

UOT 539.2**CoFe ƏSASLI AMORF FERROMAQNİT ƏRİNTİLƏRDƏ
MAQNİT MÜQAVİMƏTİ EFFEKTİ**

T.M. PƏNAHOV*, Z.S. MUSAYEV*, A.Ə. İSAYEVA*

Amorf ferromaqnit ərintilərində böyük maqnit müqaviməti effekti (MME) və maqnit impedansı effekti (MİE) müşahidə edilir. Bu işdə Co Fe əsaslı amorf ərintidə 2 E sahədə tablanmış amorf lentin elektrik cərəyanının müxtəlif tezliklərində Maqnit İmpedans Effekti profilləri ölçülmüşdür.

Açar sözlər: maqnit impedans effekti, amorf ərinti, tablama.

Giriş. Ferromaqnit amorf ərintilərdən hazırlanmış lentlərə böyük marağın olması, ilk öncə, onların texnikada istifadəsinin çox geniş olması ilə əlaqədardır və bu lentlərdən maqnit sahəsinin dəyişməsinə yüksək həssaslıq göstərən cihazların hazırlanmasında istifadə olunur. Son illərdə əksər təcrübə tədqiqatları maqnitostriksiyası sifirə yaxın olan Co-Fe-Si-B amorf materialların xassələrinin öyrənilməsinə həsr edilir. Ölçmələr adi naqillər, örtüklü naqillər, nazik təbəqələr, lent, çoxqatlı struktura və s. şəklində hazırlanmış amorf nümunələr üzərində aparılır. Effektlərin artırılması üçün nümunələr hazırlandıqdan sonra müxtəlif texnoloji təsirlərə məruz qoyulur, məsələn, xarici maqnit sahəsində tablama və s. Bəzi məlumatlara görə Co əsaslı amorf lentlərdə, zəif maqnit sahələrində tablamadan sonra, həcmi maqnitoelektrik müqaviməti effektinin dəyişməsi 1000 %/E-nə çatır [1-3].

Maqnit müqavimət effekti (Maqnit impedansı effekti) xarici H sabit maqnit sahəsinin təsiri ilə, ω tezlikli dəyişən cərəyanlı ferromaqnit naqilin kompleks müqavimətinin $Z(\omega) = R(\omega) - iX(\omega)$ dəyişməsi kimi özünü göstərir. MİE-nin qiyməti aşağıdakı nisbətlə ifadə edilir:

$$\Delta Z/Z = [Z(H) - Z(0)]/Z(0). \quad (1)$$

Burada $Z(0)$ – maqnit sahəsi olmadıqda maqnit müqavimətinin effektinin qiyməti, $Z(H)$ – isə H sahəsində maqnit müqaviməti effektinin qiymətidir.

Məlumdur ki, elektrik dövrəsinin tam müqaviməti aşağıdakı kimi göstərilə bilər:

* Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

$$Z(\omega) = R + i(\omega L - 1/\omega C), \quad (2)$$

burada R tam müqavimətin həqiqi hissəsi, ω -cərəyanın dairəvi tezliyi, L və C - nümunənin induktivliyi və tutumudur (adətən tutum nəzərə alınmır). MİE mexanizminin təsəvvürlərinə əsasən, bu effekt güclü skin-effekt şəraitində müşahidə olunur, yəni $\delta \ll a$. Burada α -ferromağnit nümunənin en kəsiyinin xarakterik radiusudur (lentin yarım qalınlığı və ya naqilin radiusu) [4-7].

$$\delta = c \left(\frac{\rho}{2\pi\omega\mu_{\perp}(\omega)} \right)^{1/2}, \quad (3)$$

skin qatın qalınlığı (ρ -nisbi elektrik müqaviməti, $\mu_{\perp}(\omega)$ - effektiv eninə maqnit keçiriciliyidir. MİE-nə təsir edən əsas kəmiyyət maqnit keçiriciliyi hesab edilir ki, bu da bir çox parametrlərdən məsələn, nümunənin anizotropluğu, keçiriciliyindən və s. asılı olur.

