

## 9-modul. Aloxida xossali po‘latlar.

### Reja:

1. Elektr va issiqlik o‘tkazuvchanlik.
2. Elektrotexnik. Magnit materiallari, radiatsiyaga chidamli materiallar.
3. Sovuqqa chidamli materiallar.

### 1. Metall va qotishmalarning fizikaviy xossalari.

Ba’zi mashina detallari materiallari uchun ularning **fizik xossalari** ham katta ahamiyatga ega: yani materialni magnit maydonida, elektr maydonida, issiqlik oqimiga o‘zini tutishi hamda radiatsiyaga qarshiligi. Metall va qotishmalarning solishtirma og‘irligi, issiq o‘tkazuvchanligi, elektr o‘tkazuvchanligi fizik xossalar bo‘lib materiallarni magnitligini, elektrikliğini, teplofizikliğini va radiatsiyalarga bardoshligini asoslaydilar.

#### Metall va qotishmalarning zichligi, solishtirma og‘irligi, issiq o‘tkazuvchanligi.

Metall va qotishmalarning fizik xossalariga quyidagilar:

**1. Metall va qotishmaning solishtirma og‘irligi**, ya’ni zichligi. Jism og‘irligining hajmiga nisbati shu jismning solishtirma og‘irligi deb ataladi va  $\gamma$  harfi bilan belgilanadi. Zichlik – solishtirma og‘irlik.

$$\gamma = \frac{G}{V}$$

bu erda:  $\gamma$ - jismning solishtirma og‘irligi - 0,02 g/sm<sup>3</sup>;

G-jism og‘irligi, (g);

V- jismning hajmi, m<sup>3</sup> (sm<sup>3</sup>).

**2. Metall va qotishmalarining kengayish koeffitsientlari.** Ishlash vaqtida qiziydigan detallarni kengayish koeffitsientlarini hisoblash katta ahamiyatga ega bo‘lib quyidagicha aniqlanadi.

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t \text{ m. grad (10}^{-3}\text{mm.grad)}$$

bu erda:  $\Delta l$  –metall uzunligining ortishi, m•grad hisobiga;

$\alpha$  – proporsionallik koeffitsienti hamda chiziqli kengayish koeffitsienti;

$l$  –qizdirilmasdan oldingi uzunlik;

$\Delta t$  –haroratning ortishi.(<sup>0</sup> C)

Hajmiy kengayish koeffitsienti ( $\beta$ ) quyidagicha aniqlanadi, metall 1<sup>0</sup>C qizdirilganda  $1 + \beta = (1 + \alpha)^3$  bu tenglamda  $3\alpha^3$  va  $\alpha^3$  juda kichik miqdor bo‘lganligi sababli  **$\beta = 3\alpha$** ,

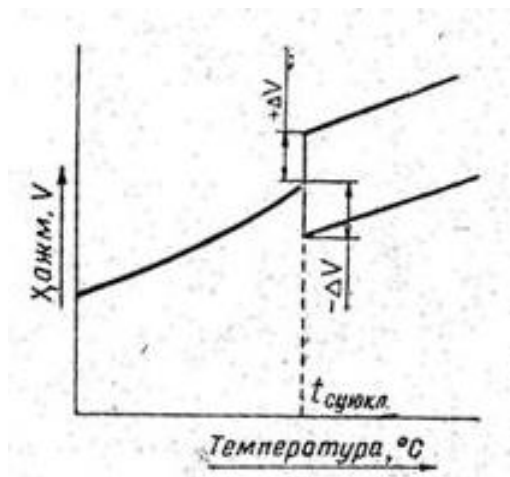
#### Bu erda:

**$\beta$**  - hajmiy kengayish koeffitsienti;

**$\alpha$** -chiziqli kengayish koeffitsienti.

**3. Metall va qotishmalarning suklanishida ularning hajmining o‘zgarish koeffitsienti.** Metallar suyuklanish temperaturasigacha qizdirilganda ularning hajmi birdaniga o‘zgaradi (1-rasm). Suyuklanish vaqtida metall hajmining o‘zgarishi  $\Delta V$  bilan, suyuklanishdan oldingi hajm esa V belgilanadi.

Suyuklanish vaqtida metall va qotishmaning hajmining o‘zgarish koeffitsienti  $\gamma$  deb belgilanib quyidagicha aniqlanadi:  $\gamma = \Delta V/V$ . Bu nisbat % bilan ifodalanishi  $\gamma = \Delta V/V \cdot 100\%$



**1-rasm.** Suyuqlanish vaqtida metall hajmining temperaturaga qarab o'zgarishi.

Metall yoki qotishma qattiq holatdan suyuq holatga o'tishida uning hajmi kengaysa,  $\gamma$  ning qiymati musbat, agar toraysa,  $\gamma$  ning qiymati manfiy bo'ladi.

**4. Metall va qotishmaning solishtirma issiqlik sig'imi.** 1kg metallni  $1^{\circ}\text{C}$  isitish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori shu metallning solishtirma issiqlik sig'imi deb ataladi va C harfi bilan belgilanadi. Issiqlik sig'imi  $\text{кж/кг}\cdot\text{град}$  ( $4^{-1}$   $\text{кал/г}\cdot\text{град}$ ) bilan o'lchanadi.  $C = \text{кж/кг}\cdot\text{град}$  ( $4^{-1}$   $\text{кал/г}\cdot\text{град}$ )

Metall va qotishmalar issiqlik sig'imining qiymati ularni termik ishlash, bolg'alash, shtamplash va prokatlash uchun qizdirishda sarf etiladigan issiqlik miqdori hisoblashda e'tiborga olinadi. Solishtirma issiqlik sig'imining o'zgarishi natijasida po'lat buyumni har xil temperaturada ma'lum gradus qizdirish uchun sarf qilinadigan issiqlik miqdori bir xil bo'lmaydi, masalan yuqori temperaturalar oralig'ida qizdirish uchun past temperaturalar oralig'ida qizdirishdagiga qaraganda taxminan bir yarim baravar ortiq issiqlik sarf qilinadi

#### **5. Solishtirma issiqlik o'tgazuvchanligi.**

Bu metallning bir-biridan 1cm oraliqda turgan va har birining yuzi  $1\text{cm}^2$  dan bo'lgan ikkita maydonga orasida 1 sekund davomida o'tkazadigan issiqlik miqdori.

$$\lambda_1 = \lambda_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t) \text{ вт/м}\cdot\text{град.}$$

$\lambda_1$  – metallning  $t^{\circ}\text{C}$  dagi issiqlik o'tkazuvchanligi.

$\lambda_0$  – shu metallning normal haroratdagi issiqlik o'tkazuvchanligi.

$\alpha$  – harorat koeffitsienti.

$t$  – harorat.

$\alpha$  ning qiymati manfiy bo'ladi. Temir uchun 0 dan  $600^{\circ}\text{C}$  gacha bo'lgan haroratda  $\alpha$  ning qiymati  $-5,8 \cdot 10^{-4}$  ga tengdir. Temirning normal temperaturadagi issiqlik o'tkazuvchanligi  $54,6 \text{ вт/м}\cdot\text{град}$  ( $0,13 \text{ кал/см}\cdot\text{сек}\cdot\text{град}$ ) ga teng, uning  $600^{\circ}\text{C}$  dagi issiq o'tkazuvchanligi esa  $\lambda_{600}=45,7 \text{ вт/м}\cdot\text{град}$  ( $0,085 \text{ кал/см}\cdot\text{сек}\cdot\text{град}$ ) bo'ladi.

Metall va qotishmaning issiq o'tkazuvchanligi ularni qizdirish rejimini tanlashda hisobga olinishi kerak.

Po'latning issiq o'tkazuvchanligi uning kimyoviy tarkibiga bog'liq bo'lib, uning tarkibidagi hamma qo'shimchalar uning issiqlik o'tkazuvchanligini pasaytiradi.

## 2. Metall va qotishmalarning elektr o'tkazuvchanligi, magnit xossalari hamda va boshqalar.

Elektr mashinasozligi, elektr energiyasini ishlab chiqish radio va elektrotexnika hamda boshqa shunga o'xshash sanoatda ko'plab maxsus materiallar ishlatiladi. Bu materiallardan samarali foydalanish uchun ularning maxsus xossalari, ya'ni elektr o'tkazuvchanligi, magnit va boshqa xossalari haqida ma'lumotga ega bo'lish kerak.

Material o'zidan elektr tokini yaxshi o'tkazishi uchun tok zaryadini tashuvchi zarrachalarga ega bo'lishi kerak. Materiallardagi elektr zarrachasining ko'chib yurishiga ko'rsatiladigan qarshilik materialning elektr qarshiligi deyiladi. Materiallarning elektr o'tkazish xususiyati maxsus nazariya orkali tushuntiriladi.

Elektr mashinasozligi, elektr energiyasini ishlab chiqish radio va elektrotexnika hamda boshqa shunga o'xshash sanoatda ko'plab maxsus materiallar ishlatiladi. Bu materiallardan samarali foydalanish uchun ularning maxsus hossalari, ya'ni elektr o'tkazuvchanligi, magnit va boshqa hossalari haqida ma'lumotga ega bo'lish kerak.

