

UOT 541.183, 543.70, 541.54, 572.54

BƏZİ TƏBİİ VƏ SİNTETİK SORBENTLƏRİN SORBSİYA XASSƏLƏRİNƏ QAMMA VƏ NEYTRON ŞÜALANMASININ TƏSİRİNİN TƏDQIQI

A.A.Qəribov¹, C.Ə.Nağıyev¹, V.İ.Hüseynov²

¹Azərbaycan Milli EA Radiasiya Problemləri İnstitutu
AZ 1143, Bakı, F.Ağayev küç.,9. E-mail: calalnaghiyev@mail.ru

²Fövqəladə Hallar Nazirliyi

Bəzi təbii və sintetik sorbentlərin sorbsiya qabiliyyətinə qamma şüaların və neytronların təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq olunmuş sorbentlərdən təbii klinoptilolit və fosfoxlorlaşdırılmış sellülozanı $2.5 \cdot 10^{10}$ neytron/sm⁻²s⁻¹ termal neytronlar selində şüalandırıldıqda onların uranın izotoplarına görə sorbsion aktivlikləri 2.49 və 2.15 dəfə artır. Birbaşa ionlaşdırıcı şüalanmanın və parçalanma məhsullarının təsiri altında təbii klinoptilolitdə yeni aktiv mərkəzlərin əmələ gəlməsi, sellülozada isə aşağı dozalarda yeni aktiv mərkəzlərin yaranması və nisbətən yüksək dozalarda radiasiya-kimyəvi destruksiya nəticəsində aktiv mərkəzlərin məhvi baş verir. Alınmış nəticələr əsasında proseslərin mexanizmi verilib.

Açar sözlər: sorbsiya, klinoptilolit, sellüloza, uran, radium, qamma və neytron şüalanması

Müasir dövrdə nüvə texnologiyalarına və neft sənayesinə malik dövlətlərdə müvafiq sənaye obyektlərinin istehsalat prosesində və həmçinin onların tullantı sularında radioaktiv elementlərin (U, Pu, Am, Th, Cs, Sr və Ra) ayrılması və akkumulyasiyası çox vacib aktual məsələlərdən biridir [1-4]. Bu məqsədlə istifadə və tətbiq edilən sorbentlərə xüsusi tələblər qoyulur. Belə ki, nüvə tsiklində radioaktiv elementləri ayırmaq üçün tətbiq olunan sorbentlər yüksək seçici sorbsiya qabiliyyətinə, asan və praktik olaraq tam desorbsiya qabiliyyətinə malik olmalıdır. Təbii adsorbentlər (montmorillonit, klinoptilolit və s. təbii minerallar) həmçinin, ağac kömürü ilkin halda aşağı aktivliyə və sorbsiya tutumuna malikdir. Bu səbəbdən təbii adsorbentlərin

sorbsiya qabiliyyətlərinin yüksəldilməsi məqsədi ilə onları müxtəlif metodlarla aktivləşdirirlər. Aktivləşdirilmiş adsorbentlər - modifikatlar, əksər hallarda yüksək sorbsiya qabiliyyətinə, yüksək davamlılığa və s. sorbsiya xassələrinə malik olur. Adsorbentin quruluş və kimyəvi xassələrindən asılı olaraq sorbentlərin müxtəlif aktivləşdirmə metodları tətbiq olunur [3-7].

Təqdim olunan işdə təbii seolit, xlorfosforlaşdırılmış sellüloza, xlorfosforlaşdırılmış butadien və izopren kauçuku və malein anhidridi stirool sopolimeri sorbentlərinin sorbsiya qabiliyyətinə ionlaşdırıcı şüalanmanın (qamma şüaları və neytronlar) təsiri ilə modifikasiya imkanları araşdırılıb.

