

УДК 614.876:699.853.7

В. В. Терешко, преподаватель (БГТУ); Т. А. Астахова, преподаватель (БГТУ)

**РАДИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СЫРЬЯ  
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Использование строительных материалов с повышенным содержанием естественных радионуклидов приводит к облучению населения в дозах, значительно превышающих допустимые. В сложившейся обстановке возникает необходимость анализа ситуации, контроля ее на производстве и на всех этапах жизнедеятельности человека.

The Useq of Building materials with high content of natural radionuclides leads population to irradiation in doses, that much bigger than is allowed by norms. Under the circumstances it is necessary to analyse the situation, to control it in manufacture and during all stages of human vital activity.

**Введение.** В результате деятельности человека происходит постоянное перераспределение естественных радионуклидов в окружающей среде. Добыча и переработка полезных ископаемых, сжигание органического топлива, производство строительных материалов и использование технологических отходов в строительстве приводит к повышению радиационного фона в населенных пунктах и воздухе жилых помещений.

Доза облучения зависит также от образа жизни людей. Применение некоторых строительных материалов, использование газа для приготовления пищи, открытых угольных жаровен, плохая герметизация помещений и даже полеты на самолетах увеличивают уровень облучения, получаемый за счет естественных источников радиации. Земные источники радиации составляют большую часть облучения, которому подвергается человек за счет естественной радиации.

**Основная часть.** Отдельные виды местного и импортируемого в Республику Беларусь минерального сырья, используемого в производстве строительных материалов, находятся на пороге действующих норм радиационной безопасности республики (НРБ-2000) [1]. В стране более 130 мес-торождений минерально-сырьевых ресурсов находится в зоне радиоактивного загрязнения. Более 20% промышленных запасов мела, 13% запасов глин для производства кирпича, 40% тугоплавких глин, 65% запасов строительного камня и 16% цементного сырья загрязнены радиоизотопами цезия-134 и -137, стронция-90 [2].

В сложившейся обстановке возникает необходимость детального анализа ситуации, контроля ее на производстве, а также на всех этапах жизнедеятельности человека с целью снижения радиационного риска. Проведение радиационного мониторинга минерального сырья и строительных материалов, а также научных исследований, направленных на разработку необходимых мер по совершенствованию технологии производства, снижению и смягчению радиационного риска, своевременной и надежной защите населения является актуальным и своевременным.

Решению социальных проблем, улучшению демографической ситуации будут способствовать меры по улучшению жилищных условий. Республика Беларусь располагает развитым строительным комплексом, на долю которого приходится до 6% ВВП и численности работающих в народном хозяйстве. В его составе действуют более 4 тыс. строительных и ремонтно-строительных организаций, свыше 1,4 тыс. предприятий и производств промышленности строительных материалов, 254 проектно-изыскательные организации [3].

По результатам зарубежных исследований, от 60 до 90% времени человек проводит внутри помещений. Отсюда становится очевидной главенствующая роль строительной отрасли в ограничении облучения населения природными источниками ионизирующего излучения, которые могут быть в жилых помещениях. В связи с этим ужесточаются радиэкологические требования, в том числе в строительной отрасли, возрастают ее потребности в радиационно-чистых стройматериалах и сырье для них. Необходимо обеспечить радиационную безопасность работников, занятых в строительстве, и населения на производстве и в быту.

Повышение естественного фона внутри зданий происходит вследствие использования строительных материалов с повышенным содержанием естественных радионуклидов (ЕРН) и дочерних продуктов распада радона (ДПР), накапливающихся в воздухе помещений. Загрязнение строительных материалов является следствием использования минерального сырья, содержащего естественные радионуклиды. Наиболее высокая удельная активность характерна для гранита, туфа, пемзы, меньше активность мрамора, известняка (табл. 1).

Такие строительные материалы, как дерево, кирпич и бетон, выделяют относительно немного радона. Гораздо большей удельной радиоактивностью обладают, например, гранит и пемза, также используемые в качестве строительных материалов. Кальций-силикатный шлак также обладает, как выяснилось, довольно высокой удельной радиоактивностью.