Material o'zidan elektr tokini yaxshi o'tkazishi uchun tok zaryadini tashuvchi zarrachalarga ega bo'lishi kerak. **Materiallardagi elektr zarrachasining ko'chib yurishiga ko'rsatiladigan qarshilik materialning elektr qarshiligi deyiladi.**

Qattiq jismlarning muvozanat xolatida elektronlar aniq bir energiyaga ega buladi. Metallarning elektr o'tkazuvchanligi atomlardagi erkin elektronlarning harakatiga bog'liq bo'lganligi sababli elektr qarshilik haroratga bog'liq bo'lib qoladi. Faqat  $T \rightarrow 0$  dagina, ya'ni harorat elektron bulutga ta'sir etmaganda elektr o'tkazuvchanlik faqat materialning kristall tuzilishiga bog'liq bo'ladi. Ba'zi materiallar o'zi uchun xos bo'lgan kritik haroratgacha sovitilganda o'ta o'tkazuvchanlikni namoyon qiladi.

O'zgaruvchan tokka ko'rsatilayotgan qarshilik **to'la qarshilik** deb ataladi, chunki har qanday o'tkazgich bunda aktiv qarshilikdan tashqari induksion va hajmiy qarshilikka ega bo'lib, ular o'z navbatida elektr va magnit maydonlarini hosil qiladi. Tok yo'nalishining o'zgarish tezligi ortib borishi bilan qarshilik xam ortib boradi, chunki tok utkazgichning yuza qismida to'plangan buladi.

Materiallarning elektr qarshiligi solishtirma elektr qarshilik bilan ifodalanadi:

$$p = k \cdot S / L,$$

bu erda  $k$ —elektr qarshilik,  $S$ —namunaning ko'ndalang kesim yuzasi ( $\text{mm}^2$ );  $L$  — namuna uzunligi (mm). Metallar uchun bu formula kuyidagichadir:

$$p_m = p_0 (1 - \alpha_p T),$$

Bu erda  $p_m$  va  $p_0$  — materialning ma'lum harorat ( $T$ ) va absolyut haroratdagi solishtirma elektr qarshiligi;  $\alpha_r [(\Delta p / \Delta T) \cdot (1 / p_0)]$  — elektr qarshilikning harorat koeffitsienti;  $\Delta p$  — solishtirma elektr qarshilikning  $T$  harorat o'zgargandagi qiymati. Dielektrlardagi tok hajm yoki yuza bo'ylab oqadi. SHuning uchun hajm bo'ylab oquvchi tokning solishtirma qarshiligi  $p_p$  ( $\text{om} \cdot \text{m}$ ), yuza bo'ylab oquvchi tokning solishtirma qarshiligi ( $\text{om}$ ) bilan ifodalanadi. Solishtirma qarshilikka teskari bo'lgan kattalik **solishtirma elektr o'tkazuvchanlik** deb ataladi.

### Ayrim materiallarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi

№	Materiallar turlari	Miqdori
1.	O'tkazichlar	$\sigma=10^{-8} \dots 10^8 (\text{om} \cdot \text{m})^{-1}$
2.	YArim o'tkazgichlar	$\sigma=10^{-8} \dots 10^5 (\text{om} \cdot \text{m})^{-1}$
3.	Dielektriklar	$\sigma=10^{-16} \dots 10^5 (\text{om} \cdot \text{m})^{-1}$

Solishtirma elektr qarshilik va solishtirma o'tkazuvchanliklarni xususiyatlarini o'lchanish davlat standartlari bilan belgilanadi. Masalan, qattiq dielektrik materiallar o'lchami GOST 6433.2 — 71, suyuq dielektriklar o'lchami esa GOST 6581—75 davlat standartlari bilan belgilanadi.

Tashqi elektr maydon ta'sirida dielektriklardagi elektr zaryadining siljishi dielektrikning qutblanishi (polyarizatsiya) deb ataladi. Siljigan zaryadlar tashqi elektr maydoniga qarshi maydonni hosil qiladi. Dielektriklarning qutblanishi dielektrikdagi kimyoviy bog'lanishlarning xususiyatiga bog'lidir. Elektronlarning siljishi natijasida atom va ionlar bir-birlaridan ma'lum masofada turgan 2 xil ishorali ikki zaryadning to'plamiga aylanib, dipollarni hosil qiladi.

Elektr dipollarining asosiy xususiyati sifatida dipol momenti qabul qilingan:

$$p=q \cdot L$$

Bu erda  $q$  — dipol zaryadi;  $L$  — zaryadlar orasidagi masofa, ya'ni dipol elkasi.

Dipol momenti dipol o'qi bo'ylab, manfiy zaryaddan musbat zaryadga tomon yo'naladi. Materialning hajm birligiga ega bo'lgan dipol momenti yoki qutblanish vektori dielektriklarning qutblanish xossasidir:

$$\bar{P} = \sum_{i=0}^n \bar{P}_i$$

Bu erda  $\bar{P}$ - zarracha (atom, ion, molekula)ning dipol momenta;  $n$ - materialning hajm birligidagi zarrachalar soni. Bir xil tarkibli (izotrop) dielektrik qutblanish vektorining yo'nalishi tashqi elektr maydonining kuchlanish yo'nalishiga to'g'ri proporsionaldir:

$$\bar{P} = \chi \cdot \varepsilon_0 \cdot E = (\varepsilon - 1)\varepsilon_0 \cdot E$$

Bu erda  $\chi$  — dielektrikning elektr maydonida qutblanishi;  $\varepsilon_0$  — elektrik konstant;  $\varepsilon$  — dielektriklarning o'tkazuvchanligi. Anizotrop xususiyatiga ega bo'lgan kristall dielektriklar dipol momenta ( $P$ ) ning yo'nalishi bilangina bog'lanib qolmay, balki kristall simmetriya o'ziga ham bog'liq bo'ladi.

Kristall dielektriklar ma'lum harorat oraligida o'z-o'zidan qutblanadi, tashqi ta'sirga ham beriluvchan bo'ladi. Bunday dielektriklar P. Kyuri haroratgacha qizdirilsa, qutblanish yo'qoladi va qutbsiz holatni aks ettiruvchi faza o'zgarishi ro'y beradi.

Dielektrlardagi o'zgaruvchan elektr maydon energiyasining bir qismini issiqlik energiyasiga aylanishi dielektrik yo'qotish deyiladi.

Dielektrik yo'qotish miqdori dielektrik yo'qotishning tangens burchagi ( $\text{tg}\delta$ ) bilan ifodalanadi. Dielektrlarning hajm birligiga to'g'ri keladigan dielektrik yo'qotish qiymati quyidagicha aniqlanadi ( $\text{B/m}^2$ );  $P'=kE^2\text{fctg}\sigma$ . Tenglamadagi  $k$ - koeffitsient;  $E$ - kuchlanish ( $\text{B/m}^2$ );  $f$  - elektr maydonining o'zgarish tezligi (gerslarda o'lchanadi);  $\epsilon$ - dielektrlarning o'tkazuvchanligi;  $\text{fctg}\sigma$  ko'paytma dielektrik yo'qotish koeffitsienti deyiladi. Materiallarning dielektrik o'tkazuvchanligi GOCT 6433.4—71, dielektrik yo'qotishning tangens burchagi koeffitsienti GOCT 22372—77 davlat standartiga ega.

Dielektrlarga to'satdan kuchlanish ortib ketganda elektr o'tkazuvchanlik ham ortadi. Bu hodisaga dielektrikning teshilishi (proboy) deyiladi.

Bu holda tok ma'lum kenglikda dielektrik bo'yilab oqadi. Dielektrlarning teshilishiga sabab bo'lgan elektr maydonning kuchlanishi dielektrlarning elektrga mustahkamligini ifodalaydi. Bunday kuchlanish dielektrikdagi teshikni hosil qiladigan kuchlanish  $E$  deb belgilanadi.

Tashqi magnet maydoniga joylashtirilgan jism magnetlanib qoladi. Jismning magnetlanishiga sabab, jismning magnet momentiga egaligidir. Magnet momenti vektor kattalikka ega. Bu kattalik jismning magnet maydoni manbasidir. Birgina atom uchun magnet orbital vektor va elektronlar momenti (spinlari) yig'indisiga teng. YAdroning magnet momenti esa elektronlarning magnet momentidan ancha kam.

Materiallarning magnetlanish miqdori hajm birligidagi atomlarning magnet momentlari yig'indisiga teng bo'lib **materialning magnetlanish** darajasi deb ataladi. Bir xil magnetlangan materialning magnetlanish darajasi

quyidagicha ifodalanadi:  $\vec{I}=\vec{M}/V$

Bu erda  $M$ - magnet momenti;  $V$ - namunaning hajmi.

Materialning magnetlanish darajasi bilan magnet maydoni orasidagi bog'lanish materialning magnetni qabul qilish qobiliyatini ko'rsatadi:

$$R_m=I/H$$

bu erda  $N$  — magnet maydoni kuchlanishi. Materiallarning magnetni qabul qilish qobiliyatiga qarab, ularni uch sinfga bo'lish mumkin: diamagnetiklar, paramagnetiklar va ferromagnetiklar.

