

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
RADİYASIYA PROBLEMLƏRİ İNSTİTUTU**

Əlyazması hüququnda

ELÇİN MƏMMƏDƏLİ OĞLU HÜSEYNOV

**NEYTRON SELİNİN NANO SiO_2 – NİN ELEKTROFİZİKİ
XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ VƏ RADİOAKTİV ÇEVRİLMƏ
PROSESLƏRİ**

2225.01.-Radiyasiya materialşünaslığı

**Fizika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş
dissertasiyanın**

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

BAKİ - 2014

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Radiasiya Problemləri İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbərlər:

Akademik **A.A.Qəribov**
Fizika-riyaziyyat elmləri namizədi,
dos. **R.N.Mehdiyeva**

Rəsmi opponentlər:

Fizika-riyaziyyat elmləri doktoru,
professor **Abdolvahובה S.Q.**

Fizika-riyaziyyat elmləri doktoru,
professor **Abbasova A.Z.**

Aparıcı təşkilat:

AMEA-nın Fizika İnstitutunun
“Nüvə Tədqiqatları“ laboratoriyası

Dissertasiyanın müdafiəsi “ 28 ” noyabr 2014-cü il saat “ ” da Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Radiasiya Problemləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən D.01.221 Dissertasiya Şurasının iclasında olacaq.

Ünvan: AZ1143, B.Vahabzadə 9, Bakı ş.

Dissertasiya işi ilə AMEA-nın Radiasiya Problemləri İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat “ ” _____ 2014-cü ildə göndərilmişdir.

İxtisaslaşdırılmış Şuranın Elmi katibi:
fizika –riyaziyyat elmləri doktoru, prof.

O.Ə.Səmədov

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Son zamanlar nanomateriallar və nanotexnologiya elm və texnikanın önəmli sahələrinə böyük sürətlə daxil olmaqdadır. Bəzi keramik materiallar nüvə reaktorlarında geniş tətbiq olunduğundan onların ionlaşdırıcı şüalanma ilə qarşılıqlı təsiri daim dünya tədqiqatçılarının diqqət mərkəzində olmuşdur. Bu materialların tipik nümunəsi SiO_2 birləşməsidir və onda baş verən radiasion proseslər dünya tədqiqatçıları tərəfindən öyrənilməkdədir. Lakin neytron selinin təsiri ilə SiO_2 – də yaranan defektlərin və onların nəticəsində baş verən effektlərin təbiəti günümüzə qədər tam olaraq öyrənilməmişdir. Xüsusən nano SiO_2 -yə neytron selinin təsiri nəticəsində yaranan effektlər demək olar ki öyrənilməmişdir. Bu səbəbdən də neytron selinin nano SiO_2 – yə təsirinin tədqiqinin aktuallığı şübhə doğurmur.

Digər tərəfdən, silisium və onun oksidli birləşmələri elektronikada, ionlaşdırıcı şüaların detektə edilməsində sorbent və radiasiyaya davamlı material kimi geniş tətbiq edilir. Tətbiq sahələrində silisium materiallarının üzərində adətən, ölçüləri nano tərtibdə olan oksid təbəqəsi yaranır. Səthi oksid təbəqəsi silisiumu xarici təsirlərdən qorumaqla bərabər, onun fiziki və səthi fiziki-kimyəvi xassələrinə təsir göstərir. Həmçinin SiO_2 tərkibcə sadəliyi, alınmasının asanlıqı, ekstremal təsirlərə davamlı dielektrik kimi mikro- və nano ölçülərdə tibbdə və elektronikanın müxtəlif sahələrdə geniş tətbiq olunur. Bu xassələrinə görə silisiumun oksidli birləşmələri kosmik texnikada və nüvə texnologiyasında da böyük əhəmiyyət kəsb edən materiallardandır. Son dövrlərdə oksid dielektriklərin fiziki və səthi fiziki – kimyəvi xassələrinin hissəciyin ölçülərindən asılı olduğu, xüsusən də nano tərtibli ölçülərdə həcmi elektron həyəcanlanmaların, defektlər və digər faktorların səthə güclü təsir göstərdiyi aşkar edilmişdir. Odur ki, klassik oksid dielektrik olan SiO_2 – nin nano ölçülü nümunələri yenidən müasir dövrdə dünya tədqiqatçılarının diqqət mərkəzindədir. Bu məqsədlə nano SiO_2 – nin fiziki və səthi fiziki – kimyəvi xassələrinə ionlaşdırıcı şüaların təsiri tədqiq olunur və nano ölçülü nümunələrin müxtəlif sahələrdə tətbiqi üzrə təkliflər hazırlanır.

Elm və texnikanın müxtəlif sahələrində geniş tətbiq tapmış nano ölçülü SiO_2 – nin radiasiya və nüvə texnologiyalarında tətbiqi zamanı birbaşa defektmələgəlmə və radioaktiv çevrilmələr onun fiziki xassələrinə təsiri çox az öyrənilib. Mövcud məlumatlar elmi ümumiləşmələr aparmağa kifayət etmir və bəzən alınmış nəticələr bir – biri ilə uzlaşmır.

Odur ki, nano SiO_2 – nin nüvə texnologiyalarında tətbiqi istiqamətində baş verən radioaktiv çevrilmələrin təbiətini aydınlaşdırmaq üçün neytron aktivləşmə analizinin aparılması, defektəmələgəlmə proseslərinin tədqiqi və onların materialın fiziki xassələrinə təsirinin öyrənilməsi müasir dövrün aktual elmi – texniki problemi kimi xarakterizə oluna bilər. Məhz ona görə də, təqdim olunan dissertasiya işi nano SiO_2 – yə neytron selinin təsiri zamanı baş verən nüvə çevirmələri və fiziki xassələrdə dəyişikliklərə həsr olunub.

Dissertasiya işində mövcud təcrübələr AMEA – nın Radiasiya Problemləri İnstitutunun sifarişi ilə Sloveniyanın Lyublyana şəhərində *Jozef Stefan İnstitutunun* “Reaktor Mərkəzində” TRIGA Mark II yüngül su tipli tədqiqat reaktorunda və Jozef Stefan İnstitutunun digər lobaratoriyalarında yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiya işinin məqsədi – Neytron selinin nano SiO_2 – yə təsirindən sonra elektrik və dielektrik xassələrində dəyişikliklərin və oksidin tərkibində olan aşqar elementlərində baş verən radioaktiv çevrilmələrin tədqiqidir.

Bu məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı məsələlərin həlli qarşıya qoyulmuşdur:

- ✓ Epitermal neytronların təsirindən sonra nano SiO_2 – də baş verən radioaktiv çevirmələrin tədqiqi və tərkibində olan qatışıqların neytron aktivləşmə üsulu ilə analizi
- ✓ Nano SiO_2 – nin səthinin və hissəcik ölçülərinə neytron şüalanmasının təsirinin TEM (Transmissiya Elektron Mikroskop) və SEM (Skanedici Elektron Mikroskop) metodları ilə tədqiqi
- ✓ Nano SiO_2 – nin quruluş xüsusiyyətlərinə neytron şüalanmanın təsirinin Seçilmiş Sahədən Elektron Difraksiyası (SAED) üsulu ilə tədqiqi
- ✓ Nano SiO_2 – nin elektrik keçiriciliyinə və onun temperatur, tezlik asılılığına neytron şüalanmasının təsiri
- ✓ Nano SiO_2 – nin impedansının temperatur və tezlik asılılığına neytron şüalanmasının təsiri
- ✓ Nano SiO_2 – nin dielektrik nüfuzluğunun və dielektrik itgisinin temperatur və tezlik asılılıqlarına neytron şüalanmasının təsiri
- ✓ Neytron şüalanmanın təsiri altında nano SiO_2 – də əmələ gələn paramaqnit defektlərin EPR üsulu ilə tədqiqi

