

ОПРЕДЕЛЯНЕ СЪДЪРЖАНИЕТО НА ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ В СТРОИТЕЛНИ МАТЕРИАЛИ

Екатерина Серафимова¹, Вилма Петкова²

¹Химикотехнологичен и металургичен университет - София

²Институт по минералогия и кристалография – Българска академия на науките
e-mail: ekaterina_sr@uctm.edu

Ключови думи: радионуклиди, строителни материали

Резюме: Населението, което живее в райони, богати на гранити, минерали и почви с високи концентрации на естествени радионуклиди, е подложено на по-високо външно облъчване. Когато се оценява облъчването на населението от естествени радионуклиди, трябва да се отчита фактът, че значителна част от времето си човек пребивава в сгради, където живее и работи. Стените, подовете и покривите на сградите екранират (отслабват) външния гама-фон. От друга страна обаче строителните материали (тухли, бетон, гипс), от които са изградени сградите и жилищата, съдържат естествени радионуклиди с най-различни концентрации. При оценката на средната годишна ефективна доза за населението на Земята се отчита разделно облъчването от естествени радионуклиди, което се получава на открито и вътре в сгради. Целта на работата е да определи съдържанието на естествени радионуклиди на строителни материали на образци взети от различни сгради в Южна България като се анализират образците и измери тяхната естествена радиоактивност, след което да се сравнят резултатите с максималните концентрации на активност в общи строителни материали, използвани и в ЕС.

Получените данни от проведените анализи не дават основание да се очаква генериране на радионуклиди от природните и конвенционални неорганични строителни материали, използвани в изследваните райони. Тази вероятност е още по-малка за сградите, където основните строителни работи са завършили преди повече от 20-30 години, време предостатъчно за настъпване на равновесие в системите.

DETERMINATION OF THE CONTENT OF NATURAL RADIONUCLIDES OF BUILDING MATERIALS

Ekaterina Serafimova¹, Vilma Petkova²

¹University of Chemical Technology and Metallurgy - Sofia

²Institute of Mineralogy and Crystallography, Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: ekaterina_sr@uctm.edu

Keywords: radionuclides, construction materials

Abstract: The population living in areas rich in granites, minerals and soils with high concentrations of natural radionuclides is exposed to higher external radiation. When assessing the exposure of the population to natural radionuclides, the fact must be taken into account that a significant part of a person's time resides in buildings where he lives and works. The walls, floors and roofs of the buildings shield (weaken) the external gamma background. On the other hand, the building materials (bricks, concrete, gypsum), from which the buildings and dwellings are built, contain natural radionuclides with various concentrations. When estimating the average annual effective dose for the population of the Earth, the radiation from natural radionuclides, which is obtained outdoors and indoors, is taken into account separately. The aim of the work is to determine the content of natural radionuclides on building materials of samples taken from different buildings in Southern Bulgaria by analyzing the samples and measuring their natural radioactivity, then to compare the results with the maximum concentrations of activity in common building materials. also used in the EU.

The data obtained from the analyzes do not give grounds to expect the generation of radionuclides from natural and conventional inorganic building materials used in the studied areas. This probability is even lower for buildings where major construction work was completed more than 20-30 years ago, enough time for equilibrium to occur in the systems.

Въведение

Естествени (природни) радионуклиди се наричат тези радионуклиди, които са разпространени в екосферата и не са резултат на човешката дейност. Естествените радионуклиди се намират във всички компоненти на живата и неживата природа на Земята. Те са и основният източник на облъчване на живите организми с йонизиращи лъчения заедно с вторичното космично лъчение. Наличието на естествени радионуклиди в земната повърхност води до външно облъчване, като мощността на дозата от земното лъчение е право пропорционално на количеството (концентрацията) на естествените радионуклиди в почвата. Концентрацията на радионуклиди в почвата зависи от радиоактивността на веществата, от които е съставена почвата и от процесите на сорбция, отлагане и отмиване на радионуклиди под въздействието на водите.

Населението, което живее в райони, богати на гранити, минерали и почви с високи концентрации на естествени радионуклиди, е подложено на по-високо външно облъчване. Когато се оценява облъчването на населението от естествени радионуклиди, трябва да се отчита факта, че значителна част от времето си човек пребивава в сгради, където живее и работи. Стените, подовите и покривите на сградите екранират (отслабват) външния гама-фон. От друга страна обаче строителните материали (тухли, бетон, гипс), от които са изградени сградите и жилищата, съдържат естествени радионуклиди с най-различни концентрации. Това води до облъчване на хората, пребиваващи в сградите. Гама-фонът вътре в сгради, изградени от тухли, бетон и гранит, като правило е по-висок от този в дървени постройки.

