

RÁDIOAKTIVITA STAVEBNÝCH MATERIÁLOV

Eva Terpáková, Stavebná fakulta, Technická univerzita Košice

Abstrakt: V stavebnej praxi sa aplikuje značné množstvo ako prírodných tak aj umelých stavebných materiálov. V mnohých prípadoch je v nich preukázateľná prítomnosť prirodzených rádionuklidov, ktoré v konečnom dôsledku môžu zvyšovať riziko radiačného zaťaženia stavebných objektov. V príspevku je analyzovaná problematika gamaspektrometrickeho stanovenia prirodzenej rádioaktivity v stavebných materiáloch a výrobkoch aplikovaných v podmienkach stavebnej praxe na Slovensku.

Úvodom

Prírodná rádioaktivita stavebných materiálov je ich prirodzenou vlastnosťou, ktorá úzko súvisí s ich pôvodom. V podstate všetky stavebné materiály obsahujú určité produkty premien prírodných rádionuklidov. Prírodná rádioaktivita sa podieľa viac ako dvoma tretinami na celkovom ožiarení obyvateľstva (NIKODEMOVÁ, 1992). Z približne 37 rádioaktívnych prvkov a 73 rádionuklidov, ktoré sa v prírode vyskytujú a tvoria 1 % z hmotnosti zeme sa z hľadiska radiačnej záťaže v stavebných materiáloch venuje pozornosť prirodzeným rádionuklidom ^{40}K , ^{226}Ra a ^{232}Th (ZAJÍČEK ET AL., 1990). Tento v medzinárodnej zhode zúžený výber stanovovaných rádionuklidov vyplýva predovšetkým z ich distribúcie v zemskej kôre. Vysokoaktuálna požiadavka aplikácií ekologicky vhodných materiálov súvisí so skutočnosťou, že obyvateľstvo prežije až 90% času v uzatvorených resp. pobytových priestoroch. Výsledky konkrétnych stanovení sú prezentované v nasledujúcom príspevku.

1. Zdroje prirodzenej rádioaktivity.

Zdrojmi rádioaktivity sú prakticky všetky materiály stavebného priemyslu: jednak minerály a horniny využívané bezprostredne ako klasické prírodné kameniva a kameň, resp. ako surovina na výrobu iných stavebných materiálov. V súčasnosti je snaha o aplikáciu aj druhotných surovín, ako sú rôzne popolčeky, trosky, škvara, kaly a tiež banské odpady nielen z dôvodu ich racionálneho využitia, pretože okrem potreby územia na skladovanie predstavujú reálne nebezpečie environmentálneho znečistenia. Pri ich produkcii však môže dochádzať aj ku nakoncentrovávaniu rádionuklidov, napr. pri spaľovaní uhlia rozdielnymi technologickými postupmi, v metalurgických procesoch (TERPÁKOVÁ, 1996, 1997, 1998) a tým aj k ovplyvneniu využiteľnosti výrobkov, ktoré sa z nich vyrábajú.

Sprievodným prvkom rádioaktívnych premien v pobytových priestoroch je plyný produkt – radón. Tejto otázke sa venuje značná pozornosť, preto je samostatným predmetom hygienického zabezpečovania stavebných objektov.

2. Metodika stanovenia prirodzenej rádioaktivity.

Na stanovenie prirodzenej rádioaktivity bola zvolená spektrometria gama žiarenia, ktorá umožňuje súčasne stanovenie merných aktivít ^{226}Ra , ^{232}Th a ^{40}K jediným meraním. Hodnotiace kritéria pre posúdenie vhodností stavebných materiálov predpísané Vyhláškou MZ SR č. 406/1992 (1992) sú nasledovné:

1. $a_{\text{Ra}} \leq 120 \text{ Bq.kg}^{-1}$ (1)
2. $a_{\text{ekv}} = 0,086.a_{\text{K}} + a_{\text{Ra}} + 1,25.a_{\text{Th}} \leq 370 \text{ Bq.kg}^{-1}$ (2)
 $a_{\text{ekv}} \leq 370 \text{ Bq.kg}^{-1}$

kde: a_{Ra} je merná aktivita pre ^{226}Ra

a_{ekv} ekvivalentná merná aktivita, vyjadrená z nameraných merných aktivít pre jednotlivé rádioizotopy.



