

Cu ƏVƏZLƏMƏLİ Ni-Zn FERRİTLƏRİNİN SİNTEZİ VƏ FİZİKİ XASSƏLƏRİ

İ.F. YUSİBOVA

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu,
Bakı, Az 1143, H. Cavid, 131*

Cu əvəzləməli Ni-Zn ferritləri 950°C temperaturunda termik metodla sintez olunmuşdur. Alınmış nümunələrin rentgenfaza, DTA analizi aparılmış, qəfəs parametrlərinin Cu-un konsentrasiyasından asılılığı qurulmuşdur.

Açar sözlər: ferrit, termik metod, rentgenfaza, altqəfəs.

PACS: 41.20Gz;42.72Ai

1. GİRİŞ.

Ni-Zn əsaslı ferritlər müasir radiotexnika, müxtəlif elektron qurğuları, elektronika, avtomatika, informasiyanın işlənməsi və ötürülməsi sistemləri və s. üçün müxtəlif təyinatlı funksional elementlərin yaradılması sahəsində geniş tətbiqə malikdirlər. Bu işə Ni-Zn ferritlərinin yüksək maqnit nüfuzluğu, mexaniki möhkəmliyi, xüsusi elektrik müqaviməti, yüksək termodinamik və kimyəvi stabillik kimi xüsusiyyətlərə malik olması ilə bağlıdır.

Ni-Zn-ferritləri haqqında nəşr olunan elmi əsərlərdə əsasən bu ferritlərin praktiki tətbiqi baxımından maraq kəsb edən elektrik, maqnit, optik və s. xarakteristikalarının öyrənilməsinə daha çox üstünlük verilib [1,2]. Lakin, ferritlərin bu xarakteristikalarının onların tərkib və strukturundan asılılığı kifayət qədər öyrənilməmişdir. Məhz bu baxımdan ferrit materiallarının öyrənilməsi hələ də aktual mövzulardandır.

Təqdim olunan bu işdə Ni-Zn ferritində Zn ionunun Cu ionu ilə əvəzləməsi tədqiq olunub. Bu elementlər atom kütləsinə, ion radiusuna və elektron sayına görə fərqlənirlər. Bu fərqlərin Ni-Zn ferritində nə kimi dəyişikliklərə səbəb olacağını, bu əvəzləmənin struktur dəyişikliyi yaradıb-yaratmayacağını, faza keçidinin mövcudluğunun olub-olmamasını və bir çox başqa sualları cavablandırmağa çalışacağıq.

2. NÜMUNƏLƏRİN HAZIRLANMASI.

Texnika sahəsində geniş tətbiq olunan ferrit materiallarının xüsusiyyətləri onların kimyəvi tərkibindən, istifadə olunan xammaldan, işlənmə və sintez üsulundan asılı olaraq bir-birindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənirlər. Buna uyğun olaraq hər bir ferrit üçün tələb olunan xüsusiyyətləri nəzərə alan uyğun texnoloji üsulu işlənməlidir.

Ümumiyyətlə ferritlərin sintez texnologiyası haqqında məlumat [3] işində dərc edilmişdir. Oksid əsaslı ferrit materiallarının sintezi üçün əsasən 3 üsuldən istifadə olunur: oksidlərin qarışdırılması (xammal kimi müvafiq metal oksidlərindən istifadə olunur), duz məhlullarının termiki parçalanması (xammal kimi müvafiq duzlardan istifadə olunur), hidrosil və ya karbonat duzlarının birgə çökdürülməsi üsulu (xammal kimi müvafiq hidrosil və ya duzlardan istifadə olu-

nur). Həmçinin bu üsulların kombinasiyasından da istifadə olunur.

Yüksək temperaturda bərk faza halında metal oksidi qarışıqlarında diffuziya reaksiyası nəticəsində kubik strukturlu ferritlər yaranır. Bərk fazada olan metal oksid qarışıqları arasında diffuziya reaksiyasının tam baş verməsi üçün və nəticə etibarlı ilə alınan ferritlərin xassələrinə komponentlərin kimyəvi aktivliyi, hissəciklərin ölçüləri və homogenliyi daha çox təsir edir. Yüksək maqnit xassələrinə malik olan ferritlərin sintezi prosesində istifadə olunan xammalın təmizliyi, həmçinin qarışıqın hazırlanma prosesində çirklənməsi də təsir edir[3].

