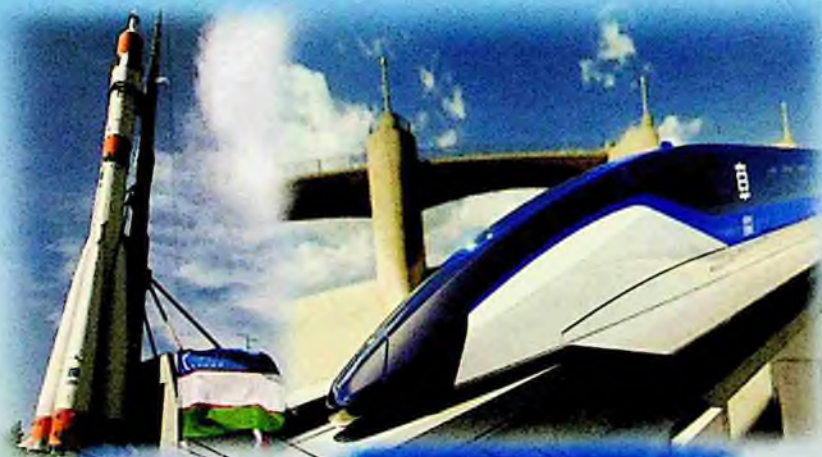


**SAFAROV ZOKIR NOSIROVICH**

# **MATERIALSHUNOSLIK**



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

Z. N. SAFAROV

# MATERIALSHUNOSLIK

*O'zbekiston Respublikasi O'liy va o'rta maxsus ta'lim vazirligin tomonidan 5310100-Energetika (issiqlik energetikasi), 5310200-Elekt energetikasi (tarmoqlar bo'yicha), 5320200-Mashinasozlik texnologiyasi, mashinasozlik ishlab chiqarishini jihozlash va avtomatlashtirish yo'nalishlarida ta'lim olayotgan talabalar uchun darslik sifatida tavsiya etilgan*

Toshkent  
«Tafakkur avlodi»  
2020

**UO'K: 66.017(075.8)**

**KBK: 30.3ya73**

**S 34**

**S 34           Safarov Z. N.**

**Materialshunoslik [Matn]:** darslik / Z.N. Safarov.  
– Toshkent: «Tafakkur avlodi», 2020. – 440 b.

Darslikda «Materialshunoslik» fanining barcha qismlarida nazariy ma'lumotlar ya'ni elektrotexnik materiallarga qo'yiladigan talablar «Materialshunoslik» fanini sanoatdagi o'rni. Metallar va nometallar to'g'risidagi umumiy ma'lumotlar. Istiqbolli progressiv materiallar yaratish zaruriyati tug'ilmoqda. Materiallarning kristall tuzilishi, metallar strukturasi, qotishmalar nazariyasi, qotishmalarining turlari, fazalar qoidasi, metal va qotishmalarining fizik, mexanik va texnologik xossalari, plastik va elastik deformatsiya, temir va uning qotishmalari, metallar tasniflari keltirilgan. Alohida xossali metallar va qotishmalar, nometallar tasnifi va amalda qo'llanilishi haqida ma'lumotlar berilgan. Darslik energetika sohalariga oid ta'lim yo'nalishlari uchun mo'ljallangan bo'lib, tasdiqlangan namunaviy dasturga mos holda tayyorlangan. Ushbu darslikdan ishlab chiqarish sohalarining mutaxassislari, muhandislar, magistrantlar va ilmiy-texnik xodimlar ham foydalanishlari mumkin.

**Mas'ul muharrir:**

**H.G. Qodirov – t. f. n., dots.**

**Taqrizchilar:**

**K.H. Axmedov – t. f. n., dots.,**

**H.H. Eshev – Elektrotexnik laboratoriyasi boshlig'i**

**UO'K: 66.017(075.8)**

**KBK: 30.3ya73**

**ISBN 978-9943-6757-3-5**



**© Z.N. Safarov**

**© «Tafakkur avlodi», 2020**

## KIRISH

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning 2016-yil 30-dekabr kuni qabul qilingan "O'zbekiston Fanlar Akademiyasi akademiklari faoliyatini takomillashtirish va rag'batlantirish to'g'risidagi Farmonida mamlakatimiz ijtimoiy-iqtisodiy taraqqiyotida ilm- fanning o'rnini yanada mustahkamlash, akademiklar faoliyatini har tomonlama qo'llab-quvvatlash, yuqori malakali ilmiy kadrlar tayyorlash sifatini oshirishni rag'batlantirish maqsadida bir qator muhim chora-tadbirlar belgilab berilgan.

O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish uchun qabul qilingan "Harakatlar strategiyasi"da belgilangan beshta ustuvor yo'nalishning har biri bo'yicha belgilangan vazifalarining ta'lim sohasida muvaffiqiyatli bajarilishi yangicha yondashuvlarini, dunyoning rivojlangan mamlakatlarining ishlab chiqarish sohalaridagi zamonaviy texnologiyalarini, fan va ta'lim sohasidagi yangiliklarni qo'llashni taqozo etadi.

Keyingi yillarda fan-texnika taraqqiyoti munosabati bilan sanoatning barcha tarmoqlari, ayniqsa og'ir sanoat va mashinasozlik sanoati rivojlanib bormoqda. Sanoatning rivojlanishi arzon, puxta, ishlatish qulay bo'lgan yangidan-yangi materiallarni izlab topish, materiallarning xossalarini yaxshi bilgan holda ularni zaruriy yo'nalishda o'zgartirish texnologiyasin ishlab chiqishni taqozo etadi. Bu vazifalarni hal etish uchun texnika o'quv yurtlarida o'quvchilarga fanni puxta o'rganish, ularning "Materialshunoslik" fanidan chuqur va atroflicha bilim olishlarini ta'minlash zarur. Shu sohada o'zbek tilida darslik va qo'llanmalarining etishmasligi talabalarning puxta bilim olishlarini ma'lum darajada qiyinlashtirmoqda, u metall, metallmas va kompozitsion materiallarga oid ma'lumotlarni o'z ichiga oladi, unda materiallarning xossalari, tuzilishi va ishlatilish xususiyatlarini imkon boricha to'liq yoritishgaharakat qilindi. Lozim bo'lgan joylarda chiqindilarsiz texnologiyani joriy qilish, atrof-muhitni muhofaza qilish masalalariga ham e'tibor berildi. Iloji boricha, atamalarning o'zbekcha muqobilidan foydalanildi, lekin ayrim joylarda tushunarli bo'lishi uchun xalqaro variantni ham berildi. Insonlar o'z faoliyatida moddalarni ishlab chiqarish mahsuloti deb qaraydilar. Moddalar aslida esa materiyaning ma'lum bir barqaror massaga ega bo'lgan bo'lagidir. Ana shunday moddiy dunyoni texnikada "material" deb

atash qabul qilingan. Demak, materiallar mehnat jarayonining mahsuli bo'lib, undan insoniyat o'z talablarini qondiradigan buyumlar yasashda foydalanadi. Materiallar ishlab chiqarishda birlamchi vosita hisoblanadi. Material bo'lmasa, sanoat jarayonlari ham bo'lmaydi. Masalan, mis (material) ishlab chiqarish uchun rudalar (mis rudalari) qazib olinishi kerak. Xomashyo materiallarni olish uchun ham mehnat sarflanadi, ya'ni rudalar qazib olinib, qayta ishlash uchun ruda boyitiladigan kombinatlarga yuboriladi. So'ngra boyitilgan rudalardan mis olinadi. Misdan esa turli xil buyumlar ishlab chiqariladi. Mis olishda ruda xomashyo material bo'lsa, buyum ishlab chiqarishda misning o'zi xomashyo material hisoblanadi. Mehnat jarayoni shuni ko'rsatadiki, sifat jihatidan barcha xomashyolarni ikki turga bo'lish mumkin. Birlamchi xomashyo yoki birinchi bor materiallarni hosil qilish uchun ishlatiladigan modda. Lekin ana shu birlamchi materialni hosil qilish uchun hamma vaqt ham tanlangan xomashyo 100 foiz sarflanmaydi, ya'ni uning ma'lum qismi chikindiga aylanishi mumkin. Ana shu chiqindilar ham boshqa buyumlar ishlab chiqarish uchun xomashyo, ya'ni ikkilamchi xomashyo bo'lishi mumkin. Masalan, yog'ochning qayta ishlanishidan chiqqan qirindi (ikkilamchi xomashyo) mebel sanoatida ishlatiladi. Buyumlar ishlab chiqarish uchun materiallar bilan bir qatorda yarim fabrikatlar ham ishlatilishi mumkin. Yarim fabrikat deganda qayta ishlangan, lekin hali tayyor buyum holiga keltirilmagan material tushuniladi. Buyum olish uchun materialni, ya'ni yarim fabrikatni qayta ishlash yana davom ettirilishi kerak. Demak, bir ishlab chiqarishda tayyorlangan material (mahsulot) boshqa ishlab chiqarish uchun yarim fabrikat hisoblanadi. Materialning texnikaga yaroqliligi uning tuzilishiga bog'liqdir. Materialning tuzilishi deganda, uning bir butunligini ta'minlovchi, ya'ni tashqi va ichki ta'sirlarga faol qarshilik ko'rsatuvchi ichki bog'lanishlar tushiniladi. Ana shu ichki bog'lanishlarga muvofiq materialning xossalari ham o'zgarishi mumkin. Demak, materiallarning xossalari ularni bir-biri bilan solishtirgandagina ajratish mumkin bo'lgan falsafiy tushunchadir. Bu tushuncha miqdor va sifat o'zgarishlarni o'z ichiga oladi.

*Materialning tarkibi, tuzilisha hamda xossalari o'rtasidagi amaliy bog'lanishlarni o'rganadigan fan materialshunoslik deb ataladi. Materialning tarkibi deganda shu materialning qanday*

kimyoviy elementlardan tuzilganligi tushuniladi. Kundalik turmushimizda qo'llaniladigan materiallar aksariyata birgina kimyoviy elemendan iborat bo'lmay, ko'p elementlarning majmui yoki birikmasidan iborat. Materialning tuzilishi tushunchasi ancha keng ma'nodagi tushuncha bo'lib, ko'z yoki oddiy lupa bilan ko'rib bo'ladigan makrotuzilish, maxsus (500—2000 marta katta qilib ko'rsatadigan) optik asboblari — metallomikroskoplar yordamida o'rganiladigan mikrostruktura hamda 100 000 marta katta qilib ko'rsatadigan elektron mikroskoplarda yoki rentgen nurlari ta'sir ettirish bilan kuzatiladigan supmikroskopik strukturalarni o'z ichiga oladi. Materialning xossalari deganda, uning kimyoviy fizik va mexanik xossalari tushuniladi. «Materialshunoslik» fanini o'rganish jarayonida «Fizika», «Matematika», «Mexanika», «Axborot texnologiyalari», «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari», «Chilangarlik ishlari», «Metallar texnologiyasi quvurlar va armaturalari», va shu mutaxassislikning barcha fan dasturlari bilan bog'langan. Quyosh, yer, suv, havo- yer shari tuzilishi uchun qanchalik ahamiyati bo'lsa, yer sharini tashkil qilgan suv-60%, kremniy-16%, va qolgan barcha Mendeleyev davri sistemasidagi elementlar sayyoramizni tashkil etadi. Barcha moddalarni yaralishi birinchi navbatda temperatura, bosim, hajmga bog'liq. Tabiatga barcha madanlarni yaralish vaqti me'yorga bog'liq bo'lib qolmoqda. H<sub>2</sub>O kremniyga juda katta bog'liqlik bor. Qadimdan Buxoro temirchilik maktabi tarixiga nazar solsak, ular fan texnika rivojiga o'z zamonasida juda katta ishlar qilingan. Metallga ishlov berishda juda noyob usullarni ishlab chiqishgan hamda oltinga ishlov berish va olish sirlarini bilishgan. Metall mustahkamligiga suvni ahamiyati qanchalik ahamiyatli bo'lishini bular temperaturaga bog'liq chegarani bilib, zanglamasligi uchun nima o'ziga suvni olmasligiga juda e'tibor berib kremniy elementini foydalanishni usullarini bilishgan. Dastlab suv saqlash anjomlari ko'za va boshqalarni tandir, sopol buyumlar, idish-tovoq tayyorlashgan. Idish sirtida berilgan yupqa qatlam zanglamasligi uchun yangi bo'yoq tarkibiga kremniy qo'shishgan. Mana shu bilan buyumlar umri va sifati zo'r bo'lgan. Har qanday buyum uzoq saqlanishi uchun u suvga T, P, V ga bog'liq holda o'rganilgan mustahkamlik shularga bog'liq ekanligi aniqlangan. Bilishganki har qanday inson uchun zarur buyum, jihoz, texnikaga kremniy suv, T (°C) me'yori bo'lishi kerakligini tushunib Buxoro ustachilik maktabiga asos

solishgan. Ustalar pichoq, tesha tayyorlashda suvga to'yintirishga har xil temperaturaga sovutib, mustahkamlikka katta e'tibor berilgan. Ya'ni metall iloji boricha suvni o'ziga olmasligini oldini olishgan. Asosiysi pichoq tayyorlashda juda katta e'tibor berishgan, ya'ni pichoqlar 30-40 yil ishlagan. Shu vaqt ichida qayroqtosh surtib foydalanishgan yoki suvdan  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) saqlashgan. Qayerda mol terisidan tayyorlangan maxsus qobiqda. Dastasi quyonsuyak daraxtidan tayyorlashgan. Bu yog'och yo suv kuya ishqalanishi natijasida silliqilanib borib uzoq yillar mobaynida oynaday bo'lib qoladi. Ajoyib bir san'at asariga aylanadi. Nega endi ular quyonsuyak daraxtidan bu daraxt qizilqumda o'sadigan noyob daraxt bo'lib, tarkibida kremniy elementi mavjud. Bu daraxt tarkibidagi kremniy elementi suv namlik temperaturani tashqariga chiqqarmaydi va yutmaydi. Namlikni saqlaydi. Boshqa daraxtlarga qaraganda daraxt tarkibida kremniy ko'p bo'lgani uchun ishlatishgan. Toshtegirmonlarda ishlatiladigan toshni tarkibida kremniy miqdori ko'p bo'lgan toshlardan foydalanishgan. Tandirda metal eritish pechlarida har xil quyish qoliplarini tayyorlashgan. Umuman olganda Buxoro ustachilik maktabi kremniy elementi har qanday metal, metal bo'lmagan elementlar uchun suv, havo, temperatura, namlik, bosim, hajm deformatsiya holatlari me'yorini saqlashda asosiy rol o'ynashini bilishgan va shunga amal qilishgan. Buxoro qorako'lchilik maktabini asosida ham cho'l hududidagi kremniyi bo'lgan o'simliklarni is'temol qilgan qo'ylar ajoyib sara terilar berayapti. Dunyo bozorida yetakchi o'rinda turadi. Kremniy-hayot elementi. O'zbek xalqini kelajak hayotini farovonligini, hayotimizni yaxshi bo'lishi sanoat. xalq xo'jaligida, ishlab chiqarishda, fan-texnika rivoji yangi ish o'rinlari yaratgan uchun biz volastanit konlarini ishlab chiqarishni rivojlantirish kremniy sanoat asosida ishlab chiqarishundan fan texnika barcha sanoat korxonalarida foydalanishni yo'lga qo'yish bu hozirgi kunning dolzarb muammosi hisoblanadi. Yer ostidagi qazilma boyliklarini o'rganib ulardan to'g'ri foydalansak mamlakatda ishsizlar bo'lmaydi xalq to'q farovon yashaydi. Ana shu boyliklardan foydalanish vaqti keldi. Oddiy kremniy misolida ko'raylik, yo'l qurilishidan tortib, avtomobil ishlab chiqarish, aviatsiya sohasida, metallurgiya, radio-texnika kompyuter avtomatikasi sohalarida bormagan joy yo'q. Shunday ekan hayotimizni kremniysiz tasavvur qila olmaymiz. Volastonitdan foydalanishganda edi nur ustiga a'lo nur bo'lar edi.

1000 yillik tarixga ega Buxoro “materialshunoslik” maktabi barcha davrlarda yuqori o‘rinlarni band etgan. Oltin, kumush ishlab chiqarib, ulardan zargarlik buyumlari tayyorlashgan. Ehtiyoj bor har qanday mahsulotdan (kosibchilik, kulolchilik, temirchilik, yog‘och o‘ymakorligi, binolar qurishda) foydalanishgan. Yer osti minerallari tarkibini o‘rganib, kerakli materiallar tayyorlangan.



# 1-BOB. KIRISH “MATERIALSHUNOSLIK” FANIGA KIRISH

## “MATERIALSHUNOSLIK” FANINING MAQSADI VA VAZIFALARI

### 1.1. Kirish. Materialshunoslik fanining ahamiyati

Hozirgi vaqtda insoniyat hayotini va jamiyat taraqqiyotini turli mashina, mexanizm va apparatlarsiz tasavvur etish juda qiyin. Ma'lumki, har qanday mashina, mexanizm va apparatlarning ko'pchilik detallari metallar va ularning qotishmalaridan yasaladi.

Mashina va mexanizmlarning detallari materiallariga nisbatan xilma-xil talablar qo'yiladi, bu talablar esa shu detallarning ishlash sharoitiga bog'liq bo'ladi.

Masalan, ko'prik to'sinlari shu ko'prikdan o'tuvchi transport vositalarining eguvchi kuchlari ta'siriga bardosh berishi, dvigatel ishlayotganda uning podshipnik materiali turli kuchlar ta'siriga chidamli bo'lishi, kam yeyilishi kerak.

Demak mashinalarning konstruksiyasiga va ishlash sharoitiga ko'ra, ularning ba'zi detallari materiali cho'zilishga, ba'zilarniki egilishga, yana boshqalariniki esa burilishga va shu kabi deformatsiyalarga yuqori darajada qarshilik ko'rsatishi talab etiladi.

Ko'p holda mashina detallariga bir necha tur kuch bir vaqtda ta'sir qilganligidan, detal materiali bu kuchlarning hammasiga to'la qarshilik ko'rsata olishi kerak.

Mashina detallari uchun material tanlash masalasi va ularni ishlash texnologiyasida uchrovchi bir-biriga zid bo'lgan texnik masalalar bor, masalan, puxta detal qimmat turadigan sifatli po'latni talab etsa, nafis ishlov berish ularning narxini oshiradi. Demak, bunday hollarda masalani shunday ratsional ravishda hal etish kerakki, natijada arzon, puxta va ko'rkam mashina yaratilsin.

Bunday murakkab injenerlik masalalarini hal etishda «Materialshunoslik» fanining ahamiyati katta. «Materialshunoslik» mashina yaratish jarayonida konstruktorlar va texnologlar oldida yuz beruvchi murakkab konstruktiv va texnologik masalalarni ratsional hal etishga yordam beradi.

«Materialshunoslik» fani nima va u nimani o'rgatadi?

Metall va qotishmalarning ichki tuzilishi bilan tarkibi va xossalarini o'zaro bog'langan holda o'rganuvchi fan «Materialshunoslik» deyiladi.

«Materialshunoslik» metall va qotishmalarni termik va kimyoviy – termik ishlashning, bosim bilan ishlash, kesib ishlash va payvandlashning nazariy asosidir. Materialshunoslikni bilmay turib, xilma-xil xossali qotishmalar hosil qilish, bu qotishmalardan tayyorlangan detal, asbob va boshqalarning xossalarini zarur tomonga o'zgartirish mumkin bo'lmaydi.

«Materialshunoslik» fani XIX asrning oxirida og'ir sanoatning turli tarmoqlari jo'shqin rivojlanayotgan yillarda fan tariqasida vujudga keladi. «Materialshunoslik» fani fizika, kimyo kabi aniq fanlarga asoslanadi, o'zi esa texnologik fanlarga asos bo'ladi. «Materialshunoslik» fani faqat metall va qotishmalarning ichki tuzilishi bilan tarkibi va xossalarini bir-biriga boglagan holda ko'rib, ular xossalarining o'zgarish sabablarini tushuntirish bilan-gina chegaralanmay, balki xossalarini ehtiyojga ko'ra o'zgartirish mumkin bo'lgan yo'llarni ham o'rgatadi.

Materialshunoslik fani asoslari XIX asrning ikkinchi yarmida yaratilgan bo'lishiga qaramay, hozirda ham fan yangiliklariga asoslanib, keng rivojlanmoqda. Rus olimi M. V. Lomonosov (1711-1765) metallarning o'ziga xos xususiyatlarini birinchi bo'lib tasvirlab berdi va talab etilgan xossali qotishmalar hosil qilish yo'lini ko'rsatdi. Metallarning xossalari ularning atom kristall tuzilishiga qarab o'zgaradi, elementlarning D. I. Mendeleev (1834-1907) kashf etgan davriy sistemasi ana shu qonuniyat sabablarini izohlashga imkon berdi. Rus olimi E. S. Fedorov (1853-1919) kristallarda ion, atom va molekulalarning joylanish qonunlarini topdi. Rus olimi P. P. Anosov (1797-1871) po'lat strukturasi o'rganish uchun mikroskopdan jahonda birinchi bo'lib foydalandi. «Materialshunoslik»ning ilmiy asoslarini ulug' rus olimi D. K. Chernov (1839-1921) yaratdi. D. K. Chernov po'latning xossalari uning kimyoviy tarkibigagina emas, balki tuzilishiga ham bog'liq ekanligini ko'rsatdi. U kritik nuqtalar vaziyatining po'lat tarkibidagi uglerod miqdoriga bog'liq ekanligini aniqlab, temir – uglerod qotishmalari holat diagrammasini tuzish uchun asos yaratib berdi. Temir – uglerod diagrammasi bir qator olimlarning: R. Austen, F. Osmond, A. Le-Shatel'e va boshqalarning ishlariga asoslanib, XIX asrning oxirida tuzib chiqildi. Rus olimi N. S.

Kurnakov (1860-1941) metallarning kimyoviy tarkibi, tuzilishi va fizikaviy xossalari orasida bog'lanish borligini topdi va jahonda birinchi bo'lib, tarkib – xossa diagrammalarini tuzdi. Uning qotishmalar nazariyasiga oid ishlari ham katta ahamiyatga ega.

Hozirgi vaqtda «Materialshunoslik»da davlatimiz olimlarining ham hissalari bor. Shulardan V. A. Mirboboyev va I. Nosirovlarni misol qila olish mumkin. Bular Respublikamizning mustaqillik vaqtida «Materialshunoslik» fanidan qator ilmiy izlanishlar va adabiyotlar yaratdilar.

## 1.2. Elektrotexnik materiallarga qo'yiladigan talablar

**Xossa** – bu materialni boshqa materiallarga nisbatan son yoki sifat tomondan bir xilligi yoki farq qilish xarakteristikasi (ko'rsatgichi).

Materialni tanlashda quyidagi xossalar asosiy o'rin egallaydi: 1-foydalanishlik – ishlatishlik, 2-texnologiklik, 3-tannarxlik xossalari. Bularni ichida eng birinchi ahamiyatlisi bu foydalanishlik xossasidir.

Mashina detallarini, asboblarni ish berish qobiliyatiga (kuchli, tezlikli, chidamlili, turg'unlili va texnik-ishlatish ko'rsatgichlari) **foydalanishlik xossasi** deyiladi. Bu xossa materialning mexanik, fizik, kimyoviy xossalariga bog'liq.

Ko'pchilik mashina detallarini (hammasini desa ham bo'ladi) ishlatishlik xossalarini ularning **mexanik xossalarini** ta'minlaydi. Mexanik xossalari ularni tashqi kuch ta'sirida o'zini tutishini ifodalaydi. Materiallarning mexanik xossalari katta guruh ko'rsatgichlarga ega.

Bir guruh mashina detallari uchun ular materiallarining kimyoviy xossalariga ham bog'liq. Tashqi muhit ta'sirida ko'rsatayotgan qarshilik qobiliyati bu ularning **kimyoviy xossalaridir**.

Agar tashqi muhit ashaddiy («agressiv») bo'lsa, kimyoviy xossa ancha ahamiyatli bo'ladi: olov bardosh, zangga bardosh po'latlar.

Yuqori haroratda uzoq vaqt qizdirilganda uncha oksidlanmaydigan, mustahkam hosil qilmaydigan po'latlar olovbardosh po'latlar deyiladi. Metall qizdirilganda yuzasida oksid qatlam (mustahkam) hosil bo'ladi. Olovbardoshlikni sonli ko'rsatgichlari quyidagilar:

1. Oksidlanish tezligi – massani o‘zgarishi. ( $g/m^2$  soat) yoki oksid qatlami qalinligini ortishini tezligi (mkm/soat).

2. Metallni ruxsat etilgan ish harorati, bunda oksidlanish tezligi belgilangan miqdordan ortmaydi.

Zangga bardoshlik – bu metallni Elektrokimyoviy zanglashga (kimyoviy reaksiyaga) qarshiligi. Metall yuzasida suyuq muhit va uni elektrokimyoviy bir xil emasligida zanglash kuchayadi. Ko‘rsatgichlari:

1. Elektrokimyoviy zanglash tezligi bu ham massani o‘zgarish intensivligidir ( $g/m^2$  soat) yoki chiziqli o‘lchamlarini o‘zgarishi (mkm/soat).

2. Yuzani buzilishi natijasida mexanik xossalarini o‘zgarish darajasi.

### Materiallarning fizik xossalar

Ba’zi mashina detallari materiallari uchun ularning **fizik xossalari** ham katta ahamiyatga ega: materialni magnit maydonida, elektr maydonida, issiqlik oqimiga o‘zini tutishi. Radiatsiyaga qarshiligi. Demak, fizik xossalari bular magnitli, elektrikli, teplofizikli va radiatsiyalari xossalaridir.

Metall va qotishmalarning fizik xossalariga quyidagilar ham kiradi:

A) Zichlik – solishtirma og‘irlik.

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad \text{Mn/m}^3 \text{ (s/sm}^3\text{)}$$

G-jism og‘irligi, Mn (g)

V-hajmi,  $m^3$  ( $sm^3$ ).

B) Kengayish koeffitsienti:

$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t$  m. grad (mm. grad)

$\alpha$  –  $\Delta l$  – metall uzunligi ortishi. (m. grad)

$\alpha$  – proporsionallik koeffitsienti.

$l$  – qizdirilmasdan oldingi uzunlik

$\Delta t$  – haroratning ortishi. ( $^{\circ}C$ )

V) Issiqlik sig‘imi.

$C = kJ/kg \text{ grad}$  (kal/g. grad)

S – 1kg metallni  $1^{\circ}C$  ga isitish uchun zarur bo‘lgan issiqlik miqdori.

G) Solishtirma issiqlik o'tkazuvchanligi.

Bu metallning bir-biridan 1sm oraliqda turgan va har birining yuzi 1sm<sup>2</sup> dan bo'lgan ikkita maydonga orasida 1 sekund davomida o'tkazadigan issiqlik miqdori.

$$\lambda_1 = \lambda_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t) \text{ vt/m. grad.}$$

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

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

$\alpha$  – harorat koeflitsienti.

$t$  – harorat.

D) Solishtirma elektr qarshiligi.

$$\rho = \frac{r}{l} \cdot s \cdot \text{om. m}$$

$\rho$  – solishtirma elektr qarshilik, om. m

$r$  – elektr qarshilik, om.

$s$  – o'tkazgich ko'ndalang kesimi, m<sup>2</sup>

$l$  – o'tkazgich uzunligi, m.

Texnikada, ko'proq, elektr o'tkazuvchanlik qo'llaniladi:  $\frac{1}{p}$ ;

### Materiallarning texnologik xossalari

Texnologik xossalarini ichida asosiy o'rinni metallning **Texnologikligi xossasi** egallaydi. Bu shu materialdan kam sarf bilan mashina detallarni, asboblarni, uskunalarni ishlab chiqarish xossasi. Texnologik xossalarga quyidagilar kiradi:

A) Quymakorlik – suyuq holda oquvchanligi va kirishuvchanligi bilan ifodalanadi.

B) Bolg'alanuvchanlik – tashqi kuch ta'sirida buzilmasdan deformatsiyalanishi.

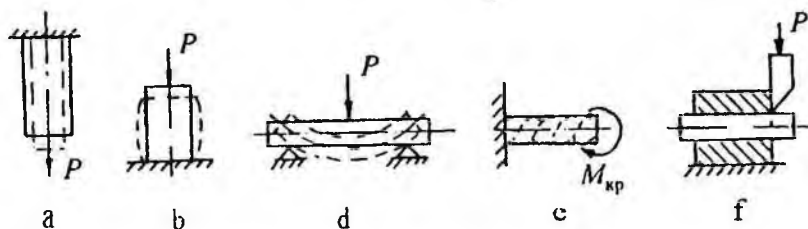
V) Payvandlanuvchanlik – puxta va zich birikma hosil qilish xususiyati.

G) Kesib ishlanuvchanlik – vaqt birligida olingan qirindi og'irligi bilan o'lchanadi.

Materialning narxi ham asosiy xossalardan biridir. Bu mashinaning narxini, raqobatdoshligi ta'minlaydi. Bu iqtisod muammosi.

## Materiallarning mexanik xossalari

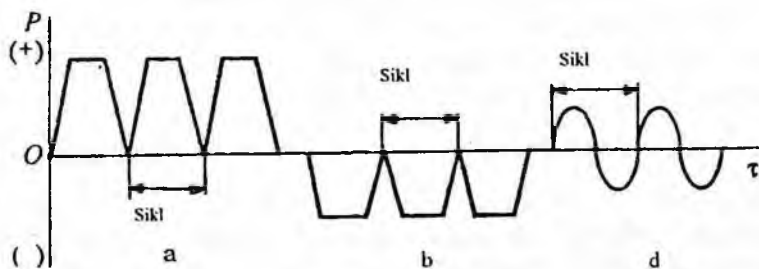
Mashina detallariga turgan joyida, ayniqsa ishlash davrida har xil kuchlar ta'sir qiladi (1.1-rasm)



1.1-rasm. Kuchlarni asosiy turlari: a-cho'zuvchi; b-qisuvchi; d-eguvchi; e-burovchi; f-qirquvchi.

Detallar shu kuchlarga chidashi kerak. Tashqi kuchlarga qarshilik ko'rsatish qobiliyati detal va qotishmalarning **mexanik xossalari** deb ataladi. Vaqtga qarab kuchlar **statik**, **dinamik** va **o'zgaruvchan** tarzda o'tadi. Bir tekisda – kichkina o'zgarish tezligi bilan ta'sir etuvchi kuch – yuklamaga statik yuklama deyiladi. Vaqt bo'yicha katta texnik tezlik bilan ta'sir qiluvchi kuch-yuklama – zarb bilan ta'sir etuvchi yuklamalar dinamik yuklama deyiladi. Ta'sir kuchi o'zgarib turuvchilari o'zgarib turuvchi yuklama deb ataladi. Vaqti-vaqti bilan o'zgarib turuvchi yuklamalar **qayta-qayta o'zgaruvchi** yoki **siklik** yuklamalar deyiladi. (1.2-rasm).

Tashqi kuchlar ta'siri ostida hamda material ichidagi struktura – fazalar o'zgarishi natijasida materialda ichki kuchlar hosil bo'ladi. Jism ko'ndalang kesimi yuza birligiga to'g'ri kelgan ichki kuchlar **kuchlanish** deb ataladi.



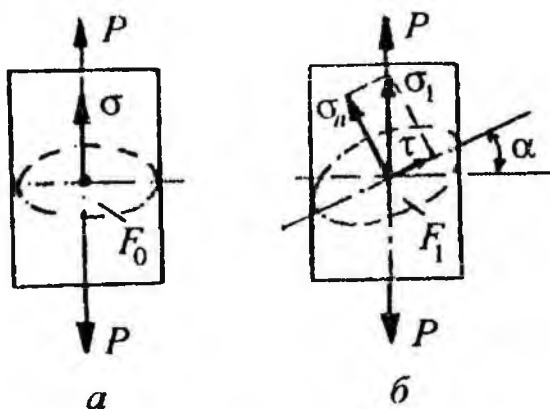
1.2- rasm. Siklik yuklama sxemasi.

a – cho'zilish; b – qisilish; v – belgi o'zgaruvchi yuklama.

Bu ifoda bilan konstruksiyani (detalni) mustahkamligi hisoblanadi. Masalan, silindrik sterjenni kuchlanishligini (mustahkamligini) hisoblab aniqlanadi:

$$G = \frac{P}{F_0} \text{ kg/mm}^2$$

$G$  – kuchlanish,  $P$  – cho‘zuvchi kuch, kg;  $F_0$  – jism ko‘ndalang yuzasi,  $\text{mm}^2$  (1.3-rasm).



1.3- rasm. Normal va urinma kuchlanishlar sxemasi.

a – ko‘ndalang kesim ( $F_0$ ) ga perpendikulyar kuch.

b – ko‘ndalang kesim ( $F_1$ ) ga perpendikulyar bo‘lmagan kuch.

Ikkinchi (b) holat uchun  $G_1 = \frac{P}{F_1} = G \cdot \cos \alpha$ .

### Metallar va ularning xossalari

Tabiatda hozir ma‘lum bo‘lgan 112 elementning taxminan 3/4 qismi metallardir. Metallar metall yaltiroqligiga ega bo‘lgan plastik moddalardir. Ular o‘zidan issiqlikni va elektr toqini yaxshi o‘tkazadi. Metall atomlarining sirtqi qavatidagi elektronlar soni, odatda, 1-2 ta bo‘lib, ular bu elektronlarini ma‘lum sharoitda boshqa elementlarga osongina beradida musbat zaryadlangan ionlarga aylanadi (bunday xossalari metallmas elementlarda bo‘lmaydi). Xatto juda kichik potentsiallar ayirmasi hosil qilindi deguncha metallarning atomlaridagi elektronlari tartibli harakatga kelib, musbat qutb tomon boradi, natijada elektr toqi paydo bo‘ladi. Metallarning elektr toqini yaxshi o‘tkazishiga sabab ham ana shu.

*Temperatura pasaygan sari elektr o'tkazuvchanligi ortadigan, elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan, bolgalanuvchan, issiq o'tkazuvchan va yaltiroq moddalar metallar deb ataladi.*

Metallar D. I. Mendeleev elementlar davriy jadvalining asosan chap qismida joylashgan. Shuni aytish kerakki, metallar bilan metallmaslar orasiga keskin chegara qo'yib bo'lmaydi, chunki ba'zi metallarda, masalan, kumushda gaz holatida metallik xossalari bo'lmaydi, ba'zi metallmaslarda esa, masalan, fosforda yuqori bosim ostida metallik xossalari paydo bo'ladi. Demak, elementlarni metallar va metallmaslar deb ajratish shartlidir.

Barcha metallar ikki gruppaga, ya'ni qora metallar gruppasi bilan rangli metallar gruppasiga bo'linadi. Qora metallar gruppasiga, asosan, temir kiradi (temirning qotishmalari – cho'yan va po'lat ham qora metallar gruppasiga kiritiladi), qolgan barcha metallar rangli metallar gruppasini tashkil etadi.

Rangli metallar, o'z navbatida, quyidagi gruppalarga bo'linadi:

A) og'ir metallar gruppasi; bu gruppaga mis, nikel', qo'rg'oshin, qalay, kadmiy, kobalt, mish'yak, surma, vismut, simob va boshqalar kiradi;

B) yengil metallar gruppasi; bu gruppaga Aluminiy, magniy, titan, natriy, berilliy, litiy, bariy, kalsiy, stronsiy va kaliy kiradi;

V) asl, boshqacha aytganda, qimmatbaho metallar gruppasiga: oltin, kumush, platina, osmiy, iridiy, rodiy, ruteniy va palladiy metallari kiradi;

G) nodir metallar gruppasi; bu gruppaga suyuqlanishi qiyin metallardan vol'fram, molibden, tantal, niobiy va sirkoniy, tarkoq metallar (talliy, galliy, germaniy, indiy, reniy, gafniy, rubidiy, seziy va boshqalar), siyrak-er metallar (lantan va lantanoidlar) radiaktiv metallar (poloniy, radiy, aktiniy, toriy, uran va boshqa transuran metallar) kiradi.

Rangli og'ir va yengil metallar bir-biridan, asosan, zichligi jihatidan farq qiladi. Rangli og'ir metallarning zichligi 5 dan 13, 6 g/sm<sup>3</sup> gacha, rangli yengil metallarning zichligi esa 0, 53 dan 5 g/sm<sup>3</sup> gacha bo'ladi.

Asl metallar kimyoviy aktivligi juda past metallar bo'lib, kislorod bilan bevosita birikmaydi, demak, ular korroziya bardosh metallardir.

Metallarning ichki tuzilishini rentgent nurlari ostida sinchiklab o'rganish shuni ko'rsatadiki, ularning atomlari ma'lum tartibda



joylashgan bo'lib, fazoda ma'lum qonuniyat bilan takrorlanadi. Shuning uchun ham metallarning ichki tuzilishini (strukturasini) o'rganishda metallar atomlarining joylashuvi kristall yoki fazoviy panjara deb ataluvchi panjarada ko'rsatiladi.

### **1.3. Metallarni xalq xo'jaligida, texnikada ishlatilishi va qo'llanilishi**

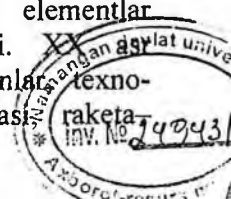
Ishlatilishi jihatdan tarixi atigi ikki asrga teng bo'lgan **aluminium** egallaydi. Aluminiumning kichik zichligi, yuqori qattqlikka ega bo'lgandagi egiluvchanligi, korroziyaga bardoshligi kabi xususiyatlari yangi texnika yaratuvchilarni – konstruktorlarni diqqatini jalb qilmoqda. Elektr va isitqilik o'tkazuvchanligi bo'yicha u faqatgina misdan keyin turadi. Boshqa metallar (Si, Mg, Be, Ti, Cu, Ni) bilan legirlanishi va termik ishlov berilganda qattqligi va mustahkamligi jihatdan aluminiumdan ancha ustun bo'lgan turli qotishmalar olish mumkin. Bunday xususiyatlari uchun aluminium aviasiya va raketosozlik sanoatidagi asosiy metall hisoblanadi. Aluminiumning raketalardagi ulushi teng yarimni, fuqaro aviasiyasida esa 2/3 yoki 3/4 qismni tashkil etadi. Boshqa transport vositalarida ham aluminium ulushi uzluksiz ortib bormoqda. Aluminiumning eng yirik iste'molchisi uzatkich, kabel, transformator o'ramlari, kondensatorlar ishlab chiqaradigan elektrotexnika sanoati hisoblanadi. Aluminiumning korroziyaga chidamligi uning yuzasida yupqa oksid qavat hosil bo'lishi va bu metallni keyingi havo bilan oksidlanishidan saqlashi bilan izohlanadi. Aluminium po'latdan kislorodni tortib oluvchi qaytaruvchi va ko'pgina metall va qotishmalar olish uchun ishlatiladigan alyumotermik usulda faol kimyoviy element sifatida metallurgiyada ishlatiladi. Uchinchi o'rinda ishlab chiqarilishi va ishlatilishi jihatdan mis turadi. Mis - yuqori elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan elektrotexnikadagi asosiy metall hisoblanadi. Yaxshi bolg'alanuvchan va yuqori o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ega bo'lgani uchun o'tkazgich, kabel, kontakt kabi tok o'tkazuvchan mahsulotlar ishlab chiqarishda mis eng ma'qul metall hisoblanadi. Misning o'ta yuqori issiqlik o'tkazuvchanligi uni isitgich, sovtgich va boshqa ko'plab issiqlik o'tkazuvchi qurilmalar ishlab chiqarishda almashtirib bo'lmaydigan qilib qo'ydi. Misning rux bilan (latun) va qalay bilan (bronz) qotishmalari keng tarqaldi. Misning nikel bilan qotishmasi tanga (pul belgisi) ishlab chiqarish uchun ishlatiladi.

**Nikel.** Yaratilgandang so'ng 150 yil davomida uning sanoat miqyosida ishlab chiqarilishi yo'lga qo'yilmadi. XIX asr ikkinchi yarmida, po'latni sifatini yaxshilaydigan nikel xossalari ochilgandan so'ng, uning ishlab chiqarilishi tez sur'atlar bilan o'sdi. Nikelning 70% ga yaqini o'tga chidamli va zanglamaydigan po'lat ishlab chiqarishga sarflanadi. Nikel boshqa metallar bilan birga qattiq va o'ta qattiq po'latlar tarkibiga kiradi. Texnikada tarkibida nikel bo'lgan 3000 ga yaqin qotishma ishlatiladi. Nikel ayrim kimyoviy jarayonlarda katalizator, boshqa 9 metallarni bezaydigan va korroziyadan saqlash uchun qoplama sifatida ishlatiladi. Sanoatda ishqorli temir – nikelli akkumulyatorlar ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan.

**Rux** temirdan yasalgan detallarni korroziyadan saqlash uchun qoplamalar sifatida, elektr batareyalarini ishlab chiqarishda, sinilli eritmalardan oltin va kumushni cho'ktiruvchi vazifasida, mis va bir qancha metallarni qotishmalarini ishlab chiqarishda ishlatiladi.

**Qo'rg'oshin** uchdan bir qismi avtomobil va boshqa transport vositalari uchun elektr akkumulyatorlar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Qo'rg'oshin plastinalari nurlanishdan (rentgen, radiaktiv izotoplarini nurlari) himoyalaniş maqsadida xonalarni pardozlashda, ko'pchilik kimyoviy reaktorlarni (bir qator kislotaga va ishqorlarga qarshi yuqori bardoshlilikini hisobiga) ichki tomonini qoplashda keng qo'llanadi.

**Magniyning** boshqa metallardan farq qiladigan muhim xususiyati kichik zichligi -  $1,74 \text{ g/sm}^3$  hisoblanadi. Olimlar magniy ishtirok etgan yengil, mustahkam, issiqqa bardoshli bir qator qotishmalar kashf etishga muvaffaq bo'lishdi. Magniyni legirlash uchun Ti, Au, Be, Li, Cd, Ce kabi metallar ishlatiladi. O'zining kimyoviy barqarorligi, tashqi ko'rinishi jozibadorligi va yuqori baholanishi sababli oltin va kumush mahsulot –pul muomalasi rivojlanish davrida, narx - qiymatini belgilaydigan pul vazifasini bajara boshladi. Kumush kimyo sanoatida bir qator kimyoviy jarayonlarni tezlashtiradigan katalizator, foto va kino sanoatida yorug'lik sezuvchan emulsiyalar ishlab chiqarishda ishlatila boshlandi. Hozirgi vaqtda oltin va kumush yuvelir mahsulotlari ishlab chiqarishdan tashqari ishonchli oksidlanmaydigan elementlar sifatida elektron qurilmalarda ishlatila boshlandi. o'rtasidagi texnika inqilobi natijasida yangi jarayonlar, texnologiyalar, sanoatning elektronika, yadro energetikasi,



kosmik komplekslar kabi tarmoqlari paydo bo'ldi. Ularni hayotga tatbiq qilish uchun yangi xususiyatlar va xossalarga ega yangi materiallar talab etilardi.

**Volfram va molibden** kabi qiyin eriydigan metallar elektr pechlarida isitgich, elektr va yorug'lik lampalari qismlari, elektr kontaktlar, bo'yoqlar, moylash materiallari ishlab chiqarishda ishlatiladi. Biroq bu metallarning asosiy qismi asbobsoz, tez kesar, o'tga chidamli, yemirilishga chidamli, kislota bardoshli va boshqa turdagi legirlangan po'latlar olishga yo'naltiriladi.

**Titan** asosidagi qotishmalar yuqori solishtirma mustahkamlikka ega, shuning uchun uni asosiy ishlatadigan soha reaktiv aviatsiya va raketa – kosmik texnika bo'lib qoldi. So'nggi vaqtda titanli qotishmalar kemasozlik, kimyoviy mashinasozlik, tibbiyot uskunalari ishlab chiqarishda ishlatila boshlandi. Titan karbidi qattiq asbobsozlik qotishmalari tarkibiga kiradi.

**Sirkoniy** yadro reaktorlari elementlarini tayyorlashda eng mos material bo'lib qoldi. Elektronikada sirkoniyning gazlarni yaxshi yutishi evaziga elektro qurilmalarda yuqori vakuum saqlab turish qobiliyatidan foydalaniladi.  $ZrO_2$  va  $ZrSiO_4$  ko'rinishida sirkoniy yarmidan ortig'i o'tga chidamli materiallar, farfor, emal, shisha ishlab chiqarishda ishlatiladi.

**Tantal va niobiy** radioelektronika va elektrotexnikada, o'tga chidamli, qattiq qotishmalar ishlab chiqarishda, atom energetikasida, kimyoviy mashinasozlikda ishlatiladi.

**Reniy** asosan kimyo va neft sanoatidagi kimyoviy jarayonlarda katalizator vazifasida ishlatiladi, ko'p miqdori o'tga chidamli, qattiq qotishmalar olishga yo'naltiriladi.

**Noyob yer–metallari** – metall, qotishma, kimyoviy birikmalar ko'rinishida qora va rangli metallurgiyada, shisha va keramika sanoatida, atom energetikasida ishlatiladi. Noyob yer – metallarini ishlatilishi cheklanmagan va lantanoid, uning qotishmalari va birikmalarini xossalari o'rganilishi kengayishi bilan yangi ishlatilish sohalari yaratilmoqda.

#### **1.4. Metallar va nometallar haqida umumiy malumot**

Metallar nisbatan og'ir, yarqiroq bo'lib, shaffoflik xususiyati yo'q. Metallar mustahkam, lekin ularning shaklini bolg'alab ishlov berish yoki, chig'irlash orqali o'zgartirish, shuningdek, eritish va payvandlash mumkin. Metallar yaxshigina elektr va issiqlik

o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega. Buning barchasi uchun ular metall bog'lanishlardan minnatdor bo'lishlari kerak. Bu bog'lanishning tabiati shundaki, metallardagi har bir atom, o'z atrofida ko'p miqdordagi xuddi o'zi kabi atomlar bilan o'ralgan. Ulardan har biri tashqi elektron qavatida oz sonidagi elektronlargagina ega bo'lib, bu elektron qavatlar shunday to'sa oladiki, arang tutib turiladigan tashqi elektronlarni biror bir atomga bog'lashning iloji bo'lmaydi. Atomlar, to'g'rirog'i ionlar o'z joyida qolayotgan vaqtda, «elektron gazlari» ionlar orasida erkin harakatlanib, ularni o'zaro bog'laydi.

Elektronlarning erkinligi va ularning elektr maydonida harakatlana olishi tufayli, metallar o'tkazgich xususiyatiga ega bo'ladi. Erkin elektronlarning tashqaridan tushayotgan yorug'lik nurlarining katta miqdorini yutishi va qayta akslantirishi tufayli metallar shaffof emas va ular yarqiraydi. Erkin elektronlarning issiqlik energiyasini erkin tashiy olishi tufayli metallar yuqori issiqlik o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega bo'ladi.

Bu maqolada metallarning elektr, issiqlik o'tkazuvchanlik hamda optik xususiyatlari qaralmaydi. Asosiy e'tibor, ularning mexanik xususiyatlariga qaratiladi.

Metallat har xil bo'lsa ham, ulardagi metall bog'lanishlarining tabiati bir xil. U metall atomlarining zich va tartibli joylashgan. Bunday struktura esa, siqilishga qarshilik ko'rsata turib, unga nisbatan siljishga kamroq qarshilik ko'rsatadi. Shu tufayli metallar egiluvchandir. Atomlarning zich joylashuvi, metallarning solishtirma og'irligining ham asosiy izohidir. Metallarning mexanik xususiyatlari, erkin elektronlarning metall bog'lanishlarga nisbatan to'g'ri keladigan kristall strukturasi tufayli vujudga keladi.

1665-yildayoq Robert Guk kristallar shaklini qatorga tartibli terilgan g'o'lachalar tarzida modellashtirgan edi. Lekin faqat oradan 250 yil o'tibgina uning, o'sha paytda fanga ma'lum bo'lgan metallarning kristall strukturasi aniq modelini yasagani ma'lum bo'ldi.

Bir necha yuz yilliklar davomida ba'zi murakkab moddalarning kristall strukturaga ega ekanligi ma'lum bo'lgan bo'lsa hamki, oddiy metallarning ham kristall panjaradan tarkib topganligi fakti yaqin vaqtlargacha shubha ostida qolib keldi. Aniq haroratlarda erish va qotish xususiyatlari va darz ketgan sirtlardagi mayda donador strukturalarning ko'zga tashlanishi, metallar

atomlarining kristall tartibidan dalolat berardi, lekin boshqa faktlar, ularning amorf tabiati ham mavjudligi haqida tasavvur uyg'otar edi: erigan metallar, qotganidan so'ng quvur shakliga kelib qolardi, qattiq metallarning shaklini ishlov berish orqali o'zgartirish mumkin edi, metallning sayqallangan sirt yuzasidan esa, u mutloq bir jinslidek tuyulardi.

Metall ichki strukturasi uchun kalit 1864-yilda, ingliz Genri Sobri metallarni mikroskopda tadqiq qilishning to'g'ri tushayotgan yorug'lik nurlari orqali emas, balki, akslangan nurlar orqali tekshirish usulini ishlab chiqqanidan keyin topildi. Bundan tashqari, uning omadli tadqiqotlarining asosiy sabablaridan biri bu uning metallning sayqallangan sirtini emas, balki, kuchsiz kimyoviy reagent bilan ishlov berilgan sirtini tekshirgani bo'ldi. Ba'zi reagentlar, metall atomlari donachalari chegarasi bo'ylab chuqur o'yiqlar hosil qilardi, boshqalari esa, bu donachalarning o'ziga ta'sir ko'rsatib, ularning mikrostrukturasi ko'rinadigan holatga keltirgan.

Bu esa, metallni kichik ko'p qirrali 0.25 mm atrofidagi o'lchamlarga ega donachalarga ajratuvchi chegaraning noto'g'ri panjarasini ko'rishga imkon berdi.

Aynan bir xildagi yoritilishning o'zida ba'zi donachalar nisbatan yorqin, boshqalari esa nisbatan xira ko'rinardi. Yorug'lik va soyaning taqsimlanishi, yoritish burchagining o'zgarishiga qarab o'zgarardi. Bunda, har bir donachaning reagent bilan ishlov berilgan yuzasi, juda kichik va tekis akslantiruvchi bo'lib, metall sirtiga nisbatan og'ish burchagi turlicha edi. Bundan xulosaga kelindiki, har bir donacha, noto'g'ri shakliga qaramay, alohida kristallcha ekan va metallning bo'lagi ko'plab shunday Kristallardan tuzilgan ekan va ularning har biri turli tomonlarga yo'nalgan bo'lib, shu bilan birga umumiy chegaralarga ega edi.

Sorbi tomonidan ixtiro qilingan metallografiya usuli, metall donachalarining o'lchami va shaklini aniqlash uchun ancha samarador bo'lib chiqdi. Bu esa metallarning texnik xususiyatlarini tadqiq qilishda, aralashmalarni aniqlashda va qotishmalarni tadqiq qilishda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi. Lekin, optik metallografiya donachalar qatori chegarasining tuzilishi haqida aniq tasavvur bera olmas edi. Tadqiqotchilar sekin astalik bilan, metallarning erish haroratidan pastroq haroratda sovitilishida qo'shni donachalar bir-biridan iloji boricha ko'p sondagi atomlarni egallab

olishi va shu tufayli, donachalar orasidagi chegara faqat bir necha atom qalinligi masofasigacha qisqarib, uning ichki kristalografik strukturasi yo'nalishi bir donachadan boshqa donachaga keskin o'zgaradi degan fikrga kela boshladilar.

Bu nuqtai nazar, yaqindagina amerikalik Ervin Myuller ixtiro qilgan ion mikroskopidan foydalanish tufayli tasdiqlandi. Bu asbobda metall ignaning uchi vaakumdagi yuqori musbat potensial ostida turadi, shu tufayli, elektr maydonining kuch chiziqlari ignada boshlanib, flourestiya ekranida tugaydi. Kameraga oz miqdordagi geliy kiritiladi. Geliy atomi igna metali atomi bilan to'qnashganida, u musbat ionga aylanib qoladi va kuch chizig'i bo'ylab, ekran tomonga uchadi. Ion ekranga borib urilganida, ko'rinadigan tasvir paydo bo'ladi. Tasvirdagi o'lchanlar nisbati shundayki, igna uchidagi atomning yuzasiga, ekrandagi  $1 \text{ mm}^2$  to'g'ri keladi. Aynan shu effekt tufayli biz ignaning atom strukturasi «ko'ramiz».

1900-yilda Jeyms Eving va Valter Rozenxeyn, agar namuna deformatsiyalansa, masalan uning qirralari turli tomonlarga qayrilsa, yuzasi chiziqlar bilan qoplanib qolishini aniqlashdi. Ular odatda, donachalar atrofida bir biriga qat'iy paralell bo'lib, har xil donachalarda ularning yo'nalishi turlicha edi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, bu chiziqlar, kristallarning nozik qatlamlarining bir biriga nisbatan qiyyshayishi natijasida hosil bo'ladigan zinasimon qavatlarining izi ekan. Katta va ideal metall kristallari bilan olib borilgan keyingi tadqiqotlardan bu zinasimon qavatlarining ma'lum tartibdagi tekislikliklarda va aniq kristalografik yo'nalishlarda hosil bo'layotganligi aniqlandi. Metallarning egilish deformatsiyasi mexanizmi, shu tahlit, suyuqlik va gazlarning oquvchanligidan jiddiy farqlanishi ma'lum bo'ldi. Bu jarayonda siljish tekisligining bir tarafidagi atomlar, o'zlarining avvalgi qo'shnilaridan uzilib, o'zi bilan birga ma'lum qismdagi kristallni ergashtirib, boshqa joyga «ko'chib» o'tadi va u yerdagi yangi qo'shnilari bilan birga, avvalgi holatidagi kabi yana to'g'ri struktura hosil qilib oladi. Shu tarzda kristallning dastlabki ichki strukturasi xususiyatlari qayta tiklanadi. «Agar egilishdagi siljish» metallning kristall strukturasi tufayli bo'lsa, unda nima sababdan u nometall kristallar, masalan olmos, sapfir kabi, odatda deformatsiyada sinadigan strukturalarda kuzatilmaydi? Yoki, boshqacha aytganda, nima uchun metallar egililuvchan, lekin ko'plab nometallar esa mo'rt? Buni tushinish

uchun biz, metallarning ichki tuzilishi bilan yanada batafsil tanishamiz. Jarada bitta qo'shimcha atom, oddiy kub panjaraning markazida joylashgan. Unday strukturaga ishqoriy metallar, xona haroratidagi temir, volfram, xrom va molibden egalik qiladi.

Metallarda kristall panjaraning uch xil turi uchraydi. Hajmiy-markazlashgan kubsimon panjalarda esa, qo'shimcha atomlar kubning har bir qirradi markazida joylashadi. Bunday strukturaga yuqori haroratdagi temir, shuningdek, mis, kumush, oltin, aluminiy, nikel, va qo'rg'oshin ega. Geksagonal zichlangan strukturada esa, 3 ta qo'shimcha atomlar oddiy geksagonal katakcha ichidagi bo'shliqda joylashadi. Ruz, magniy, kobalt va titanning stukturasi aynan shunday.

Qirraviy-markazlashgan kubda ham, Geksagonal zichlangan strukturada ham atomlar maksimal ravishda zich joylashadi. Yuqoridagi har ikkala strukturani zichlangan tekis strukturaning birini boshqasi ustiga joylashtirish yo'li bilan olish mumkin. Har uch qo'shni donacha tekislikda chuqurcha hosil qiladi va u chuqurchaga yuqori qatlamdagi bitta donachani joylashtirish mumkin bo'ladi.

Bunday chuqurchalarni tanlashning ikki xil usuli bor. Agar birinchi qatlamdagi donachalarning joylashuvini A bilan keyingi ikkita qatlamlarni esa mos ravishda B va C deb belgilasak, ABCABC ketma-ketlikdan qirraviy-markazlashgan kub panjara hosil bo'ladi. ABABAB ketma-ketlikdan esa geksagonal zich panjara hosil qilinadi.

Metallarning kristallaridagi atomlarning siljishi, atomlarning nisbatan zich joylashgan chegaralari bo'ylab yuz beradi. Chunki, bu holatda qatlamlarning bir-birining harakatiga nisbatan qarshiligi eng kam bo'ladi. Bundan tashqari, zichlangan atom qatorlari bo'ylab harakatlanayotgan atomlar, ko'pincha mustahkam vaziyatda bo'ladi. Ko'p simmetriyalilik tufayli, bunday kubik strukturaning zich joylashgan qatorlari, atom tekisliklarining bir biriga nisbatan siljish yo'nalishlarning ko'plab variantlariga ega bo'ladi. Bu metallning egiluvchanligida yaqqol seziladi. Alohida kristallchalar shunday shakllarga kirishi mumkinki, qo'shni donachalar bir biriga o'ta zich yaqinlashib, o'z ortidan bo'shliq ham tirqish ham qoldirmaydi. Shu tufayli ham ular tashkil qiluvchi butun kristall panjara ham, sinmasdan, istalgan shaklga kira oladi.

Geksagonal strukturaning kristallari nisbatan mo'rt va ular mexanik ishlov berishga unchalik yaroqli emas.

Metallarning kristallarining egiluvchanlik xossasi, yuqorida ko'rganimizdek, zich joylashgan atom qatorlarining yo'nalishlari va tekisliklari bo'ylab siljishi bilan tushuntiriladi. Nima sababdan bunday kristall strukturalar hosil bo'ladi? Bu savolga javob olish uchun biz metallarning elektron tuzilishiga e'tibor berishimiz zarur.

1900-yilda olmon fizigi Paul Drudye metallarning yuqori elektr o'tkazuvchanligining asosiy sababi bo'lgan, yuqori elektr maydoni ta'sirida butun metall bo'ylab harakatlanish imkoniga ega bo'ladigan erkin elektronlari mavjud degan g'oyani ilgari surdi. Bu faraz keyinchalik kvant mexanikasini ilova qilish orqali yanada takomillashtirildi. Lekin, asos o'sha-o'shaligicha qoldi: harakatlanuvchi elektronlar gazi, o'zining elektr tortish kuchi hisobiga, xuddi suyuq yelim kabi, metallning musbat ionlarini o'zaro biriktirib qo'yadi. Elektron gaz va ionlar o'zaro bir-biriga tortishib, ixcham massa hosil qilishga intiladi, bu massaning strukturasi va hajmi esa, zichlangan donachalarning geometriyasi orqali o'rnatiladi. Agar donachalar sof metalldagi kabi mutloq bir xil bo'lsa, biz yuqorida ko'rib o'tganimizdek, odiiy kristall struktura paydo bo'ladi. Ba'zi qotishmalarda donachalar o'lchamlaridagi farqqa bog'liq holda. boshqascha, hatto bundan ham zich strukturalar hosil bo'lishi mumkin.

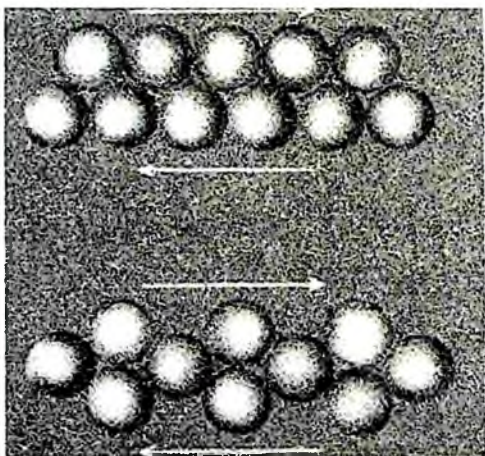
Elektron gazning o'zini xuddi yelim kabi tutub, ionlarni o'zaro bog'lab qo'yishi sababidan, metallarning valentligi, nometallar singari, o'zining kristall strukturalarida ahamiyat kasb etmaydi. Metallarning kristallchalari o'zaro va erkin elektronlar gazi bilan shunday mustahkam bog'lanishi mumkinki, ular orasidagi chegara deyarli bilinmay qoladi. Agar donachalar aralashmalar tufayli kuchsizlanib qolmagan bo'lsa, sof sovuq metallni donachalar chegarasi bo'ylab sindirish juda mushkul. Metall bog'lanishlarning bunday «tanlab o'tirmaydigan» xossasi tufayli, ikki bo'lak metallning toza sirtini o'zaro siqish orqali tutashtirish mumkin bo'ladi. Metall bog'lanish, turli xil metallarning qotishmalarini, har xil tartib va proporsiyadagi ko'rinishlarini olish imkoniyatini beradi.

Erkin elektronlarning mavjudligi, metallarning egiluvchanligi va mustahkamligiga qanday ta'sir ko'rsatadi? Bir effektini biz yuqorida ko'rib chiqib bo'ldik: metallardagi (Shuningdek, atomlarining o'lchamlari bir biridan unchalik katta farq qilmaydigan



ba'zi qotishmalardagi) oddiy kristall strukturalardagi zich joylashgan atom qatorlari tekisliklari bo'ylab siljishlar ro'y berar ekan. Metallardagi egilivchanlik ham, atomlarning bir-biri bilan bevosita bog'lanmaganligi, balki, erkin elektronlar tufayli o'zaro tortishishi bilan tushuntirildi. Shu tufayli bir qatlamning ikkinchi qatlamga nisbatan siljishi oson yuz beraveradi.

Agar qatlamlarning birining ikkinchisiga nisbatan siljishida qarshilik butunlay yo'q bo'lganidami, bunday material umuman qattiqlikka ega bo'lmas edi. Qattiq jism esa, juda kichik deformatsiya uchun zarur bo'lgan kuch miqdorini aniqlovchi siljish moduli bilan o'lchanadigan muayyan va aniq qattiqlik darajasiga ega bo'ladi.



Tekislikda sirpanishning ikki xil holatini ko'rib chiqamiz (rasm). Bir holatda (*a*) har bir qatordagi atomlar gorizontal yo'nalishda zich joylashishgan va natijada vertikal yo'nalishdagi tekisliklar orasidagi masofa, (*b*) holatdagidan sezilarli ravishda qisqa. Bir xil deformatsiyaning o'zi uchun *a* holatda *b* holatdagidan kamroq kuchlanish zarur bo'ladi. Sodda qilib aytganda, ozroq sondagi bo'g'imlarga ajralishga (bu shuni anglatadiki, elektron qavatlarini deformatsiyalash uchun kamroq kuch sarflash ham yetarli bo'ladi) to'g'ri keladi. Boshqacha aytganda, zich joylashgan atomlar tekisliklari bo'ylab siljish moduli kichik bo'ladi.

Metallning mustahkamligi shuningdek, uning oquvchaligi - atomlarning qayta tiklanmas siljishi keltirib chiqaruvchi deformatsiya kattaligi faktori bilan ham xarakterlanadi. Siljish ro'y

berganida, egiluvchi deformatsiya, yuqoridagi qatlamning atomi beqaror muvozanat holatiga yaqinlashganida, ya'ni, atomni ortga qaytarishga intilayotgan elektr kuchlari va uni oldinga, navbatdagi «chuqurcha»ga itarayotgan elektr kuchlari orasidagi farq maksimal holatda bo'lganida boshlanib keladi.  $\alpha$  holatda bu deformatsiya kichikroqligi ko'rinib turibdi. Buning sababi ikkita: oquvchanlik chegarasiga yetish uchun zarur bo'lgan siljish qarshiligi ham, deformatsiya ham kam bo'lgani uchun, zichlangan tekisliklar bo'ylab siljish ehtimoli nisbatan yuqori bo'ladi. Bunday tasavvur orqali, kubik kristall panjara strukturasi ega bo'lgan mis va aluminiy kabi metallarning egiluvchanligi xususiyatlarini tushunishga yordam beradi, lekin mustahkamlik haqidagi savolni ochiq-liqucha qoldiradi. Bunday tasavvur asosida qilingan hisob-kitoblar ko'rsatib turibdiki, metallar, oquvchanlik yuzaga kelgunicha 3-10% ga deformatsiyalanishi kerak ekan. Lekin, sof metallar 0. 01% deformatsiyadan ichki oquvchanlikka uchraydi.

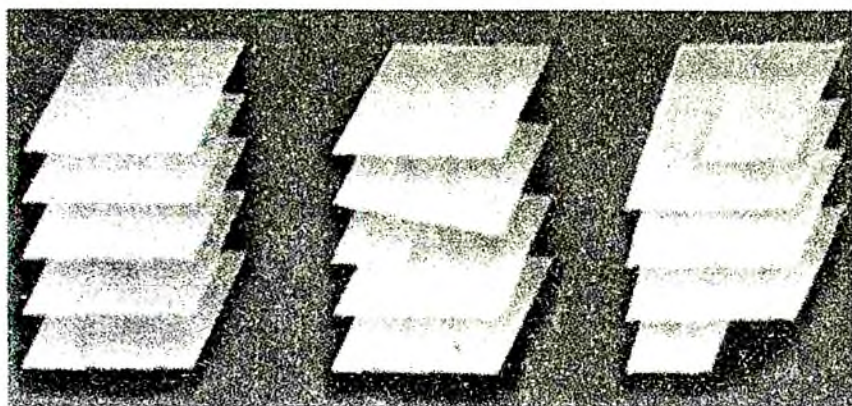
Bunday farq ham ilmiy, ham texnik jihatdan ming karra qiziqish keltirib chiqaradi. Ushbu farq birinchi marta qayd etilganida, butun boshli nazariyaning to'g'riligiga shubha paydo bo'lgan edi. Lekin umuman olganda holat bunchalik emas, chunki «ingichka tuklar» shaklida o'stirilgan metall kristallari hisob-kitoblardagiga yaqin mustahkamlikka ega.

Katta o'lchamdagi kristallar mustahkamligining nisbatan pastligi uning kristallardagi dislokatsiyalar - atom tekisliklarining bir-biriga nisbatan oson sirpanishiga imkon beradigan to'g'ri strukturasi tartibining buzilishi bilan izohlanadi.

Tasavvur qiling, biz katta va og'ir gilamni siljitishimiz kerak. Agar gilamni bus-butunligicha siljitishga harakat qilsak, uning qarshiligi juda katta bo'ladi. Lekin gilamni o'rab olib, siljitish mumkin va bu osonroq kechadi. Bunday harakat katta miqdordagi energiya sarfini talab qilmaydi, lekin natijada gilamni siljitishga erishiladi.

