

İNŞAAT



СТРОИТЕЛЬСТВО

CONSTRUCTION

<http://doi.org/10.58225/sw.2024.1-39-43>**KOBALT ƏSASLI ƏRİNTİNİN MÜVƏQQƏTİ KÖHNƏLMƏSİ**

Abdullayev Adil Polad oğlu– f.r.e.d., prof., Fizika və kimya kafedrası, AzMİU, adilabdullayev@rambler.ru

Əsgərova Günel Zakir qızı- laborant, Fizika və kimya kafedrası, AzMİU, gunesger85@gmail.com

İsayeva Aida Əjdər qızı- f.ü.f.d., Fizika və kimya kafedrası, AzMİU, isayeva_aida86@mail.ru

Xülasə. Amorf metallik maqnit materialların öyrənilməsi müasir fizikanın ən mühüm istiqamətlərindən biridir. Amorf quruluşlu metallik ərintilərin xassələrinə aid çox sayda elmi tədqiqat işlərinin aparılmasına baxmayaraq, bəzi problemlər hələ də həll olunmamış qalır. Praktiki nöqteyi nəzərdən bu onların nadir fiziki xassələrə malik olması ilə əlaqədardır. Amorf ərintilərin strukturunda onların kristallaşmasına səbəb olan dəyişikliklər otaq temperaturunda da baş verir. Buna görə də, zaman keçdikcə (CoFe)₇₅Si₁₅B₁₀ ərintisindən hazırlanan amorf lentin köhnəlməsi zamanı strukturundakı dəyişmələr səbəbindən lentin maqnitlənməsinin yenidən paylanması da baş verir. Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, 420 °C temperaturda, havada izotermik saxlama müddəti ilə termik emal edilmiş nümunələrin maksimal maqnit nüfuzluğunda kifayət qədər dəyişikliklər baş vermişdir.

Açar sözlər: amorf ərintilər, termik emal, maqnit nüfuzluğu, izotermik saxlama müddəti

TEMPORARY AGING WEAR OF COBALT BASED ALLOY

Abdullayev Adil Polad- doctor of ph. and math.sc., department of Physics and chemistry, AzUAC, adilabdullayev@rambler.ru

Əsgərova Günel Zakir- laborant, department of Physics and chemistry, AzUAC, gunesger85@gmail.com

İsayeva Aida Ajdar- PhD in tech.sc., department of Physics and chemistry, AzUAC, isayeva_aida86@mail.ru

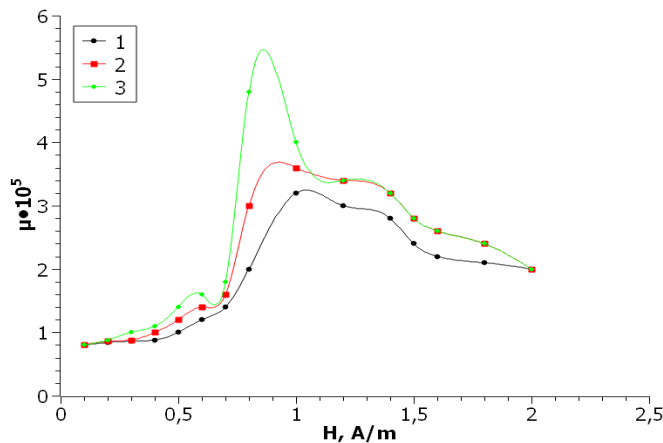
Abstract. The study of the properties of amorphous metallic magnetic alloys is one of the most important areas of modern physics. Despite the fact that a large number of scientific research works on the properties of metallic alloys with an amorphous structure have been carried out, many problems related to their properties still remain unsolved. From a practical point of view, this is due to the fact that they have very rare and wide physical properties. Changes in the structure of amorphous alloys leading to their complete crystallization also occur at room temperature, but thermal processing high temperatures requires more time. Therefore, in addition to the selection of the optimal thermal treatment mode for the (CoFe)₇₅Si₁₅B₁₀ alloy, changes in the characteristics and distribution of the magnetization of the amorphous tape occurred in the structure during wear. As a result of the research, it was determined that there were significant changes in the maximum magnetic permeability after heat processing with an optimal isothermal storage time at a temperature of 420 °C in air.

