

Materialshunoslik

1 - Bob

Dielektriklar, yarim o'tkazgichlar va o'tkazgichlar. Magnitli materiallar.

Ma'ruzachi: ass. A.R.Baymirzaev

Materiallar elektr xossalari bo'yicha 3turga bo'linadilar: o'tkazuvchilar, yarim o'tkazgichlar, dielektriklar.

O'tkazgichlarning nisbiy elektrik qarshiligi $10^{-8}-10^{-5}$ Om*m bo'ladi va harorat ko'tarilishi bilan u ham ortadi.

Yarimo'tkazgichlarniki $10^{-5}-10^{-8}$ Om*m bo'ladi va harorat ko'tarilishi bilan u kamayadi. Bular tokni to'g'rilash, elektr signallarini ko'paytirish, har xil turdagi energiyalarni elektr energiyasiga aylantirish uchun ishlatiladi.

Dielektriklarning nisbiy elektr qarshiligi $10^{-8}-10^{-16}$ Om*m ga teng. Bular izolyator sifatida ishlatiladi.

Metall va ularning qotishmalaridan yasalgan o'tkazgichlar

Texnikada, Ayniqsa aviatsiyada tokni yuqori darajada o'tkazadigan yuqori o'tkazgich metallari va qotishmalari keng qo'llaniladi: oltin, kumush, mis, bronza, latun va h.k. Bular yuqori elektr o'tkazuvchanlik; yetarli mustahkamlik, plastiklik atmosfera sharoitida korroziyabardoshlik qobiliyatlariga ega.

Metallar qancha toza bo'lsa (qo'shimchalar-primelar va nuqsonlardan) shuncha ularning o'tkazuvchanligi yuqori bo'ladi.

Oksidlanmaydigan o'tkazgichlar, yuqori va o'ta yuqori chastotali asboblari-priborlarning kontaktlari va pechatli mikrosxemalar uchun kumush ishlatiladi. Kumush havoda oksidlanmaydi. Lozim bo'lganda mis, latun va tok o'tkazmaydigan materiallar (keramika, oyna, kvarts, polimer) ustiga maxsus usul bilan kumush qoplama beriladi. Ba'zi hollarda kumush oltin bilan almashtiriladi.

Mis amaliyotda juda keng ishlatiladi. U yuqori o'tkazish qobiliyatiga ega, mexanik xossalari yaxshi, arzon. Induktsiya usulida vakuumda olingan (kislordsiz) mis yuqori o'tkazgichlik va plastiklik qobiliyatiga ega. "Nagartovka" qilingan mis-MT yuqori puxtalikka ega.

Yumshoq mis-MO, M1 kabellarning ichaklarini, "obmotka" - o'rama simlarni yasash uchun ishlatiladi.

Kislordsiz mis-MOO ($02 < 0,02\%$) esa elektrovakuum asboblarda, SVCh-asbobida, mis "fo'lgasi" yasash uchun ishlatiladi.

M2,M3,M4 markali simlar asosan qotishma olish uchun ishlatiladi. Mexanik xossalari yuqori bo‘lishligi talab qilingan **mahsulotlar** uchun latunlar, kadmiyli va berilliyli bronzalar ishlatiladi.

Kadmiyli bronzadan “trolley”lar, sirpanuvchi kontaktlar, membranalar yasaladi. Latunlardan har xil tok o‘tkazuvchanli detallar yasaladi.

Alyuminiy yuqori elektr o‘tkazuvchanligi,plastikligi va kam zichligi bilan xarakterlanadi.O‘ta toza alyuminiy-A999,A995 va yuqori tozlikdagi alyuminiy A99,A95 ishlab chiqariladi. Bulardan elektrolitik kondensatorlar,kabellarning himoya qobiqlari yasaladi. Texnikaviy alyuminiydan-A85,A7 kabellar va tok o‘tkazuvchi shinalar yasaladi. Elektr o‘zatuvchi liniyalar uchun alyumin qotishmasi-Al-Mg-Si ishlatiladi,yuqori puxtalikka ega. Ko‘pchilik hollarda bilitollar ishlatiladi,tok o‘tkazish simlari,o‘zagi po‘latdan qobig‘i esa mis yoki alyuminiydan. Qobiq galvanik usulda yoki plakirovka usulida olinadi.