Bu holatdagi gilamning harakati, dislokatsiya tufayli paydo bo'lgan egiluvchan siljishga juda o'xshaydi. Kristallning bir qismi boshqasi ustidan butunlay emas, balki, qismlar bo'yicha sirpanadi. Bunday sirpanish vaqtida albatta, siljib bo'lgan va hali siljimagan qismlarni bir-biridan aniq ajratib turuvchi chegara chizig'i (dislokatsiya) paydo bo'ladi.

«Qirrali» va «Vintsimon» dislokatsiyalar mavjud (rasm).



To'g'ri strukturali kristall panjarani parallel joylashgan atom tekisliklaridan iborat paket tarzida tasavvur qilish mumkin (a). Agar kristall ichidagi bir yoki bir nechta tekisliklar uzilib qolsa, «ortiqcha» tekisliklar qirrali dislokatsiyani hosil qiladi (b). Nuqsonning boshqacha bir sodda ko'rinishi - vintsimon dislokatsiya. Bunda atom tekisliklaridan hech biri kristall ichida tugamaydi, lekin dislokatsiya chizig'i yaqinidagi tekisliklarning o'zi ham endilikda parallel bo'lmay, o'zaro shunday joylashadiki, xuddi butun kristall yagona vintsimon atom tekisligidan tashkil topgandek holat yuzaga keladi (s). Dislokatsiya chizig'i bo'ylab aylanishda bu tekislik, tekisliklararo masofaga teng bo'lgan vintning bir qadami o'lchamida ko'tariladi (yoki pastga tushadi).

Birinchi holatda dislokatsiya chizig'i sirpanish yo'nalishiga perpendikulyar, ikkinchisida esa - parallel. Ko'plab dislokatsiyalar ushbu ikki turning g o'zaro kombinatsiyasi bo'lib, shakliga ko'ra, prujinani eslatadi.

Kristallning o'sish jarayoni hamda chegarasi amalda dislokatsiyalarning o'zaro uchrashgan joyi bo'lgan donachalarning mavjudligi tufayli ham kristallardagi dislokatsiyadan qutilish deyarli imkonsiz. Kristallga berilgan siljituvchi kuchlanish, dislokatsiyalarni sirpanish tekisliklari bo'ylab ko'chishga majbur qiladi. Agar kristallda faqat bir dona dislokatsiya mavjud bo'lsa, siljiganida u kristalldan chiqib ketadi (rasm-3).

Amalda esa, strukturaning boshqacha buzilishlarini hamda aralashmalarni e'tiborga olmaganimizda ham, kristallda o'zaro bog'langan dislokatsiyalarning murakkab tarmog'i mavjud bo'ladi. Dislokatsiyalarning qirralari yoki boshqa bir dislokatsiyalar bilan,

yoki, aralashmalar bilan tutashganligi tufayli, siljish ro'y berganida kristall o'z strukturasi buzilishlaridan xoli bo'la olmaydi. Amalda, siljish yuz bergan paytda dislokatsiyalar miqdori ortadi.

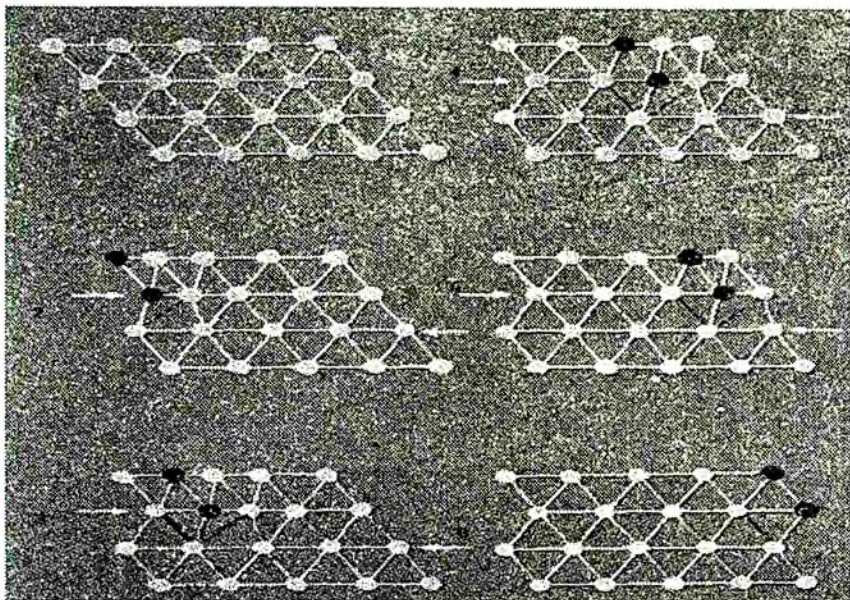
Namunani siqishda, burashda yoki, cho'zishda paydo bo'ladigan «siljituvchi kuchlanish» tufayli, dislokatsiyalar sirpanish tekisliklari bo'ylab ko'chishi mumkin bo'ladi. Dislokatsiyaning ko'chishi uchun zarur bo'lgan kuchlanishning kattaligi qanday? Bu savolda yana ikkita tarkibiy savol mavjud: 1) ideal kristalldagi dislokatsiyaning harakatlanishidagi tabiiy qarshilikning qandayligi haqida; 2) amalda tekshirilayotgan kristalldagi xalaqitlarning (aralashmalar va boshqa qarshiliklar) ta'siri haqida. Ideal panjaradagi dislokatsiyaning harakat qarshiligini ko'rib chiqamiz. Dislokatsiyadan bevosita qarama-qarshi joylashgan atomlar uni itara boshlaydi, chunki u ham ularning mustahkam muvozanat holatida chiqarishga harakat qiladi. Dislokatsiya orqasida joylashgan atomlar esa, uni oldinga itaradi, chunki ular yangi va mustahkam vaziyatni egallashga intiladi. Dislokatsiyada teng va qarama-qarshi yo'nalgan kuchlar ishtirok etadi, shu tufayli uning kristallar bo'ylab harakati nolga teng.

Kristall holatining bunday g'ayrioddiy xususiyati agar dislokatsiya hududi yetarlicha katta ko'lamda bo'lsa yuzaga keladi. Bunday holatda dislokatsiyaning har ikkala tarafida uni turli tomonlarga itarayotgan atomlar shunchalik ko'pki, ularning harakati bir-birini to'liq muvozanatlaydi. Aksincha holatda esa, dislokatsiyaning harakatlanishi uchun ma'lum kuch sarflash kerak bo'ladi. Agar dislokatsiyaning qalinligi atomning o'lchamlaridan katta bo'lmasa, bu kuch metallining mustahkamligiga teng bo'ladi.

Tor dislokatsiyalar olmosdagi kabi kristallarda yuzaga kelishi mumkin, shu tufayli bunday materiallar hattoki dislokatsiyalari bilan ham juda mustahkam bo'ladi. Keng dislokatsiyalar esa, oltin, mis, aluminiy kabi metallarning yumshoqligini izohlab beradi. Bunday metallarga nisbatan amaliy talablar ularni yumshoqroq qilishda emas, balki, aksincha - mustahkamroq qilishda namoyon bo'ladi. Metallurglar bunga, dislokatsiyalarning yo'liga turli xil qarshilik qiluvchi usullarni qo'llash orqali.

Bu buzilishlar, dislokatsiyalarning harakatiga to'sqinlik qiladi. Aralashmalarining atomlarining harakati ular guruhlarga birlashganida ayniqsa kuchayadi. Bunga termik ishlov berish orqali erishish mumkin. Dislokatsiyalar donachalar chegaralarida markaz-

lashganligi tufayli, mustahkamlikni, donachalarning o'lchamlarini kichraytirish orqali orttirish mumkin.



**1.4-rasm. Aralashma atomlarini kiritish, kristall strukturasiida lokal buzilishlarni keltirib chiqaradi.**

Agar dislokatsiyalar ko'p bo'lsa, ular sirpanish tekisliklari bo'ylab harakati jarayonida bir-biriga halaqit beradi - bu effektni tiqin ko'chalardagi yo'l chetlarida turib qolishni boshdan kechirgan har bir odam oson tasavvur qilishi mumkin.

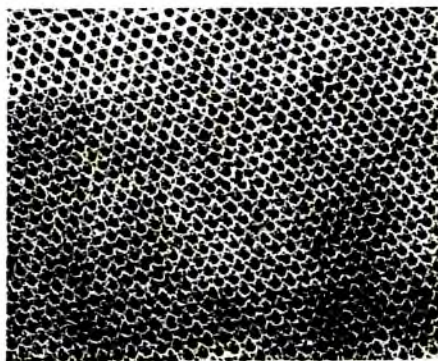
So'ngi savolni ko'rib chiqamiz. Metallni bo'laklar kesishga harakat qilayotganimizda nima yuz beradi? Odatda metallar har xil mo'rt moddalarning aralashmalaridan tashkil topgan bo'ladi. Agar bunday moddaning zarrachasi parchalansa, unda tirqish tezkorlik bilan tashqariga intiladi. Tajribalar shuni ko'rsatib turibdiki, chegaraviy-markazlashgan panjarali metallar, masalan, mis parchalanishga juda yaxshi qarshilik qiladi. U metall bo'lagi bo'ylab to'la tarqalib ketmay, balki, uning egiluvchanligi hisobiga «so'nib» qoladi. Hajmiy markzalashgan panjarali metallar masalan, temir qizdirilgan holatda o'zini xuddi misdek tutadi, lekin, sovuq holatda oson bo'laklanadi.

Agar pona sekin harakatlansa, metalldagi dislokatsiyalar, yoriqning kattalashishi tufayli yuzaga keladigan kuchlanishlar sababidan harakatga keladi va uning energiyasi egilish deformatsiyasiga sarflanadi. Agar yoriq tezkor harakatlansachi?

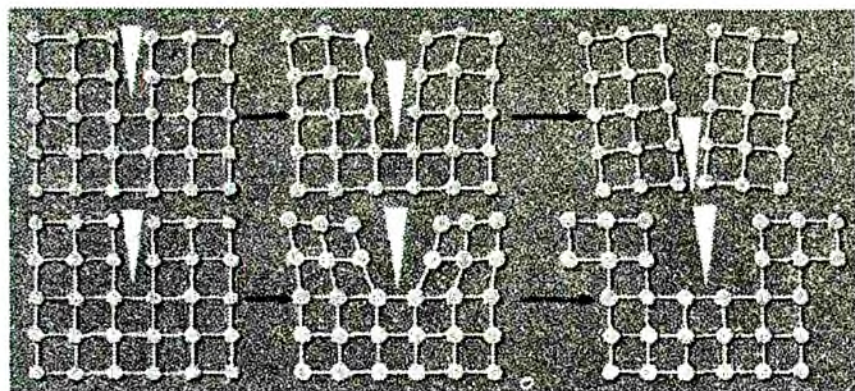
Kelli Tayson yaqinda ushbu savolni o'rganib chiqdi. U siljishni keltirib chiqarishdan kuchdan 5-6 marta katta bo'lgan va atom bog'lanishlarini uzishga harakat qiluvchi kuchlarni hisoblab chiqardi. Har ikkala kuch ham ponaning yaqinlashib kelishi bilan ortadi. Lekin ularning o'zaro nisbati faqat atom bog'lanishlarining mustahkamligi chegarasiga yetib kelgunigacha saqlanadi.

Agar siljishga nisbatan mustahkamlik ko'rsatkichining, yorilishga nisbatan mustahkamlik ko'rsatkichiga nisbati, atomlarni siljishga majbur qiluvchi kuchlardan katta bo'lsa, buzilish sirpanish deformatsiyasi ko'rinishida bo'ladi. Agar aksincha bo'lsa, material darz ketadi.

Turli materiallarning mustahkamligi aloqalarini uzilish yoki siljishga nisbatan baholash mumkin. Agar shunday qilinsa, olmos singari materiallar mo'rt bo'lishi zarur bo'lib chiqadi. Hajmiy-markazlashgan panjarali metallar ham mo'rt ham qovushqoq bo'lishi mumkin. Chegaraviy-markazlashgan panjarali metallarda siljishga nisbatan mustahkamlik uzilishga nisbatan mustahkamlikdan shunchalik kichikki, unga ko'ra ular doimo qovushqoq bo'lishi zarur va bu amalda ham shunday.



**1.5-rasm. Sovun pufakchalari yordamida modellashtirilgan uchta dislokatsiyalar (pufakchalar qatlami atomlar qatlamini modellashtiradi). Ortiqcha qatori mavjud bo'lgan har bor dislokatsiya, chaoki past tarafdin, yuqori o'ng tarafga qarab yo'nalgan.**

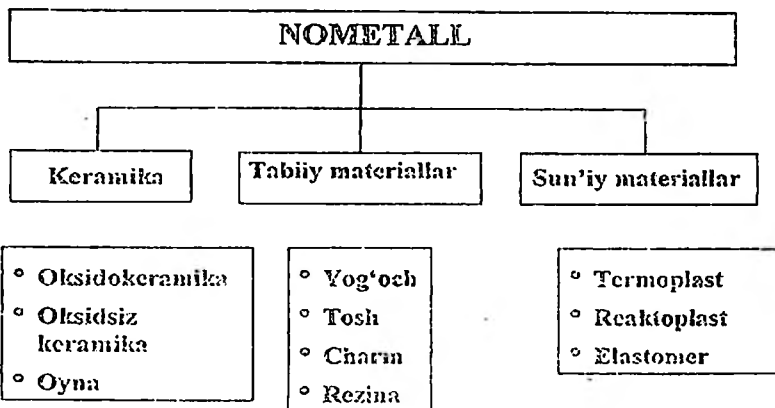


**1.6-rasm. Metall bo'ylab tezkor harakatlanayotgan pona undagi atom bog'lanishlarini uzib yuborishi yoki ularni bir-biriga nisbatan sirpanishga majbur qilishi mumkin.**

Mo'rt materialda (yuqoridagi) bog'lanishlar ertaroq uziladi va yoriq tezroq tarqalib, metall bo'laklarga darz ketadi. Qovushqoq materialda (pastda) ponaning harakati tufayli siljish yuzaga keladi. Uzilgan bog'lanishlar ponaning harakatidan keyin, atomlarning siljishi ro'y bergach qayta tiklanadi. Pona o'rnatib botib qoladi.

### **Nometall konstruksion materiallar**

Hozirgi zamon mashinasozligining rivojlanishi keng ko'lamlarda har xil nometall konstruksion materiallarni qoplash bilan chambarchas bog'langan va nometall materiallar keyingi vaqtda sanoatda keng o'rin olmoqda. Ularga keramika, yog'och, rezina va plastmassalar kiradi. Plastmassa o'zining ko'p xususiyatlari bilan sanoatda juda ahamiyatlidir. Avvallari faqat izolyatsion material sifatida ishlatilgan bo'lsa, hozir dastgohsozlikda, apparatsozlikda konstruksion material sifatida keng qollanilmoqda. Plastmassalarni ishlatish texnika vositalarining konstruksiyalarini ixchamlash, massalarini kamaytirish, ishlash ishonchligini oshirish bilan bir qatorda, ishlab chiqarish tannarxini va mehnat sarfini kamaytirishga katta yo'l ochib beradi, polimerlarning keng qo'llanilishiga ularning qimmatbaho metal va yog'och materiallarning o'rnini bevosita almashtira olishi, ko'p hollarda ulardan ustun turishi sabab bo'lmoqda.



### Metallmaslarning davriy jadvaldagi tutgan o'rnini

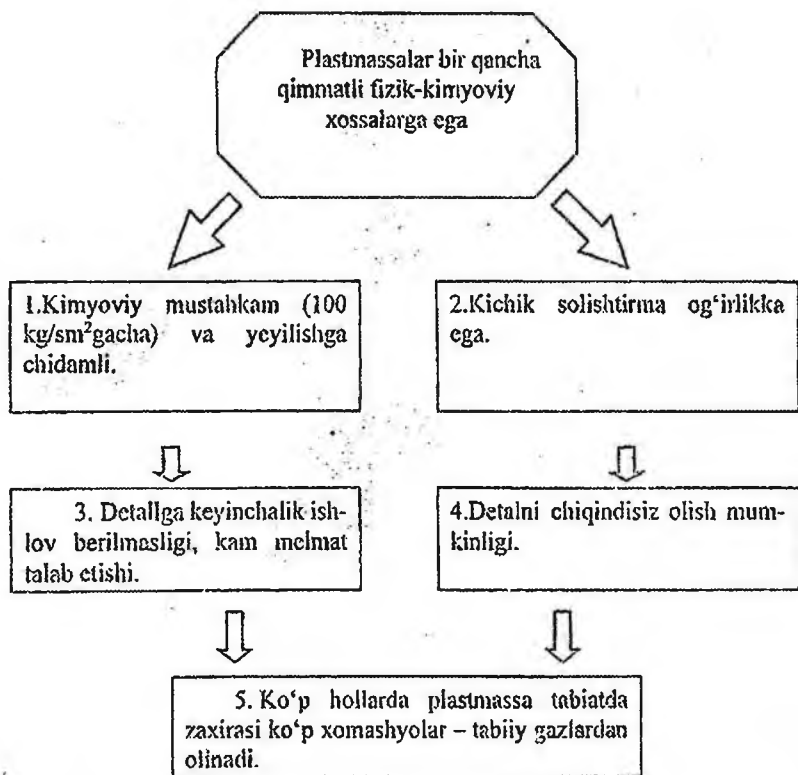
Barcha metallmaslar uchun xos bo'lgan xususiyatlarni aniqlash uchun avvalo ularning D. I. Mendeleev elementlar davriy jadvalidagi joylashgan o'rniga e'tibor berish va atomlarining tashqi energetik pog'onasidagi elektronlar sonini aniqlash lozim. Metallmaslar asosan kichik va katta davrlarning oxirida joylashadi, ular atomlarining tashqi elektronlar soni esa bosh guruhchalardagi barcha elementlar atomlarida bo'lgani kabi guruh raqamiga teng. Ma'lumki, davrda elektronlar biriktirib olish xususiyati nodir gazga yaqinlashgan sari, guruhda esa—atomning radiusi kamaygan sari, boshqacha aytganda pastdan yuqoriga tomon ortib boradi. **Be** elementidan **At** elementiga tomon diagonal o'tkazilganda, diagonalning yuqori o'ng qismida **metallmaslar**, diagonalning pastki chap qismida **metallar**, diagonal atrofida esa **amfoter elementlar** joylashadi.

### Metallmaslarning umumiy xossalari

Tashqi elektronlar pog'onasini tugallash uchun metallmaslarning atomlari elektronlar biriktirib oladi va oksidlovchilar hisoblanadi. Ular orasida elektronlarni eng shiddatli biriktirib oladigani fluor atomidir.

Tipik metallmaslar metallar bilan o'zaro ta'sirlashib, ion bog'lanishli birikmalar hosil qiladi, masalan, NaCl—natriy xlorid, CaO—kalsiy oksid, K<sub>2</sub>S—kaliy sulfid.





Metallmaslar bir-biri bilan reaksiyaga kirishib, kovalent bog'lanishli-qutbli va qutbsiz kovalent bog'lanishli birikmalar hosil qiladi. Masalan, qutbli bog'lanishli birikmalar  $H_2O$ —suv,  $HCl$ —bodorod xlorid,  $NH_3$ —ammiyak, qutbsizlarga  $CO_2$ —karbonat angidrid,  $CH_4$ —metan,  $C_6H_6$ —benzol.

Metallmaslar vodorod bilan uchuvchan birikmalar hosil qiladi, masalan,  $HF$ —vodorod fluorid,  $H_2S$ —vodorod sulfid,  $NH_3$ —ammiak,  $CH_4$ —metan.

Metallmaslar kislorod bilan kislotali oksidlar hosil qiladi. Ular ba'zi oksidlarda guruh raqamiga teng maksimal oksidlanish darajasini namoyon qiladi (masalan,  $SO_3$ ,  $N_2O_5$ ), boshqalarida esa ancha past oksidlanish darajasini namoyon qiladi (masalan,  $SO_2$ ,  $N_2O_3$ ). Kislotali oksidlarga kislotalar muvofiq keladi; bitta metallmasning kislorodli ikkita kislotasi orasida metallmas yuqori oksidlanish darajasini namoyon qiladigan kislotasi kuchliroq

bo'ladi. Masalan, nitrat kislota  $\text{HNO}_3$ , nitrit kislota  $\text{HNO}_2$  dan kuchli, sulfat kislota  $\text{H}_2\text{SO}_4$  esa sulfit kislota  $\text{H}_2\text{SO}_3$  dan kuchliroq.

Normal sharoitda metallmaslardan vodorod, fluor, xlor, kislorod, azot va nodir gazlar—bular gazlar, brom—suyuqlik, qolganlari—qattiq moddalardir.

### Vodorod, uning olinishi, xossalari va ishlatilishi

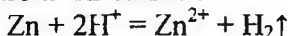
**Tabiatda uchrashi.** Vodorod davriy jadvalda birinchi o'ringda joylashgan ( $Z = 1$ ). Uning atomi eng oddiy tuzilgan: atom yadrosi elektron bulut bilan qoplangan. Elektron konfiguratsiyasi  $1s^1$ .

Vodorod tabiatda keng tarqalgan—suv, barcha organik birikmalar hamda erkin holda ayrim tabiiy gazlar tarkibida uchraydi. Uning yer po'stlog'idagi miqdori massa jihatdan 0,15 % ga yetadi (gidrosferani hisobga olganda—1 %). Vodorod Quyosh massasining yarmini tashkil etadi.

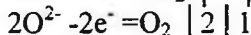
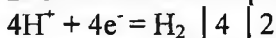
Tabiatda H ikkita izotopi—protiy (99,98 %) va deyeriy (0,02 %) holida uchraydi. Shu sababli odatdagi suv tarkibida ozroq miqdorda og'ir suv bo'ladi.

**Olinishi. Laboratoriya sharoitida vodorod quyidagi usullar bilan olinadi.**

1. Metallni (Zn ni) HCl yoki  $\text{H}_2\text{SO}_4$  larning eritmalari bilan o'zaro ta'sir ettirish:



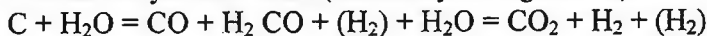
2. Suvni elektroliz qilish:  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$



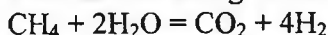
**Sanoatda vodorod bir necha xil usullar bilan olinadi.**

1. KCl yoki NaCl ning suvdagi eritmalarini elektroliz qilishda qo'shimcha mahsulot sifatida hosil bo'ladi.

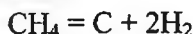
2. Konversiya usuli bilan (konversiya—o'zgartirish).



3. Metanni suv bug'i bilan konversiyalash:



4. Metanni Fe yoki Ni katalizator ishtirokida  $350^\circ\text{C}$  ga qadar qizdirish:

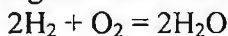


Koks gazini o'ta sovitish ( $-196^\circ\text{C}$  ga qadar). Bunday sovitilganda H dan boshqa barcha gazsimon moddalar suyuqlikka aylanadi (kondensatsiyalanadi).

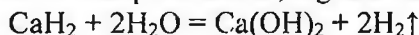
**Fizik–kimyoviy xossalari.** Vodorod–eng yengil gaz (u havodan 14, 5 marta yengil), rangsiz, taʼmsiz, hidsiz, suvda kam eriydi (1 l suvda 20 °C da 18 ml eriydi), -252, 8 °C da suyuqlanadi. Suyuq vodorod rangsiz. Vodorodning massa sonlari 1, 2, 3 boʻlgan protiy - <sup>1</sup>H, deyteriy - <sup>2</sup>D va tritriy - <sup>3</sup>T izotoplari mavjud.

Birikmalarda vodorod doimo I valentli boʻladi, oksidlanish darajasi +1, lekin metallarning gidridlarida -1 ga teng boʻladi. Molekulasi ikki atomdan tarkib topgan. H : H yoki H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> = 2H, ΔH<sup>0</sup> = 436 kJ/mol.

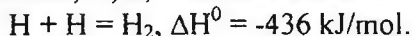
Vodorod kislorodda yonganda koʻp miqdorda issiqlik chiqadi. H-O alangasining harorati 3000 °C ga yetadi. 2 hajm H bilan 1 hajm O ning aralashmasi **qaldiroq gaz** deyiladi. Bu gaz qattiq portlaganda suv hosil boʻladi:



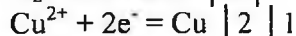
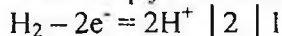
Yuqori haroratda H ishqoriy va ishqoriy–yer metallari bilan birikib, oq kristall moddalar–**gidridlar** hosil qiladi. Gidridlar suv taʼsirida oson parchalanib, tegishli ishqor va vodorodni hosil qiladi:



Atomar vodorodning reaksiyaga kirishish xususiyati juda kuchli boʻladi: u xona haroratida metallarning oksidlarini qaytaradi, O, S, P bilan birikadi.



Vodorod qizdirilganda koʻpchilik metallarni ularning oksidlaridan qaytaradi. Masalan,  $\text{CuO} + \text{H}_2 = \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$



**Ishlatilishi.** Vodorod yengil gaz sifatida aerostatlar va dirijabllarni toʻldirish uchun (He bilan aralashmasi) ishlatiladi.

Vodorod yuqori harorat hosil qilish uchun ishlatiladi: O-H alangasi bilan metall qirqiladi va payvandlanadi. Undan metallarning oksidlaridan metallarni olish uchun, kimyo sanoatida–havo azotidan ammiak olish uchun va koʻmirdan sunʼiy suyuq yonilgʻi olish uchun, oziq-ovqat sanoatida–yogʻlarni gidrogenlash uchun foydalaniladi. Vodorodning izotoplari–deyteriy bilan tritiy atom energetikasida muhim yonilgʻi (termoyadro yonilgʻisi) sifatida ishlatiladi.

## Suv, og'ir suv, konstitutsion suv

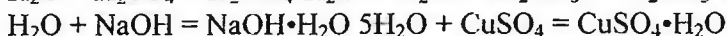
**Tabiatda uchrashi.** Suv–vodorodning oksidieng ko'p tarqalgan va muhim moddalardan biridir. Yerning suv egallagan sathi quruqlik sathidan 2, 5 marta katta. Tabiatda toza suv yo'q, uning tarkibida doimo qo'shimchalar bo'ladi. Toza suv haydash yo'li bilan olinadi. Haydalgan suv **distillangan suv** deyiladi. Suvning tarkibi (massa jihatidan) 11, 19 % vodorod va 88, 81 % kisloroddan iborat.

**Fizik–kimyoviy xossalari.** Toza suv shaffof, hidsiz va ta'amsiz bo'ladi. Uning zichligi 4 °C da eng katta ( $1\text{g}/\text{sm}^3$ ) bo'ladi. Muzning zichligi suvning zichligidan kam, shu sababli muz suv yuziga qalqib chiqadi. Suv 0 °C da muzlaydi va 101325 Pa bosimda 100 °C da qaynaydi. U issiqlikni yaxshi o'tkazmaydi va elektrni juda yomon o'tkazadi. Suv–yaxshi erituvchi.

Suv–reaksiyaga ancha yaxshi kirishuvchan modda. U odatdagi sharoitda ko'pchilik asosli va kislotali oksidlar, ishqoriy va ishqoriy-yer metallari bilan reaksiyaga kirishadi, masalan:



Suv turli-tuman birikmalar–gidratlar (kristallgidratlar) hosil qiladi. Masalan,



Suvni bog'lovchi birikmalar **qurituvchilar** sifatida ishlatiladi. Yuqoridagilardan boshqa qurituvchi moddalardan  $\text{P}_2\text{O}_5$ , CaO, BaO, Na metali (ular ham suv bilan kimyoviy o'zaro ta'sirlashadi), Shuningdek, silikagelni ko'rsatish mumkin.

**Og'ir suv.** Tarkibida og'ir vodorod bo'ladigan suv **og'ir suv** deyiladi ( $\text{D}_2\text{O}$  formula bilan belgilanadi). U odatdagi suvdan farq qiladi, buni ikkala suvning fizikaviy xossalarini o'zaro taqqoslashdan ham ko'rish mumkin:



Molekulyar massasi 20 18

20 °C dagi zichligi,  $\text{g}/\text{sm}^3$  1, 1050 0, 9982

Kristallanish temperaturasi, °C 3, 8 0

Qaynash temperaturasi, °C 101, 4 100

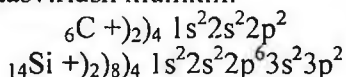
O'g'ir suv bilan kimyoviy reaksiyalar odatdagi suv bilan bo'lgandagiga qaraganda ancha sekin ketadi. Shuning uchun

odatdagi suv uzoq vaqt elektroliz qilinganda elektrolizyorda og'ir suv to'planib qoladi.

Og'ir suv yadro reaktorlarida neytronlarni sekinlatuvchi sifatida ishlatiladi.

### Uglerod guruhchasi elementlarining umumiy xossalari

Uglerod guruhchasiga C, Si, Ge, Sn va Pb elementlari kiradi. Bular D. I. Mendeleev davriy jadvali IV guruhining p-elementlari hisoblanadi. Ular atomlarining tashqi energetik pog'onasida to'rttadan  $ns^2np^2$  elektron bo'ladi. Guruhchadagi dastlabki ikki element atomlari tashqi pog'onasining elektron tuzilishini shunday tasvirlash mumkin:



Uglerod guruhchasining elementlari kimyoviy birikmalarida +4 va -4, shuningdek, +2 oksidlanish darajalarini namoyon qiladi, yadroning zaryadi kattalashishi bilan +2 oksidlanish darajasi ko'proq namoyon bo'ladi.

Uglerod guruhchasi elementlari umumiy formulasi RO va RO<sub>2</sub> bo'lgan oksidlar, umumiy formulasi RH<sub>4</sub> bo'lgan vodorodli birikmalar hosil qiladi. C va Si yuqori oksidlarining gidratlari kislotaga xossalarga ega. Kislotaga xossalari Ge gidratlarida, asos xossalari esa Pb gidratlarida kuchliroq ifodalangan. C dan Pb ga o'tgan sari vodorodli birikmalari-RH<sub>4</sub> ning puxtaligi kamayadi: CH<sub>4</sub>-mustahkam, barqaror modda, PbH<sub>4</sub> esa erkin holda ajratib olinmagan. Guruhchada tartib raqami ortishi bilan atomning ionlanish energiyasi kamayadi va atom radiusi kattalashadi, yani metallmaslik xossalari susayadi, metallik xossalari esa kuchayadi.

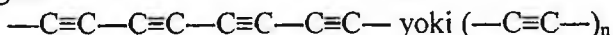
**Tabiatda uchrashi.** Tabiatda uglerod erkin holda, olmos, grafit va karbin ko'rinishida, birikmalarida esa-toshko'mir, qo'ng'ir ko'mir hamda neft ko'rinishida uchraydi. Tabiiy karbonatlar-ohaktosh, marmar, bo'r-CaCO<sub>3</sub>, magnezit-MgCO<sub>3</sub>, dolomit-MgCO<sub>3</sub>•CaCO<sub>3</sub> tarkibiga kiradi. Organik moddalarning asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. C ning yer qobig'idagi miqdori 0, 1 %. Havoda C CO<sub>2</sub> tarkibida bo'ladi.

**Fizik-kimyoviy xossalari.** Olmos-atom panjarali rangsiz kristall modda. Olmos kristallarida C atomlari sp<sup>3</sup>-gibridlanish holatida bo'ladi. Issiqlikni yaxshi o'tkazmaydi va elektr tokini

deyarli o'tkazmaydi. Sof holdagi namunalari yorug'likni kuchli sindiradi (shu'lalanadi), shuning uchun bezaklar (brilliantlar) tayyorlashda, shisha kesish, tog' jinslarini burg'ilash va o'ta qattiq materiallarni silliqlash uchun ishlatiladi.

**Grafit**—salgina metall yaltiroqligi bor, ushlab ko'rilganda yog'lidek tuyuladigan to'q kulrang kristall modda. Grafit kristallarida C atomlari  $sp^2$ —**gibridlanish** holatida bo'ladi. Grafit qalamlar o'zagini va elektrodlar (sanoatdagi elektrolizlar uchun) tayyorlashda ishlatiladi, texnik moylar bilan aralashma holda surkov materiali sifatida foydalaniladi. Grafit qiyin suyuqlanadigan va haroratning keskin o'zgarishlariga yaxshi chidaydigan bo'lgani uchun grafit bilan gil aralashmasidan metallurgiya uchun suyuqlantirish tigellari tayyorlanadi. Yadro reaktorlarida neytronlarni sekinlatuvchi sifatida ham foydalaniladi.

**Karbin**—qora rangli mayda kristall kukun. Karbin kristallari C atomlarining navbatlashib keladigan oddiy va uchlamchi bog'lanishlar orqali bog'langan chiziqsimon zanjirlardan tarkib topgan:



Tabiiy C element sifatida ikki izotopdan :  $^{12}C$  (98, 892 %) va  $^{13}C$  (1, 108 %) dan tarkib topgan.

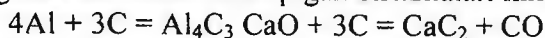
Uglerodli birikmalar termik parchalanganda qora massa—ko'mir hosil bo'ladi. Ko'mirning eng muhim navlari koks, pista ko'mir va qurum.

**Koks** toshko'mirni havosiz joyda qizdirish bilan olinadi. Metallurgiyada qaytaruvchi sifatida ishlatiladi.

**Pista ko'mir** havosiz joyda yoki havo oz bo'lganda yog'ochni qizdirilganda ko'mirlanishidan hosil bo'ladi. Metallurgiya sanoatida, temirchilik ustaxonalarida, qora porox olish, gazlarni yuttirishda va turmushda ishlatiladi.

**Qurum** uglevodlarni (tabiiy gaz,  $C_2H_2$ , skipidar) cheklangan miqdordagi havoda yondirish (yoki havosiz joyda termik parchalash) yo'li bilan olinadi. Ko'mirning va boshqa qattiq yoki suyuq moddalarning o'z sirtida bug', gaz va erigan moddalarni ushlab qolish xossasi **adsorbsiya** deyiladi. Yuzasida adsorbsiya sodir bo'ladigan moddalar **adsorbentlar** deyiladi. Adsorbileanadigan moddalar **adsorbatlar** deyiladi. Agar, masalan siyoh eritmasini mayda tuyilgan ko'mirga qo'shib chayqatilsa va so'ngra aralashma filtrlansa, u holda filtratda rangsiz suyuqlik—suv

bo'ladi. Bu holda erigan boyoqning hammasi ko'mirga adsorbileanadi. Ko'mir-adsorbent, boyoq-adsorbat. C oksidlovchi sifatida ba'zi metallar va metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi. C ning metallar bilan hosil qilgan birikmalari **karbidlar** deyiladi.

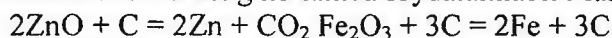


Vodorod bilan ko'mir nikel katalizator ishtirokida va qizdirilganda ta'sirlashib metanni hosil qiladi:  $C + 2H_2 = CH_4$

Uglerod kislorod bilan ta'sirlashib oksidlar hosil qiladi:



Ko'mir Fe, Cu, Zn, Pb va boshqa metallarni ularning oksidlaridan qaytaradi, uning bu xossasidan metallurgiyada shu metallarni olishda keng ko'lamda foydalaniladi. Masalan,



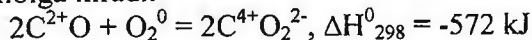
Uglerod (II)-oksid CO uglerodning kislorod yetishmaganda yonishi jarayonida hosil bo'ladi. Sanoatda u yuqori haroratda ko'mir cho'g'i ustidan  $CO_2$  o'tkazish yo'li bilan olinadi:



Laboratoriya sharoitida CO chumoli kislotaga qizdirib turib konsentrlangan  $H_2SO_4$  ta'sir ettirish orqali olinadi:  $HCOOH = H_2O + CO\uparrow$

CO-rangsiz, hidsiz, nihoyatda zaharli gaz. Ishlab chiqarish binolarida CO ning yo'l qo'yiladigan miqdori 1 L havoda 0,03 mg ni tashkil etadi. Yuqori haroratlarda CO kuchli qaytaruvchi. U ko'pchilik metallarni ularning oksidlaridan qaytaradi. CO ning bu xossasidan rudalardan metallar suyuqlantirib olishda foydalaniladi. Masalan,  $CO + CuO = Cu + CO_2$

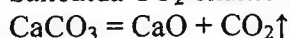
Havoda CO ko'kish alanga berib yonib, ko'p miqdorda issiqlik ajratib chiqaradi. Shuning uchun u boshqa gazlar bilan birgalikda gazsimon yonilg'ining ba'zi turlari-generator gazi va suv gazi tarkibiga kiradi.



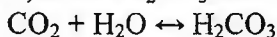
Uglerod (IV)-oksid  $CO_2$  tabiatda organik moddalar yonganida va chiriganida hosil bo'ladi. Hayvon va o'simliklar nafas olganida ajralib chiqadi. Laboratoriya sharoitida  $CO_2$  marmarga HCl ta'sir ettirib olinadi:



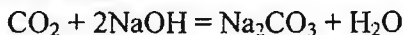
Sanoatda  $CO_2$  ohaktosh kuydirilganda hosil bo'ladi:



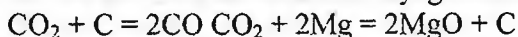
CO<sub>2</sub>–rangsiz gazsimon modda. Havodan 1, 5 marta og‘ir, shu sababli uni bir idishdan boshqasiga quyish mumkin. Yonishga va nafas olishga yordam bermaydi. O‘t oldirilgan cho‘p CO<sub>2</sub> da o‘chadi, CO<sub>2</sub> ning konsentratsiyasi katta bo‘lganda odam va hayvonlar bo‘g‘iladi. U shaxta, quduq va yerto‘lalarda ko‘pincha xavfli miqdorlarda to‘planib qoladi. CO<sub>2</sub> xona haroratida 6 MPa bosimda suyuqlikka aylanadi. Suyuq holda po‘lat ballonlarda saqlanadi va tashiladi. Qattiq CO<sub>2</sub> quruq muz deyiladi. Kislotali oksid xossalarini namoyon qiladi: suv va ishqorlarning eritmalari bilan o‘zaro ta’sirlashadi. 1 hajm suvda taxminan 1 hajm CO<sub>2</sub> eriydi, bunda H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> hosil bo‘ladi. Reaksiya qaytar:



Ishqorlarning eritmalari bilan o‘zaro ta’sirlashganda tuzlar hosil bo‘ladi:

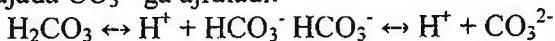


Yuqori haroratlarda oksidlash xossalarini namoyon qiladi: ko‘mir va aktiv metallar bilan reaksiyaga kirishadi. Masalan:

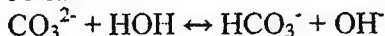


CO<sub>2</sub> soda, shakar ishlab chiqarishda, suv va ichimliklarni gazlashtirish uchun, suyuq holga–o‘t o‘chirgichlarda ishlatiladi. Quruq muzdan tez buziladigan mahsulotlarni saqlashda foydalaniladi.

**Karbonat kislota**–H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> faqat eritmadagina mavjud bo‘ladi. Qizdirilganda CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O ga ajraladi. U ikki asosli kislota sifatida bosqich bilan dissotsileanadi. Dastlab HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ga, so‘ngra juda oz darajada CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> ga ajraladi:



Karbonat kislota ikki qator tuzlar: o‘rta tuzlar–karbonatlar va nordon tuzlar–gidrokarbonatlar hosil qiladi. Karbonat kislota beqaror bo‘lgani bilan uning tuzlari barqaror birikmalardir. Ishqoriy metallarning va ammoniyning karbonatlari va gidrokarbonatlari suvda yaxshi eriydi, natijada ishqoriy muhitga ega bo‘ladi:



Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> suvda yaxshi eriydigan oq kukun. Kristall soda, ichimlik soda, shisha, sovun, qog‘oz ishlab chiqarishda va ro‘zg‘orda yuvish vositasi sifatida ishlatiladi.



$\text{NaHCO}_3$  suvda kam eriydigan oq kukun. Tibbiyotda (jig'ildon qaynaganda ichiladi), ro'zg'orda, sun'iy mineral suvlar ishlab chiqarishda, o't o'chirgichlarni to'ldirishda, qandolatchilikda va non yopishda ishlatiladi.



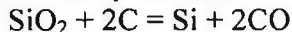
$\text{K}_2\text{CO}_3$ —potash, suvda yaxshi eriydigan oq kukun. Suyuq sovun, qiyin suyuqlanadigan optik shisha, pigmentlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

$\text{CaCO}_3$  tabiatda bo'r, ohaktosh va marmar ko'rinishida uchraydi, ular binokorlikda ishlatiladi. Ohaktoshdan ohak va  $\text{CO}_2$  olinadi.

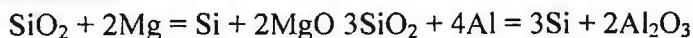
### **Kremniy, uning olinishi, xossalari, oksidlari, silikat kislotasi va uning tuzlari**

**Tabiatda uchrashi.** Kremniy kislordan keyin yerda eng ko'p tarqalgan element. U yer po'stlog'i massasining 27,6% ni tashkil etadi. Tabiatda asosan  $\text{SiO}_2$  va silikat kislotaning tuzlari—silikatlar holida uchraydi. Kremniy birikmalari o'simlik va hayvonlar organizmida bo'ladi.

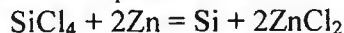
**Olinishi.** Sanoatda kremniy elektr pechlarda  $\text{SiO}_2$  ni koks bilan qaytarish orqali olinadi:



Laboratoriyalarda qaytaruvchilar sifatida Mg yoki Al lardan foydalaniladi:



Eng toza kremniy kremniy tetraxloridni rux bug'lari bilan qaytarish orqali olinadi:



**Fizik—kimyoviy xossalari.** Kristall kremniy—shishadek yaltiroq, to'q kulrang modda. Kremniy juda mo'rt, zichligi 2,33 g/sm<sup>3</sup>. Ko'mir kabi qiyin suyuqlanadi. Kremniy uchta barqaror izotopdan—<sup>28</sup>Si (92,27%), <sup>29</sup>Si (4,68%) va <sup>30</sup>Si (3,05%) lardan tarkib topgan.

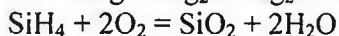
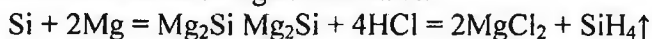
Kremniy odatdagi sharoitda ancha inert, bevosita fluor bilan reaksiyaga kirishadi:  $\text{Si} + 2\text{F}_2 = \text{SiF}_4$

Kislotalar bilan ta'sirlashmaydi, lekin u ishqoriy metallarning gidroksidlarida erib, silikat hamda vodorod hosil qiladi:



Elektr pechda yuqori haroratda qum bilan koks aralashmasidan kremniy karbid SiC (karborund) olinadi:  $\text{SiO}_2 + 2\text{C} = \text{SiC} + \text{CO}_2$

Kremniyning metallar bilan hosil qilgan birikmalari silitsidlar deyiladi. Silitsidga HCl ta'sir ettirilganda kremniyning vodorodli birikmasi—silan  $\text{SiH}_4$  olinadi. Silan—qo'lansa hidli zaharli gaz, havoda o'z-o'zidan alangalanib ketadi.



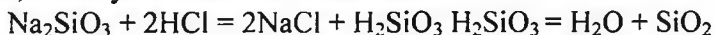
Maydalangan kremniy kislorod bilan qizdirilganda yonib, kremniy (IV)—oksid hosil qiladi:  $\text{Si} + \text{O}_2 = \text{SiO}_2$

Yuqori haroratlarda kremniy ko'pchilik metallarni ularning oksidlaridan qaytaradi.

**Kremniy (IV)—oksid** qumtuproq ham deyiladi. Bu qiyin suyuqlanadigan qattiq modda, tabiatda ikki xil ko'rinishda keng tarqalgan:

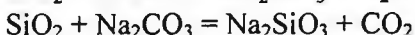
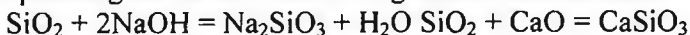
1) kristall qumtuproq—kvars minerali va uning har xil turlari (tog' billuri, xalsedon, agat, yashma, kremen) holida bo'ladi; kvars qurilishda va silikat sanoatida keng ko'lamda foydalaniladigan kvarsli qumlarning asosini tashkil etadi;

2) amorf qumtuproq tarkibi  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  bo'lgan opal minerali holida bo'ladi; uning tuproq shaklidagilari diatomit, trepel (infuzor tuproq); suvsiz sun'iy amorf qumtuproqqa silikagel misol bo'la oladi, u natriy metasilikatdan olinadi:

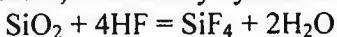


1710 °C da kvars suyuqlanadi. Suyuqlangan massa tez sovitilganda kvars shisha hosil bo'ladi. Kengayish koeffitsienti kichik, shuning uchun cho'g' holigacha qizdirilgan kvars shisha suv bilan tez sovitilganda darz ketmaydi. Undan laboratoriya shisha idishlari va ilmiy tadqiqotlar uchun asboblari tayyorlanadi.

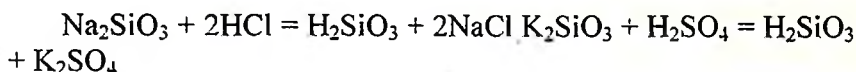
Kimyoviy xossalari jihatidan  $\text{SiO}_2$  kislotali oksidlar qatoriga kiradi. U qattiq ishqorlar, asosli oksidlar va karbonatlar bilan birga suyuqlantirilganda silikat kislotaning tuzlari hosil bo'ladi:



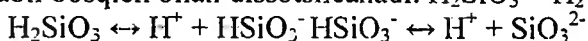
Kremniy (IV)—oksid bilan faqat fluorid kislotagina reaksiyaga kirishadi, shu reaksiya yordamida shishaga ishlov beriladi:



Suvda  $\text{SiO}_2$  erimaydi va suv bilan reaksiyaga kirishmaydi. Shining uchun silikat kislotasi silikat kislotasi tuzlariga kislotalar ta'sir ettirib olinadi:

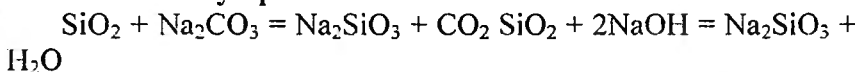


$\text{H}_2\text{SiO}_3$ —juda kuchsiz kislota, suvda kam eriydi. Qizdirilganda karbonat kislota kabi oson parchalanadi. Ikki asosli kislota bo'lgani sababli bosqich bilan dissotsileanadi:  $\text{H}_2\text{SiO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$



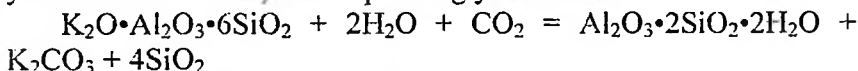
Silikat kislolaning tuzlari silikatlar deyiladi, masalan,  $\text{CaSiO}_3$  yoki  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ —kalsiy silikat,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  yoki  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ —natriy silikat.

$\text{R}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$  tarkibli silikatlar (bunda  $\text{R}_2\text{O}$ — $\text{Na}_2\text{O}$  yoki  $\text{K}_2\text{O}$ ) **eruvchan shisha** deyiladi, ularning suvdagi konsentrlangan eritmaları esa **suyuq shisha** deb ataladi.



Yer qobig'ini  $\text{SiO}_2$  bilan turli xil silikatlardan tarkib topgan. Tabiiy silikatlarining tarkibi va tuzilishi murakkab bo'ladi. Ba'zi tabiiy silikatlarining tarkibi quyidagicha: dala shpati  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ , asbest  $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , slyuda  $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , kaolinit  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

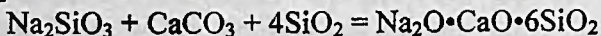
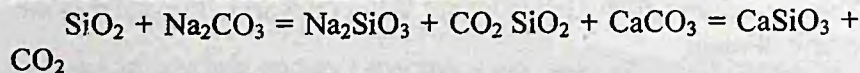
Tarkibida  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ham bo'ladigan silikatlar **alyumosilikatlar** deyiladi. Tog' jinslari va yer yuzasidagi minerallar harorat, so'ngra namlik va karbonat anhidrid ta'sirida nuraydi, yani asta-sekin yemiriladi. Masalan, dala shpatining yemirilishi:



yemirilishning asosiy mahsuloti kaolinit—oq gilning asosiy tarkibiy qismi. Tog' jinslarining nurashi natijasida gil, qum va tuzlarning qatlamlari hosil bo'ladi.

### Shisha va sementning olinishi

Odatdagi deraza oynasining tarkibi taxminan ushbu formula bilan ifodalanadi:  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ . Shisha soda, ohaktosh va oq qum aralashmasini maxsus pechlarda birga suyuqlantirish orqali olinadi. Suyuqlantirishda dastlab natriy va kalsiy silikatlarini hosil bo'ladi. Bu silikatlar bilan qum tuproq suyuqlanib bir butun massa hosil bo'ladi va u asta-sekin sovutiladi:



### 1.5. Istiqbolli progressiv materiallar ichlab chiqarish

**Progressiv materiallar.** Yuqori texnologiyali mahsulotlarda («yuqori texnologiyalar») foydalanishga mo'ljallangan materiallar ba'zida shartli ravishda «progressiv» materiallar bilan belgilanadi. Yuqori texnologiya odatda kompleks zamonaviy prinsiplardan foydalanishga asoslangan qurilmalar yoki mahsulotlarni nazarda tutadi. Ushbu turdagi mahsulotlarga turli xil elektron qurilmalar, xususan, raqamli video-audio kameralar, CD / DVD pleyerlar, kompyuterlar, optik-tolali tizimlar, shuningdek, kosmik yo'ldoshlar, kosmik mahsulotlar va raket texnologiyalari kiradi.

Keramika metallar va metall bo'lmagan elementlar orasidagi oraliq manzilni egallagan materiallar guruhidir. Umumiy qoida sifatida, keramika klassi oksidlar, nitritlar va karbidlarni o'z ichiga oladi. Misol uchun, eng mashhur keramika turlari alumina ( $Al_2O_3$ ), silikon dioksid ( $SiO_2$ ), silikon nitridi ( $Si_3N_4$ ). Bundan tashqari, ko'pchilik an'anaviy keramika materiallari deb ataladigan moddalar orasida turli gil (ayniqsa, chinni tayyorlash uchun ishlatiladigan), shuningdek, beton va shisha bo'ladi. Mexanik xususiyatlarga kelsak, bu xususiyatlar uchun metall bilan taqqoslanadigan nisbatan qattiq va mustahkam materiallar mavjud. Bundan tashqari, odatda seramika turlari juda mustahkam. Biroq, keramika juda nozik material (deyarli to'liq plastisitik yetishmovchilik) va zaif halokatga qarshi turadi. Barcha turdagi seramika turlari issiqlik va elektr tokini o'tkazmaydi (ya'ni, ularning elektr o'tkazuvchanligi juda past).



1.7-rasm.

**Keramika yuqori harorat va zararli ekologik ta'sirlarga nisbatan yuqori qarshilik bilan tavsiflanadi. Ularning optik xususiyatlariga kelsak, shaffof, shaffof yoki to'liq shaffof material bo'lishi mumkin va ba'zi oksidlar, masalan, temir oksidi ( $Fe_2O_3$ ) magnit xususiyatlariga ega**

## Yangi materiallarni yaratishga ehtiyoj

So'nggi bir necha yil davomida materialshunoslik va materiallarni ishlatish texnologiyalari sohasida ulkan yutuqlarga erishilganligiga qaramasdan, ilgari ilg'or va ixtisoslashtirilgan materiallarni yaratish, shuningdek, bunday materiallar ishlab chiqarish va uning atrof-muhitga ta'siri o'rtasidagi munosabatni baholash zarur. Ushbu masala bo'yicha ushbu sohada yuzaga kelishi mumkin bo'lgan istiqbollarni belgilash uchun ba'zi sharhlar berish kerak.

Yadro energiyasini yaratish kelajakdagi ayrim va'dalarni taklif qiladi, ammo radioaktiv chiqindilarni saqlash uchun reaktorda yonilg'i qo'yish tizimidan boshlab barcha bosqichlarda zarur bo'lgan yangi materiallarni ishlab chiqish bilan bog'liq ko'plab muammolar mavjud.

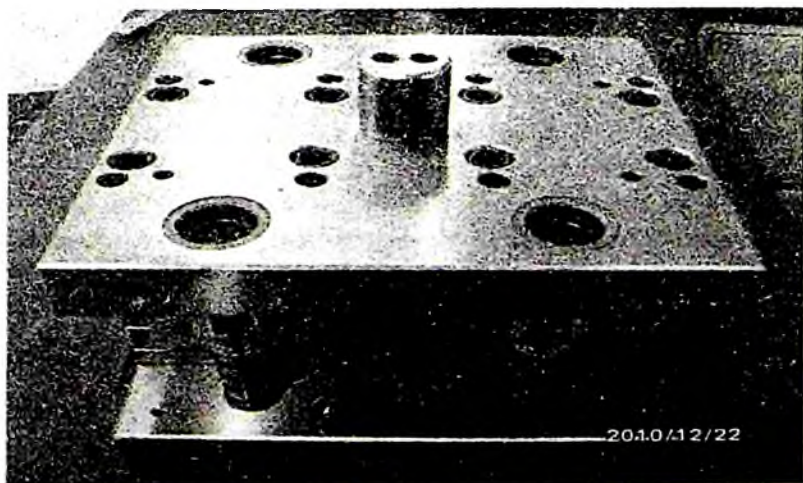
Yuk tashish bilan bog'liq yuqori energiya sarfi. Transport vositalarini (avtomobillar, samolyotlar, poezdlar va boshqalar) og'irligini kamaytirish, shuningdek, dvigatellar ishlaydigan haroratni oshirish, energiyani tejash samaradorligini oshirishga yordam beradi. Bu yuqori kuchli muhandislik materiallarini, shuningdek yuqori haroratlarda ishlaydigan materiallarni yaratishni talab qiladi.

Bundan tashqari, yangi, iqtisodiy jihatdan jonli energiya manbalari hamda mavjud manbalardan yanada samarali foydalanish uchun universal e'tirof etilgan talab mavjud. Ushbu yo'nalishning rivojlanishida zarur xususiyatlarga ega bo'lgan materiallarning katta rol o'ynashi shubhasiz. Masalan, quyosh energiyasini elektr tokiga to'g'ridan-to'g'ri o'tkazish imkoniyati ko'rsatildi. Bugungi kunda quyosh panellari juda murakkab va qimmatbaho qurilma. Hech shubha yo'qki, yangi nisbatan arzon texnologik materiallar yaratilishi kerak, bu quyosh energiyasidan foydalanishda yanada samarali bo'lishi kerak.

Energiyani qayta ishlash texnologiyasidagi boshqa juda jozibali va juda aniq misol vodorod yonilg'i xujayralari bo'lib, ular atrof-muhitni ifloslantirmaslik afzalliklariga ham ega. Hozirgi vaqtda ushbu texnologiyani elektron qurilmalarda qo'llash yangi boshlangan; istiqbolda bunday elementlar avtomobillarda elektr stansiyalari sifatida ishlatilishi mumkin. Keyinchalik samarali yonilg'i xujayralari yaratish uchun yangi materiallar talab qilinadi va vodorod ishlab chiqarish uchun yangi katalizatorlar talab qilinadi.

Atrof muhitning sifatini zarur darajada saqlab turish uchun biz havo va suv tarkibini kuzatib borishimiz kerak. Atrof muhitni nazorat qilish uchun turli materiallardan foydalaniladi. Bundan tashqari, atrof-muhit ifloslanishini kamaytirish uchun materiallarni qayta ishlash va tozalash usullarini takomillashtirish zarur, vazifa minerallarni qazib olishda atrofimizdagi atrof-muhitga kamroq chiqindilarni va ozgina zarar yetkazishdir. Shuni ham unutmaslik kerakki, ba'zi moddalarni ishlab chiqarishda bunday chiqindilarning chiqindilaridan chiqadigan ekologik zararni hisobga olish uchun toksik moddalar shakllantirilishi kerak.

Biz ishlatadigan ko'plab materiallar o'zgarimas manbalardan olinadi, ya'ni. yangilanib bo'lmaydigan manbalar. Bu, misol uchun, asosiy xomashyo bo'lgan neft va ayrim metallarga polimerlarga qo'llaniladi. Ushbu o'zgaruvchan resurslar tobora kamayib bormoqda. Shuning uchun: 1) ushbu resurslarning yangi manbalarini kashf qilish; 2) mavjud bo'lganlarga o'xshash xususiyatlarga ega bo'lgan yangi materiallarni yaratish, lekin atrof muhitga zarari kam; 3) qayta ishlash jarayonlarining rolini kuchaytirish va qayta ishlashga imkon beradigan yangi texnologiyalarni ishlab chiqish. Buning natijasi o'laroq, nafaqat ishlab chiqarishni emas, balki atrof-muhit omillarini ham baholashni talab qiladi. Shuning uchun materialning butun hayot aylanish jarayonini - beshikdan tortib to qabrgacha tahlil qilish kerak va umuman olganda ishlab chiqarish jarayoni.



**1.8-rasm**

## NANOTEKNOLOGIYA MATERIALLARI

So'nggi paytgacha kimyo va fizika sohasidagi ishlarni bajarish uchun qabul qilingan umumiy qoidalar juda katta va murakkab tuzilmalar birinchi marta o'rganilib, keyin ushbu tuzilmalarni tashkil etuvchi kichikroq asosiy bloklarni tahlil qilishga aylandi. Bunday yondashuv ba'zan yuqoridan pastga aylanadi. Ammo, alohida atomlar va molekullarni kuzatish imkonini beradigan skanerlash mikroskopi texnologiyasini ishlab chiqishda, yangi tuzilmalar yaratish uchun atomlar va molekullarni boshqarish mumkin edi va shu bilan atomik elementlarning elementlari asosida qurilgan yangi materiallar (ya'ni, «). Atomlarni to'g'ri to'plash uchun ushbu imkoniyatlar mexanik, elektr, magnit va boshqa xususiyatlarga ega materiallarni yaratishning istiqbollari ochib berdi. Biz ushbu yondashuvni «pastdan yuqoriga» deb ataymiz va nanotexnologiya bunday yangi materiallarning xususiyatlarini o'rganish bilan shug'ullanadi, bu yerda «nano» prefiksi struktur elementlarning o'lchamlari nanometr tartibiga (ya'ni 10<sup>-9</sup> m) teng ekanligini anglatadi. Odatda, biz 100 nm dan kichik o'lchamdagi strukturaviy elementlardan, ya'ni atomning taxminan 500 diametriga teng.

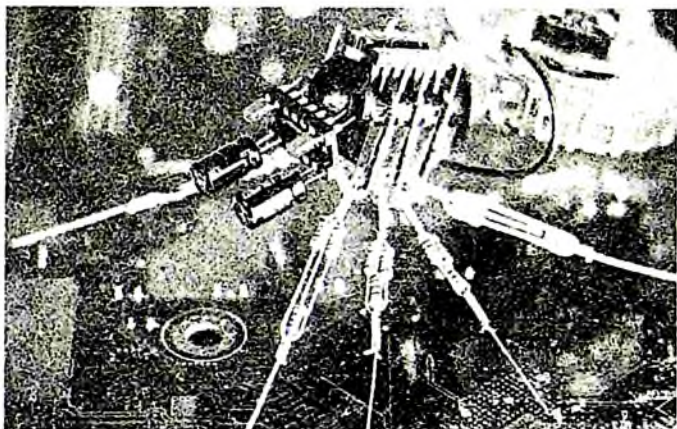
Bu turdagi materiallarning bir misoli karbon nanotubalari. Kelajakda, albatta, biz nanotexnologik materiallarning afzalliklari namoyon bo'ladigan ko'plab sohalarni topa olamiz.

### Kompozitlar

Kompozitlar yuqorida sanab o'tilgan moddalarning turli sinflariga mansub ikkita (yoki undan ko'p) alohida materiallarning birikmasidir. metallar, seramika va polimerlar. Kompozitlarning maqsadi alohida komponentlar uchun olinishi mumkin bo'lmagan turli xil materiallar xususiyatlarining kombinatsiyasiga erishish va ularning xususiyatlarini optimal kombinatsiyalashni ta'minlash edi. Metallarni, keramika va polimerlarni birlashtiruvchi ko'plab kompozitlar mavjud. Bundan tashqari, ba'zi tabiiy materiallar, masalan, yog'och va suyak kabi kompozitlardir. Biroq, bu kitobda muhokama qilingan kompozitlarning aksariyati sintetik materiallardan olingan materialdir.

Barcha kompozit materiallarga eng taniqli va taniqli materiallardan biri shisha tolalardir. Ushbu material polimer matritsasiga, odatda epoksi yoki poliester qatroniga joylashtirilgan

qisqa shisha elyaf hisoblanadi. Shisha elyaflar yuqori kuch va mustahkamlikka ega, ammo ular nozikdir. Shu bilan birga polimer matritsasi plastik, ammo uning kuchi past. Ushbu moddalarning kombinatsiyasi nisbatan qattiq va yuqori quvvatli materiallarga olib keladi, lekin bunga qaramay, yetarli süneklilik va moslashuvchanlik mavjud.



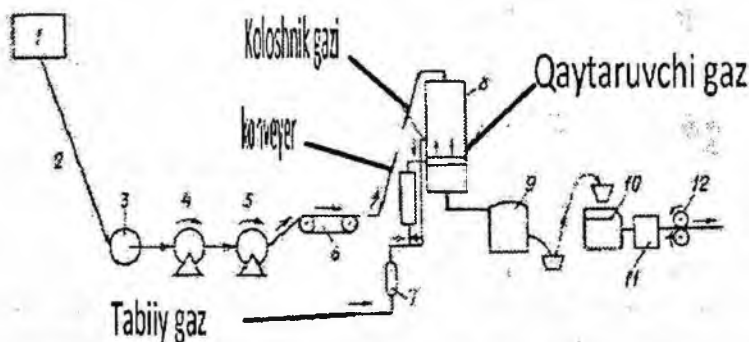
1.9-rasm

Texnologik jihatdan muhim kompozitsiyaning yana bir misoli - uglerodli plastmassa - uglerod tolasi duxovkali polimerlar (CFRP). Ushbu materiallarda polimer matritsasiga karbonli elyaf joylashtiriladi. Ushbu turdagi materiallar shisha tolalarga qaraganda qattiqroq va bardoshlidir, lekin ayni paytda qimmatroq. Karbonli plastiklar aerokosmik muhandislikda, shuningdek, velosipedlar, golf klublari, tennis raxetlari, kayaklar va snowboardlar kabi yuqori sifatli sport anjomlari ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

**Po'lat ishlab chiqarishning istiqbolli usuli.** Ma'lumki, odatdagi po'lat ishlab chiqarish usullarida temir rudadan cho'yan, cho'yandan po'lat olishda ko'plab material resurslari talab etilishidan tashqari ajralib chiqayotgan chiqindilar atmosfera havosini buzadi. Keyingi yillarda mamlakatimizda va boshqa davlatlarda po'latni rudadan bevosita olish ustida ishlar olib borildi va olingan natijalar asosida 1984- yilda Kursk magnit anomaliyasi bazasida Oskol'sk elektr metallurgiya kombinati qurildi.



1.9 - rasmda bu kombinatda po'latlarni temir rudalardan olishning texnologik shemasi keltirilgan. Xom ashyo sifatida temir ruda maydalanib, suv bilan aralashtirilgan pul'pa Lebedinsk boyitish kombinatida tayyorlanib (27 km li) truba 2 orqali boyitish uchun uzatiladi. U yerda tindiriladi, keyin cho'kma boyitma diskli vakuum filtr 3 ga uzatiladi. U yerda temir boyitma suvsizlantirilib, keyin baraban 4 da bentonitli gil bilan aralashtiriladi. Baraban 5 da undan okatishlar olinadi. So'ngra okatishlar pech 6 ga uzatilib obdon qizdirilgach konveyer yordamida temirni okatishlardan bevosita qaytaruvchi qurilma 8 ga uzatiladi. Bu qurilmaga tagidan 760°C temperaturali qaytaruvchi gaz 0, 15 MPa bosim ostida kiritib turiladi. Qaytaruvchi gaz reformer 7 da tabiiy va koloshnik gazlarini o'zaro aralashtirib olinadi. Qurilma 8 da boruvchi reaksiyalar natijasida okatishlarda temirning miqdori 90 - 95% ortadi. Keyin bu okatishlar elektr pech 9 ga uzatilib, suyuqlantirilib bekorchi jinslardan tozalangach, unga ma'lum miqdorda legirlovchi elementlar kiritilib, tegishli tarkibli po'latlar olinadi. Bu po'lat uzluksiz quyish mashinasi 10 ga o'tkazilib undan quymalar olinadi. So'ngra bu quymalar pech 11 da qizdirilib, prokat stani 12 da qo'shimcha ishlov berilib, ulardan sortamentlar olinadi. Bu usulda yiliga 4 mln. t dan ortiq yuqori sifatli po'lat mahsulotlari ishlab chiqarilmoqda. Temirga nihoyatda boy bo'lgan rudaning ishlatilishi bu usulning keng qo'llanilishiga to'sqinlik qilmoqda.



Temir rudalardan po'latlarni do'imlasiz olish usulining texnologik shemasi

- 1 - boyitilgan koncentrat; 2 - truba; 3 - vakuum filtr; 4, 5 - baraban; 6 - pech; 7 - reformer; 8 qurilma; 9 - elektr pech; 10 - qo'yish mashinasi; 11 - pech; 12 - prokat stani.

## 2.0- rasm

## Polimer materiallar kimyosi va texnologiyasining ekologik muammolari

Polimer materiallar, odatda, ko'pkomponentli sistema hisoblanib, ularni yaratish uchun turli polimer komponentlar (ingrediyentlar) qo'llaniladi. Polimer materiallar olish sanoat, qishloq xo'jaligi, maishiy turli tarmoqlar uchun ekspluatatsiya talablarini qondira oladigan holatda bo'lib, polimer materiallar ishlab chiqarish - polimer materiallar ishlab chiqarish texnologiyasi asosiy vazifasi hisoblanadi. Ko'pkomponentli polimerlarning ishlab chiqarishda, shuningdek, ulardan amaliy foydalanishda materiallardan qator zararli quyi molekulyar moddalarning ajralib chiqish jarayonlari sodir bo'ladi. Polimer materiallar ekspluatatsiya sharoitiga bog'liq holda ularning miqdori bir necha massa foizni tashkil qiladi. Polimer materiallar bilan kontakda bo'lganda bir necha o'nga yaqin turli kimyoviy tabiatli birikmalar bilan uchratish mumkin.

