

РАДИОНУКЛИДЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

Радченко Ю.С., Чернушевич Г.А.

*Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Республика Беларусь; bgd@bstu.unibel.by*

С целью выявления степени радиационной безопасности для человека при обращении с минералами и строительными материалами проведены фрагментарные исследования проб минерального сырья и готовой продукции на его основе предприятий Беларуси и России.

ВВЕДЕНИЕ

После чернобыльской катастрофы изучение и контроль воздействия природных радионуклидов были отодвинуты на второй план, хотя люди постоянно сталкиваются с такими источниками и на производстве, и в быту. Между тем многие виды минерального сырья, как импортируемого, так и местного, используемого в промышленности строительных материалов (каолины, огнеупорные и тугоплавкие глины, пегматиты, граниты и др.), по содержанию природных радионуклидов превышают среднемировые значения и находятся на пороге действующих норм радиационной безопасности. Карьеры и шахты, отвалы и хвосты производств, склады сырья, полуфабрикатов и готовой продукции в ряде случаев являются источниками ионизирующего излучения. Запасы же радиационно чистого минерального сырья ограничены и постепенно истощаются, а в силу перераспределения радиоактивных веществ, обусловленного антропогенным фактором, возможно как локальное, так и глобальное их загрязнение.

Практически не решаются в Республике Беларусь вопросы радиационного мониторинга минерально-сырьевой базы промышленности строительных материалов, создания систем эффективного радиационного контроля и принятия неотложных мер по обеспечению радиационной безопасности работающих на всех этапах технологического процесса производства.

По оценкам специалистов [1], природные радионуклиды прежде всего долгоживущие радионуклиды – калий-40, радий-226 (его продукты распада – радон-222 и торон-220), торий-232, наиболее опасны для людей, поскольку с течением времени они создают значительную дозу облучения, что негативно влияет на здоровье человека и экологическое благополучие. Поэтому сегодня остро стоит вопрос о снижении радиационного риска для населения и особенно работников целого ряда предприятий и организаций.

ОБЪЕКТ, ПРЕДМЕТ И ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования является минерально-сырьевая база промышленности строительных материалов РБ природного и техногенного происхождения. Предметом исследования является радиоизотопный состав, совокупность излучений (удельная активность) долгоживущих природных радионуклидов.

Цель работы – проведение радиационного мониторинга, тестирование и сертификация минерального сырья и строительных материалов Республики Беларусь с целью разработки необходимых мер по совершенствованию технологии производства, снижению и смягчению радиационного риска, своевременной и надежной защиты населения. Данное исследование является актуальным и своевременным, поскольку при дальнейшем развитии промышленности радиоэкология и безопасность в системе «минеральное сырье – материалы и продукция – население» имеет тенденцию дальнейшего ухудшения.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Фрагментарные исследования проб минерального сырья и готовой продукции на его основе предприятий Беларуси и России проведены согласно ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов» (принят МНТКС 17.06.2000 г.). Данный стандарт, устанавливает экспрессный и лабораторный методы определения удельной эффективной активности естественных радионуклидов (ЕРН) в строительных материалах и изделиях, с учетом их биологического воздействия на организм человека по формуле

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,3 \cdot A_{Th} + 0,09 \cdot A_K,$$

где A_{Ra} и A_{Th} – удельная активность радия-226 и тория-232, находящихся в равновесии с остальными членами уранового и ториевого рядов; A_K – удельная активность калия-40, Бк/кг.

Определение удельных активностей ЕРН в образцах проводилось с помощью радиометрической установки на основе сцинтилляционного 4-канального гамма-радиометра РУГ-91М на навесках, отобранных из представительной пробы.

Обработка и оценка погрешности измерений Δ_j производятся в соответствии с методикой выполнения измерений отдельно для каждой навески и для каждого ЕРН. Абсолютная погрешность определения значений $A_{эфф}$ рассчитывается по формуле

$$\Delta = \sqrt{\Delta_{Ra}^2 + 1,7 \cdot \Delta_{Th}^2 + 0,007 \cdot \Delta_K^2},$$

где Δ_j – погрешность определения удельной активности j-го радионуклида в пробе, оцениваемая в соответствии с методикой выполнения измерений.