Temirning o‘tkazuvchanligi ancha past. Lekin mustahkam ($\sigma=300+700\text{MPa}$). Bu uni oqlaydi. Asosan kam uglerodli ($S=0,1-0,15\%$)va oddiy sifatli po‘latlar ($St0,St1,\dots,St6$) ishlatiladi. Bulardan tok shinalari,tramvay,metro temir yo‘llari (elektropoezd\u) relslari yasaladi.

Ko‘rsatgichlar	Ag	Au	Cu	Al
Zichlik, kg/m^3	10500	19300	8900	2700
Erish harorati, $^{\circ}\text{S}$	960	1063	1084	658
elektr qarshilikning haroratli koeffitsenti, $\alpha_p 10^3 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	3,6	0,4	4,5	4,3
Nisbiy elektroqarshilik, r,mkOm^*m	0,016	0,024	0,018	0,027

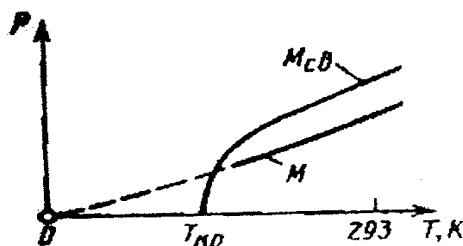
Qo‘shimchalarning borligi tok o‘tkazuvchanlikni ancha pasaytiradi.

Masalan misning o‘tkazuvchanligini kremniy va marganetsning ozgina miqdori ham ancha pasaytiradi. Puxtalanish ham (naklep) o‘tkazuvchanlikni ancha pasaytiradi: masalan: shtamlash, kiryalash usullarida olingan **mahsulotlar**.

O‘ta o‘tkazgichlar (sverxprovodniki)

Ba'zi metallar(30xil elementlar) va qotishmalar (10000xil) absolyut nol haroratiga yaqin haroratda o'ta o'tkazgich holatiga o'tadilar.

Bunda nisbiy elektroqarshilik yo'q hisobida bo'ladi: $r=10^{-25}\text{Om}\cdot\text{m}$. (O'tkazgichlarda eng kam qarshilik $r=10^{-15}\text{Om}\cdot\text{m}$)



Rasm Haroratni o'ta o'tkazgichliligiga ta'siri

Materialning o'ta o'tkazgich holatiga uning haroratiga (T_{kr}), fizik xossalari, materialning tozaligiga, kristallik panjarasining nuqsonlik darajasiga bog'liq.

Ma'lum kuchlanishdagi magnit maydoni (N_{kr}) ta'sirida o'ta o'tkazgichlik yo'qoladi. Bunda magnit maydonini tashqi manбайдan ham, o'ta o'tkazgichdan o'tayotgan elektr toki vositasida ham barpo qilish mumkin.

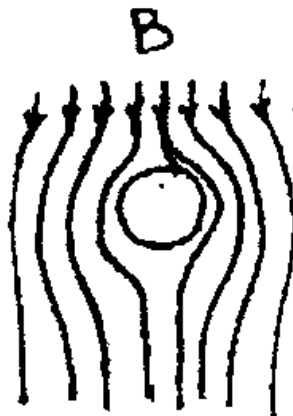
Eng ko'p tarqalgan o'ta o'tkazgich qotishmalariga quyidagilar kiradi: Nb-Zr; Nb-Ti; V-Ti; Ta-Ti. Markalanishi: 65BT va 35BT (gost 10994-74). 65BT da 22-26% Ti, 63-68% Nb va 8,5-11,5% Zr bor. $T_{kr}=9,7\text{K}(-263,3^\circ\text{S})$. 35BT da 60-64% Ti, 33,5-36,5% Nb, 1,7-4,3% Zr bor.

Bu ikki qotishma kuchli generatorlarning o'ramalari ("obmotka"lari), quvvatli magnitlarning obmotkalari (magnit yostiqli poezdlardagi), EHMLarning tunnelli diodlari uchun ishlatiladi.