Polimerlarni ishlab chiqarish va undan foydalanishda inson organizmi, atrofni o'rab turgan ishlab chiqarish muhitiga va insonning yashash muhitiga, shuningdek, butun tabiatiga bevosita yoki bilvosita ta'siri bilan bog'liqdir. Polimerlarning va ularning mahsulotlarini ishlatib bo'lgandan so'ng polimer materiallar tuproqqa ko'miladi, so'ngra parchalanish jarayonida tuproq, oqova suvlar va tevarak - atrofga ta'siri natijasida zararlanishi kuzatiladi. Polimer materiallarni ishlab chiqarish va polimer materiallar qo'llash ekologik muammoligicha qolmoqda. Ifloslantirish qanday oqibatlariga olib keladi, masalan, yer uchun? Birinchi navbatda tabiiy muhitda yashovchi tirik jonzoatlarning qirilishi; ikkinchidan, ifloslangan rayon, unga qo'shni bo'lgan rayon territoriyaga xavf soladi, masalan, yer osti suvlar orqali; uchinchidan havoning issiqxona effektlar hisobidan hosil bo'lgan zaharli gazlar, ya'ni metan va karbonat angidrid tevarak -atrofni global holatda o'zgarishiga olib keladi. Polietilen, polipropilen, polivinilxlorid ishlab chiqarish o'rab turgan atrof muhit uchun muhim ekologik muammolarni keltirib chiqaradi. Bu turli xildagi zaharli monomer va katalizatorlardan foydalangan holatda oqova suv va gaz chiqindilari hosil bo'lishi, ishlab chiqaruvchilar tomonidan amalga oshiriladigan, yuqori energiyali va qiyin sarflanishi borasida yondoshmaydi

## **Avtomashinalarni ehtiyot qismlar texnologiyasi**

Bugungi kunda butun dunyoda avtomobil sanoatida raqobat juda shafqatsiz, shuning uchun ko'plab avtomobil ishlab chiqaruvchilari avtomobillarni shtamplash uchun ehtiyot qismlar yig'ish mashinasining talablarini qondirishdan ko'ra ko'proqdir, hozirda ko'plab avtomobil ishlab chiqaruvchilari, ayniqsa, yirik avtomobil ishlab chiqaruvchilari avtoulavlarni shtamplash uchun ehtiyot qismlar ishlab chiqaradigan avtomobillarni yig'ish jarayoni. Shu tarzda, shtamplash qismlarini ishlab chiqaruvchi firmalar ehtiyot qismlarni ishlab chiqarish jarayonida ko'pgina moslashuvchan shtamplama qismlarini qayta ishlash texnologiyalarini ishlab chiqdilar.

Avtotransport mahsulotlarini ishlab chiqarishda eng muhim dizayni mashinani shtamplashtiradi, shuning uchun ishlab chiqarishda ehtiyot qismlar ishlab chiqariladi, ishlab chiqaruvchining shtamplash mashinasiga bo'lgan talabi doimo oshib bormoqda. Markalash vositasi ishlab chiqarishda ko'pgina yangi texnologiyalarni joriy etish bilan birga, bundan tashqari, dizayn konsepsiyasida juda ko'p narsa o'zgargan. Aslida, ishlab chiqarishda shtamplama mashinasi, tadqiqotning so'nggi tendensiyasining hozirgi avtomashina qismlarini ta'qib qilishlari kerak, shunday qilib shtamplash qismlarini ishlab chiqarish avtomobilning umumiy rivojlanish ehtiyojlarini qondirishi mumkin, shuning uchun ishlab chiqarish korxonalari va avtomobilsozlik korxonalarining shtamplash qismlari bir-biri bilan chambarchas bog'liq.

Va endi kompyuter texnologiyalari va elektron texnologiyasining doimiy rivojlanishi, shtamplash apparatlarini boshqarishning avtomatlashtirilgan nazoratini amalga oshirishga imkon beradi va shu avtomatlashtirilgan shtamplama mashinasi tadqiqoti va ishlab chiqarilishi orqali avtomobillarni shtamplashtiruvchi qismlarni ishlab chiqarish korxonalari endi shtamplash raqamini ehtiyot qismlar, yirik shtamplama buyumlari mahsulotlari yoki juda kichik shtamplama mahsulotlari ishlab chiqarish kabi barcha turdagi texnologik xususiyatlarning talablarini qondirish uchun avtomatik tortish mashinasi barqaror va samarali ishlab chiqarish orqali amalga oshirilishi mumkin.

Avtomobil ishlab chiqaruvchilari o'zlarining avtomobillarini ishlab chiqarishda o'zlarining ko'plab avtomobil mahsulotlarini saqlab qolishgan bo'lsa-da, ularning xususiyatlari va tashqi

ko'rinishi yangi avtomobil bozori muhitida katta o'zgarishlarga duch kelmoqda. Avtotransport mahsulotlarini ishlab chiqarishda Siz doimiy ravishda mold, bu turli xillik xususiyatlariga ega bo'lgan qolipning paydo bo'lishiga va tez yangilanish tezligining xususiyatlariga yordam beradi.

Shunday qilib, avtomobillarni shtamplash uchun ehtiyot qismlarni ishlab chiqarish korxonasi uchun ham qiyinchiliklar mavjud. Ko'pgina shtamplangan qismlar ishlab chiqaruvchilari doimo o'zgarib turadigan avtomobillarni shtamplashlar bozorida yangi shtamplash qismlarini ishlab chiqarish texnologiyasini o'rganmoqda. Shu tarzda, ehtiyot qismlarni ishlab chiqarish jarayonida, shunchaki qismlarni ishlab chiqarishda ishlatiladigan ma'lumotlar aniqroq bo'lishi mumkin, shuningdek, shtamplash qismlarining turlari ham oshib boradi va ishlab chiqarish hajmi ortib bormoqda.

Shunday qilib, ushbu yangi tendensiyada avtomobilning shtamplash qismlarini ishlab chiqarish texnologiyasi yangi o'zgarishga ega. Birinchi navbatda, shtamplash qismlarini ishlab chiqarishda odamlar faqat mahsulot sifatiga e'tibor berishadi, kamdan-kam ishlatiladigan ushbu uskunalarni moslashuvchanligiga e'tibor berishadi. Endi damgalama uskunasi xarid qilish jarayonida ko'pgina shtamplama qismlari, shuningdek, shtamplash uskunasi sifatini haqida o'ylashdan tashqari, shuningdek, ushbu shtamplama uskunasi ishlab chiqarishning moslashuvchanligi hisobga olinadi.

Avtotransport vositalarini ishlatish uchun ishlatiladigan ko'plab eski avtomobillarni ishlab chiqarish uchun faqat bitta model yoki bir nechta modellar ishlab chiqarishga mo'ljallangan, ammo yangi talablarga javob beradigan ushbu qadimiy shtamplama uskunalari faqatgina yo'q qilishni tanlashi mumkin. Ammo moslashuvchan shtamplama uskunalari yordamida bu mashinalar faqatgina mavjud shtamplama qismlarini ishlab chiqarish bilan bir qatorda yangi talablarga mos kelishi mumkin emas. Yangi talablar bo'yicha, agar talablar ishlab chiqarilgan qismlarni shtamplash xususiyatlariga o'xshasa, shtamplash uskunasi xususiyatlarini sozlash orqali yangi shtamplash qismlarini ishlab chiqarishning maqsadi butunlay o'zgartirilishi mumkin. Bu qisimli uskunalarni bosimning moslashuvchanligi afzalliklarini aniq ko'rsatadi.

## **Galogen lampalar o'zgartirilgan xenon lampalar xavfli**

Faralarni rostdashda avtotransportning orqa shisha oldida biron bir masofa bo'lmasligi kerak; Yaqin chiroqning pastki chegara pozitsiyasi taxminan 20 metr oldida yo'lning yuzasiga to'g'ri kelishi mumkin. Boshqariladigan balandlikning balandligi sozlanishi, haydashda xavf tug'dirmaslik uchun eng yaxshi ta'sir masofasini olish uchun buyurtma berish. Dastlabki galogenli faralar bilan bir qatorda, agar egasi ksenonli faralarga o'zini o'rnatirsas, original chiroq kosasi xenon lampochkasining yorug'ligini, Lampochkaning holati va shakli. Qayta tiklashdan so'ng, haydovchi yo'lni aniq ko'rmaydilar va boshqalarni silkitib yuboradilar.

Umumiy avtomobil faralari galogen faralar, xenon faralar, avtomatik gorizontall sozlamalari faralari va boshqalar.

Odatda, avtomobilning ichki qismida qo'lda sozlash tugmasi mavjud bo'lib, bu nurning balandligini ehtiyojga qarab sozlashi mumkin. Mashinaning konstruksiyasi ortib borayotganligi sababli yuqori modelga ega bo'lgan ayrim modellar avtomatik gorizontall balandlikda sozlanishi bilan jihozlanadi. Har bir mashina uchun farok zavoddan chiqib ketganda o'rnatiladi, shuning uchun uni sozlash kerak emas. Agar egasining faralari boshqalarnikiga ta'sir qilmaslik uchun, avtomobilning yorug'lik burchagi avtotransport vositalaridan ko'ra ko'proq pastga qarab o'rnatilishi kerak, chunki ular vizual ta'siriga ta'sir qilmasligi kerak, haydovchi mashina tomon yo'nalgan.

Fara uchun eng yaxshi holat nimani anglatadi?

Avto fareyni sozlashda, devorga mos keladigan devorga tayangan mashinada bo'lishni afzal ko'rsangiz, devorga mos keladigan narsalarni qidirsangiz, belgini ishlatib, sozlash paytida aylanish amplitudasi juda katta emas, yorug'lik chiroqqa tanqid cheklovlari bo'yicha chiziqli chiziqqa ega, pozitsiyani juda yaxshi tanqid qiladi. Shuningdek, oldingi avtomobilni nurli yorituvchi chiroqning tegasiz holatidan ham hukm chiqaramiz. Farovon old avtomobilning orqa shisha oldida hech qanday masofada porlamasligi uchun ishonch hosil qilishimiz kerak, aks holda bu kechadagi oldingi avtomobilning haydash xavfsizligiga ta'sir qiladi va odamlardan nafratlanadi.

Yaqin chiroqning pastki chegara pozitsiyasi 20 metrli yo'l sirtini oldindan ko'ra bilish uchun juda nozik bo'lmasligi kerak.

## **Galogen va yorug'lik chiroqlari orasidagi farq nimada?**

Galogen chiroqdan boshlaylik. Edisonning elektr lampochkasining ixtirosi bizga galogen chiroq asl oddiy uy lampochkasi bilan bir xil prinsipda ishlayotganligini, ammo u bir oz farq qiladi, deb aytadi. Elektr isitish tungsten galogen lampochka yoritgichidan foydalanib, volframli sim foydalanish tarmog'i so'zlar teri bo'lsa, isitgandan keyin vaqt o'tib bug'lanadi, vaqt o'tishi bilan volfram simlari kuyib ketadi, Shuning uchun vaqt o'tishi bilan chiroqni almashtirish kerak, aniqki, bu to'g'ridan-to'g'ri avtomobil ishlatilmaydi, shuning uchun akkumulyator gazida odamlar galogen elementni to'ldiradi, volfram simli erish nuqtasi samarali tarzda takomillashtirilishi va hayotni ta'minlaydi.

LED faralari xalqqa yorug'lik chiqaradigan diyotlar deb nomlanadigan, yarim o'tkazgichlar orqali yorug'likni nurga to'g'ridan-to'g'ri aylantiradigan yarim chastotalar. Chip, iskala va epoksi qatronlar bilan qoplangan. Faqat 12 v kuchlanish kuchlanishini talab qilishi mumkin, prinsip juda murakkab, bu yerda juda ko'p ish qilmang, lekin endi ko'proq va hashamatli belgilar LED yorug'lik manbaidan foydalanishni boshladi, kam nurli chiroqlarda asosiy, ammo tuman va kambag'allikdagi yorug'likning ta'siridan, energiya tejash va atrof-muhitni muhofaza qilishni targ'ib qilishda LED «The Times» ning doimo namoyon bo'lishidir.

LED yorug'liklari: yuqori nashrida, tezkor javob vaqtida, haydovchiga bir oz ko'proq reaksiya vaqtini berishi mumkin, u holda voqea sodir bo'lish hollarini kamaytiradi, tormoz chiroqlarida ishlatiladigan LED chiroqlari keng tarqalgan.

Halojen lampa: avtomobilning faralari juda ko'p ishlatiladi, xarajat past, yorqinligi ok. Umuman olganda, LED va halogen lampalar turli lavozimlarga ega, Chunki ular turli lavozimlarga joylashtirilgan.

### **Nazorat uchun savollar.**

1. Metallmaslar davriy jadvalda qanday ravishda joylashgan?
2. Metallmaslar qanday umumiy xossalarni namoyon qiladi?
3. Tabiatda vodorod qanday hollarda uchraydi?
4. Vodorod qanday fizik-kimyoviy xossalarni namoyon qiladi?
5. Suv qanday fizik-kimyoviy xossalarga ega?

6. Og'ir suv qanday fizik-kimyoviy xossalarga ega?
7. Progressiv materiallarni yaratishdan maqsad nima?
8. Progressiv deganda nimani tushunasiz?
9. Yangi materiallarni ishlab chiqarishni ekologiyaga ta'siri?
10. Qanday materiallar progressiv hisoblanadi?

## 2-BOB. "MATERIALSHUNOSLIK" FANINING PREDMETI VA USLUBLARI

### 2.1. Sanoatda ishlatiladigan metall va nometall materiallar tasnifi, ishlatilish sohalari, markalanishi

*Metall* deb tavsifli xususiyatga, yaltiroq va plastik bo'lgan, elektr va issiqlik o'tkazuvchanligi yuqori, shaffof bo'lmagan jismga aytiladi.

Texnikada metallarni ikki guruhga bo'lish mumkin:

- *oddiy yoki sodd metallar* (nisbatan boshqa kimyoviy elementlardan toza bo'lgan);
- *murakkab metallar yoki qotishmalar* (metall asosida bir necha elementlarning birikmasi).

D. I. Mendeleev davriy sistemasiga ko'ra hozirda 112 ta kimyoviy element bo'lib, shularning 3/4 qismi metallardir. Qolgan qismi nometallardir. Tabiatda metallar ko'p bo'lishiga qaramasdan sanoatda ularning juda oz qismi ishlatiladi (2.1-rasm).

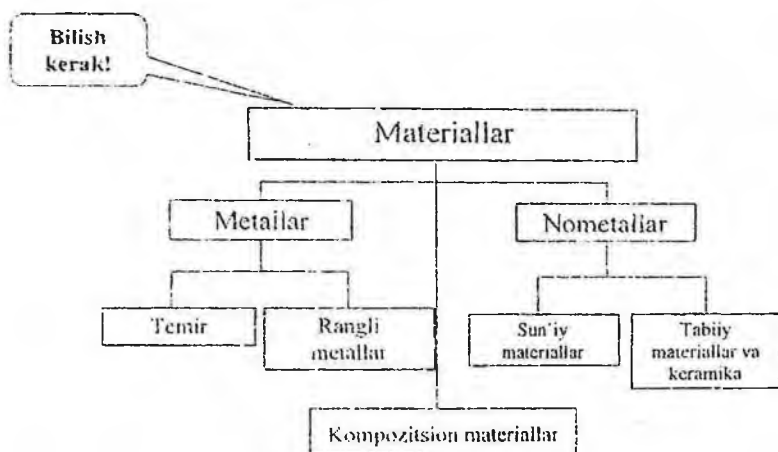
Sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan asosiy metall bu temir (Fe) bo'lib, uning uglerod (C) bilan birikmasi qora metallarni tashkil etadi. Dunyo bo'yicha sanoatda ishlatiladigan metallarning 93% qora metallardir. Mashina va mexanizmlarni tayyorlashda, asosan, qora metallar ishlatiladi. Qolgan metallar va ularning qotishmalari rangli metallar guruhiga kiradi. Rangli metallardan sanoat ahamiyatiga ega bo'lganlari mis-Cu, aluminiy-Al, magniy-Mg, titan-Ti, qo'rg'oshin-Pb, rux-Zn, qalay va boshqalar bo'lib, ular texnik ahamiyatga egadir (2.2-rasm).

### Texnik metallar

Rangli metallar qimmat bo'lgani uchun sanoatda iloji boricha ularning o'rnini bosa oladigan qora metallardan ishlatishga harakat qilinadi. Yuqorida ko'rsatilgan rangli metallardan tashqari sanoatda xrom-Cr, nikel-Ni, marganes-Mn, molibden-Mo, kobait-Co ham ishlatiladi. Bu metallar, asosan, asosiy metallarning xususiyatlarini yaxshilash uchun, ularga ma'lum xususiyatlar berish uchun qo'shimcha materiallar hisoblanadi. Misol uchun V, W, Ti va So lar qirqish asboblari tayyorlashda qo'llaniladi. Sanoat va texnikada keng tarqalgan metallar bu po'lat va uning qotishmalari bo'lib, ularning fizik-mexanik xossalari metall xossalaridan ancha yuqori bo'ladi. Ulardan mustahkam, talabga javob beradigan, har xil

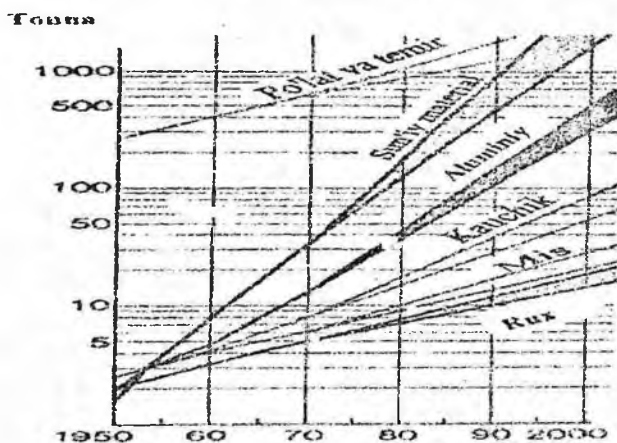


xossali qotishmalar olinadi. Sanoatda keng ishlatiladigan oddiy metallarga mis-Cu va aluminiy-Al lar kirib, ular elektr simlari va boshqa detallar tayyorlash uchun ishlatiladi. Metallmas kimyoviy elementlardan sanoatda eng muhim rol o'ynaydiganlari kislorod, uglerod, azot, vodorod va boshqalardir.



Materiallarning sinflanishi.

2.1-rasm



Sanoatda qo'llaniladigan asosiy metallar.

2.2-rasm

Oltiingugurt S, cho'yan va po'lat tarkibida juda oz miqdorda bo'ladi, Uglerod C esa olmos, grafit, ko'mir holida uchraydi. Po'lat va cho'yanning xossalari uglerodning miqdori va holatiga bog'liq (erkin, ya'ni grafit holida, temir bilan kimyoviy birikkan - sementit holida bo'ladi). Fosfor P juda ko'p metallar bilan tez birikadi, temirning barcha uglerodli birikmalari tarkibida mavjud. Fosfor bilan oltiingugurt po'lat tarkibidagi zararli elementlar hisoblanadi, chunki ularni mo'rtligini oshiradi. Metall va qotishmalardan to'g'ri foydalanish uchun ularning xossalarini va ularni qanday sharoitda o'zgarishini bilish kerak. Metall va qotishmaning ichki tuzilishi o'zgarishi bilan ularning xossalari ham o'zgaradi.

### **Nometall konstruksion materiallarning sinflanishi**

Hozirgi zamon mashinasozligining rivojlanishi keng ko'lamlarda har xil nometall konstruksion materiallarni qo'lash bilan chambarchas bog'langan va nometall materiallar keyingi vaqtda sanoatda keng o'rin olmoqda. Ularga keramika, yog'och, rezina va plastmassalar kiradi.

#### *Plastmassalar*

Plastmassa o'zining ko'p xususiyatlari bilan sanoatda juda ahamiyatlidir. Avallari faqat izolatsion material sifatida ishlatilgan boisa, hozir dastgohsozlikda, apparatsozlikda konstruksion material sifatida keng qo'llanilmoqda. Plastmassalami ishlatish texnika vositalarining konstruksiyalarini ixchamlash, massalarini kamaytirish, ishlash ishonchligini oshirish bilan bir qatorda, ishlab chiqarish tannarxini va mehnat sarfini kamaytirishga katta yoi ochib beradi, polimerlarning keng qo'llanilishiga ularning qimmatbaho metall va yog'och materiallarning o'mini bevosita almashtira olishi, ko'p hollarda ulardan ustun turishi sabab bo'lmoqda

#### *Termoplastik plastmassalar.*

Qiziganda yumshab, juda plastik bo'lib qoiadigan, oson deformatsiyalanadigan, soviganda esa yana qotadigan va qayta yumshatsa bo'ladigan plastmassalar termoplastik piastmassalar deyiladi. Bunday materiallarni ko'p marta bir holatdan boshqa holatga o'tkazish mumkin. Ular turli erituvchilarda eriydi, 70 °C gacha ishlay oladi, ba'zilar esa 160-200 °C gacha chidaydi. Mashinasozlikda ishlatiladigan termoplastik plastmassalarga: polietilen, polipropilen, polistirol, polivinilxlorid va poliamidlar kiradi.

### *Termoreaktiv plastmassalar.*

Qiziganda avval yumshaydigan va qisman suyuqlanadigan, so'ngra esa suyuqlanmaydigan va erimaydigan holatga o'tuvchi plastmassalar termoreaktiv plastmassalar deb ataladi. Ular erituvchilarda erimavdi yoki bir oz shishadi. Termoreaktiv plastiklarni qayta ishlanmaydi. Ular turli erituvchilarda erimaydi. Termoreaktiv plastmassalarga — fenolformaldegid, epoksid smolasi va boshqalar kiradi.

#### *Plastmassalarga ishlov berish*

Plastmassaga ishlov berish asosan, kukun, tabletka, granula holidagi materiallarni yumshoq-oquvchan holatga o'tkazilib ishlashdan iborat. B uning uchun plastmassaga issiqlik bilan bosim bir vaqtning o'zida ta'sir ko'rsatiladi. B unday ishlash usuliga: presslash, bosim ostida quyish, ekstruziya, kalandrlash va boshqalar kiradi. Qizdirish yuqori chastotali tok bilan bajariladi. Plastmassaga zarur miqdorda material solinib qizdiriladi. Harorat +5°C aniqlikda bo'lib, presslash harorati avlornatlaif vordamida rostlanib turiladi.

#### *Plastmassa mahsulotlari*

Jarayon aniq haroratda materialni yumshoq oquvchan holatga o'tishi bilan bajariladi. Bosim asta-sekin maksimumga ko'tariladi. Presslash vaqtida gaz va par ajralib chiqadi, Shuning uchun pressni bir necha marta ko'tarib bosish bilan gazlar chiqarilib yuboriladi, aks holda yoriqlar, bo'shliqlar hosil boiishi mumkin.

#### *Plastmassalarni payvandlash*

Plastmassa detallarini bir-biriga payvandlash uchun detal qirralari yumshatiladi va bosim ostida biriktiriladi. Faqat termoplastik plasmassalar payvandlanadi. Qizdirish yumshoq holgacha bajariladi. Bunda qizdirish qisqa vaqt ichida o'tkaziladi. Ko'p termoplastlarni aniq erish harorati bolmaydi. Qizdirish yumshatish haroratidan yuqori va ajralish haroratidan pastki haroratda bajariladi. Kattaroq haroratda qizdirilib yuborilsa, payvandlash joylarida plastmassa ajralishi, bo'linishi mumkin va chok erib ketadi. Payvandlash qizdirilgan asbob yordamida ishqalanib, yuqori chastotali tokda, ultratovush, gaz bilan va boshqa usullar bilan bajariladi. Eng ko'p tarqalgan usul qizdirilgan gaz oqimida payvandlashdir. Yumshagan chok materiali qo'l bilan yopishtiriladi. Plastmassalarni yelimlab ham biriktiriladi.

## *Plastmassalarni mexanik ishlash*

Kesish asboblari bilan plastmassani ishlashda uni kichik issiqlik o'tkazuvchanligi, issiqlikka chidamsizligini hisobga olish kerak. Kesish vaqtida plastmassa tarkibidagi to'ldiruvchilar tezda yeyiladi. Shunga binoan plastmassani ishlash talabga javob bera oladigan qattiq qotishmalar va tezkesar po'latlardan tayyorlangan asboblardan yordamida bajariladi.

*Metallmas materiallar (plastmassalar, rezinalar, lak va bo'yoq materiallari).*

Hozirgi vaqtga kelib, o'z xossalari jihatidan xilma-xil plastmassalar, shu jumladan juda puxta konstruksion plastmassalar, yarim o'tkazgichlar, magnitaviy va boshqa plastmassalar yaratilgan. Bu materiallar ko'pgina hollarda, ko'pchiligi qimmat turadigan metallar o'rniga bimalol ishlatimoqda, bundan tashqari texnika taraqqiyoti sanoatga plastmassalarning joriy qilinishiga ko'p darajada bog'liqdir.

Butun dunyoda nihoyatda ko'p plastmassalar ishlab chiqariladi, ko'pincha, tarkibi va xossalari jihatidan bir xil bo'lgan plastmassalarni firmalar har xil markalar bilan sotadilar.

GOSTga ko'ra plastmassalarning barcha turlari, ulardagi bog'lovchi moddalarning xiliga qarab, to'rtta sinfga birlashtirilgan:

A-sinf. Zanjiriy polimerlash yo'li bilan olinadigan yuqori molekulyar birikmalar asosida tayyorlanadigan plastmassalar.

B-sinf. Poliqondyonsatlash va pog'onali polimerlash yo'li bilan olinadigan yuqori molekulyar birikmalar asosida tayyorlanadigan plastmassalar.

V-sinf. Kimyoviy yo'l bilan modifikatsiyalangan tabiiy polimerlar asosida tayyorlanadigan plastmassalar.

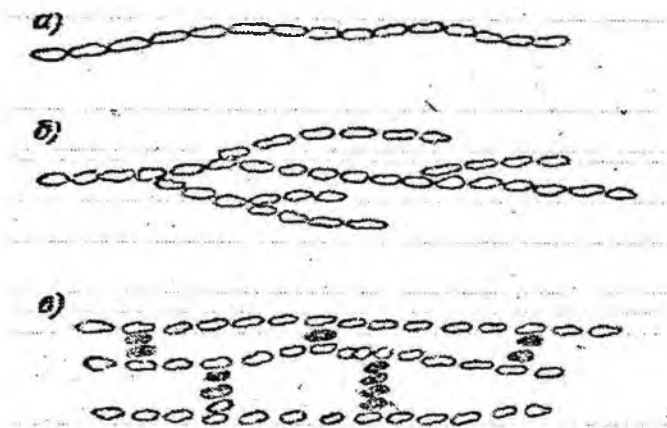
G-sinf. Tabiiy va neftdan olingan asfalt hamda smolalar asosida tayyorlanadigan plastmassalar.

Oddiy organik va anorganik moddalardan sintez qilish yo'li bilan olinadigan moddalar sintetik materiallar deb ataladi. Plastmassalar hosil qilishdagi dastlabki moddalar faqat anorganik moddalardir.

Ana shunday oddiy moddalarga etilen misol bo'la oladi.

Har xil yuqori molekulyar moddalarning polimerlanish koeffitsienti bir necha ming, bir necha 10 ming, ba'zan bir necha 100 mingni tashkil qiladi. Boshqa moddalar makromolekulalari

zanjirlarining tarkibiga uglerod bilan vodoroddan tashqari kislorod, azot, oltingugurt atomlari kirishi mumkin.



2.3-rasm. Plastmassalar.

Dastlabki moddalarning tarkibini va zanjirda atomlarning joylanish tartibini o'zgartirib, polimerlarning xossasini o'zgartirish va ulardan elashtik hamda egiluvchan yoki birkaror buyumlar olish mumkin. Polimerning xossalriga uning tarkibi va polimerlanish koeffitsientidan tashqari, strukturaviy xususiyatlari va molekulyar zanjirining turi ham ta'sir etadi. Polimerning turi ham ta'sir etadi. Polimerning yoruvchanlik, adgezion (yellimlash) xossalari, dielektrik xossalari polimer zanjirining turiga bog'liqdir.

Har xil polimerlarning strukturasi 3 xil zanjir:

1. Chizg'iy zanjir
2. Tarmoqlangan zanjir;
3. To'rsimon (fazoviy zanjir) bo'lishi mumkin.

To'g'arakchalar bilan strukturadagi elementlar zvenolar bilan belgilangan. Bu zvenolar asosiy valentliklarning birlamchi kuchlari vositasida o'zaro bog'langan. Molekulalarning o'zaro tortilishiga o'zaro kuchlar sabab bo'ladi, ikkilamchi kuchlar birlamchi kuchlardan bir necha o'n barobar kichikdir. Shuning uchun makromolekulalar chizg'iy zanjirning strukturasi polimerlarning birlamchi kuchlaridan hosil bo'lgan puxtaligini, shuningdek ikkilamchi bog'lanishlardan hosil bo'lgan plastiklik va elastikligini belgilaydi. Tarmoqlangan zanjir strukturasi shu bilan

xarakterlanadiki, yon guruhlar ayrim zanjirlar orasidagi masofani oshiradi, natijada bunday zanjirli polimerning mexanikaviy xossalari chizg'iy zanjirnikiga qaraganda pastroq, eruvchanligi va termoplastligi yaxshiroq bo'ladi. To'rsimon (fazoviy) tuzilish (shu bilan xarakterlanadiki, yon guruhlar ayrim zanjirlar orasidagi masofani oshiradi) molekularning chizg'iy zanjirlari orasida ko'ndalang bog'lanishlar borligi bilan xarakterlanadi (bu zanjirlar go'yo o'zaro tiqilgan). Bu bog'lanishlarning ko'pozligi polimerning xossalarini belgilaydi: agar bu bog'lanishlar siyrak kelsa, to'rsimon tuzilgan polimer yorituvchilarda qotadi va qizdirilganda yumshaydi, agar bu bog'lanishlar tez-tez (qalin) kelsa, polimer yorituvchilarda yorimaydi va suyuqlanmaydi, ammo u mustahkam, qattiq va mo'rt bo'ladi.

Polimerlar kristallardan tuzilgan va amorf bo'lishi mumkin. Polimer kristallardan tuzilgan deyilganda, polimerda zanjirdagi molekularning parallel joylashganligi va bunday guruhlarining muntazam ravishda tanlanganligi tushuniladi. Amorf polimerda zanjirlar tartibsiz joylashgan bo'ladi. Kristallardan tuzilgan polimerlarning xossalari anizotropik bo'ladi. Qizdirilganda nima bo'lishi jihatidan polimerlar uch guruhga bo'linadi: termoreaktiv, termoplastik va termostabil polimerlar.

Termoreaktiv polimerlar qizdirilganda qovushqoq oquvchan holatga o'tadi. Shundan keyin u temperaturaning o'zida kimyoviy o'zaro ta'sir natijasida qotib, yorimaydigan bo'lib qoladi. Termoplastik polimerlar temperatura ta'sirida o'z xossalarini yo'qotmaydi: qizdirilganda plastik bo'lib qoladi, sovutilganda esa yana elastik qattiq holatiga qaytadi, erish xususiyati ham o'zgarmaydi. Termostabil polimerlar qizdirilganda o'z fizik-mexanikaviy xossalarini termik parchalanish temperaturasigacha saqlab qoladi.

Plastik massalar tarkibi jihatidan oddiy va kompozitsion bo'lishi mumkin. Oddiy plastmassalar faqat polimerning o'zidan iborat bo'ladi, masalan, polietilen, polistirool va boshqalar. Kompozitsion plastmassalar ko'p komponentli bo'ladi, ularda polimerlardan tashqari, to'ldirgichlar, plastifikatorlar, bo'yoqlar ham bo'ladi. Monomer molekularining birikib, polimerning katta molekulariga aylanish protsessi polimerlanish deyiladi, polimerlanish natijasida hosil bo'lgan polimerning tarkibi dastlabki monomerning tarkibi bilan bir xil bo'ladi: polimerlanish protsessi vaqtida hech qanday modda ajralib chiqmaydi. Zanjiriy

polimerlanish protsessi uchta bosqichdan: zanjirning paydo bo'lishi, o'sishi va uzilishidan iborat bo'ladi.

Polietilen - etilening polimerlanish mahsuloti. Etilen  $SN_2qSN_2$  neft mahsulotlarini parchalanish bilan bo'ladigan haydash paytida, shuningdek, koks gazidan olinadi. Etilenning organik yorituvchilarda past bosimda metalloorganik katalizatorlar trietilaluminium, titan (IV)-xlorid ishtirokida polimerlanishi mumkinligi so'nggi yillardagina aniqlanadi.

*Polietilenning ishlatilishi va uni qayta ishlash usullari.*

Polietilenda nihoyatda yuqori dielektriklik xossalar bo'lganligidan u kabel izolyatsiyasi tayyorlash, shuningdek, radio, televizion va telegraf ustanovkalari detallari tayyorlash uchun keng ko'lamda ishlatiladi. Suv o'tkazmaslik va kimyoviy turg'unlik ( $60^{\circ}C$  gacha temperaturada, xlorid sulfat, nitrat kislotalar, ishqorlarning eritmaları va ko'pgina organik yorituvchilar ta'siriga bardosh berish) xossalari bo'lganligidan polietilen kimyoviy apparatlar uchun detallar tayyorlash, truboprovodlar, sisternalar, ovqat mahsulotlari saqlanadigan plyonkalar tayyorlash uchun ishlatiladi. Qishloq xo'jaligida polietilen plyonkalari parniklar ustiga yopiladi, ariqlarga tushiriladi.

Polietilendan tayyorlangan buyumlar havoda  $Q$   $60^{\circ}C$ da  $-60^{\circ}C$  gacha temperaturalarda, kislorod bo'lmagan muhitda esa  $20^{\circ}S$  gacha temperaturalarda turg'un bo'ladi. Polietilen  $300-400^{\circ}C$  temperaturalargacha qizdirilganda parchalanib, suyuq va gaz mahsulotlar hosil qiladi. Plastmassalardan buyum ishlab chiqarish usullari xilma-xildir. Polimer materiallaridan istalgan shakldagi xilma-xil buyumlar, shuningdek 'ip, plyonka list, truba va donalar tayyorlanadi.

Polimerlarning o'ziga xos fizikaviy va texnologik xususiyatlari ularni buyumlarga chala fabrikatlarga aylantirisida maxsus usullardan foydalanishni talab etadi. Polimerlarni buyumlarga aylantirishning asosiy usullari ekstruziyalash odatdagi usulda quyish, bosim ostida quyish, odatdagicha presslash, quyma presslash, ko'pirtirish, payvandlash, qizdirib purkash, randalash, shuningdek stanoklarda qirindi kesib olish yo'li bilan ishlash usullaridir.

*Ekstruziya, bosim ostida quyish.*

Ekstruziya usulida ishlash yo'li bilan sterjenlar, trubalar, listlar va plyonkalar olinadi, buning uchun asosan termoplastik, kamdan-

kam hollarda esa termoreaktiv polimerlar ishlatiladi. Ekstruziyalash polimerni munshtuk teshigi orqali siqib chiqarishdan iborat, teshikning shakli buyumning ko'ndalang kesimi shakliga bog'liq.

Plastmassalarni shtamplash. Shtamplash usulida yupqa qatlardan iborat termoplastlar buyumlarga aylantiriladi. Buyumning shakli qizdirilgan listni botirish va so'ngra uni sovitish yo'li bilan hosil qilinadi.

Shtamplashda shakl berishning ikki usuli: yo'naltirilgan botirish usuli va erkin botirish usuli qo'llaniladi. Sanoatda ishlatiladigan metallmas materiallarni ishlatilishiga ko'ra ikki guruhga ajratish mumkin: mashina qismlarining ayrim detallarini tayyorlashda foydalaniladigan materiallar. Bu materiallarga plastmassalar, yog'och, rezina, shisha, keramika va boshqalar misol bo'la oladi.

Maxsus materiallarga qog'oz, yelim, lak, emal bo'yoq va boshqa materiallar misol bo'la oladi. Metallmas materiallarning xalq xo'jaligida eng ko'p ishlatilgani plastik materiallar bo'lgani uchun bu materiallarning xossalari va klassifikatsiyasi bilan qisqacha tanishib o'tamiz.

Plastik massa tabiiy yoki sintetik yuqori molekulyar birikma asosida olingan materialdir. Plastmassalarni tarkibiga ko'ra tubandagi ikki guruchga ajratish mumkin:

Oddiy plastmassalar, asosan, bir komponent smoladan iborat bo'ladi. Murakkab plastmassalar. Bu plastmassalar bir necha komponentdan iborat bo'lib, ularning har biri ma'lum funksiyani bajaradi. Murakkab plastmassalarning komponentlari ko'p bo'lishiga qaramay, ularni funksiyalariga ko'ra tubandagi guruhlarga ajratish mumkin: bog'lovchi moddalar. Bular plastmassalar tarkibidagi ayrim zarrachalarni o'zaro bog'lashga xizmat qiladi. Bog'lovchi moddalar sifatida smolalar, bitumlardan foydalaniladi. Plastmassalarning fizikaviy-kimyoviy xossalarini yaxshilaydigan va narxini arzonlashtiradigan moddadir.

To'ldirgichlar sifatida yog'och, yog'och uni, to'qima, chiqindi iplari, qog'oz, grafit, asbesht, slyuda, talklardan foydalaniladi. To'ldirgichlarning foiz miqdori uning strukturasi binobarin buyumning fizika-mexanikaviy xossalariga katta ta'sir ko'rsatadi.

Plastifikatorlar. Plastmassalarning bu tarkibiy qismi ularning plastikligini oshirishga xizmat qiladi. Plastifikatorlar sifatida kamorfa, kastyor moyi, dibultifalat va boshqalardan foydalaniladi.



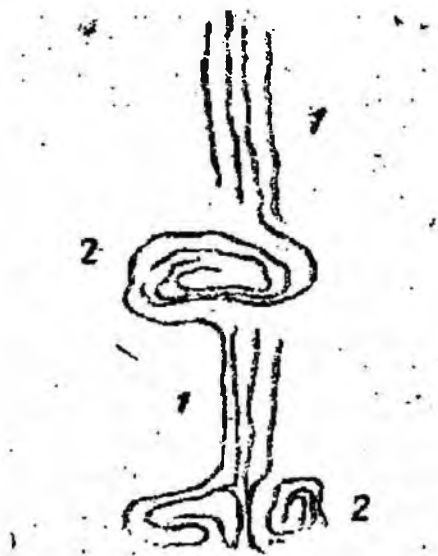
Katalizatorlar. Polimer materiallarning qotish jarayonini tezlatuvchilar bo'lib, ularga magneziya, urotropin, ohak va boshqalar kiradi.

Bo'yoqlar. Plastmassa buyumlarga dekorativ tus bersa, ularning issiqlik yutish yoki issiqlik chiqarish xossalarini o'zgartirishiga xizmat qiladi. Bo'yoqlar sifatida xrom va rux oksidlari, aluminiy kukuni, belila, surik, ohra, ko'raun va boshqa moddalardan foydalanildi.

Moylovchi moddalar. Presslash yo'li bilan buyumlar tayyorlashda plastmassalarning pressforma devoriga yopishib qolmasligini ta'minlash uchun xizmat qiladi.

Plastmassalar fizikaviy mexanikaviy xossalariga ko'ra termoplastik va termoreaktiv plastmassalarga bo'linadi.

Termoplastik plastmassalar oddiy guruh plastmassalari bo'lib, ular ma'lum temperaturada qizdirilsa yoki sovitilsa, ularning agregat holatini ko'p karra o'zgartira oladi. Termoplastlar jumlasiga storplast, organik shisha, viniplast, kapron, polietilen, etrol, polistiroil va boshqalar kiradi.



2.4-rasm.

Polimerlarning kristallardan tuzilgan va amorf qismlari.

Bunday plastmassalar chizg'iy, tarqoq strukturali bo'lib, bu strukturalar o'zaro molekulyararo kuchlar bilan bog'langan ayrim makromolekulalardan iborat bo'ladi.

Termoreaktiv plastmassalar. Bu plastmassalar bir marta qizdirib, bosim bilan ishlashdan keyin qayta suyuqlanmaydi.

Termoreaktiv plastmassalarning asosi bo'lib, fenosformaldegid smolalari xizmat qiladi. Bu guruh plastmassalari kompozitsion plastmassalar guruhsiga kiradi. Bu guruh plastm assalar jumlasiga tekstolit, asbotekstolit, getinaks, epoksiplastlar, aminoplastlar va boshqalar kiradi. Bunday plastmassalar fazoviy strukturali bo'ladi.

Polimerlar qizdirilganda makromolekulalarning harakat energiyasi ortib, ularning qiymati molekulararo bog'lanish kuchidan ortib ketadi va suyuq holatga o'ta boshlaydi. Bunday holda kichik kuch ta'sirida kimyoviy bog'lanishni buzmasdan, turli xil buyumlar olishda katta texnologik qulayliklar tug'iladi. Ma'lumki, hozirgi zamon texnikasini rezinasiz tasavvur etib bo'lmaydi, ya'ni avtomobil, samolyot, velosiped shinalari, o'tkazgichlarning izolyatsiyalari, suv ostida yuruvchilarning kiyimlari, aerostat ballonlari, shlanglar, havo purkovchi lodkalar, protivogazlar, mashina-mexanizmlari, qurilmalar va injenerlik konstruksiyalarida rezina keng ko'lamda ishlatiladi.

Rezinali materiallarni tayyorlash, asosan, kauchukni turli to'ldiruvchilar, plastifikatorlar, vulkanizatsiyalovchi agetlar, tezlashtiruvchilar va boshqalarni qo'shib, qayta ishlash orqali hosil qilinadi.

Rezina quyidagi xususiyatlarga ega, ya'ni elastiklanuvchanlik, deformatsiya bardoshlik.

Rezinaning asosini ya'ni, 10-98% ni kauchuklar tashkil etadi.

Kauchuklar ikki turga bo'linadi:

1. Tabiiy kauchuklar
2. Sintetik polimer kauchuklar.

Tabiiy polimer - kauchuk asosan hindlarning «kaochu» so'zidan olingan bo'lib, «daraxt yig'isi» degan ma'noni anglatadi, ya'ni kauchukli daraxtlarni kesganda undan suyuqlik ajralib chiqadi demakdir. Shuning uchun hindlar juda qadimdan oq yog'och smolasi (kauchuk) dan foydalanib kelganlar. Tabiiy kauchuklar daraxtlardan olinadi. Tabiiy kauchuklar efirida, benzinda, mineral moylarda yaxshi eriydi, suvda esa erimaydi. Mashinasozlikda faqat natural kauchukdan (NK) foydalanib

qolmasdan balki sintetik kauchuklardan (SK) ham keng foydalaniladi. Sintetik kauchuklarni hosil qilish uchun etil spirti, atslilen, butan, etilen, benzol, izobsitilen, ba'zi galogenli uglevodorodlardan olinadi. Sintetik kauchuk olish akademik S. V. Lebedev tomonidan ishlab chiqilgan.

Rezinalar ishlatilishi va vazifasiga qarab 2 turga bo'linadi.

1. Umumiy.

2. Maxsus.

Umumiy ishlarga mo'ljallangan rezinalar suvda, kislota va ishqorlarning kuchsiz eritmalarida, havoda (temperatura 50°C dan 130°C gacha) ishlatilishi mumkin. Bunday rezinadan mashina shinalari, turli tasmalar, shlanglar, transportyor lentolari, kabellarning izolyatsiyalari (qoplamalar) va turli buyumlar ishlab chiqariladi.

Maxsus vazifalarga mo'ljallangan rezinalar moy-benzinga, issiq va sovuqqa chidamli, elektroizolyatsiyali, gazlarga va suyuqliklarga chidamli bo'lgan turlarga bo'linadi. Bundan tashqari maxsus rezina turlariga armaturali rezinalar kiradi bu rezina presslash va vulkanizatsiyalash jarayonida metall turlar, prokladkalar rezinali aralashma orasiga quyiladi va bu bilan rezinaning tegishli mustahkamligini oshiriladi. Bunday armaturali rezinalardan avtomobil shinalari, uzatmali tasmalar, transportyor lentolari va boshqalar tayyorlanadi.

Qishloq xo'jaligi korxonalarida ishlatilishi uchun sanoat miqyosida rezinalar, asosan texnik maqsadlarga mo'ljallangan listli rezinalar, ipsimon rezinalar, rezina-materialli lentalar, tekis tasmalar, shlanglar va trubalar, ko'p qatlamli rezinalar, texnik rezina trubkalar, shevronli mato rezinalar, rezinali jipslagichlar, salniklar, zichlashtiruvchi xalqalar ishlab chiqariladi va foydalaniladi.

Rezinalardan detal va buyum tayyorlash uchun asosan rezinali aralashma tayyorlanib, undan yarim fabrikatlar va detallar hosil qilinadi va undan keyin vulkanizatsiyalanadi. Bunday texnologik jarayon rezina trubasimon jo'valar oralig' idan o'tkaziladi va tayyorlanma hosil qilinadi, quyiladi va vulkanizatsiyalab, hosil bo'lgan buyumga (detalga) tegishli ishlov beriladi.

Xom rezinani tayyorlash uchun NK yoki SK kesib, bo'laklarga bo'linadi va plastik holatga keltirish uchun qarama-qarshi tomonga aylanuvchi trubasimon jo'valar orasidan o'tkaziladi. Shundan

so'ng maxsus aralashtirgichga kauchuk bilan poroshoksimon komponentlar (vulkanizatsiyalovchi va vulkanizatsiyani tezlash-tiruvchi moddalar to'ldirgichlar) va boshqalar ma'lum miqdorda aralashtiriladi.

Bunday aralashtirishni jo'valar orasidan o'tkazish jarayonida ham bajarish mumkin. Shunday qilib hom rezina hosil qilinadi. Jo'valar orasidan o'tkazilgan rezinali aralashma kalandrga uzatiladi va kalandrda ma'lum qalinlikka ega bo'lgan rezinali listlar hosil qilinadi.

#### *Yelimli materiallar.*

Xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida turli xil detallardan buyumlardan ajralmas birikmalar hosil qilish uchun yelimlash jarayonidan keng foydalaniladi. Buning uchun aniq maqsadga yo'naltirilgan turli xil navdagi yelimlardan foydalaniladi.

Yelimlar muayyan sharoitda qattiq parda hosil qilib, ulanadigan konstruksion materiallarni (buyumlar yoki detallarni) bir-biriga mahkam yopishtiradigan yopishqoq materiallardir. Xalq xo'jaligi va sanoatning turli tarmoqlarida ishlatiladigan yelimlar asosan, hayvon, o'simlik va smola yelimlariga bo'linadi.

Hayvon yelimi asoslari organik moddalardan, o'simlik yelimlari - oqsillardan, smola yelimlari esa sintetik moddalardan tashkil topgan.

Hayvon yelimlariga kollagen yoki taxta yelimlar, shuningdek kazeinli va albuminli yelimlar, o'simlik yelimlariga soya, kanakunjut, vika (xashaki no'xatlar), smola yelimlariga B-3, KB-3 markali fenolformaldegidli, MK-1, M -2, KM-12, K -17 markali karbamidli (mochevina formaldegidli) hamda TSNIIPS-2 yelimlari va boshqalar kiradi.

Fanerlar tayyorlashda, asosan, albumin, kazein, o'simlik yelimlaridan foydalaniladi. Namga, suvga chidamli fanerlar va yelimlangan yog'ochdan qurilish konstruksiyalari tayyorlashda smolali yelimlardan foydalaniladi.

Hozirgi vaqtda ishlab chiqiladigan yelimlardan plastnas-salarni, silikatli va sun'iy charmlarni, kauchuk va rezinalarni, fosfor, keramika, beton va qog'oz buyumlarni, turli xildagi yog'och materiallarini, paxta va jun gazlamalarni, sintetik tolalardan tayyorlangan buyumlarni hamda po'lat, kumush, mis, aluminiyli, magniyli, titanli qotishmalarni yelimlab, turli ajralmas birikmalar hosil qilish mumkin.

Ayniqsa, tarkibi sintetik materiallardan iborat bo'lgan yelimlarning asosiy xususiyatlari shundan iboratki, hosil bo'lgan birikmalar atmosferaga, korroziyaga va chirishga chidamlidir.

Yelimlarning yana bir afzalliklari shundan iboratki, yelimli birikmalar har qanday ajraluvchi (boltli, shpinkali, vintli) va ajralmas (mixparchinli, payvandli) birikmalarga nisbatan ancha yengil, tannarxi arzon, yelimlash konstruksiyasi sodda bo'ladi.

#### *Lok va bo'yoq materiallari.*

Xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida ishlatiladigan lok va bo'yoq materiallar asosan, suyuq, suzma (pasta) va poroshoksimon ko'rinishlarda bo'lishi mumkin. Har qanday lok va bo'yoq materiallar bilan turli sirtlarni qoplaganda yupqa parda yoki qatlam hosil bo'ladi. Hosil bo'ladigan bunday qatlam tegishli buyum (detal) materiallarini korroziyadan, egilish (bukilish) va namlanishdan saqlaydi va ularga tashqi chiroy, estetik ko'rkamlik baxsh etadi.

Lok-bo'yoq materiallar mustahkam parda hosil qiluvchi turli tabiiy moddalardan (shlak, bitumlar, asfalt va boshqalar), sintetik smolalar (fenolli) o'simlik moylari (kanoplya, zig'ir, paxta), mineral moylar, to'ldiruvchilar, sikkaktivlar, plastifikatorlardan iborat bo'lgan smolalar, pigmentlar qo'shish orqali tayyorlanadi. Lok va bo'yoqlar o'zlarining tarkibiga qarab, loklar, emallar, gruntlar va shpaklevkalarga bo'linadi.

Loklar - organik eritmalarga (spirtga, efirga skipidarga), asosan, Yu, smola va smolaga o'xshash mahsulotlarni qo'shish orqali qoplovchi parda hosil qiluvchi eritma moddasidir.

Emal bo'yoqlar, asosan, turli pigmentlarni loklarga qo'shish orqali hosil qilinadi. Emallar bilan qoplovchi parda hosil qilish tipiga qarab emalli bo'yoqlar, nitroemallar (introuellyo'lolosli loklarga) smolali, moyli va boshqa ko'rinishdagi bo'yoqlar hosil qilinadi.

Nitroemal juda tez quriydi. Nitroemal va introlaklarning GOST bo'yicha 507, 508, 907, 230 markalaridan yuk avtomobillarini, kabinalarini, kapotlarini bo'yash uchun ishlatiladi, GOST bo'yicha 660 markali qora rangdaxisidan esa ramalar va transmissiyalarni bo'yashdan foydalaniladi.

Nitroemalning GOST bo'yicha NTS-11 markali yengil mashinalarni bo'yash uchun ishlatiladi. Shpaklevkalar - juda maydonlangan mineral poroshoklar (bo'r, gips, ohak) kabini turli

moyli, yelimli, lokli va boshqa bog'lovchi moddalar bilan aralastirib, asosan pasta yoki suzma ko'rinishidagi quyo'q - modda - shpaklevkalar hosil qilinadi.

Shpaklevka detal, buyum sirtidagi turli yoriqlarni, teshik-kovaklarni tirkishlarni tuldurib sirtning tekis bo'lishini ta'minlash maqsadida ishlatiladi. Vazifalariga ko'ra shpaklevkalarining turli markalari mavjud. Masalan mashinalarni qoplash uchun PF-002, MS-006, NTS-007, NTS- NTS-009 markalari ishlatiladi. Qo'pol va katta chuqurlarni yo'qotish uchun EP-0010 epoksidli shpaklevkalar ishlatiladi.

## **2.2. Ularga ishlov berish va ulardan yarim mahsulotlar olish texnologiyalari**

### *Yoqilg'ilar va ularning asosiy tavsifnomalari.*

Yoqilg'ining tarkibiga erkin uglerod, uglevodorodlar, oltingugurt birikmalari, kislorod va azotdan tarkib topgan organik massa turli mineral birikmalar kiradi, mineral birikmalar yoqilg'i yonganda kul hosil qiladi. Organik massa tarkibiga kiruvchi uglerod, vodorod va oltingugurt yonuvchi komponentlardir, bu massadagi kislorod esa vodorod va uglerod bilan birikib suv bug'i hamda karbonat angidrid hosil qiladi, bo'lar yonish natijasida hosil bo'ladigan xuddi shunday va boshqa gazlar bilan aralashib ketadi.

Agregat holati jihatidan olganda yoqilg'ilar uch turga bo'linadi.

1. Qattiq yoqilg'ilar (o'zi ham 2 ga bo'linadi: tabiiy va sun'iy)
2. Suyuq yoqilg'ilar
3. Gazsimon yoqilg'ilar

Tabiiy qattiq yoqilg'ilarga: O'tin, yonuvchi slaneslar, torf, qo'ng'ir ko'mir, toshko'mir; sun'iy yoqilg'ilarga: Pista ko'mir, torf koksi, toshko'mir koksi, termoantratsit, qo'ng'ir ko'mir, toshko'mir va torf maydalaridan tayyorlangan briketlar changsimon yoqilg'i va boshqalar kiradi.

Suyuq yoqilg'ilarning tabiiysiga neft kiradi. Sun'iysiga: neftning qayta ishlangan mahsulotlari (benzin, kerosin, ligroin, mazut) yonuvchi slanitslarni qo'ng'ir ko'mir va toshko'mirmi qayta ishlash mahsulotlari: benzin, benzol, toloul).

Gazsimon yoqilg'ilarga: Tabiiy gaz.

Sun'iysiga: generator gazi, koks gazi, domna (koloshik) gazi kiradi. Metallarni suyuqlantirib olishda va ularga ishlov berishda

toshko'mir koksi, shuningdek, mazut domna gazi va koks gazi eng katta ahamiyatga ega. Hozirgi vaqtda tabiiy gaz va neft bilan birga chiqadigan yo'ldosh gaz, neftni qayta ishlash vaqtda chiqadigan gaz ham tobora katta ahamiyatga ega.

Qo'shimcha ishlov berilmay yoqiladigan yoqilg'ilar tabiiy deb, tabiiy yoqilg'idan termik yoki kimyoviy ishlov berish yo'li bilan olinadigan yoqilg'ilar esa sun'iy deb ataladi.

Ilgarilari metallurgiyada muhim o'rin tutgan torf o'tin va pista ko'mir hozirgi vaqtda, asosan yordamchi sifatida ishlatiladi. Yoqilg'ining asosiy xarakterlari quyidagilardir, issiqlik berish qobiliyati (qattiq va suyuq yoqilg'ilar uchun kkal/kg gazsimon yoqilg'ilar uchun esa kkal/kg bilan o'lchanadi), alangalanish va yonish uchun temperaturasi, mustahkamligi, govakligi, qovushchanligi, yoqilganda qancha kul qolishi, zararli qo'shimchalar miqdori.

Yoqilg'ilarning ba'zi turlarini ko'rib chiqamiz. Toshko'mir: Toshko'mir tarkibida 75% uglerod, 3-12% nam, 2-4% oltingugurt va toshko'mir yonganda kul qoldiradigan 12-20% yonmaydigan minerallar bo'ladi. Toshko'mirning issiqlik berish qobiliyati 5200 - 7000 kkal/kg. Toshko'mir metall qizdirish pechlarining o'txonalarida, shuningdek gornlarda, gaz generatorlarida yoqiladi.

Yana toshko'mirning quyidagi vazifalari ham mavjud, Chunki toshko'mir koksi, sun'iy suyuq yoqilg'i olish uchun ishlatiladi.

Toshko'mir koksi kokslanuvchi ko'mirlardan 1000°-1100°C temperaturada, havo kirmaydigan joyda ishlov berish yo'li bilan olinadi. Mana shunday ishlov berish yo'li bilan olinadigan mahsulotlar koks gazi, smola va amiakli smola osti suvidir.

Toshko'mir sig'imi 20 t gacha bo'lgan kamerali pechlarda 12-20 soat davomida kokslanadi, bu pechlar esa domna yoki koks gazi yoqib qizdiriladi.

Koks har xil o'lchamli puxta va govak bo'laklar bo'lib ko'mirday yaltiroq tusdan, to'q kul rang xira tulgacha bo'ladi. Koks govaklarining hajmi butun koks hajmining o'rta hisobda 50% ni tashkil etadi, Shu sababli uning zichligi 0,8 - 1,0 g/cm<sup>3</sup> ni tashkil etadi. O'rtacha kokslanuvchi, toshko'mirning har bir tonnasidan 800 kg gacha koks va 350 m gacha koks gazi olinadi. Koksning issiqlik berish qobiliyati 7000 kkal/kg, tarkibidagi nam miqdori 2-4%, mineral birikmalar miqdori 7-13%, oltingugurt miqdori 6-2%, 91,4% - 81% uglerod bo'ladi.

Koksning asosiy miqdori domna pechlarida yoqiladi va bunday koks domna koksi deb ataladi. O'tin ishga yaroqli yog'ochdan chiqqan chiqindi tarzdagina yoqilg'i sifatida ishlatiladi. Yog'ochning barcha turlari tarkibida 50% chamasida uglerod bo'ladi.

Quruq o'tinlarning issiqlik berish qobiliyati 4500 kkal/kg ga tengdir. Namligi 25% ga teng bo'lgan yoki havoda qurigan o'tinlarning issiqlik berish qobiliyati 3200 kkal/kg ga teng.

O'tin oson o't oladi, unda oltingugurt yo'q darajada. O'tin asosan domna va boshqa pechlarni qizdirib olish uchun vagrankalarda tutantiriq sifatida ishlatiladi. Pista ko'mirning issiqlik berish qobiliyati 8100 kkal/kg. Mazut neftni qayta ishlashda chiqadigan qoldiq bo'lib, qayta ishlanadigan neftning og'irligi jihatidan 40-50% ni tashkil etadi. Mazutning tarkibiga qarab, u mineral moy yoki yonilg'i olish uchun ishlatiladi.

Mazutning issiqlik berish darajasi juda yuqori 10500-11000 kkal/kg. Mazut, marten pechlarda, aks ettiruvchi pechlarda va termik sexlarning pechlarida ishlatiladi.

Mazut tarkibida 84-86% (S) uglerod, 10-13% (N) vodorod, 0, 2 - 7 (S) oltingugurt, 0, 5 - 0, 8 (N), azot 1, 0% (N<sub>2</sub>O) suv bo'lib, yonganda 2 - 0, 3% kul hosil qiladi. Tabiiy gaz neft bilan birgalikda va cho'qma jinslar qatlami bagridagi maxsus qonlardan olinadi. U asosan 99, 9% gacha uglevodorodlardan iborat bo'lib, unga azot, inyort gazlar, karbonat angidrid, vodorod sulfid, suv bug'i ham aralashgan.

Tabiiy gazning issiqlik berish darajasi 8000 kkal/kgni, ayrim qonlardagi tabiiy gazlarniki esa 15000 kkal/kg dan ortiqni tashkil etadi. Tabiiy gazlarning afzalligi shundan iboratki, ularda zaharli gaz - uglerod oksid bo'lmaydi. Metallurgiya sanoatida tabiiy gazdan foydalanish domna va marten pechlarida metall ishlab chiqarish jarayonini jadallashtirib ish unumini oshirishga, hamda metall sifatini yaxshilashga imkon beradi.

Koks gazi. Toshko'mirdan koks olishda ajraladigan gaz koks gazi deyiladi. Bu gazning tarkibida 46 - 63% (N) vodorod, 21-27% (CN), 2-7% (CO) is gazi, 4-18% gacha (N) azot va boshqa gazlar, suv bug'lari bo'ladi. 1m koks gazi yonganda 15000-18000 KJ issiqlik ajraladi. Bu gazlardan marten pechlarini qizdirishda hamda ichki yonuv dvigatellarida yoqilg'i sifatida foydalaniladi.



Domna (kalosnik) gazi. Domna gazini koks gazi bilan aralashtirib olingan aralashma yoqilg'ilaridan marten pechlari, qizdirish pechlaridan ham foydalaniladi. 1m domna gazi yonganda 36780 - 42000 KJ issiqlik ajraladi.

#### *O'tga chidamli materiallar va ularning ishlatilish sohalari.*

Pechlar va boshqa qurilmalar uchun ishlatiladigan qurilish materiallari o'tga chidamli materiallar deb ataladi. O'tga chidamli materiallarga nisbatan qo'yiladigan eng muhim talabalar quyidagilardir: Yumshash temperaturasining yuqori bo'lishi, temperaturaning keskin o'zgarishiga chidamli va bunda hajmining o'zgarishligi, ishlatilish sharoitida kimyoviy jihatdan turg'un bo'lishi.

O'tga chidamli materiallar, asosan mineral xomashyo asosida tayyorlanadi va g'isht, shakldor buyumlar hamda kukunlar tarzida ishlatiladi. G'isht va shakldor buyumlardan pechlarning devorlari, tublari va gumbazlari, Shuningdek generatorlar, tutun trubalari, kovshlarning ichki devorlari teriladi.

O'tga chidamli materiallar kimyoviy tarkibiy jihatidan uch guruhga bo'linadi.

Kislotaviy 92 - 96% SiO, Kvarts qumi, SaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-5%A

Asosiy (Magnizit g'ishti 90-95% MgO, 1-3%, FeO 2% SiO va Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Dalomit g'ishti tayyorlanadi.

Neytral. Shamot g'ishti 50-60% SiO<sub>2</sub> va 35-45% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Kislotavli o'tga chidamli materiallar, asosan qumtuproqdan iborat bo'ladi, ular asosiy o'tga chidamli materiallar va shlaklar bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadi. Kislotavli o'tga chidamli materiallarning asosi dinastdan tarkib topgan bo'lib, uning o'tga chidamliligi 1690-1730°C kvarts qumi, kislotavli futerovkasi bo'lgan metallurgiya pechlarining ayrim qismlarini yamash va remont qilishda ishlatiladi.

Asosiy o'tga chidamli materiallar. Magnezitning o'tga chidamliligi 2000°C dan yuqori, ammo yuklama ostida u 1500°C da yumshaydi. Magnezit asosiy marten pechlarining va po'lat suyuqlantiradigan elektrik pechlarning, Shuningdek rangli metallurgiya pechlarining tublarini va devorini qoplash uchun ishlatiladi. Yana shuni aytish kerakki, magnezitdan tashqari xromomagneziy va magnezitxromit bo'ladi.

Ularning xossalari magnezitnikiga o'xshash, ammo shunisi bilan farq qiladiki, ya'ni temperaturaning keskin o'zgarishiga

bardosh bera oladi. Mana shu temperaturaning o'zgarishiga bardosh bera olganligi uchun magnezitoxromit termobardosh material deb aytiladi. Bu material temperaturaning keskin o'zgarib turadigan joylarida ya'ni marten pechlarining gumbazlarida, ishlatiladi.

Neytral o'tga chidamli materiallar jumlasiga xromli va uglerodli o'tga chidamli materiallar kiradi.

Ularning o'tga chidamliligi ya'ni temperaturasi 1800°C ga teng. Ya'ni savol tug'ilishi mumkin, neytral materiallar nima uchun ishlatiladi?

Neytral materiallar kislotaviy o'tga chidamli materiallar bilan asosiy o'tga chidamli materiallar orasida kimyoviy o'zaro ta'sir sodir bo'lishining oldini olish maqsadida, bu materiallar qatlamlarini bir-biridan ajratish uchun ishlatiladi.

Uglerodli o'tga chidamli materiallar tarkibida 90% gacha uglerod bo'ladi. Bu materialning o'zi ham 2 ga bo'linadi.

1. Grafitli materiallar
2. Ko'mirli materiallar

Grafitli materiallardan har xil metallar suyuqlantiriladigan tigellar tayyorlanadi. Ko'mirli o'tga chidamli materiallardan esa, metallurgiya pechlarining ayrim qismlari tayyorlanadi. M-n: Domna pechining tubi va gornning devorlari yasaladi.

Temir rudalarida temir oksidlari bilan birga turli boshqa qo'shimchaalar: qum, giltuproq, silikatlar, kaltsit, Shuningdek oz miqdorda S, R uchraydi.

Ayrim temir minerallarida Fe dan tashqari oz miqdorda bo'lsa ham Sr, Ni, W, V, Si, Ti, Mo va boshqa metallar uchraydi. Bunday rudalarga kompleks rudalar deyiladi. Bu rudalar cho'yan olishda foydalanilsa, cho'yan xossalari yaxshilanadi. Kompleks rudalarning asosiy qonlari Ukrainada (Nikolsk), Gruziyada (Chiatura), Orskda va boshqa joylarda bor. Domna pechlarining texnika - iqtisodiy ko'rsatgichiga rudaning kimyoviy tarkibi, fizikaviy holati va o'lchamlarining ta'siri katta. Shu sababli rudani pechga kiritishdan oldin begona jinlardan tozalanadi va saralanadi.

Rudalarni boyitish usullari bilan tanishib chiqamiz. Maydalash va saralash. Yirik rudalarni begona jinlardan tozalab saralash uchun ularni qaryorlarning o'zidayoq turli konstruksiyali (jagli, konusli) maydalash mashinalarda maydalab, mexanik g'alvirda elanib, 30-80 mm li bo'laklarga saralanadi.

Yuvish. Rudalarni suv bilan yuvib qum va gillardan tozalanadi. Buning uchun maydalangan rudalar tebranuvchi elakli qurilmalarga yuklanib, tagidan suv haydaladi, Shunda begona jinslar suv bilan yuqoriga ko'tarilib, tashqariga chiqib ketadi. Boyigan rudalar esa qurilma tagiga yig'iladi, olinib quritiladi.

### *Mayda rudalarni yiriklashtirish*

Rudalarni qazib olishda, elashda ko'plab chang holdagi chiqindilar yig'iladi. Bulardan ma'lum o'lchamli (10-40 mm li) kontsentratlar olish uchun maxsus tarkibidagi maydalangan shixta (4050%) temir ruda, 15-20% ohaktosh, 20-30% kontsentrat, 4-6% koks, 69% suv aralashmasi mashina qoliplariga kiritilib, 1300-1500°C temperaturada qizdirib pishiriladi. Pishirish davomida rudadagi zararli begona jinslarning bir qismi (S, As) karbonatlar parchalanishi natijasida ajralib, qisman suyuq faza hosil bo'ladi. Bu suyuq faza yordamida zarrachalar o'zaro bog'lanib, flyusli govak kontsentrat (alomerat) olinadi. Mayda rudalarga bog'lovchi material sifatida gil, smola qo'shib ularni preslarda presslab briketlar ham olinadi.