EKSPERİMENTAL HİSSƏ

Aparılan tədqiqat işi Atom Enerjisi üzrə Beynəlxalq Agentliyin Respublikamızla həyata keçirdiyi AZB/4/002 layihəsi çərçivəsində Sloveniyanın Jožef Stefan İnstitutunun Nüvə Treyning Mərkəzində TRİGA tipli və Çex Respublikasının Rez Nüvə Tədqiqatları İnstitutunun VR-1 və LVR-15 tipli reaktorlarında görülmüşdür. Həmçinin, tədqiqat işində URİ qurğusunda ⁶⁰Co mənbəsi vasitəsilə sorbentlərin qamma şüalanması

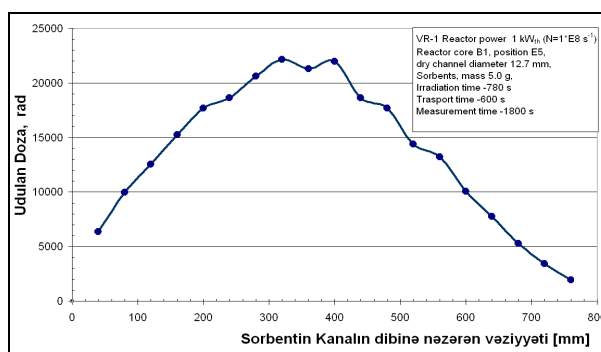
nəticəsində udulan dozanın sorbentin sorbsiya xassələrinə təsiri tədqiq edilmişdir.

Belə ki, sabit çəkiyə qədər qurudulmuş sorbent nümunələrindən 1.0 q çəkilərək Al folqaya bükülmüş, LVR-15 tipli reaktorun şaquli kanalında şüalandırılmışdır. Şüalanmadan sonra sorbent nümunələr üzərinə 50 ml distillə suyu əlavə edilib, 24 saat tarazlığın yaranması gözlənilmək üçün saxlanılmışdır. Sorbent məhluldan ayrıldıqdan sonra Ultra

Basic Benchtop pH/İon Meter vasitəsilə məhlulun pH-ı təyin edilmişdir.

VR-1 reaktorunda horizontal şüalandırma kanalında kanalın dibinə nəzərən hündürlükdən asılı olaraq şüalandırılan sorbent nümunələri müxtəlif doza alırlar (şəkil 1).

Reaktorda nümunələr 780 san müddətində, termal neytron selinin sıxlığı $1 \cdot 10^8$ [$cm^{-2}s^{-1}$], epitermal neytron selinin sıxlığı $1 \cdot 10^7$ [$cm^{-2}s^{-1}$] şəraitində və kanalın dibinə nəzərən 300 mm hündürlükdə şüalandırılıb.



Şəkil 1. Sorbent şüalandırma kanalının dibinə nəzərən vəziyyətinin udulan dozadan asılılığı

Tədqiqat işində asetat-ammonium bufer məhlulları mühitində uranil ionunun qatılığı UO_2SO_4 duzu vasitəsi ilə yaradılmışdır. İstifadə edilən UO_2SO_4 duzunda ^{235}U və ^{238}U izotoplarının kütlə faiz nisbəti uyğun olaraq 0.32 : 99.68 kimidir. Sorbsiya prosesi 50 mq sorbent nümunələri ilə 50 ml həcmdə ^{235}U izotopunun 240.0 Bk/l həcmi aktivliyində (bu həcmi aktivlik 1060.0 mq/l UO_2^{2+} uranil ionunun qatılığına ekvivalentdir) 25°C temperaturda, 24 saat müddətində statik şəraitdə aparılmışdır [8-9].

Məhlulda uranil ionunun qatılığı Canberra (ABŞ) firmasının istehsalı olan yüksək təmizlikli germanium detektorlu HP Ge qamma-spektrometrdə təyin edilmişdir. ^{235}U izotopunun aktivliyi 185.7 keV enerjili

54 % çıxımlı qamma pikinə əsasən, ^{238}U izotopunun aktivliyi isə onun parçalanma məhsulu olan metastabil ^{234}Pa izotopunun 1001.03 keV enerjili 0.59 % çıxımlı qamma pikinə əsasən təyin edilmişdir. Qeyd edək ki, qamma-spektrometrdə sorbsiyadan əvvəlki məhlulda ^{238}U izotopunun aktivliyini təyin etmək mümkündür. Protaktinium və uran elementlərinin kimyəvi xassə və sorbsiya qabiliyyətlərinin fərqli olması filtratda $^{234}Pa(m)$ və ^{238}U izotopları arasında radioaktiv tarazlığın pozulması səbəbindən, ^{238}U -in aktivliyini $^{234}Pa(m)$ izotopunun aktivliyinə əsasən təyin etmək mümkün olmur [10-14].

