

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI RADİASİYA
PROBLEMLƏRİ İNSTİTUTU**

Əlyazması hüququnda

MƏHƏMMƏD RZA ƏMİRƏRSALAN OĞLU QƏHRƏMANI

**İTTRIUM-ALÜMOSİLİKAT ƏSASINDA MİKROSFERİK
RADİOAKTİV PREPARATLARIN ALINMASI VƏ
XASSƏLƏRİNİN TƏDQIQI**

2225.01 – Radiasiya materialşünaslığı

fizika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

BAKI – 2015

İş Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Radiasiya Problemləri İnstitutunda yerinə yetirilmişdir

Elmi rəhbərlər:

Akademik

A.A. Qəribov

kimya elmləri doktoru, dosent

T.H. Ağayev

Rəsmi opponentlər:

fizika elmləri doktoru, prof.

O.K. Qasimov

fizika elmləri doktoru, prof.

O.Ə. Səmədov

Aparıcı təşkilat: Bakı Dövlət Universiteti Fizika Problemləri İnstitutu

Dissertasiyanın müdafiəsi " 30 " iyun 2015-ci il tarixində saat " 15⁰⁰ " -da Azərbaycanın Milli Elmlər Akademiyasının Radiasiya Problemləri İnstitutu nəzdində D.01.221 İxtisaslaşdırılmış Şurasının iclasında, Az 1143, Bakı şəhəri B. Vahabzadə küçəsi, 9 ünvanında keçiriləcəkdir.

Dissertasiya ilə Azərbaycan MEA Radiasiya Problemləri İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat göndərilmişdir « 29 » may 2015-ci il

D.01.221 İxtisaslaşdırılmış Şurasınının

Elmi katibi

fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, prof.

Mədətov R.S.

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Radioaktiv izotop tərkibli preparat və materiallar son dövrlərdə elmi və elmi-praktiki nöqteyi-nəzərdən geniş tədqiqat obyektləridirlər. Radioaktiv izotoplarla nişanlanmış maddələr və onların əsasında hazırlanmış preparatlar maddə quruluşunun, onların iştirakı ilə gedən fiziki, kimyəvi və bioloji proseslərin mexanizminin öyrənilməsi istiqamətlərində geniş tətbiq olunur. Bu tip maddə və preparatlar yeni növ şüa mənbələrinin, yeni nüvə yanacaq növlərinin və elektronika materiallarının alınması məqsədi ilə tədqiq olunurlar. Radioaktiv izotop daşıyan maddələr üçün radiasiyanın, temperaturun və onların birgə təsiri altında gedən proseslərə davamlılığı əsas şərtlərdən biridir. Nüvə energetikasının gələcəyi əsasən yüksək temperaturlu nüvə reaktorlarla əlaqədar olduğundan, onların işlək temperatur rejiminə davamlı nüvə yanacaq sistemlərinin işlənməsi aktual elmi-texniki problemlərdəndir. Bu məqsədlə nüvə yanacaq materialları oksid formalarda sintez olunur və reaktor mühitinin təsirinə davamlılığı tədqiq olunur.

Odur ki, son illərdə tədqiqatçı alimlərin diqqətini nüvə çevrilmə mühitinin aqressiv təsirinə davamlı oksid əsaslı radioaktiv preparatların alınması daha çox cəlb edir. Oksid tipli radioaktiv maddə və preparatlar əsasında yeni detektorlar, izotop tipli mənbələr, tibbi preparatlar və sair materiallar alınır. Bu cür sistemlərin çoxu SiO_2 , Al_2O_3 əsasında alınır və aqressiv mühitə davamlı olurlar. Radioaktiv izotoplar əksər hallarda R-O-Al, R-O-Si rabitələri ilə əlaqəli şəkildə daxil edilir, miqrasiya və radioaktiv parçalanma şəraitində davamlı olurlar.

Bu cür preparatlar son dövrlərdə daha çox tibbi diaqnostik və xüsusi nüvə tibbi istiqamətli müalicə proseslərində istifadə olunurlar. Bu məqsədlə preparatlar davamlı, asan nəqli və xüsusi tələb olunan radioaktiv parçalanma rejiminə malik olmalıdır.

Yuxarıda qeyd olunanlar göstərir ki, oksid tipli, güclü əlaqəyə, mühit təsirinə davamlı və tələb olunan rejimlərdə radioaktiv parçalanma qabiliyyəti olan radioizotoplara malik yeni preparatların alınmasına həsr olunmuş dissertasiya işinin mövzusu aktual olub, elm və texnikanın çox sahələri üçün əhəmiyyətlidir.

Yarımparçalanma perioduna görə Y-90, P-32, ^{166}Ho və ^{153}Sm izotopları radiasiyalı texnologiyalarda və nüvə tibbi məqsədlər üçün geniş tətbiq oluna bilər. Bu izotoplar əvvəllər polimer matrisası üzərinə yeridilirdi və bu sistem kimi müxtəlif sahələrdə istifadə olunurdu. Lakin

müxtəlif sahələrdə istifadə zamanı polimer əsaslı materiallarda parçalanma baş verdiyindən və yaxud da həll olduğundan radioaktiv parçalanma mənbəyi lokal xarakter daşımır və təsir effekti çox zəif olurdu. Odur ki, son zamanlar bu izotoplar müxtəlif oksid əsaslarla kimyəvi əlaqələnmiş şəkildə daxil edilir.