Keywords: amorphous alloys, thermal processing, magnetic permeability, isothermal storage time

Giriş. Həm nəzəri, həm də praktiki tətbiqlər baxımından ən çox maraq doğuran lent şəklində alınmış amorf materiallardır. Hal-hazırda, amorf lentlər sensor elementi kimi impuls generatorlarında, maqnit sahəsində yüksək həssaslıqlı sensorların istehsalında istifadə olunur. Bu materialların tətbiq sahəsi daim genişlənir. Amorf lentlərə böyük elmi və praktik marağa baxmayaraq, hazırda termik emal zamanı baş verən və bu ərintilərin maqnit xassələrini formalaşdıran prosesləri təsvir etmək üçün universal yanaşma yoxdur. Bu səbəbdən amorf lentlərin tədqiqi aktual olaraq qalır. Bizim üçün ən diqqət çəkəni amorf lentlərin maqnit xassələridir. Hazırda bu materiallar haqqında çox sayda eksperimental məlumatlar əldə edilmişdir. Amorf tərkibin araşdırılması zamanı müəyyən edilmişdir ki, zaman keçdikcə termik, temomaqnit emal, lentin ölçüləri və s. asılı olaraq onların fiziki xassələri dəyişir. Amorf lentlərin maqnit xassələri [1-5]-də tədqiq edilmişdir.

Kobalt və dəmirə əsaslanan amorf və nanokristal lentlər bu istiqamətdə perspektivli materiallardandırlar. Bu lentlər sürətlə tablama üsulu ilə əldə edilir. Amorf lentlərin termodinamik cəhətdən qeyri-taraz quruluşu və s. onların tətbiqinə geniş imkanlar açır. İş şəraitində materiallara təsir edən əsasən mexaniki və iqlim amilləridir. Ətraf mühitin klimatik faktoru dedikdə məmulatı əhatə edən havanın temperaturu və rütubəti, havanın təzyiqi (dəniz səviyyəsindən yüksəklik), günəş radiasiyası, yağış, külək, toz (o cümlədən toz qarışığı), duman, suyun hidrostatik təzyiqi, havadakı aşındırıcı maddələrin tərkibi və s. başa düşülür. Dönməyən struktur dəyişməsi səbəbindən fiziki xassələrin dəyişməsi prosesi köhnəlmə adlanır. Termik köhnəlmə zamanı xassələrin öyrənilməsi termodinamik tarazlıqdan uzaq olan amorf maqnit yumşaq ərintiləri üçün xüsusilə vacibdir. Materialların termodinamik qeyri-tarazlığı ilə əlaqədar olaraq, əsas təsir amili temperaturdur. Amorf ərintiləri kristallaşma temperaturlarından çox aşağı temperaturalara qədər qızdırdıqda, relaksasiya prosesləri və strukturun yenidən qurulması başlayır. Müəyyən temperatur və atmosferin təsiri altında ərintinin strukturunda və xassələrində dəyişikliklər, köhnəlmə, baş verir. Amorf ərintilər üçün köhnəlmə prosesi izotermik emal prosesinə bənzəyir, çünki hər iki halda sistem strukturun dəyişməsi ilə minimum enerjili hala meyl edir [6-12].

Materiallar və tədqiqat üsulları. Tədqiqatların aparıldığı $(\text{CoFe})_{75}\text{Si}_{15}\text{B}_{10}$ ərintisi nümunələri $T = 420\text{ }^{\circ}\text{C}$ -də, $\tau = 5$ dəq saxlamaqla termik emal edilmişlər. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, havada bu cür termik emaldan sonra zaman keçdikcə maksimal maqnit nüfuzluğunun qiymətində kifayət qədər dəyişiklik baş verir (Şəkil 1).



