



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

**Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun
elmi-tədqiqat proqramlarının, layihələrinin və digər elmi tədbirlərin
maliyyələşdirilməsi məqsədi ilə grantların verilməsi üzrə
2011-ci ilin 1-ci müsabiqəsinin (EIF-2011-1(3)) qalibi olmuş
və yerinə yetirilmiş layihə üzrə**

YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Maqnit sahəsinin polimer və nanomaqnetit əsaslı nanokompozitin mexaniki, termodinamik və elektrik xassələrinə təsirinin tədqiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Ramazanov Məhəmmədli Əhməd oğlu**

Grantın məbləği: **15 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-2011-1(3)- 82/29-M-79**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **30 dekabr 2011-ci il**

Grant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **1 yanvar 2012-ci il – 1 yanvar 2013-cü il**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar

Layihənin uğurla yerinə yetirilməsi məqsədi ilə ilkin olaraq müxtəlif ölçülü maqnit nanohissəciklərin alınmasının texnologiyası işlənmişdir. Layihə iştirakçıları ədəbiyyat icmalı aparmış, maqnit nanohissəciklərini almaq üçün kimyəvi(kolloid məhlullarda çökmə, impuls plazma texnologiyası), partlayış, plazma-kimyəvi sintez üsulları ilə maqnit nanohissəciklərin alınması imkanların təhlil etmiş və nanohissəciklərin alınmasının optimal texnologiyası üzərində işləmişlər. Nanohissəciklər seçilərək onların ferromaqnit təbiətə malik olması əsas kimi qəbul edilmiş və onlar əsasən partlayış texnologiyası ilə və matrisada nəzarətli çökmə üsulları ilə alınmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, layihənin uğurla yerinə yetirilməsi üçün əsasən Ni, Fe, Fe₃O₄ nanohissəcikləri əsasında nanokompozit materialların alınması məqsədəuyğundur. Nanohissəciklər səthi aktiv maddələrdə stabilizə edilmişdir. Səthi aktiv maddələrdə stabilizə edilmiş Ni, Fe, Fe₃O₄ nanohissəciklərinin müxtəlif xassələrə malik termoplastik polimer matrisalarda alınması texnologiyası n'z'ri olaraq müəyyən edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, polimer matrisanın seçilməsi zamanı polimerin strukturundakı lokal anizotropiyayı nəzərə almaq lazımdır. Polimerin üst molekulyar quruluşunu dəyişdirmək üçün onun ərimə temperaturundan otaq temperaturuna qədər soyudulması zamanı kristallaşmanın istilik zaman şəraitini dəyişdirilməsi qurğusu, maqnit polimer nanokompozitin xüsusi maqnitlənməsinin Domenikali üsulu ilə tədqiq olunması qurğusu işçi vəziyyətinə gətirilmişdir. Nanokompozitin dielektrik nüfuzluğunu, dielektrik itkisini və elektrik keçiriciliyini öyrənmək üçün nümunələrin ölçüləri müəyyən olunmuş, temperaturdan və tezlikdən asılı olaraq tədqiqi metodikası işlənmişdir. Polimer maqnit nanokompozitlərdə maqnit müqavimətinin sahənin intensivliyindən asılı olaraq dəyişməsinin mümkünlüyü ədəbiyyat icmalı ilə təsdiq olunmuş və gələcəkdə nanokompozitlərdə hissəciklərin ölçülərindən, onların polimer matrisədə paylanmasından, polimerin üst molekulyar quruluşundan və polimer matrisanın ayrı-ayrı seqmentlərinin lokal anizotropiyasından asılı olaraq maqnit müqavimətinin

dəyişməsi imkanları təhlil edilmişdir. Polietilene və polivinildenflüoridə Ni, Fe, Fe₃O₄ daxil etməklə nanokompozitlərin konsentrasiyasından asılı olaraq kompozisiya nümunələr alınmışdır. Nümunələr aşağıdakı texnoloji üsulla alınmışdır. Polimer matrisa həlledicidə həll edilmiş və məhlula ferromaqnit nanohissəcikləri tərkibli məhlul daxil edilmiş və alınmış məhlul 343K temperaturda bircins emulsiya alınanaqədər su məhlulu əlavə edilmiş və polimerdə nanohissəciklər ayrılana qədər emal edilmiş və sonra vakuum şafına qoyulmuşdur. Nümunələrin alınma texnologiyası BDU-nun Nanoaraşdırmalar laboratoriyasında aparılmışdır. Alınmış kompozisiyadan polimer matrisanın ərime temperaturunda istidə presləmə üsulu ilə 15MPa təzyiqdə müxtəlif sürətlə soyudularaq müxtəlif üst molekulyar quruluşlu malik nümunələr alınmışdır. Məlumdur ki, nanokompozisiyanın xassələri polimer matrisanın təbiətindən, nanohissəciklə polimerin arasındakı qarşılıqlı təsirdən asılıdır və məlumdur ki, bu təsir nanokompozitlərdə çox böyükdür. Kristallaşmanın istilik-zaman şəraitindən asılı olaraq polimerlərin fiziki quruluşu və fazalararası qarşılıqlı təsir kəskin olaraq dəyişir və bu da onların maqnit, dielektrik və möhkəmlik xassələrinə təsir edir. Kompozisiyalar polimerin ərime temperaturundan $\beta=2000$ dər/dəq və $\beta=4$ dər/dəq soyuma sürəti ilə alınmışdır.

Alınmış maqnit nanokompozitlərin polimer matrisada ölçülərinin müəyyən edilməsi və onların real həndəsi və maqnit ölçüləri müəyyən edilmişdir. Tədqiqat işləri nəzəri və eksperimental olaraq aparılmış və onların müqayisəli təhlili edilmişdir. Məlumdur ki, iki fazalı kompozit sistemlərin maqnitlənməsini Lanjevan tənliyi ilə yazmaq olar:

$$M(H) = M_s \cdot \varphi_m \int_0^{\infty} f(m) \cdot L\left(\frac{mH}{kT}\right) \cdot dm \quad (1)$$

burada $L\left(\frac{mH}{kT}\right) = \text{cth}\left(\frac{mH}{kT}\right) - \frac{1}{\frac{mH}{kT}}$ - Lanjevan funksiyasıdır, $f(m)$ - maqnetitin

nanohissəciklərinin maqnit momentlərinə görə paylanma funksiyasıdır, φ_m - nanohissəciklərin mühitdəki konsentrasiyasıdır. Maqnetitin nanohissəciklərinin maqnit momenti aşağıdakı kimi təyin edilir $m = M_s \cdot V_i$, burada M_s - massiv maqnetitin doymuş maqnit momentidir və $=491,6$ kA/m, V_i - maqnetit nanohissəcikin həcmidir. Maqnetit nanohissəciklərinin mühitdə konsentrasiyasını təyin etmək üçün böyük maqnit sahəsində Lanjevan tənliyindən istifadə edilir $M'_s = \varphi_m \cdot M_s$, burada M'_s - nümunənin doymuş maqnitlənməsidir. Kiçik maqnit sahəsində

Lanjevan funksiyasını sıraya ayırırsaq onda $L\left(\frac{mH}{kT}\right) \Big|_{H \rightarrow 0} = \frac{3mH}{kT}$ və orta maqnit momentinin təyin

edirik və $\bar{m} = \int_0^{\infty} m \cdot f(m) dm$ onda:

$$M(H) = M_s \cdot \varphi_m \frac{3\bar{m}H}{kT}$$

Beləliklə mühitin ilkin maqnit qavrayıcılığı aşağıdakı kimi təyin olunur

$$\chi_0 = \left(\frac{dM(H)}{dH} \right) \Big|_{H \rightarrow 0} = M_s \cdot \varphi_m \frac{3\bar{m}}{kT}, \text{ axırıncı ifadədən maqnit diametrinin maksimal diametrini}$$

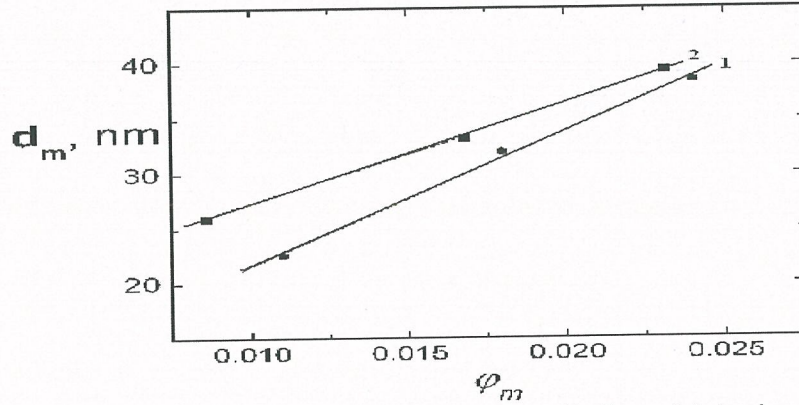
$$(d_{mag}^{\max}) \text{ təyin edirik. } d_{mag}^{\max} = \left(\frac{72 \chi_0 kT \mu_0}{M_s^2 \varphi_m} \right)^{1/3}.$$

Nümunələrin maqnit ölçmələrinin qiymətlərini istifadə etsək (χ_0, φ_m) , onda nanohissəciklərin maqnit diametrinin maksimal qiymətini polimer matrisada konsentrasiyadan asılı olaraq təyin edirik.