Ferritlərin geniş yayılmış sintez üsulu yüksək temperaturlu “keramika” üsuludur. Bu üsulun mənfi cəhəti prosesin yüksək temperaturda (1200°C –dən yuxarı) getməsidir ki, bu da ferritin zərrəciklərinin ölçüsünün böyüməsinə və maqnit xassələrinin zəifləməsinə səbəb olur. Ni-Zn ferritlərinin sintez temperaturunu aşağı salmaq üçün müxtəlif üsullardan istifadə olunur [4]. Buna sinezdə istifadə olunan materialın əzilməsi, öncədən tablaşdırma və müxtəlif əlavələrin edilməsini misal göstərmək olar. [5] işində göstərilmişdir ki, Ni-Zn ferritlərinə Cu əlavə etməklə aşağı temperaturda şpinel quruluşlu materiallar ala bilərik.

Yuxarıda deyilənləri nəzərdə tutaraq, işdə ümumi formula malik $Ni_{1-x}Cu_yZn_{x-y}Fe_2O_4$ ($x=0.6$; $y=0, 0.12, 0.24, 0.3, 0.36, 0.42, 0.6$) nanotozları yüksək temperaturlu sintez metodu ilə əldə edilmişdir. Müvafiq metal oksidlərin ZnO, NiO, CuO, Fe₂O₃ (bütün hallarda 99% təmiz) tərkibə uyğun stexiometrik miqdarları xammal kimi istifadə olunmuşdur. Proses bir neçə mərhələdə aparılmışdır. İlkin olaraq müvafiq metal oksidləri əqiq dəyirmanında əzilərək qarışdırılmış, ələkdən keçirilmiş 900°C-də 3 saat müddətində bişirilmiş, daha sonra qarışıq yenidən dəyirman vasitəsi ilə əzilmiş, ələkdən keçirilənək həb şəklində preslənib, 950°C altı saat müddətində tablandırılmışdır. Sonra yenidən üyüdüülərək toz halına salınmışdır.

Alınmış nümunələrin kristalloqrafik strukturu rentgenfaza analizi vasitəsi ilə təyin olunub. Sintez olunmuş ferrit tozları D8 ADVANCE (Bruker Germany) rentgen difraktometrində ətraflı tədqiq edilmişdir. Difraksiya mənzərəsi $CuK\alpha$ ($\lambda=1.54060\text{Å}$) şüalanmalı monoxromatorla skan rejimində qeyd olunmuşdur. Kristalın ölçüləri tozların rentgen difraksiya piklərinin eninə uyğun olaraq Şerrer formuluna əsasən

hesablanmışdır ($d=\kappa\lambda/\beta\cos\theta$). Həmçinin, nümunələrin DTA analizi aparılmışdı (şəkil 2).

3. ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN MÜZAKİRƏSİ

Kristalloqrafiya nöqtəyi nəzərindən ferritlər oksigen anionlu səthə mərkəzləşmiş kubik qəfəslə spinel quruluşa malikdirlər. Spinel ferritlərdə elementar qəfəs 32 oksigen atomlu qapalı kubik qəfəsdən ibarətdir. Bu qəfəsdə tetraedrik («A») və oktaedrik («B») olmaqla iki altqəfəs yerləşir. A və B alt qəfəslərində ionların yerləşməsindən asılı olaraq düzünə (qeyri maqnit) və çevrilmiş (ferrimaqnit) spinel yaranır [6]. Ferritlərin xarakterik xüsusiyyətləri bu altqəfəslərdə dolayı mübadilə qarşılıqlı təsirinə olmasındadır (eyni altqəfəs atomları arasındakı qarşılıqlı təsir fərqli altqəfəsdəki atomlar arasındakı qarşılıqlı təsir nisbətən azdır) [1,2].

