

УДК 539.16

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРАНИТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ «МИКАШЕВИЧИ»**

**Березовский Н.И., Кужир П.Г., Попко С.В., Дубина М.М.**  
*Белорусский национальный технический университет*  
*Минск, Беларусь*

Около 2/3 дозы от всех источников радиации человек получает от природных источников. Население развитых стран большую часть времени проводит внутри помещений и поэтому важно знать дозы, формируемые естественными радионуклидами, содержащимися в строительных материалах. К этой проблеме тесно примыкают вопросы облучения людей радиоактивным газом радоном [1]. Радоновая проблема остро встала в 70-е годы прошлого века, когда внутри зданий в Швеции и Финляндии в воздухе помещений были обнаружены концентрации радона в 500 раз превышающие типичные значения в наружном воздухе.

В последние годы большое внимания уделяется изучению способов снижения уровней облучения населения. Эти вопросы крайне важны с точки зрения разработки стратегии средств защиты от вредного воздействия радиации. Предотвращение повышенного облучения населения во вновь строящихся или эксплуатируемых зданиях обусловлено нормированием содержания естественных радионуклидов в строительных материалах. Вопросы выбора участка застройки, его геологическое строение, вентиляция помещений важны для снижения облучения, обусловленного радоном. Поэтому особое значение имеет поиск экономически оправданных решений, направленных на снижение концентрации радона и дочерних продуктов его распада в воздухе помещений.

Все живое на Земле подвергается непрерывному облучению от различных источников естественного и искусственного происхождения, которые образуют радиационный фон.

Радиационный фон Земли состоит из естественного или природного, технологически измененного естественного радиационного фона и искусственного радиационного фона.

Естественный радиационный фон (ЕРФ) формирует ионизирующее излучение от природных источников космического и земного происхождения. Ионизирующее излучение от природных источников, которые являются результатом деятельности человека, носит название технологически измененного естественного радиационного фона (ТИЕРФ).

Добыча полезных ископаемых, таких как строительный камень, калийные удобрения, использование строительных материалов, содержащих естественные радионуклиды, продукты сгорания органического топлива – вот неполный перечень фактов, формирующих ТИЕРФ. Основную дозу равную 2 мЗв, человек получает от естественных источников радиации.

Второй составляющей ЕРФ являются естественные радионуклиды, содержащиеся в земной коре: это в основном  $^{40}\text{K}$ ,  $^{87}\text{Rb}$  и члены радиоактивных семейств  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ . Содержание естественных радионуклидов в различных участках земной коры неодинаково. Самое большое количество радионуклидов содержится в горных породах.

Наиболее высокие удельные активности естественных радионуклидов имеют породы вулканического происхождения: гранит, диорит, туф, пемза; наиболее низкие – для карбонатных пород (таких как мрамор, известняк). Строительные материалы такие, как песок и гравий имеют удельную активность естественных радионуклидов, которая близка к средним значениям ее для почв. Для глины диапазон удельной активности естественных радионуклидов колеблется в пределах 10 + 110 Бк/кг для  $^{226}\text{Ra}$ , 30 + 110 Бк/кг для  $^{228}\text{Th}$  и 518 + 1220 Бк/кг для  $^{40}\text{K}$  [2].

Дополнительным источником облучения человека являются строительные материалы. Исследования радиоактивности строительных материалов проводились достаточно широко в зарубежных странах. Средняя удельная активность гранитов равна 90, 80, 650 Бк/кг соответственно для Ra — 226, Th — 228, K — 40.

Облучение людей регламентировано у нас в Республике «Нормами радиационной безопасности» (НРБ-2000) [3]. С целью нормирования облучения населения от природных радионуклидов в строительных материалах вводят эффективную удельную активность  $A_{эфф}$ , которая определяется следующим образом:

$$A_{эфф} = A_{\text{Ra}} + 1,3A_{\text{Th}} + 0,09A_{\text{K}}$$

где  $A_{\text{Ra}}$  и  $A_{\text{Th}}$  — удельная активность радионуклидов  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$ , находящихся в равновесии с остальными членами уранового и ториевого рядов;  $A_{\text{K}}$  — удельная активность  $^{40}\text{K}$ . Все удельные активности берут в Бк/кг. НРБ-2000 регламентирует  $A_{эфф}$  следующим образом:

