

УДК 621.791.04

## ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ОТХОДОВ ДОБЫЧИ АЛМАЗОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сивцева А.В., Степанова К.В.

*Институт физико-технических проблем Севера СОРАН, Якутск*

Подробная информация об авторах размещена на сайте

«Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

**В данной работе произведена оценка радиоактивности отходов алмазодобычи Удачинского горно-обогатительного комбината (ГОК). По полученным данным рассчитана удельная эффективная радиоактивность сырья. Показано, что во всех случаях сырье не имеет ограничений по использованию в производстве сварочных материалов по радиационному фактору. Однако, процессы обогащения алмазоносных пород на магнитном шлюзе приводят к концентрированию природных радионуклидов в шлихах на коврике и в магнитной фракции и при длительной эксплуатации  $A_{эфф}$  на этих участках может выйти за пределы допустимых норм радиационной безопасности.**

### **Введение**

Как известно, ведущее место в промышленности Республики Саха (Якутии) занимает алмазодобывающая отрасль. При добыче алмазов нарушается плодородный почвенный слой, открываются горизонты, содержащие тяжелые металлы, накапливаются горы отвалов, возникает напряженная экологическая ситуация. Несомненно, что дальнейшая утилизация и переработка отходов алмазодобычи является актуальной и значимой задачей. Наличие таких минералов как рутил, ильменит, доломит и др. в отвалах дает возможность использовать их в качестве дополнительного сырьевого ресурса для производства сварочных материалов [1].

В результате ветровой эрозии и фильтрации вод через отвалы могут образоваться скопления пород с высокими содержаниями естественных радионуклидов (ЕРН). Природная радиоактивность обусловлена присутствием в горных породах естественных радиоактивных элементов [2]. Основная доля  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения горных пород земной коры связана с радиоактивным распадом элементов третьей группы (урана, актиноурана, тория и их дочерних продуктов) и калия [3]. В связи с этим, важное значение приобретают вопросы радиационного качества настоящего минерального сырья, поскольку повышенное радиационное излучение может суще-

ственно повлиять на здоровье персонала, в частности, сварщиков.

**Целью** данной работы было определение радиационных характеристик различных представительных проб минерального сырья из отвалов Удачинского ГОК.

### **Методика эксперимента**

Исследованию были подвергнуты образцы хвостов ГОК "Удачный". Сначала был определен гранулометрический состав материала и удельная активность естественных радионуклидов (ЕРН) в каждой фракции. Затем каждая фракция была опробована на магнитном шлюзе, продукты которого были исследованы на содержание ЕРН. Магнитный шлюз используется в качестве ловушки мелких алмазов и представляет собой металлический желоб, дно которого устлано магнитными плитками квадратной формы. В пульпе хвостов добычи алмазов, которая проходит по желобу, имеются магнитные минералы размерами от 0,2 до 3 мм. В результате взаимодействия с постоянными магнитами дна желоба они образуют характерные ворсинки высотой до 5 мм, в которых и происходит концентрирование алмазной крошки.

Все пробы анализировались гамма-спектрометрическим методом на лабораторном и полевом гамма-спектрометре фирмы «Канберра» США. Тип детектора коаксиальный с резервным электродом.

Основные характеристики: диапазон регистрируемых энергий от 3 кэВ до 3 МэВ; активный объем кристалла 125 см<sup>3</sup>; энергетическое разрешение 1,0 кэВ по линии 122 кэВ – <sup>57</sup>Со и 2,0 кэВ по линии 1332 кэВ – <sup>60</sup>Со; относительная эффективность регистрации – 30%.

#### Результаты и обсуждение

Согласно ГОСТ 30108-94 и НРБ-99 все строительные материалы и изделия должны быть сертифицированы по радиационному признаку. Удельную эффективную активность ЕРН в исследуемом объеме рассчитывают по формуле:

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,31A_{Th} + 0,085A_K,$$

где  $A_{Ra}$  и  $A_{Th}$  – удельные активности радия и тория, находящихся в равновесии с остальными членами уранового и ториевого семейств;  $A_K$  – удельная активность калия-40.