Məhlulda uranil ionunun qatılığı ^{235}U və ^{238}U izotoplarının həcmi aktivlikləri ölçülərək aşağıdakı ifadələrdən istifadə etməklə hesablanır.

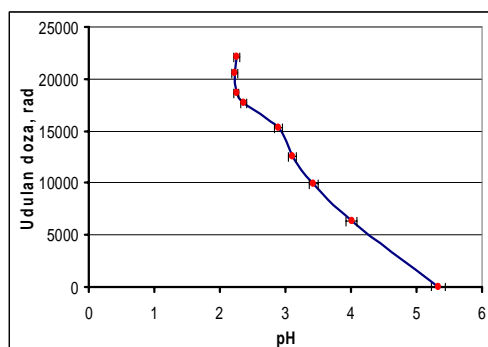
$$A_{U_{235}} = \lambda_{U_{235}} \cdot N_{U_{235}} = \frac{\ln 2}{T_{1/2}^{U_{235}}} \cdot N_A \cdot \frac{m^{U_{235}}}{M_{U_{235}}}; \quad A_{U_{238}} = \lambda_{U_{238}} \cdot N_{U_{238}} = \frac{\ln 2}{T_{1/2}^{U_{238}}} \cdot N_A \cdot \frac{m^{U_{238}}}{M_{U_{238}}}$$

$$\frac{m_{U_{238}}}{m_{U_{235}}} = \frac{A_{U_{238}} \cdot M_{U_{238}} \cdot T_{1/2}^{U_{238}}}{A_{U_{235}} \cdot M_{U_{235}} \cdot T_{1/2}^{U_{235}}} \quad (1)$$

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Aydağ yatağından götürülmüş klinoptilolit sulu məhluldan uranın sorbsiyasının qanunauyğunluğu tədqiq edilmişdir. Məhluldan uranın sorbsiyasının pH-dan, uranın ilkin qatılığından, sorbentın kütləsindən asılılığı, seolitdən uranın desorbsiyası öyrənilmişdir. Təbii klinoptilolit üçün uranın sorbsiyası məhlulun pH-ın 5-7 intervalı, sorbentın məhlulda 12 q/l qatılığı, uranın ilkin qatılığının 24.1÷72.3 mq/l intervalında baş verir. Eləcə də nitrat və xlorid turşusunun 20%-li məhlulları vasitəsi ilə uranın sorbentdən tamamiyə desorbsiya olunması, sorbentın sorbsiya tutumunun maksimal qiymətinin 34.5 mq/q olması müəyyən edilmişdir [8].

İonlaşdırıcı şüalanmanın hesabına



sorbentlərin səthlərin kinetik parametrləri dəyişilir, nəticədə elektron–deşik tarazlığı pozulur və radiasiya deffektləri meydana çıxır. Beləliklə, əsas deffektlər elektron zəbti,deşik, makroradikal və matrisdən qopan atomlar hesabına sorbentın səthində yeni aktiv mərkəz yaranır. Yaranan bu aktiv mərkəzlər, sorbentə həm seçicilik qazandırır, həm də onun sorbsiya tutumunu yüksəldir. Sorbentlərin ionlaşdırıcı modifikasiyası zamanı aşağı dozalarda şüalanma nəticəsində hidrosil qruplarının həyəcənlaşması nəticəsində aktiv mərkəzlərin deprotonlaşması baş verir və beləliklə səth turşulaşır. Şəkil 2-də 1.0 q fosforlorlaşdırılmış butadien sorbentın udulan dozadan asılı olaraq 50 ml distillə suyunun pH-nı dəyişməsi göstərilmişdir

Şəkil 2. 1.0 q sorbentın udulan dozadan asılı olaraq 50 ml distillə suyunun pH-nı dəyişməsi.

Uran və radium izotoplarının sorbsiya üsulu ilə ayırdıqda, sorbentlər həmin izotopların radioaktiv parçalanma məhsullarının ionlaşdırıcı şüalanmasına və qəlpələrin təsirinə məruz qalır.