За результат определения удельной эффективной активности ЕРН в контролируемом материале и установления класса материала принимается значение, определяемое по формуле

$$A_{эфф} = A_{эфф} + \Delta.$$

Одновременно с этим проводились химический и гранулометрический анализы минералов в соответствии с требованиями действующих стандартов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении выборочного радиометрического анализа в работе исследовались некоторые виды сырьевых материалов строительной индустрии, а также продукция на их основе (см. табл. 1).

Исследования глинистого сырья, используемого в производстве бытовой керамики, кирпича, черепицы, облицовочной керамики, пористых заполнителей и т.д. показали, что величина эффективной удельной активности ($A_{эфф}$) зависит от дисперсности, минерального и химического состава сырья. Чем больше в глинистых породах тонкодисперсных минералов группы каолинита и монтмориллонита, тем выше содержание в них природных радионуклидов. Кроме того, высокой активностью обладают глины, отличающиеся большим содержанием гумусовых веществ.

Анализ $A_{эфф}$ показывает, что основной вклад в суммарную гамма-активность глинистых материалов вносят все исследованные радионуклиды: калий-40, радий-226 и торий-232, причем активность долгоживущих природных радионуклидов глин белорусских месторождений перекрывает среднемировые значения в некоторых случаях в несколько раз.

Изучение степени радиоактивного загрязнения магматических горных пород показало, что $A_{эфф}$ гранитов Микашевичского месторождения в несколько раз выше активности гранодиоритов и метадиабазов того же месторождения. В силу генезиса и геохимических особенностей залегания магматических горных пород эффективная удельная активность в пределах месторождения, и даже в пределах одной партии сырья, может изменяться в широких пределах – от 66 до 445 Бк/кг и выше. В настоящее время данные материалы широко используются в строительстве в качестве наполнителей бетонов, при производстве стеновых строительных материалов и т.д. Вследствие неравномерности распределения естественных радионуклидов в сырье, его применение возможно лишь при условии селективной добычи и организации радиометрического контроля всего технологического процесса.

Таблица 1. Содержание природных радионуклидов в пробах

Наименование материала	Удельная активность, Бк/кг			$\dot{A}_{уд}$, Бк/кг	$\pm \Delta$, Бк/кг
	Ra-226	Th-232	K-40		
Минеральное сырье*					
Каолин месторождения «Глушкови- чи» (Беларусь, Гомельская обл.)	168,1 $\pm 33,6$	20,2 $\pm 4,0$	466,0 $\pm 93,2$	236,31	34,89
Каолин месторождения «Ульяновское» (Россия)	160,2 $\pm 32,0$	225,3 $\pm 45,1$	290,2 $\pm 58,0$	479,33	67,12
Бентонит месторождения «Максимовское» (Россия)	71,0 $\pm 14,2$	73,2 $\pm 14,6$	900,0 $\pm 180,0$	247,20	28,12
Глина месторождения «Туровское» (Беларусь, Брестская обл.)	21,0 $\pm 4,2$	53,4 $\pm 10,7$	618,0 $\pm 123,6$	146,01	17,87
Глина «Липняги» (Беларусь, Витебская обл.)	124,0 $\pm 24,8$	41,1 $\pm 8,2$	1288,1 $\pm 257,6$	293,40	34,55
Глина «Гайдуковка» (Беларусь, Минская обл.)	66,0 $\pm 13,2$	28,0 $\pm 5,6$	641,9 $\pm 128,4$	160,21	18,52
Доломит «Руба» (Беларусь, Витебская обл.)	15,1 $\pm 3,0$	15,1 $\pm 3,0$	46,1 $\pm 9,2$	38,88	4,99
Мел природный (Беларусь, Гродненская обл.)	31,1 $\pm 6,2$	4,2 $\pm 0,8$	27,4 $\pm 5,5$	38,63	6,30
Песок кварцевый Гомельского ГОК (Беларусь)	25,0 $\pm 5,0$	19,0 $\pm 3,8$	160,0 $\pm 32,0$	64,10	7,53
Гранит природный (Беларусь, Брестская обл.)	160,1 $\pm 32,0$	118,0 $\pm 23,6$	1400,0 $\pm 280,0$	445,50	50,20
Гранодиорит природный (Беларусь, Брестская обл.)	126,0 $\pm 25,2$	75,0 $\pm 15,0$	882,1 $\pm 176,4$	302,89	35,15
Метадиабаз природный (Беларусь, Брестская обл.)	39,1 $\pm 7,82$	10,8 $\pm 2,2$	145,1 $\pm 29,0$	66,20	8,68
Продукция					
Шамотный порошок (Россия)	130,2 $\pm 26,0$	285,0 $\pm 57,0$	54,0 $\pm 10,8$	505,56	78,74
Кирпич керамический (Беларусь, Минск)	37,0 $\pm 7,4$	50,1 $\pm 10,0$	652,0 $\pm 130,0$	160,81	18,52
Кирпич силикатный (Беларусь, Минск)	13,3 $\pm 2,7$	19,9 $\pm 4,0$	203,9 $\pm 40,8$	57,52	6,79
Керамзит (Беларусь, Минск)	125,1 $\pm 25,0$	104,5 $\pm 20,9$	1120,1 $\pm 224,0$	361,76	41,46
Плитка керамическая глазурованная (Беларусь, Минск)	120,1 $\pm 24,0$	55,4 $\pm 11,1$	308,1 $\pm 61,6$	219,85	28,49

