

Ni_{0.4}Zn_{0.3}Cu_{0.3}Fe₂O₄ FERRİTİNİN QURULUŞ VƏ FİZİKİ XASSƏLƏRİ**İ.F. YUSİBOVA***Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Fizika İnstitutu,
AZ-1143, Bakı, H. Cavid prospekti, 131*

Ni_{0.4}Zn_{0.3}Cu_{0.3}Fe₂O₄ ferriti ifrat təmiz komponentlərin: NiO, ZnO, CuO, Fe₂O₃ yüksəktemperaturlu ərimə metodu ilə 950°C temperaturda əldə edilmişdir. Alınmış nümunənin rentgenfaza, İQ diapazonunda diffuz əksolma və DTA analizi aparılmışdır. Diffuz əksolma spektrlərində 4000-400 sm⁻¹ diapazonunda şpinel ferritlərə xas olan hər iki udulma zolağı:604-542sm⁻¹ və 463-416 sm⁻¹ müşahidə edilir.

Açırsözlər: ferrit, termik metod, rentgenfaza, İQ spektroskopiya, DTA analiz, altqəfəs

PACS: 41.20Gz;42.72Ai

1. GİRİŞ

Ferrimaqnetiklərin bir qrupunu təşkil edən ferritlər MOF₂O₃ ümumi formuluna malik dəmir oksidləridirlər. Burada M – iki valentli metal oksididir (Mn²⁺, Fe²⁺, Co²⁺, Ni²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Mg²⁺, Cd²⁺). Yüksək xüsusi müqavimətə, yüksək maqnit nüfuzluğuna və kiçik maqnit itkisinə, yüksək istiliyə və korroziyaya davamlılıq, yüksək termodinamik stabillik, məxsusi elektrik müqaviməti və elektrolitik aktivlik kimi üstün xüsusiyyətlərə malik olmaları onların tətbiq imkanlarını genişləndirir.

Ferritlərin malik olduğu üstünlüklərdən biri də onların yüksək tezliklərdə tətbiqinin mümkünlüyüdür. Bununla yanaşı bu materiallar digər metallik və amorf maqnit analoqlarla müqayisədə daha ucuz əldə olunurlar. Şpinel quruluşlu ferrit materiallar bir çox elektron və maqnit qurğularında, həmçinin elektrod materiallarında tətbiq olunurlar. Müasir dövrdə istehsal olunan hər bir elektronika elementi ferromaqnit şpinel ferrit tərkibinə malikdir. Səsucaldıcılar, elektromaqnit küylərinin düzləndiriciləri, nəmlik qeydediciləri, yaddaş qurğusu, qeydedici başlıqlar, geniş zolaqlı transformatorlar, filtrlər, induktivlik dolağı və s. ferrit əsaslıdırlar. Ferritlərin xüsusiyyətləri bir neçə faktordan aslıdır: tərkibi, alınma üsulu, müxtəlif kationlarla əvəzləmələr, tablama temperaturu və müddəti, dənəciklərin ölçüsü və yerləşməsi. Mürəkkəb struktura malik ferritlərin fiziki xüsusiyyətləri tetraedrik və oktaedrik altqəfəslərdə metal ionlarının yerləşməsindən aslıdır. Ferritlərin xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə müxtəlif metodlardan istifadə olunub. Ən üstün metod əvəzləmə metodudur. Bu üsul ferritlərin elektrik maqnit və optik xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmağa imkan verir. Ni-Cu-Zn ferritləri müxtəlif elektromaqnit qurğularda geniş tətbiq olunurlar. Bu ferritlər yüksək müqavimətə, yüksək nüfuzluğa və kiçik maqnit itkisinə malikdirlər.

2. NÜMUNƏNİN HAZIRLANMASI

Məlumdur ki, ferrit materiallarının strukturu və fiziki xassələri onların kimyəvi tərkibindən, istifadə olunan xammaldan, sintez şəraitindən və usulundan aslıdır. Ferritləri sintez etmək üçün, bir çox texnoloji üsullar mövcuddur [1]. Bu üsulları 3 qrupa bölmək olar: birləşmə, parçalanma və çökdürmə. Həmçinin bu

üsulların kombinasiyasından da istifadə olunur. Xammal kimi metal oksidlərindən, duzlarından və hidrok-sidlərdən istifadə olunur. Yüksək temperaturda bərk faza halında olan metal oksidlərinin diffuziyası nəticəsində kubik quruluşlu ferritlər yaranır. Diffuziyanın baş verməsi üçün komponentlərin kimyəvi aktivliyi, hissəciklərin ölçüləri və homogenliyinin təsiri böyükdür, çünki alınacaq ferritin fiziki xüsusiyyəti bu prosesin gedişatından bir başa aslıdır. Yüksək maqnit xassələrinə malik bu ferritlərin sintezi prosesində istifadə olunan xammal yüksək dərəcədə təmiz olmalıdır. Sintez prosesinin mərhələli şəkildə olduğunu nəzərə alaraq, proses zamanı materialın çirklənmə dərəcəsini minimuma endirməyə çalışmaq lazımdır [1, 2].