Odur ki, alınan sorbentlərin sorbsiya qabiliyyətinə ionlaşdırıcı şüaların (qamma və neytron) təsiri tədqiq edilmişdir. Alınmış nəticələr cədvəl 1-də və şəkil 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1. İonlaşdırıcı şüalanmanın sorbentlərin sorbsiya xassələrinə təsiri

Şüalandırılmış sorbent	Təyin olunan parametrlər - sorbentın sorbsiya tutumu	Udulan Doza, kQr						Termal	Epitermal
		0.00	0.1	1	10	100	300	$2.5 \cdot 10^{10}$ [cm ⁻² s ⁻¹]	$2.5 \cdot 10^8$ [cm ⁻² s ⁻¹]
Təbii klinoptilolit	SST, mq/q	34.5	37.9	42.5	45.2	53	72	86	
Fosforlorlaşdırılmış butadien kauçuku	SST, mq/q	477	492	530	620	315	260	520	
Fosforlorlaşdırılmış sellüloza	SST, mq/q	350	368	420	450	410	342	753	
Fosforlorlaşdırılmış izopren kauçuku	SST, mq/q	420	453	505	425	312	210	430	
Malein anhidridi- stirol sopolimeri	SST, mq/q	430	432	410	320	106	42	320	

Nümunə üzərinə düşən termal və epitermal neytron selini hesablamaq üçün sorbent nümunələri ilə birlikdə In, Cu və Au

etalon nümunələri şüalandırılmışdır. Neytron selinin sıxlığı aşağıdakı ifadəyə əsasən hesablanmışdır.

$$\Phi_{th} = \frac{N_{\gamma} \cdot M \cdot \lambda \cdot e^{\lambda t_{cool}}}{N_A \cdot \sigma_{th} \cdot \gamma \cdot \varepsilon \cdot \theta \cdot m_x \cdot [1 - \exp(-\lambda t_{irr})] \cdot [1 - \exp(-\lambda t_{meas})]} - I_{res} \Phi_{res} / \sigma_{th}$$

Burada:

N_{γ} – hadisələrin sayı (γ -pikin altındakı),

M – atom kütlə ədədi,

N_A – Avogadro ədədi,

γ – γ xəttinin intensivliyi,

θ – izotopun miqdarı,

ε – detektorun effektivliyi,

λ – şüalanma sabiti,

I_{res} – rezonans integral,

t_{cool} – cool time (nümunənin şüalanmadan sonra ölçməyə qədər olan müddət),

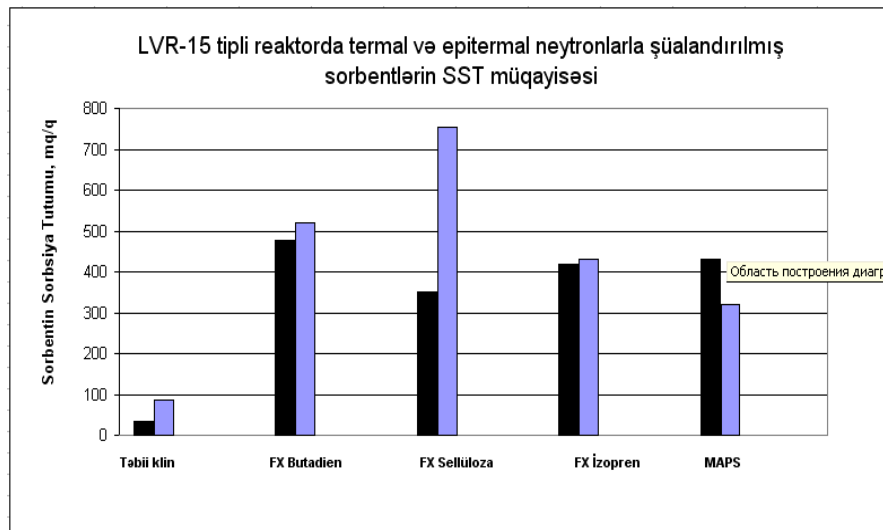
t_{irr} and t_{meas} – şüalanma və ölçmə müddəti

Rezonans neytron selini tapmaq üçün etalon nümunələr Cd ilə şüalandırılır. (Cd elementinin istilik neytronlarına görə udma kəsiyi ən böyük olduğundan).