- ✓ Alınmış təcrübə nəticələri əsasında nano SiO₂ – də neytron şüalanmanın təsiri altında radioaktiv parçalanma və defektmələgəlmə proseslərinin ümumi mexanizminin müəyyənləşdirilməsi

Tədqiqat obyektini olaraq xüsusi səth sahəsi 160 m²/q, sıxlığı 0,09 q/sm³, hissəcik ölçüləri 20nm olan alfa struktura malik, sferik morfolojiyalı SiO₂ nanohissəcikləri götürülmüşdür. İstehsalçı firma: **SkySpring Nanomaterials, Inc. Houston, USA**

İşin elmi yenilikləri aşağıdakılardan ibarətdir: Nano SiO₂ – də ilk dəfə olaraq:

- ✓ Epidermal neytronların təsirindən sonra nano SiO₂ – də baş verən radioaktiv çevirmələr öyrənilib və nanomaterialın tərkibində olan qatışıqın element tərkibi müvafiq elementin radionuklidləri ilə müəyyən edilmişdir
- ✓ Neytron selinin təsirindən sonra nano SiO₂ hissəciklərinin TEM və SEM cihazlarında ilkin nümunələrlə müqaisəli analizləri aparılmışdır və neytron selinin təsiri ilə nanohissəciklərdə 70 nm tərtibində birləşmə halları müəyyənləşdirilmişdir
- ✓ Nano SiO₂ – nin amorf quruluşa malik olduğu SAED üsulu ilə təsdiqlənmişdir
- ✓ Neytron selinin təsiri ilə yaranmış defektlər nəzərə alınaraq nanomaterialın elektrik keçiriciliyinin 30 dəfə artması aşkarlanmış və onun mexanizmi verilmişdir
- ✓ Müqaisəli impedans analizlərindən məlum olmuşdur ki şüalanma müddətinin artması ilə relaksasiya müddəti 1,87 saniyyədən 4,58·10⁻⁴ saniyyəyə qədər azalır
- ✓ Nano SiO₂ – nin dielektrik nüfuzluğunun və dielektrik itgisinin temperatur və tezlik asılılıqlarına neytron şüalanmasının təsirindən dielektrik itgilərinin azalması müşahidə edilmişdir
- ✓ Nano SiO₂ – də neytron şüalanmanın təsiri altında əmələ gələn paramaqnit defektlərin təbiəti və yaranma kinetikasi aşkar olunub

İşin praktiki əhmiyyəti: Dissertasiya işində alınmış əsas elmi nəticələrə əsasən demək olar ki, tədqiqat obyektini olan nano SiO₂ kosmik və nüvə texnologiyalarında nano səviyyədə müxtəlif elektron cihazlarda tətbiq oluna bilər. Həmçinin bu nanomaterial gələcəkdə istehsalı planlaşdırılan mikro dedektorların nano hissəsi kimi istifadə oluna bilər, lakin bu zaman dedektorun həssaslıq dərəcəsinin artırılması məqsədilə, dissertasiya işində

alınmış əsas elmi nəticələrinə uyğun radiasiya effektləri nəzərə alınmalıdır. Son zamanlar ionlaşdırıcı şüalanmanın təsirinə məruz qalan cihazların idarə edilməsində sensor idarəetmə panellərindən geniş istifadə olunur. Sensorların iş qabiliyyətini artırmaq məqsədilə istifadə olunan SiO₂ nanomaterialında yaranan radiasiya effektləri nəzərə alınmalıdır.

Müdafiyyəyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. Epitermal neytronların təsiri altında nano SiO₂ – də radioaktiv çevrilmələr
2. Neytron şüalanmasının təsirindən sonra nano SiO₂ – nin səthi quruluş və hissəcik ölçülərində baş verən dəyişikliklər
3. Neytron selinin nano SiO₂ – nin elektrik xassələrinə təsiri
4. Neytron selinin nano SiO₂ – nin dielektrik xassələrinə təsiri
5. Neytron şüalanmanın təsiri altında nano SiO₂ – də paramaqnit defektəmələgəlmə prosesləri

İşin aprobasiyası:

Dissertasiya işinin ayrı-ayrı materialları bir neçə beynəlxalq və ölkədaxili konfranslarda məruzə və müzakirə edilmişdir. İşdə alınmış nəticələr beynəlxalq, ölkədaxili beynəlxalq və digər konfranslarda aşağıda qeyd olunan məruzələr ilə müxtəlif illərdə müzakirə edilmişdir.

- ✓ International Conference on “Condensed Matter in Paris”, 24 - 29 August 2014, p. 567 – 568, Paris, FRANCE
- ✓ Single File Dynamics, Ettore Majorana Foundation and Centre for Scientific Culture, July 4-9, 2014, p. 24 – 25, Ettore Majorana Centre, Sicily, ITALY
- ✓ International Conferance on Electronic Crystals ECRYS, 11 -23 August 2014, p.116, Cargese, FRANCE
- ✓ Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 90-cı ildönümünə həsr olunmuş Gənc Tədqiqatçıların II Beynəlxalq Elmi Konfransı, 18-19 Aprel 2014, s.16 – 17, Bakı, Azərbaycan
- ✓ World Science Forum, “New Challenges in the World Science: Joint Approaches of Young Scientists” 26-31 May 2014, Bakı, Azerbaijan
- ✓ The Journal of the International Association of Physics Students, 5 – 7 July 2013, Mulhouse, France 2013
- ✓ Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 90-cı ildönümünə həsr olunmuş Gənc Tədqiqatçıların I Beynəlxalq Elmi Konfransı, 26-27 Aprel 2013, s.254-255, Bakı, Azərbaycan

- ✓ New Challenges in the European Area: Young Scientist's 1st International Baku Forum, 20 – 25 May 2013, p.150-151, Baku, Azerbaijan
- ✓ Akademik Mahmud Kərimovun 65 illik yubileyinə həsr olunmuş “Radiasiya tədqiqatları və onların praktiki aspektləri” mövzusunda VIII elmi konfrans, 20-21 noyabr 2013, s. 61 – 62, Bakı, Azərbaycan
- ✓ Gənc alimlərin III respublika innovativ ideya yarmarkası, 16 – 20 sentyabr 2013, s.21-22, Bakı, Azərbaycan
- ✓ Fundamental və tətbiqi elmlərin aktual problemlərinin həllində multidissiplinar yanaşmanın rolu, mövzusunda “Əsrin müqaviləsi”nin 20 illiyinə həsr olunmuş gənc alim və mütəxəssislərin I beynəlxalq konfransı, 15 – 16 oktyabr 2014, s. 204-206, Bakı, Azərbaycan
- ✓ Nuclear Science and its Application VII Eurasian Conference, 21-24 October 2014, pp.182-183, Baku, AZERBAIJAN

Nəşrlər: Dissertasiya işinin əsas mahiyyəti dünyanın nüfuzlu jurnallarında nəşr edilmiş 4 məqalə və 5 tezisdə, həmçinin ölkədaxili nəşr edilmiş 11 məqalə və 9 tezisdə öz əksini tapmışdır.

Dissertasiya işinin quruluşu və həcmi. Dissertasiya işi girişdən, beş fəsilədən, nəticədən və ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. İş 156 səhifə, 49 şəkil, 5 cədvəldən ibarətdir. İstifadə olunmuş ədəbiyyatların sayı müəllifin məqalələri də daxil olmaqla 148-dir.

