

UOT 666.291.3+621.039+546.6556

CoFe_{2-x}Ga_xO₄ BƏRK MƏHLULLARININ ELEKTROFİZİKİ XASSƏLƏRİ**¹HÜSEYNOVA A.Q., ¹HƏSƏNLİ Ş.M., ²ALLAZOV M.R.***¹AMEA Fizika İnstitutu,
e-mail: hasanli_sh@rambler.ru
²Bakı Dövlət Universiteti*

Məqalədə CoGa_xFe_{2-x}O₄ tipli bərk məhlullarının elektrofiziki xassələri tədqiq edilmişdir. Aşqarın mol faizinin onların elektrofiziki xassələrinə təsiri müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: bərk məhlul, aşağı temperaturda yanma üsulu, dəmləmə temperaturu, dielektrik nüfuzluğu, dielektrik itgisi, elektrik keçiriciliyi.

Hal-hazırda bərk cisimlər texnikasının sürətlə inkişafı yeni yaradılmış cihaz və sistemlərin funksional imkanlarının genişlənməsinə səbəb olur; o cümlədən böyük informasiya məlumatlarının toplanması, onların səmərəli istifadə edilməsi və s. Elektronikanın artan dərəcədə inkişafı dielektrik xassələri daxil olmaqla istifadə olunan materialların məxsusi xüsusiyyətləri ilə müəyyən edilir. Qeyd edək ki, son zamanlar maqnit nanosistemlərinə artan maraq müəssir nanotexnoloji qurğularda maqnit nanomateriallardan istifadənin perspektivliyini zəruri edir. Başqa sözlə, nanohissəciyin ölçüsünü, formasını, tərkibini və quruluşunu dəyişməklə materialların maqnit xüsusiyyətlərini idarə etmək olar. Eyni zamanda nanohissəciklərin sintez üsulları çox vaxt onların xassələrinin formalaşmasında əhəmiyyətli rol oynayır. Məlumdur ki, nanoölçülü materialda yeni fiziki xassələr və hadisələr meydana gəlir və bu hadisələri maddənin quruluş və xüsusiyyətlərinə əsaslanaraq əvvəlcədən demək olmaz [1-4]. Beləki, maqnetiklərin nanoölçülü hala (polikristallik şəkildə kristallitlərin və ya toz şəkilli hissəciklərin ölçüləri 100 nm-dən kiçikdir) keçməsi onun maqnit xassələrinin, əsasən maqnitləşmə dərəcəsinin, maqnit kristalloqrafik anizotropiya sahəsinin, Küri temperaturunun əhəmiyyətli dərəcədə dəyişməsi ilə müşahidə olunur. Bu hal tamamilə şpinel quruluşuna malik nanoölçülü ferrit oksidlərində meydana gəlir. Bundan əlavə, onların xüsusiyyətləri nümunələrin alınma texnologiyasından əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır.

Təcrübə metodikası və nəticələrin müzakirəsi:

Kiçik ölçülü oksid qarışığı almaq məqsədi ilə müxtəlif üsullardan istifadə edilir. Onlardan şixta materialının birgə çökdürülməsi [3,4] müxtəlif kationlu məhlulun isti səthə narın dispers formada püskürdülmesi, bircins məhlulun əvvəlcə sürətlə dondurulması və həlledicinin aşağı temperaturda buxarlandırılması, zol – gel üsulları [5,6], hidrotermal üsul [7,8], mikroemüsiya üsulu [9,11] daha geniş istifadə edilir. CoGa_xFe_{2-x}O₄ bərk məhlulları bizim [10] işdə təklif edilən üsulla alınmışdır. CoFe₂O₄ bərk məhlulunun nanohissəcikləri aşağı temperaturlarda yanma üsulu ilə alınmışdır.

CoFe_{2-x}Ga_xO₄ bərk məhlullarının elektrofiziki xassəsini öyrənmək üçün onlardan qalınlığı ~2000 mkm olan, gümüş pastası çəkilmiş kondensatorlar hazırlanmışdır. Rəqəmsal E7-20 immitans cihazı vasitəsilə (25-10⁶) Hz tezlik intervalında tutumun, dielektrik itgisinin qiymətləri ölçülmüşdür. Nümunəyə 1 V gərginlik verilmişdir. Parametrlərin tədqiqi T=300K temperaturda aparılmışdır.