Tibbi istiqamətdə tətbiq üçün alınmış preparatın hissəcik formaları və ölçüləri böyük əhəmiyyət kəsb edir. Daha optimal preparatlar formaları sferik, ölçüləri isə mikro və daha kiçik ölçülü olanlar hesab olunur.

Təqdim olunmuş dissertasiya işində tərkibində Y-90 və P-32 izotopları olan silikat əsaslı xüsusi radioaktiv preparat alınıb, onun fiziki parametrləri tədqiq olunub.

Dissertasiya işinin məqsədi ittrium və fosfor əsasında mikrosferaların sintezi, onların fiziki-kimyəvi xassələrinin və neytron seli ilə şüalanmadan sonra radioaktiv mikrosferaların keyfiyyət parametrlərinin tədqiqidir.

Qoyulan məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı məsələlər qoyulmuşdur:

- ittrium və fosfor əsaslı mikrosferaların sintezi;
- sintez olunmuş mikrosferaların fiziki-kimyəvi xassələrinin öyrənilməsi;
- neytron şüalanmasının mikrosferaların fiziki-kimyəvi xassələrinə təsirinin tədqiqi;
- β aktivlikli mikrofera mənbələrinin hazırlanması və radioterapiyada tətbiq imkanları;
- ^{90}Y və ^{32}P radioaktiv izotoplarının əsasında mikrosferaların hazırlanması;
- alınmış nəticələrin müzakirəsi və işlənilməsi.

Elmi yenilik.

- ittrium silikat əsaslı mikrosferaların alınması məqsədi ilə yeni metod işlənib hazırlanması;
- sol-qel üsulu ilə ittrium nitrat, ittrium xlorid və tetraetilortosilikat əsasında sol məhlulu hazırlanması;
- silikon yağında sol kiçik hissələrə və qelə çevrilməsi;
- termiki işlənmə yolu ilə mikrosferlərdə keyfiyyət yüksəldilməsi;
- fosfor elementlərini ittrium silikat mikrosferalarına daxil etməklə yeni bir metod işlənib hazırlanması.

İşin praktik əhəmiyyəti. Dissertasiya işində ^{90}Y və ^{32}P mikrosferaları sintez olunmuş, onların radioterapiya və digər sahələrdə tətbiq olunması tövsiyyə edilə bilər. Bundan əlavə bu cür preparatlar xüsusi nüvə tibbi istiqamətində müalicə proseslərində istifadə oluna bilərlər və radioaktiv parçalanma qabiliyyəti olan bu izotoplar yeni preparatların alınmasında, elm və texnikanın bir çox sahələri üçün perspektivdir.

İşin aprobasiyası. Dissertasiya işinin nəticələri aşağıda göstərilən elmi konfranslarda müzakirə edilmişdir: Beynəlxalq konfrans “Nüvə enerjisinin dinc məqsədlərlə istifadəsi”, 3-5 noyabr, 2009, Bakı, Azərbaycan; M.Məlikzadənin 100 illik yubleyinə həsr olunmuş Beynəlxalq Konfrans “Nüvə enerjisinin dinc məqsədlərlə istifadəsi” 8-10 noyabr, Bakı Azərbaycan, 2010; IV Beynəlxalq konfrans “Nüvə enerjisinin dinc məqsədlərlə istifadəsi perspektivləri” 23-25 noyabr, 2011; 6-я Международная Конференция «Ядерная и радиационная физика» 20-23 сентября, 2011, Алма-Ата, Казахстан; The V international conference perspectives of peaceful Use of nuclear energy, November 21-23, 2012- Azerbaijan; International Conference “Nuclear science and its application”, Samarkand, Uzbekistan, September 25-28, 2012, 9th International Conference Nuclear And Radiation Physics, 24-27 september 24-27, Almaty, Kazakhstan-2013; The seventh eurasion conference nuclear science and its application, October 21-24, 2014-Azerbaijan.

Nəşrlər. Dissertasiyanın mövzusu üzrə 21 elmi iş dərc olunmuşdur. Bu işlərdən 8-i AAK-ın tələblərinə tam cavab verən yerli və xarici jurnallarda, digərləri isə Beynəlxalq konfrans və seminarlarda müzakirə olunmuş, tezislər şəklində dərc olunmuşdur.

İşin strukturu və həcmi. Dissertasiya işi girişdən, dörd fəsildən, nəticələrdən və istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. İş 153 səhifədə şərh olunmuşdur, işdə 75 qrafik və şəkil, 38 cədvəl vardır. İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısına 159 adda iş, o cümlədən müəllifin şəxsi məqalələri daxildir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Girişdə həll edilən problemin aktuallığı və müasir elmdə onun yeri əsaslandırılmış, tədqiqatın məqsədi və qoyulan məsələlər qısaca və dürüst ifadə edilmiş, işin elmi yeniliyi və praktiki əhəmiyyəti göstərilmişdir.