Elementlərin nümunədəki miqdarını təyin etmək üçün isə

$$m_x = \frac{N_{\gamma} \cdot M \cdot \lambda \cdot e^{\lambda t_{cool}}}{N_A \cdot \gamma \cdot \varepsilon \cdot \theta \cdot (\sigma_{th} \Phi_{th} + I_{res} \Phi_{res}) [1 - \exp(-\lambda t_{irr})] \cdot [1 - \exp(-\lambda t_{meas})]}$$

ifadəsi istifadə olunur.



Şəkil 3. Termal və epitermal neytronlarla şüalandırılmış sorbentlərin SST müqayisəsi: Neytron selinin sıxlığı, Termal Neytronlarla $2.5 \cdot 10^{10} \text{ [cm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{]}$, Epitermal Neytronlarla $2.5 \cdot 10^8 \text{ [cm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{]}$

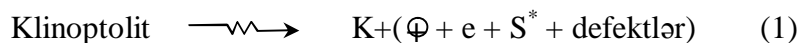
Sorbent nümunələri şüalanma müddəti seçilməklə müxtəlif dozalarda İntensiv Rezonans Neytron mənbəyi (İREN) şüalandırılmışdır. Birinci nümunələrin şüalandırma müddəti 9 saat 15 dəq, ikinci nümunələr 19 saat 30 dəq, üçün nümunələr isə 39 saat olmuşdur. Cədvəl 1-də 39 saat neytronlarla şüalandırılmış sorbentlərin statik sorbsiya tutumunun qiymətləri verilmişdir.

Şüalandırılmış sorbent nümunələrində aktivləşmiş elementləri və onların aktivliklərini analiz etmək üçün 10% effektivlikli, enerjiyə görə ayırdetməsi 2.1 keV (^{60}Co 1173 və 1332 keV xətləri üçün) olan HPGe detektorlu qamma spektrometrdən istifadə olunmuşdur.

Birinci nümunələrin nəticələrini analiz etmək üçün Birləşmiş Nüvə Tədqiqatları

İnstitutunda yazılmış Vactiv programından istifadə olunmuşdur. Digər nümunələrin nəticələri isə Genie-2000 programı ilə analiz olunmuşdur.

Məlum olduğu kimi qamma-şüaların təsiri altında seolitlərdə qeyri-tarazlı yük



Seolitdə yaranmış deşik və elektronlar kation (V_K) və anion (V_A) vakansiyalarında tutularaq lokallaşır.



Həyəcanlaşmış hallar isə strukturun deffektli hissələrində Al-O və Si-O əlaqələrinin qırılması ilə dissipasiya olunur.

Qamma şüaların təsiri altında həmçinin [Al-O] və [SiO] struktur qruplarında da deffektlər əmələ gələ bilər.

İstər yüklü, istərsə də koordinasiya doymamış AlO və SiO qruplaşmasında məhlulda ion şəklində olan radium və uranil kationları sorbsiya oluna bilər. Yüklü lokallaşmış və sərbəst məhlulda olan kationların hərsliliyindən və akseptor, donör səviyyələrin qiymətlərindən asılı olaraq $E_h \geq E_D$ həmin mərkəzlərdə sorbsiya ola bilər. Biz həmin mərkəzləri sxematik olaraq S^* işarə etsək, əlavə adsorpsiya mərkəzlərinə uranil

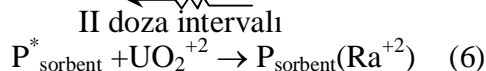
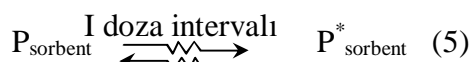
daşıyıcıları, həyəcanlaşmış hallar və struktur defektləri yaranır. Təbii klinoptilolit sorbsiya qabiliyyətinin udulan dozadan asılılığı aşağıdakı mexanizmlə izah olunur.

ionlarının sorbsiyasını sxematik olaraq



Qamma-şüaların təsiri altında seolit sorbsiya qabiliyyətinin tədqiq olunmuş doza intervalında artması yuxarıda qeyd olunan defektlərin sorbsiya mərkəzi rolu oynamasının bir daha sübutudur.