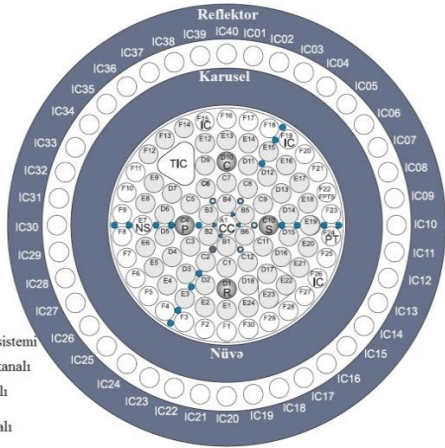
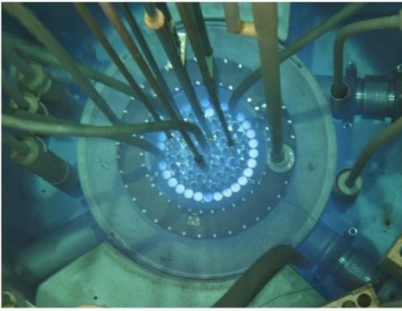
İŞİN QISA MƏZMUNU

Giriş hissəsində dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığı, hansı yeniliklərə malik olması, praktiki əhəmiyyəti və eləcə də, müdafiə olunacaq işin əsas müddəaları əsaslandırılmışdır.

Birinci fəsilə nano SiO₂ hissəciklərinin sintez metodları, onun kristallik quruluşu, nanomaterialın xüsusi səth sahəsinin hesablanması, neytron selinin nanomaterial ilə qarşılıqlı təsiri, EPR metodu, nano SiO₂ nümunəsinin makro, mikro və nano səviyyələrdə tətbiq imkanları, elektrik xassələri və eləcə də bu nümunələrin müxtəlif birləşmələrlə birlikdə xassələri haqqında dərc olunmuş elmi ədəbiyyatların icmalı verilmişdir. Fəslin sonunda mövcud elmi ədəbiyyatlarda aparılan axtarış-təhlil işinə yekun vurularaq nano SiO₂ – də yaranan radiasiya effektləri, elektrik xassələrinin, eləcə də bu birləşmədə mövcud olan defektlərin

xüsusiyyətlərinin, onlarda yaranan radiyasiya defektlərinin təbiətinin, ilkin nümunələrlə qarşılıqlı müqaisəsinin öyrənilməsinin aktual bir məsələ olduğu göstərilmişdir.

İkinci fəsildə TRIGA Mark II tipli tədqiqat reaktorunun quruluşu, nano SiO₂ – nin reaktorda şüalandırılma metodikası, neytron selinin təsirindən sonra nanomaterialın neytron aktivləşmə analizi metodikası, TEM, SAED və SEM analizlərinin metodikası, nano SiO₂ - nin elektrik və dielektrik xassələrinin tədqiq edilmə üsulları, nano SiO₂ – nin EPR spektroskopiyaya metodları verilmişdir. Təcrübələr aparılan Josef Stefan İnstitutunda (JSİ) mövcud TRIGA Mark II tipli tədqiqat reaktoru dünyada mövcud digər reaktorlara oxşar konfigurasiyada inşa edilmişdir və ümumi 40 müxtəlif şüalandırma kanalına malikdir (şəkil1).



- Yanacaq elementi 20% ²³⁵U
- İdarə çubuqları
- NS Neytron mənbə
- IC Şüalandırma kanalları
- Ölçmə vəziyyətləri
- P19 Süretili pnevmatik ötürmə sistemi
- PT Bourulu pnevmatik nəqil kanalı
- CC Mərkəzi şüalandırma kanalı
- TIC Üçbucaq şüalandırma kanalı

Şəkil 1. JSİ TRIGA Mark II tipli tədqiqat reaktorunun nüvəsinin üstədən sxematik quruluşu

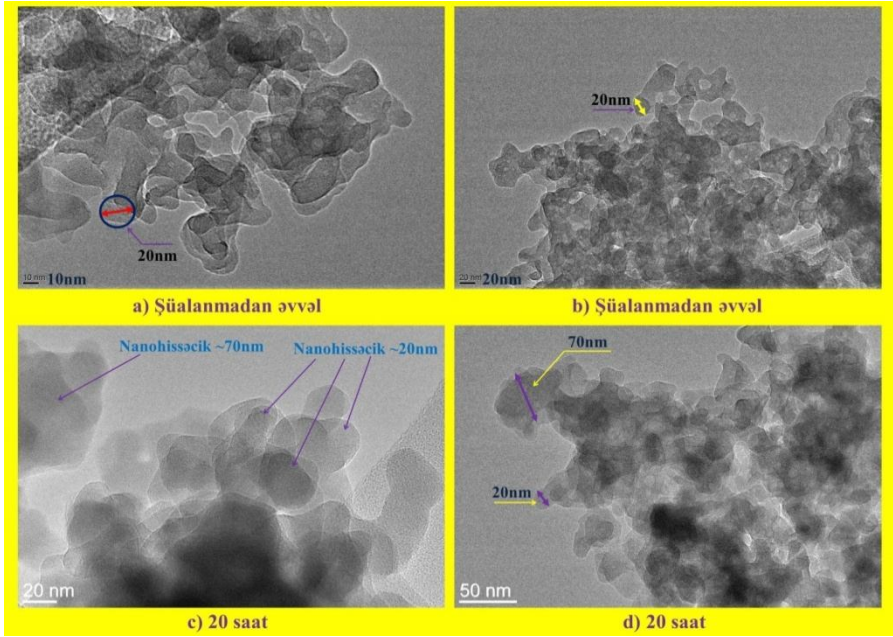
Reaktorda mövcud kanalların konfigurasiyası və tətbiq sahələri bu fəsilə ətraflı olaraq şərh edilmişdir. Təcrübələr aparılan kanalda mövcud neytron selinin parametrləri verilmiş və nümunələrin bu kanalda şüalandırma üsulları təhlil edilmişdir. Nümunələrin neytron şüalanmasından sonra 192 saat ərzində aktivliklərinin dəyişməsi tədqiq olunub. Səkkiz günlük aktivlik analizləri nəticəsində müəyyən edilmiş müxtəlif tip radionuklidlərin ilkin aktivlikləri 1,5kBq-dən 1,5GBq-ə qədər çox geniş diapozonda dəyişir. Aparılmış neytron aktivləşmə analizlərinin ölçü üsulları təqdim

olunmuşdur. İlk halda və şüalanmadan sonra nümunələrin TEM, SAED və SEM analizlərinin aparılma üsulları təhlil edilmişdir. Nano SiO₂ – nin elektrik və dielektrik xassələrini tədqiq etmək üçün istifadə olunan ölçü üsulları nəzərdən keçirilmişdir. Qeyd edək ki, bu günə qədər hər hansı nümunənin seçilmiş tezlik intervalında elektrik və dielektrik xassələrini ölçmək üçün universal metod mövcud deyil. Buna görə də ölçmə metodları ölçmə tələblərinə və şərtlərinə (tezlik intervalı, ölçmə dəqiqliyi, ölçmə diapozonu, ölçmənin sadəliyi və s.) görə fərqlənir ki, bu metodların da hər birinin müsbət və mənfi cəhətləri mövcuddur. Bu fəsilə ölçmələr aparılan tezlik və temperatur intervalında təcrübələrin metodikası nəzərdən keçirilmişdir. Birbaşa dalğa impedansını, dolayı və birbaşa elektrik və dielektrik parametrlərini ölçmək üçün sistem təsvir edilmişdir. Həmçinin nümunələrin temperaturunu sabit saxlamaq üçün körpü metodu (xüsusən Vetstonun metodu) təsvir edilmişdir. Nümunələrin ölçmələrə hazırlanması, nümunələrə kontaktların vurulması, ölçmə qurğusunun sxematik və əyani təsviri nəzərdən keçirilmişdir. Fəslin sonunda EPR tədqiq etmə üsulları və xətlərin müəyyən edilmə metodikası şərh edilmişdir.