**Diamagnetizm** materiallarning tashqi magnet maydoni ta'sirida qarama-qarshi yo'nalishda magnetlanish xususiyatini anglatadi. Bu xususiyat hamma jismlarda bo'lib, atomlarning hamma elektron momentlari o'zaro eyishib ketgandagina namoyon bo'ladi. Diamagnetik xossa materialni magnet qabul qilish qobiliyatiga teskari ko'rsatikichga ega ( $R_m=-10^{-6} \dots 10^{-5}$ ).

Paramagnetiklar musbat magnetlanish qobiliyatiga ega ( $R_m=-10^{-6} \dots 10^{-5}$ ). Paramagnet xususiyatiga ega bo'lgan jismlarda atomlarning issiqlik harakati natijasida o'zgarmas magnet momentlari tartibsiz yo'nalishlarda buladi.

Ular tashqi magnit maydoni ta'sirida ma'lum yunalishga ega bo'ladi va natijada material magnitlanib qoladi. Agar materialning magnitlanish  $i$  kuchli bo'lsa ( $R_m \gg 1$ ), **ferromagnetlar** deb ataladi va magnitlanish xususiyati, maydon kuchlanishi hamda harorat bilan chiziqli bog'lanishda bo'lmaydi.

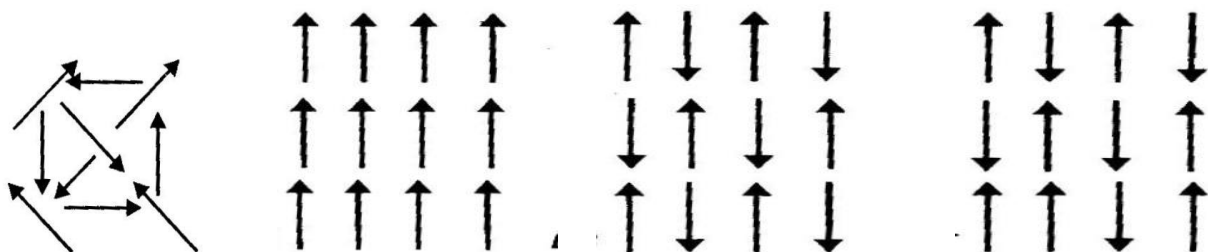
Demaq **ferromagnitizm** materiallardagi mikrohajmda magnit momentlarining tartibli holati o'rnatilishini anglatadi. Magnit momentlarining bunday tartibli holatida atom (ion) magnit momentlari parallel va bir xil yo'nalishda bo'ladi. Bunday hajmlar domenlar deb ataladi va ular magnit maydoni bo'lmagan holda ham magnit momentlariga ega, ya'ni o'z-o'zidan magnitlanishi mumkin.

**Antiferromagnetiklarda** magnitizm xossasini hosil qiluvchi qo'shni zarrachalarning magnit momentlari uzaro qarama-qarshi yo'nalgan bo'lib, magnit maydoni bo'lmaganda materialning magnitlanishi nolga teng bo'ladi.

Materiallardagi magnit momentlarining tartibi sxema tarzida rasmda berilgan. Materiallarning magnitlanishi ( $R_m$ ) asosan haroratga bog'likdir. Haroratning ko'tarilishi paramagnetiklarning magnitlanishini kamaytirsa, ferromagnetiklarnikini keskin ko'taradi. Kyuri nuqtasiga yaqinlashganda eng katta qiymatga ega bo'ladi. Kyuri nuqtasida ferro hamda ferrimagnetik materiallardagi o'z-o'zidan magnitlanish xossasi yo'qolib, materiallar oddiy paramagnetik xususiyatlarga ega bo'lib qoladi.

Jismdagi magnit maydonining o'rtacha yig'indisi magnit maydoni xususiyati bo'lib, magnit qo'zg'atuvchi deb ataladi. Magnit qo'zg'atuvchi  $\vec{B}$ , magnit kuchlanishi  $\vec{H}$  hamda magnitlanish  $\vec{I}$  quyidagi bog'lanishda bo'ladilar  $\vec{B} = \mu_0(\vec{H} + \vec{I})$ , bu erda  $\mu_0 = 4 \times 10^{-7}$  Gn/m — magnit doimiysi. Agar  $R_m = I/H$  ekanligini hisobga olsak,  $\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H}$  dir. Bu erda  $\mu = 1 + R_m$ .

Ferromagnetiklarning o'zgaruvchan magnit maydonida magnitlanishida gisterezis hodisasi ro'y beradi, ya'ni magnit maydoni kuchlanishi o'zgarishi bilan jismning magnitlanishi bir xil miqdorda ro'y bermaydi



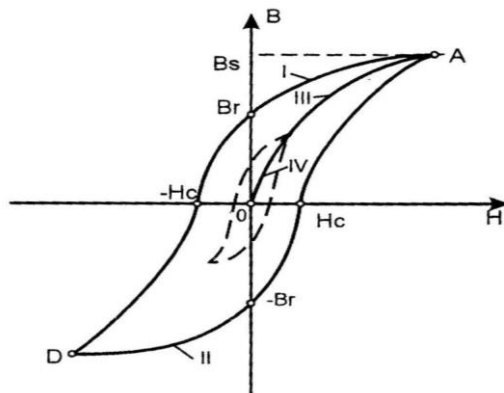
2-rasm. Atomlarning magnit momentlari bo'yicha tartiblanishi.

a-paramagnetiklarda      b-ferromagnetiklarda      v-antiferromagnetiklarda      g-ferromagnetiklardagi tartiblanish.

Kuchli magnit maydonida namuna to'la magnitlanishi mumkin (A nuqta). Tashqi maydon kuchlanishi kamayib borishi bilan magnit qo'zg'atuvchanlik 1 egri chiziq bo'ylab kamayadi ( $+B_r - H_C$ ), chunki o'sayotgan domenlarning magnit momentlari vektori maydon vektoriga qarama-qarshidir.

Maydon kuchlanishi nolga teng bo'lib qolganda ham namuna hali magnitlangan bo'ladi (qoldiq magnit).

Bu qoldiq magnit induksiya ( $B_r$ ) ga teng bo'ladi. Kuchli magnit maydonida to'la magnitlangan ferromagnit namuna maydon kuchlanishi o'zgarishi bilan magnitsizlanadi. Ana shu magnitsizlanishga olib kelgan maydon kuchlanishiga koersativ maydon yoki koersativ kuch deyiladi. Magnitsizlantirgan maydon kuchlanishi yanada oshganda magnitlanish ruy beradi (D nukta). Namunaning qayta magnitlanishini II egri chizik ifodalaydi.



3-rasm. Magnit gisterezisiga ega bo'lgan ferromagnetiklarda magnitlantirish va magnitsizlantirish egri chiziqlari.

Magnit maydoni o'zgarish amplitudasini nolgacha kamaytirib, qayta magnitlanish davrini qaytara borib, namunani to'la magnitsizlantirish mumkin.

Magnit xususiyatlarini aniqlashda bajariladigan ishlar va o'lchash vositalari GOST 8.268-77, GOST 17809-72, GOST 20906-75, GOST 12635-67, GOST 12636-67, GOST 12637-67, GOST 12119-80 davlat standartlari bilan belgilangan.

### Elektrotexnik po'lat

Temir bilan kremniyning qotishmasi elektrotexnik po'lat deyiladi. Kremniy miqdori 0,5% bo'ladi. Bunda uglerod va oltingugurt qo'shimchasi bo'lishi mumkin. Lekin ularning miqdori 0,01% dan ortsa qotishmaning magniy yo'qotishlari ("poteri") sezilarli oshadi. Kremniy qo'shilganda magnit xususiyatlarini yomonlashtiruvchi  $Fe_3C$  tarkibidagi uglerod grafitga qaytariladi. Kremniyni qo'shilishi magnitostriksiyasini va anizotropiyani pasaytiradi, po'lat yirik donali strukturali bo'ladi. Kremniy kristallik panjarani ozgina buzib qiyshaytirib nisbiy qarshilik  $p$  ni  $60 \cdot 10^{-6}$  om sm gacha oshiradi.

Kremniy miqdori  $Si > 3\%$  ortishi bilan induksiya to'yinishi pasayadi, qattqlik va mo'rtlik ortadi. Bu po'latlar ikki xil ishlab chiqariladi.

1. Issiq prokat qilingan po'latlar. Qalinligi  $t = 0,35 - 1,0$  mm qilib prokatlanadi, chastotasi 50 va 400 Gts uchun  $t = 0,1 - 0,2$  mm yuqori chastotalarda ishlaydigan agregatlar uchun;

Agar po'lat tarkibida  $S = 1 - 2\%$  bo'lsa bu po'lat dinimli po'lat deyiladi. Agar  $S > 2\%$  bo'lsa, transformatorli deyiladi.

Mexanik kuchlanishlar natijasida magnit xususiyatlari pasayadi. Shuning uchun shtamplangan magnit o'kazgichlar bo'shatiladi. Issiq prokatlangan bu po'latlar 50 Gts ishlaydigan generator, transformator va dvigatellar uchun qo'llaniladi.

2. Sovuq prokat qilingan po'latlar. Issiq holda prokat qilinganda prokat bo'yicha hamma yo'nalishlarda magniy xossalari bir xil bo'ladi (magnitoizotropiya). Agar shu qayta sovuq holda prokatlanib, yuqori haroratda uzoq bo'shatilsa metall zarrachalari-donalari prokat yo'nalishi bo'yicha yo'llangan bo'ladi-teksturali bo'ladi. Magnitlanganda prokat yo'nalishi bo'yicha magnit xususiyatlari yuqori bo'ladi: anizotropiya bo'ladi. Issiq prokatlash bilan qalinligi  $t=2,5-2,8$  mm bo'lgan polosa olinadi. Sovuq prokatlash 2 va 3 tsikldan iborat.