Hozirgi vaqtda mayda temir rudalarga va kontsentratlarga ma'lum miqdorda ohaktosh va koks maydalari, biroz bertonit gil qo'shib suv bilan qorishtirilgan massa sayoz idish (granulyator)da yoki aylanuvchi havo barabanlarida ishlov berib, diametri 25-30 mm li govok sharsimon bo'lak (okatish) lar olinadi. Okatishlar pechda 1300- 1400°C temperaturada qizdirib pishirilgandan so'ng saralanadi. Okatishlar aglomeratlardan puxtarok bo'ladi. Okatishlardan foydalanish yoqilg'ini ya'ni koksni tejash imkonini beradi. O'rtachalashtirish. Metallurgiya kombinatlariga rudalar doim bitta shaxtadan keltirilmaganligi uchun, ya'ni bir necha shaxtadan keltirilganligi uchun ularning kimyoviy tarkibi turlicha bo'ladi. Shuning uchun ularning kimyoviy tarkibi turlicha bo'ladi. Shuning uchun ularning kimyoviy tarkibini bir xil miqdorga keltirish maqsadida o'rtachalashtirish talab etiladi. Shaxta materiallarining tarkibi bir xil bo'lishi pechning ish unumini belgilovchi asosiy ko'rsatkichlaridan biridir.

Ruda suyuqlantirish avval boyitilgan bilan uning tarkibida birmuncha bekorchi jinslar ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MnO}$ ) va boshqalar qoladi. Metallurgiya sanoatida metall ishlab chiqarishda ruda tarkibida qolgan bekorchi jinslarni shlakka o'tkazish uchun pechka

flyus kiritiladi. Foydalaniladigan rudalar tarkibida ko'proq SiO qum tuproq (kvarts qumi) bo'lganligi uchun flyus sifatida ohaktosh (SaSo) va kamroq ohaktoshli dolomit ( SaSo . p MdSo ) dan foydalaniladi.

Flyus ruda va yoqilg'i tarkibidagi begona jinslarni hamda yoqilg'i kulini o'zi bilan biriktirib shlakka o'tkazib, jarayonning bir me'yorda borishini va shu bilan kuilgan tarkibdagi cho'yan olishni ta'minlaydi. Agar jarayon davomida shlakni suyultirish zarur bo'lsa ma'lum miqdorda kaltsiy fluorit (Sa F) kiritiladi.

### **Nazorat savollari:**

1. Yoqilg'ilar deb nimaga aytiladi?
2. Yoqilg'ilar tarkibidagi yonuvchi komponentlar nimalardan tashkil topgan?
3. Agregat holati jihatida yoqilg'ilar qanday turlarga bo'linadi?
4. Tabiiy yoqilg'i deb nimaga aytiladi?
5. Eng yaxshi yoqilg'iga qaysi yoqilg'i kiradi?
6. O'tga chidamli materiallar deb nimaga aytiladi?
7. O'tga chidamli materiallar necha gradusgacha bardosh bera oladi?
8. Neytral o'tga chidamli materiallarga qaysi materiallar kiradi?
9. Temir rudalariga qanday rudalar kiradi?
10. Temir rudalarni boyitish usullariga nimalar kiradi?
11. Kompleks rudalarga qanday rudalar kiradi?
12. Magnitli sperator nima?
13. Ohaktosh (SaSO<sub>3</sub>) nima uchun qo'llaniladi?
14. Asosli o'tga chidamli materiallarga nimalar kiradi?

## 3-BOB. METALLARNING KRISTAL VA ICHKI TUZILISHI

### 3.1. Kristal panjaraning tuzilishi

Odatdagi sharoitda moddalar turlicha fizik xossalarga ega va ular har-xil agregat holatda: qattiq, suyuq yoki gaz ko'rinishda bo'ladi. Qattiq moddalarni tashkil qiluvchi molekulalar gaz moddalarning tashkil qiluvchi molekulalardan farqli ravishda sochilib ketmaydi, suyuq moddani tashkil qiluvchi molekulalardan farqli ravishda esa siljib modda shaklini o'zgartirmaydi (fizika fanidan o'rgangan bilimlaringizni eslang);. Demak, qattiq modda fazoda ma'lum bir shaklni hosil qilib, o'z hajmiga ega bo'ladi.

Qattiq moddalarning tashqi ko'rinishi va fizik xossalari moddani tashkil ctuvchi zarrachalar orasidagi kimyoviy bog'lanishlar tabiatiga bog'liq bo'ladi. Qat-liq moddalarda shu moddani hosil qiluvchi zarrachalar (ionlar, atomlar, molekulalar) muntazam ravishda joylashadi. Kristallarda shu kristallni hosil qiluvchi zarrachalarni muntazam ravishda joylashuvchi «*kristallpanjara*»lar deb ataladi.

Kristall panjaralar qanday zarrachalardan hosil bo'lganiga qarab har xil turlarga bo'linadi.

1. *Ionli kristall panjaralar*. Kristall panjara tugunlarida musbat va manfiy ionlar joylashgan va ular orasida ionli bog'lanish mavjud bo'lgan tuzilmalar *ionli kristall panjaralar* deyiladi.

Masalan, tipik metallarning tuzlari ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ), ishqorlar ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ ) va ba'zi oksidlar.

2. *Atom kristall panjaralar*. Kristall panjara tugunchalarida alohida atomlar joylashgan va ular orasida kovalent bog'lanish mavjud bo'lgan tuzilmalar *atom kristall panjaralar* deb ataladi.

Masalan, olmos, grafit, kremniy, germaniy, borkabi oddiy moddalar.

3. *Molekular kristall panjaralar*. Kristall panjara tugunlarida alohida molekulalar joylashgan tuzilmalar *molekulalar kristall panjaralar* deyiladi. Masalan, molekular kristall panjara tugunlarida kovalent qutbsiz molekulalar joylashgan oddiy moddalar (qattiq holdagi  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{P}_4$ ,  $\text{S}_8$ ), kovalent qutbli bog'lanishli molekulalar (qattiq holdagi  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ).

4. *Metall kristall panjaralar*. Kristall panjara tugunlarida alohida atomlar va musbat ionlar joylashgan va ular orasida metall bog'lanish mavjud bo'lgan tuzilmalar *metall kristall panjaralar* deyiladi.

Masalan, barcha metallar (Na, Ba, Zn, Al, Cu, Au).

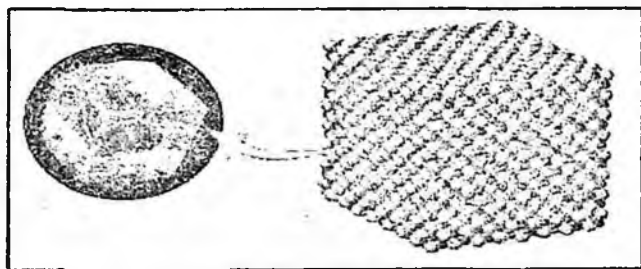
Xossalari. Ionli kristall panjaralar hosil qiladigan moddalar, masalan, osh tuzi kristallari tugunlarida natriy ( $\text{Na}^+$ ) va xlor ( $\text{Cl}^-$ ) ionlari bo'ladi. Bu ikki qarama-qarshi ishorali zaryadlangan ionlar bir-biri bilan ionli bog'lanish tufayli tortishib turadi,  $\text{Na}^+$  bilan  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  bilan  $\text{Cl}^-$  ionlari esa bir-birini itaradi.

Natijada  $\text{Na}^+$  ioni olti tomoni bilan  $\text{Cl}^-$  ionlari bilan;  $\text{Cl}^-$  ionlari ham olti tomoni bilan  $\text{Na}^+$  ionlari bilan bog'langan bo'ladi (3.1-rasm).

Ionlarni muntazam joylashuvi oqibatida osh tuzi kristallari kubsimon holatda bo'ladi. Ionlar bir-biri bilan ionli bog'lanish vositasi bilan kuchli darajada bog'langan bo'ladi. Oqibatda ionli birikmalar juda qattiq, qiyin suyuqlanuvchan va uchuvchan emas bo'ladi.

Atomli kristall panjaralarni hosil qiladigan moddalar, masalan, olmos kristallari tugunlarida uglerod atomlari bo'ladi. Uglerod atomlari qo'shni to'rtta uglerod atomi bilan muntazam piramida shaklidagi (tetraedr) kristallarni hosil qiladi. Bunda har bir atom qo'shni atomlar bilan kovalent bog'lanish tufayli tortilib turadi.

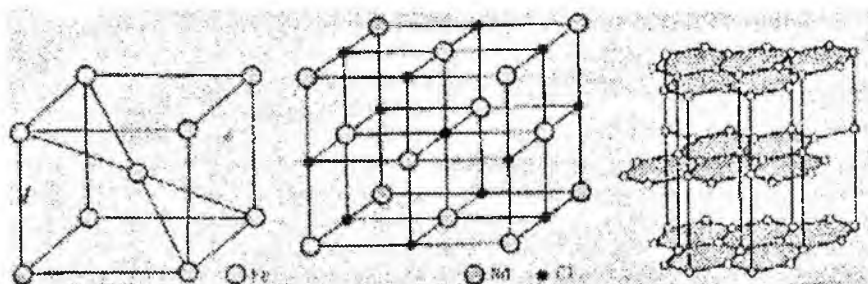
Molekulalar kristall panjaralarda esa kristallarning tugunlarida molekulalar turadi va bu molekulalar bir-biri bilan molekulalararo tortishuv kuchi bilan tortilib turadi. Molekulalar orasida vujudga keladigan o'zaro tortishuv kuchi ionli bog'lanish va atomlar orasidagi kovalent bog'lanishga nisbatan ancha kuchsiz bo'lganligi tufayli molekular kristall panjara hosil qiluvchi moddalar oson suyuqlanadigan va oson uchuvchan bo'ladi. Masalan, shakar oson suyuqlanadi, yod yoki kamfora oson uchuvchan. Odatdagi sharoitda suyuq yoki gaz holatida bo'ladigan moddalar sovitilganda qattiq holatga o'tadi. Suv muz holatga, karbonat angidrid «quruq muz» holatiga o'tishini bilasiz.



3.1-rasm. Osh tuzi kristall panjarasining tuzilishi.

**Kristallarning anizotropiigi.** Moddalarning qattiq holati na faqat molekularining bir-birlari bilan juda kuchli bog'langanligi, balki doimiy hajmi va shaklini (kristallar) saqlashi bilan ham xarakterlanadi.

Umuman olganda qattiq jismlar turli xususiyatlariga asoslanib ikki turga, kristall va amorf jismlarga ajratiladi. Kristall jismlarning asosiy xususiyati ularning izotropik emasligi (anizotropiigi), ya'ni ba'zi fizik xossalar yorug'lik, issiqlik, elastiklik moduli va hokazolar tarqalish tezligining yo'nalishga bog'liqdir.



3.2-rasm

Barcha yo'nalishlarning teng kuchliligiga izotropik, teng kuchli emasligiga esa anizotropik deyiladi.

Amorf jismlar esa izotropdir. Shuningdek gazlar va ko'plab suyuqliklar ham izotrop moddalarga kiradi.

Kristallarning anizotropiigiga sabab zarralarining (atomlar, molekular, ionlar) fazoviy panjara hosil qilib batartib joylashganligidir. Har uchala yo'nalish bo'yicha ham zarralar joylashuvining davriy ravishda takrorlanishi bilan xarakterlanuvchi tuzilishga kristall panjara deyiladi. Zarralar joylashgan nuqtaga, aniqrog'i atrofida zarralar tebranma harakat qiladigan nuqtaga kristall panjaraning tuguni deyiladi.

Panjara tugunida yakka atomlar (3.2-rasm), atomlar yoki ionlar guruhi (3.2-rasm) ham joylashgan bo'lishi mumkin. Anizotropikni tushunish uchun grafit kristalining tuzilishini ko'raylik (3.2-rasm). Bu kristalda uglerod atomlari bir-biridan ma'lum masofada bo'lgan tekisliklarda joylashgan bo'ladi. Bir tekislikda joylashgan atomlar orasidagi masofa tekisliklar orasidagi masofadan kichik va demak bir tekislikda yotgan atomlar orasidagi tortishish kuchlari, turli tekisliklarda yotgan atomlar orasidagi tortishish kuchlaridan ko'ra

katta bo'ladi. Shuning uchun ham grafit kristalini atom tekisliklariga parallel yo'nalishda sindirish oson bo'ladi.

Kristall panjara tugunlari o'rni takrorlanishining doimiy xarakterga ega ekanligi, ya'ni uzoq tartibning o'rinaliligi kristall jismlarga xos bo'lgan xususiyatdir.

Zarralari bir xil kristall panjara hosil qiladigan qattiq jismlarga **monokristallar** deyiladi. Monokristallarning kristall tuzilishi ularning tashqi shaklida ham namoyon bo'ladi. Katta kristallar tabiatda juda kam uchraydi. Lekin sanoatda, fan va texnikada bunday kristallarga ehtiyoj juda katta. Ular radiotexnikada, optikada, ayniqsa zamonaviy elektron hisoblash vositalarini ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega. Misol uchun ro'bin kristali lazer nurlarni hosil qilishda, segneta tuzi kristallari ultratovush tebranishlarini hosil qilishda foydalaniladi.

Aynan shuning uchun ham kristall suniy ravishda, hatto kosmik kemalarda ham hosil qilinadi. Hozir shu yo'l bilan kvarts, olmos, ro'bin va boshqa noyob kristallar ham hosil qilinmoqda. Lekin bu uchun maxsus shart-sharoitlar zarur. Masalan olmos kristalini hosil qilish uchun  $10^4$ MPa bosim va  $200^{\circ}$ C harorat zarur.

Qattiq jismlarning aksariyati **polikristallardir**. Ular betartib joylashgan kichik kristallchalar – kristallitlar-kichik monokristallardan tashkil topgan bo'ladi. Har bir monokristalcha anizotrop, lekin kristallchalar betartib joylashgan bo'lganligi uchun polikristall jism izotrop bo'ladi.

Bir xil kimyoviy elementning atomlari turli xil kristall tuzilish hosil qilishi ham mumkin. Masalan uglerodning o'zi xususiyatlari bir-biridan keskin farq qiladigan qatlamli grafit tuzilishiga va fazoviy olmos tuzilishga ega bo'lishi mumkin. Suvning o'zi besh xil kristall tuzilishga ega bo'lgan muz hosil qiladi. Tarkibi bir xil moddaning, turli fizik xossalarga ega bo'lgan har xil kristall tuzilishning hosil qilishiga polimorfizm deyiladi.

**Amorf jismlar.** Qattiq jismlarning ikkinchi ko'rinishi amorf jismlardir. Garchi ular qattiq jismlar sifatida qaralsa ham aslida sovutilgan suyuqliklardir.

Agar amorf jismning biror atomini markaziy atom sifatida qaralsa, unga yaqin bo'lgan atomlar ma'lum tartib bo'ylab joylashadi. Lekin markaziy atomdan uzoqlashgan sari tartib buzilib, atomlarning joylashuvi turli xil ya'ni tasodifiyga aylanib qoladi. Kristall jismlardan farqli ravishda amorf jismlarda qo'shni



atomlarning o'zaro joylashuvida yaqin tartibgina mavjud bo'ladi. Amorf jismlarga shisha, plastmassa va boshqalar misol bo'ladi. Oltinugurt, glitserin, shakar va boshqa moddalar ham kristall ham amorf ko'rinishda mavjud bo'lishi mumkin. Bunga ba'zan shishasimon shakl ham deyiladi. Amorf jismlar tabiatda kristall jismlarga nisbatan kam tarqalgan.

### 3.2. Materiallarning polimer va allopropiya xususiyatlari

**Polimerlar.** Keyingi paytlarda texnikada polimerlar deyiluvchi moddalar keng qo'llanilmoqda. Ular bir-biriga nisbatan kichik molekulyar massali molekullarni (monomerlarni) ulab, katta molekulyar massali organik birikmalarni hosil qilish yo'li bilan olinadi. Polimerlarni hosil qilish jarayoni polimerlashtirish yoki polimerlanish deyiladi. Polimer molekulasi tarkibiga kiruvchi monomerlar soni polimerlanish darajasini ko'rsatadi. Polimerlarning molekulyar massasi juda katta bo'ladi. Monomerlarning xossalriga bog'liq ravishda polimerlanishda ham chiziqli, ham tarmoqli molekullar zanjirlari hosil bo'lishi mumkin.

Polimerlar ikki sinfga ajratiladi: tabiiy va sintetik

Polimerlar tabiiy polimerlarga yuqori molekulyar massali birikmalar-oqsil, kauchuk va hokazolar kiradi; sintetik polimerlarga esa turli xil plastmassalar kiradi.

Polimerlarning mexanik xossalari ko'p jihatdan alohida molekullar o'rtasidagi o'zaro ta'sir kuchlariga bog'liq bo'ladi. Jumladan polimerlarda batartib kristall sohalarning mavjudligi uning mustahkamligini ancha oshiradi. Shuningdek molekullar zanjirining uzunligi, uning tarmoqlanganligi va makromolekulada tarkibiy elementlarning joylashuvi ham muhim ahamiyatga ega.

**Polimerlarning xossalari va qo'llanilishi.** Plastmassalar juda ko'p ajoyib xossalarga ega: korroziyaga uchramaydi, ya'ni zanglamaydi, chirimaydi ham; haroratning keskin o'zgarishiga bardosh beradi; juda katta dielektrik kirituvchanlikka ega, mustahkam, zichligi ancha kichik, istalgan shaklni berish mumkin va hokazolar.

Aynan shular sababli polimerlardan xalq xo'jaligida juda keng foydalaniladi. Sun'iy ravishda hosil qilingan polimerlar mashinasozlik va asbobsozlikda metallarning o'rnida ishlatiladi. Ular qurilishda yog'och materiallarni almashtirmoqda. Sun'iy tolalardan turli matolar, tabiiy terini almashtiruvchi mahsulotlar

hosil qilinmoqda. Tibbiyotda ham qo'llanish imkoniyatlari juda katta. Bugungi kunda polimerlar ishlatilmaydigan sohaning o'zi yo'q.

**Kristallarning tuzilishi** Kristallarni turlarga ajratishning ikki xil usuli mavjud:

1) kristallografik-bu usulda zarralar joylashuvining fazoviy davriyligiga ahamiyat beriladi va Shuning uchun ham zarralar geometrik nuqtalar sifatida qaralib kristallning ichki tuzilishiga e'tibor berilmaydi.

2) fizik –bu usulda kristal panjaraning tugunlarida joylashgan zarralarning tabiati va ular orasidagi o'zaro ta'sir kuchlarining xarakteriga e'tibor beriladi. Va aynan shu xossalariga asosan kristallar to'rt turga bo'linadi: ionli, atomli, metalli, molekulali.

**Ionli kristallar.** Kristall panjaraning tugunlarida qarama-qarshi zaryadli ionlar navbat bilan joylashgan bo'ladi. Ionlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchi asosan elektrostatik xarakterga ega. Turli ishorali zaryadlangan ionlar o'rtasidagi o'zaro kulon tortishish kuchlari asosida hosil bo'lgan bog'lanishga ionli bog'lanish deyiladi. Ionli panjarada alohida molekulan ajratish mumkin emas, Chunki kristallning o'zi go'yoki o'lgan bir molekuladoq qaraladi. Ionli panjaraga osh tuzi NaCl va seziiy xlor CsCl yaxshi misol bo'ladi.

**Atomli kristallar.** Kristall panjaraning tugunlarida kvantomexanik tabiatdagi kuchlar tutib turadigan neytral atomlar joylashgan. Ular o'rtasida elektr xarakteriga ega bog'lanish mavjud. Bu bog'lanish, har bir atomdan bittadan elektron juftligi orqali amalga oshiriladi. Atom ishtirok etishi mumkin bo'lgan aloqalar soni uning valentligi bilan aniqlanadi. Atomli bog'lanishga olmos, grafit, germaniy va kremniylar misol bo'la oladi.

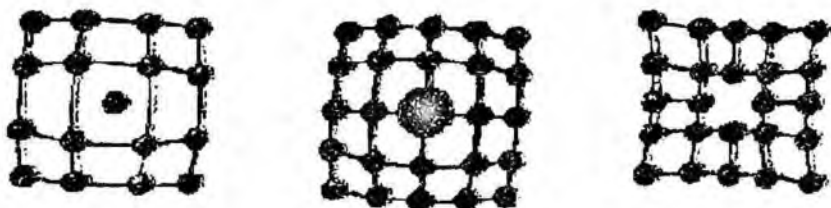
**Metalli kristallar.** Kristall panjaraning tugunlarida metalning musbat ionlari joylashgan bo'ladi. Kristall panjara hosil bo'lishida atomlar bilan kuchsiz bog'langan valentli elektronlar atomlardan ajraladi va elektron gazini hosil qiladi. Endi ular faqatgina kristallgagina tegishli bo'lib qoladi. Shunday qilib metalning musbat ionlari o'rtasida harakatlanadigan «erkin» elektronlar vujudga keladi va metallarning elektr o'tkazuvchanligini ta'minlaydi. Metall kristallardagi bog'lanish, panjara tugunlaridagi musbat zaryadli ionlar va manfiy elektronlar gazi orasidagi tortishish kuchlari yordamida ta'minlanadi. Bu tortishish kuchlari

bir xil ismli ionlar orasidagi itarish kuchlari yordamida neytrallanadi. Shu bilan birga bir xil ismli ionlarning muntazam joylashuvi kuzatiladi. Ionlar bir-biridan panjara doimiysi deyilguvchi ma'lum masofada joylashgan bo'ladi. Metallik kristallga ko'pchilik metallar misol bo'ladi.

**Molekulali kristallar.** Kristall panjaraning tugunlarida ma'lum tartibda yo'naltirilgan molekular joylashgan bo'ladi. Ular orasida molekular o'zaro ta'siriga xos bo'lgan tortishi kuchlari mavjud bo'ladi. Molekulali kristallarga naftalin, parafin, quruq muz, muz va hokazolar kiradi.

**Defektlar.** Real kristallarning uncha katta bo'lmagan bo'lagigina ideal tuzilishga ega bo'lishi mumkin. Boshqa qismlarda esa panjara tugunlarida zarralar joylashuvining batartibliigi buziladi va bunga kristall panjaraning **defektlari** deyiladi. Kristall panjaraning defektiga asosan boshqa element atomlarining kirib qolishi, bo'sh joying mavjudligi va siljib joylashish sabab bo'ladi.

Shuni takidlash lozimki kristallardagi defektlar ularning fizik xossalari katta ta'sir ko'rsatadi.



3.3-rasm

Kristall panjaraga boshqa element atomining kirib qolishi. Bunda begona atom tugunlararo bo'shliqda yoki asosiy moddaning kristall panjaradagi o'rnida joylashib qolishi mumkin.

**Bo'sh joy.** Kristall panjara tugunidagi atomning o'rnini bo'sh qoladi.

**Siljib joylashish.** Atom tekisliklarining birortasi siljib joylashishi mumkin. Bu hol odatda kristall siljish deformatsiyasiga uchraganda ro'y beradi va atom tekisliklaridan birortasining boshqasiga nisbatan siljib joylashuviga olib keladi.

**Suyuq kristallar.** Ba'zi organik moddalarning shunday holati mavjudki ular garchi suyuqliklarga xos bo'lgan oquvchanlik

xususiyatiga ega bo'lsalarda, lekin kristallarga xos bo'lgan molekularining joylashuvidagi ma'lum batartiblik va ba'zi fizik xossalari bo'yicha anizotropik xususiyatlariga egadirlar. Kimyoviy birikmalarning bunday holatlariga suyuq kristall holati deyiladi. Bugungi kunda suyuq kristall holati topilgan birikmalar soni bir necha mingdan ortib ketgan. Odatda suyuq kristallar qattiq kristallarni eritish orqali hosil qilinadi.

Suyuq kristallar – elastiklik, elektr o'tkazuvchanlik, magnitsingdiruvchanlik, dielektrik kirituvchanlik, optik va boshqa bir qancha xususiyatlari bo'yicha anizotropik xususiyatlariga egadirlar.

**Suyuq kristallarning qo'llanilishi.** Hozirgi paytda suyuq kristallarning qo'llanilish sohasi juda keng. Ayniqsa ma'lumotlarni qayta ishlash va tasvirlash, harfli-sonli ekranlar, ya'ni elektron hisoblash mashinalari, elektron soatlar, mikrokalkulyatorlar, reklama hitlari bunga yaqqol misol bo'ladi. Yupqa ekranli televizorlar va monitorlarda ham suyuq kristallardan foydalaniladi. Ularning tibbiyotda qo'llaniladigan nozik asboblarda, nazorat qurilmalarida qo'llanilish imkoniyatlaridan hali to'laligicha foydalanilgani ham yo'q.

### 3.3. Haqiqiy kristallarning ichki tuzilishi

**Kristallar** (yunon. kryetallos - muz, tog' billuri demakdir) - kristall holatning asosiy tashqi belgilari - moddaning aniq muayyan haroratda suyuq holatga o'tishi va tashqi muayyan geometrik shaklga ega bo'lishidir. Undan tashqari, kristallning xossalari (masalan, issiq o'tkazuvchanligi) hamma yo'nalishda ham bir xil bo'lavermaydi. Kristall moddalarda zarrachalar ma'lum tartib bilan joylashgan bo'ladi va fazoviy kristall panjarani hosil qiladi. Fazoviy kristall panjaraning ko'p marta takrorlanib, jismning butun hajmini hosil qiladigan qismi *elementar yacheyka* deyiladi. Kristall panjaralar zarracha-larning fazoda joylashish xarakteri va zarrachalar o'zaro ta'sir turiga qarab molekular, atomli, ionli va metall kristall panjaralarga bo'linadi. *Molekular* kristall panjarali moddalarga kristall panjara tugunlarida neytral molekular bo'ladi. Azot, vodorod, kislorod kabi gazlar past haroratda qattiq holatga o'tganida molekular kristall panjara hosil qiladi. Oson suyuqlanadigan ko'pchilik organikviy moddalar kristallari ham molekular panjarali bo'ladi. *Ionli* kristall panjara ionlardan tarkib

topgan bo'lad. Masalan, natriy xlorid (osh tuzi) kristall panjarasi bunga misol bo'lad. **Atomli** kristall panjara hosil qilgan moddalarda panjara o'zaro puxta kovalent bog'lanish bilan bogiangan elektrneytral atomlardan tarkib topgan bo'lad. Masalan, olmos, grafit, kremniy va boshqalarning kristall panjarasi atomli panjaradir. **Metall** kristall panjarada musbat ionlar tebranib turadi: musbat ionlar orasida erkin elektronlar barcha yo'nalishlarda harakatda bo'lad. Metallarning elektr, issiqlik o'tkazuvchanligi, magnit xossalari va metallar uchun xos boshqa xususiyatlar ana shu erkin elektronlar tufaylidir. Ideal va haqiqiy kristallarning konsepsiyalari qat'iy geokimyo uchun juda muhimdir. Haqiqiy kristal butun tizimli kamchiliklar to'plamiga ega bo'lgan kristalni nazarda tutadi. Taqqoslash uchun, ideal kristall kristalli tuzilishdagi atomlar yoki ionlarning muntazam, qat'iy muntazam ravishda joylashishi bilan tavsiflanadi. Ideallikdan har qanday burilishlar kristal nuqson deb qaralishi mumkin. Bir-birlari bilan o'zaro ta'sir qiluvchi bir xil yoki turli turdagi nuqsonlar kristalning tarkibiy kamchiliklarini tashkil qiladi. Ushbu kristalli shaxsga xos bo'lgan nuqsonlar va kamchiliklarning kombinatsiyasi o'zining haqiqiy tuzilishini belgilaydi. Bundan tashqari, ideal kristalning farqli o'laroq, haqiqiy kristal kristallografik teng atom holatida turli kimyoviy elementlarning izomorfik aralashmasi bo'lib qoladi. Shu nuqtai nazardan, atomlarning joylashuvida qat'iy davriylik buziladi va haqiqiy kristal matematik nuqtai nazardan matematik kafes bo'lib qolmaydi. 1958- yilda Shubnikov A. V. U shunday degan: «Kubik syngoniyaga ularning (alum-ammoniy va xrom-kaliy alum) toifalari an'anaviy usullar bilan: optik, termal, mexanik va boshqa jismoniy xususiyatlar bilan o'ralashish naqshlari bilan aniqlanadi. Goniometrik ravishda ham, a: b: C nisbati 1: 1: 1 va shunga qaramay, bu kristall A, B, C uchun Al va Cr ionlari, Shuningdek K va NH<sub>4</sub> ionlari uchun ma'lum bir hisobga olish davri yo'q. kristallar qafas joylari bo'yicha statistik ravishda bir xildir (o'tkazilmaydigan), Shuning uchun bu tugunlar bir-biriga teng bo'lmagan (simmetriya operatsiyalari bilan bir-biriga mos kelmaydigan) bo'lad. Pravoslav nuqtai nazardan qaraganda, bunday lattalar kordonlar emas va bunday kristalllar kristal emas, Chunki ularning kafedral tuzilishi yo'q.

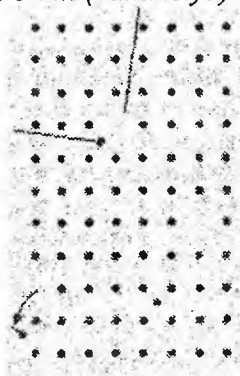
### 3.4. Kristal panjaradagi nuqsonlar

Ideal hamda real jismlar degan tushunchalar mavjuddir. Biz shu paytgacha kristallardagi atomlarning aniqva yuqori tartibda joylashishini ko'rib utdik, ya'ni ideal kristall panjara hakdda fikr yuritdik

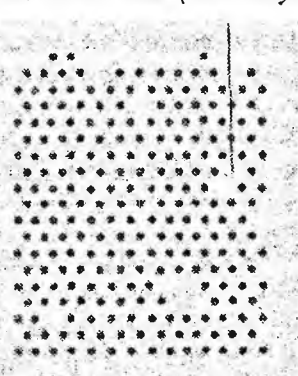
Xakikatda esa kristall panjara tugunlarining ba'zilarida atom bulmasdan, tugun bush krlishi ham mumkin yoki kristall panjara atomlari orasiga ortiqcha atom joylashishi ham mumkin. Bunday xrl kristall panjaraning nuksoni (defekti) deyiladi. Nuksonlarning hajmda bunday joylashishi esa panjaraning nuqsonli tuzilishi deb ataladi. Xaqiqiy (real) kristall panjaralar ana shunday nuqsonli tuzilishga ega (3.4-rasm).

Kristall panjaraning nuqsonli tuzilishi jismning xossalarini belgilaydi. Nuqson o'lchamlarga ega bo'lib, nuqtali, chiziqni hamda sirtqi nuqsonlarga bulinadi. Nuqtali nuqsonlar uchta yo'nalishdagi ulchamlarga ega emas. Bunday nuqsonlar kristall panjarada eng ko'p uchraydi. Masalan, kristall panjara tugunlarida atom o'rni bo'sh krlishi (vakansiya) yoki atomlar orasiga uzga atomning siqilib kirib qolishi (singdirilgan yoki dislokatsion atom). Vakansiya istalgan kristall panjarada uchrasa, sing dirilgan atom esa zichligi kamroq bo'lgan kristall panjarada uchraydi. Vakansiya mavjud bo'lgan kristall panjara termodinamik turg'un bo'ladi, ya'ni atomlarning issiqdik ta'siridagi harakati mobaynida yo'q bo'lib va yana paydo bo'lib turadi. Masalan, suyuqlanish haroratiga yaqin haroratdagi vakansiya atomlarining miqdori

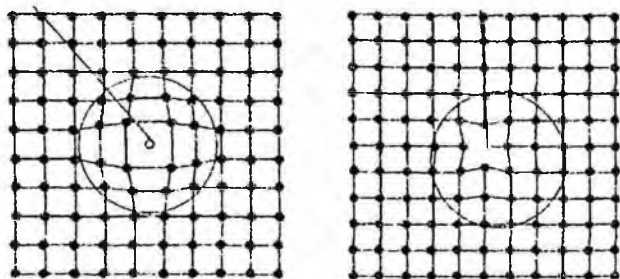
*Bo'sh o'rin (vakansiya)*



*bo'sh o'rinlar(vakansiyalar)*



*tugunlar orasidagi (dislokatsion) atombush o'rin (vakansiya)*



3.4-rasm

**Real kristall panjaraning nuqsonli tuzilishi.** Hamma atomlarning 1—2% ini tashkil qiladi. Vakansiya atomlarining harakati esa kristallardagi atom diffuziyasiga sabab bo'ladi. Singdirilgan (dislokatsion) atom esa shu kristall jismning uz atomi yoki o'zga qo'shimcha elementlar atomi bo'lishi mumkin. Kristall panjara atomlaridagi vakansiya, dislokatsiya xodisalari, qo'shimcha element atomlari yoki ionlari jism xossalarini uzgartiradi, hattoki jismning rangini ham o'zgartiradi. Nuqtali nuqsonlar o'zining atrofidagi atomlarning muvozanatiga ta'sir ko'rsatadi. Ma'lum darajadagi potensial ichki kuchlanishlarni (kristall panjaraning buzilishi natijasida) vujudga keltiradi. Lekin umumiy hajmda bunday ichki kuchlanishlar uz muvozanatiga ega.

Shuning uchun bunday nuqsonlarga ega bo'lgan kristall panjara barqaror hisoblanadi.

Ikki o'lchamga ega bo'lgan nuqsonlarga chiziqli nuksonlar, deb ataladi. Bunday nuqsonlar kristallanish jarayonida yoki plastik deformatsiya natijasida vujudga keladi.

Xaqiqiy kristallardagi chiziqli nuqson-dislokatsiyaning ikki ko'rinishi, ya'ni chetki (chiziqli) va vintsimon (bo'rama) dislokatsiyalar mavjud. Kristall yuzasidagi hamma vakansiyalar to'planib, nuqsonlar yigindisi xalqasini hosil qiladi. Mana shu halqa yuziga tik (perpendikulyar) tekisliklardagi atomlarning tartibli joylashishi buziladi, ya'ni chetki dislokatsiya hosil bo'ladi. Chetki dislokatsiyaga ega bo'lgan real kristallarning siljish deformatsiyasiga qarshiligi ideal kristallarga qaraganda kamroq bo'ladi.

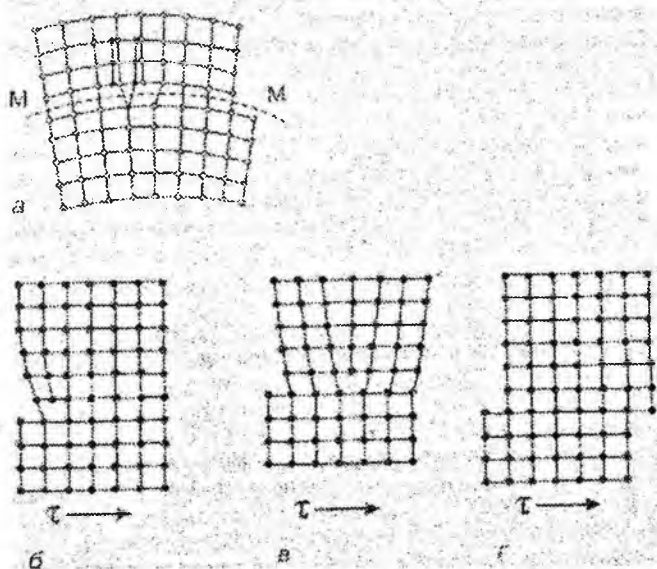
Bunday nuqsonga ega bo'lgan kristallarda siljish ro'y berganda, «ortiqcha» vakansiya halqasi orqali har bir atom qatorida

ketma-ket atomlar uzaro o'rin almashishi natijasida butun bir kristall orqali siljish ro'y beradi.

Vakansiya to'plangan joydagi normal yo'nalish bo'yicha siljish natijasida hosil bo'lgan dislokatsiya vintsimon dislokatsiya deb ataladi. Bu tushunchani Daniya olimi D. Byurgere kiritgan. Agar vintsimon dislokatsiya kristallning yuzasiga chiqsa, zinapoya hosil bo'ladi. Kristallar kristallanish jarayonida shu zinapoya shaklida o'sadi.

Dislokatsiyaning vujudga kelishidagi siljish vektori Byurgere vektori deb ataladi, u dislokatsiya qiymatini belgilaydi. Bu vektor modulining eng kichik qiymati kristall panjara atomlari orasidagi masofaga teng. Umuman olganda, dislokatsiya fazoviy chiziq bo'lishi mumkin.

Lekin bunda modul qiymati o'zgarmasa ham, dislokatsiya yo'nalishi o'zgarishi mumkin. Dislokatsiyaning yana bir muhim xususiyatlaridan biri uning zichligidir. Kristallning  $1 \text{ sm}^2$  yuzasini kesib o'tgan dislokatsiya soniga dislokatsiya zichligi deyiladi. Juda sekin kristallanayotgan jismlarning dislokatsiya zichligi  $10^2 - 10^4 \text{ sm}^2$  ga teng.



3.5-rasm.

Chiziqdi nuqsonlarning hosil bo'lishini tushuntiruvchi chizma:

*a* — dislokatsiyaning joylashishi (MM — siljish yuzasi);

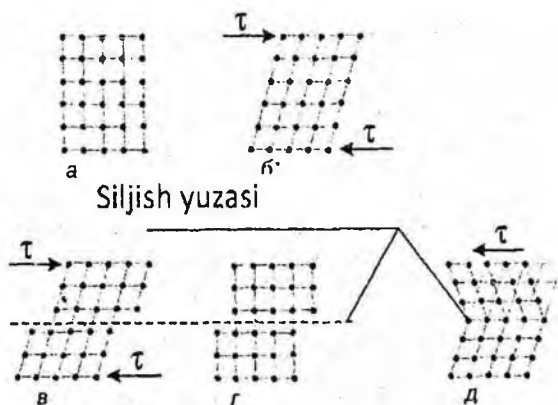
*b, v, g* — dislokatsiyaning yuzaga chiqish davrlari



Juda sekin kristallanayotgan jismlarning dislokatsiya zichligi  $10^2$ —  $10^4$   $\text{sm}^2$  ga teng. Muvozanatdagi polikristallarning dislokatsiya zichligi  $10^6$ —  $10^7$   $\text{sm}^2$  ga etadi. Juda katta plastik deformatsiya natijasida dislokatsiya zichligi  $10^8$ - $10^{12}$   $\text{sm}^{-2}$  ga etishi mumkin.

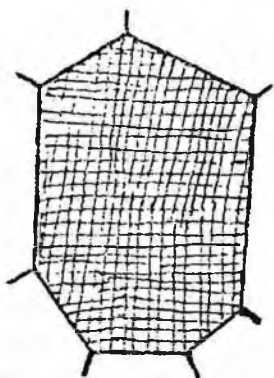
Kristall jismdagi dislokatsiya kristall panjaraning qiyshayishiga sabab bo'ladi, ya'ni katta dislokatsiyali kristall jismning ichki potensial energiyasi kichik dislokatsiyali kristall jismning ichki potensial energiyasidan katta bo'ladi. Tashqi kuch ta'sirida kristall panjaradagi dislokatsiya harakatga keladi. Bir xil yo'nalishga ega bo'lgan dislokatsiyalar bir-biriga qo'shilib, katta energiyani hosil qiladi. To'rtli yo'nalishdagi dislokatsiyalar bir-biri bilan eyishib ketadi. Demak, shunday vaziyat bo'lishi mumkinki, plastik deformatsiya oshishi bilan dislokatsiya harakati to'xtaydi, ya'ni dislokatsiya zichligi ma'lum kritik kiymatga ega bo'ladi. Tashqi kuch ta'sirini yanada oshirish metallda darz hosil bo'lishiga sabab bo'ladi, ya'ni jism emiriladi.

Siljish kuchi (1) ta'sirida kristall panjaraning elastik va plastik deformatsiyalanishi; — muvozanat dolat;  $b$  — kuch ta'sirida kristall panjaraning elastik qiyshayishi;  $v$ ,  $g$  — plastik deformatsiya ta'sirida bir atom masofaga siljishi,  $d$  — kush kristalli dislokatsion ko'chish.



3.6-rasm

Agar kristall jismdagi nuqsonlar uch o'lchamga ega bo'lsa, bunday nuqsonlar sirtqi nuksonlar deb ataladi. Bunday nuqsonlarga kristallarning yo'nalishi o'zgargan chegaralar, xususan o'xshash, ya'ni qo'sh kristallar kiradi. O'xshash kristallar butun bir kristallning bir qismi bo'lib, kristall tuzilishi ikkinchi bir qismning aksi bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, yaxlit bir kristallning simmetriya o'qi bo'ylab sinishidir. «Bunda bir-birining aksini ifoda etadigan va sinish yuzasiga ega bo'lgan 2 ta kristall hosil bo'ladi (3.6-rasm). Bu kristallardagi sinish simmetriyasini qo'sh kristallar yuzasi deb ataladi. Qo'sh kristallar kristallanish, deformatsiya yoki deformatsiyalangan metallarni yumshatish natijasida hosil bo'lishi mumkin. Qo'sh kristallardagi o'xshash atomlar vektor birligiga teng bo'lgan masofaga emas, balki undan ancha kam masofaga siljiganda dislokatsiya ro'y beradi.



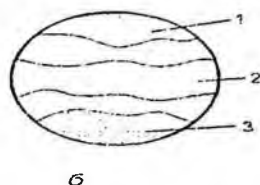
3.7-rasm. Kristallarning ichki tuzilishi (chizmasi)

Sirtqi nuqsonlarga dislokatsiyaning yeyilib, to'planib qolgan joyi (dislokatsiya devori) ham kiradi. Elektron mikroskop yordamida ana shunday devorlar yaqqol ko'rinadi. Sirtqi va tekislikdagi nuqsonlar umuman olganda bloklar, donachalar chegaralarini hosil qiladi. Haqiqiy polikristallar juda ko'p donachalar (kristallitlardan) iborat. Bu donachalarning o'lchami yuzdan bir millimetrdan tortib, bir necha millimetrgacha bo'lishi mumkin. Har bir donacha (kristallit) yaxlit bir kristall emas, balki u ham o'z navbatida parchalar (fragment) yoki bo'lakchalar (blok) dan iborat bo'lib, ularning tuzilishi (chizmasi), o'lchamlari donachaning

o'lchamidan 100, hatto 1000 marta kichikdir (3.7-rasm). Agar polikristallarda donachalar bir-biriga nisbatan tartibsiz hamda katta burchak ostida joylashgan bo'lsa, parchalar bir-biriga nisbatan kichik burchak (bir necha sekunddan, to bir necha minutgacha) ostida joylashgan. Har bir parcha ichidagi kristall panjaraning tuzilishi aynan (ideal) kristall tuzilishiga yaqin, lekin parchaning atrofi esa dislokatsiya to'siqlariga ega bo'lib, parchalar bir-biriga nisbatan ana shu to'siqlar orqali burilishi mumkin. Donacha ichidagi bir-biriga nisbatan ozgina siljigan ana shunday parchalar yig'indisi o'ziga xos mozaik tuzilishga ega. Donacha chetlaridagi parchalar donacha o'rtasidagi parchalarga qaraganda ancha kattaroq burchakka (1—5 gradusga) burilgan bo'ladi. Donachalarning chetlarida ham nuqsonlar ko'p uchraydi, o'zga qo'shimchalarda dislokatsiya hamda vakansiya to'plamlari yig'iladi, ya'ni donachalarning chetlarida hajmiy hamda sirtqi nuqsonlar ko'p bo'ladi.

Hajmiy nuqsonlar ham sirtqi nuqsonlarga o'xshash uch o'lchamga ega. Masalan, metallarning kristallanishi jarayonida vujudga keladigan g'ovak, darz va cho'kmalar bunga misol bo'ladi.

Jism donachalari o'lchamlari yoki ularning bir-biriga nisbatan joylashish tartibini lupa yordamida aniqlash mumkin. Metall tuzilishidagi nuqsonlarni oddiy ko'z, lupa hamda oddiy mikroskop orqali tekshirish usuli makroskopik usul deb ataladi. Makro-nuqsonlarga g'ovaklar, darzlar, donachalarning chegaralari, metall yuzasidagi biror-bir elementlarning yig'ilib qolishi (likvatsiya) kabi nuqsonlar kiradi. Sinish yuzalarini tekshirish xham makroskopik usul deyilsa, u uch xil ko'rinishda bo'lishi mumkin. Agar sinish yuzasi g'adir-budir bo'lsa, materialdan tayyorlangan buyum deformatsiyaga uchramaydi, ya'ni metall mo'rt bo'lib, tashqi kuch ta'sirida sinadi. Agar kristall jismdagi donachalar deformatsiyalanmasa, ya'ni donacha chegaralari yetarli darajada nuqsonlarga ega bo'lsa, kristall ana shu donacha chegaralari bo'ylab yemiriladi. Sinish yuzasi oyna kabi yaltiroq bo'lsa, yuzada sinish markazi bo'ladi, ana shu markazdan sinish tolalarining yo'unalishi ko'rinib turadi, bunday sinish krvuhoq sinish deb ataladi. Bunday sinish juda katta deformatsiya natijasida vujudga keladi. Charchash natijasida sinish ham xuddi shunday sodir bo'ladi. Sinish yuzasining bir parcha joyi bo'rtib chiqib, qolgan joylari tekis, tolasimon, yaltiroq bo'lsa, aralash sinish deb ataladi (3.8-rasm).



**3.8-rasm.**

Charchash natijasida yemirilish diagrammasi (a) va unga mos keladigan yemirilish to'ri (b): I — nuqsonlarning yig'ilish davri; II — darzning uo'sishi; III — sinishning oxirgi davri; 1 — darzning hosil bo'lish markazi; 2 — charchashdan yemirilish (tolasimon yemirilish); 3 — jarayonning oxiri (oxirgi yemirilish davri).

Sinish yuzalarini makroskopik tadqiqot qilish katta ahamiyatga ega, chunki bunda sinish sabablarini aniqlash mumkin.

Kristall jismlarning undan ham nozikroq nuqson tuzilishlarini aniqlash mikroskopik usul deb ataladi. Mikroskopik tadqiqot natijasida donachalarning tarkibi, donachalardagi nuqsonlar, dislokatsion tuzilishlarni ham aniqlash mumkin. Buning uchun optik mikroskoplar (1500—2000 marta katta qilib ko'rsatadigan) yoki elektron mikroskoplardan foydalaniladi. Hozirgi zamon elektron mikroskoplari tuzilishni 100 000 martadan 500 000 martagacha katta qilib ko'rsata oladi. Elementar kristall panjaraning to'rlari rentgen nuri ta'sirida o'rganiladi. Kristall panjaradagi atomlarning joylashishi, ulardagi nuqsonlar, dislokatsiya, parchalarning joylashishini rentgenografiya, neytronografiya kabi usullar yordamida o'rganish mumkin. Metallarning real kristallari tuzilishida, ideal kristallarnikidan garchi, bir qator nuqsonlar (nomukammalliklar) bo'ladi. Metallarning juda muhim ko'pgina mexanik va fizikaviy xossalari, metallarning strukturasi sodir bo'ladigan ko'pgina protsesslar shu metallarning tuzilishidagi nuqsonlardan kelib chiqadi.

### 3.5. Nuqtali, panjarali va sirtqi nuqsonlar

Metallarning kristallari tuzilishidagi nuqsonlar, odatda, uch gruppaga bo'linadi. Bulardan biri nuqtaviy nuqsonlar bo'lib,

ikkinchisi chiziqli nuqsonlar va uchinchisi sirt (tekislik) nuqsonlaridir.

Ana shu nuqsonlarni birma-bir ko'rib chiqaylik.

1. **Nuqtaviy nuqsonlar.** O'lchamlari uch yo'nalishning hammasida ham kichik bo'lgan nuqsonlar *nuqtaviy nuqsonlar* deyiladi. Bunday nuqsonlar jumlasiga vakatsiyalar, ya'ni kristall panjaraning bo'sh joylari, Q-oraliq atomlar-tugunlar oralig'iga siljigan atomlar va qo'shimchalarning atomlari kiradi. Qo'shimchalarning atomlari metall kristall panjarasi tugunlaridagi atomlar o'rnini olishi ham, panjara tugunlari oralig'iga kirib borishi ham mumkin. Uchala holda ham asosiy metallning kristall panjarasi o'zining muntazam geometrik tuzilishini o'zgartiradi, ya'ni panjarada nuqsonlar hosil bo'ladi.

2. **Chiziqli nuqsonlar.** O'lchamlari faqat ikki yo'nalish-dagina kichik bo'ladigan nuqsonlar *chiziqli nuqsonlar* deyiladi. Chiziqli nuqsonlarning eng muhim turi disloqatsiyalardir; vakansiyalarning va boshqa nuqtaviy nuqsonlarning zanjirlari ham chiziqli nuqsonlar jumlasiga kiradi.

3. **Sirt (tekislik) nuqsonlar.** O'lchamlari faqat bir yo'nalish-dagina kichik bo'ladigan nuqsonlar *sirt nuqsonlar* deyiladi. Sirt nuqsonlar jumlasiga bloqlar orasidagi va donalar orasidagi chegaralar yoki qo'sh chegaralar, qattiq fazalar orasidagi chegara sirtlar va boshqalar kiradi.

Yuqorida tilga olingan nuqsonlar harakatsiz bo'lmay, balki plastik deformatsiya va o'z diffuziya protsessida surilib turadi.

### Nazorat uchun savollar:

1. *Real kristallarning tuzilishi.*
2. *Disloqatsiyalar haqida umumiy tushunchalar.*
3. *Metall va qotishmalarni tekshirishning asosiy usullari.*

## 4-BOB. METALLAR STRUKTURASI

### 4.1. Kristallanish jarayonining mexanizm va kinetikasining asosiy tushunchalari

Mashinasozlikda toza metallar ishlatilmaydi hisob. Chunki, ularni olish texnologiyasi ancha murakkab, qimmat va ulardan foydalanish davrida ish berish xossalari yetarli emas.

Shuning uchun asosan ularning qotishmalari ishlatiladi.

Metallik qotishma-bu makro bir xil tizim, qaysiki, metallardan hamda metall va nometallardan tashkil topgan; metallik xossalarga ega.

**Tizim**- qattiq, suyuq yoki gaz holatdagi jismlarning yig'indisi. Tizim oddiy va murakkab bo'lishi mumkin. Oddiy tizim 2, 3 tashkil etuvchilardan – komponentlardan iborat. Murakkab tizim komponentlari ko'p bo'ladi.

**Komponent**- bu tizimning mustaqil tashkil etuvchisi.

Qotishmaning xossalari fazalarning holati va nisbati bilan aniqlanadi. Fazalar komponentlarining o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladi.

**Faza** – tizimning fizik va kimyoviy bir xil qismi. Fazalar qattiq, suyuq va gazsimon bo'lishi mumkin.

**Variantlik (s)** – bu erkinlik darajasi soni, yani, ichki va tashqi (harorat, bosim to'plami, kont sentratsiyasi) faktorlar soni. Bularni fazalar miqdorini o'zgartirmasdan o'zgartirish mumkin.

Agar variantlik  $S=1$  bo'lsa (monovariantli tizim), fazalar sonini o'zgartirmasdan ma'lum chegarada faktorlardan birini o'zgartirish mumkin.

Agar variantlik  $S=0$  bo'lsa (nonvariant tizim), tizimdagi fazalar sonini o'zgartirmasdan tashqi faktorlarni o'zgartirish mumkin emas.

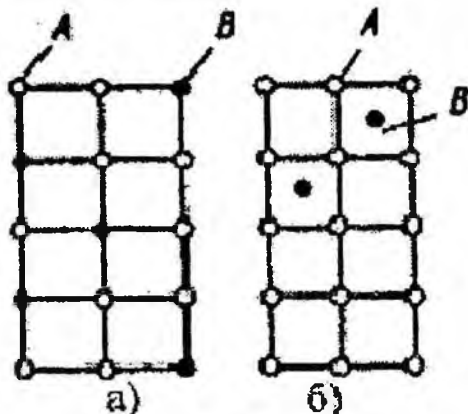
Fazalar quyidagilar: komponentlar, kimyoviy birikmalar, qattiq va suyuq eritmalar hamda parlar (bug'lar).

**Qattiq eritma** – bu faza 2 va undan ortiq komponentlardan tuziladi.

Komponentlardan biri baza (matritsa) bo'lib o'z kristallik panjarasini saqlaydi va erituvchi hisoblanadi. Qolgan komponentlar erituvchi kristallik panjarasiga joylashadilar. Bu komponentlar eruvchi deb ataladi. Qattiq eritma 2 xil bo'ladi: siqilib kirgan qattiq eritma va o'rin almashuv eritma.

**O‘rin almashuvli qattiq eritma.** Bunda erituvchi komponent kristallik panjarasidagi qisman atomlari o‘rnini eruvchi komponent atomlari egallaydi. ( 4. 1a -rasm. )

**Siqilib kirgan qattiq eritmada** eruvchi komponent atomlari erituvchi komponent kristallik panjarasidagi uzellar orasiga joylashgan bo‘ladi (4. 1b- rasm. ).



4. 1-rasm

O‘rin almashuvchi (a), siqilib kirgan (b) qattiq eritmalar kristallik panjaralari.

### Mexanikaviy aralashma

Ma‘lum komponentlarning kristallari bir-birlari bilan mexanikaviy aralashadi.

**Mexanikaviy aralashma** toza metallar kristallaridan tashkil topgan bo‘lishi mumkin. Suyuq eritma fazalar aralashmasi **evtektika** deyiladi. Qattiq eritma fazalar aralashmasi **evtektoid** deyiladi. Qotishmalar xossalari elementar zarralarning fazada joylashishiga, kimyoviy tarkibiga, kristallarning o‘lcham va formalariga bog‘liq.

Metall va qotishmalarning qurilish-tuzilish «maydachuydalarini» **struktura** tushunchasi ifodalaydi. Nozik, mikro va makrostrukturalar mavjud. Bular struktura tashkil etuvchilarining o‘lchamlariga bog‘liq. Material strukturasi quyidagi usullar bilan tekshiriladi-o‘rganiladi: elektronografik, rentgenospektral, rentgenografik, mikroskopik, makroskopik va h. k.

Makroskopik o‘rganishda metall va qotishmalarni qurilishi qurollanmagan ko‘z bilan yoki ozgina kattalashtirib «lupa» vositasida o‘rganiladi.

O'rganilayotgan yuza oldindan tayyorlanadi: jilvirlanadi va maxsus reaktivda xurushlanadi («trovleniye»).

Har xil usullarda (quyma, bog'langan, shtamplangan, jo'valangan) olingan zagotovkalarining nuqsonlari va ularni yo'q qilish usullari aniqlanadi.

Makro o'rganishda quyidagilar o'rganiladi: sinma («izlom») ko'rinishi (plastik, mo'rt), quyma metall zarrachalarining kattaligi formasi va joylashishi; metallarning buzuvchi nuqsonlari (kirishish bo'shlig'i, gaz g'ovaklari, darzlar, rakovinalar) metallning kimyoviy bir xil emasligi (kristallanish, termik ishlash, kimyoviy termik ishlash davrida); deformatsiyalangan metallning tolalari.

Qattiq jismlarni atom-kristallik qurilishlarini o'rganish uchun **rentgenografik** usul qo'llaniladi. Bu usul bilan kimyoviy tarkib, struktura va jism xossalari orasidagi bog'liqlikni, mikrokuchlanishlarni, nuqsonlar yig'ilishlarini, dislokatsiyalar zichligini aniqlash mumkin. **Mikrostrukturali** analiz usuli – bu yuzani nurli mikroskop yordamida o'rganishdir. Yuza 50-2000 marta kattalashtiriladi. 0, 2 mkm o'lchamida bo'lgan struktura elementlari ko'rsatiladi.

Mikrostruktura usuli yorug'likni yuzaga borib urilib qaytishiga asoslangani uchun namunalar-mikroshliflar yuzalari sayqallangan («palirovka» qilingan) yaltiroq bo'lishi kerak. Mikrodarzlar va metall emas qo'shimchalar kuzatiladi.

Yuza reaktivlar bilan xurushlanadi-ishlanadi, qotishma tarkibiga qarab. har xil fazalar har xil xurushlanadi va har xil ranglanadi. Zarrachalarni formalarini, o'lchamlarini va yo'nalishini – tutgan o'rnini; ma'lum fazalarni hamda struktura tashkil etuvchilarni namoyon qilish mumkin.

#### 4.2. Plastik va elastik deformatsiya

Metallga biror kuch ta'sir ettirilganda shu metall geometrik shaklining o'zgarishi **deformatsiya** deyiladi. Deformatsiya natijasida kristallik panjara o'zgaradi, ya'ni panjara tugunlaridagi atomlar o'z o'rnidan siljiydi.

**Normal temperaturada** metallning deformatsiyasi uch bosqichdan iborat: 1 - elastik deformatsiya, 2 - plastik deformatsiya, 3 - yemirilish - buzilish (razrushenie).

**Elastik deformatsiya** - metallga ta'sir ettirilgan kuch olingandan keyin metallning asl holiga (shakliga) qaytishi.



Metallning cho'zilishdagi elastik deformatsiyalanishi bilan kuchlanish orasida chiziqli bog'lanish bor. ( 4.2-rasm. )

Bu bog'lanish **proporsionallik qonuni** - Guk qonuni deyiladi.

$$\sigma = E \cdot \delta; \text{ kg/mm}^2$$

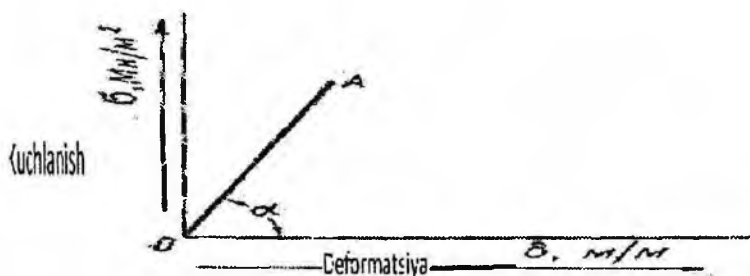
$\sigma$  - normal kuchlanish;

$E$  - proporsionallik koeffitsienti. Legirlangan va uglerodli po'latlar uchun  $E = 210 \text{ MPa}$ .

$\delta$  - deformatsiya - nisbiy uzayish.

Proporsionallik koeffitsienti ( $E$ ) - Yung moduli - **elastiklik moduli** deb ham ataladi.

$$E = \sigma / \delta = \text{tg } \alpha.$$



4.2-rasm

### Deformatsiyani kuchlanishga bog'liqligi

Metallning elastik xossalari ma'lum chegaragacha saqlanib qoladi, kuchlanish bu chegaradan ohsa elastiklik yo'qoladi. Bu chegara elastiklik chegarasi deyiladi. Qoldiq deformatsiya 0, 002% dan ortiq bo'lmasligi kerak.

**Proporsionallik chegarasi** ham bor. Bunda yuqoridagi chiziqli bog'lanish, chiziqidan 0, 002% ga oqqaniga aytiladi. Ko'pchilik po'latlar va aluminiy qotishmalari uchun proporsionallik (mutanosib) va elastik deformatsiya chegaralari amalda bir chegarada - bir xil.

Agar namunaning tajribadan oldingi ko'ndalang kesim yuzasi  $F_0$ ga teng bo'lsa, materialning proporsionallik va elastiklik chegara kuchlanishlari quyidagicha aniqlanadi.

$$\sigma_{pr} = R_{pr} / F_0; \sigma_{el} = R_{el} / F_0 \text{ kg/mm}^2.$$

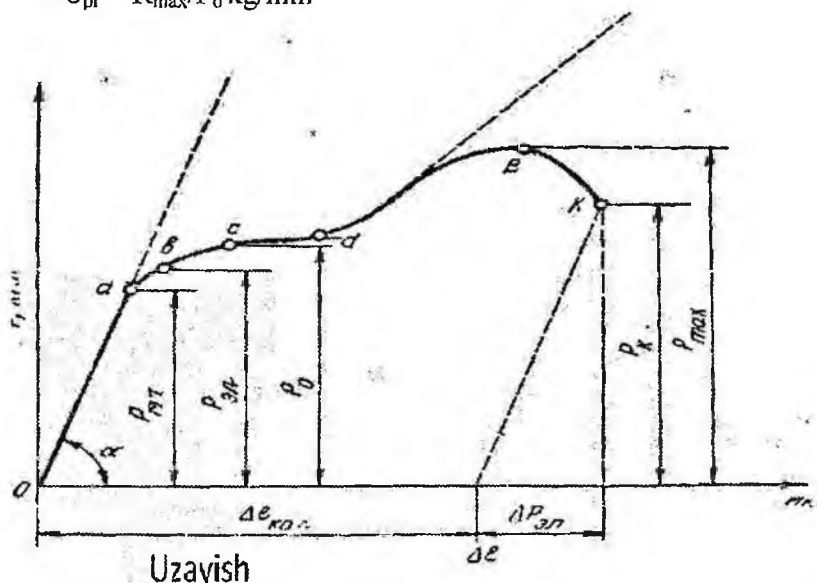
Qo'yilgan yuklama ortib,  $S$  nuqtaga kelsa, yuklama deyarli ortmasada namuna uzayaveradi. Bunga oquvchanlik chegarasi

deyladi. Bu holda qoldiq deformatsiya 0, 2% ga teng. Oquvchanlik chegaradagi kuchlanish:

$$\sigma_{pr} = R_0 / F_0 \text{ kg/mm}^2.$$

Qo'yilgan yuklama  $R_{max}$  ga yetganda (V nuqtada)  $R_{max}$  qiymatga kelganda namuna bo'yicha hosil bo'la borib, u  $R_k$  yuklamada (K nuqtada) uziladi. Namunaning cho'zilishga muvaqqat kuchlanishi - mustahkamligi - puxtaligi - qarshiligi. Mustahkamlik chegarasi.

$$\sigma_{pr} = R_{max} / F_0 \text{ kg/mm}^2$$



4.3-rasm

$R_{pr}$  – proporsionallik chegara yuklamasi. Mutanosiblik.

$R_{el}$  – elastik uzayishning chegara yuklamasi. Turli metallar uchun bunda qoldiq deformatsiya 0, 005 - 0, 005% orasida bo'ladi.

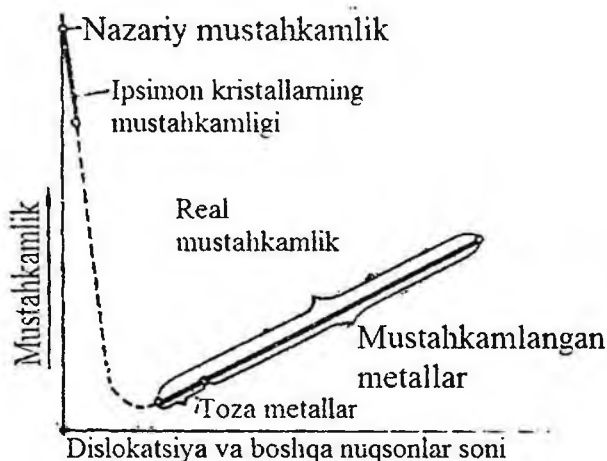
### Plastik deformatsiyaning metall strukturasi ta'siri

Plastik deformatsiya vaqtida metallning kristallik panjarasi buzilibgina qolmasdan, balki unda donalar muayyan tartibda joylashib ham qoladi, bu hodisa **tekisturalanish** deb ataladi.

### Tekisturalanish darajasi deformatsiya darajasiga bog'liq.

Dislokatsiyasiz metallning puxtaligi nazariy puxtaligiga yaqinlashadi. Puxtalikni oshirishni boshqa arzon usuli ham bor. Dislokatsiyalar sonining ortishi metall mustahkamligini ma'lum

paytgacha pasaytiradi. Dislokatsiyalar soni (zichligi) ma'lum kritik qiymatga yetganda, metall puxtaligi real minimum qiymatga ega. Agar dislokatsiyalar zichligi yana oshirilsa, metall puxtaligi yana ko'tariladi. Sabab shuki, bir-biriga parallel dislokatsiyalar hosil bo'libgina qolmay, balki har xil tekisliklarda va har xil yo'nalishlarda ham dislokatsiyalar hosil bo'ladiyu, bular bir-birlarining siljishiga xalaqit berib, metallning real puxtaligini oshiradi.



4.4-rasm

### Mustahkamlik darajasining dislokatsiyalar va nuqsonlarga bog'liqligi

**Dislokatsiya nima?** Metallning atomlar siljigan (sirpangan) sohasi bilan atomlar siljimagan sohasi orasidagi chegara dislokatsiya deb ataladi.

Plastik deformatsiya kristallik panjarada atomlarning siljishi bilan bog'liq, natijada kristallning bir qismi ikkinchisiga nisbatan suriladi.

Nazariy (ideal) kristalllarda (strukturasi nuqsoni yo'q) sirpanishni vujudga keltirish uchun juda katta kuch kerak:

$$\tau = G/(2\pi) = 0,16G;$$

$G$  – sirpanishdagi elastiklik moduli.

Real kristallarda sirpanish uchun bunga nisbatan 1000 marta kam kuch sarflanadi. Sababi: nuqsonlarning mavjudligi.

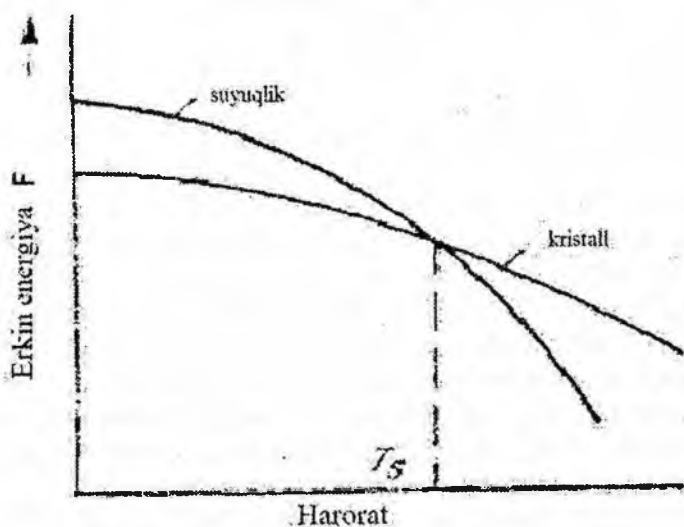
Real kristallarda dislokatsiyalar zichligi katta:  $10^7 \dots 10^8 \text{ sm}^{-2}$ . Har bir sirpanish tekisligida bir necha o'n dislokatsiya mavjud. Bularning harakati materialning plastik oqishiga olib keladi.