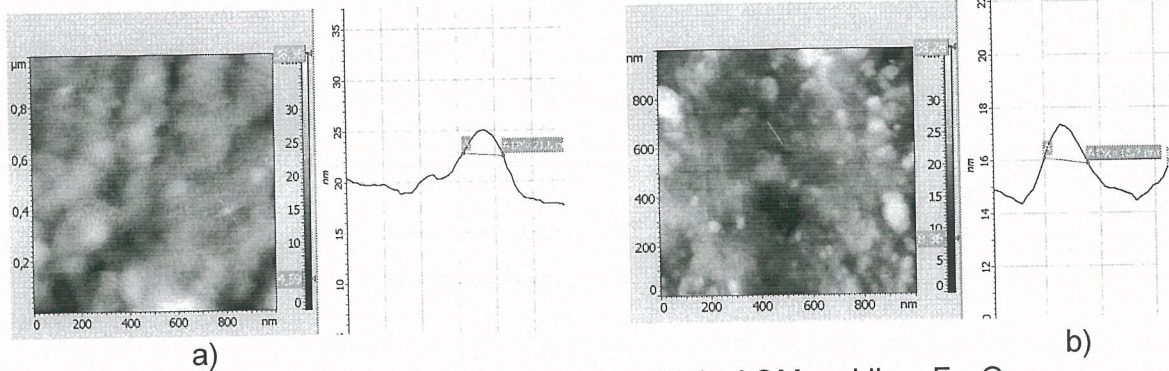
Şəkil.1 maqnetit koaqulyasiya edilmiş maqnit nanohissəciklərinin polimer matrisada konsentrasiyadan asılı olaraq dəyişməsi verilmişdir. Şəkildən görünür ki, hissəciklərin ölçüləri d_m

həcmindən φ_m asılı olaraq maqnit hissəciklərin ölçüləri xətti olaraq dəyişir – yeni nanohissəciklərin koagulyasiyası baş verir.

Ancaq təcrübi olaraq müəyyən olunmuşdur ki, hissəciklərin koagulyasiyası yalnız konsentrasiyadan deyil, polimerin üstmolekulyar quruluşunun formalaşmasından və kristallaşma dərəcəsindən asılıdır. Eksperimental olaraq müəyyən edilmişdir ki, müxtəlif rejimlərdə alınmış polimer nanokompozisiyasının hissəciklərinin maksimal ölçüləri fərqlənir, yeni uyğun olaraq $\beta=30$ dər/dəq, $\beta=4$ dər/dəq uyğun olaraq 15nm və 21 nm-ə bərabərdir. Böyük soyuma sürətində daha kiçik koagulyasiya alınır.

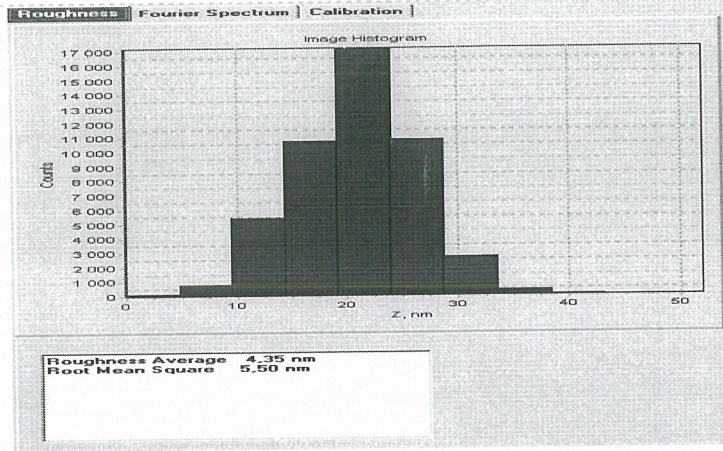


Şəkil 1. Polimer matrisada nanohissəcik aqlomeratının maqnit diametrinin konsentrasiyadan nəzəri asılılığı.: 1-PVDF+Fe₃O₄, 2- PE+Fe₃O₄



Şəkil 2. PVDF+Fe₃O₄ nanokompozisiyasının səthinin AQM şəklisi və Fe₃O₄ nanohissəciklərinin ölçüləri a) $\beta=4$ dər/dəq, b) $\beta=30$ dər/dəq

Şəkil 2-də Fe₃O₄ nanohissəciklərinin ölçüləri və $\beta=4$ dər/dəq və $\beta=30$ dər/dəq rejimlərinə alınmış nanokompozisiyalarda polimer matrisada hissəciklərin paylanması verilmişdir. Şəkil 2-dən görünür ki, polimerin kristallaşmasının müxtəlif istilik zaman şəraitində alınmış nanokompozisiyasında Fe₃O₄ nanohissəciklərinin ölçüləri dəyişir, yeni $\beta=4$ dər/dəq şəraitində ölçü 21nm, $\beta=30$ dər/dəq şəraitində isə 15nm olur. Şəkil 3-də PE+Fe₃O₄ nanokompozisiyasının səthinin xassələrinin analizi və səth elementlərinin histqramması göstərilmişdir. Şəkildən görünür ki, səthin hamarlığının orta kvadratik qiyməti 5-40nm tərtibindədir. AQM tədqiqi nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, Fe₃O₄ nanohissəcikləri polimer matrisada bərabər paylanmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, kompozisiyanın xassələrinin formalaşmasında polimer matrisa ilə doldurucunun arasındakı fazalararası qarşılıqlı təsirin böyük rolu var. Polimer matrisanın quruluşunun mikroskopik heterogenliyi kompozisiyanın kristallaşması zamanı doldurucu ilə matrisanın arasındakı qarşılıqlı təsirin xüsusiyyətlərindən asılı olaraq dəyişir.



Şəkil.3. PE+Fe₃O₄ nanokompozisiyasının səthinin hamarlılığının analizi və səth elementlərinin histqramması.

Tədqiq olunan PE və PVDF kristallaşan polimerlərin fazalararası sərhəddə qarşılıqlı təsirin hesabına quruluş mikroheterogenliyi dəyişir və bu dəyişiklik polimerin həcmindən fərqli olur və quruluş dəyişməsi PE və PVDF polimeri üçün fərqlidir.

İlkin nəzəri tədqiqatlarda seçilmiş nəzəri modelin tədqiqi zamanı müəyyən olunmuşdur ki, maqnit nanohissəciyin səthindəki fazalararası təbəqə maqnit xassəyə malik deyil. Fazalararası təbəqənin diametri nanohissəciyin diametri ilə düz mütənasibdir. Nanohissəciyin həndəsi (d_{oi}) və maqnit (d_{om}) diametri bir-biri ilə $d_{om} = K \cdot d_{oi}$ asılılığı ilə əlaqədardır. Onda n sayda nanohissəcikdən ibarət konqlomeratın maqnit diametri aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

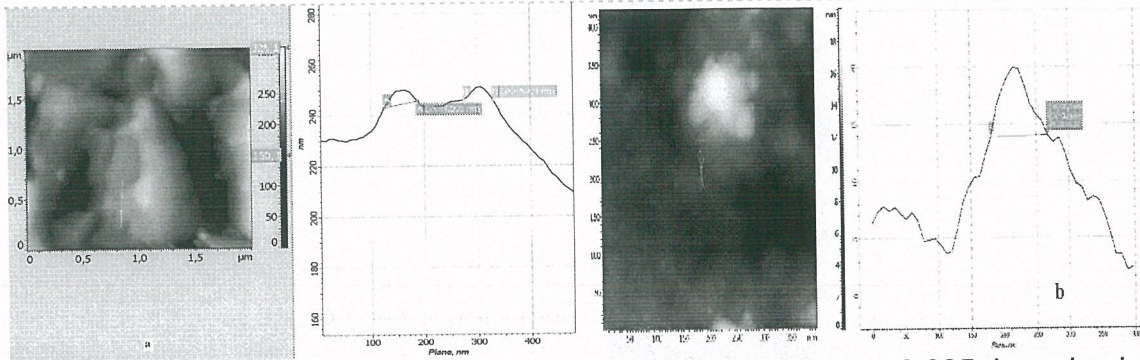
$$\frac{1}{6} \pi d_{oi}^3 n^3 - \frac{1}{6} \pi d_{om}^3 n^3 = \frac{1}{6} \pi d_{oi}^3 n^3 (1 - K^3) = V_i (1 - K^3)$$

Əgər n sayda nanohissəcikdən ibarət konqlomeratı bir nanohissəcik kimi baxsaq onda maqnit həcm aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\frac{1}{6} \pi d_i^3 - \frac{1}{6} \pi d_m^3 = \frac{1}{6} \pi d_i^3 (1 - K^3) = V_i (1 - K^3)$$

Göründüyü kimi bərabərliyin sağ tərəfi eynidir. Bu onu göstərir ki, koaqulyasiya etmiş nanohissəciyin maqnit diametri həndəsi diametrdən xətti asılıdır. Beləliklə koaqulyasiya etmiş nanohissəciyin üçün alınmış maqnit diametri həndəsi diametr üçün də doğrudur.