Üçüncü fəsilə nümunələrin tərkibinin analizləri neytron aktivləşmə üsulu ilə təqdim edilmişdir. Neytron selinin təsirindən sonra aparılan aktivlik analizləri nəticəsində nano SiO₂ nümunəsində mövcud olan 0,5 faiz qatışıqın element tərkibi müvafiq elementin radionuklidləri ilə müəyyən edilmişdir. Göstərdikləri aktivliklərə əsasən qatışıqın tərkibində olan elementlərin faiz miqdarları müəyyənləşdirilmişdir. $2 \times 10^{13} \text{ n} \cdot \text{sm}^{-2} \cdot \text{san}^{-1}$ intensivlikli neytronların təsiri altında 20nm ölçülü nano SiO₂ – nin tozvari və preslənmiş formalı, 20nm ölçülü nano SiO₂ nümunələrində əmələ gələn radioaktiv nüvələrin aktivliklərinin inteqral dozadan və şüalanmadan sonrakı parçalanma vaxtından asılılıqları tədqiq olunub. Alınmış nəticələr əsasında nano SiO₂ birləşməsinin tərkibində olan qatışıqların keyfiyyət və kəmiyyət identifikasiyası aparılıb. Nanomaterialin ölçülərini, strukturunu şüalanmadan öncə və sonra müqaisəli müəyyənləşdirmək məqsədilə TEM, SAED və SEM analizləri aparılmışdır. İlk və neytron selinin təsirinə məruz qalmış nano ölçülü SiO₂ hissəciklərinin ölçülərində baş verən dəyişiklikləri tədqiq etmək məqsədilə Transmissiya Elektron Mikroskopunda (TEM) kiçik nano tərtiblərdə $\times 1.200.000$ böyütməsi ilə analizlər aparılmışdır (şəkil 2). Həmçinin nisbətən böyük ölçülərdə müvafiq nümunələrin səthini müşahidə etmək üçün Skanedici Elektron Mikroskopda (SEM) səth şəkilləri çəkilmişdir. İşdə istifadə olunan nanomaterialin strukturunu müəyyənləşdirmək üçün TEM cihazında

nümunələrin SAED (“seçilmiş sahədən elektron difraksiyası” – Selected area electron diffraction – SAED) texnologiyası ilə analizləri aparılmışdır.

Neytron şüalanmaya məruz qalmış SiO_2 nanobirləşməsinin EPR spektrlərinin analizləri bu fəsildə ətraflı şərh edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, nümunədə geniş diapozonda üç qiymətdə g – faktor mövcuddur. Sahənin 1500G ətrafında yüksək qiymətli g – faktor (3.5 – 5) müəyyən edilmiş və bu halın çox sürətlə relaksasiya olunduğu müəyyənləşdirilmişdir

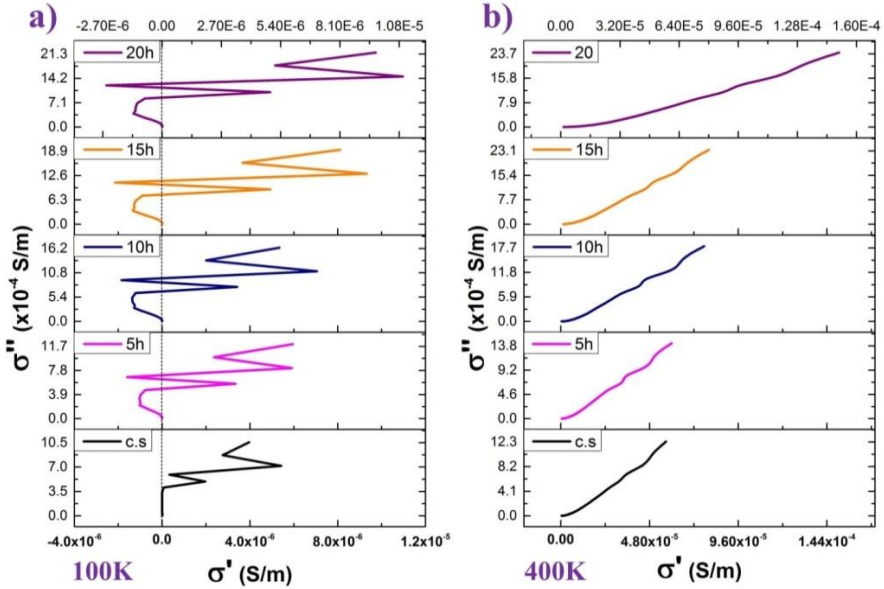


Şəkil 2. İlkin (a və b) və neytron seli ilə şüalanmış (c və d) SiO_2 nanohissəciklərinin TEM təsvirləri (1.200.000 böyütməyə qədər).

(orbital elektron yönəlməsi). Sahənin 2500G qiyməti ətrafında g – faktorunun aralıq qiyməti (2.5 – 3) müəyyən edilib ki, bunun da sürətlə relaksasiya olunması (orbital elektron yönəlməsi) müşahidə olunmuşdur. Güman olunur ki, hər iki halda hər hansı keçid metallara xas mərkəzlər müşahidə olunur. Sahənin 3330G ətrafında g – faktorunun sərbəst elektrona uyğun qiyməti tapılmış və müəyyən edilmişdir ki, bu halın relaksasiyası çox zəifdir. Tam sahədə müqaisəli EPR spektrlərindən məlum olmuşdur ki, neytron şüalanmanın təsiri ilə nano SiO_2 birləşməsində sərbəst elektronların

qatılığı 4 dəfə artmışdır. Seçilmiş aralıqların analizi göstərdi ki, mövcud elektronlar relaksasiya müddətlərinə görə fərqlənən üç lokal hallarda cəmləşmişdir. İlkin və neytron şüalanmanın təsirinə məruz qalmış nanobirləşmənin doyma həddinə qədər aparılan EPR spektrlərinin müqaisəli analizi, mövcud 3 lokal haldan ikisinin daha çox dayanıqlı olduğunu göstərir.

Dördüncü fəsildə ilkin halda və müxtəlif müddətlərdə kəsilməz olaraq neytron şüalanmanın təsirinə məruz qalmış SiO_2 nanohissəciklərinin elektrik xassələri öyrənilmişdir. Tezliyin $0,09\text{Hz} - 2,3\text{MHz}$ və temperaturun $100\text{K} - 400\text{K}$ intervalında tədqiq olunmuş, nümunələrin elektrik xassələri şüalanmadan öncə və sonra öyrənilmişdir. Nümunələrdə şüalanmadan sonra yaranan radiasiya effektləri onların ilkin nümunələrlə müqaisəli analizi ilə aşkar edilmişdir. İşdə nümunələrin elektrik keçiriciliyinin temperatur və tezlik asılılıqları öyrənilmişdir. Qeyd olunan tezlik və temperatur intervallarında impedansın və elektrik keçiriciliyinin həqiqi və xəyali hissələrinin asılılıqları tədqiq olunub (Şəkil 3). Epitermal neytronlarla şüalanmış nano SiO_2 – nin elektrik keçiriciliyinə temperaturun və düşən neytronların miqdarının müxtəlif tezlik oblastlarında təsiri tədqiq olunub. Müəyyən edilib ki, neytronların birbaşa, yaxud da aktivləşmə məhsullarının buraxdıqları şüaların təsiri altında əlavə elektroaktiv radiasiya defektləri əmələ gəlir. Belə ki, ümumi neytron selinin $6,7 \times 10^{17} \div 2,7 \times 10^{18} \text{ n} \cdot \text{sm}^{-2} \cdot \text{san}^{-1}$ intervalında dəyişməsi nano SiO_2 – nin elektrik keçiriciliyini 30 dəfəyə qədər artırır. Elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığındakı dəyişiklik EPR tədqiqatlarında alınmış yükdaşıyıcıların sayında olan mövcud artım ilə öz təstiqini tapmışdır. Şüalanmamış nümunənin temperatur asılılığında əsasən iki, neytronla şüalanmış nümunədə isə üç temperatur oblastı aşkar olunub. Həmçinin burada elektrik keçiriciliyinin tezlik asılılığı nəzərdən keçirilmişdir və alınmış nəticələrə uyğun olaraq elektrik keçiriciliyinin mexanizmi verilmişdir. Elektrik keçiriciliyinin tezlik asılılığında müşahidə olunan üç kəskin pikə əsasən neytron selinin təsiri ilə aşağı temperaturlarda enerjilərinə görə fərqli üç tip klasterlərin yarandığı məlum olmuşdur. Yaranmış bu piklərin elektrik keçiriciliyinin həqiqi və xəyali hissələrinin qarşılıqlı asılılıqları (şəkil 3) və digər analizlər ilə təstiqləndiyini nəzərə alaraq onları neytronların “yüksək enerji təpməsi” (PKA) nəticəsində yaranan klaster nəzəriyyəsi ilə izah edə bilərik. Belə ki, hər hansı yüksək enerjili neytron bir atomla qarşılıqlı təsirdə olaraq öz enerjisini o atoma verir. Neytronun təsiri ilə həyəcanlanmış atom öz enerjisini qonşu atomlarla paylaşır ki, bu da