SK00K0196

2.1. Odber a spracovanie vzoriek

Odber vzoriek bol individuálny v závislosti od charakteru materiálu. Kusové vzorky sa získali náhodným výberom z paliet v obchodnej sieti, sypké materiály uložené na skládke sai odoberali z viacerých miest, výsledné reprezentatívne vzorky sa získali kvartovaním. Všetky vzorky pred a po homogenizácii na predpísanú zrornosť $\Phi \leq 0,5\text{mm}$ boli sušené pri 105 až 110°C. Následne sa voľným sypaním homogenne nadávkovali do vzorkovník Marinelliho typu (objem 750ml) a po uzatvorení podrobili ustáleniu tzv. Rn rovnováhy (28 dní).

2.2. Meranie a vyhodnotenie vzoriek

Na stanovenia bol použitý Mnohokanálový gama spektrometer JAK 202, Slovensko. Na výpočet mernej aktivity ^{226}Ra sa použil nameraný pík o energii 1764 keV (produkt premeny ^{214}Bi), mernej aktivity ^{232}Th pík o energii 2615 keV (produkt premeny ^{208}Tl). Hodnota mernej aktivity ^{40}K sa vypočíta z píku pri energii 1461 keV (vlastný pík ^{40}K). Doba merania bola optimalizovaná na 64200s, pre štandardy aj reálne vzorky opakovaným meraním. Na korekciu pozadie sa použil vysokočistý morský piesok s matrixom SiO_2). Na vyhodnotenie bola použitá zvolená kalibračná metóda, pričom účinnosť i energetická kalibrácia sa vykonávala pomocou rady sypkých štandardov - RG setov, komerčne dodaných analytickou službou IAEA z Viedne.

3. Výsledky stanovení, diskusia.

Zaujímavé výsledky sme získali pri posúdení vzoriek klasického betónu a jednotlivých zložiek použitých na jeho výrobu, spracovanie nameraných údajov je v tabuľke č.1. Pre porovnanie uvádzame aj výsledky meraní ďalších vybraných materiálov dostupných na stavebnom trhu. Tiež sú prezentované najčastejšie typy druhotných odpadov, uvádzané výsledky sú priemerami 3. opakovaní.

Ako vyplýva z nameraných hodnôt pre rôzne frakcie riečného ťaženého kameniva obsahy rádionuklidov sa navzájom líšili napriek tomu, že išlo o rovnaký zdroj. Pravdepodobne je to spôsobené fyzikálne – mechanickými vlastnosťami napríklad rozdielnou obrusnosťou minerálnych zložiek. Analyzované vzorky cementu vykazujú zvýšené hodnoty merných aktivít rádionuklidov. Zrejme je to spôsobené vplyvom VPT, ktorú testované cementy obsahujú ako vedľajšiu prímes, ale tiež sa musí zohľadniť zastúpenie rádionuklidov vo vstupných surovinách pri výrobe cementu (portlandsky slinok, anhydrit, sadrovec atď.)

Betónová kocka vyrobená z riečného ťaženého kameniva a voľne loženého cementu podľa príslušnej receptúry bez špeciálnych prísad nakoniec vykazovala nižšie hodnoty v porovnaní s cementom v dôsledku nižších hodnôt kameniva.

Z porovnania rôznych keramických materiálov vyplývajú diferencie medzi obkladačkami – produkcia Slovensko a zahraničný dovoz (Taliansko). Pozoruhodné boli diferencie medzi pórobetonovými výrobkami, tieto sú zvyčajne zatriedované do kategórií s vyššou radiáciou. Porovnanie Hebel a Ypor napokon vyznieva v prospech systému Hebel, čo logicky aj vyplýva zo zloženia surovín. Rozdielne hodnoty boli stanovené aj pre prezentované popolčeky z hnedého uhlia, pričom technológia spracovania bola odlišná. Výsledky s modernejšej technologie – fluidného spaľovania boli rozdielne aj pre jednotlivé zložky – jemnozrný a hrubozrný.