Bundan tashqari dislokatsiyalar zichligi boshqa manbalar hisobiga ham ortadi: daraja  $10^{11} \dots 10^{12} \text{ sm}^{-2}$  gacha boradi.

### 4.3. Birlamchi, yig'uvchi va ikkilamchi qayta kristallanish

Jismlar to'rtta agregat holatda bo'lishi mumkin: qattiq, suyuq, gaz, plazma. Jism bir holatdan ikkinchi holatga o'tishi mumkin, agar ikkinchi holat sharoitida yangi holat ko'proq turg'un (barqaror) bo'lsa. Tashqi sharoit o'zgarishi bilan erkin energiya murakkab qonuniyat bo'yiga o'zgaradi; suyuq va kristallik holat uchun har xil. Suyuq va qattiq holat erkin energiyalarning harorat ta'sirida o'zgarishi rasm 4.5 da ko'rsatilgan.

Termodinamikaning ikkinchi qonuniga binoan har qanday faza o'zgarishi vaqtida sistemaning erkin energiyasi kamayadi, ya'ni sistema erkin energiyasi katta bo'lgan beqaror holatdan erkin energiyasi kichik bo'lgan barqaror holatga o'tishga intiladi.



4.5- rasm.

## Erkin energiyaning haroratga qarab o'zgarishi.

Erkin energiya  $F$  harfi bilan belgilanadi:

$F = U - T \cdot S$  bu yerda

$U$  – sistemaning ichki energiyasi

$T$  – absolyut harorat

$S$  – entropiya.

Yuqoridagi grafikda suyuq va qattiq fazalar erkin energiyasining haroratga qarab o'zgarish grafigi erkin energiya – harorat koordinatalarida ko'rsatilgan. Bu diagrammada 1 - egri chiziq suyuq faza erkin energiyasini o'zgarishini, 2 – chiziq esa qattiq faza erkin energiyasini o'zgarishini ko'rsatadi.  $T_s$  haroratda suyuq va qattiq faza erkin energiyalari barobar ( $F$  suyuq faza =  $F$  qattiq faza) bo'ladi. Shuning uchun  $T_s$  muvozanat yoki nazariy kristallanish harorati deyiladi.

$T_s$  dan yuqori haroratda suyuq fazaning erkin energiyasi ( $F_s$ ,  $F$ ) kichik, ya'ni  $F_s < F_k$ ; qattiq fazaning erkin energiyasi  $F_k$ .  $f$  esa katta.  $T_s$  dan past haroratda aksincha:  $F_s > F_k$ .  $f$ . Binobarin,  $T_s$  dan yuqori haroratda modda suyuq holatda  $T_s$  dan past haroratda qattiq holatda bo'lishi kerak.

Suyuq fazaning qattiq fazaga o'tish jarayoni kristallanish markazlari hosil bo'lishi va bu markazlarning o'sishi yo'li bilan boradi. Kristallanish markazlari soni qanchalik ko'p va kristallarning o'sish tezligi qanchalik katta bo'lsa, suyuq faza qattiq fazaga shunchalik tez aylanadi.

Metall bir agregat holatdan boshqa bir agregat holatga o'tganda issiqlik ajralib chiqadi yoki yutiladi. Demak, bunday tizimni issiqlik hodisasi ro'y beradigan tizim deyish mumkin.

Suyuq modda (jism) sovitilganda  $T_s$  haroratida kristallanish jarayoni sodir bo'lmaydi, chunki bunda  $F_s = F_k$ .  $f$ . Suyuq fazani kristallana boshlashi uchun tizimning erkin energiyasi kamayishi kerak. Teskarisi: qattiq fazaning (kristallning) suyuqlikda aylanishi uchun esa sistemaning erkin energiyasi ortishi kerak.

Suyuq fazaning  $T_s$  dan past haroratdagi sovishi **o'ta sovish** deb ataladi. Qattiq fazaning  $T_s$  haroratdan yuqori haroratgacha qizishi esa, **o'ta qizish** deyiladi.

Nazariy kristallanish (suyuqlanish) harorati bilan amaliy kristallanish (suyuqlanish) harorati orasidagi ayirma **o'ta sovish darajasi** deyiladi va  $\Delta T$  harfi bilan belgilanadi:

$\Delta T = T_{naz. kr} - T_{amal kr}$  ;

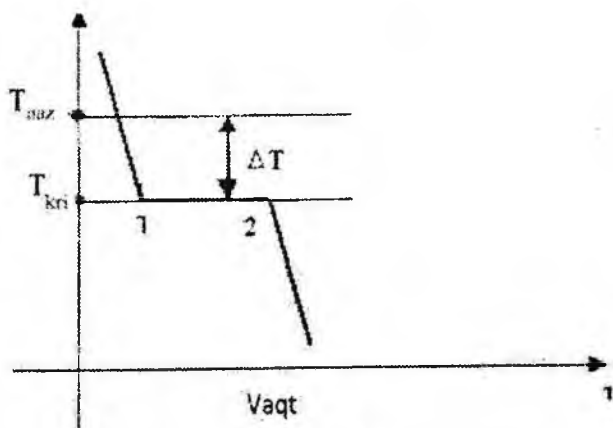
Tnaz. kr – nazariy kristallanish harorati.

Tamal kr – amaliy kristallanish harorati.

O'ta sovish darajasi kattaligi metallning tabiatiga, uning tozalik darajasiga (qancha toza bo'lsa, shuncha o'ta sovish katta bo'ladi), sovitish tezligiga (sovitish tezligi ortirishi bilan o'ta o'ta sovish darajasi ham ortadi) bog'liq.

Masalan, surmaning nazariy kristallanish (suyuqlanish) harorati  $63^{\circ}\text{C}$  ga teng. O'ta sovish darajasi  $\Delta T=41^{\circ}\text{C}$  ga yetishi mumkin. U holda amaliy kristallanish harorati  $63-41=22^{\circ}\text{C}$  ga teng. Ko'pchilik metallar uchun kristallanish vaqtida o'ta sovish darajasi juda kichik.

**Kristallanish** - bu suyuq fazaga kristallik panjara yerlarini (uchastkalarini) hosil bo'lish jarayoni va hosil bo'lgan markazlardan kristallarning o'sishidir. Kristallanish tizim ko'proq termodinamik turg'un holatiga o'tish sharoitida o'tadi (eng kam energiya bilan). Metalni suyuq holatdan kristallik holatga o'tish jarayonini vaqt haroratkoordinatalarida quyidagicha ko'rsatish mumkin.



4.6-rasm

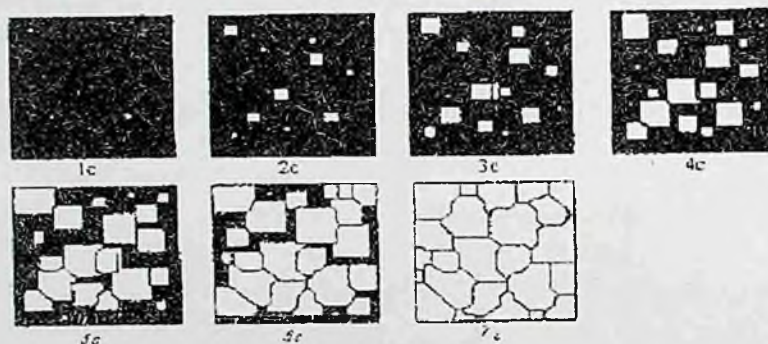
**Toza metalni sovitish egri chizig'i.** Tnaz – nazariy kristallanish harorati. Tamal – amaliy kristallanish harorati.

Nuqta 1 gacha metall suyuq holda soviydi, sovish jarayoni haroratni tekis pasayishi bilan kuzatiladi. 1-2 uchastkada kristallanish jarayoni boradi, issiqlik ajralib chiqadi. Bu issiqlikni

**kristallanishni yashirin issiqligi** deb ataladi. Bu tashqi muhitga tarqaladi. Shuning uchun harorat o'zgarmay doimiy (1-2) turadi. Kristallanish to'la tugaganidan so'ng (nuqta 2), metall endi qattiq holatda soviydi.

Ma'lum haroratgacha sovitilganda suyuq metalda kristalliklar (mayda zarrachalar) hosil bo'la boshlaydi – bular **kristallanish markazlaridir** yoki tug'malaridir («zarodxyshi»). Bularni o'sishi uchun metallni erkin energiyasi kamayishi kerak; aks holda tug'malar erib ketadi.

Kristallanish jarayoni ikki bosqichdan iborat: 1 – kristallanish markazlarini hosil bo'lishi; 2 – kristallarni o'sishi (yuqorida hosil bo'lgan markazlar – tug'malar atrofida). Shuni aytish kerakki bu davrda yangi markazlar – tug'malar paydo bo'la boshlaydi. Kristallanish mexanizmi modeli quyidagi rasmda ko'rsatilgan.



4. 7 -rasm.

### **Kristallanish jarayoni modeli**

Hosil bo'lgan kristallanish markazlari yoqlaridan kristallar o'sa boshlaydi.

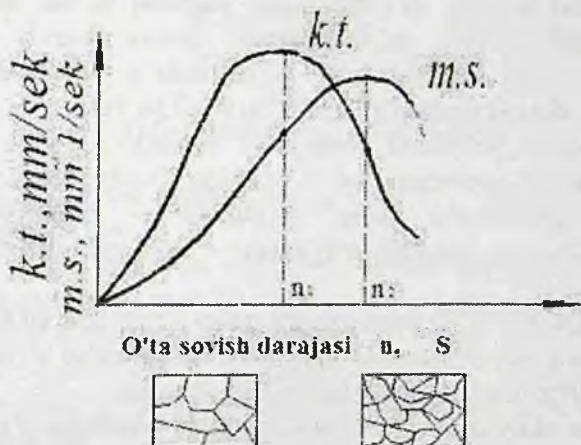
Shuni aytish kerakki kristallanish markazlari hosil bo'lishida suyuq metaldagi begona zarrachalar ham katta rol o'ynaydi. Kristallanish markazlari begona zarralardan ham hosil bo'ladi.

Dastlabki paytlarda kristallar o'z geometrik shakllarini saqlagan holda bemalol o'sadi. O'sayotgan kristallar bir-birlari bilan uchrashgan joyda o'sishdan to'xtaydi va to'siqlar yo'q tomonga qarab o'sa boshlaydi. Geometrik shakl bo'zilaradi. Bunday kristall donalar **kristallitlar** yoki **poliedrlar** deyiladi.

Quyida kristallanish o'sish tezligi va markazlar sonlarining o'ta sovish darajasiga bog'liqligi ko'rsatilgan. (4.8-rasm)

O'ta sovish darajasi ( $n$ ) ortishi bilan,  $n$ -ning ( $M. S.$ ) qiymati maksimumga yetadi.

$n$  kichik bo'lganda  $K. T.$  va  $M. S.$  larning ortishiga sabab shuki, muvozanat temperaturasi ( $T$ )gi yuqori bo'lib, suyuq va qattiq fazolar erkin energiyalari farqi katta bo'ladi. Natijada, kristallanish tezlashadi.



4. 8-rasm.

Markazlar soni va o'sish tezligini o'ta sovish tezligiga bog'liqligi sxemasi.

$n$  ortishi bilan zarrachalar harakatlanuvchanligi pasayadi va  $M. S.$  va  $K. T.$  pasayadi.

Agar  $M. S.$  ko'p,  $K. T.$  kichik past bo'lsa ( $n$ ) hosil bo'ladi. Aksincha,  $M. S.$  kam,  $K. T.$  yuqori bo'lsa ( $n$ ) kristallar hosil bo'ladi.

« $n$ » juda kichik bo'lsa, muntazam geometrik shakldagi, kristallar hosil bo'ladi. « $n$ » bir qadar kattaroq bo'lsa, kristallar dendrit shaklini oladi. (kristallar, asosan fazoviy kristall panjaraning asosiy o'qlariga mos yo'nalishda o'sadi) « $n$ » ancha katta bo'lsa, sferoid shaklidagi kristallar hosil bo'ladi.

O'ta sovish darajasi ( $\Delta T$ ) ortishi bilan, uning qiymati  $t_1$  va  $t_2$  ga yetganda, kristallanish tezligining ( $k. m$ ) va markazlar sonining ( $m. s$ ) qiymatlari maksimalga yetadi.  $\Delta T$  kichik bo'lganda  $k. m$  va  $m. s$  larning ortishiga sabab shuki, muvozanat harorati ( $T_m$ )



yaqinida suyuqlikning harakatlanganligi yuqori bo'lib, suyuq va qattiq fazalar erkin energiyalari farqi katta bo'ladi. Natijada kristallanish tezlashadi.

$\Delta T$  ortishi bilan zarrachalar harakatlangani pasayadi va m. s va k. t lar pasayadi.

Agar m. s ko'p, k. t kichik bo'lsa, **mayda** kristallar hosil bo'ladi. Aksincha, m. s kam, k. m yuqori bo'lsa **yirik** kristallar hosil bo'ladi.

$\Delta T$  juda kichik bo'lsa, muntazam geometrik shakldagi kristallar hosil bo'ladi.  $\Delta T$  bir qadar kattaroq bo'lsa, kristallar **dendrit** shaklini oladi, ya'ni kristallar asosan fazaviy kristall panjaraning asosiy o'qlariga mos yo'nalishda o'sadi.  $\Delta T$  ancha katta bo'lsa, **sferoid** shaklidagi kristallar hosil bo'ladi.

Kristallanish jarayonini boshqarish mumkin. Shu yo'l bilan mayda zarrachali strukturani olish mumkin. Buning uchun suyuq metallarga qo'shimcha tashqi **moddalar – modifiqatorlar** qo'shiladi. Jarayon **modifikatsiyalash – takomillashtirish** deb ataladi.

Modifiqatorlar ta'sir etish mexanizmiga qarab ikki xil bo'ladi.

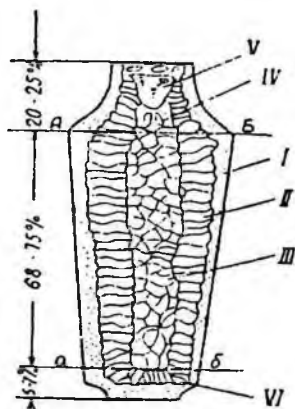
1. Modda suyuq metalda erimaydi: qo'shimcha kristallanish markazi sifatida xizmat qiladi. (karbidlar, oksidlar)

2. Yuza aktiv moddalar; bular metallda eriydigan o'sayotgan kristallar ustiga o'tirib olib, uni o'sishiga to'sqinlak qiladi.

### **Metall quymaning tuzilishi**

Ishlab chiqarishda suyuq metall maxsus qoliplarga – izlojnitsalarga quyilib quymalar olinadi. Albatta, qolipning harorati suyuq metalnikidan ancha past. Suyuq metallning kristallanish sharoiti qolip ko'ndalang kesimi bo'yicha har xil bo'ladi. Quymaning makrostrukturasi ham, mikrostrukturasi ham, kimyoviy tarkibi ham, mexanik xossalari ham quymaning turish zonalarida har xil bo'ladi.

Quyma strukturasi 3 zonadan iborat. I - zona mayda donali zona, tartibsiz joylashgan mayda dendrit – kristallardan iborat. Suyuq metallning qolip devorlari tegib turgan joylarida sovish tezligi va o'ta sovish darajasi boshqa joylariga nisbatan ancha katta. Shuning uchun bu



4. 9 –rasm.

Po'lat quymaning tuzilish sxemasi.

Zonada **mayda dendrit** zarralari hosil bo'ladi. Hajm tomondan I - zona katta emas.

II - zona, **uzunroq kristallar** zonasi mavjud yo'nalishda - mayda donali zona (qobiq) tomon joylashgan kristallardan iborat. Bu zonada sovish tezligi pasayadi: I - zona issiqlik chiqishiga qarshilik ko'rsatadi. O'ta sovish darajasi pasayadi, demak, kristallar issiq chiqib ketish yo'nalishi bo'yicha uzunroq kristallar o'sa boshlaydi.

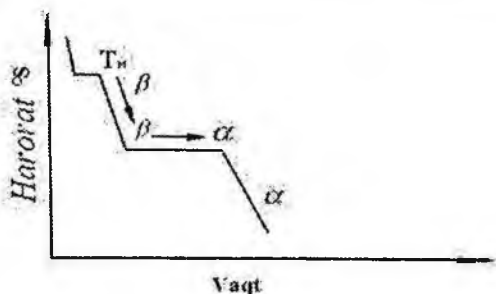
III - zona, teng o'qli kristallar zonasi **tartibsiz yo'nalgan yirik kristallardan** iborat. Issiqlik chiqib ketadigan yo'nalish yo'q, sovish tezligi eng past.

Quymaning eng zich zonasi ikkinchi zona, uning mexanik xossalari eng yuqori, ammo quyma bosim bilan ishlanganda uzunroq kristallarning tutashgan joylari plastik deformatsiyaga eng kam qarshilik ko'rsatadi va metall ana shu joylaridan yoriladi.

Qattiq holatdagi metallar kristall panjaralarining o'zgarishi **ikkilamchi kristallanish** yoki **qayta kristallanish** deb ataladi. Yuqoridagi o'zgarishlarga allotropiya hodisasi kiradi. Allotropiya temir, kalay, titan, marganes, kobalt va boshqa metallar orasida tarqalgan.

Barqaror – real mavjud bo'la oladigan panjara erkin energiya zapasi eng kam panjaradir. Masalan, qattiq holatda litiy, kaliy, tseziy, vol'fram va boshqalarning kristall panjarasi hajmi markazlashgan kub; beriliy, sirkoniy va boshqa ba'zi metallarini esa geksoanal panjaralaridir.

Bir qator hollarda temperatura va bosimning o'zgarishi bilan ayni bir metallning kristallik panjarasi ham o'zgaradi, ya'ni u qayta kristallanadi.



4. 10-rasm

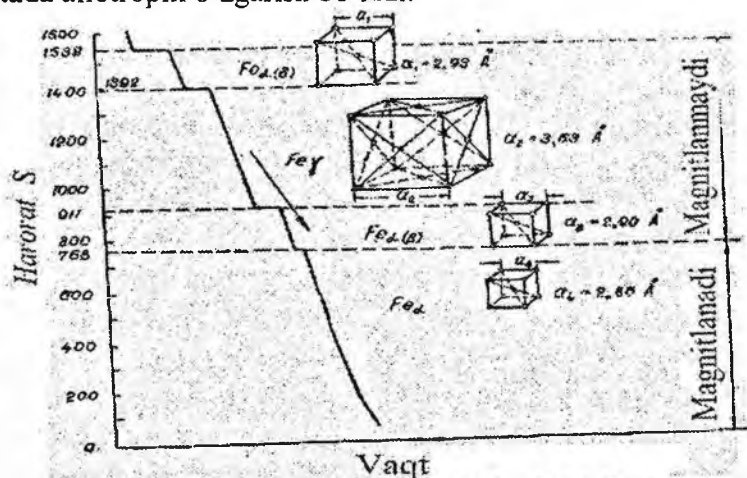
Harorat o'zgarishi bilan kristallik panjaraning o'zgarishi

Temirning kristall panjarasi hajmi markazlashgan kub bo'lishi ham, yoqlari markazlashgan kub bo'lishi ham mumkin. (Rasm 1.10)

Qayta kristallanish vaqtida o'zgarmas temperaturada issiqlik yutadi, bu qizdirilganda. Sovitilganda esa, nazariy jihatdan olganda, qizdirilgandagi kabi o'zgarmas temperaturada issiqlik ajralib chiqadi.

### Temirning kristallanishi

Toza temir  $t_{erish} = 1539^{\circ}\text{C}$ . Qotayotgan temirda har bir kritik nuqtada allotropik o'zgarish bo'ladi.



4.11-rasm. Haroratga qarab temirning kristallanishi

## 5- BOB. QOTISHMALAR NAZARIYASI VA TURLARI. FAZALAR QOIDASI

### 5.1. Umumiy ma'lumotlar

**Qotishma** – bu elementlarning qattiq, suyuq va gazsimon holatidagi diffuziyasi natijasida hosil bo'lgan birikma. Qotishma tarkibidagi metallar, ko'pincha, o'zaro birikib, kimyoviy birikma hosil qiladi. So'ng bu birikma ortib qolgan metalda eriydi. Ba'zan qotishmalar bir kimyoviy moddadan iborat bo'lishi mumkin. Hech qanday o'zaro kimyoviy birikma hosil qilmasdan, faqat aralash bir jinsli sistema hosil qilsa, bu qattiq eritma deyiladi.

Qotishma – ikki va undan ortiq metallarning erigan (suyuq) holidan o'zaro ta'sir natijasida (diffuziya yordami) hosil bo'lgan va haroratning sovushi natijasida metall zarralarining kristall holatiga o'tishi mobaynida paydo bo'lgan moddalar birikmasi, desak ham to'g'riroq bo'lar edi. Ikki yoki bir necha moddadan iborat bir jinsli sistemalar eritma deb ataladi. U bir jinsli ekanligi uchun ham oddiy aralashmadan farqlidir. Eritmalar bir jinslilik jihatidan kimyoviy birikmalarga o'xshaydi. Ba'zi moddalar boshqa modda (erituvchi) eriganda issiqlik chiqishi (yoki issiqlik so'nishi) erish bilan kimyoviy birikish orasida o'xshashlik borligini ko'rsatadi.

Eritma mexanikaviy aralashma bilan kimyoviy birikma o'rtasidagi oraliq holatni egallaydi. Eritmaga o'tgan modda o'zining avvalgi holatini yo'qotib, eritmaning komponenti bo'lib qoladi. Eruvchi modda erituvchi ichida mayda zarralar, molekulalar va ionlar hoida tarqalgan bo'ladi. Eritmalarda ham xuddi gazlarnikiga o'xshash diffuziya jarayoni sodir bo'ladi. Erish vaqtida diffuziya jarayoni katta ahamiyatga ega. Masalan, yuqori haroratda eritib turgan pech vannasiga qattiq holdagi xomashyo va birikma yuklanganda, uning sirtidan molekula ajralib chiqadi hamda diffuziya tufayli erituvchiga barobar tarqaladi. Erish vaqtida bu jarayonga qarshi kristallanish jarayoni ham sodir bo'ladi. Bu yerda qarama-qarshi ikki jarayon kechadi. Chunki erishga ta'sir qiluvchi har xil omillarga (havo, harorat, bosim, gaz harakati va hokazo) bog'liq va ikkala (erish va kristallanish) jarayonning tezligi bir-biriga teng bo'lib qoladi, ya'ni bir daqiqada nechta zarra eritmaga o'tsa, xuddi shuncha zarracha qaytadan kristalga aylanadi. Bu vaqtda erigan modda bilan erimay qolgan modda orasida muvozanat qaror topadi va eritma to'yinadi.

Turli atomlarning erigan paytda birga qo'shib ketishi, so'ng sovushi natijasida umumiy boshqa kristall panjara hosil bo'lib,

yangi modda yuzaga kelishi natijasida hosil bo'lgan birikma kimyoviy birikma deb ataladi. Kimyoviy birikma rivojlanib, moddaga aylanayotgan bir paytda uning tuzilishi, xossasi, kristall panjara joylashishi, elementlarning bog'lanish xususiyati birikmani tashkil etgan metallar tuzilishi, elementlarning bog'lanish xususiyatidan tubdan farq qiladi. Demak, kimyoviy birikma xususiyati undagi metallar xususiyatidan farq qilar ekan, uning qattiqligi, eruvchanligi va boshqa xossalari ham o'zgarib ketadi. Masalan, misning metall holidagi qattiqligi (35 NV) bronza qotishmasidan umuman farq qiladi. Shuningdek, qotishmaning erish harorati ham uning tarkibidagi metallarga qaraganda turlichadir.

Akademik N. S. Kurnakov metallar qotishmalari haqida ancha ilmiy ishlar olib borib, fan taraqqiyotiga sezilarli hissa qo'shdi, ayniqsa, qotishmaning qotishida bo'ladigan jarayonlarni aniqladi va qotishmalarni tekshirib, tarkiblari keng chegarada o'zgarib turadigan kimyoviy birikmalar borligini topdi. Suyuq holatdagi metallarning bir jinsli aralashmasi yoki bu aralashmaning qotishidan hosil bo'lgan mahsulotni qotishma deb atasak, uning qotish jarayoni qanday kechadi? Biror suyuqlik qizdirilib, so'ngra sovutilsa, harorati bir tekis pasaya boradi.

Bu pasayuvchi chiziq rasmda ko'rsatilganidek, vaqt o'tishi bilan bir xilda va bir maromda harorat soviydi. Agar suyuqlik sovush vaqtida kristallana boshlasa, kristallanish issiqlik chiqishi sababli sistema sovushdan birmuncha to'xtaydi. Suyuqlikning hammasi qattiq holatga o'tib bo'lguncha harorat o'zgarmay turadi. Barcha suyuqlik qotib, deyarli qattiq holatga o'tgandan keyin sistema sovushda davom etadi.



5.1-rasm. Haroratni vaqtga bog'liqlik grafigi.

Davriy jadvaldagi ma'lum bo'lgan kimyoviy elementlardan 92 tasi metallar va faqat 22 tasi metalmaslardir. Oltin, kumush va mis kabi metallar odamlarga qadimdan ma'lum bo'lgan. Qadimgi va o'rta asrlarda faqat 7 ta metall (oltin, kumush, mis, qalay, qo'rg'oshin, temir va simob) ma'lum bo'lgan deb hisoblanadilar. M. V. Lomonosov metallni yaltiroq jism, ularni bolg'alash mumkin deb ta'riflagan va metallarga oltin, kumush, mis, qalay, temir va qo'rg'oshinlarni kiritgan.

A. Lavuaz'ye «Kimyoning boshlang'ich kursi» (1789 y.) kitobida 17 ta metallni keltirgan. XIV asr boshlarida esa platina metallari, keyin ishqoriy, ishqoriy-yer va qator boshqa metallar kashf qilingan.

Davriy qonunning tantanasi (triumfi) uning asosida D. I. Mendeleev tomonidan bashorat qilingan galliy, skandiy va germaniy kabi metallarning ochilishi bo'ldi. XX asr o'rtalarida yadro reaksiyalari yordamida tabiatda uchramaydigan radioaktiv transuran elementlar olindi.

Hozirgi zamon metallurgiyasi 60 dan ortiq metallarni va ular asosida 5000 dan ko'proq qotishmalar olinadi. Metallarning strukturalari asosida musbat ionlarning zich harakatchan elektronlar gaziga botirilgan kristallik panjara yotadi. Bu elektronlar musbat ionlar orasida elektr itarilish kuchlarini kompensatsiya laydi va shu bilan birga ularni qattiq jismga bog'laydi.

Kimyoviy bog'lanishning bunday turi metallik bog'lanish deyiladi. U metallarning eng muhim fizikaviy xossalari: plastik, elektr o'tkazuvchanlik, issiqlik o'tkazuvchanlik, metallik yaltiroqliklariga sabab bo'ladi.

Plastiklik metallarni zarb (urish) ta'siridan yupqa listlarga bolg'alanishi va sim holda cho'zilish qobiliyati ya'ni shaklini o'zgartiradilar. Bunda kristallik panjarada atomlar va ionlarning siljishi sodir bo'ladi, biroq ular orasidagi bog' uzilmaydi, Chunki bog'ni hosil qiluvchi elektronlar ham muvofiq ravishda siljiydi. Metallarning plastikligi Au, Ag, Cu, Sn, Pb, Zn, Fe qatori bo'yicha kama yadi.

Texnikada eng ko'p ishlatiladigan metallar qatoriga temir va temir asosida olinadigan cho'yan hamda po'lat kiradi va qora metallurgiya sanoatining asosini tashkil qiladi. Texnikada metallar turli maqsadlarda ishlatiladi. Metallar sof holda kam ishlatiladi.

Asosan ular qotishmalar holida ishlatiladi. Xarakterli metall xossasiga ega bo'lgan, 2 yoki undan ortiq metallardan iborat bir jinsli makroskopik sistemalar qotishmalar deyiladi. Qotishmalar ko'pincha ularni hosil qilgan metallar xossasidan farq qiladi. Masalan, aluminiy, magniy, temir kabi metallar nisbatan yumshoq bo'lib, ulardan hosil qilinadigan qotishmalar nihoyatda qattiq bo'ladi. Qotishmalar suyuqlantirilgan metallarni bir-birida eritib olinadi. Hozirgi paytda siyrak yer metallari asosida olinayotgan qotishmalar muhim rol o'ynaydi.

Masalan, siyrak yer elementlari va ularning birikmalari massasi kichik doimiy magnitlarni yaratishda katta magnit energiyadan foydalaniladi.

Bu maqsad uchun eng samarali kobal'tni engil siyrak yer metallari bilan hosil qilingan intermetallik birikmalari  $\text{CmCos}$ ,  $\text{NeCos}$ ,  $\text{PrCos}$  lar bo'ldi. Bunday materiallardan magnit energiyalari maksimum (32 mln. Gse gacha) bo'lgan doimiy magnit materiallari tayyorlash imkonini beradi, bu temir guruhsi metallari asosida olinadigan magnitlarga nisbatan bir necha marta kattadir.  $\text{SmCos}$  tipidagi birikmalar eng yuqori o'rinda turadi va undan elektrotexnikada, radio, texnikada va avtomatikada ishlatiladigan eng kuchli miniatyur, kompakt magnitlar olinmoqda. Metall qotishmalari va yarim o'tkazgichlarning nisbatan yangi qotishmalari hamda ularning birikmalari ayniqsa katta amaliy ahamiyatga ega. Ko'pincha qotishmalar ularning tarkibiga kiruvchi toza metallarga nisbatan ko'proq foydali xususiyatlarga ega ekanligini odamlar uzoq o'tmishdayoq bilishgan. Masalan, bronza uni hosil qiluvchi mis va qalaydan ancha mustahkamdir. Po'lat va cho'yan texnik toza temirga nisbatan ancha mustahkamdir. Qotishmalarning xossalari faqat ularning tarkibiga emas, balki ularga issiq va mexanik ishlov berishga, ya'ni toblash va bolg'alashga ham bog'liq.

XIX asr oxirigacha amaliyotda foydali bo'lgan yangi qotishmalarni tajriba usuli bilan qidirganlar. Faqat XIX asr oxiri XX asr boshidagina fizikaviy kimyo sohasidagi fundamental kashfiyotlar natijasida metallar xossalari bilan ulardan hosil bo'lgan qotishmalarning xossalari o'rtasidagi qonuniy bog'liqlik hamda ularga issiqlik, mexanik va boshqalarning ta'siri haqidagi ta'limot paydo bo'ldi. Qotishmalarning tarkib xossalarini o'rganish uchun ko'p holat diagrammalari, turli sistemalar, ko'p komponentli

sistemalar uchun «tarkib-xossa» diagrammalari paydo bo'ldi. Qotishmalar va ularning xossalarini o'rganish uchun olimlar juda ko'plab ilmiy tadqiqotlar olib bordilar. Bu tadqiqotlar asosida qotishmalar tarkibining, atomlararo bog'lanish tiplari va kristall strukturasi turli-tumanligi ularning fizik, kimyoviy elektrik, magnit, optik, mexanik va boshqa xossalari orasidagi bog'liqliklar o'rganildi. Qotishmalar olishni yangi zamonaviy usullari ishlab chiqildi. Metallar (qotishmalar) bilan tashqi muhit orasidagi o'zaro ta'sir tufayli metallning (qotishmaning) funksional xossasini yomonlashuviga olib keladigan fizikaviy-kimyoviy yoki kimyoviy jarayonlarga metallar korroziyasi deyiladi.

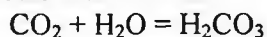
Korroziya so'zi lotincha «corroda»- yemiraman (qadim lotincha «corrosi»- yemirilish) degan so'zni anglatadi.

Korroziya - qattiq jismlarning o'z-o'zidan yemirilishi metall sirtida uning tashqi muhit bilan o'zaro ta'siri, kimyoviy reaksiyasidir. Ko'p hollarda bu metallning, havo kislorodi yoki metall kontaktda bo'lgan eritmadagi kislota bilan oksidlanishidir.

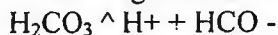
Bu holga metallarning kuchlanish qatorida vodoroddan chaproqda turgan metallar jumladan temir ham duchor bo'ladi.

Metallar korroziyasi xalq xo'jaligiga katta zarar etkazadi. Eng ko'p tarqalgan ko'rinishi temirning zanglashidir. Ishlab chiqariladigan qora metallar umumiy miqdorining qariyb 10% har yili korroziya natijasida yemiriladi. Texnikada korroziya tezligi  $1\text{m}^2$  metall yuzasida 1 soatda yemirilgan metallning gramm miqdori bilan o'lchanadi. Agar bu qiymat 0,  $1\text{g}/\text{m}^2$  dan ortiq bo'lmasa, korroziyaga chidamligi kam bo'ladi. Agar  $1\text{m}^2$  yuzadan bir soat ichida 10 g dan ortiq metall yo'qolsa, korroziyaga chidamsiz hisoblanadi.

Havoda  $\text{O}_2$ , suv bug'lari (suv tomchilari),  $\text{CO}_2$  va boshqa gazlar uchraydi. Suv tomchisida  $\text{CO}_2$  eriydi va kuchsiz karbonat kislotasi hosil bo'ladi.



Hosil bo'lgan kislota dissotsiyanadi:

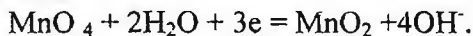


loaqa namlikda  $\text{H}^+$  va  $\text{HCO}^-$  ionlarining izlari bo'ladi va havodagi  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{HCO}^-$  lar metallarning korroziyalanishiga qulay sharoit tug'diradi, temir buyum go'yoki shu ionlar va  $\text{O}_2$  ga botirib qo'yilgandek bo'ladi:





Neytral muhitda marganes uchun eng barqaror oksidlanish darajasi +4, bunda marganes yuqori oksidlanish darajasidan  $MnO_2$  ga o'tadi:



### Ishlatilishi.

Marganes qora metallurgiya uchun eng zarur elementlar qatoriga kiradi. Uning temir bilan qotishmasi - ferromarganes suyuq cho'yandan metall uchun zararli bo'lgan oltingugurt va kislorod kabi qo'shimchalarni chiqarib yuborish uchun ishlatiladi. Marganes po'latni o'ta qattiq qilish uchun uning tarkibiga legirovchi qo'shimcha sifatida qo'shiladi. Marganesga boy bo'lgan po'lat ey- ilishga chidamliligi jihatidan ajralib turadi. Undan maydalash mashinalarining ishchi detallari, temir yo'l rel'slari tayyorlanadi.

### Marganes qotishmalari:

Ferromarganes (80 % Mn + 20 % Fe);

Yaltiroq cho'yan (Fe 6 % dan 20 % gacha, Mn 4 - 6 %, C va Si 1 % gacha);

Marganesli po'lat (1 - 2 % gacha Mn), marganesli qattiq po'latlar (10 -15 % gacha Mn).

Gevslerli qotishmalar - ferromagnitli qotishmalar ferromagnitsiz metallardan iborat (masalan, 59 % Cu + 26, 5 % Mn + 14, 4 % Al).

Manganin (82 - 84 % Cu + 12 - 15 % Mn + 2 - 4 % Ni).

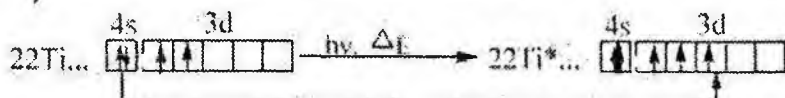
Marganes - yuqori tartibli o'simliklar va hayvonlar uchun foydali mikroelement. Tuproqda marganes etishmaganda o'simliklarning hosildorligi kamayadi. Marganes qon tarkibiga kiradigan ko'pgina fermentlarni aktivlashtiradi.

Insonlarning amaliy faoliyatida marganesning ayrim birikmalari keng qo'llaniladi. Masalan, kaliy permanganat "margantsovka" muhim antiseptik va oksidlovchi hisoblanadi.

Titan (lot. Titanium). Ti, Mendeleev davriy sistemasining IV<sup>B</sup> guruhsiga mansub kimyoviy element. Tartib raqami (yadro zaryadi) 22. Nisbiy atom massasi  $Ar(Ti) = 47, 90$ . Nomi Yunon ma'budlari (Titanlar) nomidan olingan bo'lib, Uran va Geya xudolarning bolalaridir. Titanni birinchi marta 1825 yilda Bertselius (Shvetsiya) kaliy titanatni natriy bilan qaytarib olgan. Faqat 1925 yildagina golland olimi A. Van Arkel va I. de Bur juda toza titanni olishga erishdilar. Bungacha olimlar titan oksidini toza metalgacha qaytarishga erisha olmaganlar.

Atom tuzilishi: 22 Ti -  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$ . Valent elektronlari . . .  $4s^2 3d^2$ . Titan skandiydan keyingi ikkinchi d - element.

Valent elektronlarini yacheykalarda tarqalishi:



Titan kimyosi, tsirkoniy va gafniy kimyosidan farq qiladi. Titan kayno- simmetrik element bo'lganligi uchun 3d elektronlari yadro bilan kuchliroq bog'langan. Shu sababli uchinchi va to'rtinchi ionlanish potentsiallari titanda, analoglariga nisbatan yuqoriroq. Bu hol titanni quyi (+3) oksidlanish darajalarini namoyon qilishga bosh sababdir. Ammo titan uchun +4 oksidlanish darajasi ham xarakterlidir.

### Tabiatda tarqalishi.

Titan tabiatda ancha ko'p tarqalgan metallardan biridir, uning miqdori er qobig'i umumiy massasini ~ 0,6 % ini tashkil qiladi. Titan elementlar orasida er qobig'ida tarqalish bo'yicha 9 - o'rinda turadi. Tabiatda tarkibida titan bo'lgan 70 dan ortiq ma'danlar (minerallar) bor. Tuproqda 0,5 % gacha titan kimyoviy bog'langan holda uchraydi.

### Minerallari.

Titanning eng muhim tabiiy minerali  $TiO_2$  bo'lib, uch xil polimorf modifikatsiyada uchraydi:

$TiO_2$  - rutil, anataz va brukit.

$FeTiO_3$  - il'menit yoki  $FeTiO_3 \cdot nFe_3O_4$  - titanomagnetit.

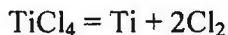
$CaTiO_3$  - perovskit.

### Olinishi.

Ma'danlardan titan ajratib olish, il'menitdan temir ajratilgandan keyin  $TiO_2$  ni koks ishtirokida xlorlashga asoslangan. Hosil bo'lgan titan (IV) xlorid distilyatsiyalanib tozalanadi va argon atmosferasida suyuq magniy bilan qaytariladi:  $TiO_2 + 2C + 2Cl_2 = TiCl_4 + 2CO$

$TiCl_4 + 2Mg = Ti + 2MgCl_2$ .

Bu usulga Krol jarayoni deyiladi; sanoatda 1948 yildan buyon qo'llanilmoqda. Keyingi vaqtlarda titanni yodidli rafinirlash usuli keng rivojlanmoqda. Bu usul  $1800^\circ S$  gacha cho'g'langan vol'fram simida metallarni uchuvchan tetrayodidlarini termik dissotsilyanishiga asoslangan:



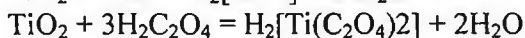
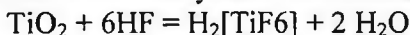
Bunda yuqori tozalikdagi metall sim holida titan kristallanadi. Olingan metall sim sovuq holatda bolg'alanadigan, yuqori plastiklik kabi yaxshi mexanik xossalarga ega bo'ladi. Titanni hozirgi zamon texnikasida ishlatilishini o'sib borishi ham titanni yodidli olinish usuli imkoniga asoslangan.

### Fizikaviy va kimyoviy xossalari

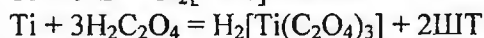
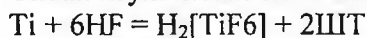
Toza titan kumushdek oq metall, bolg'alanuvchan, plastik, engiluvchan, engil va mustahkamdir. U temirdan ikki marta engil ( $p=4, 5 \text{ g/sm}^3$ ) ammo mustahkamligi jihatidan ko'pgina po'latlardan yuqori turadi. Aluminiy bilan solishtirganda, titanni mustahkamligi aluminiydan 6 marta kattadir, qattiqligi esa 12 marta yuqori, shu bilan birga aluminiydan ancha yuqori temperaturada ishlatilishi mumkin.

Kimyoviy xossalari bo'yicha titanning metallik xarakteri yuqori. Kimyoviy barqaror ( $\text{TiO}_2$  oksididan iborat himoya pardasi hosil bo'lgani uchun). Metallarning kuchlanish qatorida vodoroddan chapda joylashgan. Biroq suvga, mineral kislotalar ta'siriga ( $\text{HF}$  va issiq  $\text{H}_3\text{PO}_4$  boshqalari) chidamli. Bu qobiliyat titan sirtida himoyalovchi oksid pardasi borligi bilan tushuntiriladi va bu jihatdan titan aluminiyni eslatadi. Qizig'i shundaki, titan kuchsiz (ammo kontsentrlangan) organik kislotalar (sirka, oksalat) bilan ta'sirlashadi, ammo eng agresiv bo'lgan kontsentrlangan sul'fat va nitrat kislotalari titanga ta'sir etmaydi (passivlashadi). Aksincha kontsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  va  $\text{HNO}_3$  titan sirtidagi himoyalovchi oksid pardasini zichlashtiradi va uni kislota ta'siridan saqlaydi.

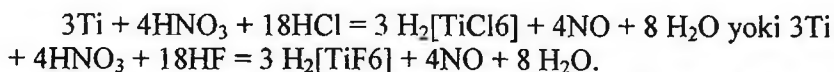
$\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  kabi kuchsiz kislotalari barqaror akvakomplekslar hosil qilib, oksid pardani eritib, keyin metallning o'zi ham ular bilan yaxshi ta'sirlashadi:



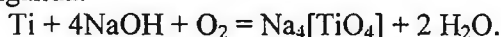
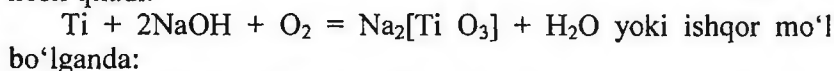
Undan keyin metall bilan ham ta'sirlashadi:



Kislotalar aralashmasida ( $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3 + \text{HF}$ ) biri oksidlovchi ( $\text{HNO}_3$ ) ikkinchisi esa ( $\text{HCl}$  yoki  $\text{HF}$ ) ligand manbai bo'ladi, erish jarayonini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



Kompakt holidagi titan ishqor eritmaları ta'siriga barqaror,  $\text{TiO}_2$  ning kuchsiz kisloata xossasiga egaligi bilan tushuntiriladi. Shu sababli titan uchun gidroksokomplekslar xarakterli emas. Biroq ishqorlarning suyuqlanmalarida metallar havoda (kislorod ishtirokida) kuchli korroziyalanadi va titanat (oksokompleks) lar hosil qiladi:

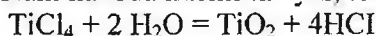


Titan qizdirilganda kislorod, galogenlar va boshqa metalmaslar bilan ham birikadi.

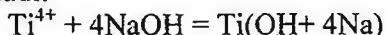
#### Titanning birikmalari.

Titan uchun +3 va +4 birikmalari xarakterli. Ammo +2 oksidlanish darajasidagi birikmalari ham mavjud. Ko'pchilik Ti (III) birikmalari gunafsha rangli, ular kuchli qaytaruvchilar va havoda tez oksidlanib rangsiz titan Ti (IV), birikmalariga o'tadi.  $\text{TiO}_2$  oq kukun, suv bilan ta'sirlashmaydi, uning asosida yuqori sifatli bo'yoq (titanli belila), hamda nursiz, xira (sutdek) shisha olishda, Shuningdek  $\text{BaTiO}_3$  - eng yaxshi segnetoelektriklardan biridir.

$\text{TiCl}_4$  - uy temperaturasida suyuqlik,  $t_c = -23^\circ\text{C}$ ,  $t_q = 136,5^\circ\text{C}$ . Nam havoda kuchli tutaydi, to'liq gidroliz sodir bo'ladi:

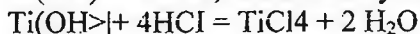


Ti (+4) ga muvofiq keladigan  $\text{Ti}(\text{OH})_4$  bilvosita usulda olinadi:



$\text{Ti}(\text{OH})_4$  amfoter, uning asoslik hamda ayniqsa kislotalik  $\text{H}_2\text{TiO}_3$  - xossalari juda kuchsiz ifodalangan. Cho'kma ko'pincha  $\text{TiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ga to'g'ri keladi, kolloid eritmalar hosil qilishga moyilligi bilan  $\text{SiO}_2$  ga o'xshaydi.

$\text{Ti}(\text{OH})_4$  - amorf, kislotalarda yaxshi eriydi:



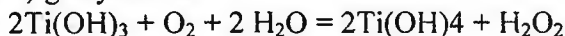
$\text{Ti}(\text{OH})_4$  - uzoq saqlanganda qariydi va mayda kristall shakldagi B - formaga aylanadi.

B -  $\text{Ti}(\text{OH})_4$  - kislotalar ta'siriga (HF va issiq konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan boshqalari) chidamli.

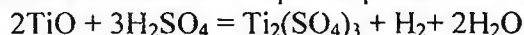
$\text{Ti}(\text{OH})_4$  juda kuchsiz kisloata xossaga ega bo'lganligi uchun konsentrlangan ishqor eritmaları bilan birikmaydi. U faqat ishqorlar bilan suyuqlantirilgandagina titanatga aylanadi:



Titan uchun  $\text{Ti}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ti}(\text{OH})_3$  va ularning tuzlari ma'lum.  $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  - ak- va komplekslari binafsha rangli, kuchli qaytaruvchilar bo'lib, eritmalarda havo kislorodi bilan oksidlanib  $\text{Ti}(+4)$  ga aylanadi:



$\text{Ti}(+2)$  oksidlanish darajasidagi birikmalari yanada beqaror, shu sababli  $\text{TiO}$  metallarga o'xshab suyultirilgan kislotalarning eritmasidan vodorodni siqib chiqaradi:



Titan uchun hamma galogenidlari ( $\text{TiG}_4$ ) ma'lum. Ular qizdirilganda to'g'ridan to'g'ri yoki dioksidlarini uglerod va galogenlar bilan qizdirib olinadi:  $\text{Ti} + 2\text{Br}_2 = \text{TiBr}_4$  yoki  $\text{TiO}_2 + 2\text{C} + 2\text{G}_2 = \text{TiG}_4 + 2\text{CO}$

Galogenidlarining hammasi molekulyar kristall panjaraga ega. Ftoridlari ( $\text{TiF}_6$ ) oktaedr zanjirlardan tuzilgan polimer strukturalar hosil qiladi. Galogenidlari suvda gidrolizlanadi.

$\text{TiG}_2$  (ftoridli, xloridli, bromidli va yodidli) II valentli galogenidlari beqaror, kuchli qaytaruvchilar, ular disproportsionlash reaksiyalariga kirishadi:  $2\text{TiCl}_2 \rightarrow \text{TiCl}_4 + \text{Ti}$ .

Demak, titanning +2 va +3 oksidlanish darajasidagi hamma birikmalari birmuncha beqaror, kuchli qaytaruvchi xossasiga ega.

Ishlatilishi. Titan va uning qotishmalari aviatsiya, raketa va kemasozlikda, kimyo sanoatida muhim konstruktiv materiallardir (reaktorlar, truboprovodlar, nasoslar). Titan asosida tayyorlangan materiallar ham issiqqa, ham agressiv muhitga juda chidamli bo'lganligi uchun titan asosidagi qotishmalar kemasozlikda (kemalarning korpuslarini tayyorlashda), kimyo mashinasozligida keng ishlatiladi.

Titan - meditsina metalidir, undan tibbiyotda ishlatiladigan turli detallar tayyorlanadi.

### Qotishmalarning xossalari

Ikki va undan ortiq elementlarni birga suyultirish yo'li bilan olingan murakkab jism qotishma deb aytiladi. Bunga misol sifatida cho'yan, po'lat, bronza, latun, duraluminiy va boshqalarni keltirish mumkin.

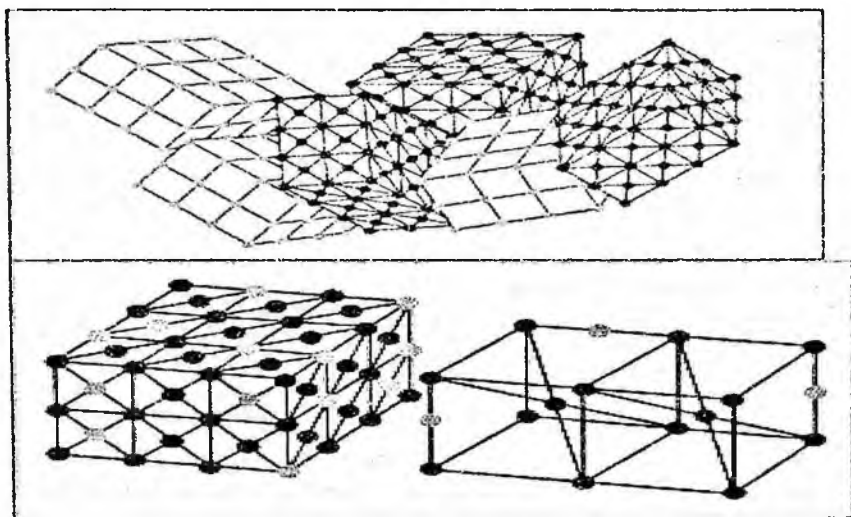
Ba'zan, qotishmani uning tarkibiga kiruvchi elementlarning kukunlarini aralashtirib, unga shakl berib, hosil qilingan buyumni

maxsus pechlarda 1100—1400°S da pishirish yoʻli bilan ham olish mumkin. Misol uchun qattiq qotishmalar, metallkeramik detallar shu yoʻsinda olinadi. Qotishmalar tarkibiga kiruvchi elementlar atomlarining diametrlariga, kristall panjara turiga va ularning suyuqlanish haroratiga koʻra: mexanik aralashma, kimyoviy birikma va qattiq eritmaga boʻlinadi. Agar qotishma tarkibiga kiruvchi elementlarning atomlari kristallanish jarayonida bir-biriga tortilmay, bir-biridan qochsa, qotishma tarkibiga kiruvchi har bir element atomlari qattiq holatda mustaqil kristallar hosil qiladi. Bunda hosil boʻlgan kristall donlari mexanik aralashmadan iborat boʻladi. Agar qotishma tarkibiga kiruvchi elementlarning atomlari kristallanish jarayonida oʻzaro kimyoviy taʼsir etsa, bunday elementlar qotishi natijasida kimyoviy birikma hosil qiladi. Kimyoviy birikmaning kristall panjarasi murakkab boʻlib, ular koʻpincha metall va metallmas elementlarning birikishidan hosil boʻladi. Qotishma tarkibidagi elementlardan biri ikkinchisida erisa, sof metall kabi kristall panjarali tuzilish hosil qiladi. Misol uchun, temir Cu, Ni, Zn, Al va boshqa elementlar bilan qattiq eritma hosil qiladi. Qattiq eritmalar hosil qilishda qotishma tarkibidagi qaysi elementning kristall panjarasi saqlanib qolsa, shu element erituvchi element deb, kristall panjarasi saqlanmagan element esa eruvchi element deb aytiladi va A, B, A — erituvchi, B — eruvchi deb nomlanadi. Qotishmalar tarkibiga kirgan elementlarning oʻzaro munosabatlariga koʻra, elementlarning eruvchanligi turlicha boʻladi.

Misda nikel, nikelda mis xohlagancha eriydi. Hamma metallar ham bir-birida yaxshi eriyvermaydi. Baʼzi elementlar yaxshi, oʻrta, yomon va baʼzilari, umuman, erimasligi mumkin. Rentgen nurlari yordamida tekshirilganda shu narsa aniqlandiki, eruvchi element atomlari bilan erituvchi element atomlari oʻrin almashuvi natijasida qattiq eritma hosil boʻladi. Atomlarning bunday oʻrin almashuvi uchun A va B elementlarning kristall panjaralari bir xil boʻlishi va atomlar radiuslari bir-biriga yaqin boʻlishi kerak. Odatda, qotishmani hosil qiluvchi asosiy komponentlardan tashqari, qotishma tarkibida oz miqdorda boshqa elementlar ham mavjud boʻladi va ular qoʻshimchalar deb yuritiladi. Bu qoʻshimchalar qotishmaga rudani eritib olayotganda yoki qotishma eritilayotganda tushadi. Ular qotishmaning xossalriga aytarli taʼsir etmaydi.

## Qotishmalarning kristallanish darajasi

Metallarning kristallanish grafigi. Har qanday metall va qotishmalarning ichki tuzilishi, xossalari, uni qizdirganda va sovitganda ro'y beradigan hodisalar aralashmaning bir-biri bilan qanday miqdorda aralashishiga bog'liq. Odatda, metall (qotishma) sovitilgan vaqtda kristallanadi, ya'ni suyuq holatdan qattiq holatga o'tadi. Bunday kristallanish birlamchi kristallanish deb ataladi.



5. 2-rasm. Kristallanish darajasi.

### 5.2. Qotishmalarning holat diagrammasi va ularning tuzilishi

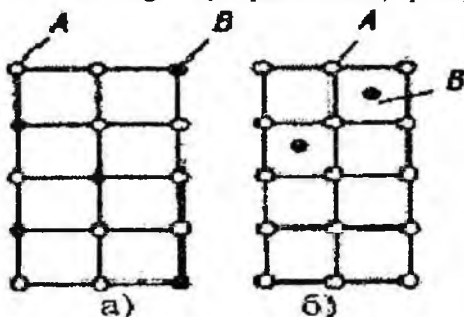
Qotishma holat diagrammasi bu qotishma tarkibi – harorat koordinata tizimidagi grafikdir. Diagrammada komponentlarning o'zaro ta'siri natijasida termodinamik turg'un sharoitda har xil haroratlardagi mahsulotlari ko'rsatilgan bo'ladi. Bu mahsulotlar harorat va tarkibga qarab (bog'liq holda) ma'lum agregat holatdagi jismlardir. Bular o'ziga xos qurilish xarakteriga to'la aniq xossaga ega. Bunday bir xil agregat holatda turgan bir jinsli ("gomogen") jism qismi faza deyiladi. Muvozanatda turgan fazalar majmui sistema (tizim) deb ataladi. Tizimni tashkil etuvchi moddalar komponentlar deyiladi.

**Suyuq faza komponentlarning suyultirilgan eritmasi.**

Qattiq faza zarrachali (donador) bo'ladi. Zarrachalar ma'lum formaga, o'lchamga, tarkibga, maxsus qurilish va xossaga ega

bo'ladi. Qattiq fazani mikroskopda ko'rish mumkin. Bular qattiq eritma, kimyoviy birikma va mexanik aralashma bo'lishi mumkin.

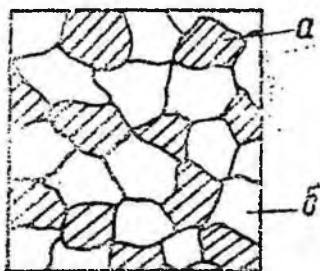
Metall qotishmalari suyuq holatda bir jinsli – komponentlar bir-birida erigan holatda bo'ladi. Kristallanganda ham bir jinslilik saqlanadi. Komponentlar atomlari umumiy kristall panjaraning tarkibiga kiradi. Bu degani komponentlar bir-birida eriydi: bittasi erituvchi, ikkinchisi eruvchi. Bunday qotishmaning kristallanishida hosil bo'lgan qattiq faza **qattiq eritma** deb ataladi. U ikki xil bo'ladi: **o'rin olish** va **singish (suqilib kirish)** qattiq eritmaları.



5.3-rasm Qattiq eritmalar sxemasi, a-o'rin olish, b-suqilib kirish

Birlamchi kristallanish jarayonida qotishma komponentlari bir-birlari bilan reaksiyaga kirishib, kimyoviy birikma hosil qilishi mumkin.

Qotishma komponentlari bir-birida erimaydigan, kimyoviy birikma hosil qilmaydigan qotishma **mexanik aralashma** deyiladi. A va V komponentlar bir-birida erimaydi, kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi, alohida-alohida kristallik panjaraga ega. Shu tizim batamom parchalangandan so'ng mexanik aralashma hosil bo'ladi (5.3-rasm).



5. 4-rasm. Mexanik aralashmaning mikroskopik tuzilishi. (sxemasi)  
a - A komponent kristallari, b - V komponent kristallari



Demak, mexanik aralashma A komponent kristallari bilan V komponent kristallaridan iborat qotishmadir.

Holat diagrammasi chiziqlar bilan oblastlarga bo'lingan. Ba'zi oblastlar faqat bitta fazadan iborat, ba'zilari ikki fazadan, har xil qurilishli, tarkibli, xossalari.

Turg'un fazalar mavjudligining umumiy qonuniyatini turg'unlik shartiga javob beradigan holda matematik formada fazalar qoidasi (Gibbe qoidasi) bilan ifodalanadi. Holat diagrammasi doimiy (atmosfera) bosimida qurilgani uchun fazalar qoidasi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$S=K+1- \emptyset$$

Bu yerda K- tizimdagi komponentlar soni,  $\emptyset$ -fazalar soni, S – erkinlik darajalar soni.

Erkinlik darajalar soni – bu bir-biriga bog'liq bo'lmagan ichki (faza tarkibi) va tashqi (harorat, bosim) faktorlar. Muvozanatda turgan bu faktorlarni fazalarining sonini o'zgartirmasdan, o'zgartirish mumkin. Endi tipovoy holat diagrammalarini ko'rib chiqamiz.

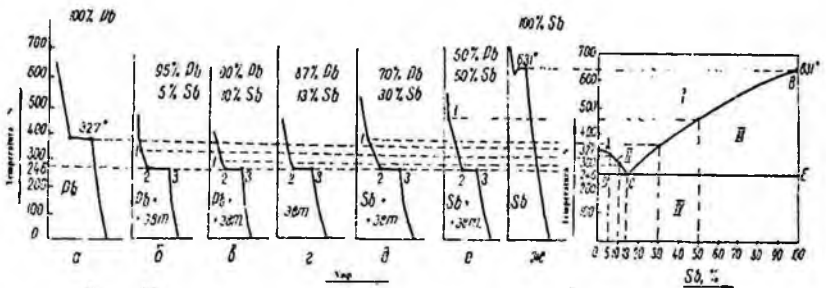
### Holat diagrammalarini tuzish prinsipi-usullari

Tizim holatining harorat va konsentratsiyasiga qarab o'zgarishini ko'rsatuvchi diagramma **holat diagrammasi** deb ataladi.

Holat diagrammalari qotishmalarning barqaror – turg'un holatini ifodalaydi. Shuning uchun uni **muvozanat diagrammasi** desa ham bo'ladi. Tizim bir tashkil etuvchidan iborat - bir komponentli bo'lsa, uning holat diagrammasi bir to'g'ri chiziq – harorat o'qi bilan ifodalanadi. O'qdagi nuqtalar tizimni muvozanat haroratini ko'rsatadi. Ikki komponentli tizimda abstraktsiyalar o'qining har bir nuqtasi har qaysi komponentning ma'lum bir miqdoriga to'g'ri keladi.

5. 5-rasm da qo'rg'oshin – surma tizimining holat diagrammasini tuzish prinsipi ko'rsatilgan.

5. 5-rasm. a. da toza qo'rg'oshinni sovish egri chizig'i tasvirlangan; qo'rg'oshin 327 °C dan yuqori haroratda suyuq holatda bo'lib, shu yerni pastiga qattiq holda bo'ladi. 5. 5j- rasmda esa toza surmani sovish egri chizig'i ko'rsatilgan: u 631 °C da eriydi va bundan past haroratda qotadi.



5. 5-rasm . Qo'rg'oshin – surma qotishmalarining sovish egri chiziqlari (chapda) va holat diagrammasi (o'ngda)

Endi qo'rg'oshinga asta surmani qo'sha boramiz va aralashmaning – qotishmaning sovish egri chizig'ini chizamiz. 5. 5 b, v, g, d, e -Raslarda qotishmaning sovish egri chizig'i ko'rsatilgan. Bularni kritik nuqtalarini 5. 5- rasmni o'ng tomoniga ko'chiramiz: nuqtalarni birlashtirib kritik chiziqlarni hosil qilamiz. Natijada Rb-Sb qotishmasi holat diagrammasi hosil bo'ladi.

Diagrammadagi ACB chizig'i likvidus nuqtalarining geometrik o'rni bo'lib, **likvidus chizig'i** deyiladi. Bu chiziqni yuqorasida qotishma suyuq holda bo'ladi. DSE chizig'i **solidus chizig'i** deb ataladi. Bu chiziqni tagida qotishma qattiq holatda bo'ladi.

Bir necha tur tip holat diagrammalari mavjud.

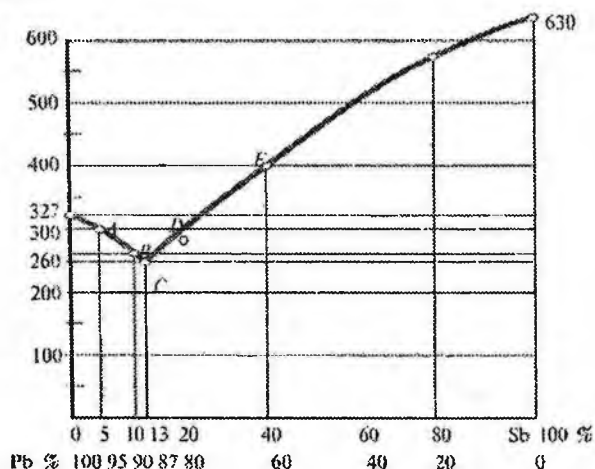
### 5.3. Komponentlari qattiq holatda mexanik aralashma beruvchi qotishmaning holat diagrammasini tuzish

Har qanday qotishmaning holat diagrammasini chizish uchun masshtabda gorizontaal bo'yicha qotishmaning % miqdori (chap tomoni toza qo'rg'oshin, o'ng tomoni toza surma) qo'yiladi. Vertikal bo'yicha kritik nuqtalarni hamda surma va qo'rg'oshinning erish nuqtasini (327°C, 630°C) masshtabda belgilab chiqamiz. Pastdagi kritik nuqtalarni birlashtirib, DE chizig'ini va yuqoridagi kritik nuqtalarni birlashtirib, AB va BC egri chiziqlarini olamiz. Ikkala egri chiziq B nuqtada, ya'ni DE to'g'ri chizig'ida kesishadi. Diagrammadan ko'rinib turibdiki, qotishmalarning qotish boshlanishi nuqtalari har xil bo'lib, qotish va kristallanish oxiri bir nuqtada ekan. Aralashmalarning ichida faqat 13 % surma va 87 % qo'rg'oshinli qotishma kristallanishining boshi va oxiri bir xil bo'lib, bir nuqtada (haroratda) qotar ekan.

Diagrammadan ko‘rinib turibdiki, ABC chizig‘idan yuqorida hamma qotishmalar suyuq holda bo‘ladi, bu chiziq likvidus chizig‘i deb aytiladi (lotin tilida —suyuq degan ma‘noni bildiradi). DBE chizig‘i solidus chizig‘i deb aytiladi (solidus — lotin tilida qattiq degan ma‘noni bildiradi).

### Temir-uglerod qotishmalarining diagrammasi

Fanda temir — uglerod (Fe-C) holat diagrammasi po‘lat va cho‘yan haqida fundamental bilimlar beradi. Uglerod temir bilan kimyoviy birikma (sementit) yoki erkin holda grafit shak- lida birikkan bo‘lishi mumkin. Temir va uglerod aralashmasini o‘rganishdan oldin temirni qizdirganda va sovitganda sodir bo‘ladigan o‘zgarishlar grafigini ko‘ramiz. Grafikda temirning sovish va erish egri chizig‘i berilgan. Ma‘lumki, temir 1539 °C da eriydi. Temirni qizdirganda bir necha allotropik shakl o‘zgarishi bo‘lib o‘tadi.



5. 6-rasm. Qotishmalarining holat diagrammasi.

### Temir-uglerod qotishmalari holat diagrammasi.

temir — uglerod qotishmalari;

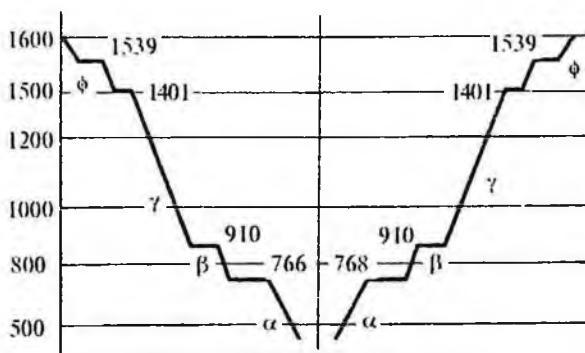
- cho‘yanlar, ularning turlari va marka(rusum)lanishi;
- po‘latlar va ularning xossalari;
- po‘latlar tasnifi va markalanishi;
- po‘latlarning mashinasozlikda qo‘llanilishi;
- po‘lat va cho‘yanning ichki tuzilishini mikroskop yordamida o‘rganish.

Temirni qizdirganda va sovitganda egri chiziqlar birmuncha vaqt o'zgar olmay turadi. Ular pog'onalar bilan ifodalanadi. Bu pog'onalar temir soviganda ham, qiziganda ham unda o'zgarishlar sodir bo'lishini ko'rsatadi. Temirni qizdirganda sodir bo'ladigan bu o'zgarishlar vaqtida metall berilgan issiqlikni o'ziga oladi, soviganda ro'y beradigan o'zgarishlar vaqtida metalldan issiqlik ajraladi.

Temir 768 °C dan past bo'lgan haroratda magnit xossasiga ega bo'lib, kristall panjarasi markazlashgan kub panjaradan iborat bo'ladi. Temirning bu shakli *α*-temir deb ataladi.

Harorat 768 °C dan oshganda temir magnitsizlanadi. O'zgargan temirning bu shakli *β*-temir deb yuritiladi. 900—910 °C da temirda kristall panjara o'zgarib, tomonlari markazlashgan kub shaklini oladi.