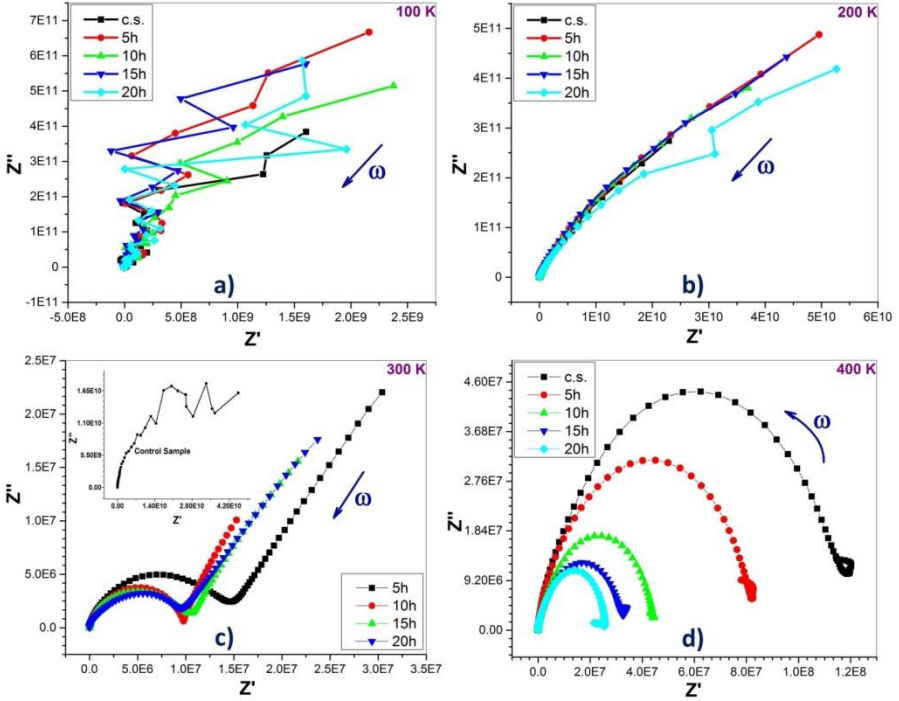


Şəkil 3. Şüalanmadan öncə və sonra temperaturun müxtəlif qiymətlərində elektrik keçiriciliyinin həqiqi və xəyali hissələrinin qarşılıqlı asılılıqları

dayanıqlı halla müqayisədə fərqli enerjiyə malik həyacanlaşmış atomlardan ibarət dəstənin, *klasterin* yaranmasına səbəb olur. Elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığından nümunələrin aktivləşmə enerjiləri hesablanmışdır. Şüalanma müddətinin artması ilə aktivləşmə enerjisinin 7,5eV – dan 1eV- a qədər azalması müşahidə olunmuşdur.

Sonrakı təcrübələrdə nümunələrə məxsus impedansın temperatur və tezlik asılılıqları tədqiq olunmuşdur. Həmçinin bu fəsilə impedansın həqiqi və xəyali hissələrinin qarşılıqlı asılılıqları temperaturun 100 K, 200 K, 300 K və 400 K qiymətlərində, ilkin halda və neytron selinin təsir müddətinin 5, 10, 15 və 20 saat qiymətləri üçün öyrənilmişdir (şəkil 4). Şəkil 4 (a) – dan tezliyin artması ilə impedansın hər iki qiymətinin azalması görünür və ayrılərin forması sistemdə səth yüklərində aşağı temperaturlarda polyarlaşmanın xaosikliyi göstərir (bunun səbəbi klaster nəzəriyyəsi ilə izah olunmuşdur). Temperaturun 200 K qiymətində xaosiklik demək olar ki tamamilə aradan qalxır (şəkil 4,b). Ümumi halda aşağı temperaturlarda (100 K və 200 K) tezliyin artması ilə impedansın hər iki qiyməti eyni tendensiya ilə azalır və bu hallarda şüalanma müddətinin təsiri çox az müşahidə olunur. Nisbətən yuxarı temperaturlarda (300 K və 400 K)

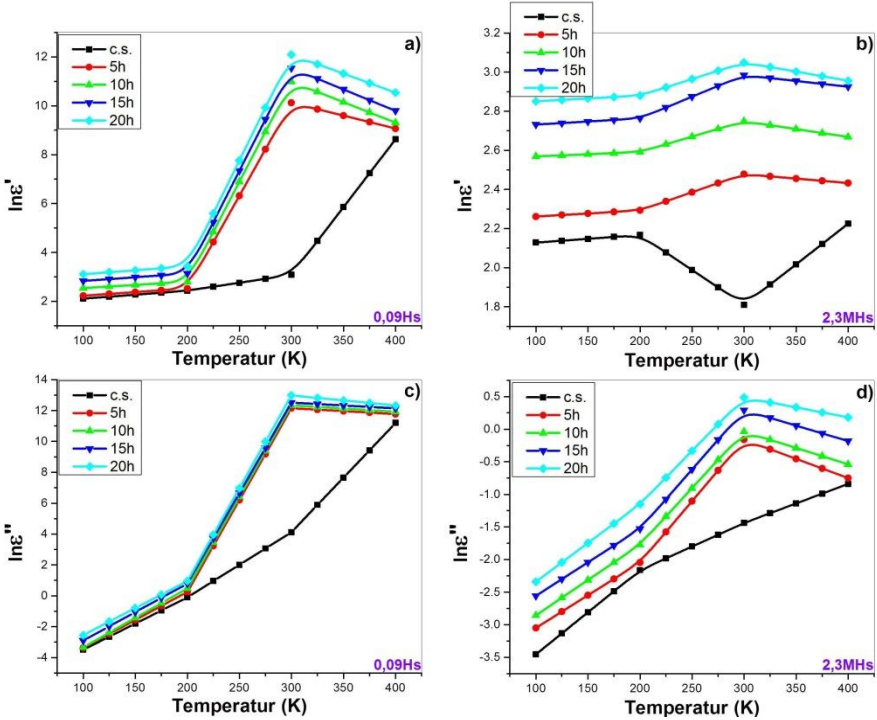
şüalanma müddətinin təsiri açıq aşkar müşahidə olunur. Aldığımız bu nəticələrə uyğun nəticələri “maye kristal” üçün Hourri və b. tərkibində müxtəlif miqdarlarda SiO₂ qatışıqı olan “4-n-heptyl-4'-cyanobiphenyl” üçün alıblar (Phys. Rev. E63, 051702). 300 K və 400 K temperaturlarda müşahidə olunan əyriyə analiz etmək üçün uyğun yollardan biri Cole – Cole diqramıdır. Təcrübələrdən alınmış Cole-Cole dioqramından məlum olmuşdur ki, şüalanma müddətinin artması ilə TEM təsvirlərindən müşahidə olunan nanohissəciklərin birləşməsi və neytron selinin təsiri nəticəsində relaksasiya müddəti 1,87 saniyyədən 4,58·10⁻⁴ saniyyəyə qədər azalır.