Bildiyimiz kimi, ferritlərin hazırlanma temperaturu əsasən prosesə daxil olan komponentlərdən aslıdır. Digər ferritlərdən fərqli olaraq, Ni-Zn əsaslı ferritlər yüksək elektromaqnit xüsusiyyətlər nümayiş etdirirlər və bu materiallar yüksək tezlik diapazonunda geniş tətbiq imkanına malikdirlər. Lakin Ni-Zn əsaslı ferritlərin çox yüksək temperaturda əldə olunması bu nümunənin mikrostrukturuna və sıxlığına təsir etdiyinə görə, tərkib komponentlərinin əlavəsi və ya əvəzlənməsi nümunənin daha aşağı temperaturalarda əldə olunmasına imkan verir.

Ni-Zn əsaslı ferritlərə Cu ionunun əlavəsi daha aşağı temperaturda kompozit almağa imkan verir, ancaq Cu ionu nümunələrin xüsusi müqavimətini aşağı salır ki, bu da onların yüksək tezliklərdə istifadəsi üçün əlverişsizdir. Ona görə də, bizə lazım olan xüsusiyyətlərə malik material hazırlamaq üçün, Ni, Zn və Cu-un miqdarı nisbətini, onların məxsusi xüsusiyyətlərini nəzərə almaq lazımdır.

Ni-Cu-Zn nanotozları yüksək temperaturu sintez metodu ilə əldə edilmişdir. Müvafiq metal oksidlərin ZnO, NiO, CuO, Fe₂O₃ (bütün hallarda 99% təmiz) tərkibə uyğun stexiometrik miqdarları xammal kimi istifadə olunmuşdur. Sintez prosesinin gedişatı [13] işlərində geniş təsvir olunub

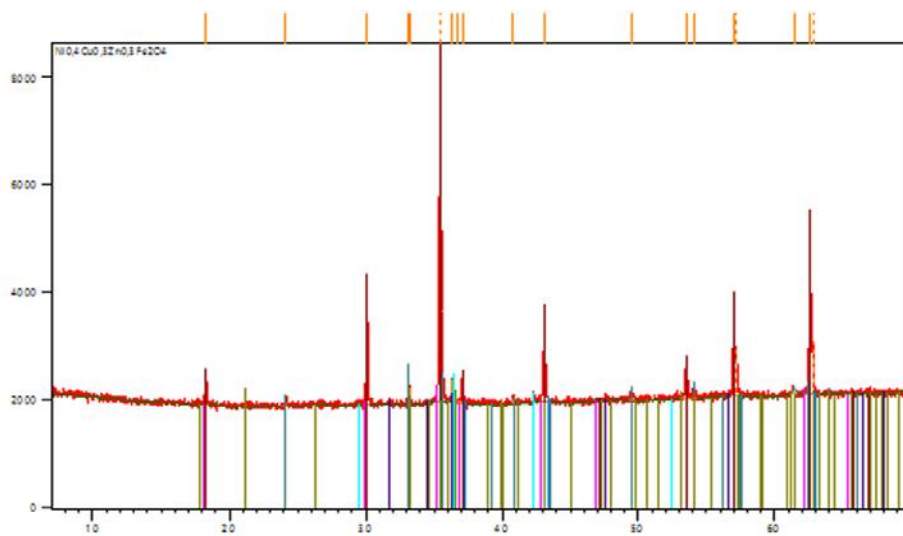
Sintez olunmuş ferrit tozunun keyfiyyəti XRDD8 ADVANCE (Bruker, Germany) rentgen difraktometri ilə qiymətləndirilmişdir. Difraksiya mənzərəsi CuK_α (λ=1.54060Å) şüalanmalı monoxromatorla skan rejimində qeyd olunmuşdu. Kristalın ölçüləri tozların rentgen difraksiya piklərinin eninə uyğun olaraq Şerrer formuluna əsasən hesablanmışdır ($d=\kappa\lambda/\beta\cos\theta$) [2, 5].