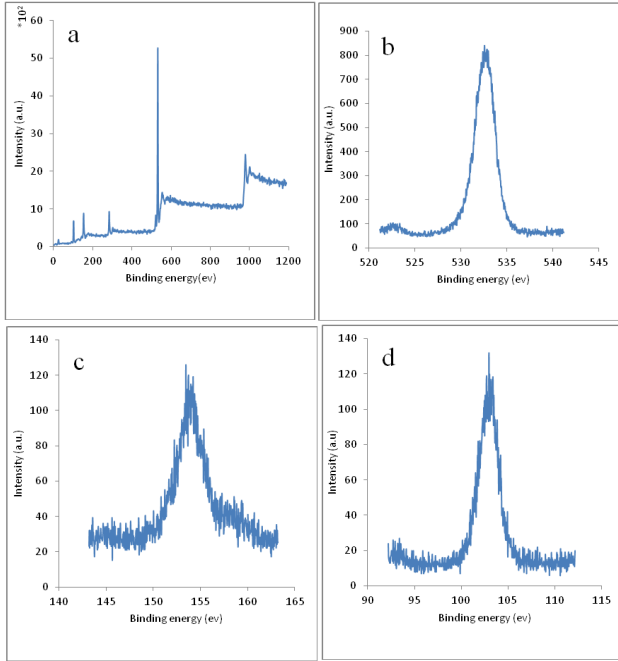
Dissertasiyanın fəsilələrinin qısa məzmunu şərh edilmiş və dərc edilmiş işlərin siyahısı verilmişdir.

Birinci fəsil ədəbiyyat icmalına həsr edilmişdir, burada radioaktiv preparatlar və onların tətbiqi, silikat əsaslı radioaktiv preparatlar və onların sintezi, eləcə də radioaktiv preparatların fiziki-kimyəvi və formakoloji xassələrinin haqqında məlumatlar nəzərdən keçirilir.

İkinci fəsildə dissertasiyanın eksperimental hissəsi verilir, burada mikrosfer quruluşlu radioaktiv preparatların parametrlərinə qoyulmuş tələblər və onların sintez metodları, mikrosferlərin sol-gel üsulu ilə hazırlanması, təmizlənməsi metodikası, alınmış mikrosferlərin fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqi metodikaları, ittrium-alüminosilikatın sintezi metodu, ittrium-alüminosilikatın nümunələrinə fosfor izotoplarının əlavə edilməsi metodikası və xətalərin tədqiqi metodikası verilmişdir.

Üçüncü fəsildə müxtəlif üsullarla sintez olunmuş Azer-sfer (nitrat turşusu üsulu), Azar-sfer (sirkə turşusu üsulu), Az-sfer (fosfat turşusu üsulu) mikrosferik ittrium-alüminosilikat nümunələrinin tərkibi, strukturu və fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqinin nəticələri verilib. Nümunələrin sıxlıqları piknometrik üsulla tədqiq olunub və müəyyən olunub ki, Azar-sfer, Azer-sfer və Az-sfer ardıcılığında sıxlıq artır. Alınmış nümunələrin turşuluğu pH metrik üsulla tədqiq olunub. Nümunələrin turşuluğu xüsusi insan bədəni mayesinin (HBS), su və yağ mühitində tədqiq olunub və müəyyən olunub ki, Azer-sfer və Azar-sfer nümunələrinin pH-a neytral mühitə yəni $\text{pH}=7$ -yə müvafiqdir. Az-sfer nümunələrində isə nisbətən turşu mühit müşahidə olunur. Uzun müddət alınmış nümunələr göstərilmiş mühitdə saxlanıldıqda məhlula keçən sərbəst fosfor və ittrium elementlərinin miqdarı tədqiq olunub. Müəyyən edilib ki, sintez olunmuş mikrosferik fosfor-ittrium alüminosilikat birləşməsində ittrium və fosfor elementləri çox güclü kimyəvi əlaqələrlə bağlıdır və 40 gün saxlanıldıqda məhlula $10^{-6} \div 10^{-4}$ q intervalında onların sızması müşahidə olunur.

Müxtəlif üsullarla alınmış mikrosferik birləşmələrin tərkibi Rentgen Fotoelektron Spektrometrik üsull ilə tədqiq olunub. Bu metod ilə analizdə Al(2p), Si(2p), Y(3d), O(1s) səviyyələrinə müvafiq spektr xətlərinin parametrləri əsasında həmin elementlərin miqdarı təyin edilib. Şəkil 1-də Azar-1 mikrosferalarının timsalında XPS spektr nümunələri göstərilib:



Şəkil 1. Azar -1 mikrosferik birləşməsinin XPS spektri

Cədvəl 1-3-də alınmış Azer-sfer (cədvəl 1), Azar-sfer (cədvəl 2) və Az-sfer (cədvəl 3) nümunələrinin tərkibləri verilib.

Azer sfera nümunələrinin kimyəvi tərkibi

Cədvəl 1.

Nümunənin adı	C (%)	La & Lu (%)	Y ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)
Azer-sfer 1	0.01	<1	29.4	62.4	7.2
Azer-sfer 2	0.02	<1	69	30	-

Azar sfera nümunələrinin kimyəvi tərkibi

Cədvəl 2.