Şəkil 4. Nano SiO₂ – nin impedansının həqiqi və xəyali hissələrinin temperaturun fərqli qiymətlərində, ilkin halda və neytron selinin təsir müddətinin 5, 10, 15 və 20 saat qiymətlərində qarşılıqlı asılılıqları

Bəşinci fəsilə ilkin halda və müxtəlif müddətlərdə kəsilməz olaraq neytron selinin təsirinə məruz qalmış nano SiO₂ – nin dielektrik nüfuzluğunun həqiqi və xəyali hissələrinin, dielektrik itkilərinin temperatur və tezlik asılılıqları öyrənilmişdir. Nümunələrin dielektrik xassələri tezliyin

0,09Hz – 2,3MHz və temperaturun 100K – 400K aralıklarında tədqiq olunmuşdur. İşdə sel sıxlığı $2 \cdot 10^{13} \text{ n} \cdot \text{sm}^{-2} \cdot \text{san}^{-1}$ olan neytron seli ilə fərqli müddətlərdə 20 saata qədər şüalandırılmış nano SiO₂ nümunələrinin dielektrik xassələrində baş vermiş dəyişikliklər şərh edilmişdir. İlkin halda və neytron selinin təsirinə məruz qalmış nanomaterialın dielektrik nüfuzluğunun həqiqi və xəyali hissələrinin, dielektrik itkilərinin tezlik və temperatur asılılıqları müqaisəli analiz edilmişdir. Analizlər nəticəsində məlum olmuşdur ki, neytron selinin təsiri ilə nano SiO₂ – nin dielektrik



Şəkil 5. İlkin halda (c.s.) və müxtəlif müddətlərdə (5,10,15,20 saat) neytron selinin təsirinə məruz qalmış nano SiO₂ – nin dielektrik nüfuzluğunun həqiqi (a, b) və xəyali (c, d) hissələrinin müxtəlif tezliklərdə temperatur asılılıqları

nüfuzluğu ümumi tendensiyada artır (Şəkil 5). Şəkildən şüalanmadan öncəki nümunələrin dielektrik nüfuzluğunun həqiqi və xəyali hissələrinin

şüalanmadan sonrakı nümunələrə nibətən kəskin fərqləndiyi aşkar müşahidə olunur. Bu fərq temperaturun 200K qiymətinə qədər çox az müşahidə olunsa da, temperaturun 200 – 400K aralığında kəskindir. Bu fərqi yaradan səbəb neytron selinin təsiri nəticəsində sistemdə yaranan yeni yüklü hissəciklərin əlavə polyarlaşma yaratmasıdır. Nano SiO₂ – nin dielektrik nüfuzluğunun temperatur, tezlik və şüalanma müddətindən asılılıq tədqiqatlarından məlum olmuşdur ki, neytron selinin təsiri ilə dielektrik nüfuzluğunun ədədi qiyməti 27 dəfəyə qədər artır. Burada həmçinin nano SiO₂ hissəciklərinin dielektrik nüfuzluğunun həqiqi və xəyali hissələrinin qarşılıqlı asılılıqları nəzərdən keçirilmişdir. Bu asılılıqlarda mövcud Cole – Cole diqramlarına bənzər hallardan məlum olmuşdur ki, relaksasiya müddətinin qiyməti nano hissəciklərin polyarlaşmasına uyğundur. Dielektrik itkilərinin analizləri nəticəsində məlum olmuşdur ki, neytron selinin təsiri ilə SiO₂ nanohissəciklərinin dielektrik itkiləri neytron selinin təsir müddətinin artması ilə azalır. Bütün temperaturalarda $f(\text{tg}\delta) = f(f)$ asılılıqlarında az və ya çox dərəcədə piklər aşkar edilmişdir. Alınmış piklər və digər effektlərin mexanizmi verilmişdir

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Neytron selinin təsiri altında nano SiO₂ – də əmələ gələn radioaktivliyi yaradan izotopların identifikasiyası aparılıb və qatışıq elementlərinin faizlə miqdarı təyin edilib. Müəyyən olunmuşdur ki, tozvari nano SiO₂ – nin aktivliyi xüsusi press formada tabletka halına salınmış nano SiO₂ – yə nisbətən 25 dəfə çoxdur. Tədqiq olunmuş nano SiO₂ nümunələrində nisbətən böyük yarımparçalanma vaxtına malik izotoplar aşkar olunmuşdur.

2. SEM analizləri nəticəsində məlum olmuşdur ki, nümunədə neytron seli ilə qarşılıqlı təsirdən əvvəl və sonra makro və mikro ölçülərdə hissəciklərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində ölçülərin böyüməsi (birləşmə) müşahidə olunmur. TEM analizləri ilə neytron şüalanmanın təsiri nəticəsində nano ölçülərdə az miqdarda “birləşmə” müşahidə olunmuşdur (maksimum 70nm tərtibində). TEM cihazında SAED texnologiyası ilə aparılan araşdırmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, təqdim olunan nümunə ilkin və neytron şüalanmanın təsirindən sonra alfa amorf quruluşunu saxlayır.

3. Neytronla şüalanmış nano SiO₂ – nin elektrik keçiriciliyinin temperatur ($T=100\div 400\text{K}$) və tezlik ($\nu=0,09\div 2,3\cdot 10^6$ Hz) asılılığından

müəyyən edilmişdir ki, neytron selinin qiymətinin $6,7 \cdot 10^{17} \div 2,7 \cdot 10^{18} \text{ n} \cdot \text{sm}^{-2} \cdot \text{san}^{-1}$ intervalında dəyişməsi elektrik keçiriciliyinin qiymətinin 30 dəfə artmasına səbəb olur, bu isə epitermal neytronların təsiri altında nano SiO_2 – də əlavə yükdaşıyıcıların əmələ gəlməsini göstərir. Müəyyən olunmuşdur ki, nano SiO_2 – nin elektrik keçiriciliyində ilkin halda iki səviyyədə lokallaşmış yükdaşıyıcılar, neytronla şüalanmış nümunələrdə isə əlavə daha dərin səviyyələrdən həyacanlaşmış yükdaşıyıcılar iştirak edir. Elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığından nümunələrin aktivləşmə enerjiləri təyin edilmiş və məlum olmuşdur ki, şüalanma müddətinin artması ilə aktivləşmə enerjisi azalır ($7,5 \text{ eV}$ – dan 1 eV - a qədər).

4. Tam sahədə müqaisəli EPR spektrlərindən məlum olmuşdur ki, neytron şüalanmanın təsiri ilə nano SiO_2 birləşməsində sərbəst elektronların sayı 4 dəfə artmışdır. Seçilmiş sahədə analizlər göstərdi ki, mövcud elektronlar relaksasiya müddətlərinə görə fərqlənən üç lokal hallarda yerləşmişdir. İlkin və neytron şüalanmanın təsirinə məruz qalmış nanomaterialın EPR spektrlərinin müqaisəli alalizi, mövcud 3 lokal haldan ikisinin daha çox dayanıqlı olduğunu göstərdi.