Таблица 1

## Удельная активность естественных радионуклидов в породах, почве и земной коре

Порода	Удельная активность, Бк/кг			$A_{эф}$ , Бк/кг
	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{40}\text{K}$	
Гранит	78	74	999	260
Диабаз	18	18	148	55
Базальт	33	26	370	98
Кварцевый порфир	85	96	1517	340
Кварцит	30	33	629	126
Известняк, мрамор	18	15	37	41
Глинистый сланец	56	67	666	212
Бокситы	104	333	740	603
Песок, гравий	26	22	333	83
Глина	18	111	1221	267
Гнейсы	40	62,9	1036	208
Почва	25	28	529	107
Земная кора	33	39	659	140

Среди промышленных отходов с высокой радиоактивностью, применяющихся в строительстве, следует назвать кирпич из красной глины – отход производства алюминия, доменный шлак – отход черной металлургии и зольную пыль, образующуюся при сжигании угля.

Таким образом, становится очевидным, что уровень облучения населения ЕРН будет зависеть от радиационного фона Земли, радиоактивности строительных материалов, изготавливаемых, как правило, из местного минерального сырья, сложившейся практики строительства в стране и климатических особенностей конкретного региона, что особенно актуально для климатических условий РБ.

Ухудшение характеристик окружающей среды, связанное с присутствием, перераспределением и возможностью локального концентрирования природных источников облучения в среде обитания, требует принятия соответствующих мер контроля законодательно-правового, нормативного и организационно-технического характера.

Радиационный фон Земли складывается из естественного (природного) радиационного фона, технологически измененного естественного радиационного фона и искусственного радиационного фона. В настоящее время на территории СНГ мощность эквивалентной (экспозиционной) дозы, или природный радиационный фон, в среднем составляет 0,05–0,50 мкЗв/ч (5–50 мкР/ч), а для Беларуси – 0,1–0,2 мкЗв/ч (10–20 мкР/ч).

Естественный радиационный фон 0,1–0,2 мкЗв/ч (10–20 мкР/ч) принято считать нормальным, фон 0,2–0,6 мкЗв/ч (20–60 мкР/ч) считается допустимым, а фон свыше 0,6–1,2 мкЗв/ч (60–120 мкР/ч) – повышенным.

Основную часть облучения население земного шара получает от естественных источников радиации – около 2,4 мЗв/год и примерно 0,5–1,5 мЗв/год от техногенных. На протяжении всей истории существования Земли разные виды излучения попадают на ее поверхность из космоса, а также поступают от радиоактивных веществ, находящихся в земной коре.

При проведении выборочного радиометрического анализа в работе исследовались некоторые виды сырьевых материалов строительной индустрии, а также продукция на их основе. Цель исследования – произвести радиационно-экологическую оценку минерально-сырьевой базы строительной индустрии Беларуси, изучить распределение содержания естественных радионуклидов и научно обосновать норматив концентрации ЕРН в строительных материалах и конструкциях с учетом конструктивных особенностей строительной продукции для условий РБ.

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. Эффективная удельная активность ( $A_{эф}$ ) природных радионуклидов в строительных материалах (щебень, гравий, песок, камень, цементное и кирпичное сырье и пр.) рассчитывается по формуле

$$A_{\text{эф}} = A_{\text{Ra}} + 1,3A_{\text{Th}} + 0,085A_{\text{K}},$$

где  $A_{\text{Ra}}$  и  $A_{\text{Th}}$  – удельные активности радия-226 и тория-232, Бк/кг;  $A_{\text{K}}$  – удельная активность калия-40, Бк/кг.

Измерения удельной эффективной активности естественных радионуклидов проводили на аттестованном сцинтилляционном гамма-радиометре РУГ-91М «АДАНИ». Результаты измерений приводятся в табл. 2.