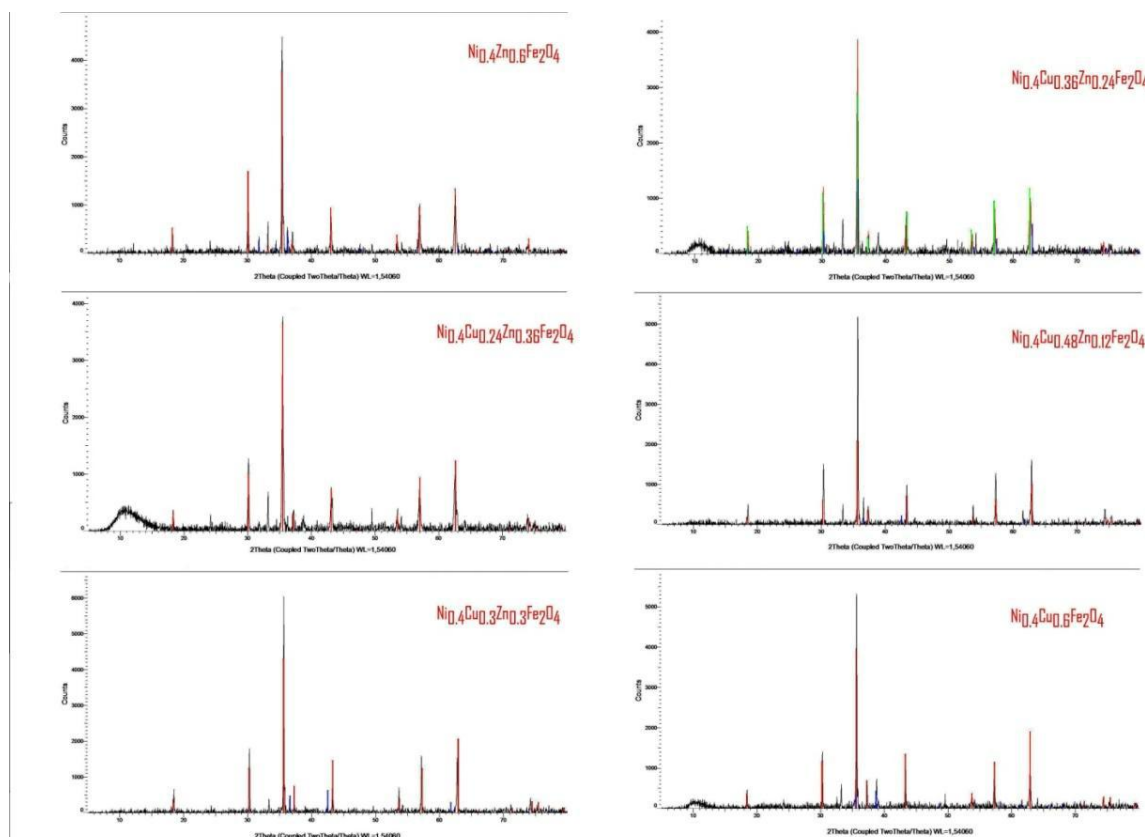
$Ni_{1-x}Cu_yZn_{x-y}Fe_2O_4$ ($x=0.6; y=0, 0.12, 0.24, 0.3, 0.36, 0.42, 0.6$) ferrit tozlarının rentgen difraksiya spektri şəkil 1-də göstərilmişdir. Nümunələrin rentgen difraksiya spektrləri tədqiq olunan bütün ferritlərin polikristal kubik spinel (311) quruluşa malik olmasını göstərmişdir. Şəkil 1-dən görüldüyü kimi, $Ni_{1-x}Cu_yZn_{x-y}Fe_2O_4$ ($x=0.6; y=0, 0.12, 0.24, 0.3, 0.36, 0.42, 0.6$) ferrit nümunələrdə yaxşı kristallaşmış bir fazalı ferritlərə xas olan ensiz kəskin maksimumlar mü-

şahidə olunur. Bu maksimumlar tədqiq olunan ferrit dənəciklərinin böyük olmasını göstərir [4,5].