İşin məqsədi. Maqnit müqaviməti effekti müqavimətin belə üsullarla alınmış assimetrik sahə asılılıqları, kompakt qidalanma mənbəyi olan portativ göstərici cihazların istehsalı üçün yararlıdır. Bu üsulla zəif maqnit sahələrində alınmış Co əsaslı amorf lentlərin tablanması nəticəsində assimetrik MİE effektinin alınması mümkün olmuşdur ki, o bu gün də aktualdır və əhəmiyyətli dərəcədə maraq doğurur. İri həcmli assimetrik maqnit müqaviməti effekti (CoFe)₇₅Si₁₀B₁₅ əsaslı amorf lentlərdə MİE-i elektrik cərəyanının tezliyindən, maqnit sahəsinin qiymətindən, onun təsir müddətindən və tablama şəraitindən (havada və ya vakuumda) asılı olaraq öyrənilmişdir. H maqnit sahəsi tablama zamanı lentin oxu boyunca yönəldilmişdir.

Verilmiş məsələ. Amorf lentlərdə maqnit müqaviməti effekti nümunənin sahəyə necə yerləşdirilməsindən asılıdır. Maqnit İmpedans Effekti ölçmələrində maqnit sahəsi adətən nümunənin uzun tərəfi boyunca tətbiq olunur. Maqnit sahəsi artdıqda maqnit müqaviməti effekti artaraq H_{ext}^{max} sahəsində maksimum qiymətinə çatır və sonra tədricən azalır, güclü sahələrdə isə sabit bir qiymətə yaxınlaşır. Qeyd edək ki, nümunə MİE profildə maqnit sahəsi istiqamətinə nisbətən simmetrik şəkildə olur. MİE-nin maksimuma çatdığı H_{ext}^{max} sahəsinin qiyməti praktiki olaraq histerezis itkiləri ilə doymuş sahə ilə üst-üstə düşür (anizotropiya sahəsi). Praktiki olaraq bu sahənin qiyməti MİE cihazlarının işçi diapazonunu təyin edir. Bu cihazlar belə lentlər əsasında hazırlana bilər. MİE-ni aşağıdakı kimi izah etmək olar. Nümunəyə iki maqnit sahəsi təsir edir: dəyişən və sabit maqnit sahələri. Doyma halında sabit maqnitin yaratdığı maqnit sahəsi üstünlük təşkil etdiyindən maqnitlənmə vektoru istiqamətində yönəlir, dəyişən sahə isə praktiki olaraq maqnitlənmə vektoruna təsir etmir.

Stabil sahəni azaltdıqda isə dəyişən sahənin rolu artır və maqnitlənmə dəyişən sahəni "hiss etməyə" başlayır. Maqnit momenti, eninə keçiriciliyini artıraraq, fırlanmağa başlayır, bu isə maqnit müqaviməti effektinin dəyişməsinə səbəb olur.

Maqnit sahəsindən xətti asılı olan cihazları qurmaq üçün MİE-nin sahə asılılıqlarının özünü assimetrik aparması zəruridir. Maqnit müqaviməti effektinin bu xassəsi daim birlikdə təsir edən maqnit sahələrinin nümunəyə təsirində müşahidə edilir. Naqildə helikoidal (spiralvari və ya vintvari) maqnit strukturu alınması üçün əvvəlcə amorf naqil burularaq tablanmaya məruz qoyulur. Əgər belə emal edilmiş naqilə dəyişən elektrik cərəyanı, sabit və xarici sabit maqnit

sahəsi (şəkil 1) birgə təsir edirsə, onda bu halda onlar qarışan maqnit sahəsini əmələ gətirirlər.

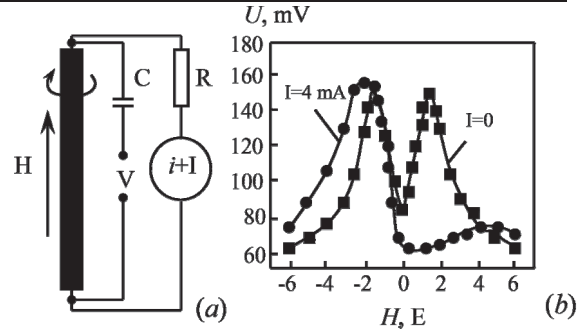
Asimmetrik MİE profilləri mexaniki təsirlərə məruz qalmadan tablanmış naqillərdə istifadə edildikdə onlar adi dairəvi anizotropluğa malik olublar. MİE-nin xarakterik asimmetrik xassəsi nümunədən (amorf naqıldən) və onun ətrafına sarınmış, sarğı boyunca keçən dəyişən elektrik cərəyanının köməyi ilə alınmışdır. Bu zaman sarğı ilə yaranan qarışan sahənin istiqamətini (şəkil 2) dəyişmək olar.