При оценката на средната годишна ефективна доза за населението на Земята се отчита разделно облъчването от естествени радионуклиди, което се получава на открито и вътре в сгради. Приема се, че съвременният човек престоява средно 80% от времето си в сгради (19 часа за денонощие), а 20% от времето пребивава на открито (5 часа за денонощие). Това означава, че естественото външно облъчване при престоя на човек в сгради е доминиращо спрямо облъчването на открито.

Целта на работата е да определи съдържанието на естествени радионуклиди на скални и строителни материали на образци, взети от различни сгради в Южна България, като се анализират образците и измери тяхната естествена радиоактивност, след което да се сравнят резултатите с максималните концентрации на активност в общи строителни материали, използвани и в ЕС.

Естествена радиоактивност на строителни материали

Всички строителни материали съдържат различни количества от естествени радиоактивни нуклиди. Материалите, получени от скали и почви, съдържат предимно естествени радионуклиди на уран (^{238}U) и торий (^{232}Th), и радиоактивен изотоп на калия (^{40}K). и при разпадането на уран, започвайки от радий (^{226}Ra) е рентгенологично. Средните концентрации в световен мащаб на радий, торий и калий в земната кора са около 40 Bq kg^{-1} , 40 Bq kg^{-1} и 400 Bq g^{-1} . Резултатите от литературното проучване на радиоактивността на строителните материали в ЕС са обобщени в Таблица 1.

Таблица 1. Типични и максимални концентрации на активност в общи строителни материали и промишлени продукти, използвани за строителни материали в ЕС. Типичните концентрации са претеглени спрямо населението национални средства от различни държави-членки.

Материал	Типична концентрационна активност, Bq kg^{-1}			Максимална концентрационна активност, Bq kg^{-1}		
	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
По-често срещани строителни материали						
Бетон	40	30	400	240	190	1600
Аериран или лек бетон	60	40	430	2600	190	1600
Глинени червени тухли	50	50	670	200	200	2000
Пясъковарни тухли	10	10	330	25	30	700
Естествени строителни камъни	60	60	640	500	310	4000
Природен гипс	10	10	80	70	100	200
По-често използвани индустриални вторични продукти като строителни материали						
Фосфогипс	390	20	60	1100	160	300
Пламъчна шлака	270	70	240	2100	340	1000
Пепел от въглища	180	100	650	1100	300	1500

- Потенциалът на негативно въздействие на строителните материали върху хората по време на жизнения им цикъл може да бъде съществено различен, в зависимост от вида и мощността на генерираните емисии от тях по време на цялостния период на използване на жилищата и сградите.
- Използването на природни неорганични строителни материали, които не се подлагат на значими третирания запазват своята начална структура и състав. В същото време този тип строителни материали запазват за много дълъг период негативно радиоактивно въздействие.
- Материалите с по-високо радиоактивно излъчване са използвани основно за настилки и облицовъчни материали при строителството, което определя наличие на бариера за проникването на радона в жилищните помещения
- Международният опит показва, че за ефективна превенция на здравето на населението и намаляване на облъчването включва широк спектър от действия, включващи: ефективна превенция в нови сгради, идентифициране на съществуващи домове и работни места с високи нива, възстановяване на съществуващи сгради, повишаване на осведомеността и обучение. Тези действия изискват участие редица институции, ведомства и други заинтересовани страни и координация между тях, което би се постигнало разработване и подготовка на стратегия на национално ниво.

Теория на метода

За оценка на потенциала на строителните материали от изследваните райони са извършени гама-спектроскопски анализи на проби от различни материали. Обект на изследване са както материали от вътрешния интериор като стари фаянсови плочки и хоросан, варова мазилка и подови настилки от мета гранит, така и от основни материали за грубото строителство – бетони, мета гранити за облицовки и настилки, гнайс, бречко конгломерати и гранити. Вече е известно, че поради по-краткото време на полуразпад определянето на интензивността на лъчение по отношение на K-40, Th-232 и Ra-226 е съществено за формирането на емисионните нива на радона в затворените помещения.