Результаты гамма-спектрометрического анализа и рассчитанная удельная эффективная активность приведены в таблице 1. Как видно из данной таблицы,  $A_{эфф}$  не превышает 225 Бк/кг, что находится в пределах норм радиационной безопасности (см. таблицу 2).

**Таблица 1.** Удельная активность ЕРН в фракциях шлихов магнитного шлюза

Наименование образца	Фракция, мм	Удельная активность, Бк/кг			$A_{эфф}$ , Бк/кг
		<sup>40</sup> К	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	
Хвосты ГОК исход.	–	167,5±10,7	25,8±1,1	37,4±1,8	89±5,8
Хвосты ГОК	<0,2	168,3±13,0	31,6±1,5	55,8±2,9	119±7,7
Шлихи МФ*	<0,2	85,2±12,3	68,8±3,2	102,1±5,4	209,8±13,6
Хвосты ГОК	0,2-0,315	140,7±9,8	29,8±1,2	40,4±1,9	94,7±6
Шлихи МФ	0,2-0,315	94,7±9,1	45,8±1,9	41,8±2,4	108,6±7
Шлихи МФ	0,315-0,4	104,2±6,2	38,1±1,1	44,7±1,5	105,6±6,9
Хвосты ГОК	0,4-1,0	158,6±15,0	26,1±1,7	35,7±2,7	86,4±5,6
Шлихи на коврик	0,4-1,0	127,7±17,2	58,1±3,2	71,5±4,8	162,7±10,6
Шлихи МФ	0,4-1,0	233,9±14,6	53,6±1,9	115,6±4,2	224,9±14,6
Хвосты магн. шл. НМФ**	0,4-1,0	154,3±11,7	22,5±1,2	36,7±2,1	83,7±5,4
Хвосты ГОК	1,0-2,0	190,2±12,1	25,6±1,1	36,7±1,8	90,1±5,9
Шлихи на коврик	1,0-2,0	137,0±14,2	60,5±2,7	110,8±5,3	217,2±14,1
Шлихи МФ	1,0-2,0	158,8±15,0	25,4±1,7	41,0±2,9	92,6±6
Шлихи НМФ	1,0-2,0	202,6±16,0	25,6±1,6	40,7±2,7	96,1±6,2

\* МФ – магнитная фракция

\*\* НМФ – немагнитная фракция

**Таблица 2.** Нормируемые значения  $A_{эфф}$

Класс материала	Область использования	$A_{эфф}$ , Бк/кг
1	Вновь строящиеся жилые и общественные здания	≤ 370
2	Дорожное строительство в пределах территории населенных пунктов, возведение производственных сооружений	≤ 740
3	Дорожное строительство вне населенных пунктов	≤ 2800
4	По согласованию с федеральным органом санэпиднадзора	> 2800

Распределение ЕРН в различных фракциях образцов показано в диаграмме 1. Из данной диаграммы видно, что чем крупнее фракция, тем больше содержания

<sup>40</sup>К, а чем мельче фракция, тем больше тяжелых радионуклидов <sup>226</sup>Ra и <sup>232</sup>Th. Наибольший вклад в удельную эффективную активность вносит <sup>232</sup>Th (53-75%), вклад

$^{226}\text{Ra}$  и  $^{40}\text{K}$  составляет соответственно 22-30% и 3-17%. Радиоактивность проб носит торий-радиевый характер.

Содержание ЕРН в отходах Удачинского ГОК любого класса крупности находится в пределах действующих норм радиационной безопасности (< 370 Бк/кг).

В диаграммах 2 и 3 показано распределение радионуклидов при опробова-

нии на магнитном шлюзе. Видно, что концентрирование тяжелых ЕРН происходит в шлихах на коврике магнитного шлюза и в магнитной фракции. Таким образом, удельная эффективная активность проб на данных участках по сравнению с исходными шлихами ГОК возрастает в 1,5-2,5 раза и максимальные значения  $A_{\text{эфф}}$  составляют 200-225 Бк/кг.