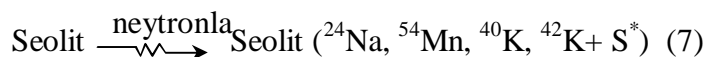
Polimer tərkibli sorbentlərə qamma şüalar təsir etdikdə polimer strukturun tikilmə və destruksiya prosesləri gedir. Bu proseslər udulma dozasının kiçik və böyük qiymətlərində uyğun olaraq baş verir. Alınmış nəticələr (cədvəl 1) göstərir ki, fosfoxlorlaşdırılmış butadien və sellüloza əsaslı sorbentlərdə polimer strukturunun tikilməsi və aktivləşmə udulma doza intervalı $D \leq 10$ kQr-də, fosfoxlorlaşdırılmış izopren və malein anhidridi stiro polimerləri üçün isə bu doza intervalı $D \leq 1$ kQr-də müşahidə olunur. Göstərilən udulma dozalarından yuxarı qiymətlərdə polimer sorbentlərində destruksiya prosesləri getdiyindən sorbsiya qabiliyyəti azalır.



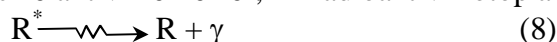
Burada P_{sorbent} – ilkin polimer sorbent, P_{sorbent}^* – şüalanma nəticəsində sorbsiya qabiliyyətinin aktivləşmiş formasıdır.

Neytronlarla şüalandırıldıqda iki əsas proses - defekt əmələgəlmə və radioaktiv aktivləşmə prosesləri baş verir. Bütün sorbentlər şüalandırıldıqdan sonra xüsusi radio-spektrometrik üsullarla tədqiq olunub və müvafiq proqramlarla alınmış nəticələr

işlənilib. Müəyyən olunub ki, bütün sorbentlər termal ($E=0.02$ eV) və epitermal ($E=0.069$ eV) neytronlarla şüalandırıldıqda tərkib atomlarının radioaktiv izotopları müşahidə olunub. Seolit tərkibli sorbentlərdə neytronla şüalandırıldıqdan sonra ^{54}Mn , ^{42}K , ^{24}Na , ^{40}K radioaktiv izotopları yaranır. Həmin izotoplar γ -aktivdir və onların radioaktiv parçalanmasından əlavə enerji seolitə verilir.



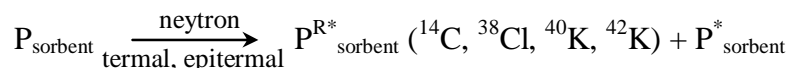
Burada S^* - sorbsiya prosesinə aktiv mərkəzlər, R- radioaktiv izotoplardır.



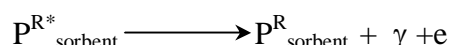
Alınmış γ -şüaların təsiri altında (1)-(4) prosesləri gedir, sorbent əlavə aktivləşir.

Polimer tərkibli sorbentlər şüalandıqda

tərkibindən asılı olaraq ^{14}C , ^{38}Cl , ^{42}K , ^{24}Na , ^{40}K izotopları və polimer strukturunda müvafiq defektlər yaranır.



Burada $P_{\text{sorbent}}^{R^*}$ – radioaktiv izotoplar, P_{sorbent}^* - əlavə aktiv mərkəzlərdir.



Alınmış ^{14}C və ^{38}Cl radioaktiv izotopları betta-aktivdirlər və odur ki, neytronlarla şüalanmış sorbentlərə qarışıq qamma və betta şüaları təsir edir. Həmin şüaların təsiri altında sorbentlərdə (5), (6) prosesləri gedir. Neytronla şüalanma nəticəsində sorbentlərin

aktivləşməsini sorbsiya qabiliyyətinin ilkin şüalanmamış nümunələrə görə $A_{\text{şüalan}}^n/A_{\text{ilkin}}$ sorbsiya qabiliyyətinin nisbi artımı ilə xarakterizə olunur. Cədvəl 2-də tədqiq olunmuş sorbentlər üçün nisbi aktivləşmənin qiymətləri verilib.

