

UOT 621.039.538-03, 691.1/6

TİKİNTİ MATERIALLARININ RADİONUKLİD TƏRKİBİNİN TƏDQIQI

A.H.Əhmədova, H.M.Mahmudov*, H.O.Ocaqov

Azərbaycan Memarlıq İnşaat Universiteti
AZ 1073, Bakı, A.Sultanova küç.,5; e-mail: aytenaxmedova@mail.ru

*AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu
AZ 1143, Bakı, F.Ağayev 9, e-mail: hokman@rambler.ru

Məqalə tikinti materialları nümunələrində radionuklidlərin spektral aşkarlanmasına həsr olunub. Götürülmüş sement, hörgü daşı, qum, çınqıl, balıq qulağı və çay daşları nümunələrinin analizi göstərir ki, bunlar əsasən təbii ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra və süni ^{137}Cs radionuklidlərdir. Alınmış spektrlərin əsas piklərinin enerji və intensivliyinə görə təbii ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra və süni ^{137}Cs izotopların xüsusi və effektiv aktivlikləri hesablanmışdır.

Açar sözlər: tikinti materialları, radionuklid, effektiv aktivlik, xüsusi aktivlik.

Yaşayış və məişət binalarının tikintisində əhali, tikinti materiallarını düzgün seçmədikdə müxtəlif dərəcəli şüalanmaya məruz qala bilərlər. Bu şüaların yaranmasında həm tikinti materialları tərkibində olan təbii radionuklidlər həm də radionuklidlərlə çirklənmiş sahələrdən götürülmüş digər materiallar əsas rol oynayırlar. Əhalinin radiasiya təhlükəsizliyini təmin etmək üçün onların gündəlik, aylıq və illik udulma dozası düzgün qiymətləndirilməlidir. Bu məqsədlə də Respublika ərazisində tikinti materiallarının radiasiya təhlükəsizliyi nəzarətini həyata keçirmək, radiasiya təhlükəsizliyi sınağı Respublikamızda qüvvədə olan aşağıdakı normativ sənədlərə əsasən keçirilir:

- Respublika Tikinti Normaları. Azərbaycan Respublikasında tikintidə və tikinti materiallarında radiasiya nəzarəti haqqında Müvəqqəti Göstərişlər, RTN 31-93.
- Radiasiya Təhlükəsizliyi Norması (RTN (NRB)-99),
- Əhalinin radiasiya təhlükəsizliyi haqqında Azərbaycan Respublikasının Qanunu. Bakı şəhəri, 30 dekabr 1997-ci il, № 423-iq.

Respublikada istifadə olunan əsas tikinti materialları Abşeron ərazisindən çıxarılan hörgü daşları, qum, çınqıl, sement, balıq qulağı

və ya digərləridir. Müxtəlif növ tikinti materialları hasil edilən ərazilərdən götürülmüş hörgü daş nümunələrinin analizi göstərir ki, bunlar əsasən təbii ^{40}K , ^{232}Th və ^{226}Ra radionuklidləridir [1-3].

Uzun illərdir ki, Qaradağ rayon ərazisindən hörgü daşları, qum, Respublikanın digər ərazilərindən tikinti materialları olan çınqıl, qum və çay daşları hasil edilir. Respublikamızın əksər rayon və şəhərlərində inşa edilən ictimai və yaşayış binaları üçün bu tikinti materiallardan istifadə olunur.

2005-ci ildə Respublikada istifadə olunan 2018.5 min ton sement məhsulunun 1987.3 min. tonu ölkə daxili istehsal olunmuşdur ki, bu ümumi istehsalın 98.5 %-ni təşkil edir. Sement məhsulunun əsas komponenti olan klinker istehsalında da bu qanunauyğunluq özünü bir daha təsdiq edir. İstifadə edilən klinkerin istehsalının əsas xammalı Qaradağ rayon ərazisində yerləşən karxanalardan toplanan əhəng daşı tozu və qırıntılarıdır.