Temir va uglerod qotishmalarida 910 °C da sodir bo'ladigan o'zgarishlar, ayniqsa, katta ahamiyatga ega. Temirni rentgen nurlari bilan tekshirganda, kristall panjalarining o'zgarganligini ko'rish mumkin, bunda temirga berilgan issiqlik ana shu o'zgarishga sarf bo'lib, egri chiziq to'xtab, pog'ona hosil qiladi va *γ*-temirga aylanadi. Tomonlari markazlashgan panjara temirni 1400°C gacha qizdirgungacha o'zgar olmaydi, harorat 1401°C da temirda kristall panjara yana o'zgaradi va markazlashgan kub holiga o'tadi (*γ*-temir). Metall suyuq holga kelganda kristall panjara buziladi va atomlar tartibsiz harakatda bo'ladi.



5. 7-rasm Temirning sovisli va erish grafigi.

Suyuq temir sovitilgan vaqtda hamma o'zgarishlar teskari tartibda takrorlanadi.

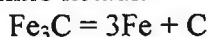
Temirning qattqlik holati ikki xil fazoviy kristall panjaraga ega bo'lgan uch xil ko'rinishda bo'ladi.

Uglerod atomlari temir panjarasida joylashganda uglerod temir bilan qattiq eritma hosil qiladi. Bu eritma *ferrit* deb, Fe qattiq eritmasi *austenit* deb aytiladi.

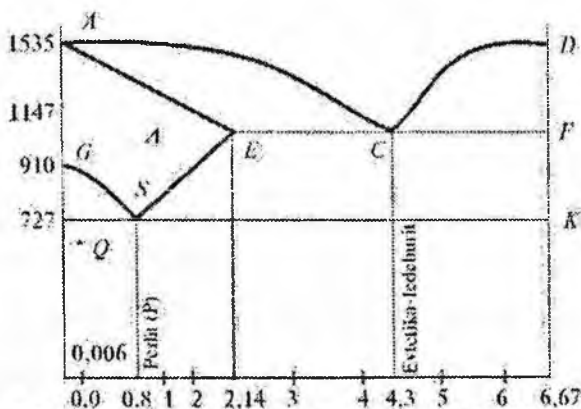
Uglerod temirda yaxshi erimaydi. Uglerodning temirda eruvchanligi haroratga bog'liq: 720 °C da uglerod maksimal 0,05 % gacha erishi mumkin, magnit xossasiga ega, elektr tokini yaxshi o'tkazadi, xona haroratida uglerod 0,006 % gacha erigan holda bo'ladi. Austenitda (γ-Fe) uglerod 2,14 % eriy oladi. 1130°C γ-temirning anchagina uglerodni eritish xususiyati bo'lib, termik va kimyoviy termik jarayonlarni bajarish imkoniyatini tug'diradi.

1868-yilda rus olimi D. K. Chernov tomonidan po'latdagi uglerodning miqdoriga qarab kritik nuqtalarning mavjudligi aniqlangan. Temirda uglerodning eng ko'p miqdori 6,67% bo'lib, bunda kimyoviy birikma hosil bo'ladi.

Bu birikma *sementit* (temir karbidi Fe<sub>3</sub>C) deb yuritiladi. Sementit turg'unmas kimyoviy birikma bo'lib, u katta haroratda bo'linib ketadi:



Shuning uchun o'rganilayotgan diagramma «Temir — sementit» yoki bo'lmasa „Temir — uglerod“ holat diagrammasi deb yuritiladi (10-rasm). Temir — uglerod holat diagrammasi yuqorida qurilgan uslubda olingan kritik nuqtalar va haroratlar asosida mashtablarda chiziladi. Fe — C holat diagrammasini tahlil qilamiz.



5.8-rasm Temir — uglerod qotishmalarining holat diagrammasi.

**ACD** chizig'i **likvidus** chizig'i bo'lib, uning yuqorisida joylashgan hamma qotishmalar suyuq holatda, **AECF** chizig'i esa **solidus** chizig'i bo'lib, undan pastda joylashgan hamma qotishmalar qattiq holatda bo'ladi.

Chiziqning tavsifi diagramma murakkab ekanini, ya'ni **1-** va **2-**tipdagi diagrammalar yig'indisidan tashkil topganligini ko'rsatadi. Bu yerda **A** nuqtadan **E** nuqttagacha **2-** tipdagi va **E** dan **F** gacha **1-** tipdagi diagrammalardir. Sovish jarayonida aralashmadagi uglerod miqdoridan qat'iynazar, **AS** chizig'i bo'ylab suyuq aralashmalardan qattiq eritmaning birinchi kristaliari paydo bo'la boshlaydi, bu **austenit** deb yuritiladi.

Demak, **ACE** hududida aralashma ikki fazadan iborat bo'lib, suyuq aralashma va austenitdan tashkil topgan.

**CD** chizig'i bo'yicha suyuq aralashmadan qattiq sementitning kristallari paydo bo'la boshlaydi. 6, 67 % C li sementitning bir qancha kristallari paydo bo'lib, **S** nuqtada suyuq aralashmadagi qolgan sementit kristallanadi va evtektik aralashma hosil qilib (4, 3 % S), 1147 °S da qotadi. Demak, **ECF** chizig'ida sementit to'la qotib bo'ladi. **CFD** hududi ikki fazali aralashmadan iborat bo'lib, suyuq qotishma va sementitdan iborat. **C** nuqtada (4, 3 % C) bir vaqtning o'zida austenit va sementit kristallanib, evtektika, ledeburit hosil qiladi. Ledeburit tarkibida 2, 14—6, 67 % C bo'lgan hamma qotishmalarda mavjud bo'ladi va bu qotishmalar **cho'yan** deb yuritiladi.

**E** nuqta temirning uglerod (2, 14 %) bilan to'yingan nuqtasi hisoblanadi. **E** nuqtadan chap tomonda yotgan hamma qotishmalar to'la qotgan vaqtda austenitning bir o'zidan iborat bo'lib, bunday qotishmalar **po'lat guruhini** hosil qiladi.

Qotgan qotishmadagi o'zgarishlarni ko'ramiz. **GSE**, **PSK** va **GPQ** chiziqlari ko'rsatib turibdiki, qotgan aralashmalarda ham tuzilish o'zgarishlari yuz beradi. Qattiq holatdagi o'zgarishlar temirning bir modifikatsiyasidan ikkinchi modifikatsiyasiga o'tishida uglerodning temirda eruvchanligining o'zgarishi hisobiga bo'ladi.

Diagrammada **AGSE** hududida austenit (**A**) bo'lib, qotishma sovishi davomida austenitdan **GS** chizig'i bo'ylab ferrit ajraladi. Ferrit uglerodning Fe dagi qattiq eritmasi, boshqacha qilib aytsak, y-Fe a-Fe ga o'tadi. Bundan tashqari, haroratning 1147 °C dan 727 °C gacha pasayishida uglerodning y-Fe da eruvchanligi 2, 14 % dan 0, 8 % gacha pasayadi.

Diagrammada **SE** chizig'i bo'yicha austenitdan ikkinchi sementit ajraladi. Bu sementit qattiq qotishmadan ajralib chiqadi.

**GSP** hududi ikki fazadan iborat, ya'ni ferrit va bo'linuvchi, o'zgaruvchi austenitdan iborat.

**S** nuqtada (0, 8 % C) 272 °C da hamma austenit bo'linib, o'zgarib, ferrit va ikkilamchi sementitdan iborat mayin mexanik aralashma hosil qiladi.

Ushbu evtektoid aralashma *serlit* deb ataladi. Tarkibida 0, 8 % dan kam uglerod bo'lgan po'latlar *evtektoidgacha bo'lgan po'latlar* va tarkibida 0, 8 %—2, 14 % C bo'lgan po'latlar *evtektoiddan keyingi po'latlar* deb ataladi.

**PSK** chizig'i bo'yicha barcha qotishmalarda hamma qoldiq austenitdan perlit hosil bo'ladi. Shuning uchun **PSK** chizig'i *perlit hosil qiluvchi chiziq* deb yuritiladi.

Diagrammadan **S** va **C** nuqtalarini bir-biriga solishtirsak, quyidagilarni ko'ramiz:

1-**C** nuqtadan yuqorida suyuq aralashma, **S** nuqtadan pastda esa qotgan austenit bo'ladi;

2-**C** nuqtada **AC** va **CD** chiziqlari uchrashgan bo'lib, suyuq aralashmadan kristall paydo bo'lishini ko'rsatadi. **S** nuqtadan **GS** va **SE** chiziqlari uchrashgan bo'lib, qotgan aralashmaning ikkilamchi kristallanishini ko'rsatadi;

1) **C** nuqtada 4, 3 % C li suyuq aralashma bo'lib, kristallanib ledeburit evtektika hosil qilsa, **S** nuqtada 0, 8 % C li aralashma qayta kristallanib, perlit hosil bo'ladi;

2) **C** nuqta sathida **FE** evtektik-ladeburit chizig'i yotgan bo'lsa, **S** nuqta sathida **RK** chizig'i, evtektoid-perlit chizig'i yotibdi;

3) **C** nuqta birlamchi kristallanish markazi bo'lsa, **S** nuqta qotishmaning ikkilamchi kristallanish markazi hisoblanadi.

Temir — uglerod qotishmasi suyuq holatdan asta-sekin (soatiga 10 °C dan) uy haroratigacha sovutilib borilganda, quyidagi tuzilishlarni ko'ramiz. Ferrit, sementit, austenit, perlit va ledeburit:

a) ferrit (F) uglerodning alfa temirdagi qattiq eritmasi bo'lib, bu eritmada uglerod juda oz miqdorda (0 dan 0, 006 % gacha) bo'ladi. Ferrit texnik toza temirdir;

b) sementit (S) temir bilan uglerodning kimyoviy birikmasi (temir karbidi), bu birikma juda qattiq bo'lib, uning qattiqligi  $NB=80 \text{ N/mm}^2$ ;

d) austenit (A) uglerodning gamma temirdagi qattiq eritmasi bo'lib, unda uglerod 2, 14 % bo'ladi;

e) perlit (P) ferrit bilan sementit mayda donlaridan hosil bo'lgan mexanik aralashma (evtektoid aralashma);

f) ledeburit (L) austenit bilan sementitning mexanik aralashmasi bo'lib, bunday aralashma cho'yaning 1147 °C da qotishidan hosil bo'ladi.

Po'latlar va oq cho'yanlar temir-sementit diagrammasiga muvofiq tasniflanadi. Vazifasiga ko'ra, uglerodli po'latlar konstruksion, asbobsozlik po'latlari va maxsus maqsadlarda ishlatiladigan po'latlarga tasniflanadi.

### Aluminiy qotishmalarining turlari

Aluminiy qotishmalari 2 guruhga: deformatsiyalanadigan va quymabop qotishmalarga bo'linadi.

Aluminiyning bosim bilan ishlash uchun mo'ljallangan deformatsiyalanadigan qotishmalari *deformatsiyabop qotishmalar* deyiladi. Bular, o'z navbatida, termik yo'l bilan pux- talanadigan va puxtalanmaydigan qotishmalarga bo'linadi:

a) termik yo'l bilan puxtalanmaydigan aluminiy qotishmasi jumlasiga Al-Mp va Al-Mg qotishmalari kiradi. Al-Mp tizimidagi qotishmalar AMg harfi bilan markalanadi. Masalan: AMs, AMg, AMgZ, AMg5 AMg7 va h. k. Markadagi raqam magniyning % miqdorini ko'rsatadi;

b) termik yo'l bilan puxtalanadigan aluminiy qotishmalari ichida eng ko'p ishlatiladigani duraluminiydir. Duraluminiy tarkibiga mis Cu va marganes Mg kiradi. Duraluminiy A-Cu- Mg harflari bilan belgilanadi, uning belgilanishida raqamlar ham bo'ladi. Masalan: D1, D6, D16.

D—duraluminiy ekanligini, raqam tartib raqamini bildiradi. Agar, qotishma tarkibiga rux qo'shilsa, uning puxtaligi yanada oshadi. Ulardan V95 markalisi ko'p ishlatiladi. Aluminiyning deformatsiyabop qotishmalariga uning bolg'alash, prokatlash, shtamplash yo'li bilan ishlanadigan qotishmalari kiradi.

Masalan: AK4, AK5, AK6 markalardagi raqamlar tartib raqamini bildiradi. Aluminiyning quymabop qotishmasi — bu qotishmalar ichida eng ko'p tarqalgan Al-Si tizimidagi qotishmalar bo'lib, ular *siluminlar* deb ataladi.

Siluminlarning ba'zi markalarida ma'lum miqdorda Si, Mg, Zp, P elementlari bo'ladi. Aluminiyning quymabop qotishmalari



AL harfi va raqamlar bilan markalanadi. Masalan: AL1, AL2, ALZ, ..., AL18, AL19V AL2 — normal silumin bo'lib, A-8 magnoliydir.

#### 5.4. Fazalar qoidasi va miqdorini aniqlash

Kimyoviy jarayonlarni, qulay rejimni tanlash, birikma yoki metallarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini aniqroq bilish, asosan, shteyn va toshqolning erishi, qotishi, kristall holiga o'tishi, uning eruvchanligi, g'ovakligi, qovushqoqligi, tarkibining o'zgarishi, qaynash va hokazo omillarini tahlil qilish tanlangan texnologik jarayonni to'g'ri boshqarishga olib keladi. Bu tahlilni oddiy qilib, ikki yoki uch diagrammali grafiklar orqali o'rganish qulaydir. Diagramma grafigini tahlil qilish uchun fazalar va ayrim atamalarga alohida izoh berib, ular haqida asosiy tushunchalarga ega bo'lmog'imiz lozim.

Biror obyektни o'rganish maqsadida tashqi muhitdan ajralgan, deb faraz qilingan jismlar guruhi uchun *sistema* iborasi kiritiladi. *Sistema* — bir yoki bir necha modda yig'indisi bo'lib, bular orasida issiqlik almashinishi va diffuziya borishi mumkin. unga bir necha elementlardan iborat o'rganilayotgan qotishmalar kiradi. Masalan, "Cu-Ni sistemasi" yoki "Cu-S sistemasi". Bunda mis va nikel elementlaridan iborat qotishma sistemasi o'rganilmoqda yoki shteynli qotishma bo'lsa, "FeS-Cu<sub>2</sub>S sistemasi", "FeS-Cu<sub>2</sub>S-ZnS sistemasi". Bunda temir sulfidi va mis sulfididan iborat shteynli qotishmaning sistemasi yoki temir sulfidi (FeS), mis sulfidi (Cu<sub>2</sub>S) va rux sulfidi (ZnS)dan iborat shteynli qotishma sistemasining uchta sulfidli birikma orasidagi o'zaro kimyoviy ta'siri o'rganilmoqda. Sistemaning bir xillik qismi *faza* deb yuritiladi. Agar fazalar bir nechta bo'lsa, murakkab sistema vujudga keladi va unda fazalarni bir-biridan ajratib turadigan chegara sirti bo'lishi kerak. Qattiq, suyuq, toza metall eritmaları, kimyoviy birikmalar qotishmalar fazasi bo'la oladi va metallurgiyada fazalar soni "F" harfi bilan belgilanadi. Sistemani tashkil qiluvchi moddalar *komponentlar* deb ataladi. U toza metallardan, kimyoviy birikmalardan yoki barqaror kimyoviy elementlardan iborat bo'lishi mumkin. Agar qotishma bir xil metallardan iborat bo'lsa, u holda bir komponentli sistema; qotishma ikkita elementdan iborat bo'lsa, ikki komponentli sistema va hokazoli sistemalar mavjud bo'lishi mumkin. Buning hammasi tarkibidagi elementlarning turiga,

soniga bog'liqdir. Komponentlar soni "K" harfi bilan belgilanadi. Sistemaning boshqa qismlaridan chegara sirtlar bilan ajraladigan va termodinamika xossalari bilan farq qiladigan qismi *faza* deb ataladi. Yanada boshqacharoq aytganimizda, faza getrogen sistemaning bir moddadan yoki bir necha moddalar aralashmasidan iborat gomogen qismidir. Masalan, gazlar aralashmasi bitta fazani tashkil qiladi, chunki bir gaz ikkinchi gazda cheksiz erigani uchun gazlar bir-biridan chegara sirtlar bilan ajralmaydi. Toza suyuqlik ham bitta fazani tashkil qiladi. Agar biror metallning erigan, suyuq holatini e'tiborga olsak, uning ustki qismi, havo (kislorod bilan) ta'sir qilgan sirti, kislorodga to'yingan qismi bilan ikki faza deb hisoblanadi. Eritmadagi og'ir metallar suyuqlik tubiga cho'kib, qattiq qotishma hosil qilsa, bu sistema uch fazali bo'ladi. Suyuqlik tubidagi qattiq qotishma (yoki jism) qanchalik maydalangan bo'lishiga qaramay (chunki u suyuqlikdagi mayda zarraning cho'kishidan paydo bo'lgan), bari bir bir faza deb hisoblanaveradi, chunki ana shu qattiq jism kristallari bir-biridan ajralgan bo'lsa ham, termodinamik xossalari jihatidan bir-biridan farq qilmaydi. O'z o'rnida V. Gibbs (1873 – 1878-yillari) termodinamikaning I va II qonunlariga asoslanib, fazalar qoidasini taklif etgan. Keyinchalik akademik K. S. Kurnakov shogirdlari bilan birga bu ta'limotni rivojlantirdi, fazalar qoidasiga asoslanib, murakkab sistemalarning xossalari va uning tarkibi orasidagi bog'lanishlar haqida katta ilmiy izlanishlar olib bordi [12, 13]. Agar bir qattiq jism ikkinchi qattiq jismda eritilsa, bir jinsli aralashma (qotishma) hosil qilinsa, bu bir fazali bo'ladi. Agar bir qattiq jism qaytar tarzda ajralishidan qattiq va gaz modda hosil bo'lsa, sistema kimyoviy muvozanat holatida uch fazali bo'ladi. Har bir sistema bir yoki bir necha moddadan iborat bo'lsa, bu moddalar sistemaning tarkibiy qismlari deb ataladi.

Sistemaning tarkibiy qismlari kimyoviy jihatdan bir jinsli moddalar bo'lib, uzoq vaqt davomida alohida bo'la oladi. Shuningdek, sistemaning mustaqil tarkibiy qismlari ham bir so'z bilan komponentlar deb ataladi. Komponentlar oddiy va murakkab moddalar bo'lishi mumkin.

Sistemadagi har qaysi fazaning kimyoviy tarkibini xarakterlash uchun yetarli bo'lgan modda xilining eng kichik soni sistemaning mustaqil tarkibiy qismlari yoki kimyoviy reaksiya yoki pechda eritilib, xomashyolar ajralib, yangi birikmalar hosil bo'layotgan

sistemada komponentlar sonini aniqlash ancha qiyin bo'ladi. Masalan, kalsiy karbonat ( $\text{CaSO}_3$ )ning ajralishida, muvozanat vaqtida ( $\text{CaSO}_3$  parchalanib bo'lgach) sistemada uchta tarkibiy qism ( $\text{CaO}$ ,  $\text{CaSO}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ) bo'lishiga qaramay, komponentlar soni 2 ga teng, chunki biz ikki moddaning miqdorini bilsak, uchin-chisining miqdorini ular orasidagi bog'lanishdan hisoblab olamiz. Shuning uchun uchinchi tarkibiy qism mustaqil emas. Shuningdek,  $\text{S} + \text{SO}_2 = 2\text{SO}$  sistemada ham uchta tarkibiy qism bo'lgan holda komponentlar soni ikkita bo'ladi. Kimyoviy sistemadagi komponentlar sonini topish uchun sistemadagi tarkibiy qismlar sonidan shu sharoitda borayotgan kimyoviy reaksiyalar sonini ayirib tashlash kerak. Bu qoidaning ma'nosi shuki, kimyoviy reaksiya borayotgan muvozanat sistemalarda komponentlarning soni hamma vaqt sistemadagi tarkibiy qismlarning (yuqoridagi misolda 3 ta tarkibiy qism qatnashayapti  $\text{CaSO}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{SO}_2$ ) umumiy sonidan kam bo'ladi; kimyoviy jarayonlar bormayotgan fizik sistemalarda esa komponentlar soni hamma vaqt sistemaning tarkibiy qismlari soniga teng bo'ladi. Masalan, toza mis eritmasiga oltingugurt ta'sir ettirsak, eritmadagi mis sulfid holda eritmada qoladi. Ikkita tarkibiy qism (mis va oltingugurt) ikkita komponentdir. Shu narsani doimo esda tutush kerakki, ba'zan sistemadagi komponentlar soni sistemada sharoitning o'zgarishi bilan o'zgarishi mumkin.

Ma'lum bir sistemaning termodinamik holatini to'la xarakterlash uchun yetarli bo'lgan mustaqil o'zgaruvchilar soni sistemaning *erkinlik darajasi* deyiladi. Ya'ni fazalar soniga xalal bermay turib, ma'lum chegarada ixtiyoriy o'zgartirish mumkin bo'lgan parametrlar soni sistema erkinlik darajasi sonidir. Tenglik holatini buzmay, fazalar sonini o'zgartirmay, o'zgaruvchi omillarni o'zgartirib, erkinlik darajasi sonini aniqlash mumkin. Masalan, o'zgaruvchi omillarga harorat, konsentratsiya, bosim, vaqt va hokazolar kiradi. Agar faqat haroratni ko'tarsak yoki pasaytirsak, bitta o'zgaruvchi bo'ladi va erkinlik darajasi soni birga teng bo'ladi. Agar harorat bilan bosimni o'zgartirsak, u holda ikkita o'zgaruvchi bo'lib, erkinlik darajasi soni ikkiga teng. Harorat, tarkib va boshqa o'zgaruvchi omillar ham doimiy bo'lsa, unda erkinlik darajasi soni nol (0) ga teng bo'lib qoladi. Erkinlik darajasi soni "*F*" harfi bilan belgilanadi. Ichki va tashqi sharoitga bog'liq holdagi barcha sistemadagi o'zgarishlar qonuniyati fazalar

qoidasiga bo'ysunadi. Fazalar qoidasi komponent, faza, sistemaning erkinlik darajasi kabi tushunchalar orasidagi munosabatni ko'rsatadi. Fazalar qoidasini faqat muvozanatda turgan sistemalarga tatbiq etish mumkin. Uni quyidagicha ifodalash mumkin:  $K$  komponentdan iborat sistemadagi fazalar soni ( $F$ ) bilan sistemaning erkinlik darajasi ( $F$ ) yig'indisi sistemaning komponentlar soni  $- K$  qo'shish ishorasi (+) 2 ga teng, ya'ni

$$F + F = K + 2$$

2-bosim va haroratni ko'rsatadi. Bundan:  $F = K - F + 2$ .

Murakkab sistemalarda erkinlik darajasini topish uchun komponentlar sonidan fazalar sonini ayirib, qoldiqqa 2 ni qo'shish kerak. Bosim kam ta'sir etadigan kondensatlangan, ya'ni qattiq va suyuq fazalardan iborat sistemalar uchun fazalar qoidasi  $F = K - F + 1$  holida ifodalanadi.

Fazalar soni va sharoitini biror sistemada joylashgan, ya'ni ushbu komponent sonidan iborat qotishmada belgilaydi. Fazalar qoidasi faqat tenglik sharoitidagina qo'llaniladi. Barcha diagramma holatlar tenglik holatida tasniflanadi. Demak, fazalar qoidasini to'liq diagramma holatlari uchun qo'llash mumkin. Fazalar qoidasi fazalar soni, komponentlar va sistemadagi erkinlik darajasi sonlariga uzviy bog'liq:

$$F = K + V - F$$

bunda:  $F$  – erkinlik darajasi soni;

$K$  – komponentlar soni;

$F$  – fazalar soni;

$V$  – tashqi o'zgaruvchan omillar soni (harorat, bosim).

Agar konsentratsiyani doimiy deb olsak ( $V=1$ ), unda tashqi o'zgaruvchi omil faqat bosimdan iborat bo'lsa, fazalar qoidasi quyidagicha yoziladi:

$$F = K + 1 - F$$

Agar bir komponentli sistemada toza metall bo'lsa, u holda bitta faza mavjud bo'ladi (u suyuq holda erigan bo'lsa yoki qattiq holda bo'lishiga qaramay), unda  $K=1$  va  $F=1$  teng bo'ladi. Unda:

$$F = 1 + 1 - 1 = 1$$

Demak, bitta erkinlik darajasi soni mavjud. Bu degani, shu sharoitda metallni ma'lum oraliqda, bir fazani saqlagan holda

sovitish yoki qizdirish mumkin. Nima uchun faqat bir fazali holatni saqlagan holda haroratni o'zgartirish mumkin? Chunki metalni (agar mis bo'lsa)  $700-800^{\circ}\text{C}$  gacha qizdirish mumkin, ya'ni erigunga qadar. Yoki erigan suyuq holatda bo'lsa,  $1500-2000^{\circ}\text{C}$  gacha, hatto undanda yuqoriga ko'tarish ( $2300^{\circ}\text{C}$  gacha) mumkin. Chunki u bug' holatiga o'tmasligi kerak. Agar bir komponentli sistemada ikkita faza hosil bo'lsa, masalan, erigan metallning sovishi natijasida yarmi qotish, yarmi hali suyuq holda qolgan bo'lsa, ya'ni suyuq va qattiq faza mavjud bo'lsa, unda  $K=1$ ,  $F=2$  bo'ladi:

$$F=1+1-2=0$$

Ya'ni birorta ham erkinlik darajasi bo'lmaydi. Bunday holat, qachonki harorat doimiy bo'lsa, sistemada bo'lishi mumkin. Faza qoidasiga ko'ra, bir komponentli sistema ikki fazadan ortiq bo'lishi mumkin emas. Chunki  $F=3$ ,  $K=1$  bo'lsa,

$$F=1+1-3=-1$$

bo'lib qoladi. Bu esa hech qanday ma'no bermaydi va bunday holat sistemada bo'lishi mumkin emas. Bir komponentli sistemada ikkitadan ortiq faza bo'lmaydi. Aynan bir komponentli sistemalar uchun fazalar qoidasini quyidagicha yozish mumkin:  $F=1-F+2$  yoki  $F+F=3$ .

Fazalar soni 3 ga teng bo'lsa,  $F+1-2+2$  unda  $F=1$  ga teng bo'ladi. Mabodo fazalar soni 1 ga teng bo'lsa,  $F=2$  bo'ladi. Demak, yuqoridagi ta'riflarga qo'shimcha qilib bir komponentli sistemalarda erkinlik darajasi ikkidan ortiq bo'la olmaydi, fazalar soni esa uchdan ortiq bo'lmaydi.

Shuning uchun bir komponentli sistemalarni tasvirlashda absissa va ordinata o'qlaridan foydalanish mumkin. Muvozanatdagi sistemalarni grafik usulda tasvirlab, sistemaning holat diagrammasi hosil bo'ladi. Ikki komponentli sistemalar haqida qisqacha fikr yuritimiz.

Agar ikki komponentli sistemada faqat bitta faza bo'lsa, erkinlik darajasi uchga teng bo'ladi, chunki:

$$F=K-F+2 \text{ dan } F+F=4 \text{ ifoda kelib chiqadi; bundan esa:}$$

$$1+F=4 \text{ yoki } F=3 \text{ bo'ladi.}$$

Demak, ikki komponentli sistemada erkinlik darajasining maksimal qiymati 3 ga teng. Shuning uchun bunday sistemalarda harorat, bosim va komponentlardan birining konsentratsiyasini ixtiyoriy ravishda o'zgartirish mumkin.

Agar fazalar soni 2 ga teng bo'lsa, erkinlik darajasi ham 2 ga teng bo'ladi, ya'ni:

$$F=2-2+2=2$$

Agar ikki komponent uch fazada bo'lsa, erkinlik darajasi 1 ga teng bo'ladi, ya'ni:

$$F=2-3+2=1$$

Agar ikki komponent 4 fazada bo'lsa, sistema invariantli (erkinlik darajasi 0 ga teng) bo'ladi:

$$F=K-F+2; F=2-4+2=0$$

bu holda faqat ma'lum haroratlarda, ma'lum bosimda va ikkala komponentning ma'lum konsentratsiyasidagina sistema 4 fazali bo'lib qola oladi.

Ikki komponentli sistemalarda erkinlik darajasining maksimal qiymati 3 ga teng bo'ladigan sistemani to'la tasvirlash uchun uchta koordinata o'q bo'lgan fazoviy diagrammalardan foydalanish mumkin. Bu o'qlarning biriga bosim, ikkinchisiga harorat va uchinchisiga konsentratsiya qo'yiladi.

Lekin qattiq va suyuq sistemalarni o'rganishda diagramma tuzish masalasi birmuncha soddalashadi. Qattiq va suyuq holatdagi moddalarning xossalari bosim (atmosfera bosimi) kam o'zgarishi hech qanday ta'sir qilmasligi uchun bunday sistemalarni tekshirishda bosimni o'zgarimas deb qabul qilish mumkin. Bu holda diagramma tuzish uchun faqat ikki o'qli koordinatalar sistemasi kifoya: bir o'qqa harorat, ikkinchisiga konsentratsiya qo'yiladi. Qattiq va suyuq holatdagi sistemalar uchun fazalar qoidasi:

$F=K-F+I$  formulaga ega bo'ladi, Chunki bosim o'zgarimas bo'lgani uchun erkinlik darajasi bittaga kamayadi, so'ngra gaz fazasi hisobga ham olinmaydi. Ikki komponentli sistemalarda komponentlar bir-biri bilan kimyoviy reaksiyaga kirishi yoki bir-biriga kimyoviy ta'sir ko'rsatmasligi mumkin. Ba'zan ikki modda orasida hosil bo'lgan kimyoviy birikmani ajratib olish mumkin bo'lmaydi. Shuning uchun ikki komponentli (va 3, 4, 5 komponentli) sistemalarni o'rganishda akademik N. S. Kurnakov va uning shogirdlarining ilmiy tadqiqotlari muhimdir. Bu vaqtda qattiq, suyuq va gazsimon fazadagi o'zgarishlar va komponentlarning ifodalanishi juda keng, toshqol, shteyn va undagi birikmalar haqida ko'rsatilgan. Faza qoidasini o'rganib, bir komponentli sistema uchun qisqacha shunday xulosaga kelish mumkin:

### Komponentlar va ularning faza sistemasidagi indekslari

№	Komponent va uning indeksi	Suyuq faza					Qattiq faza			Gazli faza		
		Metall (mis) j=1	Metall (temir) J=2	Shteyn j=3	Toshqol j=4	Magnetit j=5	Kremniy dioksidi j=6	Uglerod j=7	j=8			
1	Cu <sup>o</sup> i=1	X 1.1	X 1.2	X 1.3	X 1.4							
2	Cu <sub>2</sub> S i=2	X 2.1	X 2.2	X 2.3	X 2.4							
3	Cu <sub>2</sub> O i=3	X 3.1	X 2.3	X 3.3	X 3.4							
4	FeS i=4	X 4.1	X 2.4	X 4.3	X 4.4							
5	FeO i=5	X 5.1	X 2.5	X 5.3	X 5.4							
6	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> i=6	X 6.1	X 2.6	X 3	X 6.4							
7	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> i=7	X 7.1	X 2.7	X 7.3	X 7.4	X 7.5						
8	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> i=8	X 8.1	X 2.8	X 8.3	X 8.4							
9	Fe <sub>3</sub> C i=9	X 9.1	X 2.9	X 9.3	X 9.4							
10	Si i=10	X 10.1	X 2.10	X 10.3	X 10.4							
11	SiO <sub>2</sub> i=11	-	-	-	X 11.4			X 11.6				
12	CaO i=12	-	-	-	X 12.4							
13	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> i=13	-	-	-	X 13.4							
14	Cr i=14	-	-	-	X 14.4					X 14.7		
15	CO i=15	-	-	-	-							X 15.8

16	CO <sub>2</sub> i=16	-	-	-	-	-	-	-	-	X 16. 8
17	H <sub>2</sub> i=17	X 17.1	X 17.2	-	-	-	-	-	-	X 17. 8
18	H <sub>2</sub> O i=18	-	-	-	-	-	-	-	-	X 18. 8
19	S <sub>2</sub> i=19	-	-	-	-	-	-	-	-	X 19. 8
20	SO i=20	-	-	-	-	-	-	-	-	X 20. 8
21	SO <sub>2</sub> i=21	-	-	-	-	-	-	-	-	X 21.8
22	H <sub>2</sub> S i=22	-	-	-	-	-	-	-	-	X 22.8
23	Jami N <sub>2</sub> i=23	X 23.1	X 23.2	-	-	-	-	-	-	X 23.8
24	O <sub>2</sub> i=24	X 4.1	X 24.2	X 24.3	X 24.4	X 24.4	-	-	-	X 24. 8
	<b>Jami</b>	15	15	11	15	15	1	1	1	10



– ikki faza bo‘lishi mumkin, sharti – harorat doimiy bo‘lib, qotish va erish harorati unga mos kelsa.

– ikki fazalida metalning qizishi yoki sovushi mobaynida, albatta, to‘xtash (to‘g‘ri chiziq) paydo bo‘ladi.

Turli-tuman qotishmalarining sovush chiziqlaridan foydalanib, sistemaning holat diagrammasi tuziladi. Buning uchun absissa o‘qiga sistemaning og‘irlik yoki molekular foizlar bilan ifodalangan tarkibi, ordinatalar o‘qiga qotish harorati qo‘yiladi. Diagrammaning eng chetki ordinata chiziqlarini toza metallar, masalan, shteyndagi mis va temir sulfidlari egallaydi (2.8–2.11-rasmlarda keltirilgan). Absissa o‘qining hammasi 100 bo‘lakka bo‘linadi. Masalan, uning qoq o‘rtasi 50%  $\text{Cu}_2\text{S}$  va 50%  $\text{FeS}$  to‘g‘ri keladi.

### **Nazorat uchun savollar:**

- 1. Metall asosidagi qotishmalardagi faza o'zgarishlari*
- 2. Metall qotishmalari fazalari*
- 3. Kimyoviy birikma hosil qiladigan qotishmalarining holat diagrammalari*

## 6-BOB. METALL VA QOTISHMALARNING FIZIK, KIMYOVIY, MEXANIK HAMDA TEXNOLOGIK XOSSALARI

### 6.1. Metall va qotishmalarning fizik, mexanik, elektrik, magnit, optik, issiq-fizikaviy va texnologik xossalari

Insoniyatning iqtisodiy maqsadlarda foydalanadigan dastlabki metallari mis edi: ishlov berishning engilligi, tabiatda tez-tez uchraydi, Shuning uchun birinchi metal pichoq va bolta uchun material sifatida xizmat qilgani ajablanarli emas. Biroz vaqt o'tgach, odamlar buni anglab etdilar, misni qalayga qo'shib, bronza qalinroq qotishma olishi mumkin edi. Ular temirni o'zlashtirganda, uning sof shaklida misdan kuchliroq emasligi, ammo uglerod bilan birgalikda juda yaxshi quvvatlilik xususiyatlariga ega ekanligi aniqlandi. Falsafachi toshini qidirishdan tashqari, O'rta asr kimyogarlari ham qotishmalar bilan tajriba o'tkazib, dunyodagi eng og'ir metall bo'lganini aniqlashga harakat qildilar, ammo barcha tajribalar aluminiylarning qaerdan bo'lishidan qat'iy nazar toza metallardan kuchli ekanligini tasdiqladi. Xo'sh, bugungi kunda?

Eng bardoshli «toza» metallar butun insoniyat tomonidan juda kech kechgan. Buning sababi oddiy: odatdagidek temir va misdan kamroq. Materiallarning qattiqligini aniqlashning bir necha usullari bor: Mohs, Vickers, Brinell va Rockwell, bu ma'lumotlar bir-biridan farq qiladi. Misol uchun, Mohs shkalasi bo'yicha temir faqat 4 ga teng, olmos esa 10 barobar qattiqligicha bo'ladi. Qattiqligicha 5 birlikdan va undan yuqori bo'lgan o'nlab metallar quyidagilardir:

- iridiy – 5;
- ruteniy – 5;
- tantal – 5;
- texnetium – 5;
- krom – 5;
- berilyum – 5, 5;
- osmium – 5, 5;
- renium – 5, 5;
- volfram – 6;
- uran – 6 ga teng.

Ushbu «ajoyib o'nlab» larning ko'pchiligi tabiatda juda nodir (masalan, dunyodagi ruteniyum yillik ishlab chiqarish 18 tonna,

renium - 40 tonnagacha) yoki radioaktivligi ularning kundalik hayotida foydalanishga to'sqinlik qiladi. Va ularning barchasi, ehtimol, xromdan tashqari, juda muhim ahamiyatga ega. Ushbu metallning yuqori qattiqligi va nisbatan past narxi bardoshli qotishmalar ishlab chiqarishda mashhur bo'ldi.

### **Eng og'ir metallardan foydalanish**

Eng og'ir metallarning aksariyati tabiatda juda kamdan-kam hollarda mavjudligi sababli ularning mustahkamligi xususiyatlari talab qilinmaydi yoki talab qilinmaydi, masalan, eng katta yukga ta'sir ko'rsatadigan mexanizmlarning tugunlari va qismlarini qoplash uchun. Biroq, rezion yoki ruteniyumning po'latdan yasalgan yoki po'latdan yasalgan qo'shimchalarini ishlab chiqarishda ishlatish uchun aql bovar qilmaysiz. Bu metallar hamma uchun yetarli emas. Shuning uchun, krom va juda mashhur edi. Qotishmalarning mustahkamligi va korroziyaga chidamliligini oshiradigan eng muhim qotishma qo'shimchadir. Qattiq metallarning juda oz miqdori tibbiyotda, kosmik texnologiyasini yaratishda, katalizatorlar sifatida va boshqa ba'zi sohalarda qo'llaniladi. Bunday hollarda, ular talab qilinadigan qattiqliciga emas, balki boshqa tegishli fazilatlar edi. Masalan, tungsten sayyoradagi eng chiroyli metall (critma nuqtasi +3422 santimetr) bo'lib, yorug'lik moslamalari filamentlarini yaratishda qo'llanilgan. Kichkina miqdordagi idishlar, masalan, metallurgiya sanoatida, uzoq vaqt davomida yuqori haroratga chidamli bo'lgan qotishmalarga qo'shiladi.

Uran kabi volframga o'xshash narsa yerdagi eng og'ir metallardir, ammo uran bizning sayyoramizda juda ko'p uchraydi va shuning uchun yanada kengroq foydalanishni topdi. Uning radioaktivligi to'siq bo'lib qolmadi. Uraning eng mashhur ishlatilishi atom elektr stantsiyalarida «yoqilg'i» dir. Bundan tashqari, jinslar va kimyoviy sanoatning yoshini aniqlash uchun geologiya sifatida qo'llaniladi.

Zanglamaydigan o'q-dorilarni yaratish uchun mustahkamlik xususiyatlari va uranning yuqori darajasi (suvdan 19 marta og'irroq) foydalidir. Bu holda, u ishlatilgan sof metal emas, balki deyarli butunlay zaif radioaktiv izotop uran-238 dan iborat bo'lgan tukenmis turlari. Bunday metallardan tayyorlangan og'ir yadrolar hatto zirhli nishonlarga ham yaxshi kirib boradi. Bunday o'q-

dorilarning qancha miqdorda foydalanishiga zarar yetkaziladi atrof-muhit va u hali ishonchli tarzda ma'lum emas, Chunki bu masala bo'yicha juda oz statistik ma'lumotlar mavjud.

Metallar insoniyat tomonidan sivilizatsiyaning boshlanishi paytida ishlatilgan. Ma'lum bo'lganlardan biri mis ishlashi va keng tarqalganligi sababli mis edi. Arxeologlar qazib olish jarayonida minglab mis mahsulotlarini topdilar. Rivojlanish davom etmaydi va yaqinda odamlar qurol va qishloq xo'jaligi asboblari yaratish uchun mustahkam qotishmalar ishlab chiqarishni o'rgandi. Bugungi kunga kelib, metall bilan tajriba to'xtamaydi, Shuning uchun dunyodagi eng mustahkam metall bo'lganini aniqlash mumkin bo'ldi.

Shunday qilib, eng bardoshli metall iridiydir. Uni oltingugurt kislotasida platinning eritmasidan yomg'ir yordamida oling. Reaksiyailari so'ng, modda qora bo'lib, turli xil birikmalar jarayonida rangi o'zgarishi mumkin: Shuning uchun «kamalak» degan ma'noni anglatadi. Iridium XIX asrning boshlarida kashf qilindi va shu vaqtdan boshlab uni eritib yuboradigan ikkita usul topildi: eritilgan gidroksidi va natriy peroksid.

Iridium tabiatda juda kam uchraydi, uning miqdori 1, 000, 000, 000 dan oshmaydi, buning natijasida materiallarning bir untsiyasi kamida 1000 dollar turadi.

Iridium inson faoliyati turli sohalarida, ayniqsa tibbiyotda keng qo'llaniladi. Ko'z protezlari, eshitish asboblari, miya uchun elektrodlar, Shuningdek, saraton o'simtalariga implantatsiyalangan maxsus kapsullar ishlab chiqariladi. Olimlar nazariyasiga binoan, bunday kichik hajmdagi moddalar, masalan, ba'zi bir asteroid tomonidan kelib chiqqan begona kelib chiqishi borligini ko'rsatadi.

Dunyodagi eng kuchli metall, uning nomi mamlakatimiz nomidan keladi. Bu birinchi Uralsda topilgan. Aksincha, ular platinani topdilar, unda rus olimlari keyinchalik yangi metalni topdilar. Bu 200 yil oldin edi. Uning go'zalligi tufayli ruteniyum odatda zargarlik buyumlarida ishlatiladi, ammo sof shaklda emas, Chunki u juda kam uchraydi.

Ruteniyum nobel metallarni nazarda tutadi. U nafaqat og'riqqa, balki go'zallikka ham ega. Qattiqligicha u kvartsdan ozgina past bo'ladi. Lekin ayni paytda juda nozikdir, uni changga aylantirish yoki uni parchalab tashlash oson. Bunga qo'shimcha

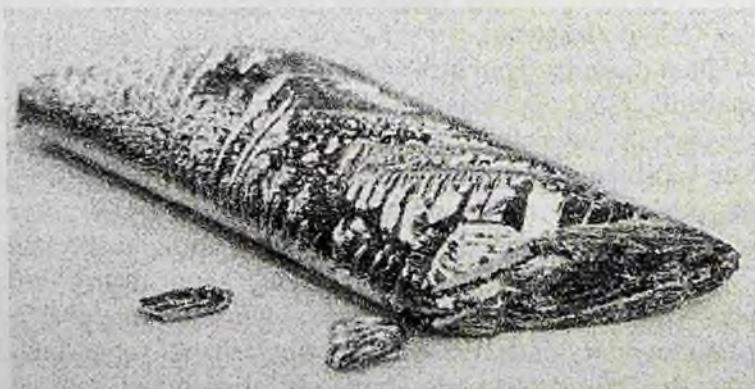
ravishda, u eng engil va eng bardoshli metalldir, uning zichligi kubdagi santimetrning santimetriga teng emasligi.

Ruteniyum shokga chidamli barcha qarshilik bilan yuqori haroratga mukammal darajada chidamli. Eritish uchun 2300 darajadan ko'proq issiqlik kerak. Agar siz elektr kamon yordamida buni qilsangiz, modda suyuqlik bosqichidan o'tib, zudlik bilan gaz holiga o'tishi mumkin.

Qotishmalarning bir qismi sifatida uning qo'llanishini juda keng, hatto kosmik mexanikada ham, masalan, sun'iy er sathi uchun yonilg'i xujayralari ishlab chiqarish uchun metall ruteniy va platina qotishmalari tanlangan.

Ushbu metall birinchi marta Shved olimi Ekeberg tomonidan er yuzida topilgan. Lekin kimyogar uni sof shaklda taqsimlashda muvaffaqiyat qozona olmadi, shu bilan birga qiyinchiliklar paydo bo'ldi, Shuning uchun u yunon mislarining qahramoni Tantalus nomini oldi. Tantal faqat ikkinchi jahon urushi davrida faol qo'llanila boshlandi.

Tantal - bu qattiq rangli, bardoshli kumush rangli metall, odatdagi haroratda kam harakatga ega, faqat 280 ° C dan yuqori qizigan paytda oksidlanadi va faqat 3300 kelvinda eriydi.



6.1-rasm

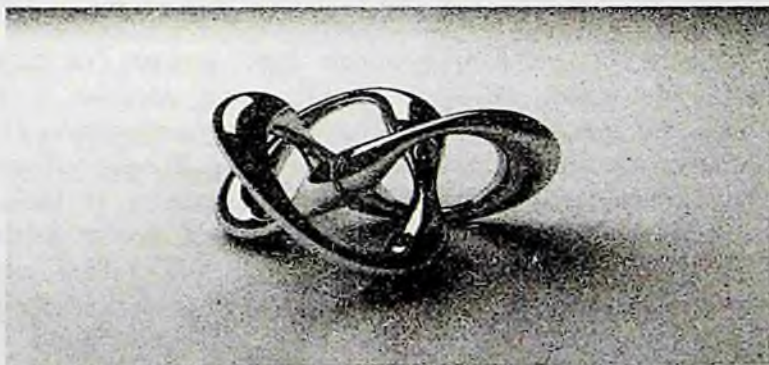
Uning kuchiga qaramay, tantal juda plastik, taxminan oltin kabi, va u bilan ishlash qiyin emas.

Zanglamaydigan po'latlarning o'rnini bosadigan tantalni ishlatishga ruxsat beriladi, xizmat muddati yigirma yilgacha farq qilishi mumkin.

Tantal ham qo'llaniladi:

- issiqlikka chidamli qismlarni ishlab chiqarish uchun aviatsiya sohasida;
- korroziyaga qarshi quyilmalar tarkibida kimyo sohasida;
- yadro energetikasida, Chunki sezyum bug'iga juda chidamli;
- implantlar va protezlarni ishlab chiqarish uchun tibbiyot;
- super o'tkazgichlarni ishlab chiqarish uchun kompyuter texnologiyalari;
- har qanday qobiq uchun harbiy fanlarda;
- zargarlik buyumlari, Chunki u oksidlanish vaqtida turli xil ranglarni oladi.

Bu metal biogenik hisoblanadi, ya'ni u tirik organizmlarga ijobiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Masalan, xrom miqdori xolesterin darajasini tartibga soladi. Agar tanadagi krom olti milligramdan kam bo'lsa, bu qondagi xolesterin miqdorining keskin o'sishiga olib keladi. Xrom ionlari, masalan, arpa, o'rdak, jigar yoki qumtepadan olinishi mumkin. Kristall refrakter namlikka ta'sir qilmaydi va oksidlanmaydi



6.2-rasm

Metall krom qoplama, tish tojlari yaratishda faol foydalaniladi

Bu bardoshli metal ilgari glyukoza deb ataldi, Chunki odamlar o'zlarining shirin ta'mini qayd etdilar. Bundan tashqari, bu modda hali juda ajoyib xususiyatlarga ega. U istaksiz ravishda kimyoviy reaksiyaga kiradi. Juda chidamli: empirik ravishda millimetr qalinligi yuqori bo'lgan berilyum tolali kattalar vaznini ushlab turishi mumkin. Taqqoslash uchun, aluminiy sim faqat 12 kilogrammga chiday oladi.

Berilyum juda zaharli. Yutulduğunda, suyaklar ichida magneziumun oʻrnini oladi, bu hol berilliyoz deb ataladi. U quruq yoʻtal va shishib, oʻlimga olib kelishi mumkin. Toksikat, ehtimol, inson uchun berilyumning eng muhim ahvalidir. Aks holda u juda koʻp afzalliklarga ega va juda koʻp qoʻllanadigan usul: ogʻir sanoat, yadroviy yoqilgʻi, aviatsiya va kosmonavtika, metallurgiya, tibbiyot.



6.3-rasm

Berilyum baʼzi gidroksidi metallar bilan solishtirganda juda yengil.

Bu bardoshli metal iridiyundan ham qimmat (va faqat Kaliforniyadan past). Biroq, bu natija uning narxidan koʻra muhimroq boʻlgan sohalarda qoʻllaniladi: tibbiy uskunalarni eng yaxshi jahon klinikalarida ishlab chiqarish uchun. Bundan tashqari, u elektr kontaktlarni, oʻlchash uskunolari qismlarini va Rolex, elektron mikroskoplar, harbiy urush boshlari kabi qimmat soatlar ishlab chiqarish uchun ishlatilishi mumkin. Osmi tufayli, ular yanada kuchliroq boʻlib, yuqori haroratlarga, hatto ekstremallarga ham chidamli.

Osmium faqat tabiatda topilmaydi, faqat rodyum bilan bogʻlanadi, Shuning uchun ekstraksiyadan soʻng ularning atomlarini ajratish vazifasi bor. «Kit» ning platina, mis va boshqa baʼzi javharlari bilan osmium kamroq.

Sayyoramizda yiliga atigi bir necha kilogramm moddalar ishlab chiqariladi

Ushbu metall juda kuchli tuzilishga ega. Uning oʻzi rangdagi oqshom va qora rangga aylanganida qora rangga aylanadi. Metall juda nodir va boshqa maʼdanlar va minerallar bilan birgalikda qazib olinadi. Tabiatdagi renium konsentratsiyasi juda kam.



6.4-rasm

Moddaning ajoyib qimmatligi tufayli faqat o'ta zarur hollarda qo'llaniladi. Ilgari issiqlikka chidamli bo'lganligi sababli uning qotishmalari aviatsiya va raketa ishlab chiqarishda, shu jumladan, supersonik jangchilarni jihozlashda ishlatilgan. Bu renaumning dunyo miqyosida iste'mol qilinishining asosiy nuqtasi bo'lib, uni harbiy strategik maqsadlarda ishlatishdir.

Reynyum o'lchash asboblari, o'z-o'zini tozalash uchun kontakt detallari va benzin ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan maxsus katalizatorlar uchun filamentlar va buloqlar ishlab chiqariladi. Bu oxirgi yillarda reniumga bo'lgan talabni oshirdi. Jahon bozori bu noyob metall uchun jang qilish uchun tayyor.



6.5-rasm

Butun dunyoda uning to'laqonli depozitlaridan biri bor va u Rossiyada, ikkinchisi esa Finlyandiyada

Olimlar ma'lum bo'lgan metallardan ko'ra kuchliroq bo'lishi mumkin bo'lgan yangi modda kashf etdilar. U «Suyuq metall» deb



nomlangan. U bilan olib borilgan eksperimentlar juda yaqinda boshlandi, ammo u o'zini allaqachon o'z zimmasiga oldi. Yaqin o'tmishda Liquid Metall bizni yaxshi ma'lum bo'lgan metallarni bosishga imkon beradi.

Dunyodagi eng bardoshli metall haqida so'rash, siz ehtimol, o'z yo'lida hamma narsani kesadigan katta qilichli jangchini tasavvur qilishingiz mumkin. Ammo qurol ishlab chiqarish uchun ko'pincha po'latdan foydalaniladi. Birinchidan, bu metall emas, balki temirning uglerod bilan birlashtirilishi va ikkinchidan, yer yo'zida eng mustahkam bo'ladi. Yerdagi eng kuchli metall titaniumdur.

Ushbu moddaning nomi noma'lum. Ba'zilar «Titania» nomi bilan nemis mifologiyasidan olingan «fairies» deb nomlanadi. Ushbu nuqtayi nazarni qo'llab-quvvatlaydiganlarning asosiy argumenti titanning zichligi - metall juda kuchli emas, balki juda yorug'ligidadir. Yana bir nuqtai nazar, metall nomi va qudratli xudolar nomi - Titanlar nomi bilan muvofiq keltirilgan. Bir-biridan mustaqil ravishda inglizlar Gregor va German Klaptor XVII asrning oxirida titani kashf etdilar. Metan kashf qilingandan so'ng darhol davriy jadvalga qo'shildi. U yerda 22-raqamdan topish mumkin.

Titan – dunyodagi eng mustahkam metall

Dastlab odamlar titaniyumdan foydalanishda muammolarga duch kelishdi, chunki u juda paradoksal edi. Buning sababi, eng kuchli metall bo'lgan toza titaniyum faqat 1925 -yilda aniqlanishi mumkin edi. Bundan oldin u faqat tabiiy qotishmalarga duch keldi, bu unga qattiq ta'sir qildi. Endi u zirh, tibbiy protez va zargarlik buyumlarini yaratish uchun ishlatiladi.



6.6-rasm

Yaqinda Kaliforniyalik olimlar dunyodagi eng mustahkam qotishmalarni yaratishga muvaffaq bo'lishganini aytishdi. Bundan tashqari, bu qotishma yer yuzidagi eng kuchli modda bo'lishi mumkin. Palladiydan va oz miqdorda kumush va boshqa metallardan iborat (olimlar hali aniq tarkibni oshkor qilmaganlar). Yangi qotishmalarning asosiy xususiyati - uning klassik shaklida kristalli latta yo'qligi. Unda molekulalar kristallanmagan, biroq shunga o'xshash stakanlarga o'xshash suyuqlikka mahkamlanadi.

Qotishma mualliflaridan biri Marios Demitru bir yil davomida bunday metall qotishmadan tibbiy implantlarda va avtomobil qismlarida foydalanish mumkinligini ta'kidlaydi. Ammo olimlar yangi qotishma asosiy muammosini hal qilish uchun hali katta xarajat. Marios Demitru ko'ra, uning jamoasi allaqachon tadqiqotni boshlagan, bu esa qotishmalarning qiymatini 80 foizdan ko'proq qisqartirish imkonini beradi.

Metallarning asosiy xossalari. Metallarda mexanikaviy, texnologik, fizikaviy va kimyoviy xossalar bo'ladi. Metallarning fizikaviy xossasiga - ularning rangi, zichligi, suyuqlanuvchanligi, elektr o'tkazuvchanligi, magnitaviy xossalari, issiqlik o'tkazuvchanligi, sig'imi qizdirilganda va fazoviy o'zgarishlarda kengayganligi kiradi. Kimyoviy xossalari jumlasiga - oksidlanuvchanligi, eruvchanligi, korroziyabardoshligi, olovbardoshligi kiradi. Mexanikaviy xossalari - toblanish chuqurligi, suyuq holatda oquvchanligi, bog'lanuvchanligi, payvandlanuvchanligi, kesib ishlanuvchanligi kiradi. Metallning mustahkamligi - tashqi kuchlar ta'sirida yemirilmay qarshilik ko'rsatish xususiyatidir. Solishtirma mustahkamligi - mustahkamlik chegarasining zichlikka nisbati, ba'zi metall va qotishmalar, masalan aluminiiy qotishmalari yoki titan uchun solishtirma mustahkamlik yumshoq po'latnikidan yuqori. Jismning qattiqligi - o'ziga boshqa jismning botishiga qarshilik ko'rsatish xususiyati. Metallning elastikligi - uning shaklini o'zgartirgan kuch ta'siri olingandan keyin dastlabki shakliga qaytish xususiyati. Metallning qovushqoqligi - uning tez ortuvchi tashqi kuchlarga qarshilik ko'rsatish xususiyati. Metallarni sinashning hozirgi zamon usullari mexanikaviy sinash, kimyoviy, spektral, metallog'rafik va rentgenog'rafik analizlar, texnologik sinovlar va defektoskopiya usullaridir. Mexanikaviy xossalari - har qanday buyumga nisbatan qo'yiladigan birinchi talab uning yetarli darajadagi mustahkamligidir. Metallar - mustahkam materiallar,

shuning uchun ham mashina, mexanizm va inshootlarning yuklama quyilgan detallari odatda metallardan tayyorlanadi. Ko'pincha buyumlarda umumiy mustahkamlikdan tashqari ayni buyumning ishlashi uchun xos bo'lgan yana boshqa xossalari ham bo'lishi kerak. Masalan, kesuvchi asboblarda juda qattiq ham bo'lishi lozim. Kesuvchi asboblarda tayyorlash uchun asbobsozlik po'latlari va qotishmalar ishlatiladi. Ressorlar va prujinalar esa plastikligi yuqori bo'lgan maxsus po'lat va qotishmalardan tayyorlanadi. Ishlash vaqtida zarbiy yuklama tushadigan detallar qovushqoq metallardan ishlanadi. **Fizikaviy xossalari:** Aviasozlikda, avtomobilsozlik va vagonsozlikda detallarning og'irligi eng muhim xarakteristika hisoblanadi, shuning uchun aluminiy va magniy qotishmalari bu yerda ayniqsa foyda beradi. Elektr o'tkazuvchanligi yuqori bo'lgan metall (mis, aluminiy) elektr mashinasozligida, elektr uzatish liniyalari qurishda, elektr qarshiligi yuqori bo'lgan qotishmalar cho'g'lanish lampalari, elektr bilan qizdirish asboblari uchun ishlatiladi. Metallarning magnitaviy xossalari: elektr mashinasozligida, elektrik dvigatellar, transformatorlarda, asbobsozlikda va boshqa sohalarda asosiy rol o'ynaydi. Metallarning issiqlik o'tkazuvchanligi, ularni bosim bilan ishlash, termik ishlash uchun bir tekis qizdirishga imkon beradi, metallarning bu xossasi metallarni kovsharlash, payvandlash uchun imkon beradi.

**Kimyoviy xossalari:** Korroziyabardoshlik kimyoviy jihatdan aktiv muhitlarda ishlaydigan buyumlar uchun ayniqsa muhimdir. Masalan: avlodonlar kimyo sanoati mashinalarning detallari korroziyabardohliligi yuqori bo'lishi talab etiladigan detallar va inshootlar uchun maxsus po'latlar, zanglamas po'lat, kislota-bardosh po'lat, issiqbardosh po'lat va boshqa qotishmalar ishlab chiqariladi.

**Mexanikaviy sinashlar.** Mexanikaviy sinashlar sanoatda nihoyatda muhim ahamiyatga ega. Mashina, mexanizm va inshootlarning detallari xilma-xil turli yuklama ostida ishlaydi, ba'zi detallar bir yo'nalishda doimo ta'sir etib turadigan kuch ostida ishlasa, ba'zilariga zarblar ta'sir etib turadi. Yana boshqalariga ta'sir qiladigan kuchlar esa o'z kattaligi va yo'nalishini ma'lum daraja tezlik bilan o'zgartirib turadi. Mashinalarning ba'zi detallari yuqori yoki past temperaturada ishlaydi, korroziya ta'sirida yoki yuklama ostida ishlaydi. Bunday detallar murakkab sharoitda ishlaydi. Shunga muvofiq ravishda sinashning turli usullari ishlab

chiqilganki, bular yordamida metallarning mexanikaviy xossalari aniqlanadi. Eng ko'p tarqalgan sinashlar statikaviy cho'zish, dinamikaviy sinash va qattiqligini sinash turlaridir. Sinaladigan metallga o'zgarmas yoki qiymati juda sekin ortuvchi kuchlar ta'sir ettirish bilan bo'ladigan sinash statikaviy sinash deyiladi. Dinamikaviy sinashda sinalayotgan metallga zarb yoki nihoyatda tez ortuvchi kuchlar ta'sir ettiriladi.

**Zarbiy qovushqoqlikni sinash.** Statik sinashlardan tashqari buyumlar yo'nalishi o'zgaruvchan zarbiy (dinamik) kuchlar va yuqori temperaturalar ta'siriga ham sinaladi. Metall zarbiy qovushqoqlikka maxsus mayatnikli koprda sinaladi. Sinash uchun standart kertilgan namuna kopr tayanchlariga o'rnatiladi. Belgilangan massaga ega mayatnik ma'lum balandlik  $H$  ga ko'tariladi va shu holatda qotirib qo'yiladi, u lo'kidondan ozod qilinganda pastga tushib, namunani sindiradi va yana qandaydir  $h$  balandlikka ko'tariladi. Zarbiy qovushqoqlik  $K C$  ( $J/sm^2$ ) namunani sindirish uchun sarflangan mayatnik bajargan ish bilan aniqlanadi: Bunda:  $A$  — namunani sindirishga sarflangan ish bo'lib, mayatnikning uringuncha va uringandan keyingi energiyasining farqi sifatida aniqlanadi,  $\lambda F$  — namunaning singan joydagi ko'ndalang kesim yuzasi,  $sm^2$ .

## 6.2. Mustahkamlik, qattqlik, zarbiy qovushqoqlik, ishqalanib yoyilishga qarshilik

Qattqlik-metall yoki qotishmani sharik, konus, piramida ko'rinishidagi identorning botib kirishiga qarshilik ko'rsata olish qobiliyatidir.

Qovushqoqlik-metall yoki qotishmaning tashqi kuchlar bajar-gan ishini o'zining plastik deformatsiyalari hisobiga ko'ra singdirishi, ya'ni tashqi kuchlar ta'siriga sinmasdan qarshilik ko'rsatish xususiyatidir.

Toliqishtakror-o'zgaruvchan yuklamalar ta'sirida asta-sekin mikrodarzarlar paydo bo'lishi va kengayishi, metall donlari orasida bog'lanishning kuchsizlanishi hamda ozgina zo'riqishdan yemirish jarayonidir.

Yoyiluvchanlik metall yoki qotishmaning doimiy temperaturada o'zgarmas (statik) yuklamalar ta'sirida plastik deformatsiyalanish xususiyatidir.

Yuqori temperaturadagi yoyiluvchanlik va mustahkamlik qotishmalarning issiqlikka chidamliligi bilan xarakterlanadi.

Tashqi yuklamalar ta'sirida namunani sinash jarayonida, uning shakl va o'lchamlarini o'zgartiruvchi deformatsiya sodir bo'ladi. Kuchlanish olingandan so'ng yo'qoladigan deformatsiya elastik deformatsiya deb ataladi. Bunday deformatsiyada kristall panjara-dagi atomlar panjara parametrlari (o'lchami) dan katta bo'lmagan masofada siljiydi.

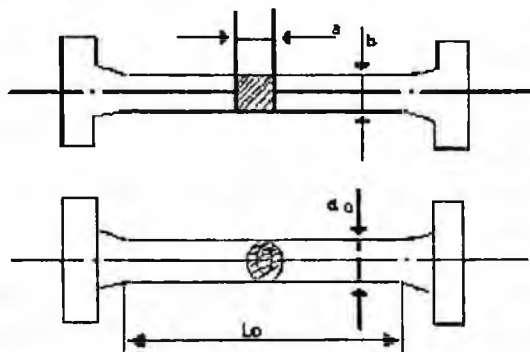
Agar kuchlanish ta'siri to'xtasada, deformatsiya saqlanib qolsa, u holda qoldiq deformatsiya deyiladi. Qoldiq deformatsiya namunani yemirmay (buzmasdan) faqatgina uning shaklini o'zgartirsa, plastik deformatsiya deb ataladi. Plastik deformatsiyada atomlar kristall panjara parametri (o'lchamlari) dan ham kattaroq masofaga siljishi sodir bo'ladi.

Mexanikaviy-sinashlar kuchlanish xarakteriga ko'ra, statik, dinamik, siklik o'zgaruvchan ishorali sinashlarga bo'linadi. Statik sinashda namunaga qo'yilgan yuklama doimiy ravishda juda sekin noldan maksimal qiymatgacha o'zgarib boradi. Cho'zishga, siqishga, egilishga, buralishga kabi sinashlar shular jumlasidandir. Sinash uchun namunalarning o'lcham va shakllari standart bo'yicha tayyorlanadi (10-rasm).

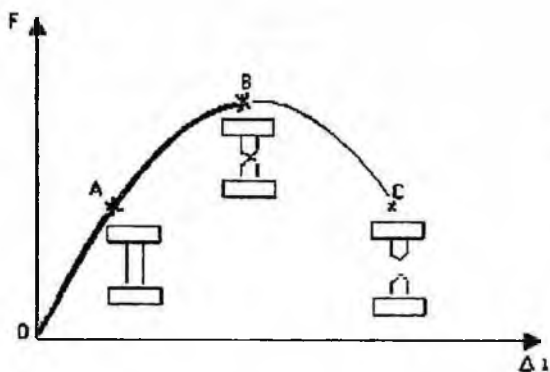
Dinamik yuklamalar sekundning yuzdan bir ulushi davrida ta'sir etib, zarb xarakterga ega bo'ladi. Siklik yoki o'zgaruvchan ishorali yuklamalar qiymati hamda yo'nalishi bir yo'la o'zgaruvchan bo'ladi.

Uzoq vaqt davomida qiymati hamda yo'nalishi o'zgaruvchan yuklamalarni ko'p martalab ta'sir ettirish orqali charchash yoki toli-qish mustahkamligiga sinab ko'riladi.

Agar namunani cho'zuvchi kuchlar ta'sirida deformatsiyalanish jarayonini ko'zdan kechirganda, 3 ta aniq sohani kuzatish mumkin. (6.7-rasm).



6.7-rasm. Tajriba uchun ishlatiladigan namunalarning sxematik tuzilishi



6.8-rasm

*OA*-uchastka to'g'ri chiziq bo'lib, o'z navbatida yuklama bilan cho'zilish proporsionalligi bilan xarakterlanadi. Bu uchastkada elastik deformatsiya kuzatiladi, yuklama olingandan so'ng u yo'qoladi, ya'ni namuna o'z shakli va razmerlarini o'zgartirmaydi.

*AV*-uchastka esa namunani qaytmas deformatsiyasi bilan xarakterlanadi. *V* nuqtada yuklama oshmasada «bo'yin» hosil bo'ladi.

*VS*-uchastka esa yuklamaning kamayishi va namunani plastik deformatsiyalanishini davom etishi bilan xarakterlanib, *VS* uchastkaning oxiri *S* nuqtada esa uning yemirilishi sodir bo'ladi.

Kuchlanish va deformatsiyaning bog'lanishi proporsionallik koeffitsienti  $E$  bilan o'rnatiladi va u quyidagi  $\sigma = E \cdot \varepsilon$  ko'rinishda ifodalanadi. Bunda  $\sigma = \frac{F}{A_0}$ ;  $\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0}$ . Proporsional-

lik koeffitsienti  $E$  normal elastiklik moduli deyilib, *MP* larda o'lchanadi. Diagrammadan burchak tangensi sifatida hisoblanadi, ya'ni,  $\operatorname{tg} \alpha = E = \sigma / \varepsilon$ .