Cədvəl 2. Sorbentlərin nisbi aktivləşmə qiymətləri

Şüalandırılmış sorbent	Təyin olunan parametrlər, sorbentin sorbsiya tutumu, mq/q	Termal ($2,5 \cdot 10^{10}$ neytron/sm ² ·s)
		Epitermal ($2,5 \cdot 10^8$ neytron/sm ² ·s)
		$A_{\text{şüalan}}^n/A_{\text{ilkin}}$
Təbii klinoptolit seoliti	SST	2.49
Fosfoxlorlaşdırılmış butadien kaucuku	SST	1.09
Fosfoxlorlaşdırılmış selluloza	SST	2.15
Fosfoxlorlaşdırılmış izopren kaucuku	SST	1.02
Malein anhidridi-stirol sopolimeri	SST	0.74

Cədvəldən göründüyü kimi tədqiq olunmuş sorbentlərdən təbii klinoptolit və fosfoxlorlaşdırılmış sellulozanı termal neytronlar $2.5 \cdot 10^{10}$ neytron/sm²·s⁻¹ selində şüalandırdıqda uranın izotoplarına görə sorbsion aktivlikləri uyğun olaraq 2.49 və 2.15 dəfə artır.

Sorbentin sorbsiya xassələrinə reaktorda yüklü zərrəciklər və neytron şüalanması qamma şüalanmasına nisbətən daha güclü təsir göstərir. Qeyd etmək lazımdır ki, qamma şüalanması nəticəsində 30÷50 Mrad udulan dozadan sonra sorbentin sorbsiya qabiliyyəti azalır. Qamma şüalanması zamanı udulan dozanın radiasiya deffektlərindən və sorbentin sorbsiya xassəsindən asılılığını tədqiq edərkən dozanın 0.1÷5.0 Mrad intervalında ionlaşdırıcı şüalanma sorbsiya tutumuna ciddi təsir etməsi müəyyən edilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, hər iki tip sorbent-

lər termal və epitermal neytron şüalanmasına məruz qaldıqda, onların tərkibində nüvə çevrilmə prosesləri nəticəsində neytron aktivasiyası baş verərək (^{40}K , ^{42}K , ^{24}Na , ^{54}Mn , ^{14}C və ^{38}Cl) yeni radioaktiv izotoplar əmələ gəlir. Birbaşa ionlaşdırıcı şüalanmanın və parçalanma məhsullarının təsiri altında təbii klinoptilitdə yeni aktiv mərkəzlərin əmələ gəlməsi, sellülozda isə aşağı dozalarda yeni aktiv mərkəzlərin yaranmasını və nisbətən yüksək dozalarda isə radiasiya-kimyəvi destruksiya nəticəsində aktiv mərkəzlərin məhvi baş verir. Alınmış nəticələr əsasında proseslərin mexanizmi verilib. Belə ki, tədqiq olunmuş sorbentlərdə əlavə aktiv mərkəzlərin əmələ gəlmə mexanizmləri qamma şüalanma zamanı qeyri-tarazlı yük daşıyıcıları, struktur defektləri yaranır. Neytron şüalanması isə sorbentlərin tərkibinə daxil olan və neytronların təsiri altında aktivləşmiş elementlərin

radioaktiv parçalanması nəticəsində sorbent proseslərini əhatə edir.
matrisində yeni aktiv mərkəzlərin yaranması