Əhalinin radiasiya təhlükəsizliyini təmin etmək məqsədi tikinti materiallarının radionuklid tərkibi analiz olunmalı, radiasiya təhlükəsizliyi qaydaları əsasında şüalanma riskini azaltmaq, insanların daha çox ekoloji təmiz materiallardan istifadə etmələri məqsədi ilə tikinti materialları daim nəzarətdə saxlanılmalı, radionuklidlərin toplanması və miqrasiyası tədqiq edilməlidir.

EKSPERİMENTAL HİSSƏ

Tikinti materialları nümunələrinin radionuklid tərkibinin analizi üçün "Progress-Qamma" (Doza, Rusiya) qamma-spektrometrindən istifadə olunmuşdur. Bu spektrometrin detektoru NaI(Tl) kristallı əsasında hazırlanmış sinsilyasiya detektorudur. Cihazın qeydetmə diapazonu 200 – 2800 keV. Cihaz xüsusi "Progress" proqramı vasitəsilə kompüterlə idarə olunur.

Sinsilyasiya tipli qamma-spektrometrik traktın enerjiyə görə dərəcələnməsi avtomatik olaraq ^{137}Cs və ^{40}K radionuklidlərinin piklərindən istifadə etməklə aparılır. Bunun üçün qurğunun komplektinə daxil olan ikikomponentli $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$ dərəcələnmə

mənbəyindən istifadə olunur və bu qiymət cihazın pasportunda göstərildiyindən 10%-dən çox fərqlənməməlidir. Bundan sonra boş Marinelli qabı cihaza qoyulur və bir saat ərzində fon spektri çəkilir.

Alınmış spektr avtomatik emal olunur və müşahidə olunan radionuklidlərin xüsusi aktivliyi proqram tərəfindən hesablanır. "Progress" proqramında sinsilyasiya spektrlərinin matrisa üsulu ilə emalından istifadə olunur. Bununla pikləri bir-biri ilə örtülən radionuklidlərin aktivliyinin adi ənənəvi üsullarla müqayisədə daha dəqiq təyin olunmasına nail olunur.

ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN MÜZAKİRƏSİ

Tədqiqatlarımız iki istiqamətdə aparılıb, birincisi tikinti meydançalarından, ikincisi isə hasilat müəssisələrindən götürülmüş nümunələrdə.

Birinci istiqamət:

Bakı şəhərində tikintilərdə istifadə edilən əsas tikinti komponentləri; sement, hörgü daşı, qum, çınqıl, balıqqulağı və çay daşlarının radionuklid tərkibinə görə ümumi mənzərəsi cədvəl 1-də verilmişdir. Əhəng daşı ovuntusundan götürülmüş nümunələrin spektral analizləri və radionuklidlərin xüsusi və effektiv aktivlikləri şəkil 1-də verilmişdir. Əksər daş çıxarılma ərazilərində daş laylarının qalınlığı 20-25 metr tərtibində olduğundan tədqiqatın bu dərinlikdən çıxarılan nümunələrdə öyrənilməsi bunların toplanaraq və ümumiləşdirilərək cəm halında orta göstərici olaraq cədvəl 1-in Əhəng daşı bölməsində verilmişdir. Bütün tikinti komponentlərində bu cür spektrlər alınmış və emal edilmişdir.

