюнского месторождения получали материал с толщиной 2–5 мм и путем сушки, образцы разных размеров для защиты от РИ.

На композиционном материале после механохимической обработки и горячего прессования при температуре 500–800 °С установлены равномерное распределение ультрадисперсных частиц барита в композите. При этом удельная плотность композиционного материала для защиты от радиации равнялась $5,5 \text{ г/см}^3$.

При проведении исследования поглощающей способности композиционного материала с наполнителем из баритового порошка для защиты от радиации получены экспериментальные результаты, представленные в Таблице 3, в виде зависимости ослабления интенсивности радиационного излучения от толщины баритового композиционного материала. Анализ результатов, полученные для частиц баритового (50–1500 мкм) наполнителя с массовой концентрацией 10%, 20%, 30%, 40% 50% и 60% показали, что при увеличении толщины баритового композита, модифицированного микроскопическими баритовыми наполнителями его радиационно–защитная способность возрастала.

В процессе экспериментальных исследований установлено, что значения кратности увеличения бета излучение при толщине слоя композита 2,0 см составило примерно 2 раза, а в случае толщины композита 5 см степень ослабления бета излучения составило максимальное значение, т. е. 100%. В то же время гамма–излучение при толщине композита 2 см поглощается в 1,3 раза, а при толщине композита 5 см радиационные излучения полностью поглощаются.

Таблица 3.

РЕЗУЛЬТАТЫ СТЕПЕНИ ПОГЛОЩЕНИЯ РАДИАЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
В БАРИТОВОМ КОМПОЗИТЕ

Толщина баритовой композиции, см	Виды радиационного излучения	Предельно-допустимая норма, мкЗв/ч	Мощность эталонного источника излучения, мкЗв/ч	Мощность излучения после прохождения баритовой композиции, мкЗв/ч
2	Бета-излучение	0,3	10,8	5,4
	Гамма-излучение	0,2	0,80	0,6
5	Бета-излучение	0,3	10,8	0
	Гамма-излучение	0,2	0,80	0

Из Таблицы 3 видно, что использование материала с модифицирующими баритовыми наполнителями эффективность защиты от радиации в сравнении с бетонным аналогом, значительно выше.

То есть при использовании порошкообразного, неоднородного по размерам частиц баритового наполнителя можно получить композитный материал для эффективной защиты от радиационного излучения (РИ).

При этом эффективность испытуемых образцов от РИ оценивались коэффициентом ослабления, т. е. на сколько раз уменьшаются значения величин радиационного излучения

Нами также показано, что защитный эффект материалов от РИ достигается в соотношениях наполнителей — 2:1, т. е. когда отношения диаметра порошков крупной фракции к наиболее мелкой фракции, составляет 2:1. Например, если диаметр частиц барита будет 50 мкм, то эффективное отношение будет колебаться от 10:1 до 30:1. Отсюда можно сделать вывод, что если в качестве наполнителя использовать баритовый порошок с диаметрами 50 микрон, то для получения защитного материала от РИ, диаметры частиц матрицы(цемента) должен колебаться от 500 до 1500 микрометров. То есть, для получения композитных защитных от РИ материалов необходимо наряду с использованием баритового наполнителя, необходимо оптимизировать величины отношения диаметров крупных частиц и мелких фракций матрицы и баритового наполнителя.

Таким образом экспериментально установлено, что эффективность композитного защитного материала от РИ зависит одновременно и от состава композиционного материала, и от фракционного состава матрицы и баритового наполнителя, из которого состоит композит. Это говорит о том, что защитная эффективность (удельная) от РИ зависит не только от толщины композита, но и коэффициент защиты отличается на несколько порядков в зависимости от степени однородности порошка наполнителя.

Источники:

(1). Межгосударственный стандарт. ГОСТ 12.4.217-2001. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты от радиоактивных веществ и ионизирующих излучений. Требования и методы испытаний (с поправкой).

(2). НРБ-76/87. Нормы радиационной безопасности.

Список литературы:

1. Турдубаева Ж., Ысманов Э. М., Ташполотов Ы., Садыков Э. Исследование барита Туя-Моюнского месторождения Кыргызстана // Научный электронный архив. Режим доступа: <http://econf.rae.ru/article/8550> (дата обращения: 24.01.2018).