ƏDƏBİYYAT

1. Aksoyoğlu S. Sorption of U(VI) on Granite. // J.of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 1989. Vol 34. №2. pp 393-403.
2. Arnold Zorn, Bernhak T. LG. and Nitsche H. Sorption of Uranium on Phylite. //Chemical Geology.1998.Vol.151. pp 129-141.
3. Benes P. Kratzer, K. Vlckova, S. Sebestova, E. Adsorption of Uranium on Clay and the Effect of Humic Substance. // Radiochim. Acta. 1998. Vol 82. pp 367-373.
4. Duff, M.C. and Amrhein C. Uranium (VI) Adsorption on Goethite and Soil in Carbonate Solutions. // Soil Sci. Soc. Am J. 1996. Vol. 60. pp 1393-1400.
5. Horwitz, E.P. et al. Separation and Preconcentration of Uranium from Acidic Media by Extraction Chromatography. //Analytica Chimica Acta. 266 (1992), pp 25-37.
6. Burnett, W.C., P.H. Cable, and Russ Moser, Determination of Radium-228 in Natural Waters Using Extraction Chromatographic Resins. // Radioactivity & Radiochemistry. Vol. 6. No. 3. pp. 36-43 (1995).
7. Магерамов А.М., Буният-заде И.А., Азизов А.А. Материалы конференции «ФАГРАН-2006». Сборник тезисов т. 2. С.847-848. Воронеж 2006.
8. Гарибов А.А., Нагиев Дж.А. “Исследование гамма спектрометрическим методом сорбционной закономерности урана природным цеолитом в статических условиях”. Гənc Aspirantların Əsərləri. № 1. Bakı-2008. S. 29-34.
9. Garibov A.A., Azizov A.A, Alosmanov R.M, Nagiyev J.A. “Sorption of Uranyl-ions in water solutions phosphorylated wood sawdust”.// The fifth eurasian conference nuclear sciences and its application, Ankara, 14 October 2008. p.65-68.
10. Болсуновский А.Я, Бондарева Л.Г., Казбанов В.И. Изучение механизмов биосорбции изотопов урана на примере одного из видов водных растений (Elodea Canadensis) реки Енисей. // Вестник КрасГУ. Естественные науки. 2005. С.70-73.
11. Tsunashima A., Brindley G.W., Bastovanov M. Adsorption of uranium from solutions by montmorillonite; compositions and properties of uranyl montmorillonites. // Clays and Clay Minerals. 1981. Vol. 29. №1. P. 10-16.
12. Nağıyev С.Ə., Qəmbərov D.H. “Xam neftdə və onunla birlikdə çıxan lay suyunda bəzi qeyri-üzvi ionların, həmçinin radionuklidlərin təyini və sorbsiyası”. Bakı Dövlət Universiteti, Aspirantların və gənc tədqiqatçıların XI respublika elmi konfransı. BAKI 2006. S.517.
13. Nağıyev С.Ə., Qəribov А.А., Əzizov А.Ə. və b. Neft və kimya sənayesi tullantı sularından uranil ionlarını selektiv sorbsiya edən sorbentlərin sintezi. //BDU Xəbərləri. 2010. № 4. S. 121-129.
14. Qəribov А.А., Nağıyev С.Ə., Alosmanov R.M. və b. Uranil ionunun fosforlaşmış ağac kəpəyi ilə sulu məhlullardan sorbsiyası. // Kimya Problemləri. 2009. № 2. S. 234-240.

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАММА И НЕЙТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
НА СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ПРИРОДНЫХ И
СИНТЕТИЧЕСКИХ СОРБЕНТОВ**

А.А.Гарибов, Дж.А.Нагиев, В.И.Гусейнов

Изучено влияние гамма лучей и нейтронов на сорбционные свойства некоторых природных и синтетических сорбентов. Установлено, что адсорбционная емкость клиноптилолита и фосфохлорированной целлюлозы по отношению к изотопам урана после облучения в потоке термальных нейтронов ($2.5 \cdot 10^{10}$ нейтрон/см²с⁻¹) увеличивается соответственно в 2.49 и 2.15 раз. Под влиянием ионизирующего облучения и продуктов распада в клиноптилолите и фосфохлорированной целлюлозе происходит образование новых активных центров адсорпции. При относительно высоких дозах облучения адсорбционная емкость фосфохлорированной целлюлозы уменьшается в результате радиационно-химической деструкции.

Ключевые слова: сорбция, клиноптилолит, целлюлоза, уран, радий, гамма и нейтронное излучение.

**STUDY INTO GAMMA- AND NEUTRON RADIATION ON SORPTION PROPERTIES OF SOME
NATURAL AND SYNTHETIC SORBENTS**

A.A.Garibov, J.A.Nagiyev, V.I.Huseynov

Influence of gamma radiation and neutrons on sorption properties of some natural and synthetic sorbents has been studied. It found that the adsorption capacity of clynoptylolyte and phosphor-chloride cellulose in respect to uranium isotope after irradiation in the flow of thermal neutrons ($2.5 \cdot 10^{10}$ neutron/cm²c⁻¹) rises 2.49 and 2.15 times respectively. Under the effect of ionizing irradiation and products of disintegration in clynoptylolyte and phosphor-chloride cellulose there occurs the formation of new active centers of adsorption. At relatively higher doses of irradiation the adsorption capacity of phosphor-chloride cellulose drops following the radiation-chemical destruction.

Keywords: sorption, clynoptylolyte, cellulose, uranium, radium, gamma and neutron radiation.

Redaksiyaya daxil olub 29.09.2012.