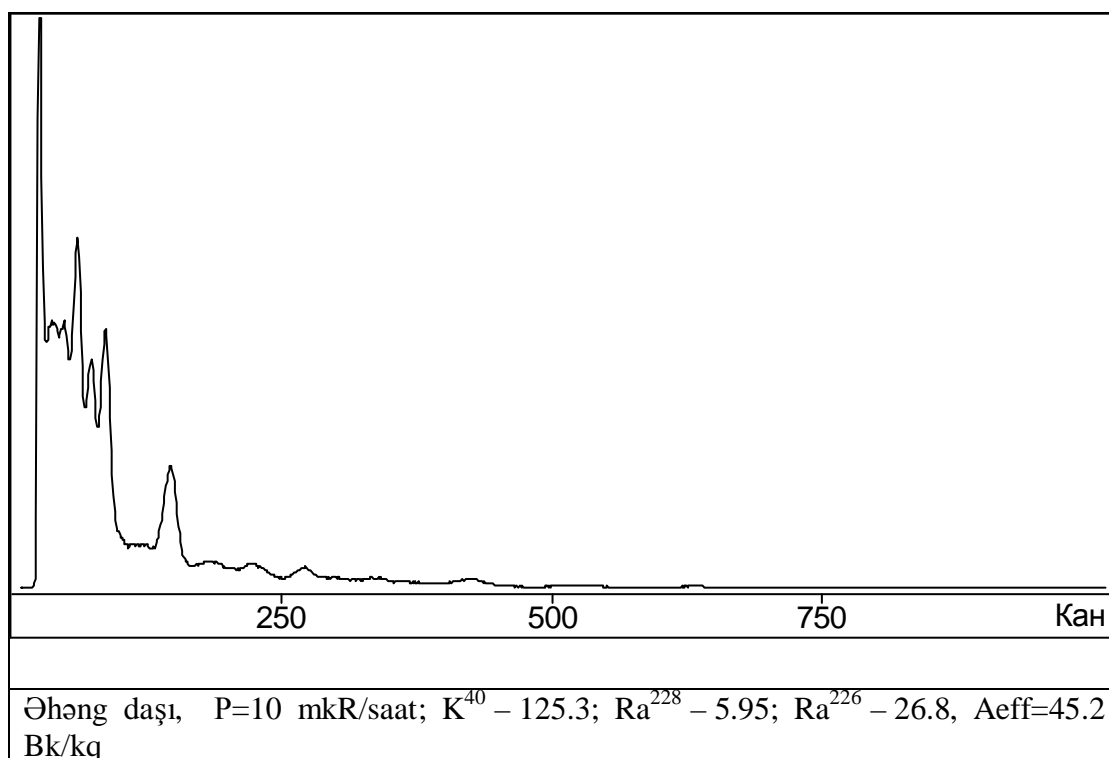
Qum hasilatı əsasən regionun müxtəlif ərazilərində aparılır ki, hər bir regionun

özünün qum və çınqıl ehtiyatı vardır. Respublikamızın paytaxtı və böyük şəhərlərin təlabatlarını regionlardan gətirilən qum və ya çınqıl təmin edir. Şəhər tikintisində daha böyük şirkətlərdə istifadə olunan qum nümunələrinin radionuklid analizləri göstərir ki, bunlar əsasən təbii radionuklidlər (^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{40}K) olub, xüsusi aktivlikləri $A_{\text{eff}}=17.0\div 18.7$ Bk/kq intervalında dəyişir ki, bu da yol verilən norma daxilindədir. Hörgü daşları nümunələrinin radionuklid analizləri göstərir ki, bunlar əsasən təbii radionuklidlər (^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{40}K) olub, xüsusi, orta effektiv aktivlikləri $A_{\text{eff}}=44.2$ Bk/kq tərtibindədir.

Tikintidə əsasən 300 və 400 markalı sementdən istifadə olunur. Birbaşa tikinti meydançalarından götürülmüş nümunələrin radionuklid tərkibi analiz olunmuş və müəyyən edilmişdir ki, 300 markalı sementdə $(A_{\text{eff}(300)}/A_{\text{eff}(400)})=1.2$ dəfə çox olub ki, bu da 300 markalı sementə olunan qatqılarla izah oluna bilər. Nümunələrdə yalnız təbii radioaktiv nuklidlərə rast gəlinir ki, orta xüsusi aktivlikləri sement 300-də ^{40}K -297.3, ^{228}Ra -29.2, ^{226}Ra -15.2 və sement 400-də ^{40}K -238.8, ^{228}Ra -20.9, ^{226}Ra -15.1 Bk/kq tərtibindədir.