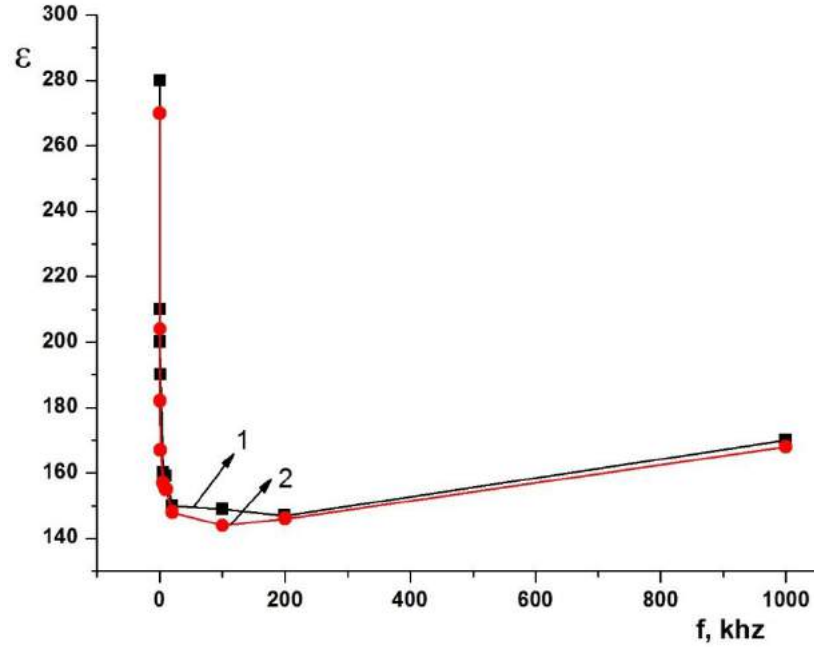
Dielektrik nüfuzluğunun həqiqi və xəyali hissələrinin və elektrik keçiriciliyinin qiymətləri (1,2,3) düsturlarının vasitəsi ilə D-dielektrik itgisinin və C-tutumunun ölçülməsi əsasında müəyyən edilmişdir.

$$\varepsilon' = \frac{\varepsilon}{\sqrt{1+D^2}} \varepsilon'' = \frac{\varepsilon}{\sqrt{1+D^2}} D \quad (1)$$

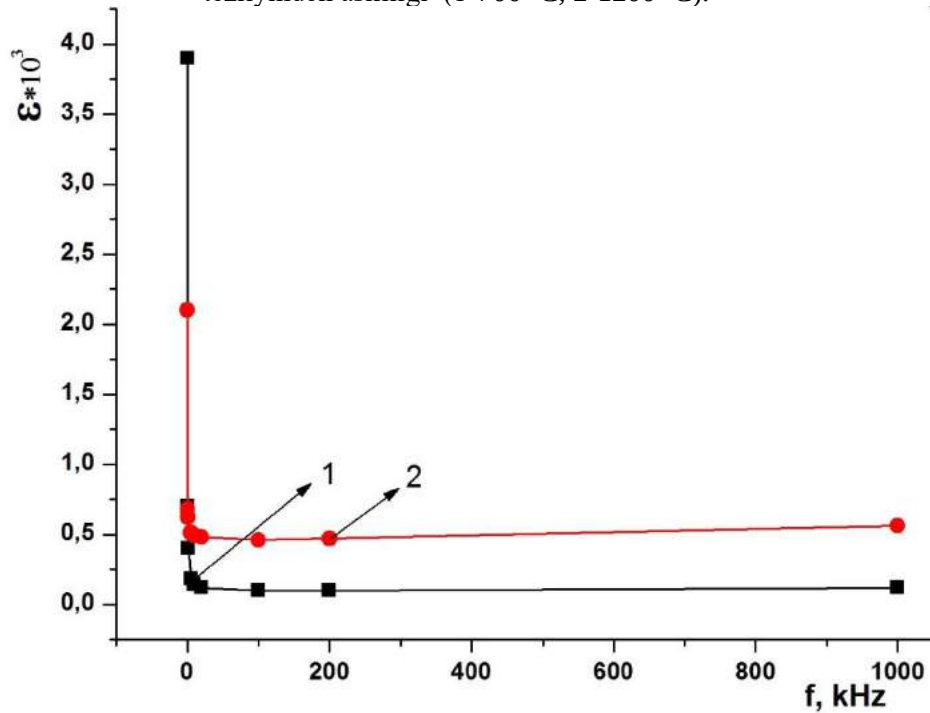
$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} \quad (2)$$