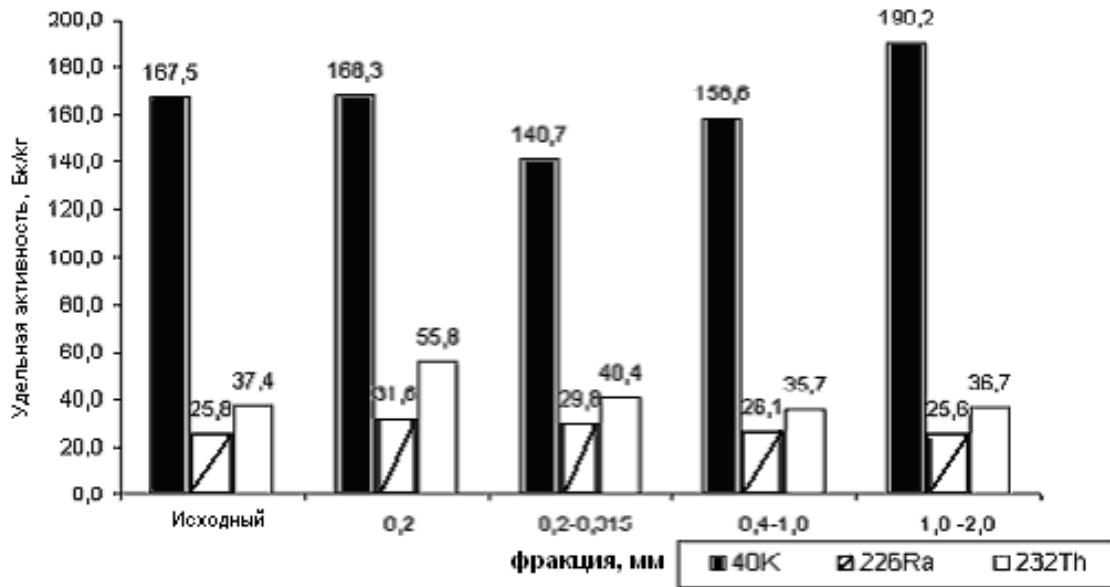


Диаграмма 1. Содержание радионуклидов во фракциях

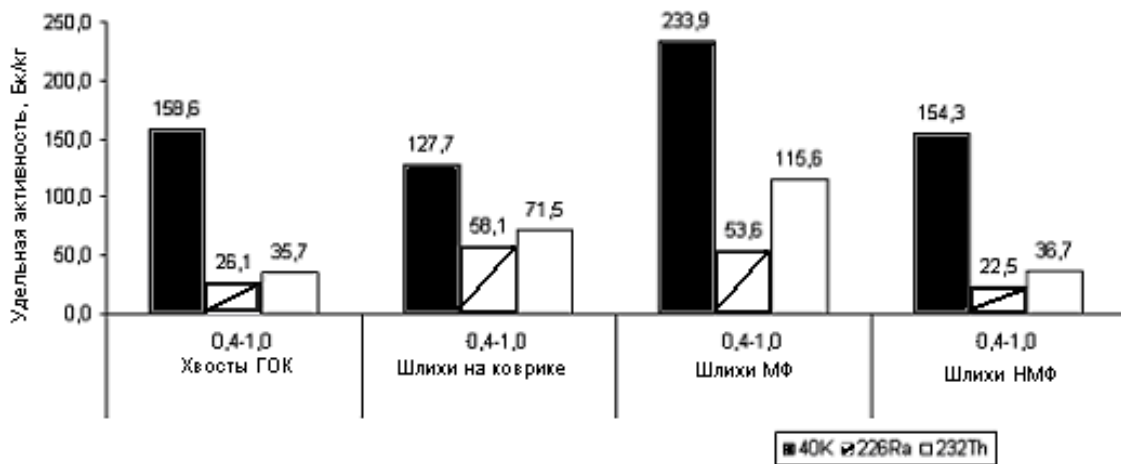
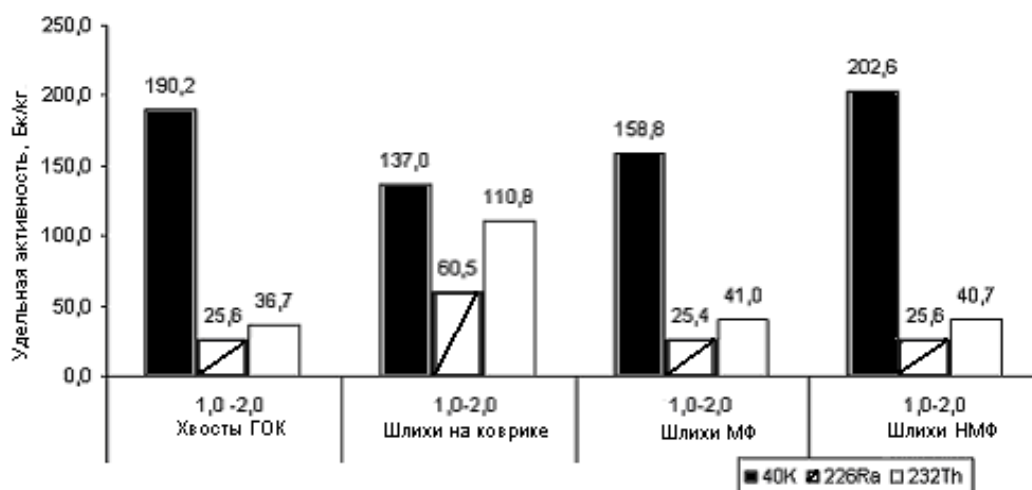