Cədvəl 1. Tikinti daşları çıxarılan ərazilərdə radionuklidlərin xüsusi və effektiv aktivliyinin dərinliyə görə paylanması

		Daxili Kod							
		6067	6068	6069	6070	6071	6072	6073	6073-1
Kod	Ölçü vahidi	Əhəng daşı	Qum 2	Qum 1	Sement 300	Sement 400	Çınqıl	Çay daşı	Balıq-qulağı
Analiz qabı		Petri-2	Petri-2	Petri-2	Petri-3	Petri-3	Petri-2	Mari-nelli	kəşik konus
Nümunənin kütləsi, qram		445.7	565	301.1	291.6	223.6	455.7	1450	298.8
Analiz olunan parametrlər									
Cs-137	Bk/kq	~	~	~	~	~	~	~	~
Ra-226	Bk/kq	28.7 ± 16.1	8.5 ± 0.4	6.5 ± 0.6	29.2 ± 0.8	20.9 ± 1.0	26.8 ± 0.6	16.6 ± 0.5	2.0 ± 0.3
Ra-228	Bk/kq	7.3 ± 1.0	3.5 ± 0.3	4.0 ± 0.4	15.2 ± 0.5	15.1 ± 0.7	5.95 ± 0.4	17.1 ± 0.5	2.7 ± 0.5
K-40	Bk/kq	70.2 ± 11.1	45.9 ± 4.2	81.6 ± 5.2	297.3 ± 9.4	238.8 ± 12.4	125.3 ± 7.1	224.7 ± 7.7	58.3 ± 6.9
A _{eff}	Bk/kq	44.2 ± 16.2	17 ± 0.7	18.7 ± 0.9	74.4 ± 1.3	61.0 ± 1.7	45.2 ± 7.6	58.1 ± 1.0	10.5 ± 0.9

**Şəkil 1.** Əhəng daşı nümunəsinin qamma-spektri və radionuklid tərkibi, Bk/kq.

Çınqıl və çay daşları beton örtük və hissələrin salınmasında istifadə olunurlar ki, bunlar da regionun müxtəlif ərazilərində hasil edilir. Respublikamızın paytaxtı və böyük şəhərlərin tələbatlarını regionlardan gətirilən çay daşları və ya çınqıl nümunələrinin radionuklid analizləri göstərir ki, bunlar əsasən təbii radionuklidlər (^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{40}K) olub, xüsusi, orta effektiv aktivlikləri $A_{\text{effek}}=45.2\div 58.1$ Bk/kq intervalında dəyişir ki, bu da yol verilən norna daxilindədir.

Beton örtüklərin hazırlanmasında ən çox istifadə olunan tikinti materiallarından biri də balıqqulağıdır. Radionuklid analizi göstərir ki, balıqqulağının tərkibində əsasən təbii radionuklidlər (^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{40}K) olur, xüsusi aktivliklərinin nisbətən aşağı qiymətdə $A_{\text{effek}}=10.5$ Bk/kq olması isə onunla əsaslandırılır ki, balıqqulağının tərkibi özlərində radionuklidləri saxlamayan kalsium karbonatdan ibarətdir.

Respublikamızda istifadə olunan əksər tikinti materiallarında təbii radiasiya fonu yaradan əsasən ^{226}Ra , ^{232}Th və ^{40}K olan təbii radionuklidlərdir ki, cədvəl 1-dən görüldüyü kimi bu radionuklidlərin xüsusi effektiv aktivliyi norma (≤ 370 Bk/kq) daxilindədir [4,5].

İkinci istiqamət:

Qaradağ Sement zavodunun istehsal etdiyi müxtəlif markalı sementin radioaktiv nuklid tərkibi böyük zaman intervalında analiz edilmiş və alınmış nəticələrin orta qiymətləri cədvəl 2-də verilmişdir. Sement nümunələrində alınmış spektrlər həddindən artıq çox və oxşar olduğundan yalnız AZS 075-2001 SEM II 40 Mpa markalı sement nümunələrdən götürülmüş nümunələrin spektral analizləri və radionuklidlərin xüsusi və effektiv aktivlikləri şəkil 2-də göstərilmişdir.