Nemis fizik olimlari V.Mayenev va R.Oksenfel'd o'ta o'tkazgichlar shu haroratda ideal diamagnetikka aylanish hodisasini topdilar.

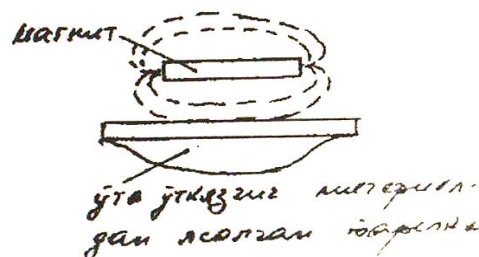


Rasm Oddiy sharoitda o'ta o'tkazgichdan yasalgan shar bir tekis magnit maydonida joylashtirilgan.



Rasm

Shu shar sovitilib, o'ta o'tkazgich holatiga keltirilgach, magnit maydoni shardan itarib chiqiladi.



Rasm O'ta o'tkazgichlikni magnitli tarelkaga ta'siri

O'ta o'tkazgichli tarelka magnitni itarib chiqaradi va magnit havoda tarelka ustida muallaq osilib turadi.

Bu hodisadan yostiqcha ustidagi poezdlarda, gidronasoslarda, podshipniklarda foydalaniladi.

Yuqori elektroqarshilikka ega qotishmalar

Bunday qotishmalar qarshilik elementlari (patentsiometrlar obmotkasi, shuntlar, qarshilik g'altaklari, rezistorlar, termoparalar, tenzometrik ko'rsatkichlar) va isitgich priborlari va pechlari isitgich elementlari uchun ishlatiladi. Bu qotishmalar qattiq eritma strukturasi ega. Bu qotishmalarning elektr qarshiligi qotishmani tashkil etuvchi elementlar elektr qarshiligidan yuqori bo'ladi.

Reostat qotishmalar

Qotishma	Xim tartibi,%			Elektr xossalari		
	Ni	Mn	Cu	R,mkOm* m	Ar10 ⁵ l/° S	t _{ish} °S
MNM _{ts} 40-1,5 (konstan)	39-41	1-2	qolgan i	0,48	3	500
MNM _{ts} 3-12 (manganin)	2,5- 3,5	11,6- 13,5	-----	0,43	2	200

Isitgich elementlari uchun qotishmalar.

Qotishma	Xim tartibi,%				Elektr xossalari		
	Cr	Al	Fe	Ni	Ar10 ⁵ l/° S	Ar10 ⁵ l/°S	t _{ish} °S
X23Yu5(xromel)	21,5- 24,5	4,6-5,3	Qolgan ni	<0,6	1,37	1,4	1200
X20N80(nixrom)	20-23	----	<1,5	Qolgan ni	1,11	9,0	1100

Kontakt materiallar

Elektr kontaktlari 3 turga bo'linadi: uzuvchi, sirpanuvchi, qimirlamaydigan. Bularning hammasiga umumiy talab kam o'tish elektroqarshiligi.

Uzuvchi kontaktlar uchun materiallar

Bu kontaktlar vaqti-vaqti bilan tutatish va uzish(elektr zanjirini) kerak va og'ir sharoitda ishlaydilar. Ish jarayonida uzuvchi kontaktlarda elektr uchquni yoki yoyi hosil bo'ladi. Bu korroziya va elektr yeyilishga (erroziya) olib keladi. Korroziya kontaktlarni oksidlanishiga olib keladi. Bu o'tish elektr qarshiligini oshiradi, bu esa kontaktlarni qizishiga va payvandlashishiga (yoki yopishib qolishiga) olib keladi. Erroziya kontaktlarning birida chuqurcha hosil bo'lishiga, ikkinchi kontaktda ignachalar hosil bo'lishiga olib keladi. Demak, kontakt materiallari elektr qarshiligi, korroziyabardoshligi hamda erroziyabardoshligi yetarli bo'lishi kerak.

Elektr quvvatiga qarab kontaktlar kam yuklangan va yuqori yuklangan guruhlariga bo'linadi.