1.  $t=1$ mm gacha prokat va bo'shatish vodorod muhitida (yoki vakuumda)  $750^{\circ}\text{S}$  da.

2.  $t=0,5-0,35$ mm gacha sovuq prokatlash, bo'shatish  $1100^{\circ}\text{S}$  da kerak bo'lsa.

3.  $t=0,2-0,1$ mm gacha prokatlash, bo'shatish. Bo'shatish natijasida ichki kuchlanish bo'yicha pasayadi, zararli qo'shimchalar chiqarib tashlanadi, sovuq prokatlangan po'lat ancha yuqori induktsiyaga ega. Issiq holda prokatlangan po'latni magnitlash va prokatlash o'qlari to'g'ri kelganda samaradorlik kuchli bo'ladi. U katta bo'lmagan transformatorlarda sovuq prokatlangan listni qo'llashda po'lat sarfi 30% ga kamayadi, yo'qotish esa 40%ga. Sovuq prokatlangan lentalar qalinligi  $t=0,2-0,5$  mm bo'lganda 50Gts chastotada ishlatiladi.

Issiq prokatlangan elektrotexnik po'latlar: E11-E13, ER1-E23, E43A, E45-E46, E47-E48. Birinchi raqam Si miqdori ikkinchi raqam ishlatish joyi (naznachenie)

Sovuq holda prokatlanganlar: E310-E330, E370-E380. Uchinchi raqam "0" sovuq prokatlangan. "A" yaxshilangan.

### **Elektr toki o'tkazuvchi materiallar**

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

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

Yarimo'tkazgichlarniki  $10^{-5}-10^{-8}$   $\text{Om}\cdot\text{m}$  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  $10^{-10}-10^{-16}$   $\text{Om}\cdot\text{m}$  ga teng. Bular izolyator sifatida ishlatiladi.

### **11.4.3. 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 (kislorodsiz) 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.

Kislorodsiz 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) rel'slari yasaladi.

Ko'rsatgichlar	Ag	Au	Cu	Al
Zichlik, $\text{kg/m}^3$	1050	1930	890	27
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, $r,\text{mkOm}^*m$	0,016	0,024	0,018	0,027

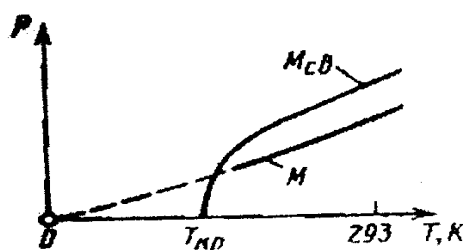
Qo‘shimchalarning borligi tok o‘tkazuvchanlikni ancha pasaytiradi.

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

### O‘ta o‘tkazgichlar (sverxprovodniki)

Ba’zi metallar(30xil elementlar) va qotishmalar (10000xil) absolyut nolъ 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 4 Haroratni o‘ta o‘tkazgichliligi ta’siri

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

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

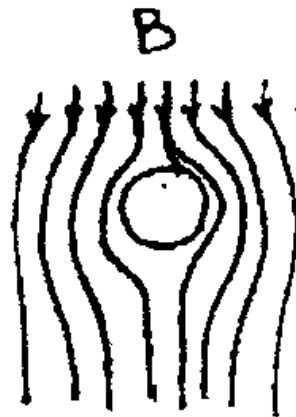
Eng ko‘p tarqalgan o‘ta o‘tkazgich qotishmalariga quyidagilar kiradi: Nb-Zr; Nb-Ti; V-Ti; Ta-Ti. Markalanishi: 65BT va 35BT (gost 10994-74). 65BT da 22-26% Ti, 63-68% Nb va 8,5-11,5% Zr bor.  $T_{kr}=9,7\text{K}(-263,3^{\circ}\text{S})$ . 35BT da 60-64% Ti, 33,5-36,5% Nb, 1,7-4,3% Zr bor.

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.Oksenfeld o‘ta o‘tkazgichlar shu haroratda ideal diamagnetikka aylanish hodisasini topdilar.

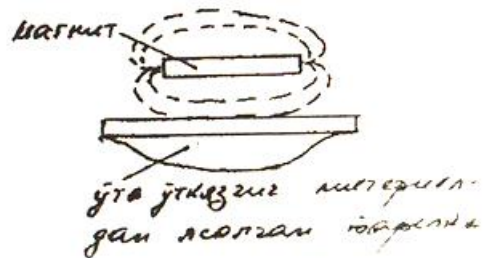


Rasm 5 Oddiy sharoitda o'ta o'tkazgichdan yasalgan shar bir tekis magnet maydonida joylashtirilgan.



Rasm 6

Shu shar sovutilib, o'ta o'tkazgich holatiga keltirilgach, magnet maydoni shardan itarib chiqiladi.



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

O'ta o'tkazgichli tarelka magnetni itarib chiqaradi va magnet havoda tarelka ustida muallaq osilib turadi.

Bu hodisadan yostiqcha ustidagi poezdlarda, gidronaslarda, 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		
	N i	N n	C u	R,mk Om*m	Ar 10 <sup>5</sup> l°S	ish°S
MNM <sub>ts</sub> 40-1,5 (konstan)	3 9-41	-2	q olgan	0,48	3	00
MNM <sub>ts</sub> 3-12 (manganin)	2 ,5-3,5	1,6- 13,5	-- ----	0,43	2	00

Isitgich elementlari uchun qotishmalar.

Qotishma	Xim tartibi,%				Elektr xossalari		
	r	l	F e	N i	Ar1 0 <sup>5</sup> l°S	Ar1 0 <sup>5</sup> l°S	ish°S
X23Yu5(xromel)	1,5- 24,5	,6- 5,3	Q olgan	< 0,6	1,3 7	1,4	200
X20N80(nixrom)	0-23	---	< 1,5	C olgan	1,1 1	9,0	100

### 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.

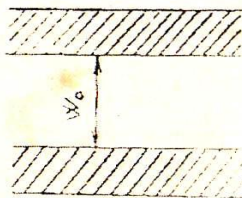
Yuqori yuklangan kontaktlar volʼfram, molibden, ularning qotishmalari va metallokeramikadan yasaladi. Eng quvvatli kontaktlarda kukun metallurgiyasi asosida olingan volʼfram – kumush (yoki mis) kompozitsiyasi ishlatiladi.

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 ( $\text{Sn}_0$ ), fosfor, мышьяк, сурьма, 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 7 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 “konsentratsiya”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 asboblarda (“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 boʻlinadi. (Ferromagnetiklar, ferrimagnetiklar.)

Diamagnetiklarda magnit qabul qiluvchanlik (“*pronimatsayemostʼ*”)  $h_2 < 0$  va bu tashqi magnit maydoni kuchlanishiga bogʻliq emas: vodorod, inert gazlar (argon, geliy), koʻpchilik organik birikmalar, osh tuzi, baʼzi metallar (Cu, Zn, kumush, oltin, simob), vismut, galiy, surma.  $h = 10^{-4} \div 10^{-7}$ .

Paramagnetik materiallarda  $h_2 > 0$ . Bular ham tashqi magnit maydoni kuchlanishligiga bogʻliq emas:  $O_2$  azot oksidi, temir, nikkell, kobolʼt va nodir metallar tuzlari. Al, platina  $h = 10^{-2} \div 10^{-5}$ .

Diamagnetik va paramagnetik materiallar texnikada chegeralangan miqdorda qoʻllaniladi ( $H_2O$  ni atrofida boʻlganidan).

Kuchli magnitli materiallarda  $h > 1$  va tashqi magnit maydoni kuchlanishiga bogʻliq. Magnitlanish (magnit induksiyasi)  $M$  bilan tashqi magnit maydoni kuchlanganligi  $N$  orasida bogʻliqlik mavjud.

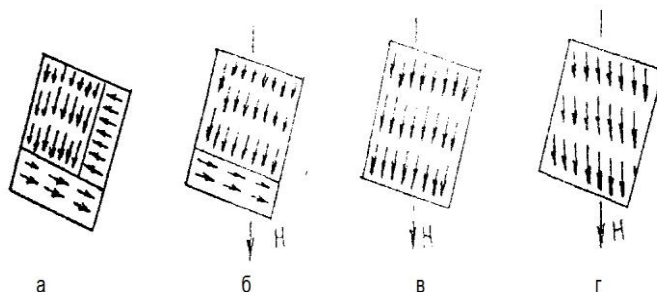
$$M = h \cdot N$$

$h$ -magnit qabul qiluvchanlik deyiladi va materialning magnit xususiyatlarini ifodalaydi.

Ferromagnetlarda  $h \gg 1$  boʻladi. Bu sinfga kiruvchi Fe, Ni, Ca kabi metallarda va ularning qotishmalarida magnit maydon juda zoʻrayib ketadi.