Şəkil 1. $(\text{CoFe})_{75}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$ ərintisi nümunələrinin havada $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturda termik emaldan sonra maqnit nüfuzluğunun maqnit sahəsindən asılılığı: 1-termik emaldan dərhal sonra, 2 və 3 ayrılırları müvafiq olaraq 14 və 40 gündən sonra [12]

Termik emaldan 14 gün sonra μ_{max} -ın azalması 18%, 40 gündən sonra - 35% təşkil etmişdir. Maksimum maqnit nüfuzluğunda belə bir dəyişiklik ləndə maqnitlənmənin yenidən maqnitlənməsinin nəticəsidir. $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ -də havada termik emaldan sonra $(\text{CoFe})_{75}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$ tərkibli lent nümunələrində zaman keçdikcə maqnitlənmənin paylanması baş verən dəyişikliklər cədvəl 1-də verilmişdir. Cədvəl 1

göstərir ki, 40 gün ərzində planar (180^0) maqnitlənməli domenlərin həcmdə müvafiq nisbi azalması hesabına ortoqonal (90^0) maqnitlənməli domenlərin nisbi həcmi 12%-dən 68%-ə qədər yüksəlmişdir. Zamanla lentdə maqnitlənmənin yenidən paylanması otaq temperaturunda da diffuziya proseslərinin baş verməsi ilə əlaqələndirilir. Bu da lent səthinin daha da kristallaşmasına səbəb olur.

Müzakirələr. Amorf səthin qalınlığı artdıqca kristal təbəqə yaranır. Bu da dartılma gərginliklərinin, ortoqonal maqnitlənməli (90^0 -li domenlər) domenlərin həcmənin artmasına və onun lentdə yenidən maqnitlənmənin paylanmasına kömək edir: Planar maqnitlənmə (180^0 -li domenlər) zamanı domen sərhədlərinin ortoqonal maqnitlənməsi, domen sərhədlərinin stabilləşmə dərəcəsinin artması maksimal maqnit nüfuzluğunun azalmasının və maqnit nüfuzluğunun maksimumun sürüşməsinin əsas səbəbidir. İzotermik təsirin hesablanmış müddəti ilə termik emal zamanı maqnit nüfuzluğunun daha yüksək müvəqqəti sabitliyi müşahidə olunur:

-30 gün ərzində onun qiyməti yalnız 4% azalıb.

-Maqnit nüfuzluğunun 645.000-dən 620.000-ə qədər olan intervaldakı dəyişmələr ölçmə xətasını keçmir. Otaq temperaturunda uzun müddət termik emalın təsirinə nəticələri də Cədvəl 1-də təqdim edilmişdir.

Cədvəl 1. 420 ° C-də havada termik emaldan sonra $(\text{CoFe})_{75}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$ tərkibli lent nümunələrində zaman keçdikcə maqnitlənmənin paylanmasında baş verən dəyişikliklər [12]

Lentin vəziyyəti	$V_{\text{ort.}}$ %	V_{180} %	V_{90} %	$V_{\text{ort.}}/V_{90}\%$
Optimal izotermik saxlama müddəti (40 dəq)				
Termik emal	12	51	37	1.4
Termik emaldan 14 gün sonra	22.5	45	33	1.4
Termik emaldan 40 gün sonra	68	20	13	1.6
Optimal izotermik saxlama müddəti (8 dəq)				
Termik emal	11.0	69	20	3.5
Termik emaldan 20 gün sonra	13.5	61	26	2.4
Termik emaldan 40 gün sonra	15.0	68	17	4.0
Termik emaldan 10 ay sonra	2	98	0	-
Optimal izotermik saxlama müddəti (2 dəq)				
Termik emal	7.7	84	8.4	10.0
Termik emaldan 40 gün sonra	8.8	70	21	3.3
Termik emaldan 10.5 ay sonra	1.5	98	0	-