Tabuľka 1. Merné aktivity a ekvivalentné merné aktivity vzoriek materiálov a surovín

Vzorka	Merné aktivity [Bq.kg ⁻¹]			Ekvivalentná merná aktivita [Bq.kg ⁻¹] a _{ekv}
	a _K	a _{Ra}	a _{Th}	
kamenivo frakcia 0 – 4 [mm]	229,83 ± 9,07	27,94 ± 2,35	7,35 ± 1,31	56,90 ± 4,39
kamenivo frakcia 4 – 8 [mm]	106,53 ± 6,23	21,49 ± 0,34	< 5,0	36,91 ± 0,85
kamenivo frakcia 8-16 [mm]	270,65 ± 5,65	29,86 ± 0,89	11,39 ± 0,19	67,38 ± 0,65
betónová kocka B 15	210,3 ± 2,40	37,56 ± 0,6	7,49 ± 0,62	65,02 ± 0,27
CEMII/B - S32,5R	90,81,3 ± 6,38	72,34 ± 0,71	14,57 ± 0,04	98,37 ± 0,55
vysokopecná troska	95,23 ± 5,20	108,93 ± 0,8	22,16 ± 0,5	144,83 ± 1,86
popolček – klasický	200,6 ± 4,20	65,10 ± 0,6	18,35 ± 4,1	105,29 ± 6,08
popolček fluidné spaľovanie hrubozrný	235,0 ± 5,2	43,57 ± 0,5	9,3 ± 3,4	75,41 ± 5,18
popolček fluidné spaľovanie jemnozrný	214,5 ± 6,40	74,19 ± 0,25	15,09 ± 0,5	111,50 ± 7,27
porobeton Hebel murovací materiál	106,00 ± 1,40	46,65 ± 3,0	< 5,0	62,02 ± 3,16
porobeton Hebel tvarovka	74,44 ± 4,40	27,75 ± 3,8	< 5,0	40,42 ± 4,16
porobeton Ypor	248,46 ± 5,00	98,05 ± 0,2	20,73 ± 2,0	145,75 ± 3,21
Tehla CD-IZA-C	523,6 ± 6,00	67,02 ± 0,5	43,23 ± 2,5	166,09 ± 4,12
Keramické obkladačky SR	691,20 ± 6,4	79,02 ± 1,1	32,51 ± 1,4	179,10 ± 3,38
Keramické obkladačky–dovoz	927,53 ± 4,2	74,02 ± 3,5	47,36 ± 1,5	213,00 ± 5,34

Poznámka: uvedené hodnoty sú: \bar{x} priemerné ± rozptyl

Záver

Súčasná situácia na stavebnom trhu Slovenskej republiky je charakterizovaná nielen súkromnou malovýrobou stavebných materiálov s využívaním lokálnych zdrojov surovín, no tiež je aktuálna „expánzia“ dovozu zahraničných materiálov. Preto je nutné zdôrazniť povinné vyžadovanie atestov o hygienickej nezávadnosti. Uvedené kritéria však platia len pre stavebné materiály používané v stavebných objektoch s pobytovými miestnosťami. Znamená to, že pre iné účely - aplikácie v exteriéroch možno použiť aj materiály, ktoré vykazujú vyššie hodnoty. Zabezpečenie všeobecnej ekologickej vhodnosti používaných materiálov a výrobkov pre stavebné účely by teda malo byť úplnou samozrejmosťou pre realizátora stavby, ktorý by mal aj poznať ich vlastnosti. Zo strany výrobcu je zase povinnosťou zabezpečiť kontrolu kvality, nielen čo sa týka technických parametrov výrobku, ale z hľadiska prirodzenej rádioaktivity tiež pravidelnú kontrolu vstupných surovín použitých na výrobu.

LITERATÚRA:

- NIKODEMOVÁ, D., 1992: Radón v bytoch a jeho vplyv na zdravie človeka, UZV Bratislava.
- TERPÁKOVÁ, E., 1996: Prirodzená rádioaktivita ako prirodzená vlastnosť stavebných materiálov, VIII. Ogólnopolska Konferencja Naukowo - Techniczna „Ekologia a budownictwo“, B. Biala, Poland, 97 - 103
- TERPÁKOVÁ, E., 1997: Využitie vysokopecnej trosky v stavebníctve. Acta Metallurgica Slovaca, 3, 656 - 660
- TERPÁKOVÁ, E. - HANEČÁK, B., 1998: Aplikácie stavebných materiálov v praxi z hľadiska prirodzenej rádioaktivity. Medzinárodná konferencia 60.výročie SV STU Bratislava, 18.-20.11.1998, 29 - 34
- ZAJÍČEK, M. - ŠÍŠKA, L., 1990: Rádioaktivita pórobetónu a surovín použitých na jeho výrobu, Stavivo, 7-8, 244 - 250
- Vyhláška MZ SR č. 406 /1992 o požiadavkách na obmedzenie ožiarenia obyvateľstva z radónu a ďalších prírodných rádionuklidov