Диаграмма 2. Содержание радионуклидов в продуктах магнитного шлюза фракции 0,4-1,0



**Диаграмма 3.** Содержание радионуклидов в продуктах магнитного шлюза фракции 1,0-2,0

### Выводы

В целом, сырье не имеет ограничений по использованию в производстве сварочных материалов по радиационному фактору – удельная эффективная активность хвостов алмазодобычи Удачнинского ГОК составляет менее 370 Бк/кг. Однако, процессы обогащения алмазосодержащих пород на магнитном шлюзе приводят к концентрированию природных радионуклидов в шлихах на коврик и в магнитной фракции и при длительной эксплуатации  $A_{эфф}$  на этих участках может выйти за пределы допустимых норм радиационной безопасности. Поэтому рекомендуется проведение периодического радиационного контроля отходов с магнитного шлюза.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Попов В.В., Сафонов Ю.Г. Проблемы развития и эффективного использования минерально-сырьевой базы России. – М.: ИГЕМ РАН, 2003. 202 с.
2. Разведочная ядерная геофизика: Справ. геофизика / Под ред. О.Л. Кузнецова.- М.: Недра, 1986.-386 с.
3. Степанов В.Е., Саввин Е.Д., Степанова К.В. и др. Ядерно-физические основы методов анализа, технологий обогащения и утилизации минерального сырья с алмазами, драгоценными металлами, редкоземельными элементами. В монографии «Научное обеспечение развития горно-промышленных комплексов Республики Саха (Якутия)». Изд-во "Наука". Новосибирск, 2003. С. 80-98.

## THE RADIATION ESTIMATION OF MINE DIAMONDS WASTE FOR WELDING MATERIALS MANUFACTURE

Sivtseva A.V., Stepanova K.V.

*Institute of physicochemical problems of the North, Yakutsk*

The estimation of radiation of mine diamonds waste of Udachninsky mountain-concentrating combine is made. The specific effective radio-activity of raw material is calculated. It is shown, the raw material has no restrictions on use in manufacture welding materials under the radiating factor. However, processes of enrichment breeds on a magnetic sluice lead to natural radionuclide concentration on the magnetic carpet both in the magnetic fraction at long period.  $A_{эфф}$  can fall outside the limits admissible norms of radiating safety.

УДК 629.78