Ferromagnetik kristalning panjarasidagi atomlar oʻzaro bir-biri bilan kuchli taʼsirlashadi. Bu taʼsirlashuv, asosan chetki qobiqdagi elektronlar orqali sodir boʻladi. Kristaldagi qoʻshni atomlarning elektron qobiqlari bir-birini ichiga kirib boradi, natijada atomlar bir-biri bilan elektronlar almashish imkoniyatiga ega boʻladi. Bu taʼsirlashuv natijasida vujudga keladigan oʻzaro almashuvchi kuchlar tufayli elektronlarning spinmagnit momentlari oʻzaro paralel joylashadi. Natijada ferromagnetik ichida shunday sohachalar mavjud boʻladiki, bu sohachalardagi spinmagnit momentlar oʻz-oʻzidan (spontan) bir tomonga yoʻnalgan boʻladi. Bu sohachalarni domenlar deb ataladi. Domenlarni oʻlchamlari  $10^{-3} - 10^{-4}$  Om chamasida boʻladi. Turli domenlarning magnit momentlari turlicha yoʻnalgan boʻlib, tashqi magnit maydon boʻlmagan holda ferromagnet parchasidagi barcha domenlar magnit momentlarining vektor yigʻindisi nolga teng boʻladi. Shuning uchun har bir domendagi magnitlanish juda katta kuchli boʻlishiga qaramasdan ferromagnetik parchasi magnitlanmagan boʻladi.

Tashqi magnit maydonning ferromagnetikka taʼsirini koʻraylik, tashqi maydon kuchlanganligi unchalik katta boʻlmaganda, domenlar chegaralarining siljishi sodir boʻladi. Bunda magnit momentlarining yoʻnalishlari tashqi maydon yoʻnalishiga yaqinroq boʻlgan domenlar boshqa domenlar hisobiga kattalashadi.



Rasm 8 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 mikrokrstallik uchastkalar tashqi magnet maydoni tomonga qarab qolganda-yo‘nalganda.

Mikrokrstallik 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 magnet qabul qiluvchanlikni ko‘rsatadi, birinchi harf chastota diapazonini ko‘rsatadi. N-past chastotali (nizkiy). VCh-yuqori chastotali (высоко частотный) ikkinchi harf legirovchi 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.

Magnet xususiyatlariga qarab, po‘latlar va qotishmalar 2 guruhga bo‘linadi:

1. Yumshoq –magnitli (ferromagnitlar) qaysilariki, kuchsiz magnet maydonlarida ham qayta magnetlanish va to‘yinishi mumkin.

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

2. Qattiq-magnitli:  $N = 10^2 - 10^3 \text{ A/m}$ .

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

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 magnet 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<sub>5</sub>,Sm(Co,Fe)<sub>17</sub>. Bularning koefitsenti "h" ancha samariy katta.

### 11.5.1 Maxsus magnit xossaligi materiallar

Elektron hisoblash texnikasida va avtomatik qurilmalarda magnit xususiyatlaridan biri ya'ni chisterizisi to'g'rito'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'rito'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" (выгислительная техника) va "P" (прямougolnaya 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) EHMlarda 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(nikel'molib denli 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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8-1700
10SYu(sendast)	95%-Si,5,5%-Al qolgani Fe	1-2

### Sovuqqa chidamli materiallar

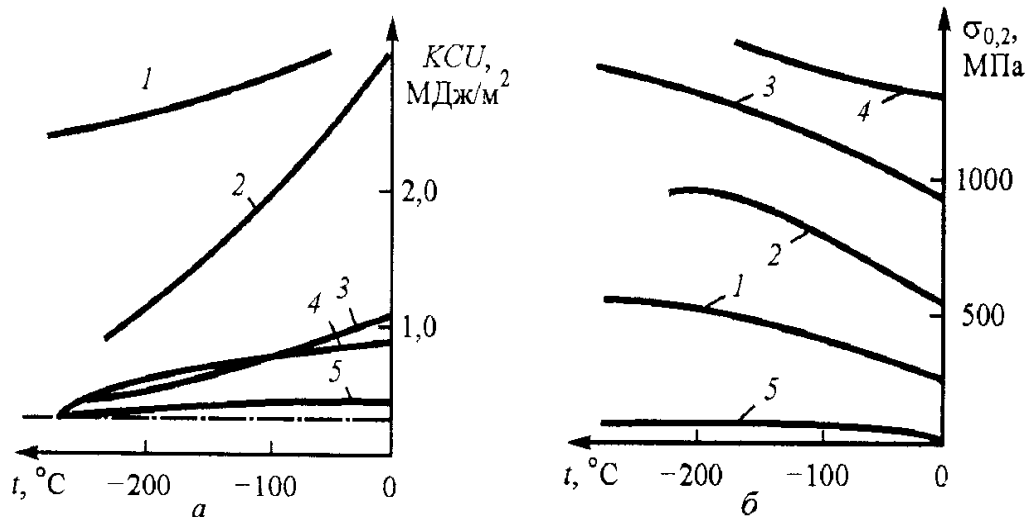
Sovuqqa chidamli materiallar deb, past haroratlarda 0-(-260°S) da ham o'zini qovushqoqligini yetarli darajada saqlab turadigan materiallarga aytiladi. Sovuq sharoitda ishlaydigan po'lat konstruksiyalar (ko'priklar, stalbalar, temir yo'l relslari, gaz va neft trubalari) qurilish mashinalari, avtomobillar (shimoliy joylarda - 60°S da ishlaydigan) juda ko'p. Samolyot obshivkalari-qoplamalari, raketa va kosmik kema detallari 0°S dan suyuq kislorod haroratigacha (-183°S) sovuq sharoitda ishlaydi. Suyultirilgan gazlarni saqlovchi hajmlar suyuq gely haroratigacha (-269°S) sovitiladi.

Materiallarni ishlash harorati pasayishi bilan ularning qovushqoqligi, plastikligi pasayadi mo'rt yemirilishga (buzilishga) moyilligi ortadi. Bu materialni mo'rt sinishga olib keladi. Mo'rt temirga, po'latlarga, hajmi markazlashgan va geksogonal panjarali po'lat va qotishmalarga xos. Material ishonchli ishlashi uchun qovushqoqlik harorati zaxirasi bo'lishi lozim. Bunga materialni sovuq sinish ostonasi (chegarasi) uni ishlatish haroratini past bo'lgan holatda erishiladi. Materialni zarur bo'lgan qovushqoqlik harorat zaxirasi materialni sovuq sinishiga ta'sir qiluvchi faktorlarga bog'liq: kuchlanishlarni to'planishiga, kuch qo'yish tezligiga, detal o'lchamlari va h.k.

Qovushqoqlikni harorat zaxirasi qancha katta bo'lsa, soviq sinish xavfi kichik bo'ladi, ishlash ishonchliligi yuqori bo'ladi.

Yoqlari markazlashgan kristallik panjarali metall va qotishmalar, titan va uning geksogonal panjarali qotishmalarini sovuq sinish ostonasi yo'q, ularni sovutganda zarbiy qovushqoqligi bir tekis (bir oxangda) kamayadi.

Bunday materiallarni sovuq sinishi uni zarbiy qovushqoqligi  $0,3MD_j / m^2$  ( $t_{ksi}=0,3$ ) dan ko'p bo'lgandagi harorati bilan baholanadi.



Rasm 9. Konstruktsion materiallarni zarbiy qovushqoqligini (Q) va oquvchanlik chegarasini (b) haroratga bog'liqligi: 1-12X18N10T-suvda toblash (1100°S); 2-0N9-suvda toblash (980°S), bo'shatish (600°S); 3-VT5-1-normallashtirish (750°S); 4- 03X9K14N6M3T-xavoda toblash (950°S), eskirtirish. 5-AM<sub>5</sub>-bo'shatish (400°S).

Sovuq sinishga yana quyidagi faktorlar ham ta'sir qiladi: mustahkamlik ( $\sigma_v, \sigma_{ag}$ ), fizik va texnologik xossalar, tashqi muhit bilan mosligi.

Materialni issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazishligi qancha kam bo'lsa, uni sovishi (muzlashi) shuncha oson bo'ladi.

Plastiklik yupqa listlar va yupqa devorli elementlar olish imkonini beradi. Yupqa devorli detallar (konstruktsiyalar) qalin devoriga nisbatan sovuq sinishga moyilligi kam.

Vodorod metallarda, ayniqsa titanda erib uni yaxshigina mo'rtlashtiradi.

### Sovuqqa chidamli po'latlar

Hajm va yoqlari markazlashgan kristallik panjarali po'latlar iqlimi sovuq sharoitlarda ishlatiladi. Bularning harorati chegarasi 0° -(-60°S), bu chegara po'latni metallurgik xossalariga bog'liq: kam uglerodli va mayda donali (10-20mkm) struktura olish; zararli qo'shimchalarni kamaytirish, ularni siyrak metallar qo'shish bilan neytrallashtirish va V<sub>1</sub>Nb, T bilan legirlash, hamda termik yaxshilash.

Eng ko'p ishlatiladigani kam uglerodli po'latlar, chunki uglerod miqdori ortishi bilan sovuq sinish ostonasi ko'tariladi va payvandlanuvchanlik yomonlashadi.