* Среднемировые величины активности долгоживущих природных радионуклидов имеют значения, Бк/кг: калий-40 – 370, радий-226 – 26, торий-232 – 26 /2/.

В ходе исследований определено, что в процессе переработки глинистого сырья в продукцию, например при получении керамзита, керамического кирпича, облицовочной плитки и других подобных материалов, происходит изменение эффективной удельной активности ($A_{эфф}$). При обжиге керамических изделий содержание радионуклидов увеличивается по от-

ношению к сырцу на 5–40 % вследствие изменения массы изделий в процессе термической обработки. Значительное изменение удельной активности наблюдается в материалах, где одним из основных компонентов являются выгорающие добавки, например сапрпель, золы ТЭЦ и др., введение которых приводит к увеличению радиоактивности материалов в десятки раз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные системные анализы на радиационное качество карьерных материалов и готовой продукции свидетельствуют о том, что исследованные материалы являются низкорadioактивными объектами и согласно НРБ-2000 /3/ относятся к I и II классу опасности и могут использоваться в строительстве.

Установлено, что содержание ЕРН в белорусских глинах значительно превышает среднемировые значения и находится близко к порогу действующих норм радиационной безопасности. В отличие от кварцевых песков глины обладают свойством активно сорбировать природные радионуклиды, чем старше глины и чем больше в них тонкодисперсных минералов группы каолинита и монтмориллонита, тем выше содержание природных радионуклидов. При высокотемпературной обработке глин в процессе изготовления ряда строительных материалов (керамзита, аглопорита, керамического кирпича и др.) повышается концентрация радионуклидов вследствие выгорания органических добавок.

Определено, что эффективная удельная активность многих горных пород в пределах одного месторождения в силу геохимических особенностей и генезиса может изменяться в широких пределах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов П.Э., Сидельникова О.П., Козлов Ю.Д. Необходимость контроля радиоактивности строительных материалов // Строительные материалы. – 1995. – № 9. – С. 18-19.
2. Бровцын А.К., Силантьев А.Н., Силантьев К.А. Радиоэкология минералов и материалов // Огнеупоры и техническая керамика. – 1997. – № 6. – С. 25 –27.
3. НРБ-2000. Нормы радиационной безопасности. – Мн.: Изд-во мин. здравоохранения РБ, 2000.– 115 с.

RADIONUCLIDES IN BUILDING AND HUMAN BEING SAFETY

Partial investigation of mineral raw samples and production of Russian and Belarussian enterprises on its base have been carried out to reveal for a human being when appeal with mineral and building materials.