Nümunənin adı	C (%)	La & Lu (%)	Y ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)
Azar-sfer 1	0.02	<1	36.2	50.7	13
Azar-sfer 2	0.01	<1	66.2	33.7	-

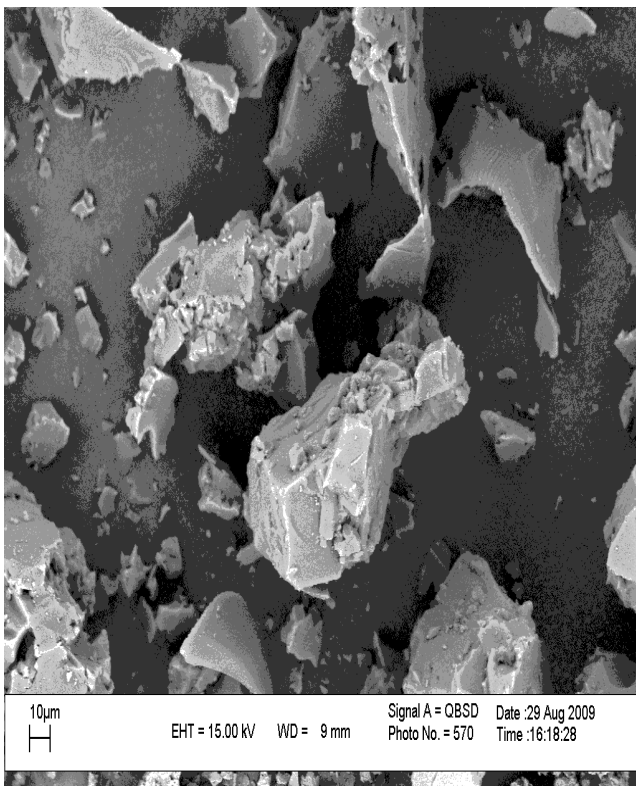
Az-sfera nümunələrinin kimyəvi tərkibi

Cədvəl 3.

Nümunənin adı	C (%)	La & Lu (%)	Y ₂ O ₃ (%)	P ₂ O ₅ (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)
Az-sfer 1	0.04	<1	45.4	14.4	29.8	10.4
Az-sfer 2	0.04	<1	64.3	18.4	17.2	-

Sintez olunmuş birləşmələrin tərkibində karbon və lantonoidlər qrup elementləri 0,04 və 1%-dən uyğun olaraq azdırlar. Odur ki, neytron şüalanması nəticəsində əlavə radioaktiv şüa mənbələrinin yaranma ehtimalı azdır. Sintez olunmuş nümunələrin tərkibində rabitələr İQ-spektrometrik tədqiqi əsasında müəyyənənmiş. Belə ki, İQ-spektrdə Si-O-Y rabitəsinə məxsus udulma zolağı 700 sm⁻¹ və 867 sm⁻¹ pikləri müşahidə olunub.

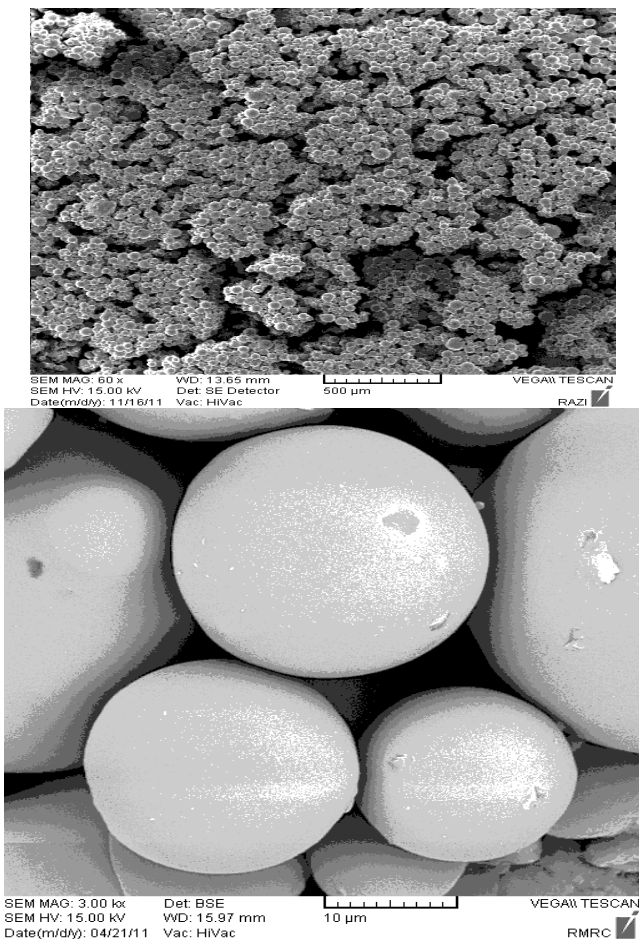
Tərkibində fosfor olan Az-sfer birləşməsinin İQ-spektrində 800 sm⁻¹ və 1100 sm⁻¹ udulma zolaqları Si-O-Si və Si-O-P rabitələrinə aiddir. Sintez olunmuş mikrosferik ittrium-alümosilikat və ittrium-fosfor-alümosilikat birləşmələrinin struktur nizamlığı rentgen-struktur metodu ilə tədqiq olunub.



Şəkil 2. Sol-gel üsulu ilə alınmış sferik olmayan Azer sfer nümunələrinin SEM şəkili

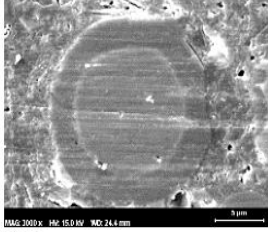
Müəyyən olunub ki, mikrosferik birləşmələr sintezdən sonra $T=800^{\circ}\text{C}$ qədər termik işləndikdə əsasən amorf vəziyyətdə olur. İşləmə temperaturu $T \geq 1000^{\circ}\text{C}$ olduqda isə sistemdə kristallaşma baş verir. Kristallik birləşmələrin mexaniki davamlılığı az olur və müxtəlif ekstremal şəraitlərdə istifadə üçün yararlı deyildirlər.