Cədvəl göstərir ki, 40 gün ərzində V_{ort} -da artım var. Bu, səthi amorf kristal təbəqənin qalınlığının artması ilə əlaqədar ola bilər ki, bu da əsasən dartılma gərginliklərinin artmasına səbəb olur. Bu cür gərginliklər mənfi maqnitostriksiya, maqnitlənmənin lent müstəvisinə perpendikulyar istiqamətə yönəldilməsinə kömək edir. Lent müstəvisində maqnit teksturanın kəskinliyinin azalması, anizotrop kristallaşma nəticəsində lent oxu boyunca psevd - biroxlu gərginliyin yaranması ilə bağlı ola bilər. Küri nöqtəsindən aşağı temperaturda soyuma mərhələsində, anizotropiya enerjisinin təsiri altında meydana gələn maqnitlənmə lent oxu boyunca yönəlir. Buna görə də, lent səthinin atmosfer buxarı ilə qarşılıqlı təsiri onun oxu boyunca lent səthinə daxil edilmiş hidrogen və oksigen atomlarının artan konsentrasiyasının meydana gəlməsinə səbəb olur [12], bu istiqamətdə səthin kristallaşmasına mane olur. Amorf lentin səthi boyunca səthin kristallaşma sürətinin üstünlüyü bu istiqamətdə psevd biroxlu gərginliyə səbəb olur. Bu lent səthi boyunca maqnitlənmənin yenidən istiqamətlənməsinə kömək edir.

Optimal qalınlığın amorf-kristal təbəqəsi ən böyük maqnit yumşaqlığını təmin edən maqnitlənmə paylanmasına nail olmaq üçün müstəvidaxili dartılma gərginliklərinin lazımı səviyyəsini təmin edir. Amorf-kristal təbəqənin qalınlığının artması ilə gərginlik komponenti özünü daha çox göstərməyə başlayır, bu da müsbət maqnitostriksiya sabiti olan ərintilər üçün lent müstəvisi boyunca maqnitlənmənin yenidən istiqamətlənməsinə səbəb olur. Buradan da, termik emal olunan ərinti

nümunələrinin müvəqqəti stabilliyi qiymətləndirilir. Maqnit nüfuzluğunun dəyişməsinin və zaman keçdikcə maqnitlənmənin paylanması tədqiqi aşağıdakı maraqlı xüsusiyyətləri aşkar etdi:

- bütün hallarda 10 aydan sonra ortoqonal maqnitlənməli domenlərin nisbi həcmində azalma müşahidə olunur. məsələn, termiki emala məruz qalmış nümunələr üçün optimaldan artıq izotermik məruz qalma müddəti ilə emal zamanı V_{ort} 2% -ə endirilir.

- lent müstəvisində, lent oxu boyunca istiqamətlənmiş planar maqnitlənməli domenlərin praktiki olaraq olmadığı vəziyyət yaranır. bu amillər tablamadan 40 gün sonra onun dəyəri ilə müqayisədə maksimum maqnit nüfuzluğunun müəyyən qədər artmasına kömək edir.

- ərintidəki lentin struktur vəziyyətindəki dəyişiklik ilə maqnitostriksiya işarəsinin dəyişməsi mümkündür. nəzərə alsaq ki, aşağı və yüksək kristallıq dərəcəsi olan lentlərdə mənfi maqnitostriksiyaya malik vəziyyət əmələ gəlir, bu nəticəyə gəlmək olar ki, bizim əldə etdiyimiz müsbət maqnitostriksiyaya malik aralıq vəziyyət metastabildir.

- oxşar nəticələr optimaldan həddi əhəmiyyətli dərəcədə aşmış izotermik saxlama müddəti ilə termik emal olunan nümunələr üçün də əldə edilmişdir. 9 ay ərzində lentin müstəvisində maqnit teksturanın kəskinliyinin artması ilə V_{ort} 5,2%-ə qədər azalıb.

