

wiono wyniki testów uproszczonej metody oznaczania naturalnych radionuklidów w tego typu wodach.

Stężenia najważniejszych izotopów z serii ^{238}U i ^{232}Th były oznaczane w wodach termalnych z Uniejowa za pomocą metodyki, opartej na kombinacji spektrometrii ciekłoscyntylacyjnej, wykorzystującej separację α/β , i spektrometrii promienowania γ . Stężenia ^{222}Rn i ^{226}Ra były mierzone po ekstrakcji radonu z próbek wody o objętości 10 ml do 10 ml scyntylatora Ultima Gold F w fiolkach scyntylacyjnych o objętości 22 ml. Próbkę taką mierzono w spektrometrze ciekłoscyntylacyjnym nowej generacji o nazwie Betascout jako próbki dwufazowe w ciągu 30 dni od ich spreparowania. Średnie stężenia wynosiły odpowiednio 2,95 i 0,64 Bq/dm³ w przypadku ^{222}Rn oraz ^{226}Ra . Izotop ^{210}Po przed wykonaniem pomiarów był wstępnie zateżony na uwodnionym tlenku manganu, a następnie deponowany na srebrnych dyskach. Dyski te zanurzano w 10 ml scyntylatora i mierzono w spektrometrze ciekłoscyntylacyjnym. Średnie stężenie ^{210}Po w badanych wodach wynosiło 0,052 Bq/dm³. Aktywności pozostałych izotopów mierzono za pomocą spektrometrii γ po uprzednim ich zateżeniu na tlenku manganu z próbek wód o objętości 10 litrów. Aktywności dwóch z izotopów radu, ^{224}Ra i ^{226}Ra , można określić na podstawie ich własnych linii γ , natomiast stężenie ^{228}Ra oznacza się na podstawie jego produktu rozpadu – ^{228}Ac . Średnie stężenia izotopów radu w badanych próbkach wynosiły odpowiednio 0,52, 0,65 i 0,58 Bq/dm³. Stężenia ^{210}Pb i ^{238}U (^{234}Th) były poniżej progu detekcji metody, wynoszącego 0,03 Bq/dm³.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że nie ma żadnych przeciwwskazań z punktu widzenia ochrony przed promieniowaniem, do wykorzystania tych wód jako źródła ciepła czy dla zastosowań balneologicznych. Nie można jednakże używać tych wód jako pitnych wód mineralnych, gdyż roczna dawka skuteczna, spowodowana ich konsumpcją, przekracza zalecaną przez WHO wartość dopuszczalną 0,1 mSv.

62.

Determination of radium ^{226}Ra nuclide in ground-level air

Pomiary stężenia radu ^{226}Ra w warstwie przy powierzchniowej atmosfery

Henryk Bem*, Marcin Olszewski

Institute of Applied Radiation Chemistry, Technical University of Łódź, POLAND

*corresponding author: Institute of Applied Radiation Chemistry, Technical University of Łódź, Żwirki 36 str., 90-924 Łódź, POLAND

Installation of the Aerosol Sampling Station (ASS) network in Poland offers the unique opportunity for measuring natural radionuclide concentration in ground – level air. The ASS-500 collects air aerosols on a filter placed 2 m above the ground with the air flow about 500 m³ per hour in a weekly cycle and each weekly filter is submitted for further γ -spectrometry measurements. Unfortunately, because of slightly higher background levels caused by lead shields in the regions of ^{234}Th (^{238}U) and ^{226}Ra γ -lines, an achieved detection limits for direct determination of these radionuclides are above the usually occurring concentrations ~1–5 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. However, in the case of ^{226}Ra , such measurements can be possible by recounting of the closed (sealed) filters after a one month period, necessary for establishing of radioactive equilibrium with ^{222}Rn and its decay products, particularly γ -emitting radionuclides: ^{214}Pb and ^{214}Bi . The calculated detection and determination limits (with 10% relative accuracy),

according to Currie's formulas for these two radionuclides for 160 000 s counting time were: 0.4 and 1.5 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$, respectively. The observed ^{222}Ra activities during the half year collection period, including parts of winter and summer seasons, were always above the detection limit and ranged from 0.5 to 3 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. The radium radionuclides are present in ground-level air as a result of the resuspension of surface soil particles and fly ash emission from coal burning during winter time. Therefore, on the basis of ^{226}Ra activity measurements in the surface aerosols a rough contribution of the coal combustion to the total air suspended particulate matter can be calculated, if the specific activities of this radionuclide in surface soil and fly ashes are known. Using our previously published data for ^{226}Ra content in the soil and fly ashes for the Lodz region of Poland, we could appraise that the coal combustion input to the total air suspended particulate matter ranged from 10 to 80 %.

★ ★ ★

Instalacja sieci automatycznych stacji pomiarowych typu ASS stwarza niepowtarzalną okazję realizacji pomiaru stężenia naturalnych radionuklidów w przypowierzchniowej warstwie atmosfery. W stacji ASS-500 powietrze przepływa z natężeniem 500 m^3 na godzinę, a aerozole są zbierane przez filtr zlokalizowany 2 m nad powierzchnią gruntu w cyklu tygodniowym. Każdorazowo po tym okresie aktywność filtrów jest analizowana metodą spektrometrii γ . Tak się jednak niefortunnie składa, że sygnał wnoszony przez izotopy znajdujące się w osłonie ołowianej detektora podnosi limit detekcji w zakresie linii γ związanych z izotopami ^{234}Th (^{238}U) i ^{226}Ra powyżej ich naturalnego stężenia $\sim 1\text{--}5 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$, co uniemożliwia ich bezpośredni pomiar. W przypadku radu ^{226}Ra można jednak określić jego stężenie, pozostawiając filtr w szczelnym zamknięciu aż do momentu ustalenia się równowagi między radem ^{226}Ra a radonem ^{222}Rn i jego produktami rozpadu, szczególnie emiterami promieniowania γ ^{214}Pb oraz ^{214}Bi , i wykonując ponowny pomiar jego aktywności po jednym miesiącu. Oszacowany zgodnie z metodą Currie limit detekcji i poziom wykrywalności obydwu izotopów (dla 10% względnej dokładności) wynosi odpowiednio 0,4 oraz 1,5 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ odpowiednio dla pomiaru trwającego 160 000 s. Stężenia ^{226}Ra obserwowane w okresie półrocznym, obejmującym częściowo okres zimowy i letni, były zawsze wyższe od limitu detekcji i zmieniały się w zakresie 0,5–3 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Izotopy radu występują w warstwie przypowierzchniowej atmosfery w wyniku porywania cząsteczek gleby przez wiatr oraz emisję popiołów powstających podczas spalania węgla zwłaszcza w zimie. Dokonując zatem pomiaru stężenia radu w powietrzu można zgrubnie ocenić jaki wkład do całego procesu wnosi spalanie węgla o ile znana jest aktywność właściwa radu w warstwie wierzchniej gleby oraz w popiołach lotnych. Uwzględniając opublikowane dane dotyczące zawartości radu ^{226}Ra w glebie i w popiołach lotnych w rejonie miasta Łódź, można oszacować, że udział procesu spalania węgla w tworzeniu się cząstek zawieszonych w powietrzu wynosi 10–80%.