Alınmış nümunələrin səthinin, hissəcik formaları və ölçüləri SEM metodu ilə tədqiq olunub. Mikrosferik itrium-alümosilikatlar iki sol-gel və silikon yağı üsulları ilə aparılıb (şəkil 2-3.). Göründüyü kimi sol-gel üsulu alınmış nümunələrdə qeyri-sferik, qeyri-müntəzəmdir. Silikon yağı üsulu ilə alınmış nümunələrin hissəcikləri $20\text{--}50\mu\text{m}$ diametrlə sferik formalıdır.

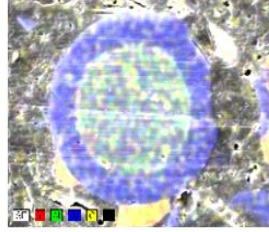


Şəkil 3. Silikon yağ üsulu ilə alınmış Azer sfer nümunələrinin SEM şəkli

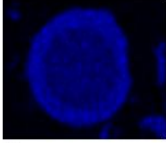
Azar-sferaların nümunələrinin topoqrafik təhlili göstərir ki, mikrosferaların daxili iki əsas qatdan- “qabıq və özək” qatından ibarətdir. Şəkil 4- dən görüldüyü kimi Y və Al kimyəvi elementləri əvvəlcə özəyin içində, Si elementi isə qoruyucu təbəqə kimi Azer-sferaların səthində paylanıb. Şəkil 4 və 5-dən məlum olur ki, Si-un konsentrasiyası Azar-sferaların mərkəzinə nisbətən səthində çox aşağıdır. Lakin O₂ (oksigenin) paylanması mikrosferaların daxilində təxminən homogenidir.



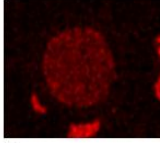
SEM



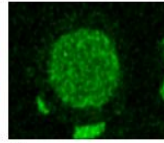
Mapping



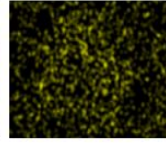
Si



Y

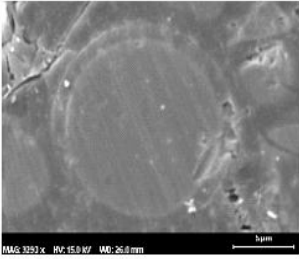


Al

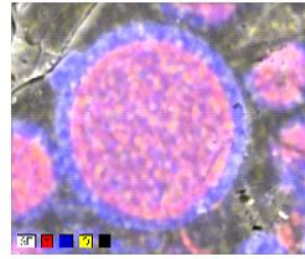


O

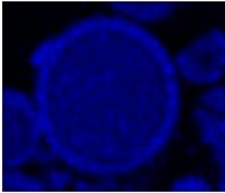
Şekil 4. SEM/EDS Azar sfer-1 nümünəsində en kəsiklərin daxilində kimyəvi elementlərin paylanması



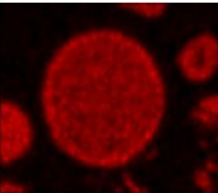
SEM Image



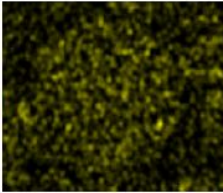
Map Data



Si



Y



O

Şekil 5. SEM/EDS Azar sfer-2 nümünəsində en kəsiklərin daxilində kimyəvi elementlərin paylanması

Mikrosferaların ölçüləri və xüsusi səthi sahələrinin sintez mühitinin parametrləri (pH, reagentlərin qatılığı, formalaşması mühitinin tərkibi, temperaturu) vasitəsi ilə idarə edilmə imkanları aşkar olunub və konkret itrium alümosilikat mikrosferaların alınması prosesində sınaqdan çıxarılıb.

Dördüncü fəsildə alınmış tərkibində itrium və fosfor olan alümosilikat birləşmələrinin neytron şüaları ilə şüalanması və alınmış radioaktiv izotopların tədqiqi nəticələri verilib. Bu məqsədlə nümunələrdən 200 mq götürülərək hər biri hündürlüyü 6 sm, diametri 0,7 sm olan kvars ampulaların içinə əlavə edilir. Hazırlanmış kvars ampulalar lehimlənərək alüminium konteynerlərin (hündürlüyü 7 sm, diametri 3 sm) içinə qoyulur və nümunələrin hər biri 10 saat müddətində selinin sıxlığı $3 \cdot 10^{13}$ n/(san.sm²) olan neytronlar ilə şüalandırılır. Aktivləşmiş nümunə 72 saatdan sonra təcrübi işlərə hazırlanır. Nümunələrin aktivliyi kurimetr vasitəsi ilə təyin olunur.