$$\sigma = 2\pi \varepsilon \varepsilon_0 f D \quad (3)$$

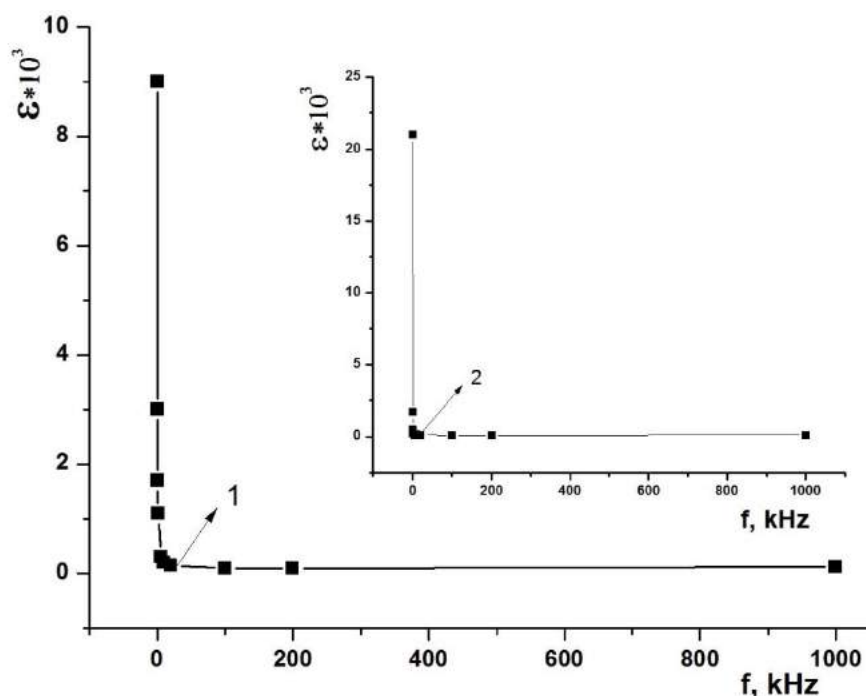
Hesablamaların nəticələri şəkil1,2,3-də verilmişdir:



Şək.1. Aşqarın x=0 mol% üçün dielektrik nüfuzluğunun dəyişən gərginliyin tezliyindən asılılığı (1-700 °C, 2-1200 °C).



Şək.2. Aşqarın x=0.05 mol% üçün dielektrik nüfuzluğunun dəyişən gərginliyin tezliyindən asılılığı (1-700 °C, 2-1200 °C).



Şək.2. Aşqarın $x=0.1$ mol% üçün dielektrik nüfuzluğunun dəyişən gərginliyin tezliyindən asılılığı (1-700 $^{\circ}\text{C}$, 2-1200 $^{\circ}\text{C}$).

Nəticələrin analizindən məlum olmuşdur ki:

1) Tədqiq edilən bərk məhlullar üçün dielektrik nüfuzluğu və itgisinin tezlikdən asılılığı dispers xarakter daşıyır. Başqa sözlə tezlik artdıqca dielektrik nüfuzluğunun və itgisinin qiymətləri kəskin azalır. Digər bərk məhlullar üçün də dielektrik nüfuzluğu və itgisinin tezlikdən asılılığı analoji xarakter daşıyır. Qeyd edək ki, dielektrik nüfuzluğu və itgisinin müşahidə edilən azalması dəmləmə temperaturundan asılı deyil ($T=700^{\circ}\text{C}$, $T=1200^{\circ}\text{C}$).