$\text{Ni}_{0.4}\text{Zn}_{0.3}\text{Cu}_{0.3}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ferrit tozunun infraqırmızı spektrləri vakuüm kamerasında standart spektral ayırdetməsi 0.5sm^{-1} olan $4000\text{-}400\text{ sm}^{-1}$ spektral diapazonunda, Easi Diff TMM diffuz əksetmə əlavəli (PİKE Technologies, USA) infraqırmızı Fırye Vertex70 spektrometrində (Bruker, Germany) tədqiq olunmuşdur [11, 12]. Həmçinin, nümunələrin DTA analizi aparılmışdır.

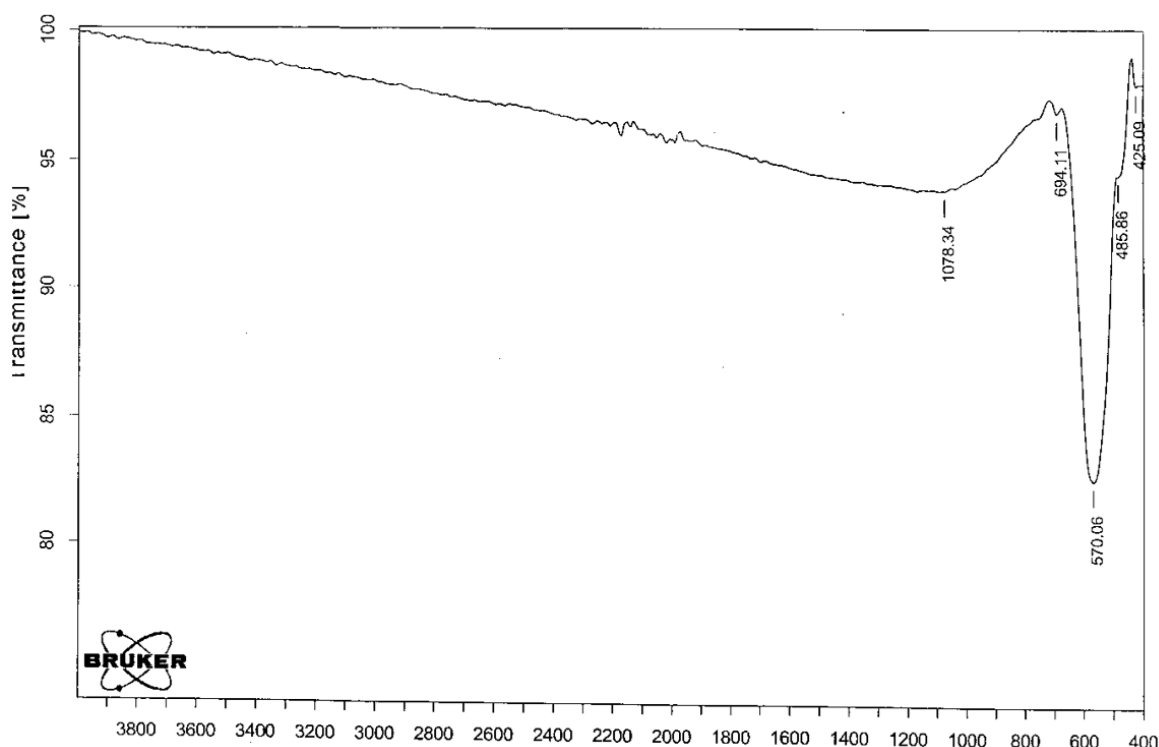
3. ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN MÜZAKİRƏSİ

Kristalloqrafik cəhətdən şpinel quruluşlu ferritlər təpə nöqtələrində oksigen ionu yerləşmiş səthə mərkəzləşmiş kubik quruluşa malikdir. Qəfəs iki altqəfəsdən təşkil olunub: tetraedrik («A») və oktaedrik («B»). Ferritlərin xarakterik xüsusiyyətləri bu altqəfəslərdə dolayı mübadilə qarşılıqlı təsirinin olmasıdır [1, 2]