Nümunələrin təmizlik dərəcəsini müəyyən etmək üçün kvars ampulalar sındırıldıqdan sonra mikrosfer tozlarının səthindəki kimyəvi çirklənmə və radionuklid çirklənmə tədqiq olunmuşdur. Radionuklid çirklənməni təyin etmək üçün hazırlanmış mikrosferalar qamma spektrometrində və maye ssintilyasiya spektrometrində tədqiq olunmuşdur. Radioformokalogiyada radionuklidlərin təmizlik dərəcəsi bir qayda olaraq qamma spektrometr analizi vasitəsi ilə təyin olunur. Itrium mikrosferalarını təşkil edən radionuklidlər beta aktivlikli radionuklidlərdir. Ona görə də ölçmələr maye ssintilyasiya spektrometrində aparılmışdır.

Nümunələrdə müxtəlif radionuklidlərin tədqiqi, aktivliyinin təyini və onların miqdarının müəyyən edilməsi məqsədi ilə qamma spektrometrik ölçmələr aparılmış və təyin olunmuş aktivlik hər radionuklid üçün aşağıdakı düsturu vasitəsi ilə ifadə edilmişdir:

$$A=N/(\varepsilon \cdot \varepsilon_g \cdot p \cdot t)$$

Burada, ε - detektorun effektivliyi, N- spektrin sahəsi, Λ - aktivlik, t- ölçmə müddəti, p- radionuklidlərin parçalanma ehtimalı, ε_g - həndəsi effektivlikdir.

Alınmış nümunələrin radionuklid təmizliyi yoxlanma məqsədi ilə HPGe detektorlu qamma-spektrometrində tədqiq olunub.

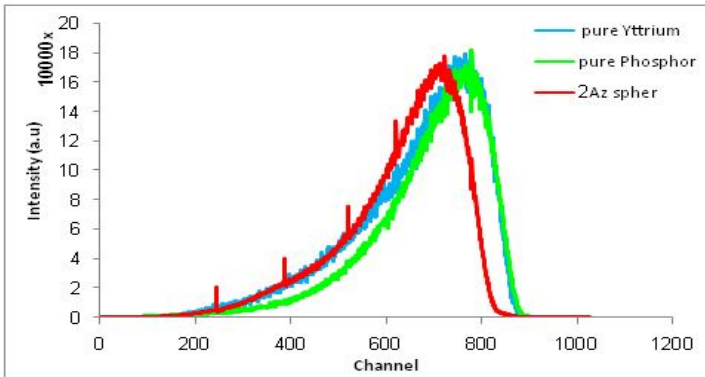
Alınmış nümunələrin əsas tərkib hissəsinə aid radioizotopları (P^{32} və Y^{90}) aktivlikləri cədvəl 4-də verilib.

Mikrosferaların neytron seli ilə şüalanandan sonra aktivlikləri

Cədvəl 4.

Nümunənin adı	Çəki (mq)	P-32-in aktivliyi (MBk)	Y-90-in aktivliyi (MBk)
Azer sfer 1	200	-	444
Azer sfer 2	200	-	2220
Azar sfer 1	200	-	173
Azar sfer 2	200	-	479
Az sfer 1	200	30	202
Az sfer 2	200	72	480

Müəyyən olunub ki, nümunələrin tərkibində Cr-51, Sb-124, Y-88, Fe-59, Zn-65, Co-60 və Na-24 kimi əlavə izotoplar aşkar olunub. Bu izotoplar nümunələri tərkibində olan qarışıq elementlərdən neytron aktivləşmə nəticəsində əmələ gəlməsi müəyyən edilib. Aşkar olunmuş qarışıqların aktivlikləri əsasında alınmış nümunələrin radionuklid təmizlik və uyğun olaraq çirklənmə dərəcələri təyin edilib. Aparılmış tədqiqatlar əsasında nümunələrin çirklənmə dərəcələri $10^{-3} \div 10^{-1} \%$, təmizlik dərəcəsi $99,99 \div 99,92\%$ intervalında olması müəyyən edilib. Sintez olunmuş mikrosferik preparatların çirklənmə dərəcələri aşağı olduğundan onlar tibbi məqsədlərin tətbiqi üçün yararlı hesab oluna bilər.



Şəkil 6. Az-sfer -2-nin beta spektri ilə Y-90 və P-32 spektrlərinin müqayisəsi

Alınmış mikrosferik ittrium alümosilikat və ittrium fosfor alümosilikatın tərkibində radioaktiv Y-90 və P-32 izotoplarının Betta maye ssintilyasiya spektrometri vasitəsi ilə betta aktivlikləri tədqiq olunub. Təmiz ittrium və fosfor tərkibli mayelərləri müqayisəli tədqiqatlar nəticəsində betta-spektrində əsas və qaçış izotoplara aid xətlərin identifikasiyası aparılıb. Müqayisəli betta-spektrlər Azer-sfer-1 timsalında şəkil 6-da verilib.