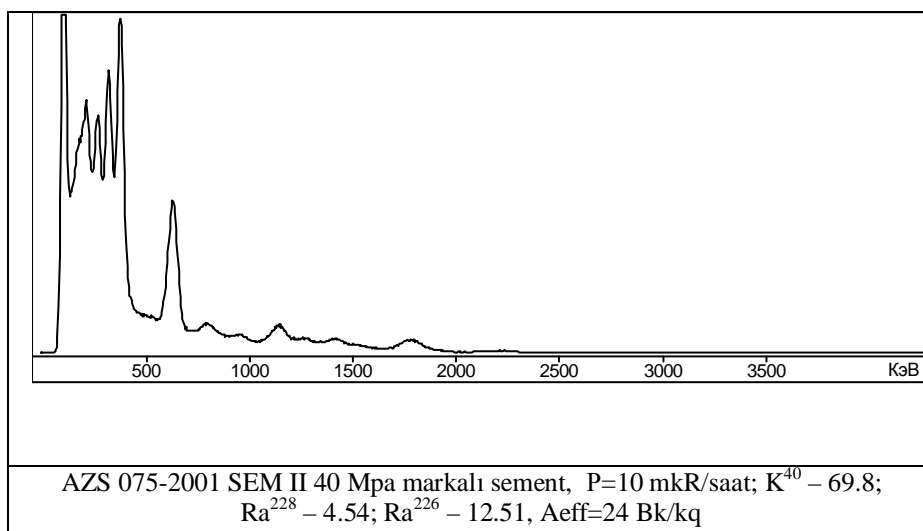
Cədvəldən görüldüyü kimi tədqiqat aparılmış nümunələrdə orta aktivlik $24\div 123.3$ Bk/kq intervalında dəyişir ki, bu da Azərbaycan Respublikasında tikintidə və tikinti materiallarında radiasiya nəzarəti haqqında Müvəqqəti Göstərişlərə (RTN 31-93) uyğun olaraq mövcud olan normadan $A_{\text{eff}}\leq 370$ Bk/kq $3\div 15$ dəfə kiçikdir [4]. Nümunələrdə müəyyən miqdar ^{137}Cs -radionuklidi mövcuddur ki, xüsusi aktivliyi $A_{\text{xüs}}=0.69\div 71.7$ Bk/kq intervalında dəyişir ki, bu sementə qatılan qatqılara, atmosfer çöküntüləri vasitəsi ilə daxil olurlar.

Cədvəl 2. Qaradağ sement zavodunun istehsal etdiyi müxtəlif markalı sementin radioaktiv nuklid tərkibi və orta xüsusi aktivlikləri (A_{eff})

Sementin markası	Radionuklid tərkibi, Bk/kq				A_{eff}
	Cs137	Ra226	Th232	K40	
Sement	~	40.6+6.5	14.5±3.7	2485±7	80.68
AZS 075-2001 SEM II 40 Mpa	16.74 ± 2.41	12.51 ± 2.31	4.54 ± 1.12	69.80 ± 16.70	24 ± 3
AZS 075-2001 SEM II 40 MP	36.25±3	36.86±9	17.8±3.5	256.1+-57.2	81.89
AZS 075-2001 SEM II 40 MP	71.79±6	36.7±6.8	20.8±3.9	314.2±71.5	90.66
AZS 075-2001 SEM II 40 Mpa	22.5 ± 2.9	46.2 ± 5.4	24.2 ± 3.6	283 ± 53	102 ± 15
AZS 075-2001 SEM II 30 Mpa	6.7 ± 1.3	40.3 ± 4.8	23.9 ± 3.4	384 ± 69	105 ± 15
ГОСТ 31108-2003 ИЕМ II/A-II 42,5H / SEM II/A-P 42,5N	<2	51.64 ± 6.16	21.17 ± 3.58	283.20 ± 50.10	103.4 ± 8.8
ГОСТ 31108-2003 ИЕМ II/B-II 32,5Б / SEM II/B-P 32,5R	<2	51.07 ± 6.25	28.82 ± 4.36	405.70 ± 69.30	123.3 ± 10.2
ГОСТ 31108-2003 ИЕМ II/A-II 32,5Б / SEM II/A-P 32,5R	<2	50.21 ± 6.10	25.45 ± 4.09	305.40 ± 54.00	109.5 ± 9.3