5. İlkin və müxtəlif müddətlərdə neytron selinin təsirinə məruz qalmış nümunələrin elektrik keçiriciliyinin tezlik asılılıqlarının müqaisəli analizi nəticəsində məlum olub ki, neytron selinin təsiri ilə 100 K temperaturda nümunədə 3 tip klaster müşahidə olunur. 200 K temperaturda mövcud klasterlər temperaturun təsiri ilə nisbətən rekombinasiya uğrayır. 300 K və 400 K temperatur intervalında klasterlər tam rekombinasiyaya məruz qalır və elektrik keçiriciliyinin tezlik asılılıqları xətti xarakter daşıyır. Klasterlərin təsiri ilə 100 K və 200 K temperaturlarda nano SiO_2 – nin impedansının $f(Z') = f(Z'')$ asılılıqlarında xaotiklik müşahidə edilmişdir. Temperaturun $300 \text{ K} - 400 \text{ K}$ qiymətlərində Cole-Cole dioqramına əsasən nano SiO_2 – də relaksasiya müddətləri hesablanmışdır. Cole-Cole dioqramından məlum olmuşdur ki, şüalanma müddətinin artması ilə neytron selinin təsiri və nanohissəciklərin birləşməsi nəticəsində relaksasiya müddəti azalır ($1,87$ saniyədən $4,58 \cdot 10^{-4}$ saniyyəyə qədər).

6. Nano SiO_2 – nin dielektrik nüfuzluğunun temperatur, tezlik və şüalanma müddətindən asılılıq tədqiqatlarından məlum olmuşdur ki, neytron selinin təsiri ilə dielektrik nüfuzluğu artır (27 dəfəyə qədər). 100 K temperaturda dielektrik itgilərinin tezlik asılılıqlarında nümunə daxilində yaranmış klasterlər xaotikliyə səbəb olur. Dielektrik nüfuzluğunun temperatur asılılığından görünür ki, $300 - 400 \text{ K}$ temperatur intervalında neytron selinin təsiri nəticəsində yaranmış “yükdaşıyıcılar”ın termorekombinasi polyarlaşmanın azalmasına səbəb olur.

DİSSERTASIYANIN ƏSAS NƏTİCƏLƏRİ ÜZRƏ ÇAP OLUNMUŞ ELMİ İŞLƏRİN SİYAHISI

1. Huseynov E., Garibov A., Mehdiyeva R. Temperature and frequency dependence of electric conductivity in nano-grained SiO₂ exposed to neutron irradiation // *Physica B: Condensed Matter*, Elsevier, 2014, v.450, pp.77–83,
2. Huseynov E., Garibov A., Mehdiyeva R. Effect of neutron flux, temperature and frequency on the permittivity of nanocrystalline silica // *International Journal of Modern Physics B*, 2014, v.28, 1450213
3. Huseynov E., Garibov A., Mehdiyeva R. Study of blend composition of nano silica under the influence of neutron flux // *Nano Convergence*, Springer, 2014, v.1, pp. 21.1–21.8
4. Huseynov E., Garibov A., Mehdiyeva R. Influence of neutron flux on frequency dependence of dielectric properties of nano SiO₂ // *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 2014, v.3, No 6, 01201474, pp. 1094-1098
5. Huseynov E.M., Garibov A.A., Mechtiyeva R.N. Temperature and frequency dependences of dielectric properties of nano SiO₂ compound // *Journal of Qafqaz University – Physics*, 2013, v.1, No 2, pp.191-199
6. Huseynov E., Lu J. Theory of absorption of gamma rays on the surface and internal of SiO₂ nanopowder // *Proceedings of young scientists*, 2014, No 9, pp. 5-12
7. Hüseynov E.M., Qəribov A.A., Mehdiyeva R.N. Nano SiO₂ birləşməsinə neytron selinin təsiri: TEM və SEM analizləri // *Azərbaycan Fizika Jurnalı*, 2014, v.XX №1Az, s.12-17
8. Hüseynov E.M., Qəribov A.A., Mehdiyeva R.N. TRIGA Mark II tipli tədqiqat reaktorunda neytron şüalanmasının təsirinə məruz qalmış SiO₂ nanobirləşməsinin aktivlik analizləri // *AMEA XƏBƏRLƏRİ, Fizika-Riyaziyyat və Texnika elmləri seriyası, Fizika və Astronomiya*, 2014, v.XXXIV, No 2, s.102-110
9. Hüseynov E.M., Qəribov A.A., Mehdiyeva R.N. Neytron selinin nano SiO₂ – nin dielektrik xassələrinin temperatur asılılıqlarına təsiri // *Azərbaycan Fizika Jurnalı*, 2014, v.XX №2Az, s.3-10
10. Hüseynov E.M., Qəribov A.A., Mehdiyeva R.N. Nano SiO₂ hissəciklərinin dielektrik itgələrinin tezlik və temperatur asılılıqlarına neytron selinin təsiri // *AMEA XƏBƏRLƏRİ, Fizika-Riyaziyyat və Texnika elmləri seriyası, Fizika və Astronomiya*, 2014, v.XXXIV, No 5, s.73-80

11. Hüseynov E.M., Qəribov A.A., Mehdiyeva R.N. Nano SiO₂ – nin dielektrik xassələrinin tezlik asılılığına neytron selinin təsiri // Journal of Qafqaz University – Physics, 2014, v.2, No 1, s.85 – 91
12. Hüseynov E.M., Qəribov A.A., Mehdiyeva R.N. Nano SiO₂ – nin elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığına neytron şüalanmanın təsiri // Bakı Universitetinin Xəbərləri, fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, No 2, 2014
13. Hüseynov E.M., Qəribov A.A., Mehdiyeva R.N. SiO₂ nanotozunun xüsusi səth sahəsinin hesablanması və nano SiO₂ - H₂O sistemlərinin alınması // Azərbaycan Fizika Jurnalı, 2013, v.XIX, №1Az, pp.10-14
14. Hüseynov E.M. Nano SiO₂ – H₂O sistemlərinin termogravimetrik və diferensial termik analizləri // Gənc Alimlərin Əsərləri, 2013, № 8, s.13 – 20
15. Hüseynov E.M., Qəribov A.A., Mehdiyeva R.N. Nano ölçülü SiO₂ tozunun sintez metodları // AMEA XƏBƏRLƏRİ, Fizika-Riyaziyyat və Texnika elmləri seriyası, Fizika və Astronomiya, 2012, v.XXXII, №5, s.83-88
16. Huseynov E., Garibov A., Mehdiyeva R. Influence of neutron flux, temperature and frequency to impedance of nano SiO₂ / ECRYS, Cargèse, France, 2014, p. 116
17. Huseynov E., Garibov A., Mehdiyeva R. Influence of neutron flux on the nano silica: ESR study / Condensed Matter in Paris, Nanomaterials I, Paris, France, 2014, p. 567 – 568
18. Huseynov E., Garibov A., Mehdiyeva R. About nano silica impedance: Effect of neutron flux on the real and imaginary parts of impedance of nano-grained silica / International conference on statistical physics, Single file dynamics in biophysics & related areas & extensions in higher dimensions, Ettore Majorana Centre, Erice, Sicily, Italy, 2014, pp. 24 - 25
19. Hüseynov E. Nano SiO₂ birləşməsinin aşağı tezliklərdə elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığına neytron şüalanmanın təsiri / Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 90-cı ildönümünə həsr olunmuş Gənc Tədqiqatçıların II Beynəlxalq Elmi Konfransı, Bakı, 2014, s.16 – 17
20. Huseynov E. Temperature - permittivity dependence of nano SiO₂ compound exposed to influence of neutron irradiation at low frequencies / Baku World Science Forum, Baku, 2014