Резултати от извършения контрол

Таблица 2. Резултати от гама спектроскопия на строителни материали

№	Обект	Материал	⁴⁰ K (Bq/kg)	²²⁶ Ra (Bq/kg)	²³² Th (Bq/kg)
1	2	3	4	5	6
1	гр. Кърджали – СОУ „Пенчо Славейков”	Стар хоросан	740±20	23.9±0.8	35.5±1.4
2	гр. Кърджали-ученически общежития	Стари фаянсови плочки	354±12	37.0±1.1	30.9±1.1
3	гр. Хасково – Математическа гимназия „Б. Петканчин”	Стар бетон	366±9	23.8±2.6	15.6±0.5
4	Хасково- спортна зала – коминно тяло	Стар бетон	711±19	64±6	57.9±1.8
5	Хасково – музей	бетон	817±24	75.8±2.0	54.9±2.4
6	Хасково – музей	Стара варова мазилка	287±9	14.9±0.6	17.0±0.5
7	Винево – къща	пясъчник	310±15	27.7±0.8	20.2±0.9
8	гр. Хасково – детска градина „Звънче”	Стар хоросан	630±16	34.9±3.3	28.1±1.1
9	с. Караманци – СОУ „Христо Ботев”	Стар хоросан	757±21	36.7±1.4	57.2±2.1
10	гр. Сандански – ОДЗ 1 „Дора Габе”	стара замазка	671±19	20.4±0.7	26.1±1.1
11	гр. Сандански – ЦДГ „Радост”	Стар бетон	534±20	48.5±3.8	33.2±1.6
12	с. Елешница – ОДЗ „Надежда”	Стар бетон	613±17	42.4±4.8	24.2±0.7
13	с. Елешница – ОДЗ „Надежда”	Стара мазилка	384±10	18.5±0.5	18.0±0.6
14	с. Елешница – частен дом; Подстилаща основа	Пясъчник	927±25	86±7	43.3±1.6
15	с.Пирин-частен дом-биотитов	Гнайс	1129±31	95.9±2.6	108.7±3.5
16	х. Кукер, м. Предела (община Банско; Област Благоевград)	Пясъчник	538±14	12.84±0.44	18.1±0.6

При контрола на всички строителни материали от Южна България е установено следното:

Индекс на специфична активност на строителни материали е в диапазон 0.13÷0.98 – под 1.00, максимално допустима стойност на индекса на специфична активност на строителни материали за основен строеж на жилищни и обществени сгради.

Всички изследвани проби отговарят на изискванията на Наредба № 25 от 2005 г. за изискванията за защита на лицата при хронично облъчване в резултат на производство, търговия и използване на суровини, продукти и стоки с повишено съдържание на радионуклиди.

Заклучение

Получените данни от проведените анализи не дават основание да се очаква генериране на радионуклиди от природните и конвенционални неорганични строителни материали, използвани в изследваните райони. Тази вероятност е още по-малка за сградите, където основните строителни работи са завършили преди повече от 20-30 години, време предостатъчно за настъпване на равновесие в системите. С навлизането на пазара на много нови основно композитни строителни смеси, в които или в технологията на производството, или при непосредственото им използване в строителството, вече масово се използват различни хидроизолационни и топлоизолационни материали на полимерна (пластмасови, каучукови, лепила със сложен състав и други) основа. Такива добавки вече се използват и при извършващите се строителни процеси на шпакловки и замазки. За подобряване свойствата на строителните смеси в редица случаи се прилагат и специални добавки към бетоните, с цел подобряване на техните свойства по отношение на вискозитет, хидрофобност и якости.

Разработването и прилагането на държавна политика в областта ще могат да бъдат постигнати значителни ползи за общественото здраве и намаляване на риска за населението.

Всеки гражданин в България има право на здравословни и безопасни условия на труд, а децата трябва да растат в сгради с доказано качество. Постигането на единен подход на измерване на работните места, както и организиране на изследване на детските градини и училищата би могло да се постигне с общо национална стратегия за намаляване на риска от облъчване от строителни материали, с участието на редица ведомства и институции.

Литература:

1. Наредбата за основните норми за радиационна защита (ДВ, бр. 76 от 2012 г.)
2. Council Directive 96/29/EURATOM of 13 May 1996 laying down the basic safety standards of the health of workers and the general public against the danger arising from ionising radiation.
3. Commission Recommendation of 21 February 1990 on the protection of the public against indoor exposure to radon.
4. Council Directive of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States related to construction products.
5. Mustonen, R., Pennanen M., Annanmäki M. and Oksanen E. Enhanced Radioactivity of Building Materials. Final report of the contract No 96-ET-003 for the European Commission. Radiation and Nuclear Safety Authority – STUK, Finland, 1997; Radiation Protection 96, Luxembourg, 1999.
6. Markkanen, M. Radiation Dose Assessments for Materials with Elevated Natural Radioactivity. Report STUK-B-STO 32, Radiation and Nuclear Safety Authority – STUK, 1995.
7. Erdtmann, G. and Soyka .W. (1979) .The gamma of the radionuclide: tables for applied gamma ray spectrometry, New York: Verlag Chemic
8. IEC 61452 (1995-09) Nuclear instrumentation – Measurement of gamma-ray emission rates of radionuclides – Calibration and use of germanium spectrometers. International Electrotechnical Commission, Geneva, 1995.
9. Наредба №25 от 2005 г. за изискванията за защита на лицата при хронично облъчване в резултат на производство, търговия и използване на суровини, продукти и стоки с повишено съдържание на радионуклиди (ДВ, бр. 64 от 2005 г.; изм., бр. 80 от 2005 г.).