Kam yuklangan kontaktlar nodir metallardan yasaladi: oltin, kumush, platina, palladiy va ularning qotishmalari. Eng ko'p ishlatiladigani kumush va uning qotishmalari. Bularni ichida ko'proq ishlatiladigani kumushning mis bilan qotishmasi.

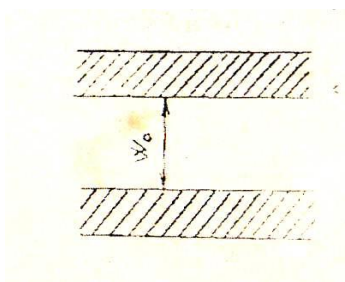
Yuqori yuklangan kontaktlar vol'fram, molibden, ularning qotishmalari va metallokeramikadan yasaladi. Eng quvvatli kontaktlarda kukun metallurgiyasi asosida olingan vol'fram – kumush (yoki mis) kompozitsiyasi ishlatiladi.

Sirpanuvchi kontaktlar uchun materiallar. Talablar: yuqoridagilarni o'zi. Materiali:metallo-keramika,mis yoki kumush ozgina grafit bilan. Markasi: MG3,MG5,SG3,SG5. M-mis, G-grafit (3,5%),S-kumush.

Yarimo'tkazgichlar

Yarimo'tkazgich materiallarga nisbiy qarshiligi $r=10^{-3}-10^{-10}\text{Om}\cdot\text{sm}$ bo'lgan materiallar kiradi. Bunga Mendeleev davriy sistemasidagi 12 element kiradi: bor, uglerod (olimoz), kremniy, germaniy, qo'rg'oshin (Sn_0), fosfor, myshyak, sur'ma, oltingugurt, selen, tellur, yod. Bundan tashqari birqancha kimyoviy birikmalar ham kiradi. Eng ko'p tarqalgan germaniy(Ge) va kremniy(Si).

Yarimo'tkazgichlarda tokni paydo bo'lishi uchun valent zonasidagi elektronlarning bir qismi tok o'tkazish zonasiga o'tib elektr zaryadini tashuvchisiga aylangan bo'ladi.



Rasm Yarim o'tkazgichlarda tokni hosil bo'lishi

Elektronlar bir zonadan ikkinchisiga o'tish uchun ruxsat etilmagan-man etilgan energiya zonasidan o'tishi kerak

Buning uchun ma'lum energiya kerak. Bu tashqi energiya yorug'lik yoki issiqlik energiyasi bo'lishi mumkin. Qizdirilganda elektr tokini tashuvchilar "kontsentratsiya"si ko'payadi va yarimo'tkazgichning elektr qarshiligi kamayadi. Wo qancha ko'p-keng katta bo'lsa,shuncha ko'p qizdirish kerak.

O'tkazuvchanlikka tok tashuvchilarning harakatchanligi ham ta'sir qiladi. Kristallik panjaraning nuqsonlari buni pasaytiradi(demak, o'tkazuvchanlikni xam). Xuddi shunday ta'sir qiladi tashuvchilarning "hayot davri" xam.

Shuning uchun, kristallik panjaralari nuqsonsiz yarim o'tkazgichlar-monokristallar ishlatiladi. Yuqori sifatli asboblari ("pribor") uchun germaniy va kremniy monokristallaridan yasaladi.

Toza yarimo'tkazgichlardan tashqari murakkab yarimo'tkazgich birikmalar ham ishlatiladi. Mendeleev sistemasidagi A^4V^4 ,uchinchi va beshinchi A^3V^5 va A^2V^4

A^4V^4 tipdagi birikma vakili SiC

A^3V^5 vakili ZnSb va GaAs(galiy arsenidi)

A^2V^4 bular suʼfidlar (ZnSe),oksidlar(Cu_2O).

Magnitli materiallar.

Materiallar magnit xossalari qarang kuchsizmagnitli (diamagnetiklar, paramagnetiklar) va kuchlimagnitli guruhga bo'linadi. (Ferromagnetiklar, ferrimagnetiklar.)