Şəkil 4-də atom qüvvət mikroskopu və maqnit qüvvət mikroskopu ilə PE+Fe₃O₄ nanokompozisiyasının maqnit əlavənin $\varphi_m = 0.025$ həcmi miqdarında skanları verilmişdir. Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, maqnit nanohissəciklərdən təşkil olunmuş maqnetit konqlomeratın AQM-dən alınmış həndəsi ölçü MQM-dən alınmış ölçüdən xeyli kiçikdir. Bu eksperimental nəticə bir daha göstərir ki, nəzəri hesablamalardan alınmış nəticələrlə uzlaşır və empirik olaraq K əmsalının real qiymətini tapmaq olar. Beləliklə eksperimental olaraq müəyyən olunmuşdur ki, Fe₃O₄ nanohissəciklərin polimer matrisada koaqulyasiyası nanohissəciklərin yalnız həcmi miqdarından deyil eyni zamanda polimerin üstmolekulyar quruluşundan və polimerin kristallaşma dərəcəsindən asılı olaraq dəyişir.



Şəkil 4. PE+Fe₃O₄ nanokompozisiyasının maqnit əlavənin $\varphi_m = 0.025$ həcmi miqdarında 2D skanları və ölçüləri. a) AQM skan b)MQM skan

Nəzəri hesablamalar göstərdi ki, nanohissəciyin həndəsi və maqnit diametri müəyyən xətti qanunauyğunluqla dəyişir və təcrübədən alınan nəticələrlə uzlaşır.

Alınmış nümunələrin elektrik keçiriciliyini və dielektrik nüfuzluğunu maqnit sahəsində işlənmədən əvvəl və sonra tədqiq edilmişdir. Eyni zamanda nanokompozit nümunələrin maqnit momentlərinin və dielektrik nüfuzluğunu nanohissəciklərin konsentrasiyasından asılı olaraq nəzəri tədqiqi işlənməmişdir.

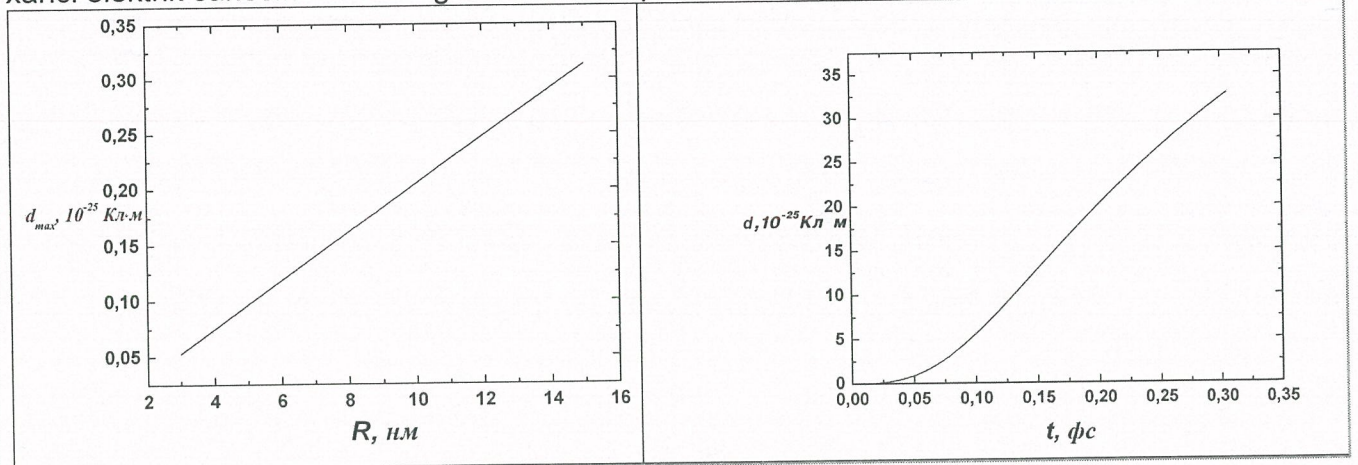
Metal nanomagnitləri elektrik sahəsinə daxil etdikdə onlar xarici sahənin təsiri ilə polyarlaşırlar. Nanomagnetitin polyarlaşması xarici elektrik sahəsindən, yerləşdiyi muhitin (polimer matrisanın) elektrik xassələrindən (polyarlıq, dielektrik nüfuzluğu, elektronların aktivləşmə enerjisi və sair), nanomaqnetitin ölçülərindən, onun metallik xassələrindən (valent səviyyədəki elektronların sayından, rabitə enerjisindən) asılıdır. Nanomagnetitlərin dipol momentini aşağıdakı düsturla təyin etmək olar.

$$d = \frac{\epsilon_0 E r^3}{3} \ln \left(t \frac{6\pi c l}{r^2} + 1 \right)$$

Nanokompozitin polyarlaşması isə nanomagnetitin polyarlaşmasından (nanomaqnetitin elektik sahəsində alınmış elektrik dipol momentindən), onların konsentrasiyasından, nanomaqnetitin ölçülərə görə paylanma funksiyasından asılıdır. Nanokompozitin dielektrik nüfuzluğu nanomagnetitin elektrik dipol momentinin, nanomaqnetitin konsentrasiyasının xətti funksiyasıdır.

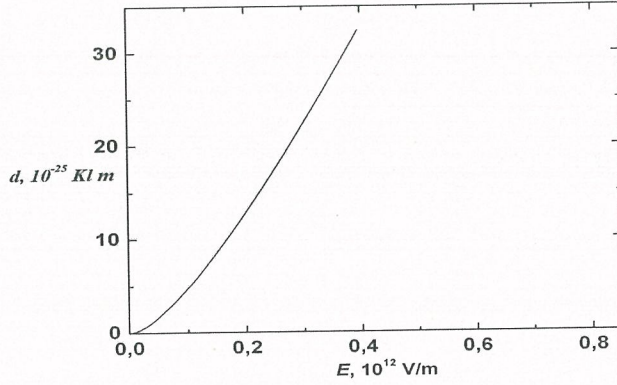
$$\epsilon_{HK} = \frac{\epsilon + 2}{3} \epsilon \cdot \left(1 + \frac{1}{3} \frac{\varphi}{\epsilon_0} \cdot \frac{d_{\max}^2}{V_0 k T} \right)$$

Şəkil 5-də dipol momentinin maksimal qiymətinin nanozərrəciyin ölçüsündən, zamandan və xarici elektrik sahəsindən asılılığı nəzəri olaraq hesablanmış və qrafiki verilmişdir.



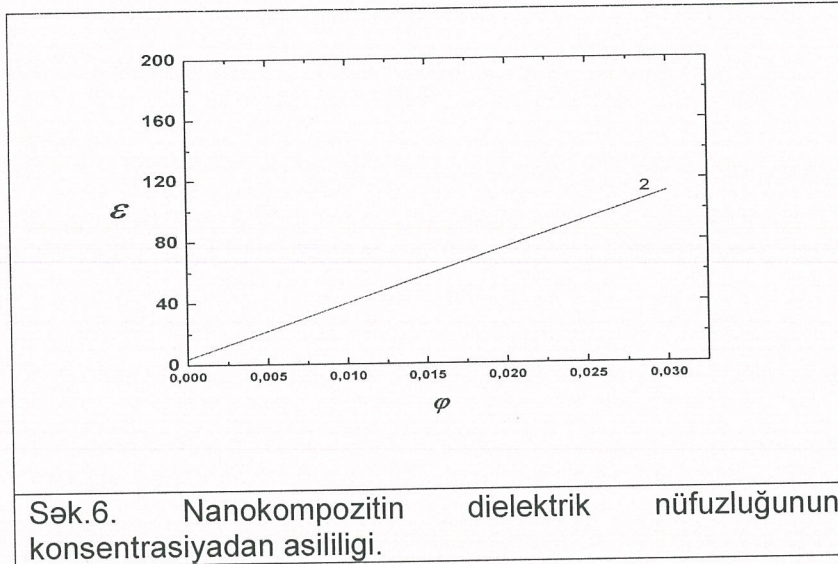
Sək.5a. Dipol momentinin maksimal qiymətinin nanozərrəciyin ölçüsündən asılılığı.