Nəticə. Lentin həcmində daxili gərginliklərin ümumi səviyyəsinin artması fonunda maksimal maqnit nüfuzluğunda bir qədər azalma var. Optimal saxlama müddəti 10 ay olan termik emala məruz qalmış nümunələrdə zamanla V_{ort} -un qeyri-monoton asılılığı da mövcuddur. Bu vəziyyətdə, 10 aydan sonra V_{ort} dəyərləri 1,5% və yüksək dərəcədə maqnit nüfuzluqlu vəziyyət formalaşır. Amorf lentin səthinin kristallaşması az olan vəziyyətdən kristallaşması yüksək olan vəziyyətə keçiddən görünür ki, aralıq vəziyyətdə maqnitostriksiya işarəsini mənfiyədən müsbətə dəyişməsi ilə müşayiət olunur. Bu müsbət amil hesab olunur. Beləliklə, köhnəlmə prosesinin öyrənilməsi amorf materiallardan hazırlanmış məmulatların maqnit və digər xüsusiyyətlərinin əhəmiyyətli dərəcədə pozulması olmadan uzunmüddətli işini proqnozlaşdırmağa imkan verir.

Ədəbiyyat

1. Abdullayev A.P., Akhmadov V.I., Isayeva A.A. 2020. Magnetic penetration investigation on the bands made of amorphous magnetically soft $(\text{CoFe})_{75}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$ alloys under the thermal processing. Intern. J. Mod. Phys. B 33 (3)
2. Panakhov T.M., Isaeva A.A., Rafiev N.M., Guseinov A.G. 2019. Magnetic thermocouples made of Co-Fe and Ni-Fe permalloys. J. Tech. Phys. 64 (7), 987
3. Rafiyev N.M. 2022. Effects of heat treatment on some magnetic properties of amorphous alloys containing $(\text{Fe-Ni})_{1-x}\text{M}_x$ ($\text{M}=\text{Si}, \text{B}$). Zeitschrift für Naturforschung A ZNA: vol:77
4. Rafiyev N.M., Ahmadov V.I., Isayeva A.A. 2023. Prospects to use amorphous Fe-Ni-Si-B ribbons in contactor cores Vol. 68, No. 3 Ukr. J. Phys
5. Rafiyev N.M. 2022. Effects of heat treatment on some magnetic properties of amorphous alloys containing $\text{Fe}_{49}\text{Ni}_{29}\text{Si}_9\text{B}_{13}$ and $\text{Fe}_{59}\text{Ni}_{19}\text{Si}_9\text{B}_{13}$ J. Phys. & Optics Sci. 4(3)
6. Скулкина Н.А., Иванов О.А., Талипов А.Г., Щекотуров И.С. 2005. Физические причины влияния термической обработки на магнитные свойства аморфных сплавов на основе железа. Т.99.№ 3. с.34-40. ФММ
7. Скулина Н.А., Иванов О.А., Павлова И.О., Минина О.А. 2011. Длительность изотермической выдержки во время термообработки на воздухе и магнитные свойства лент аморфных магнитомягких сплавов на основе железа. с.613-619. ФММ. Т.112.№ 6.
8. Скулина Н.А., Иванов О.А., 2010. Магнитомягкие материалы. Физические воздействия и магнитные свойства. Lap Lambert Academic Publishing. с.404
9. Əhmədov V.İ., İsayeva A.Ə. Həsənova Ü.S. 2020. Amorf Fe-Ni-Si-B sistemi ərintilərinin Küri nöqtəsinin tabalma temperaturundan asılılığı. s.52-56. Bakı: Elmi əsərlər, №2
10. İsayeva A.Ə. 2019. CoFe əsaslı amorf lentin alınma texnologiyası və Kerr effektinin sahə asılılıqlarının öyrənilməsi. Bakı: Azərbaycan Texniki Universiteti Elmi əsərlər, №3, s.79-83

11. İsayeva, A.Ə. 2017. (CoFe)₇₅Si₁₀B₁₅ amorf ərintisində maqnit itkilərinin termik emal rejimindən və tərkibindən asılılığı. s.10-12. Bakı Dövlət Universiteti, Doktorantların və gənç tədqiqatçıların XXI Respublika Elmi konfransının materialları I bölmə
12. S.Farhad., M.Catherine., H.Lawrence. 2005. Effect of Magnetic Field Dynamics on the Copper-Constantan Thermocouple Performance. v.33, p.661-671. Journal Instrumentation Science&Technology