Oddiy sifatli po'latlarni metallurgik usulda (donalarni maydalash, mikrolegirlash) ishlab sovuq ishlash haroratini - 50°S gacha keltirish mumkin; bu legirlash usuli bilan olinganga qaraganda arzon. Bu xol yupqa devorli konstruktsiyalar uchun lekin, yirik konstruktsiyalar uchun kam legirlangan yuqori puxtalikdagi payvandlanadigan yuqori puxtalikdagi 09G2S, 14G2AF po'latlari ishlatiladi. O'rta uglerodli yaxshilanadigan va prujina po'latlari (45, 40X65G, 60S A) xam ishlatiladi. Nikelli po'latlar 12XN3A va 18X2N4MA termik yaxshilangandan so'ng -196°S ishlaydi.

Sovuq iqlimda ishlaydigan po‘lat quymalarni tarkibi GOST21357-87 bilan ta’minlangan: S=0,08-0,20% legirlovchilar Ni, Mn, Cr va oz-oz miqdorda V1,Nb,Ti va zararli elementlar chiqindilarni kamaytirish, ayniqsa, S va P (xar birini miqdori 0,02% dan kam). Zararli elementlar Pb, Sn, Zn, Sb, Bi (bu sharoit uchun) ham kamaytiriladi. Donalarni maydalash uchun Ca va Va qo‘shiladi.

Kriogen texnikada austenitli po‘latlar 12X18N10TL; 10X14P4N4TL; 07X13AG19L ishlatiladi. Austenitli quyma po‘latlar 08X8G28L va 07X8G28N3FL strukturalarini -253°S da ham saqlaydi. Quyma austenit po‘latlardan ventil korpusi va suyuq gaz tashuvchi va quyuvchi tizimlar armaturalari yasaladi.

Invar 36N (bunda 36%Ni, qolgani Fe) qotishmasi turg‘un yoqlari markazlashgan kristall panjaraga ega. Uni issiqlikdan kengayishi juda kam: temirnikidan 8 baravar kichik. Harorat ta’sirida uzayishi koeffitsienti  $\alpha < 1,5 \times 10^{-6} \text{ grad}^{-1}$ . Bu qotishmani chiziqli uzayish koeffitsenti -80° bilan +100°S orasida o‘zgarmaydi. "Invar" so‘zi inglizchada o‘zgarmas degani. Demak, bu qotishmadan yasalgan detal termik deformatsiyalanmaydi hisob, termik kuchlanish bo‘lmaydi. Lekin, zang bardoshligi kam, qimmat.

Chiziqli kengayish koeffitsenti kichik bo‘lgan yana bitta nikel qotishmasi bor: platinit deb ataladi. Platinitni kengayish koeffitsenti shishaniki kabi:  $9 \times 10^{-6}$  ga teng.

Agar invar tarkibidagi nikelning bir qismini kobaltga almashtirilsa, superinvar qotishmasi hosil bo‘ladi va uning uzayish koeffitsenti invarnikidan ham kichik bo‘ladi:  $\alpha = 10^{-6} \text{ grad}^{-1}$ .

### Sovuqqa chidamli qotishmalar

Alyuminiy va uning qotishmalarini sovuq sinish ostonasi yo‘q, shuning uchun ularning qovushqoqligi -253÷-269°S da saqlanadi. Sovitilganda ularning mustahkamligi ( $\sigma_v$ ) 35-60% ga, oquvchanlik chegarasi ( $\sigma_{Qg}$ ) 15-25% ga ko‘tariladi, zarbiy qovushqoqligi bir tekisda 0,2-0,5MDj/m<sup>2</sup> qiymatgacha kamayadi. Issiqlik o‘tkazish qobiliyati katta bo‘lgani uchun ularni issiqlikda kengayishi katta bo‘ladi. Bu degani deformatsiyalanib ahamiyatli termik kuchlanishga olib keladi degani. Buni yomon ta’sirini yo‘qotish uchun, elementlari qattiq maxkamlanadigan konstruksiyalarga kompensatorlar qo‘yiladi.

Sovuq haroratlarda (-253 dan -269°S gacha) termik ishlab puxtalanmaydigan alyuminiy qotishmalari AM<sub>ts</sub>, AM<sub>g2</sub>, AM<sub>g5</sub> lar ishlatiladi. Payvandlanmaydigan va konstruksion materiallarni qo‘llash-harorat intervali.

Materiallar	Materialni ishonchli ishlash harorati chegarasi °S	
	Qo‘shimcha ishlov bermasdan	Sovuqqa chidamlilikni yaxshilagandan so‘ng
Po‘lat uglerodli oddiy sifati	-20	-50

Uglorodli sifatli	-30	-60
Kam legirlangan,09G2Stipida	-40	-60
Nikelli,Ni=6%(OH6)	-100	-150
Nikelli,Ni=9%(OH9)	-150	-196
Martensit-eskiruvchi 03X9K14NbM3T	-196	-253
Austenitli 03X13AG19	-130	-196
Austenitli 12X18N10T	-253	-269
Invar 36N	-269	-269
Alyuminiy va uning qotishmalari ADI,AM <sub>ts</sub>	-269	-269
AM <sub>g</sub> 1, AM <sub>g</sub> 5	-253	-269
D 16	-196	-253
V 95tipidagi	-196	-253
Titan qotishmalari VT5-1	-253	-269
VT3-1	-196	-253
Mis va uning qotishmalari M1 <sub>r</sub> ,M2 <sub>r</sub> ,M3 <sub>r</sub>	-269	-269
Br AJN10-4-4	-196	-253
L63,LJM <sub>ts</sub> 59-1-1	-253	-269
Br B2	-269	-269

-253°S da ishlaydigan konstruktsiyalar elementlari termik ishlash bilan puxtalanadigan alyuminiy qotishmalari D16, AK6, AK8 hamda quyma qotishmalardan yasaladi.

Titan va uning qotishmalari harorat -196 dan -269°S da ham mo'rtlashmaydi. Shuning uchun nisbiy mustahkamligi katta bo'lganidan kosmik texnikada ishlatiladi. Texnik toza titan va uni fazali qotishmalari VT5-1, OT4 keng qo'llaniladi. Bular ancha plastik, oson payvandlanadi.

Mis va uning qotishmalari. Bularni sovuq sinish ostonasi yo'q. Sovutish jarayonida uning buzilish qovushqoqligi ko'tariladi. Bulardan -269°S gacha sovuqda ishlaydigan trubali konstruktsiyalar, maxkamlash detallari, payvandlangan korpuslar yasaladi.

### **Radiatsiyaga chidamli (bardoshli) materiallar**

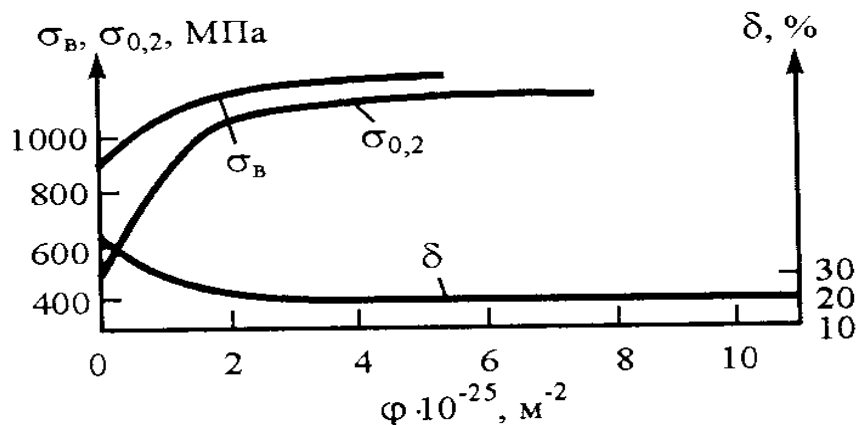
Nur ta'sirida materiallarda struktura o'zgarishlari bo'ladi va material xossalarini (ayniqsa ishlatish vaqtida) nomaqul o'zgarishlarga olib keladi. Eng ko'proq ta'sir qiladigani neytron nurlaridir.

Radiatsiyaga chidamlilik (bardoshlik) bu material struktura va xossalarini nurlanish sharoitida turg'unligidir. Nurlanish ta'sirida hosil bo'lgan struktura o'zgarishlari mexanik xossalarga va korroziyon turg'unlikka ta'sir qiladi.

Nurlanish nuqtaviy va chizig'iy nuqsonlarni hosil bo'lishiga olib keladi. Nurlanayotgan material atomlari o'z o'rnilaridan surilib, tugunlar orasiga joylashib

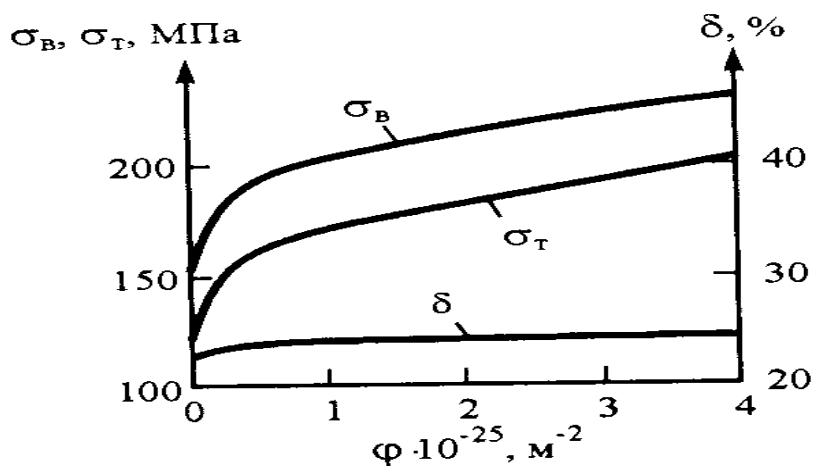
vakansiya nuqsonini ham hosil qiladilar. Bitta zarracha keltirib chiqargan vakansiyalar soni uni ko‘rinishiga va energiyasiga bog‘liq va yana nurlanayotgan material xossalariga bog‘liq. Ba’zi materiallarda yadro reaksiyalari o‘tib gazsimon **mahsulot** ajraladi.