Sək.5 b. Dipol momentinin maksimal qiymətinin zamanından asılılığı.



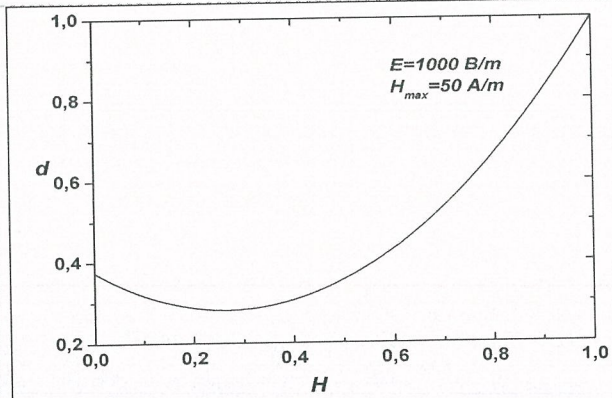
Şək.5c Dipol momentinin maksimal qiymətinin xarici elektrik sahəcindən asılılığı.

Şəkil 6-də nanokompozitin dielektrik nüfuzluğu nanomaqnetitin konsentrasiyasından asılılıq qrafiki verilmişdir.

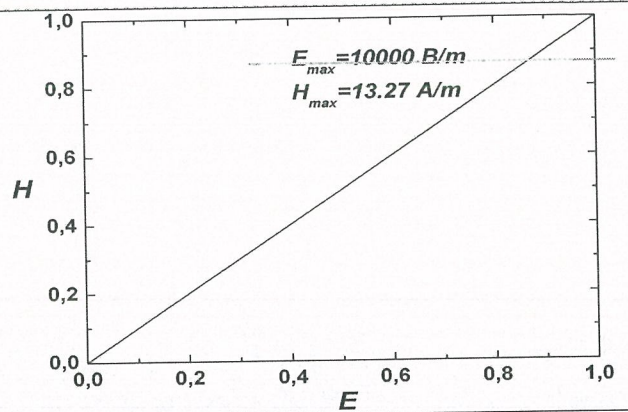


Sək.6. Nanokompozitin dielektrik nüfuzluğunun konsentrasiyadan asılılığı.

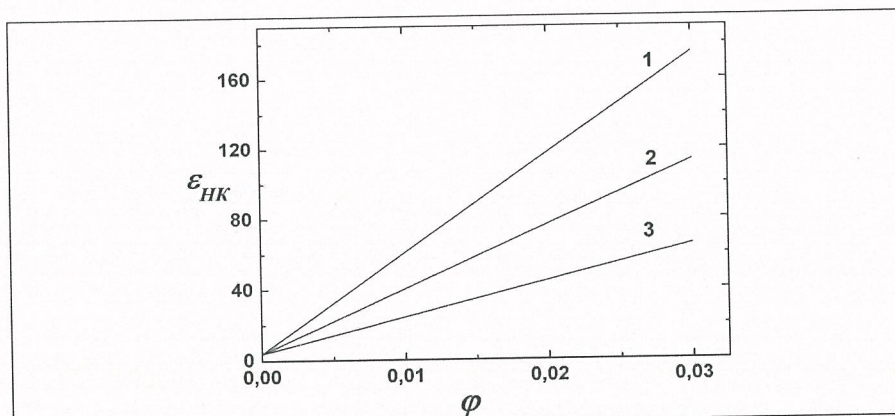
Nəzəri olaraq göstərilmişdir ki, nanokompozitin dielektrik nüfuzluğu həmçinin xarici maqnit sahəcindən asılıdır. Maqnit sahəsinin müəyyən qiymətlərinə nanokompozitin dielektrik nüfuzluğu aşağı düşür, sonar isə nanokompozitin dielektrik nüfuzluğu yuxarı qalxır(şəkil 7).



Sək.7 Nanomagnetitin dipol momentinin magnet sahəsindən asılılığı.

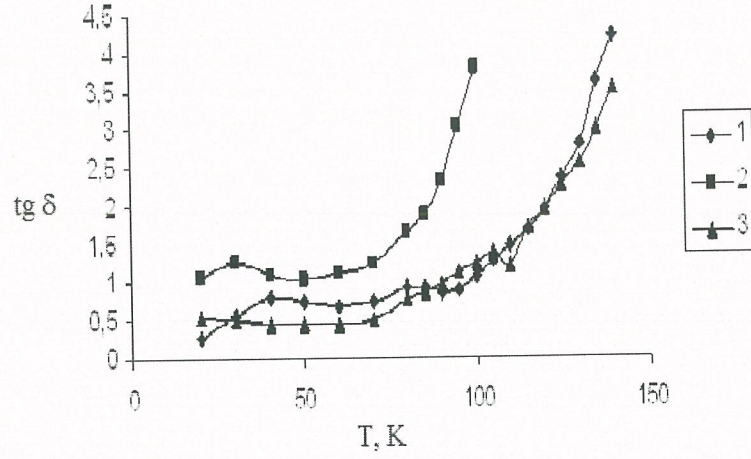


Sək.8 Magnet sahəsinin kritik qiymətinin elektrik sahəsindən asılılığı.

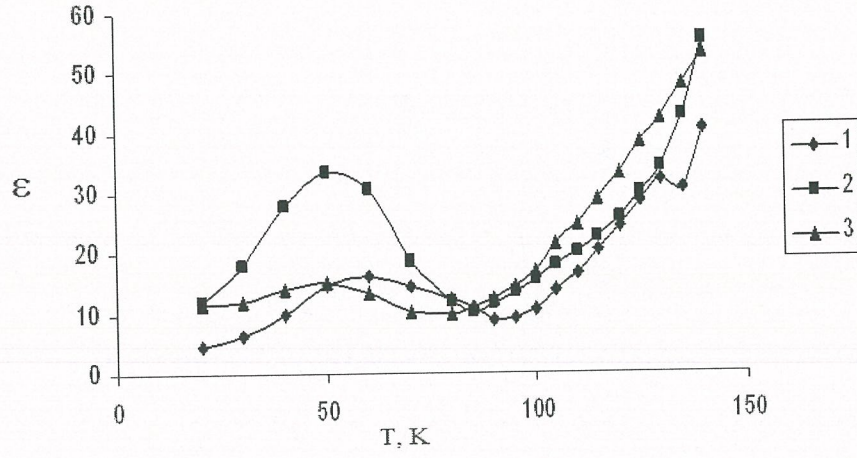


Sək.9 Nanokompozitin dielektrik nüfuzlüğünün nanomagnetitlərin konsentrasiyasından asılılığı. $H = 4,1 \cdot 10^5$ A/m - 1, $H = 2,7 \cdot 10^5$ A/m - 2, $H = 1,3 \cdot 10^5$ A/m - 3.

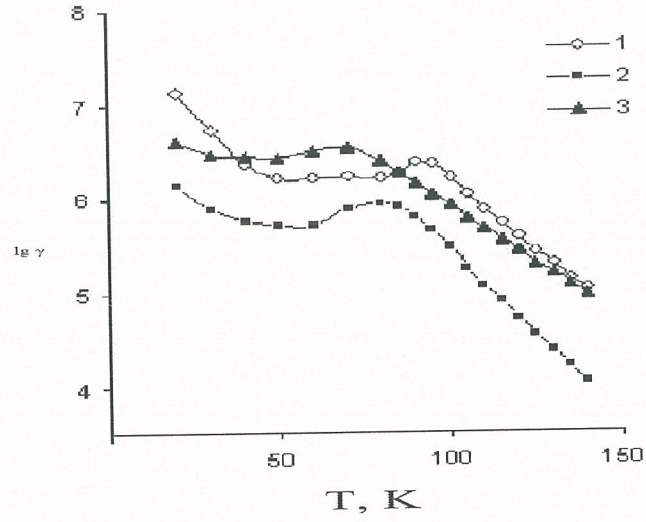
Nəzəri nəticələri təcrübi nəticələrlə müqayisə etmək üçün polimer matrisaya Fe_3O_4 nanohissəcikləri daxil edilmiş nanokompozitlərin elektrofiziki ($\rho_v, \epsilon, tg\delta$) xassələrinin temperatur və tezlik asılılıqları tədqiq edilmişdir. Təcrübi olaraq müəyyən edilmişdir ki, nanokompozisiyaların dielektrik nüfuzluğu (ϵ) və dielektrik itkisi temperaturdan asılı olaraq tədricən artır. Temperaturun müəyyən qiymətində dielektrik nüfuzluğu və dielektrik itkisi sıçrayışla artır. Bu temperaturda $\epsilon, tg\delta$ -nın sıçrayışla dəyişməsi polimerin kristallik quruluşunun dağılması ilə əlaqədardır. Müəyyən edilmişdir ki, Fe_3O_4 nanohissəciklərinin konsentrasiyası artdıqca polimerin kristallik fazasının dağılma temperaturu dəyişir. Ehtimal olunur ki, kristallik fazanın dağılma temperaturunun sürüşməsi fazalar arası təbəqənin quruluşunun və fazalar arası qarşılıqlı təsirin dəyişməsi ilə əlaqədardır.