Diamagnetiklarda magnit qabul qiluvchanlik ("pronimatsayemost") $\chi_2 < 0$ va bu tashqi magnit maydoni kuchlanishiga bog'liq emas: vodorod, inert gazlar (argon, geliy), ko'pchilik organik birikmalar, osh tuzi, ba'zi metallar (Cu, Zn, kumush, oltin, simob), vismut, galiy, surma. $\chi = 10^{-4} \div 10^{-7}$.

Paramagnetik materiallarda $\chi_2 > 0$. Bular ham tashqi magnit maydoni kuchlanishiga bog'liq emas: O_2 azot oksidi, temir, nikkell, kobol't va nodir metallar tuzlari. Al, platina $\chi = 10^{-2} \div 10^{-5}$.

Diamagnetik va paramagnetik materiallar texnikada chegeralangan miqdorda qo'llaniladi (H_2O ni atrofida bo'lganidan).

Kuchli magnitli materiallarda $\chi > 1$ va tashqi magnit maydoni kuchlanishiga bog'liq. Magnitlanish (magnit induksiyasi) M bilan tashqi magnit maydoni kuchlanganligi N orasida bog'liqlik mavjud.

$$M = \chi \cdot N$$

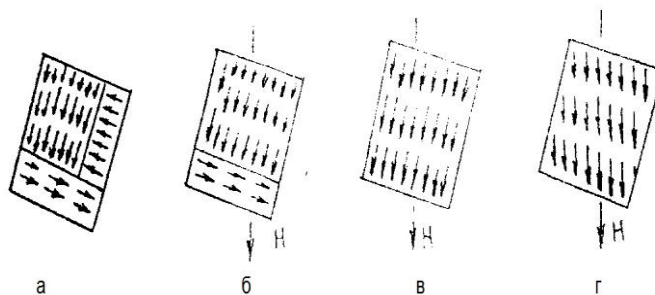
χ -magnit qabul qiluvchanlik deyiladi va materialning magnit xususiyatlarini ifodalaydi.

Ferromagnitlarda $\chi \gg 1$ bo'ladi. Bu sinfga kiruvchi Fe, Ni, Ca kabi metallarda va ularning qotishmalarida magnit maydon juda zo'rayib ketadi.

Ferromagnetik kristalining panjarasidagi atomlar o'zaro bir-biri bilan kuchli ta'sirlashadi. Bu ta'sirlashuv, asosan chetki qobiqdagi elektronlar orqali sodir bo'ladi. Kristaldagi qo'shni atomlarning elektron qobiqlari bir-birini ichiga kirib boradi, natijada atomlar bir-biri bilan elektronlar almashish imkoniyatiga ega bo'ladi. Bu ta'sirlashuv natijasida vujudga keladigan o'zaro almashuvchi kuchlar tufayli elektronlarning spinmagnit momentlari o'zaro paralel joylashadi. Natijada ferromagnetik ichida shunday sohachalar mavjud bo'ladi, bu sohachalardagi spinmagnit momentlar o'z-o'zidan (spontan) bir tomonga yo'nalgan bo'ladi. Bu sohachalarni domenlar deb ataladi. Domenlarni o'lchamlari $10^{-3} - 10^{-4}$ m chamasida bo'ladi. Turli domenlarning magnit momentlari turlicha yo'nalgan bo'lib, tashqi magnit maydon bo'lmagan holda ferromagnit parchasidagi barcha domenlar magnit momentlarining vektor yig'indisi nolga teng bo'ladi. Shuning uchun har bir

domendagi magnitlanish juda katta kuchli bo'lishiga qaramasdan ferromagnetik parchasi magnitlanmagan bo'ladi.

Tashqi magnit maydonning ferromagnetikka ta'sirini ko'raylik, tashqi maydon kuchlanganligi unchalik katta bo'lmaganda, domenlar chegaralarining siljishi sodir bo'ladi. Bunda magnit momentlarining yo'nalishlari tashqi maydon yo'nalishiga yaqinroq bo'lgan domenlar boshqa domenlar hisobiga kattalashadi.