Namunani cho'zganda uning uzunligi oshsada, lekin uning diametri kamayadi. Ko'ndalang kesimidagi razmerlarini (diametrini) o'zgarishini bo'ylama yo'nalishidagi o'zgarishlar (uzunligini oshishi)ga nisbati Puasson koeffitsienti deyiladi va u («» bilan belgilanadi:

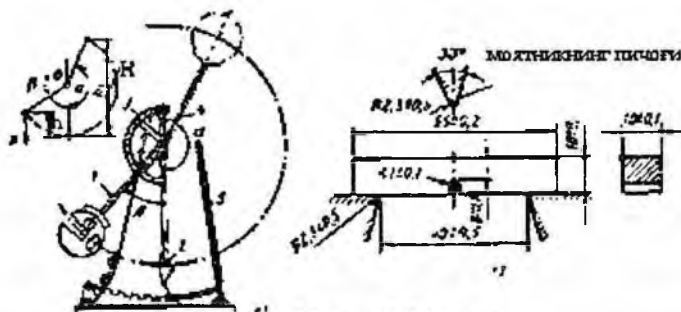
$$\nu = \frac{\varepsilon_t}{\varepsilon} \text{ bu yerda } \varepsilon_t = \frac{A_0 - A_1}{A_0}.$$

Metallar zarbiy qovushqoqlikka maxsus mayatnikli kopyorda sinaladi (12-rasm, a) Sinash uchun standart keltirilgan namuna kopr tayanchlariga o'rnatiladi. Belgilangan massaga ega bo'lgan mayatnik ma'lum balandlik  $N$  ga ko'tariladi va shu holatda qotirib qo'yiladi, u lukidondan ozod qilinganda pastga tushib namunani sindiradi va yana qandaydir  $h$  balandlikka ko'tariladi. Zarbiy qovushqoqlik  $KCU$ ,  $KCV$  yoki  $KCT$  bilan belgilanadi,  $U$ ,  $V$  va  $T$  kuchlanish konsentratrlarining turini ko'rsatadi.

Zarbiy qovushqoqlik  $KC$  ( $MJ/m^2$ ) namunani sindirish uchun sarflangan mayatnikning bajargan ishi bilan aniqlanadi va quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$Kc U = W/A$ , bu yerda  $W$  namunani sindirish uchun sarflangan ish bo'lib, mayatnikni urilguncha va urilgandan keyingi energiyasining farqi sifatida aniqlanadi,  $MJ/A$  - namunaning singan joyidagi ko'ndalang kesim yuzasi ( $m^2$ ).

$W = PH(\cos(-\cos\alpha))$ , bu yerda  $R$  - mayatnik massasi,  $kg$ ;  $N$  - mayatnik o'qidan uning og'irlik markazigacha bo'lgan masofa; ( $\alpha$  - zarbga qadar mayatnikni ko'tarilish burchagi, ( $\alpha$  - namuna singandan so'ng mayatnikni ko'tarilish burchagi.

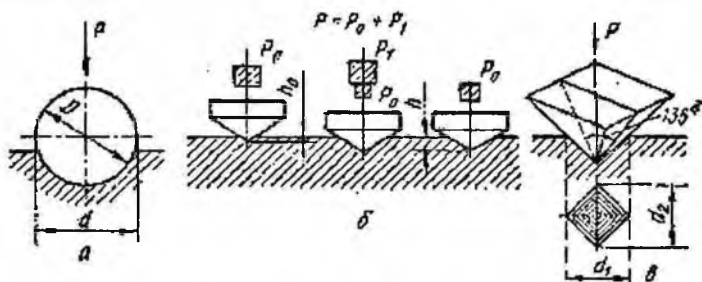


6.9-rasm. Mayatnikli kopyor

Ba'zan namunani yemirish uchun sarflangan ishni aniqlashda quyidagi formuladan foydalaniladi:  $W = P(H-h)$ , bu yerda  $H$ ,  $h$  - mayatnikni mos ravishda zarbgacha va undan keyingi ko'tarilish balandligi,  $m$ . (6.9-rasm)

Qattqlikka sinash-mexanik xossalarni aniqlashning eng sodda va tez usullaridan bo'lganligidan ishlab chiqarish sharoitida keng tarqalgan.

Qattqlikka sinashning turli usullari mavjud, shulardan eng ko'p tarqalganlari Brinel, Rokvell va Vikkers usullari hisoblanadi (6. 10-rasm).



6. 10-rasm. Qattqlikni o'lash: a) Brinel usuli b) Rokvell usuli v) Vikkers usuli

Brinel usulining mohiyati shundan iboratki, diametri 2, 5; 5 yoki 10 mm bo'lgan toblangan po'lat sharchaga mos ravishda 1, 8;7, 5 va 30 kN yuklama bilan sinalayotgan sirtga botiriladi. Namuna sirtida qoladigan (6. 10-rasm, a) iz diametri bo'yicha qattqlik aniqlanadi. Iz diametri darajalarga bo'lingan maxsus lupa bilan o'lchanadi. Amalda iz diametri bo'yicha NV bilan belgilangan qattqlik sonini aniqlash imkonini beradigan jadvallardan foydalaniladi. Bu usul bilan toblanmagan metall va qotishmalarning (prokat, pokovka, quyma va h. k) qattqligini aniqlash mumkin.

Bu usul bilan o'lchangan qattqlik bo'yicha metallning cho'zilishidagi mustahkamligi haqida hukm chiqarish mumkin, Chunki qattqlik bilan mustahkamlik o'rtasida quyidagi bog'lanish mavjud: pokovka va prokatlar uchun  $(u=(0, 34 \dots 0, 36)HB)$ ; po'lat quymalar uchun  $(u=(0, 3 \dots 0, 4)HB)$ ; kul rang cho'yan uchun  $(u=0, 12 HB)$  Shunday qilib, qattqlik qotishmalarning mustahkamlik xossalarini belgilovchi xarakteristika bo'lib xizmat qiladi.

Qattqlik soni HB quyidagi aniqlanadi:

$$HB = \frac{P}{A} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Qattqlikni Rokvell usulida o'lashda, sinalayotgan metallga 1, 588 mm diametrli po'lat sharni yoki uchidagi burchagi 120 gradus bo'lgan konussimon olmos uchlikni botirish yo'li bilan amalga oshiriladi. (13-rasm, b) Brinel usulidan farqli ravishda,



qattqlik sharcha yoki uchlik izining diametri bo'yicha emas, balki uning botish chuqurligi bo'yicha aniqlanadi.

Uchlik ketma-ket qo'yiladigan ikki xil yuklama ta'sirida botiriladi: dastlab 100 *N*, keyin uzil-kesil 1000, 600, 1500 *N* yuklama bilan botiriladi. Qattqlik hosil qilingan iz chuqurligini o'lchab aniqlanadi. Qattiq metallarning qattqligini aniqlash uchun 1500 *N*, toblangan po'lat, bronza, latun va boshqa yumshoq materiallarning qattqligini aniqlash uchun 1000 *N* ga teng yuklama qo'yiladi. O'ta qattiq materiallarni sinash uchun olmos uchliklar 600 *N* yuklama bilan botiriladi. Botish chuqurligi avtomatik tarzda o'lchanadi. Qattqlik esa *A*, *B*, *S* shkalalardan biri bo'yicha aniqlanadi va mos ravishda *HRA*, *HRB*, *HRC* bilan belgilanadi. Rokvell bo'yicha qattqlik shartli birliklarda aniqlanadi. Qattqlik birligi sifatida uchlikni 0,002 mm ga o'qi bo'ylab siljishdagi mos kattalik qabul qilingan. Qattqlik quyidagi formulalar bo'yicha aniqlanadi. *A* va *S* shkalalar bo'yicha o'lchanganda

$$HR=100-e;$$

V shkala bo'yicha o'lchanganda esa

$$HR=130-e.$$

Kattalik *e* quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$e = \frac{h - h_0}{0,002},$$

bu yerda  $h_0$ -dastlabki yuklamada uchlikni botib kirish chuqurligi, *h*-asosiy yuklama ta'sirida uchlikni botib kirish chuqurligi hisoblanadi.

Rokvell bo'yicha qattqlik *HRA* (600 *N* yuklama ostida olmos konus bilan sinashda) *HRC* (xuddi shunday 1500 *N* yuklamada) va *HRB* (1000 *N* yuklama ostida po'lat shar bilan sinashda) belgilanadi va asbob shkalasi bo'yicha ko'rsatiladi. *HRA* va *HRC* qiymatlari orasida quyidagi bog'lanish mavjud:  $HRC=2HRA-104$

Vickers usuli yumshoq materiallarning ham, Shuningdek, juda qattiq metall va qotishmalarning (qalinligi 0,3 mm gacha bo'lgan) hamda sementitlangan, sianlangan, azotlangan va boshqa yupqa sirtqi qatlamlarning qattqliklarini o'lchash uchun yaroqli. Bunda sinalayotgan namunaga uchidagi burchagi 136 gradus (13-rasm, v) bo'lgan to'rt qirrali olmos piramida botiriladi. Bunday sinov vaqtida 50 *N* dan 1200 *N* gacha bo'lgan yuklamadan foydalanish mumkin. Hosil qilingan izning diagonali mikroskop ostida o'lchanadi (mikroskop qattqlikni aniqlash asbobi tarkibiga kiradi).

Vickers bo'yicha qattqlik soni  $HV$  belgilanadi va u quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

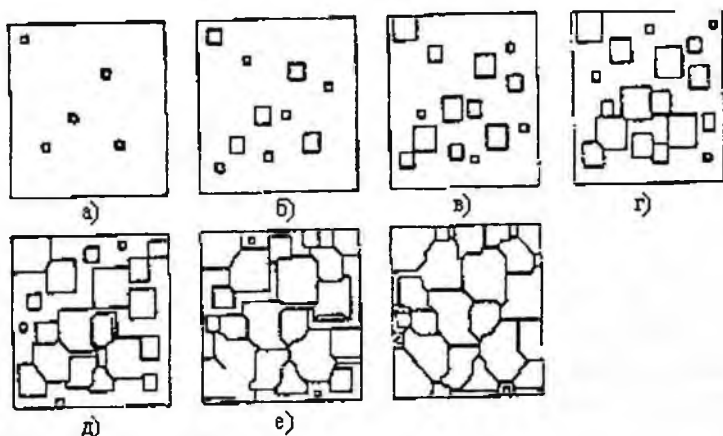
$$HB = 0,1854 \frac{P}{d^2};$$

bu yerda  $R$ -yuklama,  $d$ -izning diagonal uzunligi.

Amalda esa, qattqlik  $HB$  ni aniqlash uchun  $d$  ning qiymatiga mos holda tuzilgan maxsus jadvallardan foydalaniladi.

Jismlarning asosiy agregat holatlari bo'lmish: gazsimon, suyuq, qattiq holatlarda bo'lishi tashqi faktorlar (temperatura yoki bosim) ga bog'liq bo'ladi. Ko'pincha barcha o'zgarishlar o'zgarimas bosimda bo'lgani uchun ham, faqat bitta faktor temperatura hisobga olinadi.

Metall suyuq holatdan qattiq holatga o'tayotganda unda fazaviy kristall panjaralar hosil bo'ladi. Bu jarayon kristallanish deyiladi. Kristallanish bilan bog'liq o'zgarishlar ko'p jihatdan metallarning xossalarini belgilab beradi. Kristallanish jarayonlarini o'rganish shuni ko'rsatadiki, suyuq metallda atomlar uzluksiz harakatlanadi, temperatura pasayishi bilan harakat sustlashib, atomlar o'zaro yaqinlashadi va kristallanish markazlari deb ataladigan kristallarda to'planadi. Shundan so'ng bu kristallarga yangi hosil bo'lgan kristallar birikadi. Bir vaqtning o'zida yangi markazlar ham paydo bo'ladi. Shunday qilib, kristallanish jarayoni ikkita: kristallanish markazlari paydo bo'lishi va bu markazlar atrofida kristallarning o'sish bosqichidan tashkil topadi.



6. 11-rasm. Metallarning kristallanish jarayonining sxemasi

Kristallanish mexanizmi 6.11-rasmda ko'rsatilgan. Dastlab kristallar hech qanday to'sqinliksiz o'sadi (6.11-rasm, a) va ular panjaralarning to'g'ri tuzilishini saqlaydi. Kristallarning keyingi harakati vaqtida ular o'zaro to'qnashadi va kristallarning hosil bo'lgan guruhleri noto'g'ri shaklga kiradi, lekin har bir kristall o'zining kichik shakli to'g'riligini saqlaydi. Kristallarning bunday guruhlariga donlar deyiladi (6.11-rasm sm b, d). Turli o'lchamli donlarning chegaralari 6.11-rasm, e da ko'rsatilgan.

Kristallanish oxirida donlarning kattaligi va soni kristallanish markazlarining paydo bo'lishi va kristallarning o'sishi tezligiga bog'liq, bu ham esa o'z navbatida qotayotgan metallning sovitish tezligi bilan aniqlanadi. Sovitish tezligini oshirish esa kristallanish markazlarining paydo bo'lishi kristallarning o'sish tezligiga nisbatan ko'proq ortishiga olib keladi. Shuning uchun ham bunday holda metaldagi donlarning razmeri kichik bo'ladi, donlarning o'lchamlari metallning eksplutatsion xossalari ta'sir qiladi. Yirik donli metallning zarbga qarshiligi past bo'ladi, bunday metallga ishlov berish juda qiyin. Donlarning o'lchamlari metall tabiatiga va uning kristallanish sharoitiga bog'liq.

### **6.3. Mexanik xossalarni aniqlash usullari**

Zamonaviy konstruksion materiallarning xossalari juda keng va turli xil talablar qo'yiladi. Metall va qotishmalarning barcha xossalari ularning tarkibiga va ichki tuzilishiga bog'liq. Konstruksion materialning tarkibi va tuzilishi haqida to'liq ma'lumot olish maqsadida turli metodlardan foydalaniladi.

Qotishmaning ximiyaviy tarkibi ximiyaviy va spektral analiz yordamida aniqlanadi. Ximiyaviy analiz ximiyaviy elementlar miqdori haqida aniq ma'lumot bersada, lekin u uzoq vaqtni talab etadi. Spektral analiz juda aniqlikni ta'minlamasada, biroq bir necha minut davomida kerakli ma'lumotni olish mumkin. Shuning uchun ham u metallurgik va quyish sexlarida erish jarayonida qotishmani ekspress analiz qilish maqsadida qo'llaniladi.

Spektral analiz bilan qizdirilgan metallardan tarqalayotgan yorug'liklar spektriga qarab metall va qotishmalarning ximiyaviy tarkibini aniqlash mumkin.

Konstruksion materiallarni makro va mikroanaliz qilish yoki makrostruktural analizda oddiy ko'z yoki lupa yordamida metallning singan joyi va makroshlifi bo'yicha uning strukturasi

o'rganiladi. Makro analiz uchun namunaning bironta sirti silliq-  
lanadi va unga reaktiv (maxsus eritma) lar ta'sir ettiriladi.  
Namunaning ana shu yo'l va metod bilan tayyorlangan yuzasi  
makro-shlif deb ataladi. Makroshlifni bevosita yoki lupa orqali  
qaraganda ko'rinadigan strukturasi makrostruktura deyiladi.  
Makroanaliz yordamida prokat, pokovkadagi darzlar, gaz  
pufakchalarining o'rni, cho'kish bo'shliqlari, tolalarning yo'nalish-  
lari aniqlanadi.

Mikroanalizda struktura 3500 marta, elektron mikroskoplarda  
esa hatto 25000 marta kattalashtirilgan mikroshliflar bo'yicha  
aniqlanadi.

Turli metal va qotishmalardan tayyorlanadigan mikro-shliflar  
(asosan, silindr, kub yoki parallelepiped shaklida) ning diametri 10.  
. . . 15 mm, balandligiesha 10. . . 15 mmga teng bo'lib, ularni hosil  
qilish daturlicha reaktivlar ishlatiladi. Masalan, temir-uglerodli  
qotishmalarning strukturasi aniqlashda nitrat kislotaning spirtidagi  
4 % li eritmasidan reaktiv sifatida foydalaniladi. Mikroanalizlar  
metall sifatini har tomonlama o'rganish imkonini beradi:  
Shuningdek, metall strukturasi tashkil etuvchilarni, donlarining  
shakli va o'lchamlarini, sirt ostidagi mikronuqsonlarni, metallmas  
aralashmalarni, termik ishlov berish sifatini aniqlash imkonini  
beradi. Sinashlar o'tkazmasdan turib, mikrostrukturaga qarab  
metallning mexanik xossalarini qoniqarsizligi sababini tushuntirish  
mumkin. Mikroshliflar mayin jilvirlanib yoki jilolanib tayyor-  
lanadi.

Tekshirilishi talab etiladigan konstruksion materiallarning  
strukturasi yanada aniqroq analiz qilish uchun hozirgi vaqtda  
kattalashtirishi juda yuqori bo'lgan (100000 martagacha) elektron  
mikroskoplardan keng foydalaniladi. Lekin metall va qotishmalar  
uchun, 7000-25000 marta kattalashtiruvchi mikroskoplardan  
foydalanish kifoya qiladi.

Rentgenostrukturali analizda rentgen nurlari orqali metall va  
qotishmalarning ichki tuzilishi tekshiriladi, kristall panjaralarning  
turi va zaruriy parametrlari aniqlanadi, shu bilan birgalikda  
metallidagi ichki nuqsonlar (begona qo'shilmalar, bo'shliqlar, ichki  
darzlar va h. k) ni topish imkonini beradi.

Magnitaviy defektoskopiya ferromagnetik (po'lat, nikel,  
kobalt) larni tekshirish va ularda 2 mm chuqurlikdagi nuqsonlarni,  
masalan, payvand choklarni, bo'shliqlarni, darzlarni metallmas

aralashmalarni aniqlash imkonini beradi. Nuqsonli joylarning magnit o'tkazuvchanligi kichik bo'lib, magnit kuch chiziqlari tarqoq bo'ladi va bu chiziqlar nuqsonli joylarni aylanib o'tib, magnit qutblarida tutashadi.

Ultratovushli defektoskopiya istalgan chuqurlikdagi buyum sifatini samarali tekshirish imkonini beradi. Ultratovush to'lqini buyum sirtiga yo'naltiriladi, ultratovush metallning butun qalinligi orqali o'tadi. Nuqsonlar bo'lmasa, tovush to'lqinlari normal yo'sinda tarqaladi. Agar to'lqin yo'lga biron nuqsonga duch kelsa, ultratovush intensivligi o'zgaradi. Intensivlikning o'zgarishiga qarab nuqson aniqlanadi.

Ultratovushli defektoskopiya pokovka, prokat, trubinaalarning rotorlari, relsdagi nuqsonlarni aniqlashda keng qo'llaniladi.

Konstruksion qotishmalar fizik, ximik, mexanik, texnologik xossalar kompleksiga ega hisoblanadi. Metallarning fizik xossalari unga uning rangi, zichligi, suyuqlanish temperaturasi, issiqlik o'tkazuvchanligi, issiqdan kengayuvchanligi, issiqlik sig'imi, elektr o'tkazuvchanligi, magnit xossalari kiradi. Metall va qotishmalarining ximiyaviy xossalari, ularning oksidlanishi, tashqi muhit, havo, namlik, kislota va boshqalarning ta'siridan yemirilishiga qarshilik ko'rsatish qobiliyati bilan belgilanadi. Metall va qotishmalarining texnologik xossalari ularni texnologik ishlash (quyish, bolg'alash, payvandlash, kesib ishlash va h. k) uchun zaruriy xossalarni ko'rsatuvchi, masalan, suyuq holatda oquvchanlik, bolg'alayuvchanlik, payvandlanuvchanlik, kesib ishlanuvchanlik kabi qator xossalari kiradi. Yuqorida aytib o'tilgan qator texnologik xossalar darslik va qo'llanmalarning taalluqli bo'limlarida ko'rib o'tiladi.

Biz bu paragrafda mexanik xossalar va ularni aniqlash metodlarini ko'rib chiqamiz. Qotishmalarining mexanik xossalari turli temperatura, kuchlanishning turli xil sharoitlarida o'rganiladi. Umuman olganda, metallarning mexanik xossalari ularning tashqi kuchlarga qarshilik ko'rsata olish xususiyatini belgilaydi.

Mustahkamlik-metall yoki qotishmaning deformatsiyalanish va yemirilishga qarshilik ko'rsatish qobiliyati.

Plastiklik-metall yoki qotishmaning yemirilmasdan o'z shakli va o'lchamlarini o'zgartirish qobiliyati. Plastiklik foyizlarda o'lchanadigan nisbiy ko'rsatkichlar bilan xarakterlanadi.

### 7.1. Mustahkamlik chegarasi

Deformatsiya (lot. *deformatio* — buzilish) — 1) fizikada — tashqi kuch, temperatura, elektr va magnit maydonlari taʼsirida jism shakli va oʻlchamlarining oʻzgarishi. Elastik va plastik xillari bor. Tashqi kuch taʼsiri toʻxtagandan keyin deformatsiya yoʻqolsa (jism oʻz holiga qaytsa) elastik deformatsiya, saqlansa (jism oʻz holiga qaytmasa) plastik deformatsiya yuz beradi. Elastiklik va plastiklik nazariyasida qattiq jism deformatsiyasiga oid harakat va kuchlanish oʻrganiladi. Elastik deformatsiyalanuvchi qattiq jism yoʻq. har qanday qattiq jism tashqi kuch taʼsirida plastik deformatsiyalanadi. Plastik deformatsiya temperatura, tashqi kuch va deformatsiya tezligiga bogʻliq. Tashqi kuch maʼlum vaqt davomida bir xil taʼsir qilib tursa, deformatsiya vaqt oʻtgan sari oʻzgara boradi; bu hodisaga yoyiluvchanlik deyiladi. Temperatura koʻtarilishi bilan yoyiluvchanlik ortadi. Tashqi kuch ortib borgandagi deformatsiya aktiv (faol), tashqi kuch kamayib borgandagi deformatsiya passiv (sust) deformatsiya deyiladi. deformatsiyaning choʻzilish, siqilish, egilish, buralish xillari mavjud. Mutlaq deformatsiyaning jism boshlangʻich oʻlchami (shakli)ga nisbati nisbiy deformatsiya deyiladi. deformatsiya qonunlari materiallar qarshiligi, puxtaligi, inshootlar mustahkamligi va h.k.ni hisoblashda tatbiq qilinadi; 2) geologiyada — tektonik harakatlar natijasida tog jinslarining shakli va hajmi oʻzgarishi. deformatsiyaga uchragan tog jinslarining tarkibi baʼzan butunlay oʻzgarib ketadi. Plastiklik (yun. *Plastikos* — ishlovga moyillik) — tashqi kuch yoki zoʻriqish (kuchlanish) taʼsirida qattiq jismlarning oʻlchamlari va shakli dastlabki holiga qaytmaydigan boʻlib oʻzgarish (plastik deformatsiyalanish) xossasi. Materiallarga bosim bilan ishlov berish (bolgʻalash, presslash va boshqalar) imkonini belgilaydi. Tashqi kuch taʼsirida kristall panjara atomlari orasidagi oʻzaro taʼsir kuchlari oʻzgaradi (deformatsiyalanadi). Plastik deformatsiyalanishda panjara atomlari bir-biriga nisbatan koʻchadi, oqibatda kristall qatlamlarning bir-biriga nisbatan siljishi, kristall panjara buzilishi, issiqlik harakati tufayli jism atom tuzilishining oʻzgarishi kuzatiladi. Jismning moʻrtligi, plastikligi sharoitga bogʻliq. Maʼlum bir sharoitda (mas, yuqori temperaturada) uning bunday xossalari butunlay yoʻqoladi. Metallarning plastik holatiga oʻtishi maʼlum

sharoitda ro'y beradi, bu holat chegaraviy holat deb yuritiladi. Jismlarning plastik deformatsiyalanish tezligi, temperatura va jismning tuzilishiga bog'liq.

## 7.2. Plastik deformatsiyadan keyin birlikni tiklash

Plastik deformatsiyaning turli xillari mavjud. O'zdiffuzion va diffuzion plastik deformatsiyada tashqi siquvchi kuch ta'sirida kristallarning atom qatlamlari shu kuch ta'sir etayotgan sirtidan boshqa joyga siljiydi. Bunda massa ko'chishi sirt bo'yicha yoki kristall hajmi bo'yicha o'zdiffuziya tufayli amalga oshadi. Dislokatsion plastikda kristallografik tekislikdagi sirpanish kristallning plastik deformatsiyalanishiga sabab bo'ladi. Sirpanish har xil sodir bo'ladi: dastlab, u tekislikning bir zonasida yuz berayotgan bo'lsa, bu zonaning chegarasi butun tekislikka yoyiladi. Sirpanishning yoyish chegarasi dislokatsiya chizig'i yokidislokatsiya deyiladi. Kraudion plastik kristalddagi zich joylashgan atom katorlari bo'ylab atomlar quyuqlanmasi (kraudinlar) hosil bo'lishiga asoslangan. Kristall sirtiga tig' botirilsa, atomlar shu sohadan uzoqlashadi, natijada tig' botirilayotgan sirtidan ma'lum masofada atom konsentratsiyasi oshadi Kristallda tugunlararo atomlar hosil bo'ladi.

Kraudion plastiklik: I — tig' botirilguncha; II — tig' botirilganda atomlar quyuqlanmasi hosil bo'ladi; III — shaklning uzil-kesil o'zgarishi. Kristallda tugunlararo atomlar hosil bo'ladi.

Plastikni ba'zi jismlarda e'tiborga olmaslik mumkin, bunday jismlar mutlaq elastik (qayishqoq) jismlar hisoblanadi. Har bir jismning xossalari plastik bo'yicha guruhlarga ajratib o'rganiladi. Mas kristallar, polikristallar, monokristallar, amorf jismlar plastikligi va boshqa Jismlarning qovushqoqligi ham ularning plastikligini belgilaydi. Tutash muhitlar mexanikasida jismlar bir jinsli, uzluksiz deb faraz qilinadi, mas, kristall panjara atomlari orasidagi masofa hisobga olinmaydi. Plastik materiallarning buzilmasdan katta qoldiq deformatsiya (plastik deformatsiya) hosil qilishidir. Materiallarning P. ligi ularning cho'zilgandagi uzayishiga qarab baholanadi. Qattiq jismlar plastikligini o'rganish amaliy ahamiyatga ega. Detallarni tayyorlash texnologiyasida, inshootlar qurishda, metallarni bosim bilan qayta ishlash va kesishda P. ning asosiy qonun-qoidalariga rioya qilinadi.

Elastik deformatsiya. Qattiq modda tashqi kuchlar tomonidan ballarning nisbiy pozitsiyasini o'zgartirish uchun ta'sir qiladi. Tashqi kuch o'chirilganda, qattiq moddalar dastlabki holatning «elastik deformatsiyasini» tiklaydi. Tashqi kuch o'chirilsa va uning asl shakliga qaytarib berilmasa, u «paranormal deformatsiya» deb nomlanadi. Ob'ektning turli xil kuch sharoitlari tufayli elastik chegara ichida to'rtta asosiy elastik deformatsiyaning turlari mavjud: gravitatsiya va siqishni deformatsiyasi; kesish; egilish deformatsiyasi va bug deformatsiyasi.

Jismga ta'sir etuvchi kuchlarning o'zgarishi natijasida jismning shaklining o'zgarishi deformatsiya deb yuritiladi. Deformatsiyalangan jismning turli qismlari orasida paydo bo'ladigan kuchlar, tashqi kuchlardan farqli ravishda ichki kuchlar yoki zo'riqishlar deb ataladi. Umumiy holda jismga ta'sir qilayotgan kuchlar bilan deformatsiyalarni bog'lovchi qonunlar juda murakkab bo'ladi. Shuning uchun bog'lanishni tajribada olingan bog'lanish orqali tasavvur qilish maqsadga muvofiq. Buning uchun quyidagi kattaliklarni kiritamiz:

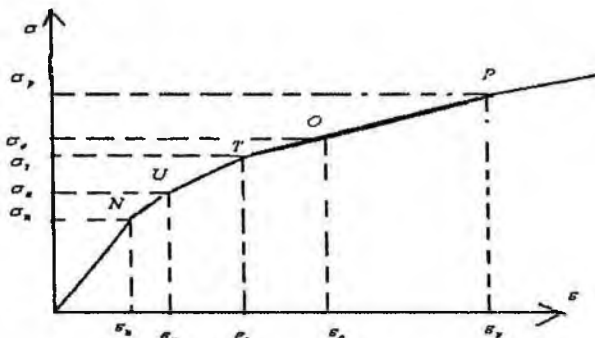
$$1) \text{ Nisbiy uzayish } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (1)$$

bunda  $\Delta l$ - sterjenning biror  $l$  uzunlikda kesmasining bir jinsli deformatsiyasi, ya'ni bir jinsli sterjenning hamma bo'laklarining bir xil cho'zilish holidagi deformatsiyasi.

$$2) \text{ Mexanik kuchlanish } \sigma = \frac{F}{S} \quad (2)$$

bunda  $F$ - bir jinsli sterjenning muvozanat shartida deformatsiyalangan holda har qanday ko'ndalang kesimida shu kesim bo'yicha tekis taqsimlangan ichki kuchlar,  $S$ - sterjen ko'ndalang kesimining yuzi. Demak, mexanik kuchlanish deb sterjen ko'ndalang kesimining birlik yuziga ta'sir etuvchi zo'riqish (ichki kuch) kattaligiga aytiladi. Cho'zayotgan  $F$  kuch yoki  $\sigma$  kuchlanishi asta-sekin biriktirib borib, nisbiy uzayishni deformatsiya  $\varepsilon$  qayd qilamiz. Olingan natijani quyidagi grafikga tushiramiz:





7.1-rasm. Nisbiy uzayishni deformatsiya  $\varepsilon$

Kuchlanish deformatsiya ya'ni  $\sigma(\varepsilon)$  bog'lanishning o dan  $\varepsilon_n$  gacha sohasi proporsional soha bo'ladi, 0 dan  $\sigma_n$  gacha soha materialning elastik deformatsiyalar sohasidir.  $\sigma(\varepsilon)$  bog'lanishning elastiklik chegarasidan tashqarida yotgan qismi plastik deformatsiyalar sohasi deb ataladi. Sterjenga qo'yilgan kuch qandaydir maksimal qiymatga (P nuqta) erishgandan so'ng qayta kamaytirilayotganda kuchlanishning ayni o'sha qiymatlarida deformatsiyalar qiymati kattaroq bo'ladi va namunaga qo'yilgan kuchni butunlay olib tashlaganda deformatsiyalar nolga teng bo'lmaydi, bu holda sterjenga qoldiq deformatsiyalar paydo bo'ldi deb yuritiladi. N va T nuqtalar oralig'ida elastiklik chegarasida to'g'ri keladigan nuqta U yotadi. T nuqtadan boshlab esa egri biror qismida deformatsiya o'qiga deyarli parallel bo'lib boradi bu qoida qo'llanishlar deyarli ortmaydi, deformatsiyalar esa ortadi. Egri chiziqning T nuqtadan boshlanadigan sohasi oquvchanlik yoki plastik deformatsiyalar sohasi deb ataladi.  $\sigma(\varepsilon)$  egri chiziqning bosh qismi to'g'ri chiziqdir va bunda kuchlanish bilan deformatsiya N nuqttagacha to'g'ri proporsionallik qonuni bilan bog'langan  $\sigma = E\varepsilon$  (3) bu munosabat Guk qonuni deb ataladi,  $E$  o'zgarmas proporsionallik koeffitsienti  $E$  – Yung moduli deb yuritiladi. Sterjenning cho'zilishi yoki siqilishidagi deformatsiyalar juda sodda bo'ladi. Sterjen deformatsiyalanganda uning ko'ndalang kesimi ham o'zgaradi: cho'zilishda ko'ndalang kesimlar kichrayadi, siqilishda esa kattalashadi, bunday ekanligi tajribada o'lchab topilgan. Tajriba sterjen ko'ndalang kesimi  $\varepsilon_n$  kamayishi uning uzayishi deformatsiyasi  $\varepsilon$  ga proporsional ekanini ko'rsatadi. Kub shaklidagi jismni deformatsiyasini qarasaq, uning ko'ndalang

yuzini (ya'ni cho'zilish kuchlanishlariga normal bo'lgan yo'q) chegaralab turgan qirraning nisbiy

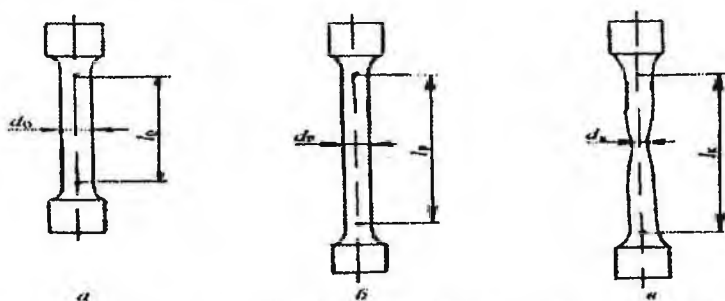
$$\text{qisqarishi } \varepsilon_n = \mu \varepsilon \quad (4)$$

bo'ladi, bu yerda  $\mu$  -Puasson koeffitsienti deb ataladi. Bir jinsli izotrop material uchun  $\mu < \frac{1}{2}$

### Cho'zilishga sinash

Cho'zib sinash bilan materialning mexanik xossalari to'g'risida to'la ma'lumot – informatsiya olinadi. Buning uchun maxsus silindrik (ko'ndalang kesimi doira) yoki yassi (ko'ndalang kesimi to'g'ri to'rtburchak) namunalar olinadi. Silindrik namunalarning geometrik o'lchamlari Gost 1497-84 bo'yicha olinadi: bunda  $l_0 = 2,82\sqrt{F_0}$ ;  $l_0 = 5,65\sqrt{F_0}$ ;  $l_0 = 11,3\sqrt{F_0}$  bo'ladi:  $l_0$  - dastlabki namuna uzunligi;  $F_0$  - namunani hisobiy ko'ndalang kesimi dastlabki yuzasi. Silindrik namunani dastlabki hisobi uzunligini ( $l_0$ ) dastlabki diametriyaga ( $d_0$ ) nisbati, ya'ni  $l_0/d_0$  **namunani karraliligi** («kratnost») deyiladi. Amalda 2, 5; 5 va 10 karrali namunalar ishlatiladi, eng ko'p ishlatiladigani 5.

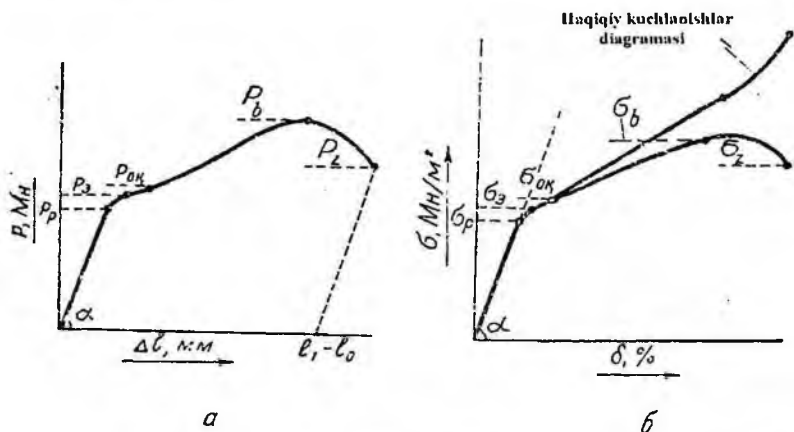
Quyidagi rasmda (7. 2-rasm) namunali cho'zilish davridagi holatlari ko'rsatilgan.



7. 2- Rasm. Silindrik namunaning har xil bosqichlaridagi cho'zilish sxemasi:

a – sinashgacha bo'lgan namuna ( $l_0$  va  $d_0$  - dastlabki hisobiy uzunlik va diametr); b – eng katta kuchgacha cho'zilgan namuna. ( $l_p$  - hisobiy uzunlik,  $d_p$  - bir tekis deformatsiyalangan joyidagi namuna diametri); v – uzilgandan so'nggi namuna ( $l_k$  - natijaviy namuna uzunligi;  $d_k$  - uzilgan joydagi eng kichik diametr).

Namuna cho'zish mashinasiga vertikal holda o'rnatilib – mahkamlab cho'zib uziladi.



7. 3-rasm. Cho'zish va kuchlanish diagrammalari : a – cho'zish diagrammasi; b – cho'zishda kuchlanishlar diagrammasi va haqiqiy kuchlanishlar diagrammasi.

### Metall va qotishmalarning cho'zilishdagi mustahkamligini sinash

Metall va qotishmalarning cho'zilishdagi mustahkamligini sinashda ularning elastiklik chegarasi, proporsionallik chegarasi, elastiklik moduli, oquvchanlik chegarasi, mustahkamlik chegarasi, nisbiy uzayishi va nisbiy torayishi (ingichkalanishi) aniqlanadi.

Namunada qoldiq deformatsiya hosil bo'la boshlash paytiga to'g'ri keladigan kuchlanish **elastiklik chegarasi** deb ataladi va  $\sigma_e$  bilan belgilanadi:

$$\sigma_e = R_e / F_0 ; \text{Mn} / \text{m}^2 (10^{-1} \text{ kg} / \text{mm}^2),$$

bu yerda  $R_e$  - elastiklik chegarasiga to'g'ri kelgan yuklama, Mn hisobida;

$F_0$  - namunaning sinashdan oldingi ko'ndalang kesim yuzi,  $\text{m}^2$  hisobida.

Namunaning uzayishi bilan kuchlanish orasidagi proporsionallikning buzilish paytiga to'g'ri kelgan kuchlanish **proporsionallik chegarasi** deb ataladi va  $\sigma_r$  bilan belgilanadi:

$$\sigma_r = R_r / F_0 ; \text{Mn} / \text{m}^2 (10^{-1} \text{ kg} / \text{mm}^2),$$

$R_r$  - proporsionallik chegarasiga to'g'ri kelgan yuklama, Mn hisobida;

$F_0$  – namunaning sinashdan oldingi kundalang kesim yuzi,  $m^2$  hisobida.

Cho‘zish diagrammasida ordinatalar o‘qiga yuklama ( $R$ ) qiymatlar, abstsissalar o‘qiga esa absolyut uzayish ( $\nabla l$ ) qiymatlari qo‘yiladi.

Dastlab, namunaning uzayishi yuklamaga proporsional ravishda boradi, ya‘ni namunaning uzayishi bilan yuklama orasidagi bog‘lanish to‘g‘ri chiziq bilan ifodalanadi, bu proporsionallik yuklamaning  $R_r$  qiymatigacha-proporsionallik chegarasiga davom etadi. Proporsionallik chegarasigacha **Guk qonuni** uz kuchini saqlaydi:

$$\sigma = E \cdot \delta$$

bu yerda  $\sigma$ -cho‘zish vaqtidagi normal kuchlanish;

$\delta$ -nisbiy uzayish;

$E$ -proporsionallik koeffitsienti (elastiklik moduli).

Yuqoridagi munosabatlardan elastiklik modulini topamiz:

$$E = \sigma / \delta = (\sigma \cdot l_0) / \nabla l; \text{ Mn/m}^2 \text{ (} 10^{-1} \text{ kg/mm}^2 \text{)}.$$

Binobarin, normal kuchlanishning elastik nisbiy uzayishga bo‘lgan nisbatiga son jihatidan teng kattalik **elastiklik moduli** deb ataladi.

Diagrammaning kuchlanishlar proporsional o‘zgaradigan qismi abstsissalar o‘ki bilan  $\alpha$  burchak hosil qilganligidan (rasmga qarang):

$$\text{tg} \alpha = \sigma / \delta$$

bo‘ladi, demak, elastiklik modulini grafik tarzda quyidagicha aniqlash mumkin:

$$E = \text{tg} \alpha.$$

Proporsionallik chegarasiga namunada faqat elastik deformatsiya sodir bo‘ladi. Agar yuklama olinsa, namuna dastlabki holatiga qaytadi. Yuklama  $R_r$  qiymatidan oshirilsa, namunaning uzayishi bilan kuchlanish orasidagi proporsionallik buzilib, namunada qoldiq deformatsiya paydo bo‘ladi. Namunada ana shunday qoldiq deformatsiya hosil qiladigan yuklama elastiklik chegarasi yuklamasi ( $R_e$ ) deb ataladi. Elastiklik chegarasida qoldiq deformatsiya qiymati juda kichik (namuna dastlabki uzunligining 0, 005 foyizigacha) bo‘lganligidan  $R_e$  yuklama  $R_r$  yuklamaga juda yaqin turadi (rasmga qarang).

Yuklamaning qiymati  $R_e$  dan oshirilsa, egri chiziq o‘ng tomonga ancha og‘ib, so‘ngra deyarli gorizontol vaziyatga keladi,

bu hol namunaning cho'zuvchi kuch ta'sir etmasa ham uzaya borishini ko'rsatadi. Bunda namuna guyo oqadi, shuning uchun egri chiziqning ana shu gorizontal qismiga to'g'ri keladigan yuklama **oquvchanlik chegarasidagi yuklama** ( $R_{ok}$ ) deb ataladi. Agar namunani cho'zishda egri chiziqqa gorizontal qism hosil bo'lmasa, namuna dastlabki uzunligining 0, 2 foiziga teng qoldiq deformatsiya hosil qiladigan yuklama oquvchanlik chegarasidagi yuklama deb qabul qilinadi va  $R_{0,2}$  bilan belgilanadi.

Oquvchanlik chegarasidagi yuklamaning namuna ko'ndalang kesim yuziga nisbatan shu namuna **oquvchanligining fizik chegarasi** deyiladi va  $\sigma_{ok}$  bilan belgilanadi:

$$\sigma_{ok} = R_{ok} / F_0; \text{ Mn} / \text{m}^2 (10^{-1} \text{kg/mm}^2),$$

bu yerda  $R_{ok}$  -oquvchanlik chegarasidagi yuklama,  $Mn$  hisobida;

$F_0$  – namuna kundalang kesimining yuzi,  $\text{m}^2$  hisobida.

Namunaning qoldiq uzayishi dastlabki uzunlikning 0, 2 foiziga teng bo'lgan paytga to'g'ri keluvchi kuchlanish **oquvchanlikning shartli chegarasi** deb ataladi va  $\sigma_{0,2}$  bilan belgilanadi:

$$\sigma_{0,2} = R_{0,2} / F_0; \text{ Mn} / \text{m}^2 (10^{-1} \text{kg/mm}^2),$$

bu yerda  $R_{0,2}$  -namunaning qoldiq uzayishi dastlabki uzunligining 0, 2 foiziga teng bo'lgan paytga to'g'ri keluvchi yuklama,  $Mn$  hisobida;

$F_0$  -namuna kundalang kesimining yuzi,  $\text{m}^2$  hisobida.

Oquvchanlik chegarasidan so'ng metallning kuchlanishi o'zining eng yuqori qiymatiga yetadi. Kuchlanishning ana shu qiymatidagi yuklama **mustahkamlik chegarasidagi yuklama** deb ataladi va  $R_b$  bilan belgilanadi (rasmga qarang). Yuklama  $R_b$  qiymatiga yetgach namunada buyin hosil bo'la boshlaydi, buning natijasida yuklama pasaya boradi. Nihoyat, yuklamaning qiymati  $R_z$  ga tushganda namuna uziladi. Yuklamaning ana shu qiymati ( $R_z$ ) namunaning **uzilish paytidagi yuklama** deb ataladi.

Mustahkamlik chegarasidagi yuklamaning yuklama ta'sir ettirilishidan oldingi kundalang kesim yuziga nisbati **mustahkamlik chegarasi** deb ataladi va  $\sigma_b$  bilan belgilanadi:

$$\sigma_b = R_b / F_0; \text{ Mn} / \text{m}^2 (10^{-1} \text{kg/mm}^2),$$

bu yerda  $R_b$  -namunaga ta'sir etgan eng katta yuklama,  $Mn$  hisobida:

$F_0$  -namunaning yuklama ta'sir ettirilishida oldingi ko'ndalang kesim yuzi,  $\text{m}^2$  hisobida.

Binobarin,  $R_z/F\delta$  nisbatan namunaning uzilishiga ko'rsatgan haqiqiy qarshiligi yoki mustahkamligining haqiqiy chegarasi deb ataladi.

Namuna cho'zilganda uning uzayib, kundalang kesim yuzi kichrayadi.

Metall yoki qotishmaning plastikliгинi ikkita kattalik: nisbiy uzayish va nisbiy torayish deb ataladigan kattaliklar aks ettiradi.

Namunaning nisbiy uzayishi quyidagi formuladan topiladi:

$$\delta = (l_1 - l_0) * 100\% / l_0$$

bu yerda  $\delta$ -namunaning nisbiy uzayishi, % hisobida;

$l_1$ -namunaning sinashdan keyingi uzunligi;

$l_0$ -uning sinashdan oldingi uzunligi.

Binobarin, % hisobida ifodalangan  $(l_1 - l_0) / l_0$  nisbat nisbiy uzayish deb ataladi. Namunaning nisbiy torayishi quyidagi formuladan topiladi:

$$\varphi = (F_0 - F_b) * 100\% / F_0$$

bu yerda  $\varphi$ -namunaning nisbiy torayishi, % hisobida;

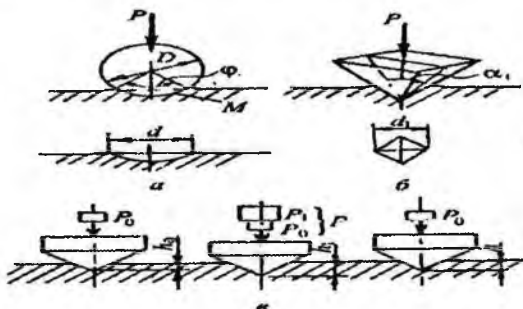
$F_0$ -namuna kundalang kesimning sinashdan oldingi yuzi;

$F_b$ -uning (buyinning) sinashdan keyingi yuzi.

Demak, % hisobida ifodalangan  $(F_0 - F_b) / F_0$  nisbat nisbiy torayish deb ataladi.

### Materiallarni qattiqligini sinash

Materiallarni qattiqligi bu uni yuzasiga botirilayotgan qattiq jism – indikatoriga ko'rsatilayotgan qarshiligidir.



7.4-rasm. Qattiqlikni sinash usullari sxemalari. a-Brinell usuli, b-Vickers usuli, v-Rokvell usuli.

Indikator sifatida toblangan po'lat shar yoki konus yoki piramida shaklidagi olmosli uchlik qabul qilinadi. Brinell usulida

namuna yuzasiga po'lat shar botirilganda qolgan izning yuzasiga qarab; Rokvell usulida namuna yuzasiga olmos konus yoki po'lat shar botirilganda ular qoldirgan izning chuqurligiga qarab; Vikkers usulida olmos piramida qoldirgan iz yuzasining kattaligiga qarab qattqlik aniqlanadi. (7.4-rasm).

### **7.3. Siqilish, siljish va buralish deformatsiyasi**

Real metall va qotishmalarda zarrachalar bir-birlariga nisbatan har xil yo'nalishda joylashgan. Har bir zarrachalarning chegaralari dislokatsiyalar chiqishi uchun to'siq.

Dislokatsiyalar shu to'siqlar - zarrachalar chegaralarida yig'iladi. Zarrachalarning har xil joylashganligi, ularning deformatsiyalarini ham har xil bo'lishga olib keladi. Chunki qo'yilgan nisbatan oson sirpanish tekisliklari va ularning yo'nalishlari har xil.

Deformatsiya bir necha sirpanish tizimlari bo'yicha bo'ladi; sirpanish tekisliklari buraladi, egiladi. Qo'yilgan tashqi kuch ortgan sari zarrachalarning bir-biriga nisbatan joylashish farqlari kamayadi, - kuch qo'yilgan yo'nalish bo'yicha cho'ziladilar va deformatsiya strukturasi tashkil qiladilar.

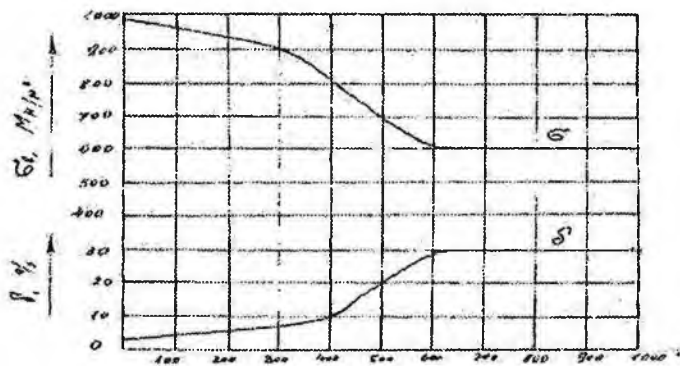
Zarrachalarda sirpanishlarning ko'pligi, dislokatsiyalar zichligini ortishi - ko'payishi, kristallik strukturadagi nuqtaviy nuqsonlarning ortishi materialni puxtalanishga olib keladi; bu hodisaga «naklep» deyiladi. Bunda oquvchanlik chegarasi oshib, plastikli pasayadi. Bu hodisa ma'lum chegaragacha bo'ladi: kuch ortavergach, ma'lum chegaradan boshlab metallda darzlar paydo bo'lib metall buziladi. Darzlar dislokatsiyalar yig'ilgan yerda paydo bo'ladi.

Temperaturaning deformatsiyalangan metallar strukturasi va xossalari ta'siri

S.S. Shteynberg tadqiqotlariga ko'ra, metallni deformatsiyalash uchun sarf qilingan energiyaning 90% issiqlik energiyasi tarzida ajralib chiqadi, 10% metallda ichki kuchlanish hosil qiladi. Ichki kuchlanish 3 turga bo'linadi: 1 - tur kuchlanishlar makrohajmlarda, ya'ni butun metall hajmida, 2 - tur kuchlanishlar ayrim donalar - zarrachalar hajmida, 3 - tur kuchlanishlar esa ayrim kristall panjaralar doirasida muvozanatlashadi. 3 - tur kuchlanishlar ta'sirida kristall panjara buziladi - atomlar muvozanat holatidan siljiydi.

## Makrohajmdagi kuchlanish

(1-tur) katta bo'lsa, detalni bir qismi yetarli yeyilib, hajm kamayishi natijasida detal muvozanati buziladi (sinadi, egiladi....), ya'ni deformatsiyalanadi. Ayrim donalar hajmidagi kuchlanishlarga metallning deformatsiyasi uchun sarf qilingan energiyaning hisobga olmasa ham bo'ladigan darajadagi qismi to'g'ri keladi. (S. S. Shteynberg 1% gasi). Binobarin, plastik deformatsiya jarayonida metall xossalari o'zgarishi uchinchi - 3 tur kuchlanishlardan, ya'ni kristall panjaraning buzilishidan kelib chiqadi.



7. 5-rasm. Qizdirib bosim bilan ishlash haroratiga ko'ra metall xossalari o'zgarish sxemasi

### Harorat (°C)

Plastik deformatsiyalangan metall termodinamik jihatdan ancha beqaror bo'ladi, Chunki erkin energiya darajasi yuqori bo'ladi. Metallni struktura jihatdan barqaror holatga qaytaruvchi hodisalar bo'lishi kerak. Bunday hodisalar jumlasiga siljish natijasida buzilgan kristall panjarani asliga qaytaruvchi hodisalar va donalarning o'sish hodisalari kiradi. Atomlar juda kichik oraliqqa siljigani uchun, qaytaruvchi hodisalar yuqori harorat talab qilmaydi. Uncha yuqori bo'lmagan temperaturadayoq buzilgan kristall panjarani asliga qaytaradi va metallning dastlabki mexanik xossalari bir qadar tiklanadi. Bu temir uchun 300-400°S.

Deformatsiyalangan metallni qizdirish jarayonida shu metall xossalari deformatsiyalanishdan oldingi holiga kelishi rekristallanish – qaytish yoki xordiq deyiladi. Bunda metallning qattiqligi va puxtaligi 20-30% pasayadi, plastikligi ortadi.



**Qaytish jarayonida** metallning ichki tuzilishi uncha o'zgar olmaydi, shu sababli mexanik xossalari to'la tiklanmaydi. Ba'zi fizik xossalari to'la tiklanadi: elektr o'tkazuvchanligi. Barcha xossalarni to'la tiklash uchun yuqoriroq temperaturagacha qizdirish kerak.

Plastik deformatsiyalangan metall kristall panjarasining buzilishi notekis tarqalgan; shunday joylari bo'ladiki, bu joylarda ichki kuchlanishlar konsentratsiyasi ayniqsa yuqori, erkin energiya darajasi ortiq bo'ladi. Shu joylar termodinamik jihatdan eng beqaror bo'ladi, metall qizdirilganda aynan shu joydagi kristall panjalar hammadan oldin tiklana boshlaydi va kristall panjarasi tiklanmagan qismlar hisobiga o'sa boshlaydi. Kristall panjarasi o'z holiga kelgan mikrohajmlar yangi donalar o'sadigan markazlar bo'lib qoladi. Bunday markazlar hosil bo'lishi va ularning buzilgan kristallar hisobiga o'zgarishga rekristallanish deb ataladi. Bunda deformatsiyalanishdan oldingi donalar hosil bo'ladi - metall yangidan kristallanadi.

**Rekristallanish** temperaturasi bilan suyuqlanish temperaturasi orasida quyidagi bog'lanish bor:

$$T_{\text{ryoqr}} = \alpha \cdot T_{\text{Suyuq}}$$

$\alpha$  - metallning tozaligi bog'liq koeffitsient.

Texnik toza metallar uchun  $\alpha = 0, 3-0, 4$ .

Qotishmalarning rekristallanish temperaturasi ancha yuqori:  $\alpha = 0, 8$  gacha boradi. Masalan, tarkibida 0, 5% uglerod bo'lgan po'latning suyuqlanish temperaturasi  $\sim 1500^{\circ}\text{C}$  ga teng, rekristallanish temperaturasi  $T_{\text{ryoqr}} = 0, 8 \cdot 1500 = 1200^{\circ}\text{S}$ .

Rekristallanish temperaturasidan yuqori temperaturalarda sodir bo'ladigan plastik deformatsiya natijasida metall kristall panjarasidagi atomlar siljisa va metall puxtalansada, ammo shu temperaturada bo'ladigan rekristallanish protsessi bu puxtalikni yo'qotadi.

Rekristallanish temperaturasidan yuqori temperaturada ishlash - qizdirib bosim bilan ishlash ("goryachaya obrabotka") deyiladi. Pastroq temperaturada ishlash - sovuqlayin bosim bilan ishlash deyiladi.

## 8-BOB. TEMIR VA UNING QOTISHMALARI

### 8.1. Temir va uning qotishmalari

**Temir-uglerod qotishmalari.** Uglerodning  $\gamma$ -Fe da yaxshi,  $\alpha$ -Fe da esa juda kam erish xususiyati po'lat va cho'yanlardagi termik ishlov jarayonining asosini tashkil qiladi.

Temir uglerod bilan o'zaro ta'sirlashib, qattiq eritma, kimyoviy birikma va mexanik aralashmalarni hosil qilishi mumkin. Temir qotishmalariga legirlovchi elementlarning ta'siri ham xilma-xildir. Legirlovchi elementlar uglerodning temirda erish darajasiga ham ta'sir ko'rsatib, uzlari aloxida karbidlarni ham hosil qilishlari mumkin. Legirlangan po'latda muvozanatdagi  $\alpha$ -qattiq eritma – ferrit qatori hosil bo'lishi mumkin (masalan, Mo, W, Al, Si, Co va x. k. ). Shunga o'xshash Mn, Ni, Co kabi elementlar temirda to'xtovsiz erib,  $\gamma$  - qattiq eritmani hosil qiladi, ba'zi elementlar esa (C, N, Cr, Cu)  $\gamma$  - qattiq eritma hosil bo'lish chegarasini kengaytiradi va x. k.

Temir-uglerod sistemasida quyidagi fazalar mavjud: suyuq qotishma, qattiq eritmalar (ferrit va austenit), kimyoviy birikma (sementit) va uglerod sof grafit holatda bo'lishi mumkin. Bundan tashqari Fe-C holat diagrammasida perlit va ledeburit kabi mexanik aralashmalar ham hosil bo'ladi.

Uglerodning  $\alpha$ - temirdagi qattiq eritmasi **ferrit** deb ataladi, uglerodning  $\gamma$ - temirdagi qattiq eritmasi esa **austenit** deb ataladi. Lekin  $\alpha$  – va  $\gamma$ - temirlarda ugleroddan tashqari yana boshqa metall va metall bo'lmagan elementlar ham erishi mumkin. Har bir metall va metall bo'lmagan elementning  $\alpha$ -temirdagi qattiq eritmasi ham ferrit,  $\gamma$ - temirdagi qattiq eritmasi esa uastenit deb ataladi.

Uglerod temir bilan o'zaro ta'sirlashib **sementit** ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) kimyoviy birikmani hosil qiladi. Bunday birikmaning qattiqligi juda katta ( $\text{HB} \approx 8000 \text{ MPa}$ ) bo'lgani bilan juda murtdir. Kristall panjaradagi atomlarning joylashishi romb shaklida bo'lib, o'lchamlarining qiymati quyidagicha:

$$a = 0,508 \text{ HM}; b = 6,673 \text{ HM}; c = 0,451 \text{ HM}.$$

Sementitning suyuqlanish temperaturasi aniq bir qiymatga ega emas, taxminan  $1250 - 1260^\circ \text{C}$  ga teng. Sementit yaxshi magnit xossalriga ega ham emas. Faqat kichik temperaturada kuchsiz magnit xossasiga ega,  $217^\circ \text{C}$  dan Yuqori temperaturada esa butunlay magnitsizlanadi.

Suyuq qotishmaning kristallanishi natijasida birlamchi sementit yoki qattiq holda diffuzion qayta taqsimlanishi natijasida ikkilamchi yoki uchlamchi sementitlar hosil bo'lishi mumkin. Ikkilamchi ( $S_{II}$ ) va uchlamchi ( $S_{III}$ ) sementitlar bekaror bo'lib, ma'lum temperaturagacha qizdirilganda qattiq eritma va grafitga parchalanishi mumkin.

Sementit kristall panjarasidagi uglerod o'rnini boshqa metallmas elementlar (masalan, O, N), temir o'rnini esa boshqa metall elementlar olishi mumkin (Mo, Cr, Mn va x. k. ). Kristall panjaradagi atomlarning bunday o'rin almashishi natijasida hosil bo'lgan qattiq eritma legirlangan sementit deb ataladi.

Uglerodning allotropik shakli **grafit** deb ataladi. U geksagonal kristall panjaraga ega bo'lib, qatlamlari o'zaro kuchsiz bog'langan bo'ladi. Shuning uchun grafit yumshoq bo'lib, mustahkamligi ham juda kam, suyuqlanish temperaturasi esa juda ham yuqori ( $3500^{\circ}\text{C}$ ), zichligi  $2,5\text{ g/sm}^3$  ga teng.

Grafit elektr toqini yaxshi o'tkazadi, Shuning uchun undan elektrodlar tayyorlanadi. Grafitning kimyoviy barqarorligi ham yuqoridir.

Temir-uglerod diagrammasida fazalarning o'zaro ta'sirlashuvi natijasida mexanik aralashmalar ham hosil bo'ladi. Ular uzlarining hosil bo'lish sharoitiga ega bo'lib, ma'lum qonuniyatlarga buysunadi.

## 8.2. Temir-uglerod holat diagrammasi

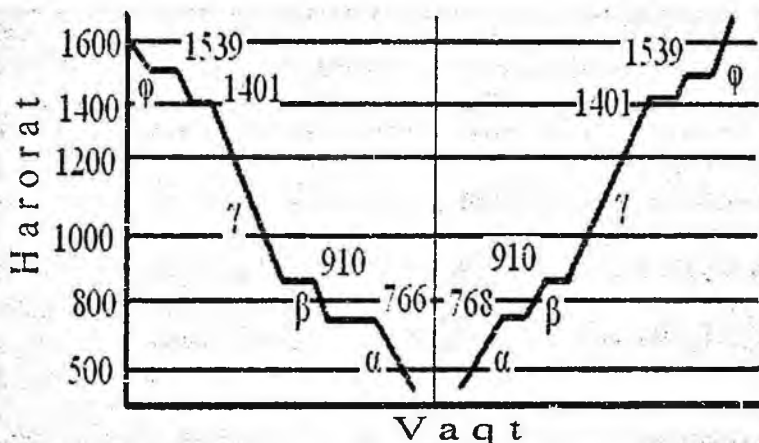
1868 yilda rus olimi D. K. Chernov tomonidan po'latdagi uglerodning miqdoriga qarab kritik nuqtalarni mavjudligi aniqlangan. Temirda uglerodni eng ko'p miqdori 6,67% bo'lib, bunda kimyoviy birikma hosil bo'ladi.

Temir-uglerod (Fe-S) holat diagrammasi po'lat va cho'yan haqida fundamental bilimlar beradi. Uglerod temir bilan kimyoviy birikma (sementit-temir karbidi  $\text{Fe}_3\text{C}$ ) yoki erkin holda grafit shaklida birikkan bo'lishi mumkin. Temir va uglerod aralashmasini o'rganishdan oldin temirni qizdirganda va sovitganda sodir bo'ladigan o'zgarishlar grafigini ko'ramiz

Grafikda temirni sovish va erish egri chizig'i berilgan. Ma'lumki temir  $1539^{\circ}\text{C}$  da eriydi. Temirni qizdirganda bir necha allotropik shakl o'zgarishi bo'lib o'tadi. Temirni qizdirganda va sovitganda egri chiziqlar birmuncha vaqt o'zgarmay turadi. Ular

pog'onalar bilan ifodalanadi. Bu pog'onalar temir soviganda ham, qiziganda ham unda o'zgarishlar sodir bo'lishini ko'rsatadi. Temirni qizdirganda sodir bo'ladigan bu o'zgarishlar vaqtida metallga berilgan issiqlikni o'ziga oladi, soviganda ro'y beradigan o'zgarishlar vaqtida metall dan issiqlik ajraladi.

Temir  $768^{\circ}\text{C}$  dan past bo'lgan haroratda magnit xossasiga ega bo'lib kristall panjarasi markazlashgan kub panjaradan iborat, temirning bu shakli a-temir deb ataladi.



8.1-rasm. Temirning sovish va erish grafigi

Harorat  $768^{\circ}\text{C}$  dan oshganda temir magnitsizlanadi. Bu shakli o'zgargan temirni b-temir deb yuritiladi.  $900-910^{\circ}\text{C}$  da temirda kristall panjara o'zgarib tomonlari markazlashgan kub shaklini oladi.

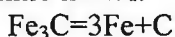
Temir va uglerod qotishmalarida  $910^{\circ}\text{C}$  da sodir bo'ladigan o'zgarishi, ayniqsa, katta ahamiyatga ega. Temirni Rentgen nurlari bilan tekshirganda, kristall panjaralarining o'zgarganligini ko'rish mumkin, bunda temirga berilgan issiqlik ana shu o'zgarishga sarf bo'lib, egri chiziq to'xtab pog'ona hosil qiladi va y-temirga aylanadi. Tomonlari markazlashgan panjara temirni  $1400^{\circ}\text{C}$  qizdirgungacha o'zgarmaydi va harorat  $1401^{\circ}\text{C}$  da temirda kristall panjara yana o'zgaradi va markazlashgan kub holiga o'tadi (y-temir). Metall suyuq holga kelganda kristall panjara buziladi va atomlar tartibsiz harakatda bo'ladi. Suyuq temirni sovitilgan vaqtda hamma o'zgarishi teskari tartibda takrorlanadi.

Temirning qattqlik holati 2 xil fazoviy kristall panjaraga ega bo'lgan 3 xil ko'rinishda bo'ladi.

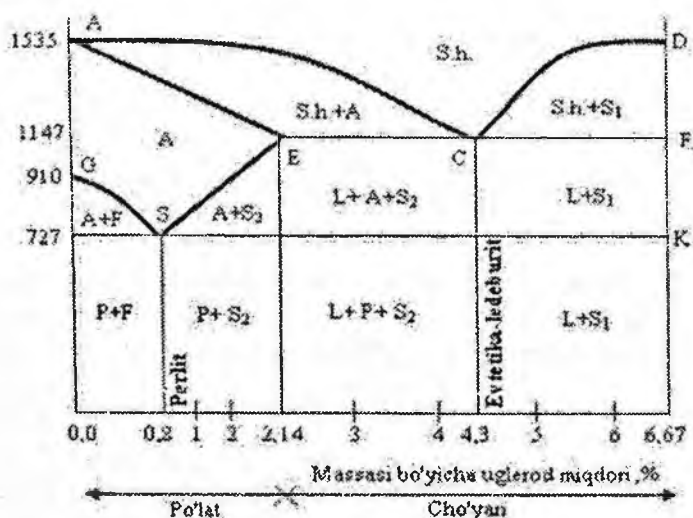
Uglerod atomlari temir panjarasida joylashganda uglerod temir bilan qattiq eritma hosil qiladi. Bu eritma ( $\alpha$ -Fe) *ferrit* deb, ( $\gamma$ -Fe) qattiq eritma *austenit* deb aytiladi.

Uglerod temirda yaxshi erimaydi. Uglerodning temirda eruvchanligi haroratga bog'liq:  $720^{\circ}\text{C}$  da uglerod maksimal 0,05% erishi mumkin, magnit xossasiga ega, elektr tokini yaxshi o'tkazadi, xona haroratida uglerod 0,006% gacha erigan holda bo'ladi. Austenitda ( $\gamma$ -Fe) uglerod 2,14% eriy oladi.  $1130^{\circ}\text{C}$  temirni anchagina uglerodni eritish qobiliyati bo'lib, termik va kimyoviy termik jarayonlarini bajarish imkoniyatini tug'diradi.

Bu birikmani sementit (temir karbidi  $\text{Fe}_3\text{C}$ ) deb yuritiladi. Sementit turg'unmas kimyoviy birikma bo'lib, katta haroratda bo'linib ketadi:



Shuning uchun o'rganilmoqchi bo'lgan diagrammani «Temir-sementit» yoki bo'lmasa «Temir-uglerod» holat diagrammasi deb yuritiladi. Temir-uglerod holat diagrammasi yuqorida qurilgan uslubda olingan kritik nuqtalar va haroratlar asosida masshtablarda chiziladi.



### Temir-uglerod qotishmalarining holat diagrammasi

8.2-rasm. Temir - uglerod holat diagrammasini tablili.

ACD chizig'i likvidus chizig'i bo'lib, uning yuqorisida joylashgan hamma qotishmalar suyuq holatda, AECF chizig'i esa solidus chizig'i bo'lib undan pastdan joylashgan hamma qotishmalar qattiq holatda bo'ladi.