Şəkil 3-də MİE-nin, 2E sahəsində tablanmış lent üçün müxtəlif tezlikli elektrik cərəyanında maqnit sahəsindən asılılığı göstərilmişdir.

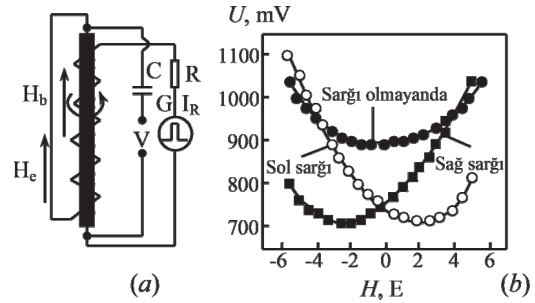
MİE-profillər $H=0$ yaxınlığında iki xarakterik asimmetrik pikə malik olurlar. ($F=0,1$ Mhs tezlikli əyridən başqa). Müsbət H maqnit sahəsindəki MİE piki (istiqaməti tablamadakı sahənin istiqaməti ilə üst-üstə düşür) mənfi maqnit sahəsinin pikindən yüksək olur. Elektrik cərəyanın tezliyinin aşağı düşməsi ilə H -ın mənfi istiqamətində pik kiçilir və $f=0,1$ Mhs halında tamam yox olur. Bu amil spin klapanı (spin vahve) adlandırılır.

$f = 0,1$ Mhs tezliyində “xüsusi” MİE-nin profillərdə əmələ gəlməsi həm domen divarlarının hərəkəti ilə, həm də maqnitlənmənin fırlanması ilə əsaslandırılır. Tablama sahəsinin artması ilə nümunələrdə pik maqnit sahəsi mənfi istiqamətdə azalır və MİE əyrisinin assimetrik gedişi daha aydın olur. Havada tablandırılmış nümunələrdən fərqli olaraq, vakuumdə tablamaya uğradılmış amorf lentlərin MİE profilləri həmin ölçmə rejimlərində simmetrik görünüşdə olublar. MİE-nin davam etməsi həmçinin 2 E sabit maqnit sahəsində, müxtəlif müddətlərdə havada tablanmış nümunələrdə öyrənilib .

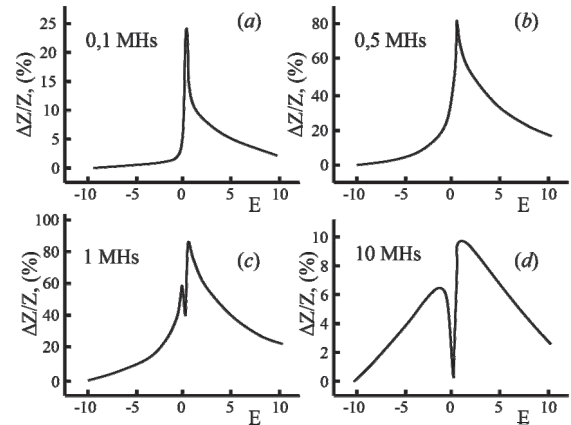
Nəticə. Maqnitooptik üsullar amorf ərintilərin səth qatının xassələrinin öyrənilməsi üçün müvəfəqiyyətlə istifadə olunur. Belə ki, işıq dalğası enerjisinin görünən diapazonunda maqnit materiallara işığın daxil olma dərinliyi bir neçə yüz anqstremdən çox olmur. Bununla əlaqədar amorf lentlərin səth qatının xassələrini öyrənmək, onun mikrostrukturunu işləmək, buna uyğun olaraq tablama şəraitindən asılı olaraq maqnit xassələrini öyrənmək olar.