Rasm a) maydon yo'q; b) kuchsiz maydon; v) kuchli maydon; g) to'yinish

Magnitli to'yinish shunday bo'ladiki, qachonki, domenlarning kattalashishi (o'sishi) tugaydi va barcha "spontan" magnitlashgan mikrokrattallik uchastkalar tashqi magnit maydoni tomonga qarab qolganda-yo'nalganda.

Mikrokrattallik ferromagnitlar magnitlashganda ularning chizgiy o'lchamlari o'zgaradi, bunga magnitostriksiya deyiladi.

Ferritlar oksidlarini qizdirib presslash (spekanie) yo'li bilan olinadi. Ularning elektr qarshiligi dielektriklarinikiga teng: $\rho = 10^{12}$ Om m. Shuning uchun bular yuqori radiochastotalarda va o'ta yuqori chastotalarda ishlatiladi: $\text{FeO}, \text{Fe}_2\text{O}_3$.

Markalanishi: 4000NM, 1000NN, 100VCh. Raqamlar nisbiy magnit qabul qiluvchanlikni ko'rsatadi, birinchi harf chastota diapazonini ko'rsatadi. N-past chastotali (nizkiy). VCh-yuqori chastotali (высоко частотный) ikkinchi harf legirlovchi elementni N-nikel'tsink, M-marganets-tsink.

4000NM, 1000NM (Mn-Zn guruhi)lar asosan chastotasi 1MGts gacha bo'lgan diapazonda, 1000 NMZ esa chastotasi 3MGts gachadagi diapazonda ishlatiladi.

Ni-Zn guruhidagi ferritlar, ya'ni 1000NN, 400NN yuqoriroq chastotada (<200MGts) ishlatiladi. 100VCh-yuqori chastotada (<800MGts)da ishlatiladi. Bundan yuqori chastotalarda SVCh ishlatiladi.

Magnit xususiyatlariga qarab, po'latlar va qotishmalar 2 guruhga bo'linadi:

1. Yumshoq –magnitli (ferromagnitlar) qaysilariki, kuchsiz magnit maydonlarida ham qayta magnitlanish va to'yinishi mumkin.

$N \approx 8 \dots 800 \text{ A/m}$, magnit qabul qiluvchanligi $h = 10^3 - 10^6 \text{ A/m}$.

2. Qattiq-magnitli: $N=10^2-10^3$ A/m.

Yumshoq magnitli materiallarga texnik toza temir, elektrotexnik po‘latlar kiradi, bu po‘latda $Si \geq 4,5\%$

Dinamli-Si=0,5-2,3%

Transformatorli-Si=3,5-5,0%

Issiq holda prokatlangan elektrotexnik po‘lat. E11-E13, E21-E23, E43A, E45-E46. E-elektrotexnik po‘lat. Birinchi raqam kremniy miqdori-%. Ikkinchi raqam ishlatilish joyi: elektrotexnik va magnit xususiyatlarining garantiyalari. A-yaxshilangan.

Sovuq holda prokatlanganlar E310-E330, E3700, “0”-ko‘p yuqori teksturalangan. “00”- past (kam) teksturalangan degani.

Fe-Ni(permapoy) va Fe-Al-Si(olsifer) sistemalari yumshoq magnitli va h si yuqori. Bulardan transformator drossel detallari ishlab chiqariladi.

Qattiq magnitli materiallar-po‘latlar doimiy magnitlar uchun ishlatiladi. Tarkibida uglerod yetarli : EX3, EX5K5, EX9K15M2. E-magnitli po‘lat degani. ~1%-S, qolgan harflar legirlangan po‘lat kabi uqiladi.

Murakkab formadagi magnitlar va magnit yozuvi uchun lentalar quyidagi sistemadagi qotishmalardan yasaladi. Fe-Co-Mo (komop), Cu-Ni-Co(kushiko), F-V-Co(vakalloy). Markasi :12KMV12(komop). Legirlangan po‘latlar markalanishiga bo‘ysunmaydi: 12%-So, 6%-Mo, 12%W.

Doimiy magnitlar uchun asosan quyidagi qattiq magnitli qotishmalar ishlatiladi: Fe-Ni-Al sistemali So,Cu,Ti bilan legirlanadi: YuNKD24 (magniko) 14%-Ni,8%-Al,24%-Co,3%-Cu.