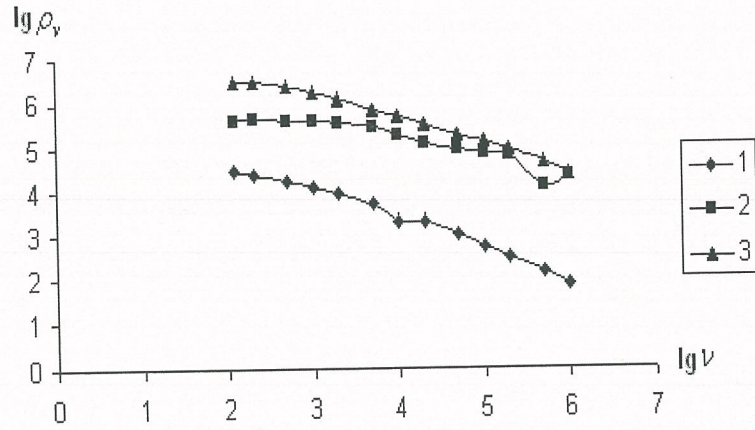
Şek 10. PE+Fe₃O₄ nanokompozitinin dielektrik itkisinin temperatur asıllığı 1. 5 ml Fe₃O₄ 2. 10 ml Fe₃O₄ 3. 15 ml Fe₃O₄



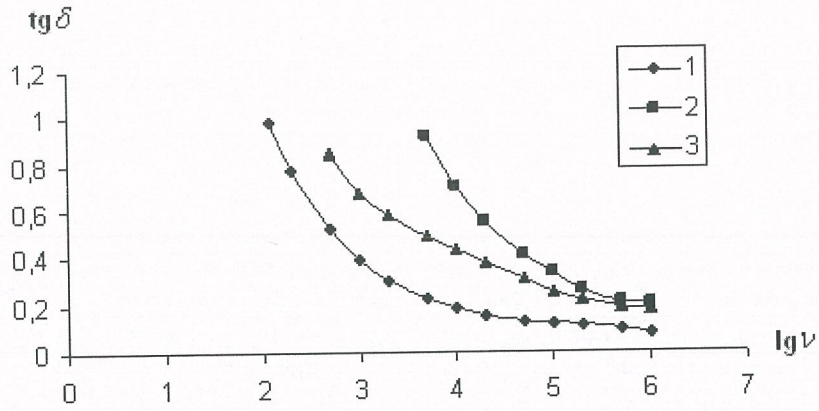
Şek.11. PE+Fe₃O₄ Dielektrik nüfuzluğunun temperaturdan asıllığı 1. 5 ml Fe₃O₄ 2. 10 ml Fe₃O₄ 3. 15 ml Fe₃O₄



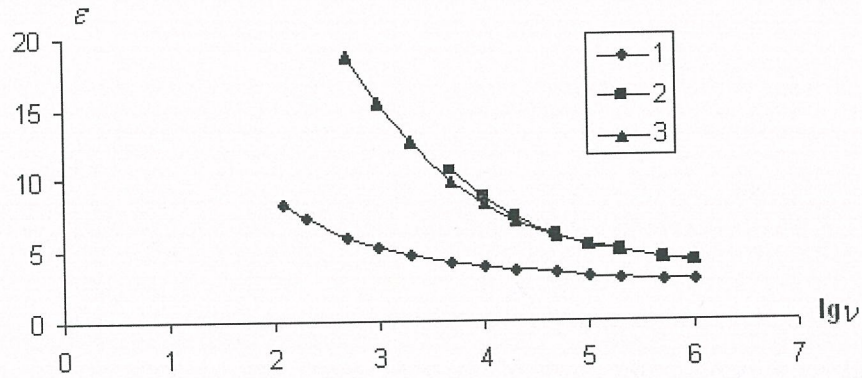
Şek.12. PE+Fe₃O₄ Xüsusi müqavimətinin temperatur asılılığı
5 ml Fe₃O₄ 2. 10 ml Fe₃O₄ 3. 15 ml Fe₃O₄



Şek.13. PVDF+Fe₃O₄ əsaslınanokkompozitin xüsusi müqavimətinin tezlikdən asılılığı
1. 5 ml Fe₃O₄ 2. 10 ml Fe₃O₄ 3. 15 ml Fe₃O₄



Şək. 14 PVDF+Fe₃O₄ nanokompozitin dielektrik itkisinin tezlikdən asılılıq qrafiki.
1. 5 ml Fe₃O₄ 2. 10 ml Fe₃O₄ 3. 15 ml Fe₃O₄



Şək. 15 PVDF+Fe₃O₄ nanokompozitin dielektrik nüfuzluğunun tezlikdən asılılıq qrafiki
1. 5 ml Fe₃O₄ 2. 10 ml Fe₃O₄ 3. 15 ml Fe₃O₄

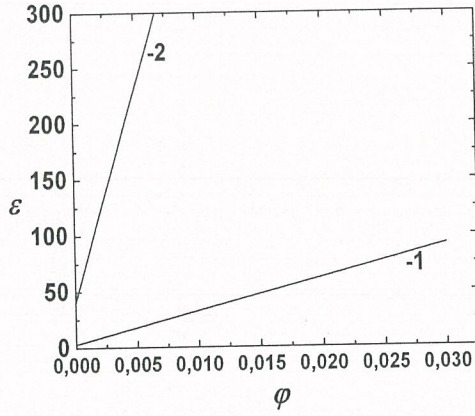
Şəkil 10 və şəkil 14 müqayisəli təhlilindən görünür ki dielektrik itkisi PE+ Fe₃O₄ nanokompozitlərinde tezlikdən asılı olaraq müəyyən qiymətə qədər artır və sonra bir az aşağı düşür və sonra sürətlə artır, amma PVDF+Fe₃O₄ nanokompozitlərində isə tezlikdən asılı olaraq aşağı düşür. Göründüyü kimi eyni ferromaqnit nanohissəciyi polyarlığına görə fərqli müxtəlif polimer matrisaya daxil etdikdə dielektrik itkilərinin tezlikdən asılı olaraq dəyişməsi fərqli olur. Şəkil 9-dən görünür ki, dielektrik nüfuzluğu nəzəri olaraq konsentrasiyadan asılı olaraq xəti artır və artım xarici maqnit sahəsindən asılı olaraq dəyişir. Eksperimental olaraq göstərilmişdir ki, dielektrik nüfuzluğu konsentrasiyadan asılı olaraq artır və doyma yaranır. Göründüyü kimi dielektrik itkisinin, müqavimətin və nüfuzluğun nəzəri və eksperimental qiyməti bircins dəyişmir.

Eyni zamanda polimer matrisaya müxtəlif konsentrasiyada nanomaqnetit daxil edilmiş polimer maqnit nanokompozisiyaların dielektrik nüfuzluğuna xarici maqnit sahəsinin təsiri nəzəri olaraq tədqiq edilmişdir. Polimer matrisada maqnit nanohissəciklərin kiçik konsentrasiyalarında nanokompozitin dielektrik nüfuzluğu aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

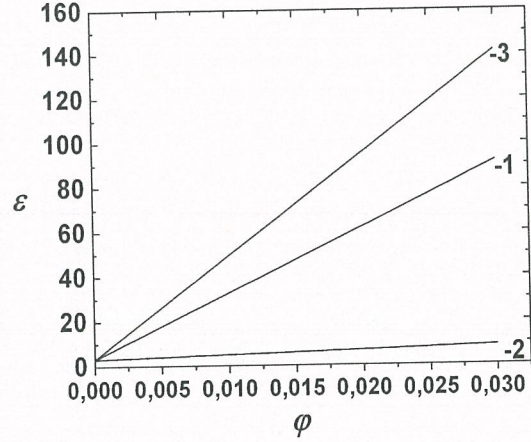
$$\varepsilon_{nk} = \frac{\varepsilon + 2}{3} \varepsilon \cdot \left(1 + \frac{1}{3} \frac{\varphi}{\varepsilon_0} \cdot \frac{d_{\max}^2}{V_0 kT} \right)$$

burada ε -polimer matrisanın dielektrik nüfuzluğudur, φ - polimer matrisada maqnit

nanohissəciyin həcmi miqdarıdır.