21. Huseynov E. Thermogravimetric and differential thermal analysis of nano SiO₂ – H₂O systems / The Journal of the International Association of Physics Students, 68200 Mulhouse, France, 2013
22. Hüseynov E. Nano SiO₂ tozunun xüsusi səth sahəsi / Ümummillı lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 90-cı ildönümünə həsr olunmuş Gənc Tədqiqatçıların I Beynəlxalq Elmi Konfransı, Bakı, 2013, s.254
23. Hüseynov E. Nano SiO₂ – H₂O Sistemlərinin alınması / Ümummillı lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 90-cı ildönümünə həsr olunmuş Gənc Tədqiqatçıların I Beynəlxalq Elmi Konfransı, Bakı, 2013, s.255
24. Huseynov E.M., Novruzov N.A. DTA and TG analysis of nano SiO₂ - H₂O systems / New Challenges in the European Area: Young Scientist's 1st International Baku Forum, Baku, 2013, p.150-151
25. Hüseynov E.M., Mehdiyeva R.N. "Qamma kvantlarla şüalanmış nano SiO₂ – in infraqırmızı udma spektrləri" Akademik Mahmud Kərimovun 65 illik yubileyinə həsr olunmuş "Radiasiya tədqiqatları və onların praktiki aspektləri" mövzusunda VIII elmi konfrans, Bakı, 2013, s.61 – 62
26. Garibov A.A., Agayev T.N., Huseynov E.M. Heterogeneous gamma-radiolysis of water in the presence of silica nanoparticles / 9th International Conference "Nuclear And Radiation Physics", Almaty, Republic of Kazakhstan, 2013, p.186-187
27. Huseynov E.M. Nano SiO₂ birləşməsinin dielektrik xassələrinin temperatur və tezlik asılılıqları / Gənc alimlərin III respublika innovativ ideya yarmarkası, Bakı, 2013, s.21-22
28. Hüseynov E.M. Neytron selinin yüksək tezlik aralığında nano SiO₂ hissəciklərinin dielektrik nüfuzluğunun temperatur asılılıqlarına təsiri / Fundamental və tətbiqi elmlərin aktual problemlərinin həllində multidissiplinar yanaşmanın rolu, mövzusunda "Əsrin müqaviləsi"nin 20 illiyinə həsr olunmuş gənc alim və mütəxəssislərin I beynəlxalq konfransı, Bakı, 2014, s. 204-206
29. Huseynov E., Mehdiyeva R. Influence of neutron flux on the frequency – electrical conductivity dependence of nano SiO₂ compound at low temperature / Nuclear Science and its Application VII Eurasian Conference, Baku, 2014, pp.182-183

INFLUENCE OF NEUTRON FLUX ON THE ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF NANO SiO₂ AND RADIOACTIVE TRANSFORMATION PROCESSES

Abstract

In the thesis it has been conducted the identification of isotopes causing radioactivity that is generated in nano SiO₂ under the influence of neutron flux and determined the amount of its mixture elements in percentage. It has been determined that the activity of powder-like nano SiO₂ is 25 times more than nano SiO₂ made as a tablet in special press form. There has been observed an “adhesion” in a small amount (maximum 70nm order) in nano sizes under the influence of neutron irradiation (with TEM analyses). From temperature ($T=100\div 400\text{K}$) and frequency ($\nu=0,09\div 2,3\cdot 10^6$ Hs) dependences of electric conductivity of neutron-irradiated nano SiO₂ it has been determined that, the value of the electric conductivity increases up to 30 times with changing of neutron flux within the range of $6,7\cdot 10^{17}\div 2,7\cdot 10^{18}$ n·cm⁻²·s⁻¹. From temperature dependency of electric conductivity it has been calculated the activation energies of the samples and revealed that, with increasing of irradiation time, the activation energy decreases (from 7,5eV to 1eV). As a result of the comparative analysis of frequency dependences of electric conductivity of the samples exposed to the influence of neutron flux at various periods and initial it has been revealed that, under the influence of neutron flux at 100K temperature it is generated 3 types of clusters inside the sample. At 100K and 200K temperatures under the influence of the generated clusters it has been observed a chaotization in $f(Z') = f(Z'')$ dependences of nano SiO₂ impedance. Relaxation periods have been calculated in nano SiO₂ in accordance with Cole-Cole diagram at 300K-400K temperatures and it has been established that, with increasing of irradiation time, the relaxation period decreases (from 1,87 sec up to $4,58\cdot 10^{-4}$) under the influence of neutron flux. From the studies of dependency of dielectric permittivity of nano SiO₂ on temperature, frequency and irradiation period it has been determined that, the dielectric permittivity increases (up to 27 times) under the influence of neutron flux. From EPR studies it has been established that, the number of the electrons in nano SiO₂ compound has increased for 4 times with neutron flux influence and the existing electrons located in three local states differing for relaxation periods. From the comparative analysis of EPR spectra of the nanomaterial exposed to the neutron irradiation and initial it has been determined that, two of the three local states are more resistant.

ВЛИЯНИЕ НЕЙТРОННОГО ПОТОКА НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНО-SiO₂ И ПРОЦЕССЫ РАДИОАКТИВНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ

Резюме

В диссертационной работе проведена идентификация изотопов образовавшие радиоактивности на SiO₂ под действием нейтронного потока и определено процентное содержание элементов смеси. Определено, что активность порошков nano-SiO₂ 25 раза выше, чем активность таблеток nano-SiO₂ полученные в специальных пресс формах. На основе ТЕМ анализов влиянием нейтронного облучения в нано размерные образования, обнаружено соединение нано размеров в малом количестве (максимум ~ 70нм). Исследованием температурных (T=100÷400К) и частотных ($\nu=0,09\div 2,3\cdot 10^6$ Гц) зависимостей электропроводимости nano-SiO₂ облученных нейтронами определено, что значение электрической проводимости растет в 30 раз при изменении дозы нейтронного потока в интервале от $6,7\cdot 10^{17}$ до $\div 2,7\cdot 10^{18}$ нсм⁻²сек⁻¹. Из графиков, рассчитана энергия активации локальных уровней в SiO₂ согласно температурной зависимости σ от f (1/T). Определена, что энергия активации уменьшается (от 7,5эВ до 1эВ) с повышением времени облучения. Из частотных зависимостей электропроводимости исходных и облученных образцов на основе сравнительных анализов определено, что при нейтронном облучении (100К), внутри образца образуется кластеров трех видов. Обнаружено хаотичность в зависимостях $f(Z')=f(Z'')$ импеданса nano-SiO₂ при температурах 100К и 200К, что связано с влиянием образовавшихся кластеров. Рассчитано время релаксации nano-SiO₂ в интервале температур 300К÷400К на основе диаграммы Cole-Cole и определено, что время релаксации уменьшается с повышением времени облучения нейтронов (от 1,87сек до $4,58\cdot 10^{-4}$ сек). Из исследований диэлектрической проницаемости от температуры, частоты и времени облучения определено, что диэлектрическая проницаемость растет при нейтронном облучении в 27 раз. Из ЭПР исследований определено, что с влиянием нейтронного облучения количество электронов в nano-SiO₂ повышено в 4 раза. Из анализов сравнительных ЭПР спектров исходных и облученных нейтронами образцов nano материала определено, что из трех локальных состояний два более стабильны.

На правах рукописи

ГУСЕЙНОВ ЭЛЬЧИН МАМЕДАЛИ ОГЛЫ

**ВЛИЯНИЕ НЕЙТРОННОГО ПОТОКА НА
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНО-SiO₂ И
ПРОЦЕССЫ РАДИОАКТИВНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ**

2225.01 – Радиационное материаловедение

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора философии по физике

Б А К У - 2014