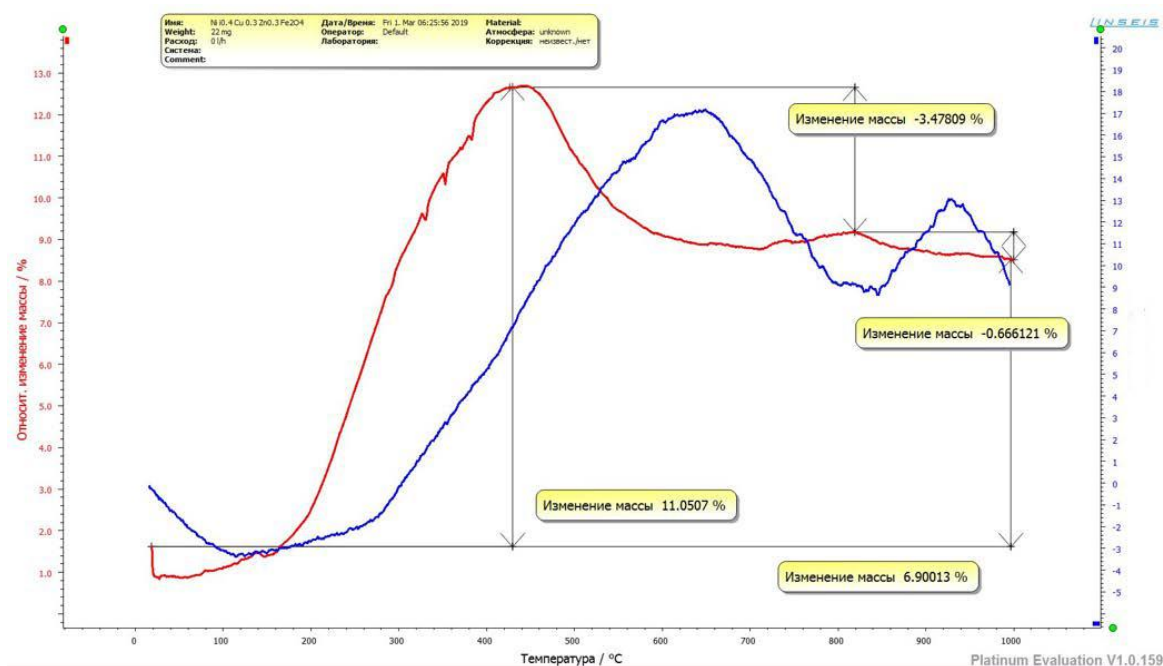
$\text{Ni}_{0.4}\text{Zn}_{0.3}\text{Cu}_{0.3}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ferrit tozunun rentgen difraksiya spektri şəkil 1-də göstərilmişdir. Kubik şpinel quruluşa xas olan (111), (220), (311), (222), (400), (422), (511) və (440) maksimumları tədqiq olunan ferrit nümunəsində müşahidə olunmuşdur. Bu isə $\text{Ni}_{0.4}\text{Zn}_{0.3}\text{Cu}_{0.3}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ferritinin $\text{Fd}\bar{3}m\text{-}O_h^7$ fəza simmetriya quruluşlu şpinel ferrit olmasını göstərdi. Ən güclü əksölünmə maksimumu (311) müstəvisində qeyd alınmışdır [4, 5, 7]. Məlumdur ki, ferritlərin keramika üsulu ilə sintezi əsasən yüksək temperaturlarda mümkündür. Bizim işdə $\text{Ni}_{0.4}\text{Zn}_{0.3}\text{Cu}_{0.3}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ferrit nümunələri 950°C temperaturda həyata keçirilmişdir. Qeyd edək ki, Ni-Zn ferritlərinə CuO əlavə etdikdə, Cu ionları diffuziyanın artmasına və bişirilmə prosesində bərk faza reaksiyasını sürətləndirərək dənəciklərin böyüməsinə səbəb olur [4, 6].



Şəkil 1. $\text{Ni}_{0.4}\text{Cu}_{0.3}\text{Zn}_{0.3}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ferrit tozunun rentgen difraksiya spektri.



Şəkil 2. $\text{Ni}_{0.4}\text{Cu}_{0.3}\text{Zn}_{0.3}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ferrit tozunun diffuz əksölünmə spektrləri.



Şəkil 3. $Ni_{0.4}Cu_{0.3}Zn_{0.3}Fe_2O_4$ ferrit tozunun DTA analizi.

Məlumdur ki, $Fd\bar{3}m$ fəza simmetriya quruluşlu şpinel ferritlərin İQ- diffuz əksolunma spektrlərində tetraedrik və oktaedrik altqəfəslərinin metal ionlarının M-O əlaqəsinə uyğun iki əsas udulma zolağı müşahidə olunmalıdır. Şəkil 2-də $Ni_{0.4}Cu_{0.3}Zn_{0.3}Fe_2O_4$ tozlarının İQ diffuz əksolunma spektrləri verilmişdir. Şəkindən də göründüyü kimi, bu nümunələrin İQ spektrlərdə şpinel ferritlərə xas olan hər iki udulma zolağı: $604-542\text{sm}^{-1}$ və $463-416\text{sm}^{-1}$ müşahidə edilir [9, 11, 12].