Nurlanishni rekristallanish haroratidan pastda olib borilsa, bunga past haroratli nurlanish deyiladi. Bunda struktura o‘zgarishlari va metall hamda qotishmalarning mexanik xossalari, xuddi sovuq deformatsiya natijalariga o‘xshaydi: ya’ni material puxtalanadi, lekin plastikligini yo‘qotmaydi. Uglerodli po‘latlar eng katta mustahkamlikka ega, 20<sup>0</sup>Sda neytron nurlari oqimi  $\varphi=2 \times 10^{23} \text{ m}^{-2}$  bo‘lsa. Agar  $\varphi=3 \times 10^{23} \text{ m}^{-2}$  bo‘lsa, po‘lat eng katta puxtalanadi. (rasm)



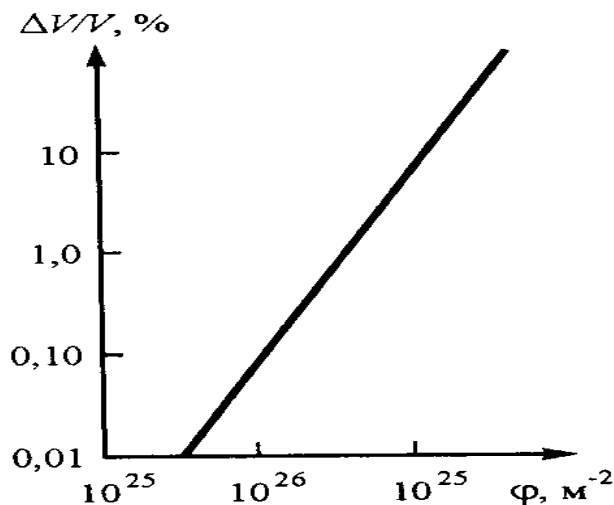
Rasm 10 Austenitli po‘lat 12X18N10T ni 20<sup>0</sup>Sda mexanik xossalarini past haroratli nurlanishda (neytronlar bilan) o‘zgarishi.

Yuqori haroratli nurlanishda-rekristallanish haroratidan yuqori haroratda radiatsion normallashtirish jarayoni o‘tadi: materialni strukturalari va mexanik xossalari tiklanadi. Perlitli po‘latlarni 250-450<sup>0</sup>Sda nurlatganda xossalari kam o‘zgaradi, 450<sup>0</sup>Sdan yuqorida amalda o‘zgarmaydi. Austenitli po‘latlar 600<sup>0</sup>Sda turg‘un. Alyuminiy va magniyni rekristallanish harorati past. Ular 150<sup>0</sup>Sdan yuqorida radiatsiyaga bardoshli, alyuminiy plastikligi o‘zgarmaydi, mustahkamligi hatto ortadi xam.



Rasm 11. Alyuminiyni neytronlar bilan yuqori haroratda nurlashda 20<sup>0</sup>S da mexanik xossalarini o‘zgarishi.

Yuqori haroratli katta oqimli neytronlar bilan nurlanganda, ba'zi metallar (austenitli-xromli po'latlar va qotishmalar, Ni, Mo, Ti, Zr, Be asosidagi qotishmalar) ishadilar ("Raspuxanie"). Berilliy 800-900°Sda neytron potok  $\varphi=10^{24}\text{m}^{-2}$  bilan nurlanganda hajmi 3-5% ga ortadi, austenitli po'lat 450°Sda oqim  $\varphi=10^{27}\text{m}^{-2}$  bilan nurlanganda hajmi 10% ga ortadi (rasm 11.4).



Rasm 12. Austenitli po'lat 12X18N10Tni 450°Sda nurlanishi uni hajmini nisbiy kattalashishiga ta'siri.

### Nurlanishni korroziyabardoshlikka ta'siri

Nurlanish ostida ishlaydigan ko'pchilik materiallar uchun korroziyalovchi muhit bu - suv, nam yoki o'ta qizdirilgan par bo'ladi. Bu muhitlarda elektrokimyoviy korroziyalanish jarayoni kimyoviy jarayon bilan yonma-yon o'tishi mumkin.

Nurlanish natijasida metall yuzasidagi plyonkalar kimyoviy yemiriladi va korroziyabardosh pasayadi. Nurlanish material strukturasi buzib elektrokimyoviy potentsialini pasaytiradi va korroziyali yemirilish jarayonini tezlatadi.

Nurlanishda elektrolit tarkibi ham o'zgaradi-radioliz bo'ladi: suv molekullari buzilib ionlar hosil bo'ladi va kislorod, vodorod va ON- gruppasi atomlari hosil bo'ladi. Kislorod metallni oksidlantiradi, vodorod esa uni vodorodga to'yintiradi va shu bilan uni mo'rtlashtiradi. Ikki jarayon-oksidlash va vodorodlash metallni elektrokimyoviy yemirilishini kuchaytiradi.

Alyuminiy va uning qotishmalari suvda 190°Sda issiq neytronlar oqimi (tezligi= $10^{16}\text{S}^{-1}\text{M}^{-2}$ ) bilan nurlatilganda ularni korroziyalanish tezligi 2-3 marta oshgan.

Suvni radioliz qilganda tsirkoniyni korroziyabardoshligi kamaygan. Issiq neytronlar (tezligi= $10^{17}\text{S}^{-1}\text{M}^{-2}$ ) bilan nurlanganda, 20°Sda "Tsirkoniy-2" ni korroziyalanish tezligi 50-70 marta ko'paygan (himoya plyonkasini yemirilishi hisobiga).

Nurlanish sharoitida ishlaydigan konstruktsiyalar (o‘ramli sterjinlarni po‘stloq qobig‘i, reaktorlarning korpuslari va trubalari, sinxrofotronlar korpuslari) Zr,Be,Al,Mg asosida yuqorida issiqbardosh va korroziyabardosh po‘latlardan yasaladi.

### Dielektriklar

Dielektrik moddalar deb shunday moddalarga aytiladiki, bularda valentli zona o‘tkazish zonasida keng man etilgan energiya bilan ajratilgan. Dielektriklar qattiq: (keramika, polimerlar, shisha); suyuq: (benzol, toluol, vodorod, kislorod, argon) holatda bo‘ladi. Bularda erkin elektronlar yo‘q, bog‘liqlik valentli yoki kovalentli. Dielektriklar-izolyatorlar tok o‘tkazmaydilar: nisbiy elektroqarshilik  $p=10^{12}-10^{20}$  om m.

Dielektriklarning xarakterli xususiyati ularning qutblanishidir. (Elektr zaryadlar siljiydi).

Kondensator qoplamalari oralig‘idagi bo‘shliq bo‘lganda sig‘imi  $S_0$  belgilaymiz. Kondensator qoplamalari oralig‘ida dielektrik bo‘lgandagi yig‘indisi

$$S=E \cdot S_0$$

E-dielektrik doimiy,kondensator qoplamalari oralig‘ida bo‘shliq o‘rnida biror dielektrik bo‘lganda, kondensator sig‘imining necha marta ortishini ko‘rsatadi.

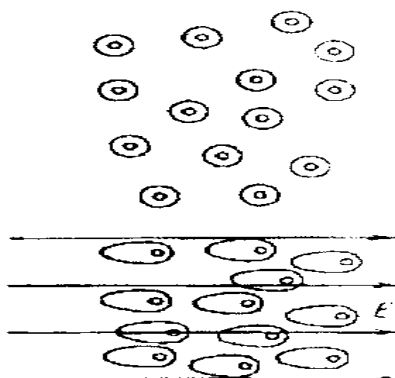
Havo uchun  $E=1$ , oltingugurt  $E=4$ , mum  $E=7,8$ , parafin  $E=2,1$ ; shisha  $E=7$ , chinki  $E=6,3$ ; ebonit  $E=2,5$ ; keromika  $E=20$ , suvlar uchun  $E=81$ .

Qutblanishning asosiy mohiyati shundan iboratki, bir-biriga bog‘liq elektrik zaryadlar maydon ta‘sirida suriladilar-siljiydilar. Siljigan zaryadlar o‘zlarining xususiy ichki maydonlarini hosil qiladilar, bu maydon yo‘nalishi tashqi maydon yo‘nalishiga teskari bo‘ladi. Qutblanish o‘lchami-dielektrik doimiylikdir.

Qattiq dielektrlarda qutblanish har xil bo‘ladi, lekin hammasining yig‘indisi  $E$  ning kattaligini-qiymatini ifodalaydi. Kondensatorli dielektrlarda  $E$  katta maydonda o‘zgaradi.  $E=(12-15) \cdot 100000$ .