Şək. 1 a) təcrübə sınağının (eksperimentin) sxemi, b) - asimmetrik MİE profilləri



Şək. 2. a) təcrübə sınağının sxemi, b) dəyişən sahənin təsiri ilə və onun təsiri olmadan MİE profilləri



Şək. 3. 2 E sahədə tablanmış amorf lentin elektrik cərəyanının müxtəlif tezliklərində ölçülmüş MİE- profilləri

REFERENCES

1. Metal və ərintilər optik və maqnitooptik parametrlərinin təyini üçün universal qurğu /Musayev Z.S.və b. //Preprint, Bakı: 2000. 25s.
2. **Ganshina E.A., Kochneva M.Y., Vashuk M.V., Scherbak P.N.** Opticheskie i magnitoopticheskie svoystva magnitnyh nanokompozitov FePt-SiO₂. FTT, 2005. T.47. C. 1701-1706.
Ганьшина Е.А., Кочнева М.Ю., Ващук М.В., Щербак П.Н. Оптические и магнитооптические свойства магнитных нанокomпозитов FePt-SiO₂. ФТТ, 2005. Т.47. С. 1701-1706.
3. **Knobel and K.R.Pirola, J.Magn. Mater.**, 242, 33, 2002.
4. **Panahov T.M., Isaeva A.A.** Magnitoopticheskie i magnitnye svoystva amorfnyh splavov na osnove Fe-Co, Magnitnye fazovye perekhody // Sbornik trudov XII mezhdunarodnogo seminaru 7 sentyabrya 2017g. Institut fiziki DNC RAN, Mahachkala.
Панахов Т.М., Исаева А.А. Магнитооптические и магнитные свойства аморфных сплавов на основе Fe-Co, Магнитные фазовые переходы // Сборник трудов XII международного семинара 7 сентября 2017г. Институт физики ДНЦ РАН, Махачкала.
5. **Kitoh T., Mohri K., Uchimaya T.** Asymmetrical magneto-impedance effect in twisted amorphous wires for sensitive magnetic sensors // IEEE Trans. Magn. 31, 6, 1995, pp. 3137-3139.
6. **Ganshina E.A., Kochneva M.Y., Scherbak P.N., Aimuta K., Inoue M,** Magnet-optical properties of Co-based nanocomposites / Magnetism Conference, 2005, INTERMAG Asia 2005, Digests of the IEEE International, 4-8 April 2005, p. 2077-2078.
7. **Badalov A.Z., Sardarly R.M., Vezirova T.N., Yusifov M.Y, Orujeva A.A.** Opredelenie koeffitsientov poglosheniya i prelomleniya kristallov TlInS₂ i TlInS₂ s 0.3% primesyami <Co, Fe, Mn i Cr> // Vestnik Azerbajdzhanskoj inzhenernoj akademii, 2016, T.8, №3. S. 56-62.
Бадалов А.З., Сардарлы Р.М., Везирова Т.Н., Юсифов М.Ю, Оруджева А.А. Определение коэффициентов поглощения и преломления кристаллов TlInS₂ и TlInS₂ с 0.3% примесями <Co, Fe, Mn и Cr> // Вестник Азербайджанской инженерной академии, 2016, Т.8, №3. С. 56-62.

ЭФФЕКТ МАГНИТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ АМОΡФНЫХ ФЕРРОМАГНИТНЫХ СПЛАВОВ С ОСНОВАНИЕМ CoFe

Т.М. ПАНАХОВ, З.С. МУСАЕВ, А.А. ИСАЕВА

В аморфных ферромагнитных сплавах наблюдаются эффект большого магнитного сопротивления (ЭМС), а также эффект магнитного имеданса (ЭМИ). В работе были измерены профили эффекта магнитного импеданса аморфной ленты, полученной путем отжига при различных частотах электрического тока аморфного сплава с основанием CoFe в поле 2 E.

Ключевые слова: эффект магнитного импеданса, аморфный сплав, отжиг.

EFFECT OF MAGNETIC RESISTANCE OF AMORPHOUS FERROMAGNETIC ALLOYS WITH THE BASIC OF CoFe

T.M. PANAHOV, Z.S. MUSAEV, A.A. ISAEVA

In the amorphous ferromagnetic alloys, the effect of large magnetic resistance (EMC) as well as the effect of magnetic impedance (EMR) is observed. In this work, the profiles of the Effect of Magnetic Impedance of amorphous tape obtained by annealing at different frequencies of the amorphous alloy electric current with a CoFe base in field 2 E.

Keywords: magnetic impedance effect, amorphous alloy, annealing.