References

1. Abdullayev A.P., Akhmadov V.I., Isayeva. A.A. 2020. Magnetic penetration investigation on the bands made of amorphous magnetically soft (CoFe)₇₅Si₁₀B₁₅ alloys under the thermal processing. Intern. J. Mod. Phys. B 33 (3)
2. Panakhov T.M., Isaeva A.A., Rafiev N.M., Guseinov A.G. 2019. Magnetic thermocouples made of Co-Fe and Ni-Fe permalloys. J. Tech. Phys. 64 (7), 987
3. Rafiyev N.M. 2022. Effects of heat treatment on some magnetic properties of amorphous alloys containing (Fe-Ni)_{1-h}M_x (M=Si, B). Zeitschrift für Naturforschung A ZNA: vol:77
4. Rafiyev N.M., Ahmadov V.I., Isayeva A.A. 2023. Prospects to use amorphous Fe-Ni-Si-B ribbons in contactor cores Vol. 68, N3 Ukr. J. Phys
5. Rafiyev N.M. 2022. Effects of heat treatment on some magnetic properties of amorphous alloys containing Fe₄₉Ni₂₉Si₉B₁₃ and Fe₅₉Ni₁₉Si₉B₁₃ J. Phys.&Optics Sci. 4(3)
6. Skulkina N.A., Ivanov O.A., Talipov A.G., Shchekoturov I.S. 2005. Fizicheskie prichiny vliyaniya termicheskoy obrabotki na magnitnye svoystva amorfnyh splavov na osnove zheleza. FMM. T.99.№ 3. 2005. c.34-40
7. Skulina N.A., Ivanov O.A., Pavlova I.O., Minina O.A. Dlitel'nost' izotermicheskoy vyderzhki vo vremya termoobrabotki na vozduhe i magnitnye svoystva lent amorfnyh magnitomyagkih splavov na osnove zheleza. c.613-619. FMM. T.112.№ 6
8. Skulina N.A., Ivanov O.A. 2010. Magnitomyagkie materialy. Fizicheskie vozdeystviya i magnitnye svoystva. Lap Lambert Academic Publishing. c.404
9. Ahmadov V.I. Isayeva, A.A. Hasanova U.S. 2020. Amorf Fe-Ni-Si-B sistemi erintilerinin Kuri noqtесinin tabalma temperaturundan aslilighi. s.52-56. Baki:Elmi esrlər, №2
10. Isayeva, A.A. 2019. CoFe esaslı amorf lentin alınma texnologiyası ve Kerr effektinin sahe asililiqlarının oyrenilmesi.Baki: Azərbaycan Texniki Universiteti. Elmi əsərlər. s.79-83, №3
11. Isayeva, A.A. 2017. (CoFe)₇₅Si₁₀B₁₅ amorf erintisində maqnit itkilərinin termik emal rejimindən və tərkibindən asılılığı. s.10-12. Bakı Dövlət Universiteti, Doktorantların və gənç tədqiqatçıların Respublika Elmi konfransının materialları I bölmə
12. S.Farhad., M.Catherine., H.Lawrence. 2005. Effect of Magnetic Field Dynamics on the Copper-Constantan Thermocouple Performance. v.33, p.661-671. Journal Instrumentation Science&Technology.

Məqaləyə istinad: Abdullayev A.P., Əsgərova G.Z., İsayeva A.Ə. Kobalt əsaslı ərintinin müvəqqəti köhnəlməsi. Elmi Əsərlər/Scientific works, AzMİU, s. 39-43, N1, 2024

For citation: Abdullayev A.P., Əsgərova G.Z., Isayeva A.A. Temporary aging wear of cobalt based alloy. Elmi Əsərlər/Scientific works, AzUAC. p.39-43, N1, 2024

Redaksiyaya daxil olma/Received 5.9.2023

Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 5.10.2023