Alınmış nümunələrin neytron aktivləşmədən sonra əsas radioaktiv izotopun təmas mühitinə yayılması onların tibbi preparat kimi tətbiqində arzu olunmaz hadisədir. Odur ki, birləşmələrin bu nöqteyi-nəzərdən tədqiqi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bunun üçün sintez olunmuş mikrosferik birləşmələrin üzvü aseton və qeyri-üzvü NaCl məhlullarında saxlandıqdan sonra kağız xromotoqrafik üsulla tədqiq olunub. Bu üsulla da nümunələrin kimyəvi və radiokimyəvi təmizliyi sübut olunub.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. İttrium–alümosilikat əsasında mikrosferik birləşmələr sintez olunmuşdur. Bu zaman həmin mikrosferaların tərkibi Si-Al-O-Y şəkilində verilmişdir. Həmin mikrosferalar ikiqat təbəqədən ibarətdir. SEM və XPS metodu ilə birinci təbəqənin Y və Al elementlərindən, 2-ci təbəqənin isə Si elementindən ibarət olması aşkar olunmuşdur.
2. Sintez olunmuş ittrium–alümosilikat əsasında alınmış mikrosferaların ölçüsü təyin edilmişdir. SEM- metodu ilə həmin mikrosferaların ölçüsünün 20÷50 µm tərtibində olması müəyyən edilmişdir.
3. Müəyyən edilib ki, sintez olunmuş ittrium –alümosilikat mikrosferalarının struktur nizamlılığı onların işlənmə temperaturundan asılıdır. XRD-üsulu ilə müəyyən edilib ki, alınmış mikrosferik maddə $T \geq 800$ °C temperaturlarda termik işlənildikdə əsasən amorf halda formalaşır.
4. Sol-gel və ion sürətləndirici üsulları ilə ittrium –alümosilikatın tərkibinə fosfor elementi aşqar kimi əlavə olunub və onların xassələri müqayisəli olaraq tədqiq olunub. Üsulun sadəliyinə və alınmış preparatın xarakteristik parametrlərinə görə sol-gel üslunun daha səmərəli olması müəyyən edilmişdir.

5. Alınmış ittrium–alümosilikat maddəsi termik neytronlar ilə şüalandırılıb və əmələ gələn radioaktiv nüvələr tədqiq olunub. Müəyyən edilib ki, alınmış mikrosferik maddədə qarışıq radionuklidlər 1%-dən aşağı səviyyədə olur. Radionuklid tərkibi, struktur davamlılığı və hissəcik ölçüləri imkan verir ki, alınmış yeni mikrosferik preparat onkoloji müalicə sahələrində istifadə üçün tövsiyyə olunsun.

DİSSERTASIYANIN ƏSAS NƏTİCƏLƏRİ AŞAĞIDAKI NƏŞRLƏRDƏ TƏQDİM EDİLMİŞDİR

1. A.A.Garibov, M.R. Ghahramani, T.N. Agayev Preparations of yttrium aluminosilicate glasses by sol-gel method. Beynəlxalq konfrans “Nüvə enerjisinin dinc məqsədlərlə istifadəsi”, 3-5 noyabr, 2009, Bakı, Azərbaycan, s.110-111
2. A.A.Garibov, M.R. Ghahramani, T.N. Agayev, M.Y. Hasemi. Synthesis of spherical micro particles of yttrium aluminum silicate by means of paraffin oil gelation column. AMEA Kimya Problemləri jurnalı, №3, 2010, s. 369-373
3. A.A.Garibov, M.R. Ghahramani, M.Y. Hasemi, T.N. Agayev. Preparation of yttrium -89 nonospheres for medical applications. AMEA Kimya jurnalı, №3, 2010, s. 321-323
4. A.A.Garibov, M.R. Ghahramani. Optimatizion of parameters plays an important role in gelation time to production of yttrium microspheres. M.Məlikzadənin 100 illik yubleyinə həsr olunmuş Beynəlxalq Konfrans “Nüvə enerjisinin dinc məqsədlərlə istifadəsi” 8-10 noyabr, Bakı Azərbaycan, 2010, s.62
5. A.A.Garibov, M.R. Ghahramani, T.N. Agayev. Study of the element distribution in to the yttrium glass microspheres. IV Beynəlxalq konfrans “Nüvə enerjisinin dinc məqsədlərlə istifadəsi prespektivləri” 23-25 noyabr, 2011, s.122-123
6. A.A.Garibov, M.R. Ghahramani, T.N. Agayev. Preparation and characterization of phosophours yttrium glass microspheres for radiotherapy applications. IV Beynəlxalq konfrans “Nüvə enerjisinin dinc məqsədlərlə istifadəsi prespektivləri” 23-25 noyabr, 2011, s.124

7. А.А. Гарибов , Т.Н. Агаев, М.Ю. Хашеми, М.Р. Гехрамани. Радиационно-гетерогенные процессы фосфорсодержащей стали марки 08Н18Х10 с водой . 6-я Международная Конференция «Ядерная и радиационная физика» 20-23 сентября, 2011, Алма-Ата, Казахстан, с.91
8. А.А.Garibov, M.R. Ghahramani, T.N. Agayev. Preparation of yttrium microspheres by gelation of aqueous solution containing yttrium ions in the silicon oil. 6-я Международная Конференция «Ядерная и радиационная физика» 20-23 сентября, 2011, Алма-Ата, Казахстан, с..
9. М.Р. Гехрамани. Preparation and characterization of phosphours yttrium glass microspheres for radiotherapyapplications J. Chemical problems, №2, 2012,p. 173-179
10. А.А.Garibov, M.R. Ghahramani, T.N. Agayev. Paper chromatography for determination of radioactive leach ability from yttrium microspheres produced by boiled egg modeling. The V international confernce prespectives of peaceful Use of nuclear energy, November 21-23, 2012-Azerbaijan, p.101
11. А.А.Garibov, M.R. Ghahramani, T.N. Agayev, M.Y. Hasemi. Temperature infulence on the radiation-catalytic decomposition of water with the presence of phosphours stainless steel. International Conference “Nuclear science and its application”, Samarkand, Uzbekistan, September 25-28, 2012, p.373
12. А.А.Garibov, M.R. Ghahramani, T.N. Agayev. Quality control of yttrium microspheres for medical applications. International Conference “Nuclear science and its application”, Samarkand, Uzbekistan, September 25-28, 2012, p.373
13. А.А.Garibov, M.R. Ghahramani, T.N. Agayev. Radionuclide impurity for determination of unnecessary dose from yttrium microspheres produced by boiled egg modeling. 9th International Conference Nuclear And Radiation Physics, 24-27 september24-27,Almaty, Kazakhstan-2013, p.172
14. M.R. Ghahramani, A.A.Garibov, T.N. Agayev. Production and quality control of radioactive yttrium microspheres for medical applications. Applied radiation and isotopes 85, 2014, p.87-91
15. M.R. Ghahramani, A.A.Garibov, T.N. Agayev. A nowel way to production yttrium glass microspheres for medical applications. Glass Physicis and chemistry, 2014, Vol.40, No.3, p.283-287