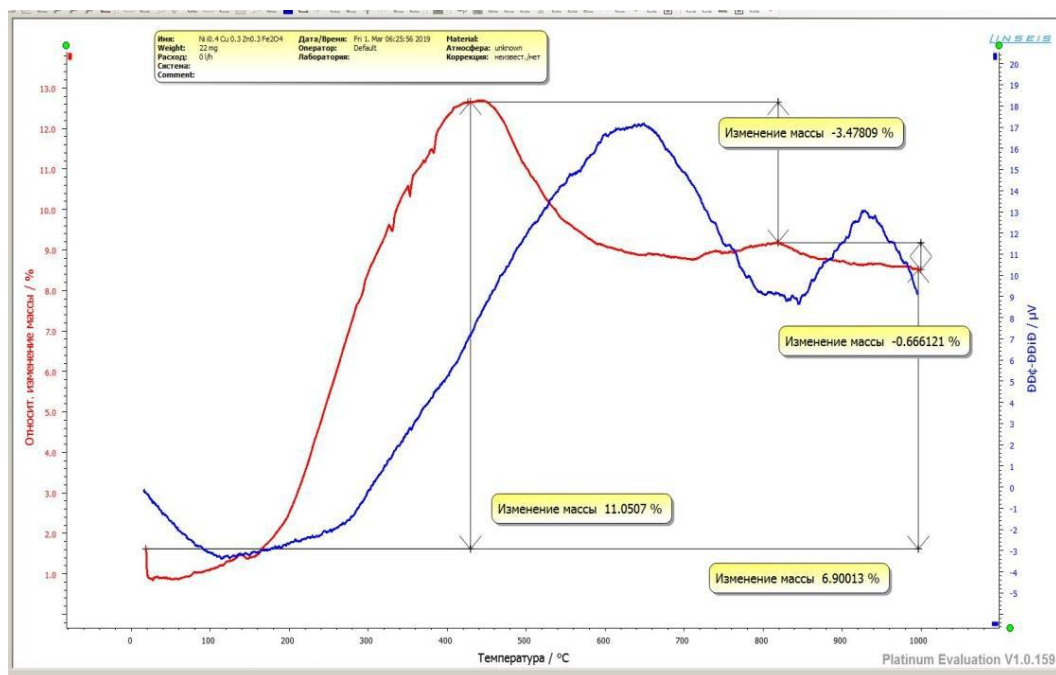
Kubik spinel quruluşa xas olan (111), (220), (311), (222), (400), (422), (511) və (440) maksimumları tədqiq olunan ferrit nümunələrinin hər birində müşahidə olunmuşdur. Bu isə $Ni_{1-x}Cu_yZn_{x-y}Fe_2O_4$ ($x=0.6; y=0, 0.12, 0.24, 0.3, 0.36, 0.42, 0.6$) ferritlərinin Fd3m- O_h^7 fəza simmetriya quruluşlu spinel ferritlər olmasını göstərdi. Ən güclü əksolunma maksimumu (311) müstəvisində qeydə alınmışdır [7,4,5].

Məlumdur ki, ferritlərin sintezi əsasən yüksək temperaturlarda mümkün olur. Bizim işdə $Ni_{1-x}Cu_yZn_{x-y}Fe_2O_4$ ($x=0.6; y=0, 0.12, 0.24, 0.3, 0.36, 0.42, 0.6$) ferrit nümunələri 950°C temperaturunda həyata keçirilmişdir. Qeyd edək ki, Ni-Zn ferritlərinə CuO əlavə etdikdə, Cu ionların diffuziyasının artmasına və bişirilmə prosesində bərk faza reaksiyasını sürətləndirərək dənəciklərin böyüməsinə səbəb olur [8].

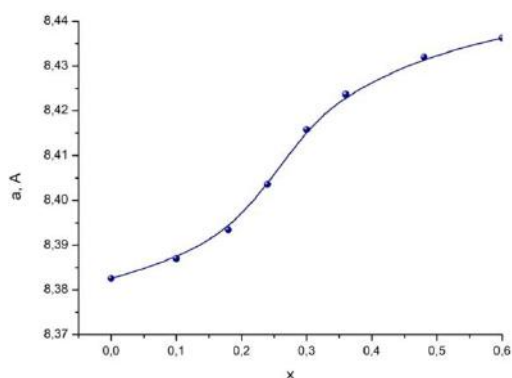
Qəfəs parametrinin Cu^{2+} ionundan asılılığı şəkil 2-də göstərilmişdir. Qəfəs parametri (a_0) "d"-nin qiymətinə və buna uyğun (hkl) indekslərinin köməyi ilə hesablanır. Şəkildən də görüldüyü kimi, Ni-Zn ferritində Cu^{2+} konsentrasiyası artdıqca, qəfəs parametri demək olar ki, xətti azalır. Bu da öz növbəsində, ədəbiyyatdakı digər nəticələrə uyğundur [4,5].



Şəkil 1. $Ni_{1-x}Cu_yZn_{x-y}Fe_2O_4$ ($x=0.6; y=0-0.6$) ferrit tozlarının rentgen difraksiya spektrləri.



Şəkil 2. $Ni_{0.4}Cu_{0.3}Zn_{0.3}Fe_2O_4$ ferrit tozunun DTA analizi.