2. Лыгина Т. З., Ахманов Г. Г., Власов В. В., Васильев Н. Г., Егорова И. П. и др. Исследование баритовых руд комплексом физико-химических методов (методические рекомендации). Казань, 2004. 96 с.
3. Артемьев В. А. Об ослаблении рентгеновского излучения ультрадисперсными средами // Письма в ЖТФ. 1997. Т. 23. №6. С. 5-9.
4. Павленко В. И., Маракин О. А., Бондаренко В. А., Шевцов И. П., Ефимов А. И. Патент РФ №2172989. Сухая смесь для приготовления неорганического радиационно-защитного композита. Опубликовано: 27.08.2001.
5. Погодаев А. М., Васильев Ю. В., Кирко В. И., Гурков В. И., Нагибин Г. Е., Колосова М. М. Патент РФ №2263983. Композиция для получения радиационно-защитного материала (варианты). Опубликовано: 10.11.2005.
6. Ташполотов Ы., Арапов Б. Самоорганизация фрактальных конденсированных систем. Бишкек: Илим, 2004. 132 с.
7. Хвостов С. А., Ананьева Е. С., Маркин В. Б. Влияние ультрадисперсного наполнителя на физико-механические характеристики полимерных матриц эпоксидной группы // Сборник трудов XII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии». Томск: Изд-во ТПУ, 2006. Т. 1. С. 503-506.
8. Кукушкин В. Д., Гошин М. Е. Аспекты радиационной и электромагнитной безопасности жилых помещений // Актуальные проблемы инженерного обеспечения в АПК: сб. науч. тр. 30-юбил. научно-практич. конф. Ч. 2. Ярославль: ЯГСХА, 2007. С. 85-89.

Sources:

- (1). Interstate standard. GOST 12.4.217-2001. Occupational safety standards system (SSBT). Means of individual protection against radioactive substances and ionizing radiation. Requirements and test methods (as amended).
- (2). NRB-76/87. Norms of radiation safety.

References:

1. Turdubayeva, Zh., Ismanov, E. M, Tashpolotov, Y., & Sadykov, E. Investigation of barite of Tuy-Moyun deposit of Kyrgyzstan. Scientific electronic archive. Access mode: <http://econf.rae.ru/article/8550> (reference date: January 24, 2013).
2. Lygina, T. Z., Akhmanov, G. G., Vlasov, V. V., Vasilyev, N. G., & Egorova, I. P. [and others]. (2004). The study of barite ores by a complex of physicochemical methods (methodological recommendations). *Kazan*, 96
3. Artemiev, V. A. (1997). On the attenuation of X-ray radiation by ultradispersed media. *Letters to the ZhTF*, 23 (6), 5-9.
4. Pavlenko, V. I., Marakin O. A., Bondarenko V. A., Shevtsov I. P., & Efimov A. I. Patent of the Russian Federation (2172989). Dry mixture for preparation of inorganic radiation-protective composite. Published on: 27.08.2001.
5. Pogodyev, A. M., Vasiliev, Yu. V., Kirko, V. I., Gurkov, V. I., Nagibin, G. E., & Kolosova, M. M. Patent of the Russian Federation (2263983). Composition for obtaining radiation-protective material (variants). Published on: 10.11.2005
6. Tashplotov, Y., & Arapov, B. (2004). Self-organization of fractal condensed systems. Nat. acad. Sciences of the Kyrgyz Republic, the Ministry of Education of the Kyrgyz Republic, the Osh State University. un-t. *Bishkek: Ilim*, 132
7. Khvostov, S. A., Ananieva, Ye. S., & Markin, V. B. (2006). Influence of ultradisperse filler on physicochemical characteristics of polymeric matrixes of epoxy group. *Collected Works of the XII International Scientific and Practical Conference of Students, Post-Graduates and Young Scientists Modern Technology and technology "Tomsk: Publishing house TPU*, V. 1. 503-506.

8. Kukushkin, V. D., & Goshin, M. (2007). Aspects of radiation and electromagnetic safety of living quarters. *Actual problems of engineering support in agroindustrial complex: Sat. tr. 30-yubile. scientifically-praktich. konf. Part 2. Yaroslavl: YASA*, 85-89

*Работа поступила
в редакцию 05.01.2018 г.*

*Принята к публикации
09.01.2018 г.*

Ссылка для цитирования:

Турдубаева Ж., Ташполотов Ы. Влияние фракционного состава барита Тоо-Моюнского месторождения на эффективность защиты от радиационного излучения // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №2. С. 28-33. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/turdubaeva> (дата обращения 15.02.2018).

Cite as (APA):

Turdubaeva, Zh., & Tashpolotov, Y. (2018). Effect of Too-Moyun field barite fractional composition on the protection effectiveness against radiation. *Bulletin of Science and Practice*, 4, (2), 28-33