Dielektrik nüfuzluğunun tezlikdən asılılıqlarında müşahidə edilən azalma onunla izah edilir ki, tezlik artdıqca öncə bir, daha sonra digər yüklənmiş hissəciklər (relaksatorlar) tətbiq olunan dəyişən gərginliyin dördü bir periodu müddətində öz lokallaşma vəziyyətinə qayıda bilmirlər və elektrik sahəsinin təsiri nəticəsində materialın keçiriciliyini artırırırlar [9].

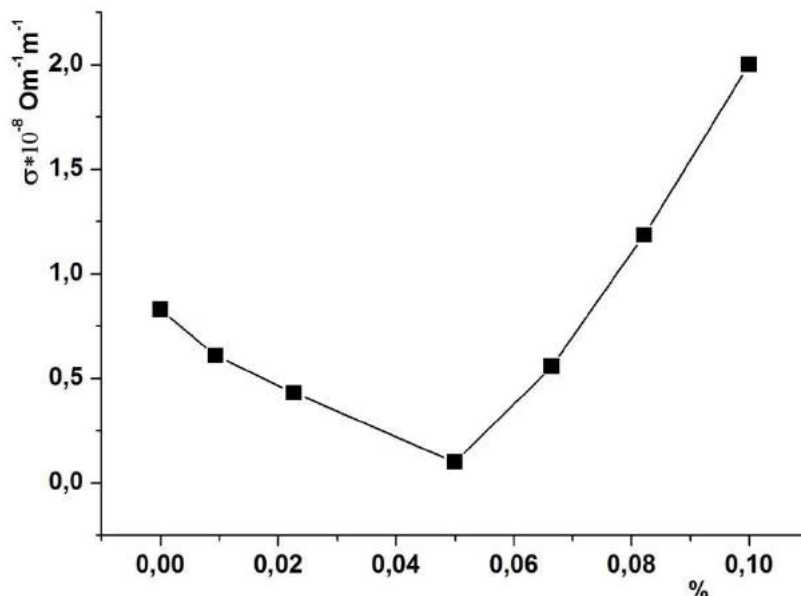
2) Aşqarın həcmi faizdən asılı olmayaraq dəmləmə temperaturu $\text{CoGa}_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_4$ bərk məhlullarının dielektrik xassələrinə təsir edir. O cümlədən, cədvəl-dən görünür ki, dielektrik nüfuzluğu 1200°C dəmləmə temperaturunda 700°C dəmləmə temperaturuna nisbətən 3 dəfə azdır.

Cədvəl.

45% $\text{CoGa}_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_4$ +55%PVDF əsaslı nümunələrdə $f=1$ kHz dielektrik nüfuzluğu aşqarın mol faizindən asılılığı.

X	700C	1200C
0.05	41	34
0.25	38	28
0.5	28	20
0.75	25	16
0.1	18	12

3) Şəkil 4-dan görünür ki, aşqarın mol faizi artdıqca dielektrik keçiriciliyinin qiyməti ($x=0.05\%$ qədər) azalır, $x>0.05$ sonra isə kəskin artır. Alınmış nəticə dəmləmə temperaturundan asılı deyil.



Şək.4. $\text{CoGa}_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_4$ bərk məhlullarının elektrik keçiriciliyinin aşqarın mol fazindən asılılığı ($T=1200^\circ\text{C}$, $f=500 \text{ Hz}$).

Elektrik keçiriciliyi və dielektrik nüfuzluğunun aşqarın mol faizi artdıqca azalmasının səbəblərini qeyd etmədən öncə qeyd edək ki, ədəbiyyat məlumatlarına əsasən yarımkeçiricilərdə aşqar keçiriciliyin yaranmasına səbəb onlarda müəyyən miqdarda kompensasiya edici qeyri-əsas aşqarların mövcudluğudur. Məsələn, p-tip yarımkeçiricilərində donor aşqarların olmasıdır [11]. Nəzərə alsaq ki, $\text{CoGa}_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_4$ bərk məhlulları dörd komponentli birləşmədir, onda kristalda eyni vaxtda müxtəlif tipli aşqarların (Co, Fe, Ga) olması ehtimalı çox böyükdür, bu ehtimal keçirici (valent) zonanın yaxınlığında müxtəlif enerjili aşqar səviyyələrin yaranmasına səbəb olur.