16. M.R. Ghahramani, A.A.Garibov, T.N. Agayev. Production of yttrium aluminum silicate microspheres by gelation of an aqueous solution containing yttrium and aluminum ions in silicone oil. *International journal of radiation research*, 2014, Vol.12, No 2. P.191-197
17. M.R. Ghahramani, A.A.Garibov, T.N. Agayev. Preliminary results on a new method for producing yttrium phosphorous microspheres. *J. Appl Radiat Isot.* 2014, 92, pp. 46–51
18. M.R. Ghahramani, A.A.Garibov, T.N. Agayev. Determination of Radiochemical Purity of Radioactive Microspheres by Paper Chromatography. *J Chromatogr Sep Tech* 2015, 6:1
19. A.A.Garibov, M.R. Ghahramani. Production of ¹⁴²Pr reas glass seeds for treatment of soft tissue cancer by sol gel method. The sventh eurasian conference nuclear science and its applications, November 21-24, 2014-Azerbaijan, p.50
20. A.A.Garibov, M.R. Ghahramani, T.N. Agayev. Neutron activation and quality control of Azer sphere. The sventh eurasian conference nuclear science and its applications, November 21-24, 2014-Azerbaijan, p.51
21. A.A.Garibov, M.R. Ghahramani, T.N. Agayev. Structure of yttrium and /or phosphours –containing microspheres prepared by sol gel method. The sventh eurasian conference nuclear science and its applications, November 21-24, 2014-Azerbaijan, p.52

МУХАМЕД РЗА АМИРАСАЛАН ОГЛЫ ГАХРАМАНИ

**ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК
МИКРОСФЕРИЧЕСКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ
НА ОСНОВЕ ИТТРИЙ-АЛЮМОСИЛИКАТА**

РЕЗЮМЕ

Диссертационная работа посвящена синтезу микросферических соединений на основе иттрий-алюмосиликата. С помощью сканирующего электронного микроскопа (SEM) определено размер синтезированных микросфер, полученные на основе иттрий-алюмосиликата, который равно $20 \div 50$ нм.

Выявлено, что устойчивая структура синтезированных иттрий-алюмосиликатных микросфер зависит от температуры обработки. Рентгеновским дифракционным методом (XRD) установлено, что микросферические соединения после термообработки при температуре $T \leq 800^\circ\text{C}$ переходит в аморфное состояние.

Исследовано радиоактивные ядра, образовавшихся во время облучения иттрий-алюмосиликатных соединений с термическими нейтронами. Радионуклидный состав, структурная устойчивость и размеры частиц, который позволяет использовать полученные микросферические препараты в онкологическо-медицинских областях.

MOHAMMAD REZA AMIRARSALAN oğlu GHAHRAMANI

**OBTAINING AND RESEARCH OF CHARACTERISTICS OF
RADIOACTIVE MICROSPHERICAL PREPARATIONS BASED ON
YTTRIUM-ALUMINUMSILICATE**

SUMMARY

The dissertation work is devoted to synthesis of microspheric compounds on the basis of yttrium-aluminum silicate. There have determined the sizes of the microspheres obtained on the basis of synthesized yttrium-aluminum silicate. Sizes of the microspheres have defined to be 20÷50 μm by SEM method.

On the basis of received results there have been found the dependence of structural regularity of synthesized yttrium-silicate microspheres from their processing temperature. By the XRD method there have found that when the obtained microspheric compound is treated at $T \geq 800$ °C temperature it mostly form in amorphous condition.

Obtained yttrium-silicate compound was irradiated with neutrons and formed radioactive nuclei were investigated. There have found that amount of mixed nuclei less than 1% in the obtained microspheric compound. Radionuclide composition, structural durability and particle sizes allow the obtained new microspheric preparation to be recommended for use in oncological treatment.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ РАДИАЦИОННЫХ ПРОБЛЕМ**

На правах рукописи

МУХАМЕД РЗА АМИРАРСАЛАН оглы ГАХРАМАНИ

**ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК
МИКРОСФЕРИЧЕСКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА
ОСНОВЕ ИТТРИЙ-АЛЮМОСИЛИКАТА**

2225.01 – радиационное материаловедение

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой
степени доктора философии по физике

БАКУ – 2015