- $A_{эфф} < 370$  Бк/кг для материалов в строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданиях (I класс);
- $A_{эфф} \leq 740$  Бк/кг для материалов, используемых в дорожном строительстве в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных сооружений (II класс);

- $A_{эфф} \leq 1350$  Бк/кг для материалов, используемых в дорожном строительстве вне населенных пунктов (III класс);
- При  $1350 \text{ Бк/кг} < A_{эфф} < 4000$  Бк/кг (IV класс) использование материалов разрешается лишь по согласованию с республиканским органом санитарно-эпидемиологической службы Минздрава Здравоохранения Республики Беларусь;
- При  $A_{эфф} > 4000$  Бк/кг материалы не используются в строительстве.

Наибольшие  $A_{эфф}$  характерны для красного кирпича, керамзита, глины, гранитного щебня, наиболее низкие  $A_{эфф}$  — для извести.

При производстве строительных изделий в качестве заменителя бетона часто используются отходы промышленности.

Зола и шлак из ТЭЦ имеют повышенную удельную активность по сравнению со средним значением для стройматериалов, но она обычно укладывается в диапазон удельной активности для отечественных стройматериалов. Месторождение «Микашевичи» является основным поставщиком строительного материала в Беларуси. Ежегодно добывается более 1 млн. м<sup>3</sup> камня. Основными кристаллическими породами месторождения являются диориты, граниты и гранодиориты. Извлекаемые породы обладают средней механической прочностью.

Разработка месторождения осуществляется открытым способом с помощью взрыва. Одним из основных взрывчатых веществ (ВВ) является граммонит — гранулированное водоустойчивое промышленное ВВ I класса, гранулы аммиачной селитры которых покрыты водозащитной оболочкой из тротила. Сухие граммониты пылят, при низкой влажности воздуха и электризуются при заряджении скважин и пневмотранспортировании. Тротиловая пыль вредна для здоровья и взрывоопасна в аэрозольном состоянии. Поэтому, как показали исследования, следует обязательно пользоваться индивидуальными средствами защиты и обязательно применять подводящие провода с большим удельным сопротивлением порядка  $10^4$  Ом·м. Кроме этого, необходимо ограничить скорость пневмотранспортирования, она не должна превышать 25 м/с. Для уменьшения пылеобразования и электролиза следует в загружаемое ВВ впрыснуть 3–5% воды, а в зимнее время (при температуре до  $-15^\circ\text{C}$ ) столько же аммиачной селитры 43% концентрации. Если температура окружающего воздуха колеблется в пределах  $-15^\circ\text{C} + 30^\circ\text{C}$ , то надо впрыснуть в ВВ до 5% кальциевой селитры 43% концентрации.

Нами была исследована удельная активность гранитов месторождения «Микашевичи». Исследования проводились на сцинтилляционном гамма-спектрометре МКГ-АТ 1321 с 512 каналами измерения. Данные исследования представлены в таблице 1.

**Удельная активность гранита в образцах  
для месторождения «Микашевичи»**

Радионуклид	Удельная активность, Бк/кг
K – 40	698,9
Ra – 226	16,05
Th – 232	26,07
A <sub>эфф</sub>	109,6

Таким образом, граниты, добываемые на месторождении «Микашевичи», могут быть использованы в качестве строительных материалов для строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданий.

**Литература:**

1. Крисюк Э.М. Радиационный фон помещений. М. Энергоатомиздат, 1989, с. 120
2. Лобач Д.И., Тушин Н.Н. Радон. Мн. 1997, с. 110
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ — 2000). Мн., 2000, с. 115.

УДК 535.3

**РАСЧЕТ ФОТОННОЙ ЗАПРЕЩЕННОЙ ЗОНЫ ДЛЯ КРИСТАЛЛА  
ИЗ СФЕРИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ**

**Бобученко Д.С.**

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

В настоящее время существует все возрастающий интерес к изучению распространения электромагнитных волн в упорядоченных и неупорядоченных периодических диэлектрических структурах. Этот интерес обусловлен существованием частотных интервалов (фотонных запрещенных зон) в оптическом диапазоне, и электромагнитные волны с частотами, лежащими в этих интервалах, распространяться в таких структурах не могут, аналогично как в случае распространения электронных волн в кристаллах. Потенциальные приложения этого явления обширны. Это в первую очередь создание