Şəki.16 Dielektrik nüfuzluğu 2,2(1) və 10(2) əsasında nanokompozisiyaların nəzəri ϵ -nu həcmi miqdardan asılılığı



Şəki.17 Maqnit sahəsinin təsirindən sonra sonra ϵ maqnetitin həcmi miqdarından asılı olaraq dəyişməsi

Polimer matrisada formalaşmış maqnit nanohissəcikləri əsasında nanokompozisiyaların dielektrik itkisi aşağıdakı formula ilə təyin edilir:

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha_2}{\operatorname{tg} \alpha_1} = 1 + \frac{1}{3} \frac{\varphi}{\epsilon_0} \cdot \frac{d_{\max}^2}{V_0 kT}$$

Qarşılıqlı perpendikulyar elektrik (E) və maqnit (H_0) sahəsində yerləşən polimer matrisada alınmış maqnit nanokompozitlər üçün polyarlaşmadan sonra enerjinin saxlanması qanunu strukturlar üçün enerjinin saxlanması qanunu aşağıdakı kimi yazılır:

$$\frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 + \frac{1}{2} \mu_0 H_0^2 = \frac{J \cdot E \cdot t}{4\pi r^3} + \frac{1}{c} E \cdot (H + H_0)$$

Tənliyin sol tərəfində xarici elektrik və maqnit sahəsində enerjinin cəmidir, sağ tərəfdə isə cərəyanın keçməsi zamanı ayrılan istilik (Coul-Lens) və Umov-Poyting vektorudur. Tənliyin həll edildikdə alırıq

$$d(t, E, H_0) = \frac{1}{3} \epsilon_0 r^3 E \cdot \ln \left(\frac{6\pi c t l}{r^2} + 1 \right) \cdot \left(1 + \frac{\mu_0}{\epsilon_0} \left(\frac{H_0}{E} \right)^2 - \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \frac{H_0}{E} \right) \quad (2)$$

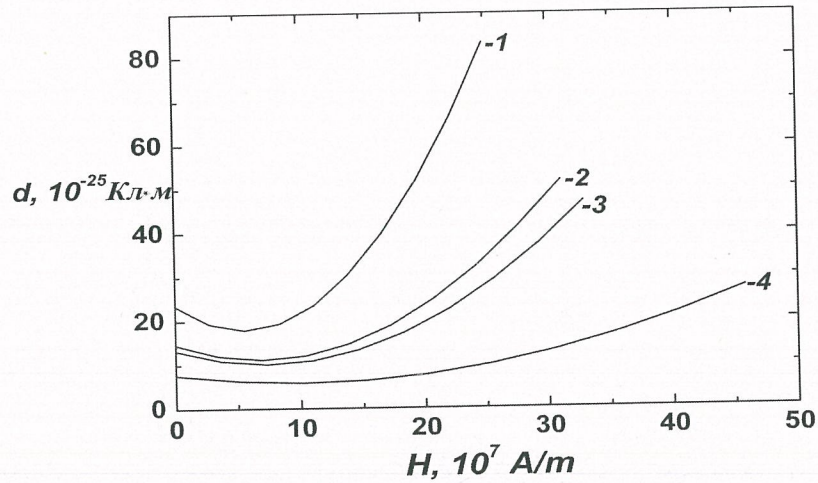
Göründüyü kimi $H_0=0$ və $H = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} E$ nanohissəciyin dipol momenti üçün ifadəni alırıq. Bu şərt

ödəndikdə $0 \leq H \leq \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} E$ vüulanın ifadəsi vahiddən kiçik olar və $H = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} E$ olduqda minimal

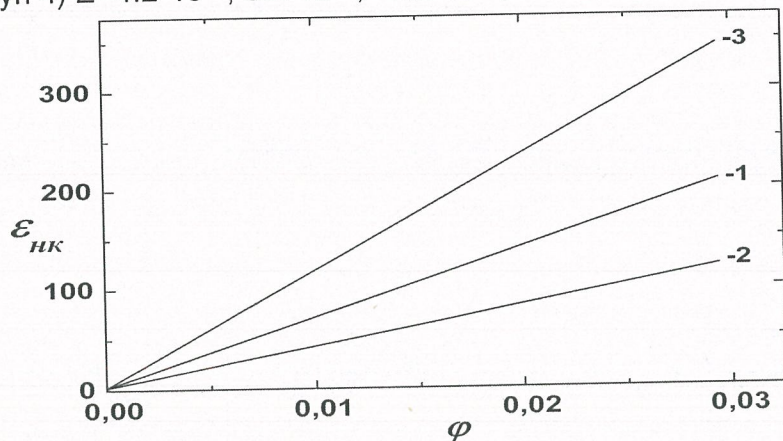
qiymət alır. (2) ifadəsindən görünür ki, xarici maqnit sahəsinin enerjisi səpilir (Bio-Savvar qanunu). Xarici maqnit sahəsinin enerjisi $\frac{1}{2} \mu_0 H_0^2 < \frac{1}{4\pi c} E H_0$ olarsa, onda elektrik dipol

momentinin qiyməti kiçilər (maqnetit nanohissəciyin depolyarlaşması baş verir). Dipol momentinin minimal qiyməti üçün $d = \frac{3}{4}d_{\max}$ alarıq. $H > \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}}E$ başlayaraq elektrik dipol momentinin qiyməti artır və $H = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}}E$ qiymətini alır. $H > \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}}E$ qiymətindən başlayaraq dipol momentinin artması davam edir.

Xarici maqnit sahəsində nanohissəciyin maqnit dipol momenti elektronların hərəkət müstəvisinə perpendikulyar olduqda maqnit sahəsi istiqamətində düzülməyə çalışırlar və bu da elektronların hərəkət müstəvisini xarici elektrik sahəsi istiqamətinə yönəldir və maqnit nanohissəciyin polyarlaşmasını artırır.

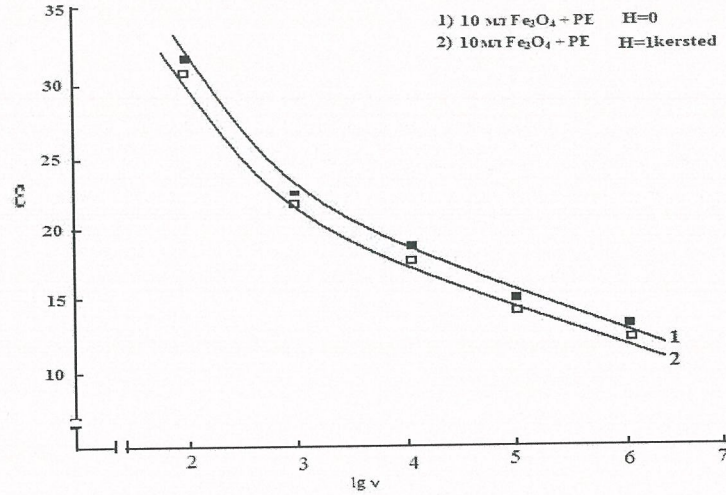


Şəkil.18. Maqnit nanohissəciyin elektrik sahəsinin verilmiş qiymətində dipol momentinin maqnit sahəsinin qiymətindən asılılığı. Maqnit nanohissəciyin ölçüsü orta hesabla 9.8nm (əyri 1), 7.7nm (əyri 2), 7.3nm (əyri 3) və 5.4 nm (əyri 4) $E=4.2 \cdot 10^{10}$, $5.2 \cdot 10^{10}$, $5.5 \cdot 10^{10}$, $7.7 \cdot 10^{10}$ V/m.

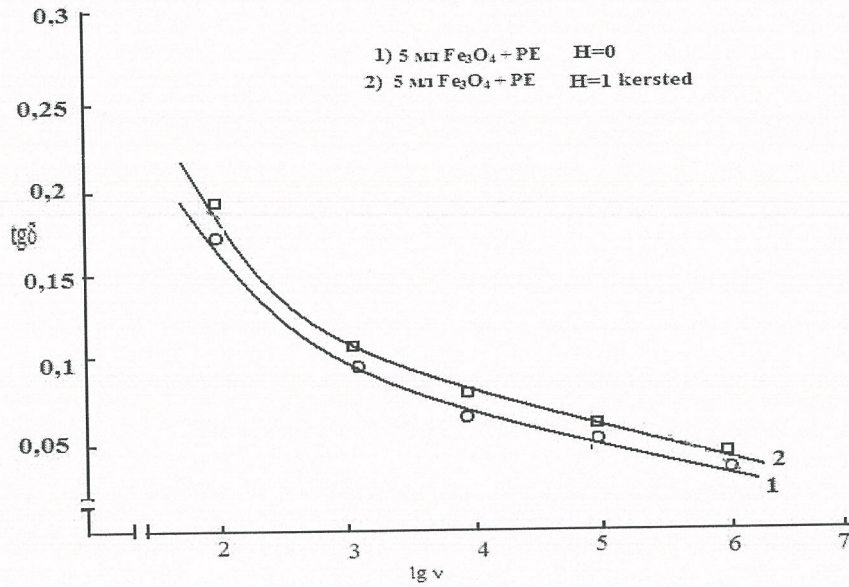


Şəkil.19 $H=0$ (1), $H=1,3 \cdot 10^5$ A/m(2), $H= H= 2,7 \cdot 10^5$ A/m qiymətlərində nanokompozitin dielektrik nüfuzluğunun maqnit nanohissəciyinin konsentrasiyasından asılılığı.