Qutblanishning eng asosiy turlari: elektronli, ionli, dipol-relaksatsiyali va o‘z-o‘zidan (“spontaynaya”).

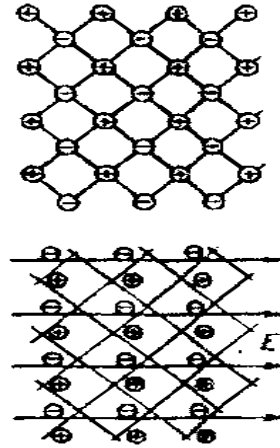
Elektronli qutblanish atomlarning elektron qobiqlarining deformatsiyasini vujudga keltiradi.



Rasm 13. Elektronli qutblanish sxemasi

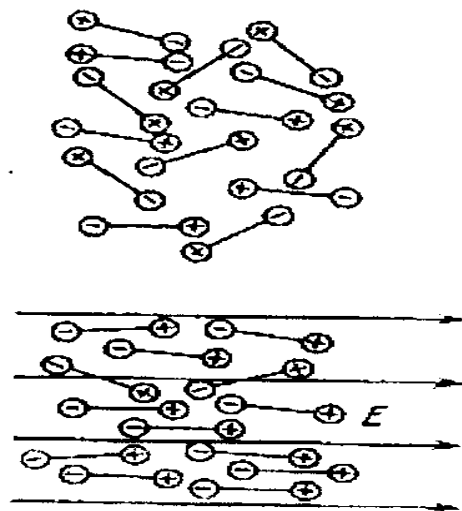
Elektronlar bir zumda suriladilar. Qutblanish vaqti juda kam  $t=10^{-15}$ s. Chastotaga bog‘liq emas.

Ionli qutblanish qoplamalarining elastik surilishi hisobiga bo‘ladi. Surilish masofasi ionlar orasidagi masofadan kam bo‘ladi. Manfiy ionlar musbat elektrod tomonga, musbat ionlar manfiy elektrod tomonga suriladi. Ionli qutblanish davri juda kam  $t=10^{-13}$ s.



Rasm 14. Ionli qutblanish sxemasi

Dipol-relaksatsionli qutblanish qutbli dielektrlarda namoyon bo‘ladi.



Rasm 15. Dipol-relaksatsionli qutblanish

Dipollarning burilishi E ni yaxshigina o‘zgartiradi. Qutblanmagan dielektrlarda E ning qiymati 2 dan ozgina ortiq. Qutblanganlarda u bir necha bor katta. Dipollarning maydon ta‘sirida burilishi va E olib tashlangandan so‘ng orqaga qaytishi uchun molekulyar kuchni yengishi kerak. Shuning uchun bunga vaqt kerak, ya‘ni yuqoridagi qutblanish sekinroq o‘tadi. Qizdirilsa, tezlashadi, chunki molekulyar kuchlar kamayadi.

O‘z-o‘zidan qutblanish faqat bitta dielektrikda-segnetoelektrlarda bo‘ladi. Buni Kyuri nuqtasigacha sovitilganda o‘z-o‘zidan qutblanadi.

Dielektrlarning-izolyatorlarning elektrik qarshiligi yuqori  $p > 10^{12} \text{Om m}$ . Bu qizdirilganda kamayadi.

Dielektrlarning elektrik mustahkamligi teshib o'tishiga qarshilik bilan o'lchanashadi. Teshib o'tish-bu qattiq dielektrikni maydon ta'sirida tuzatib bo'lmaydigan (neobratimny) buzilishiga va izolyatorlik xossasini yo'qotishga aytiladi.

Elektrik mustahkamlik teshish kuchlanishligi  $E_{\text{teshish}}$  deb, tok quvvati  $V_{\text{teshish}}$  ni dielektrik qalinligiga nisbatidir:

$$E_t = V_T / \delta$$

Teshib o'tish 3xil bo'ladi: elektrik, issiqlik va elektrokimyoviy.

Elektrik teshib o'tish katta hajmdagi elektronlar tulgunligining ionlashishi natijasida ro'y beradi. Bu katta kuchlanish ( $E_1 > 1000 \text{MV/m}$ ) ta'sirida bir zumda ( $t = 10^{-7} - 10^{-8} \text{s}$ ) o'tadi. Odatda teshish tok quvvatini o'lchaganda yoki uning katta sakrashida bo'ladi.

Issiqlik teshish maydoni va issiqlikning birgalikdagi ta'siri ostida bo'ladi. Shuning uchun kontakti sovitib turish kerak.

Elektrokimyoviy teshish elektr maydonining uzoq ta'siri ostida dielektrikning strukturasi o'zgarishi va  $E_T$ ning pasayishi natijasida bo'ladi.

Kimyoviy tarkibiga qarab dielektriklar 2 turga bo'linadi:

1. Organik (polimerlar, rezina, shoyi)
2. Organik emas (slyuda, keramika, shisha sitollar)

Elektrik xususiyatlariga qarab 2 xil: past chastotali (elektrotexnik), yuqori chastotali (radiotexnik).

Dielektrlarning xal qiluvchi xususiyati-bu issiqqa bardoshligi: o'z xususiyatlarini uzoq vaqt qizdirilganda ham saqlab qolish. Issiqqa bardoshlik qobiliyati darajasiga qarab, dielektriklar 7 sinfga bo'linadi: U, A, E, V, F, N, S. "U" eng pasi  $90^\circ \text{S}$  dan past bo'lishi kerak. Eng yuqorisi "S" guruhi:  $180^\circ \text{S}$  va undan yuqori haroratni ushlaydi: slyuda, keramika, shisha, sitollar.

Dielektrlarning xossalari nam o'tkazishlik ("gigroskopichnost") katta ta'sir ko'rsatadi. Dielektrlarda tok o'tkazuvchi plyonkaning va qatlamning hosil bo'lishi izolyatorlik qobiliyatiga salbiy ta'sir qiladi, hatto teshib o'tishi ham mumkin. Suv molekulasi diametri  $d = 2,5 \cdot 10^{-10} \text{m}$ -juda kichkina, shuning uchun suv pari hamma yoqqa kirib ketaveradi. Eng gigroskopik materiallar zich va g'ovaksiz materiallar suv parlarini o'tkazmaydi, bularga sitaplar, shisha, ziya keramika, epoksidli plastmassa, qutbsiz polimerlar kiradi.

Dielektrlarni tanlashda ularning mustahkamligi va mexanik xossalari ham e'tiborga olinadi. Keramika, shisha, sitollar - ancha mustahkam dielektriklar, lekin mo'rt, ularning egilishga mustahkamligi

$$\delta_{\text{egil}} = (30-300) - 500 \text{Mpa}$$

Struktura va xossalari turg'unligi dielektrlarning ishlatish-eksplutatsiya qilish muddatini belgilaydi, shishaga PbO va BaO qo'shilishi uning elektrokimyoviy teshilishiga

qarshiligini oshiradi. Ko‘pchilik plastmassalar razryad ta‘sirida kuyib ko‘mirlashadi (qotadi) va o‘zining izolyatsion qobiliyatini yo‘qotadi.

Polistrop, organik shisha, ftoroplast va kremniy organik plastiklarda bu kamchilik yo‘q.

Dielektriklar orasida keramik materiallar (ayniqsa, segnetokeramika) alohida ahamiyatga ega. Bular eskirmaydi va qizdirishga nisbatan turg‘un.

Keramika izolyatorlarni, kolodkalarni, platlarni, g‘altaklarni yasashda ishlatiladi.

Past chastotalarda elektrofartfor ishlatiladi: arzon, yaxshi elektrik xossalari, lekin mustahkamligi past va 200°S dan yuqorida katta “yutqazishi” - “poteri”.

Yuqori chastotalarda ishlaydigan detallar asosan steoit nomli materiallardan yasaladi. Buning tarkibida zararli qo‘shimchalar (primaslar) yo‘q va 100°S gacha o‘z xossalarini yaxshi ushlab tura oladi: yaxshi presslanganda, kuydirilganda-pishirilganda (objig) kirishishi 1-2%. Zich va g‘ovak strukturali hamda aniq o‘lchamli detallar uchun ishlatiladi. Steoit yaxshi qirqiladi. Kamchiligi: harorat tez o‘zgarganda darz ketadi.

Yuqori chastotali kondensatorlarni yasashda ul‘trafartfor, steoit, stannatli, keramika ishlatiladi. Eng yaxshi xossali keramika TiO<sub>2</sub> asosida bo‘ladi. Bunday keramika 2 xil bo‘ladi:

1. Tikondalar: T-60, T-80, T-150.
2. Termokondalar: T-20, T-40 raqamlar “E” ning miqdorini bildiradi.

Tikondalar asosan termokompensatsilovchi kondensatorlar uchun ishlatiladi. Termokondalar yuqori turg‘unlikdagi kondensatorlar uchun ishlatiladi.

Past chastotali kondensatorlar uchun eng yaxshi material-segnetokeramika, chunki uning “E” si ancha katta.

P‘ezoelektriklar-bular shunday materialki, mexanik kuchlanish ta‘sirida ular qutblanadilar. P‘ezokeramik materiallar – bular bariy titanati (TBS va TBKS) asosidagi qattiq eritma. Bariy niobati (NBS) qalay titanati (NTS), asoslarida ham bo‘lishi mumkin.