ГОСТ 31108-2003 ЦЕМ II/A-II 42,5Н / SEM II/A-P 42,5N	0.72 ± 0.20	44.97 ± 1.14	15.64 ± 0.66	231.1 ± 10.5	85.1 ± 1.6
ГОСТ 31108-2003 ЦЕМ II/B-II 32,5Б / SEM II/B-P 32,5R	~	48.48 ± 1.84	21.32 ± 1.13	330.5 ± 19.4	104.5 ± 2.8
ГОСТ 31108-2003 ЦЕМ II/A-II 32,5Б / SEM II/A-P 32,5R	0.69 ± 0.25	42.36 ± 0.92	17.25 ± 0.61	262.9 ± 10.3	87.5 ± 1.5
SEM II BP 32.5B	3.78 ± 0.64	46.5 ± 1.2	19.8 ± 1.6	287.8 ± 12.3	96.9 ± 2.6
SEM II AP 32.5B	3.27 ± 0.59	42.5 ± 1.6	21.0 ± 1.4	388.6 ± 13.9	103.0 ± 2.7
SEM II AP 32.5B	2.71 ± 0.29	44.4 ± 1.0	22.1 ± 1.3	312.1 ± 12.1	99.9 ± 2.2
SEM II AP 42.5N	4.45 ± 0.49	43.1 ± 1.1	14.6 ± 1.1	155.8 ± 8.7	75.5 ± 1.9
SEM II BP 32.5B	1.18 ± 0.25	50.2 ± 1.0	25.6 ± 1.5	327.9 ± 12.6	111.6 ± 2.4
SEM II AP 42.5N	3.76 ± 0.64	44.7 ± 0.9	20.5 ± 1.4	237.8 ± 10.2	91.8 ± 2.2

Götürülmüş sement nümunələrin intensivliyinə görə ^{40}K , ^{228}Ra , ^{226}Ra spektral analizlərinin nəticələri şəkil 2-də izotopların effektiv aktivlikləri hesablanmışdır. göstərilib. Spekr piklərinin enerjisinə və



Şəkil 2. AZS 075-2001 SEM II 40 Mpa markalı sement nümunəsinin gamma-spektri və radionuklid tərkibi, Bk/kq.

Statistik məlumatların araşdırmalarından məlum olur ki, respublikamıza müəyyən miqdar sement Gürcüstan Respublikasından idxal olunur, bunlarında RTN uyğun yoxlanılmasına ehtiyac yaranır. Respublikamıza idxal olunmuş sement məhsullarından numunələr götürülərək analiz

edilmiş, gamma spektrləri çəkilmiş, alınmış nəticələrdən məlum olmuşdur ki, nümunələrdə ^{226}Ra , ^{232}Th və ^{40}K təbii və az miqdar ^{137}Cs -radionuklidləri mövcuddur ki, onların xüsusi və effektiv aktivliyi hesablanıb cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəl 3. Respublikamıza idxal olunmuş sementin radioaktiv nuklid tərkibi və alınmış nəticələrin orta xüsusi aktivlikləri (A_{eff})

Daxili Kod		6139
Kod		Gürcüstan sementi
Nümunənin növü		sement
Analiz qabı		petri
Nümunənin kütləsi	q	286.12
Analiz olunan parametrlər	Ölçü vahidi	
Cs-137	Bk/kq	4.64 ± 0.70
Ra-226	Bk/kq	43.7 ± 1.0
Th-232	Bk/kq	20.0 ± 1.5
K-40	Bk/kq	321.3 ± 13.0
A_{eff}	Bk/kq	97.2 ± 2.5

Alınmış nəticələrə görə orta effektiv idxal olunan tikinti materiallarının xammallı aktivlik $A_{\text{eff}}=97.2$, $A_{\text{nor}} \leq 370$ Bk/kq olub, olan sement bütün radiasiya təhlükəsizliyi $A_{\text{eff}}/A_{\text{nor}} = 3.8$ dəfələrlə kiçik olduğuna görə normalarına uyğun olaraq istifadəyə yararlıdır.