Kukun metallurgiyasi usulida Fe,Ni,Al va legirlovchi elementlardan kichkina o‘lchamli yuqori aniqlikdagi va toza yuzali magnitlar olinadi.

Istikbolli (perspektiv) yo‘nalish-bu nodir metallarning kobol’t bilan kimyoviy birikmasidir: $SmCo_5$, $Sm(Co,Fe)_{17}$. Bularning koeffitsenti “h” ancha samariy katta.

Maxsus magnit xossalari materiallar

Elektron hisoblash texnikasida va avtomatik qurilmalarda magnit xususiyatlaridan biri ya’ni chisterizisi to‘g‘ri to‘rtburchak bo‘lgan materiallar keng qo‘llaniladi. Bu materiallarning gisterizisi iloji boricha to‘g‘ri to‘rtburchak(G.T.T.B), “Koertsitiv” kuchi mo‘ljaldagi va qayta magnitlash vaqti eng kichik bo‘lishi kerak.

Gisterizisi to‘g‘ri to‘rtburchak(G.T.T.B)bo‘lgan materiallar olinishiga, holatiga va tarkibiga qarab: 1.Ferritlar; 2.Teksturlangan ferromagnit lentalar; 3.Yupqa ferromagnit plyonkalarga bo‘linadi.

G.T.T.B.li ferritlar o‘ta aniq tarkibi va olish texnologiyasi bilan ta’riflanadi. “VT” (выгислителъная texnika) va “P” (pryamougolnaya petlya gisterzisi) bilan markirovkalanadi. Bu harflardan oldingi raqamlar “koertsitiv”kuchi ersted birligida ko‘rsatadi: 1,75Vt, 1,5Vt, 0,9Vt, 100P, 101P. Bular hisoblash qurilmalarining xotira elementlarini yasash uchun ishlatiladi.

G.T.T.B.li teksturalangan ferromagnit lentalar keng temperaturalar diapazonida ishlaydigan apparaturalarda qo‘llaniladi. Bular Fe-Ni va Fe-Ni-Co qotishmalari bo‘lib Cr, Si, Mo, Cu bilan legirlangan. Teksturalash u qalinligi $t=0,1 \div 0,005\text{mm}$ bo‘lgan lentalar maxsus termomagnit ishlanadi. Markalanishi: 50NP, 65NP, 79NM. Hozirda qalinligi birnecha mikrometrli o‘ta yupqa lentalar ham olinmoqda. Bular tez ishlaydigan va yuqori puxtalikdagi qurilmalar uchun prokatka qilib olinadi.

G.T.T.B.li ferromagnit plyonkalar ixcham (malogabarit) EHMLlarda va operativ xotirali qurilmalarda ishlatiladi. Bularning qayta magnitlash vaqti juda kam: sekundning o‘ndan bir ulushi bilan bir necha nanosekundgacha. Qalinligi $t=10 \div 100\text{nm}$ bo‘lgan plyonkalar Fe-Ni va Fe-Ni-Co larni vakuumda parlatib neorganik taglikda olinadi.

Asosiy magnit-yumshoq materiallar.

Material	Tarkibi	Koertsitiv kuchi N_{s1} A/m
80NM(supermolon)	80%-Ni, 5%-Mo qolgani Fe	0,3
79NM(nikelъmolibdenli permoloy)	79%-Ni, 4%-Mo qolgani Fe	2,4
Armko-temir	100%-Fe	40-100
3413(E330)	3,5%-Si qolgani Fe	50
Ni-Zn(ferrit)	(Ni, Zn)O Fe ₂ O ₃	8-1700
10SYu(sendast)	95%-Si, 5,5%-Al qolgani Fe	1-2

Adabiyotlar ro'yxati

1. Umarov E.O. Materialshunoslik. Darslik.
2. Norxudjaev F.R. Materialshunoslik. Darslik.
3. Umarov E.O. "Materialshunoslik" o'quv fanidan laboratoriya va amaliyot ishlari o'quv qo'llanmasi.