Bərk məhlullarda aşqarın mol faizi artdıqca keçiriciliyin azalmasının əsas səbəblərindən biridə yükdaşıyıcıların sərbəst qaçış yolunun uzunluğunun dəyişməsidir. Bundan əlavə, məxsusi elektrik müqavimətinin qiymətinin artması onunla əlaqədar ola bilər ki, konsentrasiyası böyük olmayan aşqar kationları kristal boyunca bərabər paylana bilmir, bunun nəticəsi olaraq kristallik simmetriyanın lokal dəyişməsi baş verir. Bu yükdaşıyıcının sərbəst qaçış yolunun uzunluğunu azaldır və buna uyğun olaraq yürüklük və keçiricilik də azalır.

Nəticə:

Sintez edilmiş $\text{CoGa}_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_4$ bərk məhlullarının elektrofiziki xassələri tədqiq edilmişdir. göstərilmişdir ki, dəmləmə temperaturu bərk cisimlərin elektrofiziki xassələrinə təsir edir. O cümlədən, dielektrik nüfuzluğu 1200°C dəmləmə temperaturunda 700°C dəmləmə temperaturuna nisbətən 3 dəfə azdır.

1. Mackenzie J. D., Temuujin J., Jadambaa T.S. et al. // J. Mater. Science. 2000. V. 35. P.5529.
2. Baudin C., Martienz R., Pena P., et al.// J. Am. Ceram. Soc., 1995. V.78, P.1857.
3. Kai Z., He-Zhou L., Ya-Ting W., Wen-Bin H., et al.// J. Alloy Compd., 2008. V.453. P.265.

4. Zhang Li., Xia H., Qiu Y., et al. // J. Rare Earth 2010. V.28. P.236.
5. Stanislav K., Emilija T., Joerg S. et al. // J Eur. Ceram. Soc., 2007. V.27. №2-3. P.951.
6. Mauro E., Enrico M., Giovanni P., Monica S. et al. // J Eur. Ceram. Soc., 2007. V.27. №1. P. 115.
7. Edward E. A., Matthew M., Joseph W.K., et al. // J. Solid State Chem, 2011. V.184. №5. P.1257.
8. Wendelbo R., Akporiaye D.E., Karlsson A., et al. // J. Eur. Ceram. Soc. 2006. V.26. № 6. P.849.
9. Julian E., Barnaby W. et al. // Curr Opin Colloid In, 1996. V.1. P.800.
10. Qasanli Sh.M., Quseinova A.Q., Allazov M.R. *Inorg Mater.* 2018, **54**(5), 473–477.
11. Емельяненко О. В., Лагунова Т.С. и Наследов Д. Н. Примесная зона в кристаллах арсенида галлия р- и п-типа. //ФТТ 1961, том III, в.,с.

ЭЛЕКТРОФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $\text{CoFe}_{2-x}\text{Ga}_x\text{O}_4$

ГУСЕЙНОВА А. Г., ГАСАНЛИ Ш. М., АЛАЗОВ М. Р.

Исследованы электрофизические параметры твердых растворов типа $\text{CoGa}_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_4$. Установлено, влияние мольного процента примеси на электрофизические параметры твердых растворов.

Ключевые слова: твердый раствор, низкотемпературный метод горения, температура отжига, диэлектрический проницаемость, диэлектрические потери, электропроводность.

ELECTROPHIC PROPERTIES OF SOLID SOLUTION $\text{CoFe}_{2-x}\text{Ga}_x\text{O}_4$

QUSEINOVA A. Q., QASANLI SH. M., ALLAZOV M. R.

Solid solutions of $\text{CoGa}_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_4$ type have been synthesized and investigated. It is established that the influence of the molar percentage of impurity on the electrophysical parameters of solid solutions.

Keywords: solid solution, low temperature combustion method, annealing temperature, dielectric constant, dielectric loss, electrical conductivity.