NƏTİCƏ:

1. Tikintilərdə istifadə edilən əsas komponentlər: sement, hörgü daşı, qum, cıncıl, balıq- qulağı və çay daşlarının nümunələrinin qamma-spektrləri çəkilmiş, analizlərin nəticələri hesablanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, nümunələrdə əsasən təbii ^{40}K , ^{232}Th və ^{226}Ra radionuklidlər mövcuddur və onların orta effektiv aktivlikləri $A_{\text{eff}}=34.93 \div 72.24$ Bk/kq intervalında dəyişir.
2. Respublikamızda istifadə olunan yerli və idxal olunan müxtəlif markalı sement məhsullarından götürülmüş nümunələrin qamma-spektri çəkilmiş, analizlərin nəticələri hesablanmışdır:
 - Yerli məhsulların nümunələrində radionuklidlərin orta xüsusi aktivlikləri $24 \div 123.3$ Bk/kq intervalında dəyişir ki, bu da mövcud olan normadan $A_{\text{nor}} \leq 370$ Bk/kq $3 \div 15$ dəfə kiçikdir.
 - İdxal olunan sement nümunələrində radionuklidlərin orta effektiv aktivliyi $A_{\text{eff}}=97.2$ olub, yol verilən normadan 3.8 dəfə kiçik olub. Radiasiya təhlükəsizliyi normalarına uyğun olaraq bu sement istifadəyə yararlıdır.
3. Yerli istehsal olunan sement nümunələrində müəyyən miqdar ^{137}Cs -radionuklidi mövcuddur ki, xüsusi aktivliyi $A_{\text{xüs}}=0.69 \div 71.7$ Bk/kq intervalında dəyişir. İdxal olunan nümunələr də isə $A_{\text{eff}}=97.2$ Bk/kq tərtibində olması regionlara düşən atmosfer çöküntülərinin miqdarından asılıdır. Hər iki halda ^{137}Cs -radionuklidinin xüsusi aktivliyi norma daxilindədir.
4. Tədqiqatlar göstərir ki, ölçmə aparılmış bütün nümunələrin tərkibində müəyyən edilmiş radionuklidlərin miqdarı norma daxilindədir və onlar tikinti materialları kimi istifadəyə yararlıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Əhmədova A.N., Ocaqov H.O. Qaradağ tikinti materiallarının hasilatı sahələrinin radioekoloji vəziyyətinin tədqiqi. // Ekologiya və su təsərrüfatı elmi-texniki və istehsalat jurnalı. 2007. №3 s.6-10.
2. Ахмедова А.Г. Радиационная безопасность в строительстве. // Азербайджанский Архитектурно-строительный Университет. Баку-2006. Ученые записки. №2. С. 52-54.
3. Ахмедова А.Г., Оджагов Г.О., Махмудов О.М. Изучение радиоэкологической обстановки на территории разработки строительных материалов. ICNRP'07, 6-я Международная конференция «Ядерная и радиационная физика», Алмааты. Казахстан, 4-7 июня 2007. С. 498-499.
4. Respublika Tikinti Normalarının müvəqqəti göstərişləri RTN 31-93. Bakı 1993. s.7.
5. Моисеев А.А., Иванов В.И., Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. Москва: Энергоатомиздат. 1990. С.249.

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОНУКЛИДНОГО СОСТАВА
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

А.Г.Ахмедова, О.М.Махмудов, Г.О.Оджагов

Статья посвящена спектральному обнаружению радионуклидов в строительных материалах. Анализ взятых образцов цемента, строительного камня, песка, щебня, ракушки и речного камня показал, что это, в основном природные радионуклиды ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra и искусственного ^{137}Cs . По энергии и интенсивности полученных основных пиков спектров рассчитана эффективная активность изотопов K^{40} , Ra^{228} , Ra^{226} и ^{137}Cs .

Ключевые слова: *строительные материалы, радионуклид, эффективная и удельная активность.*

STUDY OF RADIONUCLIDE COMPOSITION OF BUILDING MATERIALS

A.G.Ahmedova, H.M.Mahmudov, G.O.Odjagov

The article deals with spectral detection of radionuclides in building materials. Analysis of samples of cement, building stone, sand, gravel, shells and river stones showed that they mainly consist of natural radionuclides ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra and ^{137}Cs . Effective activity of the isotopes K^{40} , Ra^{228} , Ra^{226} and ^{137}Cs has been calculated by the obtained energy and intensity of main peaks of the spectra.

Keywords: *building materials, radionuclide, effective and specific activity.*

Redaksiyaya daxil olub 17.10.2012.