К нормированию природных радионуклидов применяется принцип снижения доз облучения до разумного низкого уровня с учетом экономических и социальных факторов, разработанный Международной комиссией по радиационной защите (МКРЗ). Основным документом, определяющим правовые основы решения данной задачи в рамках глобальной проблемы обеспечения радиационной безопасности населения, является Закон Республики Беларусь «О радиационной безопасности населения» [4]. На основании вышеупомянутого закона утверждены и введены в действие «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-2000). В них содержатся подробные требования к ограничению облучения населения техногенными и природными источниками и к мерам контроля за выполнением этих норм. В НРБ-2000 учтены новые рекомендации Международной комиссии по радиационной защите и Международного агентства по атомной энергии.

НРБ-2000 предусматривает ограничения облучения населения от отдельных природных источников. В частности, при проектировании новых зданий жилищного и общественного назначения должно быть предусмотрено, чтобы мощность дозы гамма-излучения от строительных конструкций и материалов не превышала мощности дозы на открытой местности

более чем на 0,2 мкЗв/ч. Эквивалентная равновесная объемная активность радона не должна превышать значения 100 Бк/м<sup>3</sup>. В эксплуатируемых зданиях должны проводиться защитные мероприятия, если в них мощность дозы превышает на 0,2 мкЗв/ч мощность дозы на открытой местности.

**Заключение.** Опыт свидетельствует о том, что оценка роли опасности в среде обитания человека позволяет на практике полностью обеспечить его защиту, создав условия для нормальной жизни. В сложившейся обстановке возникает необходимость детального радиометрического анализа ситуации, ее контроля на производстве, а также на всех этапах жизнедеятельности человека с целью снижения радиационного риска.

Результаты исследований показывают, что расчетная суммарная активность в сырье ( $A_{\text{эф}}$ ) не превышает 370 Бк/кг (кроме золы древесной). Такие виды сырья могут быть использованы для производства строительных материалов для жилых и общественных зданий. При термической обработке строительных материалов происходит увеличение удельной активности за счет изменения массы изделия, что необходимо учитывать при изготовлении строительных материалов.

Правильная оценка нагрузок от естественных радионуклидов позволяет провести сопоставление уровней от всех источников излучения, определить объемы, направленность и даже целесообразность проведения реабилитационных мероприятий. Снижение общей текущей дозовой нагрузки, а следовательно, и вредных последствий облучения может быть более эффективным при реализации мероприятий по снижению облучения населения природными источниками.

Таблица 2

Содержание естественных радионуклидов в сырье по результатам исследования

Наименование материала	Удельная активность, Бк/кг				Суммарная $A_{\text{эф}}$ , Бк/кг	Расчетная суммарная $A_{\text{эф}}$ , Бк/кг
	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K		
Глина «Гайдуковка»	43,62	37,62	30,52	1124,00	188,40	188,07
Глина «Осетки»	64,13	52,03	30,23	1455,60	255,96	255,50
Глина «Щебрин»	53,22	33,29	18,89	824,04	166,80	166,54
Гранитные отсеvy	45,57	23,65	28,14	1505,28	204,54	204,26
Кварцевый песок	0,00	1,29	0,00	46,89	5,67	5,66
Зола древесная	0,00	71,99	2033,00	3844,00	334,20	420,33
ОФС	12,68	13,18	0,22	9,04	30,62	30,58
Кирпич МЗСМ	37,22	36,47	14,46	915,80	162,80	162,47

### Литература

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000): ГН 2.6.1.8-127-2000: утв. 25.01.2000 / Министерство здравоохранения Республики Беларусь. – Минск: ДИЭКОС, 2001. – 124 с.: табл. – (Гигиенические нормативы). – Дополнения (2007 г.)

2. Чернобыльская авария: последствия и их преодоление: национальный доклад / М-во по чрезвычайным ситуациям, НАН Беларуси; под ред. Е. Ф. Конопки, И. Ф. Ролевича. – Барановичи: Укрупн. тип., 1998. – 102 с.

3. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. / Нац. комиссия по устойчивому развитию Респ. Беларусь; редкол.: Я. М. Александрович [и др.]. – Минск: Юнипак, 2004. – 203 с.

4. О радиационной безопасности населения: Закон Респ. Беларусь от 5.01.1998 г., в редакции Закона Респ. Беларусь от 21.12.2005 г. // Национальный реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2006. – № 2. – С. 32–36.

*Поступила 31.03.2010*