Şəkil 3. $Ni_{1-x}Cu_yZn_{x-y}Fe_2O_4$ ($x=0.6$; $y=0-0.6$) ferrit tozlarının qəfəs parametrinin (a_0) Zn ionunun konsentrasiyasından asılılığı.

Cu^{2+} konsentrasiyası artdıqca qəfəs parametrinin qiymətinin 8.43Å-dən 8.38Å-ə qədər azalması Cu ionunun radiusunun Zn ionuna nisbətən kiçik olması ilə əlaqədardır. Qeyd edək ki, $r_{Cu^{2+}}=0.072nm$, $r_{Zn^{2+}}=0.074nm$.

4. NƏTİCƏ.

Termik metodla sintez olunmuş $Ni_{1-x}Cu_yZn_{x-y}Fe_2O_4$ ($x=0.6$; $y=0, 0.12, 0.24, 0.3, 0.36, 0.42, 0.6$) ferritlərin rentgenfaza analizi aparılmış və bu nümunələrin $Fd3m-O_h^7$ fəza simmetriya quruluşlu şpinel ferritlər olunması müəyyən edilmişdir. Nümunələrin rentgenfaza spektrlərində kubik şpinel quruluşu xas olan maksimumlar müşahidə olunmuşdur. Ən güclü əksolunma maksimumu (311) müstəvisində qeydə alınmışdır. $Ni_{1-x}Cu_yZn_{x-y}Fe_2O_4$ nümunələrində Cu ionlarının miqdarı artdıqca qəfəs parametrinin qiyməti 8.43-dən 8.38-ə qədər azaldığı müəyyən edilmişdir.

Bu iş Qrant №EİF-BGM-3-BRFTF-2⁺/2017-15/04/1-M-02Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun maliyyə dəstəyi ilə həyata keçirilmişdir

- [1] Ш.Н. Алиева, А.М. Керимов, Р.Б. Абдуллаев, Т.Р. Мехтиеv. Физика твердого тела, 2017, т. 59, вып. 3.
- [2] Sh.N. Aliyeva, S. Babayev, T.R. Mehdiyev. Journal of Raman Spectroscopy, february 2018, vol.49, issue 2, p.271-278
- [3] Н.Н. Шольц, К.А. Пискарев. Ферриты для радиочастот, Москва 1966, 131с.
- [4] M. Usakova, J. Lukas, R. Dosoudil, V. Jancarik, A. Gruskova, E. Usak, J. Slama. J. Mater Sci: Mater Electron, 2007, 18: 1183-1189.
- [5] A.S. Padampalle, A.D. Suryawanshi, D.D.Suryawanshi, S.S. Patil and S.K. Gurav. Study of electrical and dielectric properties of Zn doped Ni-Cu ferrite IRJSE, 2018: Special Issue A2:168-171
- [6] Е.В. Гортер. УФН, Т.ЛVІІ, вып.2, 1955, с.279-346
- [7] Ş.N. Əliyeva. Journal of Physics, Volume XVII, Number 1, Section: Az, March,2011.
- [8] M. F. Huq, D.K. Saha, R. Ahmed and Z.H. Mahmood. Ni-Cu-Zn Ferrite Research: A

Cu ƏVƏZLƏMƏLİ Ni-Zn FERRİTLƏRİNİN SİNTEZİ VƏ FİZİKİ XASSƏLƏRİ

- Brief Review. J. Sci. Res. 5(2), p. 215-233, 2013.
- [9] S. Akhter, D.P. Paul, Md.A. Hakim, D.Kumar Saha, Al-Mamun Md., A. Parveen. Synthesis, structural and physical properties of $\text{Cu}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ ferrites. Materials Sciences and Applications, 2011, 2, 1675-1681.

I.F. Yusibova

SYNTHESIS AND PHYSICAL PROPERTIES OF Ni-Zn FERRITES DOPED BY Cu

Ni-Zn ferrites doped by Cu have been prepared by ceramic method at 950°C temperature. The X-ray diffraction, DTA analyses for the obtained samples were carried out, the dependence of the lattice parameter on the Cu concentration is established.

И. Ф. Юсйбова

СИНТЕЗ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЕРРИТОВ Ni-Zn, ЛЕГИРОВАННЫХ Cu

Легированные с Cu Ni-Zn ферриты были получены керамическим методом при температуре 950°C . Проведены рентгеноструктурный, ДТА анализы полученных образцов, установлена зависимость параметра решетки от концентрации Cu.

Qəbul olunma tarixi: 12.06.2019