DTA analizi rentgen faza analizinin nəticələrini təsdiqləyir (şəkil 3).

Bu spektrlərin daha geniş interpretasiyasını gələcək işlərimizdə təqdim edəcəyik.

4. NƏTİCƏ

Ferritin rentgen faza analizində müşahidə olunan bütün maksimumlar $Fd\bar{3}m-O_h^7$ fəza simmetriya quruluşuna malik şpinel strukturlu ferritlərin rentgen spektrlərinə xarakterikdir. Həmçinin, nümunələrin $4000-400\text{sm}^{-1}$ spektral diapazonda diffuz əksolunmasının infraqırmızı spektrləri tədqiq edilmişdir.

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

- [1] *H.H. Шольц, К.А. Пискарев.* Ферриты для радиочастот, Москва 1966, 131с.
- [2] *M. Usakova, J.Lukac, R.Dosoudil, V.Jancarik, A.Gruskova, E. Usak, J. Slama, J. Subrt.* J. Mater Sci: Mater Electron. 2007,18: p.1183-1189.
- [3] *A.S. Padampalle, A.D.Suryawanshi, D.D.Suryawanshi, S.S. Patil and S.K. Gurav.* 2018: Special Issue A2:168-171.
- [4] *E.B. Гортер.* УФН, т. LVII, вып. 2, 1955, с. 279-346.
- [5] *Ş.N. Əliyeva.* Azerbaijan Journal of Physics, vol. XVII, N 1, Section: Az, March, 2011.
- [6] *M.F. Huq, D.K. Saha, R. Ahmed and Z.H. Mahmood.* Ni-Cu-Zn Ferrite Research: A Brief Review. J. Sci. Res., 2013, 5(2), 215-233.
- [7] *S. Akhter, D.R. Paul, Md.A. Hakim, D. Kumar Saha, Al-Mamun Md., A. Parveen.* Materials Sciences and Applications, 2011, 2, 1675-1681.
- [8] *S.N.Aliyeva, A.M.Kerimova, R.B.Abdullayev, T.R. Mehdiyev.* Physics of the Solid States 2017, v. 59, İSSUE 3, p. 543-549.
- [9] *Ш.Н.Алиев, А.М.Керимова, Р.Б.Абдуллаев, Т.Р.Мехмиев.* ФТТ, т.59 вып. 3, с. 528-533.
- [10] *M. Molaahmadi1, S. Baghshahi1, A. Ghasemi.* J Mater Sci: Mater Electron 27, 2016, p.11447- 11456.
- [11] *R.D. Waldron.* Phys. Rev., 1955, 99, 1727.
- [12] *AbdelmajidLassoued, Mohamed Ben hassine, Fabienne Karolak, BrahimDkhil, Salah Ammar, Abdellatif Gadri.* Journal of Materials Science Materials in Electronics. September 2017.
- [13] *İ.F. Yusibova.* AJP, Section: Az, cild XXVI, 2020, N 2, s. 44-49.

I.F. YUSIBOVA

I.F. Yusibova

STRUCTURAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF FERRITE $Ni_{0.4}Zn_{0.3}Cu_{0.3}Fe_2O_4$

$Ni_{0.4}Zn_{0.3}Cu_{0.3}Fe_2O_4$ ferrite was synthesized by high-temperature alloying of ultra-pure components: NiO, ZnO, CuO, Fe₂O₃ at a temperature of 950°C. X-ray diffraction analysis, diffuse reflection in the IR range, and DTA analysis of the obtained sample were carried out. In the diffuse reflectance spectra in the range 4000-400 cm⁻¹, in addition to supplementary ones, two absorption bands characteristic of spinel ferrites are observed: 604-542 cm⁻¹ and 463-416 cm⁻¹.

И.Ф. Юсимова

СТРУКТУРНЫЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЕРРИТА $Ni_{0.4}Zn_{0.3}Cu_{0.3}Fe_2O_4$

$Ni_{0.4}Zn_{0.3}Cu_{0.3}Fe_2O_4$ феррит синтезирован методом высокотемпературного сплавления сверхчистых компонентов: NiO, ZnO, CuO, Fe₂O₃ при температуре 950°C. Проведены рентгеноструктурный анализ, диффузное отражение в ИК-диапазоне и ДТА-анализ полученного образца. В спектрах диффузного отражения в диапазоне 4000-400 см⁻¹, кроме дополнительных, наблюдаются две характерные для шпинельных ферритов полосы поглощения: 604-542 см⁻¹ и 463-416 см⁻¹.

Qəbul olunma tarixi: 30.08.2021