Şəkil 18 və 19-dən görünür ki, maqnit nanohissəciyin elektrik sahəsinin verilmiş qiymətində dipol momentinin maqnit sahəsinin qiymətindən asılı olaraq dəyişir və eyni zamanda nəzəri olaraq göstərilmişdir ki, dielektrik nüfuzluğu da maqnit sahəsinin intensivliyindən asılı olaraq dəyişir. Eksperimental olaraq maqnit sahəsində saxlanmış PE+Fe₃O₄ nanokompozisiyasının dielektrik nüfuzluğu dəyişir.



Şəkil 20. PE+Fe₃O₄ nanokompozisiyasının H=0 və H=1 kersted sahələrində dielektrik nüfuzluğunun tezlikdən asılı olaraq dəyişməsi



Şəkil 21. PE+Fe₃O₄ nanokompozisiyasının H=0 və H=1 kersted sahələrində dielektrik itkisinin tezlikdən asılı olaraq dəyişməsi

Beləliklə nəzəri və eksperimental olaraq müəyyən edilmişdir ki, polimer matrisada formalaşdırılmış maqnit nanohissəcikləri əsasında alınmış nanokompozisiya strukturları xarici elektrik və maqnit sahəsinə daxil etdikdə polyarlaşma hesabına onların dielektrik nüfuzluğu və dielektrik itkisi dəyişir.

2 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə)

qiymətləndirməli)

Layihənin planda nəzərdə tutulmuş işləri 100% yerinə yetirilmişdir.

3

Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr** (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)

Polimer nanokompozitlərin yeni texnologiyası işlənərək optimal quruluşlu nümunələr hazırlanmış, kristallaşmanın istilik-zaman şəraitindən asılı olaraq müxtəlif nümunələr hazırlanmış və onlar tədqiqat üçün işlənmişdir.

Nanomaqnetitlərin polimer matrisada orta diametrinin və ölçülərə görə paylanması Atom Qüvvə Mikroskopu ilə tədqiqi ilə müəyyən edilmişdir. Eyni zamanda hesabat dövründə layihə iştirakçıları polimer matrisada paylanmasını nəzəri olaraq hesablamış və təcrübi nəticələrlə eksperimental nəticələr arasında korelyasiyanı müəyyən etmişlər. Alınmış elmi nəticələr təhlil edilmiş və göstərilmişdir ki, polimer matrisada maqnit nanohissəciklər formalaşarkən onların ölçüləri alınma texnologiyasından və polimerin üst molekulyar quruluşundan və matrisanın tipindən asılıdır.

Nəzəri və təcrübi nəticələr nanokompozitlərin elektrofiziki xassələrinin nanomaqnetitlərin konsentrasiyasından, həcmi miqdarından, ölçülərindən, polimer matrisanın polyarlığından asılı olduğunu müəyyən etmişdir ki, bu da nanokompozit materialların xassələrinin dəyişməsinin əvvəlcədən proqnozlaşdırmağa imkan verir.

Nəzəri və eksperimental olaraq müəyyən edilmişdir ki, polimer matrisada formalaşdırılmış maqnit nanohissəcikləri əsasında alınmış nanokompozisiya strukturları xarici elektrik və maqnit sahəsinə daxil etdikdə polyarlaşma hesabına onların dielektrik nüfuzluğu və dielektrik itkisi dəyişir.

Bu nəticələr ilk dəfə alınmışdır.

4

Layihə üzrə **elmi nəşrlər** (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materiallarında məqalələr, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeksi, Impact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərilməlidir)

Структура и диэлектрические свойства наноконпозиций на основе полиэтилена и поливинилиденфторида с наночастицами Fe

М.А. Рамазанов, С.Г.Алиева, М.А.Нуриев

Журнал Электронная обработка материалов Impact factor 0,34

Çapa göndərilmişdir

5

İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər

İxtira və patentlər verilməmişdir

6

Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərilməlidir)

Layihə üzrə komanda üzvü f.r.e.n. Musa Nuriyev 21 may 2012-ci il tarixdən 26 may 2012-ci tarixinə qədər Türkiyə Cümhuriyyəti Ankara şəhəri Hacattepe Universitetinin "Polimer kimyası" laboratoriyasında olmuş və nanokompozitlərin alınması zamanı matrisada və matrisada formalaşmış nanohissəciklə polimer matrisa arasında baş verə biləcək quruluş dəyişikliklərinin səbəblərini müzakirə etmiş və alınma texnologiyasından asılı olaraq xassələrin varyasiya imkanları müəyyən edilmişdir.

Layihə rəhbəri f.e.d., prof. M.Ə.Ramazanov Ukrayna respublikası Kiyev şəhərində UEA Metal

Fizikas? institutunda 24.09.2012 tarixind?n 28.09.2012 tarxin?d?k ezamiyyetd? olmuş v? metal nanohiss?cikl?rin optimal alınma texnologiyas?n? v? polimer matrisada formalaşma mexanizmini m?zakir? etmiş, atom qüvv?t mikroskopu v? maqnit qüvv?t mikroskopunda alınmış n?tic?l?ri t?hlil etmişdir.

Layih? r?hb?ri f.e.d., prof. M.Ə.Ramazanov T?rkiy? C?mhuriyy?ti Ankara ş?h?ri Orta Doęu Texniki Universitetin? v? Hacatt?p? Universitetind? 27.12.2012 tarixind?n 31.12.2012 tarixin?d?k polimer matrisada formalaşdırılmış maqnit nanohiss?cikl?rinin unikal xass?l?rinin texnikanın müxt?lif sah?l?rind? t?tbiq olunma imkanlar?n? m?zakir? etmiş v? g?l?c?kd? birg? elmi t?dqiqat aparılması imkanlar?n? m?zakir? etmişdir.

- | | |
|----|--|
| 7 | Layih? üzr? elmi ekspedisiyalarda iştirak (??er varsa) Layih? üzr? elmi ekspedisiyalarda iştirak z?rur?ti olmamışdır. |
| 8 | Layih? üzr? dig?r t?dbirl?rd? iştirak Layih? üzr? dig?r t?dbirl?rd? iştirak edilm?mişdir. |
| 9 | Layih? m?vzusu üzr? elmi m?ruz?l?r (seminar, d?yirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium v? s. çıxışlar) (m?lumat tam ş?kild? g?st?rilm?lidir: a) m?ruz?nin n?v?ü: plenar, d?v?tli, şifahi v? ya divar m?ruz?si; b) t?dbirin kateqoriyası: ?lk?daxili, regional, beyn?lxalq) <i>Layih? m?vzusu üzr? BDU-nun Fizika fak?lt?sinin Nanomaterialların kimy?vi fizikas? kafedrasında elmi seminar olmuşdur</i> |
| 10 | Layih? üzr? ?ld? olunmuş cihaz, avadanlıq v? quręular, mal v? materiallar, komplektləşdirm? m?mullatları <i>Layih? üzr? 2 ?d?d Noutbuk, 1 ?d?d printer-kseroks-skan aparatı, 2 ?d?d flaş, katric c?mi 2750 AZN mal alınmışdır.</i> |
| 11 | Yerli h?mkarlarla ?laq?l?r Bu istiqam?td? aparılacaq işl?r bu istiqam?td? çalışan m?t?x?ssisl?rl? m?zakir? edilmışdir. |
| 12 | Xarici h?mkarlarla ?laq?l?r <i>Layih? komandasının ?zvl?ri Ukrayna, T?rkiy? aliml?ri il? bu istiqam?td? aparılacaq işl?ri m?zakir? etmişl?r.</i> |
| 13 | Layih? m?vzusu üzr? kadr hazırlığı (??er varsa) Layih? m?vzusu üzr? kadr hazırlığı edilm?mişdir |
| 14 | S?rgil?rd? iştirak (??er baş tutubsa) <i>Layih? r?hb?ri prof. M.ə.Ramazanov Kiyev ş?h?rind? Ukrayna Milli EA v? "Tokyo Boeki Technology Ltd." birg? t?şkil etdiyi 5-ci "Laboratoriyaların kompleks t?hcizati" adlı beyn?lxalq forumun v? s?rginin işind? iştirak etmişdir.</i> |
| 15 | T?cr?b?artırmada iştirak v? t?cr?b? m?badil?si (??er baş tutubsa) T?cr?b?artırmada iştirak v? t?cr?b? m?badil?si edilm?mişdir |
| 16 | Layih? m?vzusu il? baęlı elmi-k?tl?vi n?şrl?r, k?tl?vi informasiya vasit?l?rind? çıxışlar, yeni yaradılmış internet s?hif?l?ri v? s. (m?lumatı tam ş?kild? g?st?rilm?lidir) <i>Layih? m?vzusu il? ?laq?dar layih? r?hb?ri prof. M.ə.Ramazanov İctimai Televiziyanın Açıq D?rs</i> |

verilişində və AZ TV-nin Mədəniyyət kanalında 45 dəqiqəlik müəzərə ilə çıxış etmişdir.

