



BADANIE PROMIENIOTWÓRCZOŚCI W MINERAŁACH SKORUPY ZIEMSKIEJ Z MUZEUM ZIEMI PAN

Barbara PIOTROWSKA, Krzysztof ISAJENKO,
Olga STAWARZ, Karol WOJTKOWSKI,
Marcin KOZDÓJ, Anita KIEŁBASIŃSKA

Praca sfinansowana przez Zleceniodawcę

Przygotowanie i pomiary spektrometryczne promieniowania gamma próbek minerałów

- Wykonano fotografię każdej ze 111 próbek minerałów i ponumerowano.
- Wykonano pomiary:
 - mocy dawki przy powierzchni próbki oraz
 - mocy dawki w odległości 10 cm od próbki za pomocą przenośnego dawkomierza ESM, typ FH 40 G L-10;
 - masy każdej próbki;
- Oszacowano długość, szerokość i wysokość albo średnicę każdej z próbek.
- zapakowano w worki foliowe i wykonano pomiary spektrometrii gamma na scharakteryzowanym detektorze HPGe.
- Czas pomiaru, w zależności od aktywności substancji promieniotwórczej zawartej w minerałach wynosił od 300 s do 60 000 s.
- Wydajność detektora - przygotowana dla każdej próbki - krzywa wydajności obliczana numerycznie - oparta na oprogramowaniu LabSocs.

Przepisy prawne

Klasyfikację minerałów wykonano zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 14 grudnia 2015 r. „w sprawie odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego” (Dz.U. z dn. 23 czerwca 2022, poz. 1320).

§ 4.1 Odpady promieniotwórcze kwalifikuje się do kategorii odpadów promieniotwórczych niskoaktywnych, jeżeli stężenie promieniotwórcze izotopu promieniotwórczego w tych odpadach przekracza wartość określoną w załączniku 1 do rozporządzenia, ale nie więcej niż dziesięć tysięcy razy.

§ 4.2 W przypadku odpadów promieniotwórczych zawierających różne izotopy promieniotwórcze, odpady te kwalifikuje się do kategorii odpadów promieniotwórczych niskoaktywnych, jeżeli suma stosunków stężeń promieniotwórczych każdego z izotopów promieniotwórczych w tych odpadach do wartości określonych w załączniku 1 do rozporządzenia przekracza 1, ale nie przekracza 10 000.

§ 8. Odpady promieniotwórcze niskoaktywne, średnioaktywne i wysokoaktywne dzieli się na następujące podkategorie:

- **3.** Odpady długożyciowe – jeżeli stężenie promieniotwórcze izotopów promieniotwórczych długożyciowych w tych odpadach przekracza 400 kBq/kg.

Załącznik 1 do RRM

Wartości stężenia promieniotwórczego izotopów promieniotwórczych stanowiące podstawę kwalifikowania odpadów promieniotwórczych do kategorii odpadów promieniotwórczych

Izotop	Stężenie promieniotwórcze [kBq/kg]
K-40	100
Tl-208, Pb-210, Pb-212, Bi-212, Ra-226, Ac-228, U-234, U-235, U-238	10
Th-234	1000
Pa-231	1

Próbka nr 071 – Gumit – ochra uranowa IV/2/269

Masa: 0,032 kg

Moc dawki:

przy powierzchni: 2,9 $\mu\text{Sv/h}$

w odległości 10 cm: 0,3 $\mu\text{Sv/h}$

Wyniki badań spektrometrycznych:

Pb-210: $(4,2 \pm 0,7) \cdot 10^4$ Bq/kg

Ra-226: $(3,2 \pm 0,2) \cdot 10^5$ Bq/kg

Pa-231: $(3,7 \pm 0,9) \cdot 10^4$ Bq/kg

U-238: $(7,5 \pm 0,5) \cdot 10^5$ Bq/kg

U-235: $(1,9 \pm 0,1) \cdot 10^4$ Bq/kg

Th-234: $(1,1 \pm 0,2) \cdot 10^5$ Bq/kg

Klasyfikacja odpadu: **ODPAD NISKOAKTYWNY**



Próbka nr 073 – Betafit IV/2/105

Masa: 0,048 kg

Moc dawki:

przy powierzchni: 9,4 $\mu\text{Sv/h}$

w odległości 10 cm: 1,0 $\mu\text{Sv/h}$

Wyniki badań spektrometrycznych:

Ra-226: $(1,0 \pm 0,1) \cdot 10^6 \text{ Bq/kg}$

U-238: $(1,6 \pm 0,3) \cdot 10^6 \text{ Bq/kg}$



Klasyfikacja odpadu: **ODPAD NISKOAKTYWNY**

Próbka nr 074 – Torbernit III/6/107

Masa: 0,145kg

Moc dawki:

przy powierzchni: 21,1 $\mu\text{Sv/h}$

w odległości 10 cm: 1,4 $\mu\text{Sv/h}$

Wyniki badań spektrometrycznych:

Pb-210: $(2,5 \pm 0,7) \cdot 10^5 \text{ Bq/kg}$

Ra-226: $(1,3 \pm 0,09) \cdot 10^6 \text{ Bq/kg}$

U-238: $(1,9 \pm 0,2) \cdot 10^6 \text{ Bq/kg}$

Th-234: $(6,3 \pm 1,4) \cdot 10^5 \text{ Bq/kg}$

Klasyfikacja odpadu: **ODPAD NISKOAKTYWNY**



Próbka nr 075 – Ruda uranowa III/8/101

Masa: 0,12 kg

Moc dawki:

przy powierzchni: 1,8 $\mu\text{Sv/h}$

w odległości 10 cm: 0,4 $\mu\text{Sv/h}$

Wyniki badań spektrometrycznych:

Pb-210: $(4,3 \pm 0,5) \cdot 10^4$ Bq/kg

Ra-226: $(9,7 \pm 0,9) \cdot 10^4$ Bq/kg

Pa-231: $(2,2 \pm 0,5) \cdot 10^4$ Bq/kg

U-238: $(10,4 \pm 1,0) \cdot 10^4$ Bq/kg

U-235: $(4,6 \pm 0,5) \cdot 10^3$ Bq/kg

Th-234: $(5,8 \pm 1,2) \cdot 10^4$ Bq/kg

U-234: $(4,5 \pm 0,7) \cdot 10^5$ Bq/kg

Klasyfikacja odpadu: **ODPAD NISKOAKTYWNY**



Próbka nr 081 – Meta-torbernit IV/6/115

Masa: 0,008 kg

Moc dawki:

przy powierzchni: 2,3 $\mu\text{Sv/h}$

w odległości 10 cm: 0,29 $\mu\text{Sv/h}$

Wyniki badań spektrometrycznych:

Ra-226: $(1,7 \pm 0,2) \cdot 10^6 \text{ Bq/kg}$

Pa-231: $(1,6 \pm 0,4) \cdot 10^5 \text{ Bq/kg}$

U-238: $(4,3 \pm 0,6) \cdot 10^6 \text{ Bq/kg}$



Klasyfikacja odpadu: **ODPAD NISKOAKTYWNY**

Próbka nr 078 – Kasolit IV/6/122

Masa: 0,054 kg

Moc dawki:

przy powierzchni: 37,2 $\mu\text{Sv/h}$

w odległości 10 cm: 2,92 $\mu\text{Sv/h}$

Wyniki badań spektrometrycznych:

Ra-226: $(1,0 \pm 0,08) \cdot 10^6 \text{ Bq/kg}$

U-238: $(3,6 \pm 0,4) \cdot 10^6 \text{ Bq/kg}$



Klasyfikacja odpadu: **ODPAD NISKOAKTYWNY**

Próbka nr 084 – Digenit IV/6/102

Masa: 0,07 kg

Moc dawki:

przy powierzchni: 15,7 $\mu\text{Sv/h}$

w odległości 10 cm: 0,5 $\mu\text{Sv/h}$

Wyniki badań spektrometrycznych:

Ra-226: $(6,3 \pm 0,4) \cdot 10^5 \text{ Bq/kg}$

U-238: $(1,1 \pm 0,09) \cdot 10^6 \text{ Bq/kg}$

U-235: $(3,0 \pm 0,6) \cdot 10^4 \text{ Bq/kg}$

Th-234: $(8,3 \pm 2,4) \cdot 10^4 \text{ Bq/kg}$



Klasyfikacja odpadu: **ODPAD NISKOAKTYWNY**

Próbka nr 014 – Urbanit III/5/952

Masa: 0,424 kg

Moc dawki:

przy powierzchni: 0,21 $\mu\text{Sv/h}$

w odległości 10 cm: 0,15 $\mu\text{Sv/h}$

Wyniki badań spektrometrycznych:

K-40: 118 ± 6 Bq/kg

Pb-210: 178 ± 18 Bq/kg

Ra-226: $8,50 \pm 4,70$ Bq/kg

Ac-228: $19,9 \pm 1,0$ Bq/kg

Pa-231: $35,8 \pm 8,2$ Bq/kg

Th-234: $21,8 \pm 5,1$ Bq/kg

U-235: $1,57 \pm 0,36$ Bq/kg



Klasyfikacja odpadu: **NIE JEST ODPADEM PROMIENIOTWÓRCZYM**

Próbka nr 054 – Torbernit krystaliczny III/9/228

Masa: 0,384 kg

Moc dawki:

przy powierzchni: 60 $\mu\text{Sv/h}$

w odległości 10 cm: 10,8 $\mu\text{Sv/h}$

Wyniki badań spektrometrycznych:

Ra-226: $(4,9 \pm 0,3) \cdot 10^5$ Bq/kg

Pa-231: $(6,3 \pm 1,5) \cdot 10^4$ Bq/kg

U-238: $(1,3 \pm 0,8) \cdot 10^6$ Bq/kg

Th-234: $(1,9 \pm 0,4) \cdot 10^5$ Bq/kg



Klasyfikacja odpadu: **ODPAD NISKOAKTYWNY**

Próbka nr 003 – Uranofan z malachitem, cerusytem, chabazytem IV/44/1052

Masa: 0,136 kg

Moc dawki:

przy powierzchni: 0,079 $\mu\text{Sv/h}$

w odległości 10 cm: 0,078 $\mu\text{Sv/h}$

Wyniki badań spektrometrycznych:

Pb-210: $117 \pm 14 \text{ Bq/kg}$

Ra-226: $142 \pm 17 \text{ Bq/kg}$

Th-234: $91,5 \pm 21,0 \text{ Bq/kg}$



Klasyfikacja odpadu: **NIE JEST ODPADEM PROMIENIOTWÓRCZYM**

Wnioski

- Wstępna klasyfikacja wykazała duże zróżnicowanie mocy dawki od badanych minerałów. Moc dawki zarejestrowana przy powierzchni minerałów zawierała się w granicach od 0,071 $\mu\text{Sv/h}$ (próbka nr 011) – wielkość naturalnego tła promieniowania gamma do 143 $\mu\text{Sv/h}$ (próbka nr 037).

- W prawie wszystkich minerałach stwierdzono obecność jedynie izotopów gamma promieniotwórczych pochodzenia naturalnego. Są to izotopy pochodzące z trzech naturalnych szeregów promieniotwórczych: uranowo - aktynowego, uranowo - radowego i torowego oraz izotop potasu ^{40}K . Aktywności właściwe zarejestrowanych izotopów badanych próbek zawierały się w zakresie od kilku $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ do około $5\cdot 10^6 \text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$.

- Na podstawie obliczonych stężeń dla zarejestrowanych izotopów gamma promieniotwórczych w próbkach minerałów dokonano klasyfikacji minerałów pod względem zawartości substancji promieniotwórczej. Zgodnie z treścią Rozporządzenia Rady Ministrów (Dz. U. z dn. 23 czerwca 2022, poz. 1320),:

94 badanych próbek minerałów stanowią odpady promieniotwórcze niskoaktywne.

17 próbek badanych minerałów nie stanowi odpadów promieniotwórczych.

Dziękuję za uwagę !