<http://az.itv.az/verilishler/36129.html> , <http://www.medeniyyettv.az/verilishler.html#&slider1=7>

SİFARİŞÇİ:
Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi
Həsənova Günel Cahangir qızı

(imza)
" ____ " 201_ -ci il

Baş məsləhətçi
Babayeva Ədile Əli qızı

(imza)
" ____ " 201_ -ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri
Ramazanov Məhəmmədli Əhməd oğlu

(imza)
" ____ " 201_ -ci il



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

**Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun
elmi-tədqiqat proqramlarının, layihələrinin və digər elmi tədbirlərin maliyyələşdirilməsi
məqsədi ilə qrantların verilməsi üzrə
2011-ci ilin 1-ci müsabiqəsinin (EİF-2011-1(3)) qalibi olmuş
və yerinə yetirilmiş layihə üzrə**

**ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN ƏMƏLİ (TƏCRÜBİ) HƏYATA KEÇİRİLMƏSİ
VƏ LAYİHƏNİN NƏTİCƏLƏRİNDƏN GƏLƏCƏK TƏDQIQATLARDA
İSTİFADƏ PERSPEKTİVLƏRİ HAQQINDA
MƏLUMAT VƏRƏQİ
(Qaydalar üzrə Əlavə 16)**

Layihənin adı: **Maqnit sahəsinin polimer və nanomaqnetit əsaslı nanokompozitin mexaniki, termodinamik və elektrik xassələrinə təsirinin tədqiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Ramazanov Məhəmmədəli Əhməd oğlu**

Qrantın məbləği: **15 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EİF-2011-1(3)- 82/29-M-79**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **30 dekabr 2011-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **1 yanvar 2012-ci il – 1 yanvar 2013-cü il**

1. Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi

1 Layihənin əsas əməli (təcrübi) nəticələri, bu nəticələrin məlum analoqlar ilə müqayisəli xarakteristikası

Polimer nanokompozitlərin yeni texnologiyası işlənərək optimal quruluşlu nümunələr hazırlanmış, kristallaşmanın istilik-zaman şəraitindən asılı olaraq müxtəlif nümunələr hazırlanmış və onlar tədqiqat üçün işlənmişdir. Nəzəri və təcrübi nəticələr nanokompozitlərin elektrofiziki xassələrinin nanomaqnetitlərin konsentrasiyasından, həcmi miqdarından, ölçülərindən, polimer matrisanın polyarlığından asılı olduğunu müəyyən etmişdir ki, bu da nanokompozit materialların xassələrinin dəyişməsinin əvvəlcədən proqnozlaşdırmağa imkan verir. Alınmış bu nəticələr yenidir və bu tip kompozitlərin xassələrini müqayisə etmək mümkün olmamışdır.

2

Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi haqqında məlumat (istehsalatda tətbiq (tətbiqin aktını əlavə etməli); tədris və təhsildə (nəşr olunmuş elmi əsərlər və s. – təhsil sisteminə tətbiqin aktını əlavə etməli); bağlanmış xarici müqavilələr və ya beynəlxalq layihələr (kimlə bağlanıb, müqavilənin və ya layihənin nömrəsi, adı, tarixi və dəyəri); dövlət proqramlarında (dövlət orqanının adı, qərarın nömrəsi və tarixi); ixtira üçün alınmış patentlərdə (patentin nömrəsi, verilmə tarixi, ixtiranın adı); və digərlərində)

(burada doldurmalı) Layihədə alınmış elmi nəticələrin həm texniki həll olmasına baxmayaraq onların ixtira, patent, xarici müqavilə, dövlət proqramlarında istifadəsi olmamışdır

2. Layihənin nəticələrindən gələcək tədqiqatlarda istifadə perspektivləri

1

Nəticələrin istifadəsi perspektivləri (fundamental, tətbiqi və axtarış-innovasiya yönü elmi-tədqiqat layihə və proqramlarında; dövlət proqramlarında; dövlət qurumlarının sahə tədqiqat proqramlarında; ixtira və patent üçün verilmiş ərizələrdə; beynəlxalq layihələrdə; və digərlərində)

Layihədə işlənmiş yeni maqnit nanokompozit strukturları yeni nəsil elementlər kimi texnikanın müxtəlif sahələrində geniş istifadə edilə bilər. Polimer matrisada formalaşan maqnit nanohissəcikləri bir domenli hissəciklər kimi xarici maqnit sahəsinin təsiri ilə asanlıqla öz istiqamətini dəyişə bilər ki belə materiallar superparamaqnit xassələrə malik olur. Belə materiallardan sensor kimi maqnit açarları kimi istifadə etmək olar.

SİFARIŞÇI:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Həsənova Günel Cahangir qızı

(imza)

" _ " _____ 201_-ci il

Baş məsləhətçi

Babayeva Ədilə Əli qızı

(imza)

" _ " _____ 201_-ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Ramazanov Məhəmmədəli Əhməd oğlu

(imza)

" _ " _____ 201_-ci il



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

**Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun
elmi-tədqiqat proqramlarının, layihələrinin və digər elmi tədbirlərin
maliyyələşdirilməsi məqsədi ilə qrantların verilməsi üzrə
2011-ci ilin 1-ci müsabiqəsinin (EIF-2011-1(3)) qalibi olmuş
və yerinə yetirilmiş layihə üzrə**

**ALINMIŞ ELMİ MƏHSUL HAQQINDA MƏLUMAT
(Qaydalar üzrə Əlavə 17)**

Layihənin adı: **Maqnit sahəsinin polimer və nanomaqnetit əsaslı nanokompozitin mexaniki,
termodinamik və elektrik xassələrinə təsirinin tədqiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Ramazanov Məhəmmədəli Əhməd oğlu**

Qrantın məbləği: **15 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-2011-1(3)- 82/29-M-79**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **30 dekabr 2011-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **1 yanvar 2012-ci il – 1 yanvar 2013-cü il**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

1. Elmi əsərlər (sayı)

| No | Tamliq dərəcəsi | Dərc olunmuş | Çapa qəbul olunmuş və ya çapda olan | Çapa göndərilmiş |
|----|--------------------------------------|--------------|-------------------------------------|------------------|
| 1. | Elmi məhsulun növü Monoqrafiyalar | | | |
| | həmçinin, xaricdə çap olunmuş | | | |
| 2. | Məqalələr | | | 1 |
| | həmçinin xarici nəşrlərdə | | | 1 |

| | | | | |
|----|---|--|--|--|
| 3. | Konfrans materiallarında məqalələr | | | |
| | O cümlədən, beynəlxalq konfrans materiallarında | | | |
| 4. | Məruzələrin tezisləri | | | |
| | həmçinin, beynəlxalq tədbirlərin toplusunda | | | |
| 5. | Digər (icmal, atlas, kataloq və s.) | | | |

2. İxtira və patentlər (sayı)

| Nö | Elmi məhsulun növü | Alınmış | Verilmiş | Ərizəsi verilmiş |
|----|---------------------------------|---------|----------|------------------|
| 1. | Patent, patent almaq üçün ərizə | - | - | - |
| 2. | İxtira | - | - | - |
| 3. | Səmərələşdirici təklif | - | - | - |

3. Elmi tədbirlərdə məruzələr (sayı)

| Nö | Tədbirin adı (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s.) | Tədbirin kateqoriyası (ölkədaxili, regional, beynəlxalq) | Məruzənin növü (plenary, dəvətli, şifahi, divar) | Sayı |
|----|---|--|--|------|
| 1. | Seminar | regional | şifahi | 2 |

SİFARIŞÇI:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Həsənova Günel Cahangir qızı

(imza)

"__" _____ 201_ -ci il

Baş məsləhətçi

Babayeva Ədilə Əli qızı

(imza)

"__" _____ 201_ -ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Ramazanov Məhəmmədəli Əhməd oğlu

(imza)

"__" _____ 201_ -ci il