Chiziqslarning tavsifi diagramma murakaab ekanini, ya'ni 1 va 2 tipdagi diagrammalar yig'indisidan tashkil topganligini ko'rsatadi. Bu yerda A nuqtadan E nuqttagacha 2 tipdagi va E dan F gacha 1 tipdagi diagrammalardir. Sovish jarayonida aralashmadagi uglerod miqdoridan qat'iy nazar AS chizig'i bo'ylab suyuq aralashmalardan qattiq eritmaning birinchi kristallari paydo bo'la boshlaydi, buni austenit deb yuritiladi.

Demak, ACE hududida aralashma ikki fazadan iborat bo'lib, suyuq aralashma va austenitdan tashkil topgan.

CD chizig'i bo'yicha suyuq aralashmadan qattiq sementitni kristallari paydo bo'la boshlaydi. 6, 67% C li sementitning bir qancha kristallari paydo bo'lib S nuqtada suyuq aralashmadagi qolgan sementit kristallanadi va evtektik aralashma hosil qilib (4, 3% S) 1147°C da qotadi. Demak, ECF chizig'ida sementit to'la qotib bo'ladi. CFD hududi ikki fazali aralashmadan iborat bo'lib, suyuq qotishma va sementitdan iborat. C nuqtada (4, 3% C) bir vaqtning o'zida austenit va sementit kristallanib evtektika, ledeburit hosil qiladi. Ledeburit, tarkibida 2, 14-6, 67% C bo'lgan hamma qotishmalarda mavjud bo'ladi va bu qotishmalarni cho'yan deb yuritiladi.

E nuqta temirni uglerod (2, 14%) bilan to'yingan nuqtasi hisoblanadi. E nuqtadan chap tomonda yotgan hamma qotishmalar to'la qotgan vaqtda austenitni bir o'zidan iborat bo'lib, bunday qotishmalar po'lat guruhini hosil qiladi.

Qotgan qotishmadagi o'zgarishlarni ko'ramiz. GSE, PSK va GPQ chiziqlari ko'rsatib turibdiki, qotgan aralashmalarda ham tuzilish o'zgarishlari yuz beradi. Qattiq holatdagi o'zgarishlar temir bir modifikasiyasi ikkinchi modifikasiyasiga o'tishda uglerodning temirda eruvchanligini o'zgarishi hisobiga bo'ladi.

Diagrammada AGSE hududida austenit (A) bo'lib, qotishma sovishi davomida austenitdan GS chizig'i bo'ylab ferrit ajraladi. Ferrit uglerodning  $Fe_\gamma$  dagi qattiq eritmasi, boshqacha qilib aytsak gamma temir ( $Fe_\gamma$ ) alfa temir ( $Fe_\alpha$ ) ga o'tadi. Bundan tashqari harorat 1147°C dan 727°C pasayishida uglerodning  $Fe_\gamma$  eruvchanligi 2, 14% dan 0, 8% gacha pasayadi.

Diagrammada SE chizig'i bo'yicha austenitdan ikkinchi sementit ajraladi. Bu sementit qattiq qotishmadan ajralib chiqadi.

GSP hududi ikki fazadan iborat, ya'ni ferrit va bo'linuvchi, o'zgaruvchi austenitdan iborat.

S nuqtada (0, 8%C) 2720C da hamma austenit bo'linib, o'zgarib ferrit va ikkilamchi sementitdan iborat mayin mexanik aralashma hosil qiladi. Ushbu evtetoid aralashma perlit deb ataladi. Tarkibida 0, 8% dan kam uglerod bo'lgan po'latlarni evtetoidgacha bo'lgan po'latlar va tarkibida 0, 8%-2, 14% C bo'lgan po'latlarni evtetoiddan keyingi po'latlar deb ataladi.

PSK chizig'i bo'yicha barcha qotishmalarda qoldiq hamma austenitdan perlit hosil bo'ladi. Shuning uchun PSK chizig'i perlit hosil qiluvchi chiziq deb yuritiladi.

### **Diagrammadan S va C nuqtalarni bir-biriga solishtirsak, quyidagilarni ko'ramiz**

1) C nuqtadan yuqorida suyuq aralashma, S nuqtadan pastda esa qotgan austenit bo'ladi

2) C nuqtada AC va CD chiziqlari uchrashgan bo'lib, suyuq aralashmadan kristall paydo bo'lishini ko'rsatadi. S nuqtadan GS va SE chiziqlari uchrashgan bo'lib, qotgan aralashmani ikkilamchi kristallanishini ko'rsatadi

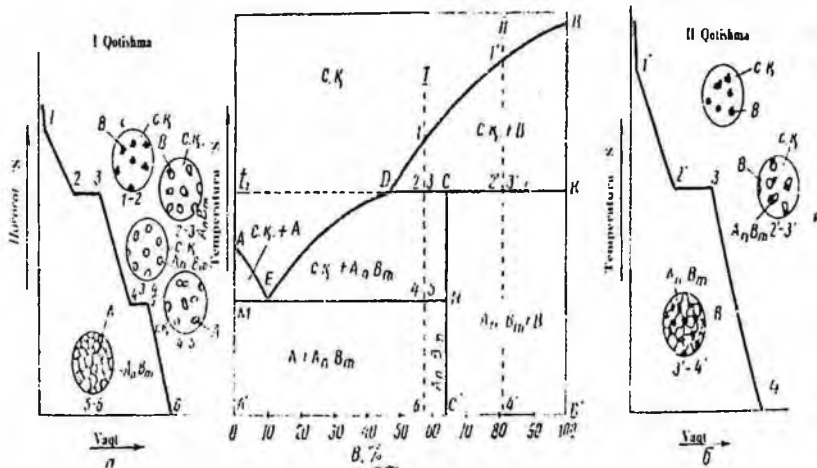
3) C nuqtada 4, 3% C li suyuq aralashma bo'lib, kristallanib ledeburit evtetika hosil qilsa, S nuqtada 0, 8% C li aralashma qayta kristallanib perlit hosil bo'ladi

4) C nuqta sathida FE evtetik-ladeburit chizig'i yotgan bo'lsa, S nuqta sathida RK chizig'i, evtetoid-perlit chizig'i yotibdi

5) C nuqta birlamchi kristallanish markazi bo'lsa, S nuqta qotishmaning ikkilamchi kristallanish markazi hisoblanadi.

### **8.3. Po'lat va cho'yanlarning komponentlari, fazalari va strukturasi tashkil qiluvchilar ularning hosil bo'lish sharoitlari, xossalari va ta'riflari.**

Komponentlari o'zaro ta'sir etib, beqaror kimyoviy birikma hosil qiladigan ikki komponentdan iborat tizimning holat diagrammasi va 1 va 2 – qotishmalarning sovish egri chiziqlari 8.3- rasm da ko'rsatilgan.



8.3 -rasm Beqaror kimyoviy birikma hosil qiladigan ikki komponentdan iborat sistemaning holat diagrammasi va hamda qotishmalarning sovish egri chiziqdari

A va V komponentlardan hosil bo'lgan  $A_nV_m$  kimyoviy birikma faqat  $t_1$  haroratgacha barqaror bo'ladi. Bu haroratdan yuqorida kimyoviy birikma tarkibi D nuqtadagi kabi suyuq qotishma bilan V kristallariga ajraladi. Suyuq qotishma sovitilganda esa teskari jarayon hosil bo'ladi. Bu jarayon ham peritektik jarayondir, ammo bunda yangi qattiq eritma hosil bo'lmay balki kimyoviy birikma hosil bo'ladi.

MEN-gorizontal chiziq evtektika hosil bo'lishiga, DCK-gorizontal chiziq esa beqaror kimyoviy birikma hosil bo'lishiga oiddir (tegishli).

Birlamchi kristallanish natijasida hosil bo'lgan fazalarida qattiq holatda ikkilamchi o'zgarishlar (ikkilamchi kristallanish) sodir bo'ladigan qotishmalarning holat diagrammasi **beshinchii tip holat diagrammasi** deb ataladi.

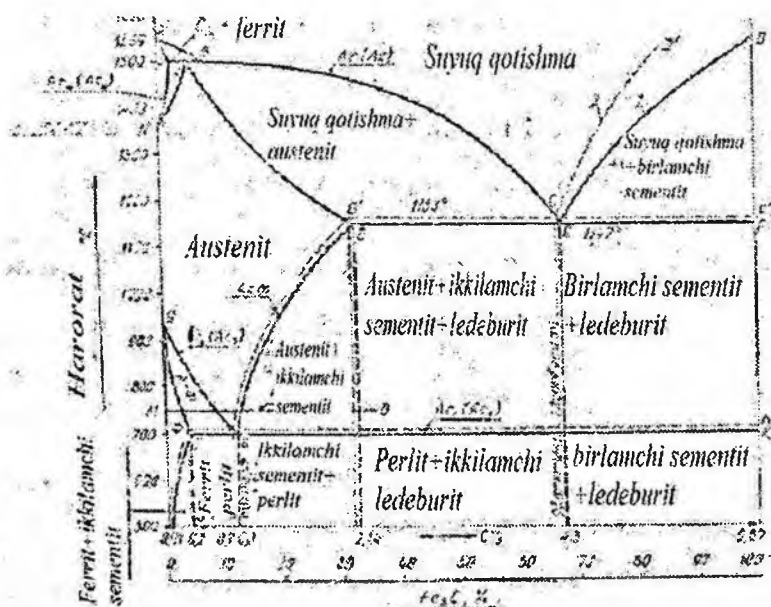
Qotishmada qattiq holatda sodir bo'ladigan ikkilamchi kristallanish (qayta kristallanish - rekristallanish) toza komponentlarning va kimyoviy birikmalarning allotropik shakl o'zgarishlar hosil qilishi, qattiq eritmalarning qisman yoki batamom parchalanishi yoxud qattiq eritmalarning tajriba tushuvi va boshqa o'zgarishlar bilan bog'liqdir.



Ikkilamchi kristallanish jarayonida ikkilamchi kristallar hosil bo'ladi. Ikkilamchi kristallanish qo'shimcha komponentlarining bo'lmaganda bittasi allotropik o'zgarish hosil qilganda bo'ladi.

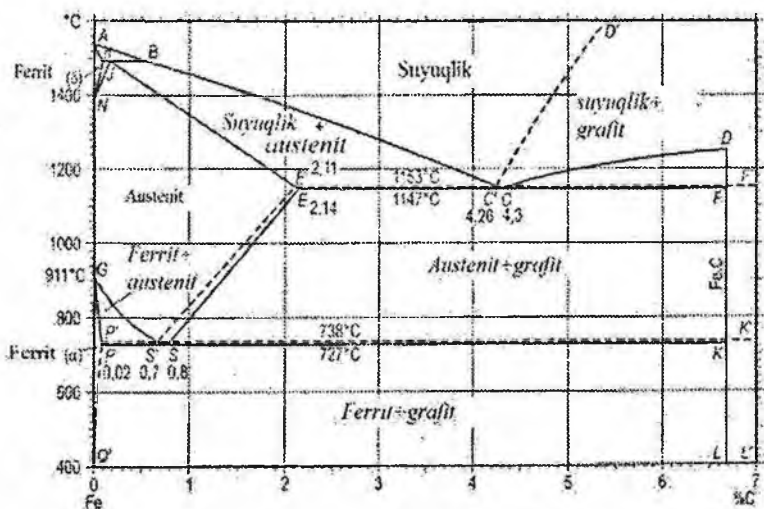
#### 8.4. Temir-sementit holat diagrammasidagi fazalar va kesmalar qoidasini qo'llash

Ikki xil holat diagrammalari mavjud bo'lib, birinchisi muvozanatda bo'lmagan sistema (metastabil) diagrammasi bo'lib, temir-sementit sistemasi o'zgarishlarini belgilasa, ikkinchisi turg'un (stabil) sistema diagrammasi bo'lib, temir-uglerod sistemasi o'zgarishlarini belgilaydi. Temir-sementit diagrammada metastabil sementit fazasi hosil bo'ladi, temir-uglerod diagrammasida esa uglerod barqarordir. Bu diagrammalar ikkita gorizontali chiziq – tarkib uqiga ega bo'lib, uglerod va sementitning qotishmadagi miqdorini belgilaydi. Amalda temir-uglerod qotishmalarining 6, 67% i uglerod tutgan, ya'ni 100 % sementit hosil qiladigan diagramma qismigina muhim ahamiyatga ega. 8. 4-rasm. Shuning uchun temir-uglerod diagrammasining ana shu qismigina tahlil tahlil va u temir-sementit diagrammasi deb ataladi



8.4-rasm.

Amalda faza o'zgarishlaridagi sovish temperaturasi isish temperaturasiga to'g'ri kelmasligi mumkin. Shuning uchun diagrammada sovish «r» belgi, isish esa «s» belgi bilan ifodalanadi. Barqaror diagramma uchun esa «e» belgi qo'llaniladi. Sovish (isish) egri chiziqlarida (8. 4-rasm) turta xususiy temperatura chiziqlari quyidagicha belgilanadi: AVS  $[A_{r1}(A_c)]$  – erish (sovish), NH  $[A_{r4}(A_{c4})]$  – polimorf o'zgarish;  $Fe_b \rightarrow Fe_\gamma$ ; GS  $[A_{r3}(A_{c3})]$  – polimorf o'zgarish  $Fe_\gamma \rightarrow Fe^\alpha$ , MO]  $A_{r2}(A_{c2})$  [ - temirdagi magnit o'zgarishini ko'rsatadi. Diagrammadagi ABCD likvidus chizig'i va AHIECF solidus chizig'i orasida birlamchi kristallanish sodir bo'ladi. Suyuq fazadan austenitning ajralib chiqishi AVS chizig'i bo'yicha bo'lsa, SD chizig'i esa suyuqlikdan sementitni parchalanishini ko'rsatadi. AN chizig'i ferrit bilan suyuq fazani mavjud bo'lish chegarasini belgilasa, AHN esa Yuqori temperaturali ferrit fazasini mavjudlik chegarasini belgilaydi. HIB peritektik gorizontali chiziq bo'lib, suyuq qotishma bilan ferritni o'zaro ta'sirlashuvidan, ya'ni peritektik reaksiya natijasida austenit hosil bo'ladi.



8.5-rasm. Temir-uglerod sistemasining beqaror (1) va barqaror (2) holat diagrammasining umumiy ko'rinishi.

ECF gorizontali chiziq esa evtektik reaksiya boradigan temperatura gorizontli bo'lib, evtektik mexanik aralashma

ledeburitning kristallanishini ko'rsatadi. PSK chizig'i esa austenitni parchalanishi natijasida ferrit va sementit hosil bo'lishini ko'rsatadi. Temir – sementit diagrammasidagi A nuqta temirning suyuqlanish temperaturasi, D nuqta sementitning suyuqlanish temperaturasi, N va G nuqtalar esa temirning allotropik shakl o'zgarish temperaturasi belgilaydi. Diagrammadagi N va R nuqtalar yuqori va past temperaturada uglerodni temirda erish darajasini belgilaydi. E nuqta uglerodning austenitda eng ko'p erish darajasini belgilaydi. Qolgan nuqtalar esa evtektik (ECF), evtektoid (PSK) va peretektik (HJB), izotermik o'zgarishlarning temperaturalarini belgilaydi.

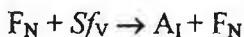
Qotishma tarkibidagi uglerodning miqdori 0, 02 – 2, 14 % ga teng bo'lsa, bunday qotishma *po'lat* deyiladi. Qotishma tarkibidagi uglerodning miqdori 2, 14% dan ortiq bo'lsa, bunday qotishma *cho'yan* deyiladi.

Kristallanish jarayonidagi parchalanishdan tashqari Fe – Fe<sub>3</sub>C diagrammada qattiq holda ham parchalanish sodir bo'ladi. Bu diagramma orqali po'lat va cho'yanlarda ro'y beradigan hamma o'zgarishlarni ta'riflash mumkin.

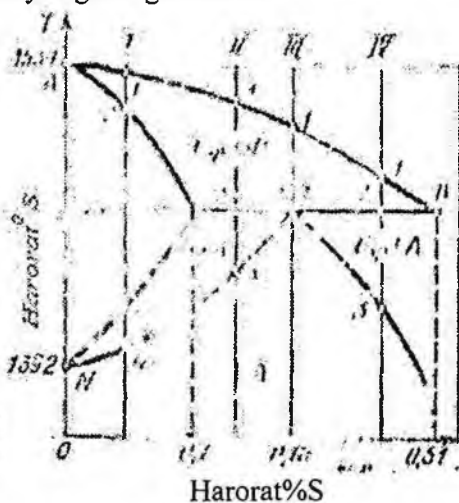
Diagrammaning yuqori temperaturada ro'y berayotgan o'zgarishlarini kuzatish uchun Fe – Fe<sub>3</sub>C diagrammaning ana shu qismi kattaroq qilib ko'rsatilgan 8. 5-rasmdan foydalanamiz. Diagrammadagi HJB gorizontall chiziq bo'yicha peretektik reaksiya sodir bo'ladi. Peretektik reaksiyaning sodir bo'lishi uchun po'latdagi uglerodning miqdori 0, 1% dan ko'p bo'lishi kerak (8. 5-rasmdagi H nuqta). Birinchi (I) qotishmaning kristallanishida peretektik reaksiya sodir bo'lmaydi. Diagrammadagi ABJHA maydonda suyuq faza va ferrit mavjud bo'lganligi uchun 1- va 2-nuqtalar orasida suyuq fazaning kristallanishi natijasida ferrit ajralib chiqadi. Sovish davom ettirilsa, 2-nuqtada kristallanish tamom bo'lib, 2- va 3-nuqtalar oralig'ida ferrit hosil bo'ladi (ferrit klassidagi po'latlar).

Sovitishning keyingi bosqichida (3- va 4-nuqtalar orasida) ferrit austenitga parchalanadi (Fe<sub>b</sub> → Fe<sub>γ</sub>). Ferritning austenitga parchalanishi 4-nuqtada tamom bo'lib, undan kam temperaturada faqat austenit fazasi mavjud bo'ladi. Ikkinchi (II) qotishma uchun ham 1- va 2-nuqtalar orasida suyuq fazadan ferrit parchalanadi, lekin parchalanmay qolgan suyuq fazaning o'zgarish temperatura (T=1499<sup>0</sup>C) dagi peretektik reaksiyasiga binoan austenit

parchalanadi, natijada 2- va 3- nuqtalar orasida austenit hamda ferrit hosil bo'ladi:



Bu reaksiyada qatnashayotgan fazalar quyidagi tarkibga ega bo'ladilar. Suyuq faza tarkibida uglerod miqdori V nuqta proyeksiyasi bilan belgilanadi; ferrit tarkibidagi uglerod N nuqta proyeksiyasi bilan belgilansa, austenitda esa uglerod miqdori J nuqta proyeksiyasiga to'g'ri keladi.

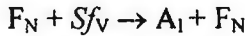


8. 6-rasm. Temir-uglerod sistemasining holat diagrammasining umumiy ko'riishi peritektik qismi

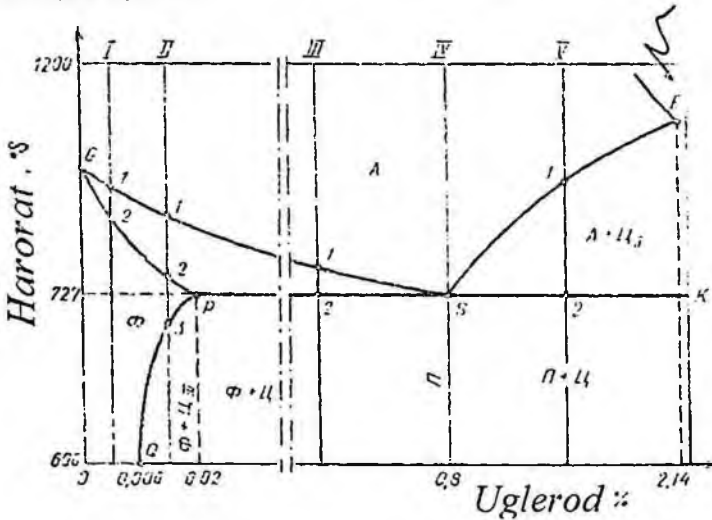
Qotishmaning 2- va 3-nuqtalar orasidagi struktura ferrit va austenitdan iborat bo'ladi. Uchinchi (III) qotishma uchun (J nuqtasiga to'g'ri keladigan uglerod miqdori 0, 16%) ham yuqorida aytganimizdek, 1- va 2- nuqtalar orasida suyuq fazadan ferrit kristallanadi. Temperatura 1499 °C bo'lganda (2-nuqta), uglerod miqdori N nuqta proyeksiyasiga, ferritdagi uglerod miqdori esa V nuqta proyeksiyasiga to'g'ri keladigan suyuq faza izotermik reaksiyaga kirishib, uglerodi J nuqta proyeksiyasiga to'g'ri keladigan austenitni hosil qiladi:



To'rtinchi qotishmada (IV) (uglerod 0, 16 – 0, 51 %) gi 2-nuqtada qoldiq suyuq fazaning parchalanishidagi peritektik reaksiya quyidagicha bo'ladi:



2- va 3-nuqtalar orasidagi qoldiq suyuq faza sovish natijasida 3-nuqtaga etib kelganda austenitga parsalanadi. Shunday qilib, tarkibida 0, 51 % gacha uglerod bo'lgan qoldiq suyuq qotishmaning kristallanishi natijasida JE egri chizig'i bo'yicha austenit hosil bo'ladi.

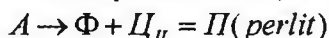


8.7-rasm. Temir-sementit sistemasining holat diagrammasidagi evtektoid o'zgarish ro'y beradigan qismi.

Endi diagrammaning pastki qismida austenitning parchalanish bosqichini kurib chiqamiz (8. 7-rasm). Oddiy sharoitda  $\alpha$  - temirda uglerod 0, 006 % gacha eriydi. Agar qotishmada uglerod miqdori 0, 006 % dan kam bo'lsa (*I qotishma*), 1 va 2-nuqtalar orasidagi qotishma austenit va ferritdan iborat bo'lib, sovish temperaturasining 2-nuqtasida austenit ferritga parchalanadi, chunki GP egri chiziqda qotishmaning polimorf o'zgarishi sodir bo'ladi ( $Fe_\gamma \rightarrow Fe_\alpha$ ). Sovish davom etishi bilan ferrit tarkibi o'zgarmaydi. Bunday tarkibga ega bo'lgan qotishma texnik tozalikka ega bo'lgan temir deb ataladi. Qotishmada uglerod miqdori 0, 006- 0, 02% oralig'ida bo'lsa (*II qotishma*), bunday qotishmada 1- va 2-nuqtalar orasi austenit va ferritdan iborat bo'ladi, chunki 1- nuqtadan boshlab polimorf o'zgarish ro'y beradi ( $Fe_\gamma \rightarrow Fe_\alpha$ ). Austenitning ferritga parchalanishi GS egri chiziq

bo'yicha boradi. GP egri chiziqda austenitning ferritga parchalanishi tamom bo'ladi. 3- nuqtadan pastda sovish natijasida ferrit tarkibidagi ortiqcha uglerod sementit holida ajralib chiqqan boshlaydi, chunki sovish natijasida uglerodning ferritda erishi PQ egri chizig'i bo'yicha kamayadi va hosil bo'lgan struktura (8. 7- a rasm)  $\Phi + S_{III}$  dan iborat bo'ladi (sementit ferrit donachalari orasiga joylashib, ma'lum qatlamni hosil qiladi). Qotishmada uglerod miqdori 0, 02% dan ko'p bo'lsa (*III qotishma*), 1- va 2- nuqtalar orasidagi struktura austenit + ferritdan iborat bo'ladi, chunki 1- nuqtadan boshlab austenit ferritga parchalanadi, ya'ni GS egri chizig'i bo'yicha polimorf o'zgarish ( $Fe_{\gamma} \rightarrow Fe_{\alpha}$ ) ro'y beradi. Lekin 2-nuqtadagacha parchalanmay qolgan austenit evtektoid reaksiyasiga binoan ferrit va sementitga parchalanadi. Bu qotishmada 2-nuqta S nuqtaga qancha yaqin bo'lsa, qotishma tarkibidagi perlit shuncha ko'p bo'ladi (8. 7-b rasm).

Po'latning tarkibidagi uglerod miqdori 0, 8% ga yetganda (*IV qotishma*) austenit izotermik parchalanadi ( $T=723^{\circ}C$ ):

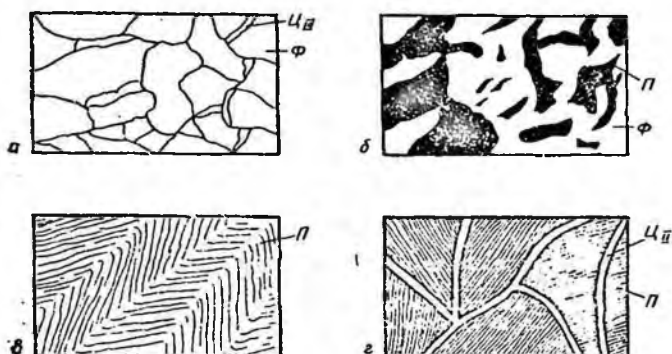


Hosil bo'lgan birikmaga perlit (ferrit va sementit tayoqchalari qatlam –qatlam joylashgan) deyiladi (8. 7- v rasm). Bu birikmaning hosil bo'lish reaksiyasi evtektoid reaksiya deb ataladi. Bunday reaksiya natijasida hosil bo'lgan perlit esa evtektoid mexanik aralashmadan iborat. Shuning uchun po'lat tarkibidagi uglerodning miqdori 0, 8% dan kam bo'lsa, bunday po'latlar evtektoidgacha bo'lgan po'latlar bo'lib, tarkibi esa  $\Phi + \Pi$  dan iborat. Evtektoidgacha bo'lgan po'latlarda uglerod qancha ko'p bo'lsa, uning tarkibida shuncha perlit ko'p bo'ladi.

Po'latlar tarkibidagi uglerod miqdori 0, 8% dan ko'p bo'lsa, bunday po'latlar evtektoiddan keyingi po'latlar bo'lib, uning tarkibi  $\Pi + S_{II}$  dan iborat. Bunday po'latlarda (8. 7-rasmdagi V qotishma) 1- va 2- nuqtalar orasida uglerodning austenitda erishi ES egri chizig'i bo'yicha kamayadi, ya'ni austenitdan uglerod  $Fe_3C$  kimyoviy birikma holida ajralib chiqadi. Uglerodi kam bo'lgan qoldiq austenit 2-nuqtada evtektoid reaksiya natijasida perlitga parchalanadi, ikkinchi faza -  $S_{II}$  tarkibida o'zgarish bo'lmaydi. Natijada  $\Pi + S_{II}$  tarkib hosil bo'ladi. Bunda  $S_{II}$  perlit donachalari orasida hosil bo'lib, sementit turini hosil qiladi (8. 7- g rasm).

Yuqorida keltirilgan Fe – Fe<sub>3</sub> diagramma (8.7-rasm) dan ko‘rinib turibdiki, austenitda uglerod 2, 14% gacha eriydi. Po‘lat tarkibida uglerod 2, 14% dan ko‘p bo‘lganda, qotishmaning kristallanishi evtektik parchalanish orqali ro‘y beradi.

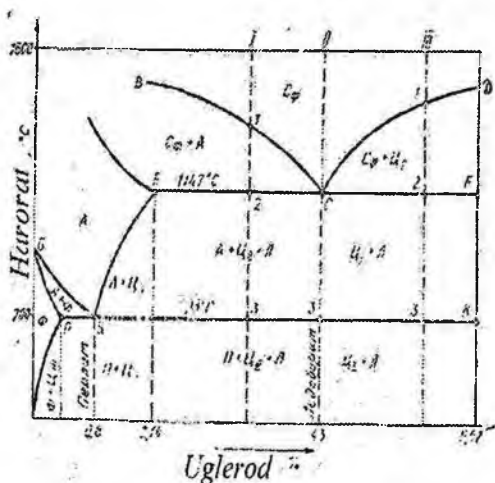
Bunday kristallanish natijasida hosil bo‘lgan qotishma oq cho‘yan deb ataladi (bunday deb atalishiga sabab yemirilgan yoki singan yuza oqish rangda bo‘ladi). Temir–sementit diagrammasining bu qismi 8.9-rasmda keltirilgan. VS chiziq bo‘yicha suyuq fazadan austenit kristallanadi va SD chizig‘i bo‘yicha suyuq fazadan kimyoviy birikma (S<sub>1</sub>) ajralib chiqadi. Birinchi (I) qotishma tarkibi 1- va 2- nuqtalar orasida suyuq qotishma va austenit aralashmasi hosil bo‘ladi. Suyuq qotishmaning 2-nuqtadagi tarkibida uglerod miqdori S nuqtaning tarkibidagi uglerod miqdoriga teng bo‘lganda, qoldiq suyuq faza izotermik reaksiya bo‘yicha parchalanadi:



8.8-rasm. Po‘lat mikrostrukturasi (tarkibdagi uglerodning protsent miqdori a=0. 01, b=0. 4, v=0. 8, g=1.3).

Sovish natijasida parchalanmay qolgan qoldiq suyuq faza E S F evtektik temperatura gorizontliga yetib kelganda, uning parchalanishi evtektik reaksiya bo‘yicha boradi. Chunki bunday qoldiq suyuq faza tarkibidagi uglerod miqdori S nuqtaning konsentrasiya chizig‘i proyeksiyasi bilan belgilanadi.

Qotishma tarkibida uglerod miqdori 4, 3% bo‘lganda, suyuq fazaning kristallanishi izotermik reaksiya bo‘yicha boradi. Natijada suyuq qotishmadan bir paytning o‘zida ikkita qattiq fazalar – austenit va sementit parchalanadi (8.9- rasmdagi II qotishma):



8.9-rasm. Temir-sementit sistemasining holat diagrammasidagi evtektoid o'zgarish ro'y beradigan qismi.

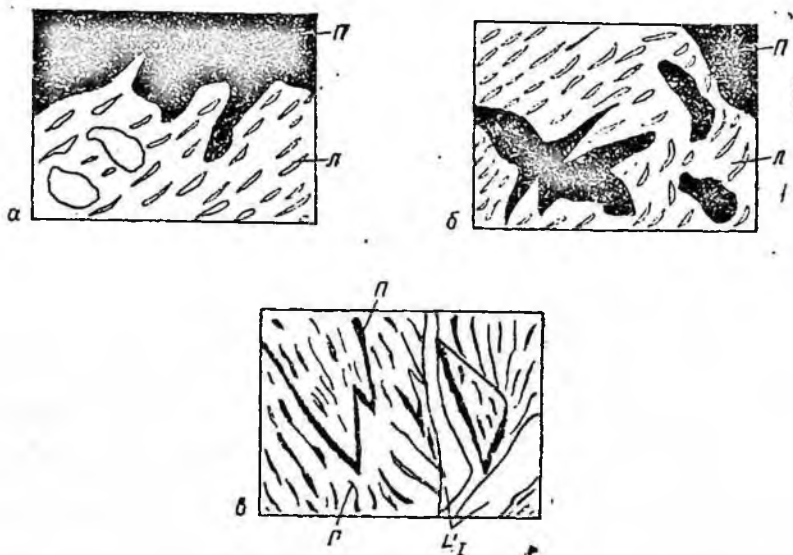
(Sf)<sub>s</sub> → A + S<sub>1</sub> (Austenit va sementit birlamchi)

Bunday mexaniq aralashmaga ledeburit (olimning nomiga qo'yilgan) deb ataladi. Shuning uchun evtektik temperatura ( $T=1147^{\circ}\text{C}$ ) to'g'ri chizig'ida S nuqtaning chap va o'ng tomonida parchalanishiga ulgurmagan suyuq qotishmada xuddi shunday reaksiya ro'y beradi. Natijada E S F dan pastda, chap tomonda austenit va ledeburit (A+L) va uqg tomonda ledeburit va birlamchi sementit ( $L + S_1$ ) barqaror struktura hosil bo'ladi. Lekin E S F dan yuqorida kristallanish natijasida hosil bo'lgan austenit va sementitlarning tarkibida evtektik temperaturadan pastda sovutilganda o'zgarish ro'y bermaydi. Suyuq qotishma tarkibidagi uglerodning miqdori 4, 3% dan ko'p bo'lsa (III qotishma), kristallanishda avval S<sub>1</sub> parchalanadi, parchalanishga ulgurmagan suyuq qotishma 2- nuqtada evtektik reaksiyaga uchrab, A + S<sub>1</sub> ni hosil qiladi.

Temir allotropik shakl o'zgarishiga ega bo'lganligi uchun S nuqtadagi evtektik reaksiya natijasida hosil bo'lgan ledeburit mexaniq aralashmaning tarkibi temperaturaga bog'liq. Masalan, II qotishmaning kristallanishida hosil bo'lgan qotishma quyidagi tarkibga ega: PSK gorizontl chiziqdan yuqorida ledeburit (A + S) dan iborat bo'lsa, chiziqdan pastda esa II + S<sub>1</sub> dan iborat bo'ladi. Demak, PSK chiziqning yuqorisida austenit bo'lganligi uchun ledeburit tarkibi A + S<sub>1</sub> dan iborat, PSK chizig'idan pastda austenit



(A) evtektoid mexanizmi bo'yicha  $\Pi + S_1$  ga parchalangani uchun PSK dan pastda (I va III qotishmadagi 3- nuqta) ledeburit  $\Pi + S_1$  dan iborat bo'ladi. Yuqorida kurib chiqilgan uch xil parchalanishda hosil bo'lgan evtektikagacha, evtektika va evtektikadan keyingi cho'yan mikrostrukturalari 8. 10- rasmda keltirilgan, Shu rasmlardan ko'rinib turibdiki, oq cho'yanlarni struktura tarkibi perlit yoki ledeburitdan, fazoviy tarkibi esa ferrit va sementitdan iborat bo'ladi.

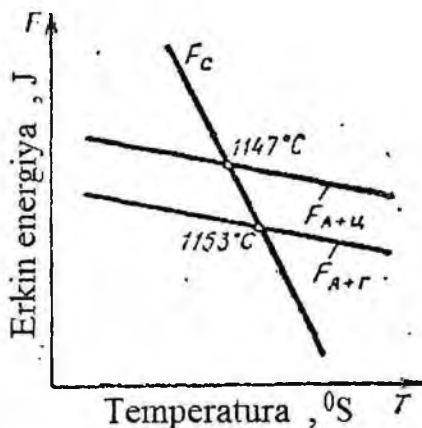


8.10-rasm. a- evtektikagacha: b- evtektik: v- evtektikadan keying cho'yan strukturalari.

Yuqorida aytganimizdek, uglerodning holat diagrammasidagi muvozanat holati ikki xil bo'lishi mumkin. Uglerod sementit holatda metastabil muvozanatda bo'lsa, uning grafit holati esa stabil muvozanatdadir. Shuningdek, Fe – S diagrammasi Fe – Fe<sub>3</sub> ga qaraganda yuqoriroq temperatura tomon va chapga bir oz siljigan, chunki uglerodning austenitda erish darajasi biroz kam. Stabil diagrammada faza o'zgarish chiziqlari shtrix chiziqalarda ifodalangan (8. 10- rasm). Ikki xil diagrammaning hosil bo'lishini quyidagicha tushuntirish mumkin. Birinchidan austenit bilan sementit kristall panjaralarida uxshashlik bor, grafitning kristall panjarasi murakkabdir.

Shuning uchun suyuq fazadan (yoki austenitning parchalanish natijasida ham) sementit hosil bo'lishi osonroq. Ikkinchidan grafitning stabilligi termodinamik jihatdan katta, chunki  $A+G$  va  $F+G$  aralashmalarining erkinlik darajasi  $A + S_{II}$  va  $F + S_{II}$  aralashmalarnikidan ancha kam (8. 10-rasm). Suyuq holatdan grafit kristallanishning kritik sharoiti termodinamik vaziyatga mos kelishi kerak (8. 10-rasmdagi  $G_A + S_{II}$  bilan  $F_A + G$  oraligi).

Holat diagrammasidan (8.11-rasm) kurinib turibdiki, grafit juda kichkina temperatura oralig'ida - stabil va metastabil faza o'zgarish chiziqlari orasida parchalanadi (bu farq taxminan  $6-8^{\circ}C$  ni tashkil qiladi). Shuning uchun sovish vauta sovish tezligi juda kam bo'lgandagina grafitga parchalanish sodir bo'ladi. Agar suyuq qotishmada uzga qo'shimchalar bo'lsa ( $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  va x. k. ), grafitga parchalanish yengillashishi mumkin. Bunda suyuq fazadan  $1147^{\circ}C$  dan past temperaturada grafit parchalanishi mumkin. Grafit kristallari suyuqlikdan hosil bo'lsa, bir markazdan o'sa boshlaydi, va shakli yulduzsimon bo'lib, yaproqlari buralgan bo'ladi.



8. 11-rasm. Temir-sementit sistemasida hosil bo'layotgan faza va strukturalarining erkinlik darajalari o'zgarishining temperaturaga bog'liqligi.

Austenitdan ajralib chiqayotgan grafit esa mustakil markazga ega bulmay, balki, birlamchi uzga qo'shimchalar sifatida ajralib chiqadi.

Oq cho'yanlarni termik ishlash natijasida grafit ajralib chiqadi, natijada cho'yanni qattiqligi kamayadi (yumshaydi). Masalan, oq

cho'yanni bir me'yorda 950-1000 °C temperaturagacha sekin 20-25 soat davomida kizdirilsa vash u temperaturada 10-18 soat ushlab turilsa, sementit grafitga parchalanadi. Bunday tarkibga ega bo'lgan cho'yanni endi mashina konstruksiyalarini yasashda ishlatish mumkin.

**Uglerodli po'latlar va ularni markalanishi.** Kostruksion po'latlar kimyoviy tarkibi, ishlab chiqarish usuli, achitish darajasi, ishlatish soxasi hamda strukturasiga qarab bir qancha sinflarga bo'linadi. Kimyoviy tarkibiga binoan po'latlar uglerodli, xromli, nikeli, kremniyli yoki xrom-nikelli, kremniy-marganesli po'latlarga bo'linadi.

Ishlab chiqarish usuli bo'yicha po'latlar shu usul nomi bilan ataladi (marten po'latlari, konvertor po'latlari, elektropech po'latlari va xakazo). Achitish jarayonining borishiga ko'ra po'latlartinchlantirilgan, yarim tinchlantirilgan yoki kaynayotgan po'latlarga bo'linadi.

Po'latlar sifati zararli elementlar – fosfor va oltingugurt miqdori bilan belgilanadi va turt sinfga bo'linadi:

1) oddiy sifatli po'latlardagi fosfor miqdori ham, oltingugurt miqdori ham 0,06-0,07% dan oshmasligi kerak;

2) sifatli po'latlar asosan marten pechlarida olinadi. Po'lat tarkibiga oltingugurt va fosforning miqdori 0,035-0,04%dan oshmasligi kerak. Bu sinfga mansub bo'lgan po'latlardagi uglerod miqdori tekshirib boriladi. Har bir tamgadagi po'lat tarkibidagi uglerod miqdorining o'zgarishi 0,08% dan oshmasligi kerak;

3) Yuqori sifatli konstruksion uglerodli po'latlar tarkibidagi zararli elementlarning miqdori aloxida olinganda 0,025% dan oshmasligi kerak;

4) maxsus Yuqori sifatli po'latlarda esa zararli elementlar Har birining miqdori 0,015% dan oshmasligi kerak. Bunday po'latlarning zarbiy qovushqoqligi yaxshi bo'ladi, past temperaturalarda ham ishlay oladi, Yuqori chidamlilikka ega.

Po'latni zararli elementlardan tozalash juda mashakatli ish bo'lib, qo'shimcha texnologik jarayon talab etiladi. Xozirgi vaktida po'lat tozalashning maxsus usullari mavjud. Masalan, po'latlar vakuumli induksion pechlarda qaytadan eritiladi. Elektr yoyi yordamida qayta eritish usullari ham mavjud. Ba'zan elektroshlak usulida qayta eritilgan po'lat vakuumda elektr yoyi usulida yana

akyta ishlatiladi. Elektron-nur hamda kuyosh energiyasi ta'sirida qayta eritish yuli bilan ham po'latning sifatini oshirish mumkin.

Konstruksion po'latlar tamgasida po'lat tarkibidagi uglerodning 0, 01% aniqlikdagi miqdori sonlar bilan belgilanadi. Asbobsozlik po'latlari uchun esa uglerod 0, 1% aniqlikda butun sonlar bilan belgilanadi. Masalan, po'lat 20 da uglerodning miqdori 0, 17-0, 24%, ya'ni urtacha 0, 2% ga teng, asbobsozlik po'latlari U10 dagi uglerodning miqdori 0, 95-1, 05%, ya'ni urtacha 1, 0% ga teng. Ligerlangan po'lat tamgasidagi sonlardan keyin ligerlovchi element nomining rus alifbosidagi biror Harflari qo'llaniladi, masalan, B – niobiy, V – vol'fram, G – marganes, D – miss, K – Kobalti, M – molibden, N – nikel', P – fosfor, R – bor, T – titan, S – kremniy, F – vanadiy, X – xrom, S – sirkoniy, YU – Aluminiy. Bu Harflardan keyin ularning urtacha miqdorlarini bildiruvchi butun sonlar qo'yiladi. Ligerlovchi elementning miqdori 1 – 1, 5% dan kam bo'lsa, son kuyilmaydi. Masalan, po'latning markasi 20X deb belgilangan bo'lsa, unda uglerodning urtacha miqdori 0, 2%, xromning miqdori esa 1, 0-1, 5% ligini ko'rsatadi. Agar po'latning markasi 14G2 bo'lsa, uglerodning urtacha miqdori 0, 14%, marganesniki esa 2, 0% ligini ko'rsatadi va xokazo (ligerlovchi elementlarning aniq miqdori GOST da belgilangan).

Oddiy sifatli hamda sifatli po'latlarda sifat belgisi kuyilmaydi, ular tamgalash tartiblari bilan farq qiladi. Lekin Yuqori sifatli va maxsus Yuqori sifatli po'latlarni tamgalashda sifat belgisi qo'yiladi. Yuqori sifatli po'latlar tamgasining oxirisiga «A» Harfi (12A yoki 12XNZA) qo'yiladi. Maxsus Yuqori sifatli po'latlar juda kam hollarda ishlatiladi. Keyingi vaktida sintetik shlak yordamida qayta eritish usuli bilan maxsus Yuqori sifatli podshipnik materialini olinmoqda. Masalan, SHX 15-SH, SHX15SG-SH po'latidagi (5632-72 GOST) oxirgi «SH» Harfi sifat belgisi yoki maxsus sintetik shlak usulida qayta eritish usuli bilan olinganligini bildiradi, boshidagi «SH» Harfi esa sharikli (zoldirli) podshipnik ekanligini bildiradi.

Avtomat hamda yarim avtomat dastgoxlarda bir yula bir necha asbob bilan zagotovkalariga ishlov beriladi. Bunda materialning kesib ishlash xususiyatlari barqaror bo'lishi kerak. Lekin S va R zararli elementlar aynan shunday xususiyatlarni beradi. Shuning uchun avtomat po'latlar (avtomatik hamda yarimavtomatik dastgoxlarda ishlov beriladigan po'latlar) da S va R ning miqdori

ancha ko'p bo'ladi, ya'ni mexanik xususiyatlarning biroz yukotilishi urniga kesib ishlash xususiyatlari yaxshilanadi. Ana shu maqsadda qo'rg'oshin ham kushiladi, masalan, bunday po'latlar quyidagicha markalanadi: A12, A20, AS11, AS12NX, AS40. Bu erda

A – **avtomat** po'lat ekanini bildirsa, S esa qo'rg'oshin qo'shilganligini bildiradi, sonlar esa 0, 01% aniqlikdagi uglerod miqdorini ko'rsatadi. Po'lat markasining oxirida «L» Harfi bo'lsa, bunday po'lat o'yish uchun mo'ljallanganligini bildiradi (maxsuslashtirilgan po'lat, masalan, 20L, 30L, 40L va xokazo).

Po'latlarni tamgalash Harflardan ham boshlanishi mumkin. Masalan, SH – zoldirli podshipnik po'lati, R – tezkesar po'lat, E – elektrotexnik po'lat, A – avtomat va yarimavtomat dastgoxlarda kesib ishlanadigan po'lat (kesish xossalari barqarorlashtirilgan), E – magnitli qattiq po'lat. Bundan tashqari, hali GOST ga kiritilmagan, tekshirish-izlanish jarayonini utayotgan po'latlar ham ishlab chiqarishda uchrashi mumkin. Bunday po'latlar odatda EI (eksperimental'no-issledovatel'skaya) Harflardan boshlanib, mutaxassislar tomonidan belgilangan ma'lum tartibdagi sonlar bilan belgilanadi.

Ishlatilish sohasi bo'yicha ham po'latlar sinflarga bo'linadi: qurilish po'latlari, mashinasozlik-konstrukcion po'latlar, asbobsozlik po'latlari, maxsus fizik yoki kimyoviy xossalarga ega bo'lgan po'latlar va xokazo.

Po'latlar strukturaga binoan ham sinflarga bo'linadi. Masalan, yumshatilgan yoki normallangan po'latlar. Bunday po'latlar legirlovchi elementlar turi va termik ishlanishiga qarab ferrit, perlit, austenit, ledeburit, martensit sinfiga kirishi mumkin.

### *Nazorat uchun savollar.*

1. *Temir-uglerod qotishmalari*
2. *Temir-sementit diagrammada metastabil sementit fazasi hosil bo'lishi.*
3. *Uglerodli po'latlar va ularning markalanishi*

## 9-BOB. UGLERODLI PO'LATLAR

### 9.1. Uglерodli po'latlar

Amalda tarkibida 1, 7% dan oshmaydigan po'latlar ishlab chiqariladi. 1, 75 dan oshsa po'lat kuchli qattiqlashadi (ayniqsa, toblashda) va mo'rt bo'ladi: amalda ishlatib bo'lmaydi.

Uglерod miqdoriga qarab 3 xil bo'ladi:

1. Kam uglерodli  $S \leq 0,09-0,25\%$
2. O'rta uglерodli  $S \leq 0,25-0,45\%$
3. Yuqori uglерodli  $S \leq 0,45-0,75\%$ .

Kimyoviy tarkibi murakkab; po'lat tarkibida uglерodlardan tashqari Mn, Si, S, P, O, N, H, C<sub>2</sub>, Ni, Cu va boshqalar bo'ladi. Bulardan ba'zilari (Mn, Si) yana atayin kiritilishi mumkin. Bunda po'lat legirlangan po'lat deb nomlanadi. O'zi po'latda Mn=0, 8%, S=0, 4% bo'ladi. S, P, O, N, H larni po'lat tarkibidan butunlay chiqarib tashlashni amaliy iloji yo'q. C<sub>2</sub>, Ni, Cu lar esa po'latga ruda tarkibiga tasodif kiradi. Uglерodli po'latlar mashina detallari, har xil konstruksiyalar, o'lchash va kesuvchi asboblار hamda boshqalar tayyorlashda asosiy material hisoblanadi.

Har qanday metall qotishmalari kabi uglерodli po'latlarning ham tuzilishi va xossalarini termik ishlash yo'li bilan o'zgartirish mumkin. Uglерodli po'latlarni termik ishlash samaradorligi ancha yuqori: qattiqligini va puxtaligini 5-10 barobar oshirish mumkin. Lekin elastiklik moduli 5% dan ortiq o'zgarmaydi.

**Uglерodli po'latlarning klassifikatsiyasi.** Ishlatish joyiga qarab 2 guruhga bo'linadi:

1. Konstruksion po'latlar.
2. Asbobsozlik po'latlar.

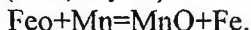
Konstruksion po'latlar tarkibida uglерod 0, 02 dan – 0, 6% gacha bo'ladi. C=0, 8% po'latlar konstruksion po'lat sifatida ishlatiladi. Konstruksion po'latlar xalq xo'jaligining turli sohalarida ishlatiladi: mashina va agregat detallari, qurilish konstruksionlari, temir yo'l transporti vositalari, rels, truba, sim va boshqa buyumlar uchun asosiy material. Bu po'latlarga qo'yilgan umumiy talab bu – mustahkamlik bilan plastiklik, shuningdek yaxshi texnologik xossalar.

Asbobsozlik po'latlar tarkibida uglerod  $S=0,7-1,7\%$  bo'ladi: U7A...U13A. Bularning qattiqligi  $HRC=50-60$ , issiqqa bardoshligi  $260^{\circ}C$  gacha.

## 9.2. Uglerod va boshqa doimiy qo'shimchalarning po'latning xossalari ta'siri

Po'lat tarkibidagi uglerod ortishi bilan po'lat tuzilishi (strukturasi) o'zgaradi, demak xossalari ham o'zgaradi. Tarkibida  $C<0,02\%$  bo'lgan po'lat ferrit va o'zgina  $Ts_3$  dan iborat.  $C=0,02-0,08\%$  da faqat ferrit va perlit bor.  $C<0,08\%$  da faqat perlit,  $S>0,08\%$  dan oshsa po'lat strukturasi ikkilamchi sementit hosil bo'ladi. Uglerod miqdori ortishi bilan sementit miqdori ortib, ferrit miqdori kamayadi. Sementit qattiq va mo'rt, ferrit yumshoq va plastik. Demak, uglerod miqdori ortishi bilan po'lat qattiqligi ortib, plastikligi kamayadi. Uglerod fizik xossalari ham ta'sir qiladi: uglerod ortishi bilan magnit kirituvchanligi pasayib, elektr qarshiligi va koersitiv kuch ortadi.

**Marganes ning ta'siri:** Kislordsizlantirish uchun qo'shiladi. Zararli temir (2) oksidi ( $FeO$ )ni yo'qotish uchun:



Po'latda o'zi  $Mn=0,25-0,8\%$  gacha bo'ladi. U qisman ferritda eriydi, qisman  $Mn_3C$  tartibli karbid hosil qilib mustahkamlik va qattqlikni oshiradi.

**Kremniyning ta'siri.** Bu ham temir(2) oksidini qaytaradi:  $2FeO + Si = SiO_2 + 2Fe$ . Kremniy ferritda erib, po'lat qattqlikni oshiradi, elastiklik xossalari yaxshilaydi. Ammo, plastiklikni pasaytiradi.

**Fosforning ta'siri.** Oddiy sifatli po'latda  $R<0,05\%$  dan oshmasligi lozim, sifatli po'latlarda:  $R<0,02\%$ .

Fosfor ferritda erib, qattqlikni oshirib, qovushqoqlikni pasaytiradi. Normal haroratda va  $0^{\circ}$  dan pastda plastiklik va qovushqoqlikka zararli ta'sir qiladi. U po'latni sovuq holda sinuvchan qiladi.

Fosfor po'latning mo'rt holatga o'tish haroratini oshiradi (Shuning uchun sovuqda darz ketadi). Agar  $R>0,1\%$  ortiq bo'lsa, uning salbiy ta'siri kuchli bo'ladi. Muhim detallar uchun po'lat tarkibida hatto  $0,05\%$  fosfor bo'lishiga yo'l qo'yish kerak emas, chunki qotishma kristallanayotganda fosfor kuchli darajada

likvatsiyalanib, po'latda fosfori ko'p bo'lgan mo'rt joylar hosil qiladi.

Yaxshi tomonlari ham bor: qirqib ishlashni osonlashtiradi, mis bilan birgalikda korroziyabardoshlikni oshiradi. Avtomat po'latlar: *A12, A15, A20* larda  $R=0,06\%$  *A12* da  $R=0,15\%$ .

### **Oltinugurtning ta'siri**

Oddiy sifatli po'latlarda  $S=0,04-0,05\%$ . Yuqori sifatli po'latlarda  $S=0,02-0,03\%$ . **Elektr pechlarida olingan** po'latlarda oltinugurt **yo'q darajada**. Oltinugurt temirda erimaydi va temir bilan birikib FeS kimyoviy birikma hosil qiladi.

Temir bilan temir sulfid  $988^{\circ}\text{C}$  haroratda suyuqlanadigan evtektika hosil qiladi. Bu evtektika  $988-913^{\circ}\text{C}$  oralig'ida austenit bilan, FeS dan  $913^{\circ}\text{C}$  dan pastda esa ferrit bilan FeS dan iborat bo'ladi. Evtektika oson suyuqlanuvchan va mo'rt aralashma bo'lib, donalar chegarasida joylashadi. Bu hol qotishmani  $800^{\circ}\text{C}$  va undan yuqori haroratda, ya'ni qizil tusda cho'g'lanish (nurlanish) haroratlarida sinuvchan qilib qo'yadi. Bu hodisa **cho'g'langanda sinuvchanlik** deb ataladi. Tarkibidagi oltinugurt miqdori yuqori bo'lgan po'lat cho'lg'anganda sinuvchan bo'lganligidan, bunday po'latni qizdirib turib bolg'alash, prokatlash, shtamplash va umuman qizdirib turib **bosim bilan ishlash mumkin emas**. Binobarin temir sulfid va **oltinugurt mutlaqo zararli**. Oltinugurtни chiqarib tashlash va FeS hosil bo'lmasligi uchun marganes qo'shiladi. U temir sulfid bilan reaksiyaga kirishib,  $1620^{\circ}\text{C}$  suyuqlanadigan marganes sulfid (MnS) hosil qiladi.

Oltinugurtни yaxshi tomoni ham bor: fosforgia o'xshab qirqib ishlashni osonlashtiradi. Shuning uchun avtomat po'latlarda qo'llaniladi.

### **Kislorodning ta'siri**

Ishlab chiqarish usuliga qarab, uglerodli po'latlarda 0,01-0,1% gacha kislorod bo'ladi. Kislorod ferritda erib qattiq va mo'rt oksidlar hosil qiladi. Po'latni plastikligi va qovushqoqligi pasayadi. Demak, kislorod **zararli**.

Kislorod miqdorini kamaytirish samarador usuli po'latni vakuumda suyuqlantirish (elektr pechlarida) va quyish usulidir.



### **Azotning ta'siri**

Elektr usuli bilan ishlab chiqarilgan po'latda 0, 008-0, 01%; marten po'latida 0, 004-0, 006%, bessemer po'latida 0, 01-0, 014% azot bo'ladi.

Azot **zararli**: chunki u qisman ferritda eriydi, qisman temir bilan reaksiyaga kirishib, qattiq va mo'rt kimyoviy birikmalar – nitridlar hosil qiladi. Natijada po'latning qattiqligi va mo'rtligi oshadi, plastikligi va qovushqoqligi pasayadi. Sovuq bosim bilan ishlanadigan po'latlarning xossalariga azot, ayniqsa, zararli ta'sir etadi, ya'ni po'latning deformatsiyalangandan keyin eskirish (chiniqish) - vaqt o'tishi bilan qattiqlashib va mo'rtlashib borish xossalarini oshiradi. Azot miqdorini kamaytirishning ham birdan-bir usuli po'latni vakuumda suyuqlantirish va quyish usulidir.

### **9.3. Uglerodli po'latlarning turlari markalanishi va ishlatilish sohalari**

Konstruksion po'latlar deb, mashinasozlikda va inshootlarni ko'rishda detallar va konstruksiyalarni yasash uchun qo'llaniladigan po'latlarga aytiladi. Bunday po'latlar uglerodli yoki legirlangan bo'lishi mumkin. Konstruksion po'latlarda uglerod miqdori 0, 5-0, 6% dan ko'p emas, ammo, ba'zi bir paytlarda hattoki 0, 8-0, 85% ga ham yetishi mumkin. Hozirgi zamon mashina detallari ko'pincha yuqori dinamik kuch ta'sirida, katta kuchlanish hamda past temperaturalarda ishlaydi. Bunday sharoit materialni mo'rt yemirilishiga olib keladi, natijada mashinani ishonchli ishlash muddatini kamaytiradi. Shuning uchun, statik sinash natijasida aniqlangan yuqori mexanik xarakteristikalaridan tashqari, yuqori konstruksion mustahkamlikka ham ega bo'lishi kerak, ya'ni real sharoitda qo'llaniladigan detallar hamda konstruksiyalarning mustahkamligi yetarli bo'lishi kerak, to'satdan hosil bo'ladigan yuqori kuchlanishga qarshilik ko'rsata olishi kerak. Konstruksion materiallar yaxshi texnologik xossalarga ham ega bo'lishi kerak: bosim ostida material yaxshi ishlanishi kerak (prokatlash, bolg'alanish, shtamplash va h.k. ) va yaxshi kesib ishlanishi kerak, jilvirlanishda mayda darzlar hosil bo'lmasligi kerak, toblash chuqurligi yetarli bo'lishi kerak va qizdirilganda yuza qismida uglerod kamaymasligi kerak, toblanganda deformatsiyalanmasligi hamda darzlar hosil bo'lmasligi kerak va h.k. Qurilish inshootlarida ishlatiladigan po'latlar esa yaxshi payvandlanish xususiyatlariga

ega bo'lishi kerak. Uglerodlar konstruksiya po'latlar, tarkibidagi zararli elementlar (P, S) miqdoriga qarab oddiy sifatli va sifatli bo'ladi. Oddiy sifatli po'latlarga nisbatan arzon va shuning uchun u ko'p qo'llaniladi. Ular yirik quyma shaklida ishlab chiqariladi, Shuning uchun likvatsiya katta bo'lishi mumkin. Hamda metall bo'lmagan elementlar ham bo'ladi. Ana shu hammadan keyin bir qator issiq holda olingan prokatlar ishlab chiqiladi (bochkalor, xivichlar, shpellerlar, ugolniklar, listlar, nokonkalar). Bunday yarimfabrikatlardan qurilish inshootlarida payvandlangan konstruksiyalar hamda mashina detallari yasaladi. Bunday materiallardan tayyorlangan detallarga qo'shimcha termik ishlov ham beriladi. Oddiy sifatli po'latlar 3 guruhga bo'linadi: A, B hamda V guruhga. Bunday bo'linishga asos qilib, garantiya xususiyatlari olingan. Guruh A po'latni mexanik xossalarini garantiyasi ta'minlangan. Markadan sof qancha ko'p bo'lsa, shuncha uglerod ko'p, demak shuncha mexanik xossalari yaxshi. Bunday po'latlar, qanday holda ishlab chiqilgan bo'lsa, shundayligicha ishlatilishi kerak, ya'ni bosim ostida ishlatilishi, payvandlash hamda toblash mumkin emas, chunki bunday B guruh po'latlari kimyoviy xossalari garantiyalangan bo'lib, markalashda «B» harfidan boshlanadi. V guruh po'latlari ham ximiyaviy ham mexanik xossalari garantiyalangan bo'lib, markalashda oldiga «V» harfi qo'yiladi. Bu po'lat mexanik xossalariga ko'ra «A» guruhiga, ximiyaviy xossalari ko'ra «B» guruhiga to'g'ri keladi. B hamda V guruhlardagi po'latlarni qayta ishlashda qizdirish (payvandlash, termik ishlash, bosim ostida ishlash) usullari bilan qayta ishlash ximotarkibini bilish kerak. Payvandlanadigan konstruksiyalarni yasashda tinchlantirilgan yoki yarim tinchlantirilgan ham uglerodli po'latdan foydalaniladi. Payvandlanadigan konstruksiyalar uchun termik eskeritishga (bo'shatishga) moyilligi muhim ahamiyatga ega. Egib ishlanadigan hamda egib o'qni to'g'rilanadigan (pravka) detallar uchun esa deformatsion eskirtirish katta ahamiyatga ega. V guruhidagi po'latlar maxsus maqsadlarda ishlatiladi (ko'prik hamda kema qurilishida, qishloq xo'jalik mashinasozligida va h. k.) va uning uchun ishlab chiqishda maxsus ishlanish texnik sharoiti belgilanadi. Oddiy sifatli po'latni mexanik xossalarini termik ishlash yo'li bilan oshirish mumkin (Prokatlanadigan temperaturani toblash yoki normallashtirish) hamda issiqlayin prokatlanayotgan paytda termik ishlash yo'li bilan ham ortirish mumkin. Masalan 8-10 mm

qalinlikdagi  $Sm^3$  po'latini oquvchanlik chegarasidagi mustahkamligi suvda sovitish yo'li bilan 1, 5 marta oshirish mumkin, quyida yuqori plastiklik saqlanib qoladi ( $\sigma = 15-26\%$ ). Agar TMI qo'llansa mustahkamlik 2-3 marta plastiklik esa 1, 5-2 marta ortadi. Shimolda ishlaydigan konstruksiyalar va mashinalar uchun po'latni mo'rt holatiga o'tadigan temperatura chegarasi juda katta ahamiyatga ega bo'ladi. Sovuqda sinish chegarasi marten usuli bilan olinadigan ko'pchilik qaynayotgan po'latlar uchun nol gradusni tashkil qiladi, tinchlantirilgan po'lat uchun esa  $-40^\circ C$  gacha borishi mumkin. Shuning uchun shimol sharoitida qaynayotgan yoki yarim qaynayotgan po'latlarni qo'llash mumkin emas. Tinchlangan po'latlarni sovuqda sinish temperaturasi chegarasini  $60^\circ - 100^\circ C$  yoki normalizatsiya ham bersa bo'ladi. Demak shimolda ishlayotgan qurilish inshootlari va mashinalar detallarini toblab bo'shatilgan holda ishlatish kerak ekan va faqat tinchlantirilgan po'lat ishlatilishi kerak. Ko'prik kranlari uchun, shimol sharoitida ishlash uchun zararli elementlar miqdorini ham chegaralab quyiladi. Sifatli konstruksion po'latlar oddiy sifatligiga qaraganda zararli qo'shimchalardan ancha tozalangan bo'ladi, fosfor va oltingugurt miqdori 0, 03- 0, 04% dan oshmaydi, metall bo'lmagan qo'shimchalar ham kam bo'ladi. Mashinasozlik sanoatiga metallurgiya sanoati tomonidan prokat holatidagi pokovka yoki boshqa profildagi yarim fabrikat holatida chiqariladi. Bunday po'latlar 08, 10, 15, 25, . 85 deb markalanib, bu sonlar esa po'latda uglerod miqdori 0, 01 aniqlikda ekanligini ko'rsatadi (GOST 1050-74). Masalan, po'lat 20 da uglerod miqdori 0, 20%, po'lat 40 da esa 0, 40% ekanligini ko'rsatadi. Agar sonlardan keyin po'latni achi-tish darajasi ko'rsatilmasa, bu po'latlar tinchlantirilgan po'latlar hisoblanadi, qaynayotgan yoki yarim qaynayotgan po'latlar bo'lsa, sonlardan keyin «КП», «СП» qo'yiladi, masalan, 08 КП, 20 СП. Qaynayotgan po'latlar tinchlantirilgan po'latlarda kremniyning miqdori yo'qligi yoki juda kamligi bilan farq qiladi, yarim tinchlantirilgan po'latlarda esa martenli miqdori  $< 0, 17\%$  legirlanadi. Keltirilgan GOST 1050-74 bo'yicha sifatli po'latlar metallurgiya sanoati termik ishlanmasdan chiqariladi (issiq prokatlangan normalizatsiya yoki bog'langan) Shuning uchun mexanik xossalari normallangandan keyingi holat bilan belgilanadi. Lekin sanoatning talabi bo'yicha bunday po'latlarni mexanik xossalari-ning garantiyasi toblab so'ngra bo'shatilgandan keyin,

bog'langandan keyin termik ishlangan holatda (yumshatilgan yoki yuqori bo'shatish bog'langan holatda ham aniqlangan) bo'lishi mumkin. Sifatli konstruksion po'latlar mexanikadan ko'p qirrali sohalarda ishlatiladi, chunki uglerod miqdori va termik ishlash guruhiga qarab mexanik texnologik hissalarini keng boshqarish mumkin. Kam uglerodli po'latlarni ishlatish usuliga qarab ikki guruhga bo'lish mumkin. Bunday po'latlar issiqlayin prokatlangan hamda normallangan holatda ham ishlatilishi mumkin. Ular yaxshi plastiklikka ega bo'lib, yaxshi shtamplanadi, hamda yaxshi payvandlanadi. Bunday po'latlar uncha yuqori mustahkamlik talab etmaydigan detallar tayyorlashda (gayka, vtulka va h. k. ) ishlatiladi. O'rta uglerodli po'latlar 30, 35, 40, 45, 50 yuqori mustahkamlikka ega bo'lishi bilan ajralib turadi. Bunday po'latlardan tayyorlangan detallarga yaxshilash, yuza toblash hamda normallash termik ishlov berish mumkin. Yuqori uglerodli po'latlar (60, 65, 70, 75, 80, 85) hamda marganes miqdori ko'paytirilgan yuqori uglerodli po'latlar (620 G, 65 G va 70 G) asosan prujina reszor tayyorlash uchun qo'llaniladi. Bunday po'latlarga toblash bilan o'rta uglerodli bo'shatish beriladi. Normallangan hamda bunday po'latlardan stanok shpindellari, prokatlash stanogi uchun vallar tayyorlanadi. Legirlangan po'latlar markasida son va harflar ko'rsatilgan bo'lib, ular po'latning ximiyaviy tarkibini xarakterlaydi. Po'lat tarkibiga ataylab kirgizilgan ximiyaviy elementlarni markada belgilash uchun maxsus GOST 4543-71 mavjud. Ana shu GOSTga binoan ximiyaviy elementlar quyidagicha belgilanadi: Xrom X, Nikel N, Marganes G, Kremniy - S, Molibden M, Volfram V, Titan T, Vannadiy F, Aluminiy IO, Med chD, Niobid B, Bor S, Kobalt K. Ana shu harflardan keyin turgan butun sonlar elementning miqdorini bildiradi. Agar harfdan keyin son bo'lmasa, ana shu legirlovchi element 1% dan ancha kam yoki 1% ga yaqinligini ko'rsatadi. Shu harflariga bo'lgan son esa uglerodi 0, 01 aniqlikka miqdorini ko'rsatadi.

Ba'zi bir sanoatga mo'ljallab chiqariladigan po'latlarda markalashda boshida ham harf qo'llaniladi. Masalan, Sh va h. k. Standart bo'lmagan, hali izlanishda bo'lib, kam ishlab chiqarilayotgan po'latlar asosan «Elektrostad» zavodida ishlab chiqarilayotganligi uchun EI (elektrostral issledovatelskaya) deb belgilanib, keyin tartib nomeri qo'yiladi. Masalan, EI 415, EI 716 va h. k. Agar po'latlar tekshirishdan (izlanishdan) muvaffaqiyatli

o'tsa, uni yuqorida qayd qilingan GOST bo'yicha tarkibiga ko'ra belgilanadi. Legirlangan po'latlar kam uglerodli bo'lishi mumkin (0, 1-0, 3% S) 15X, 20X, 30X, 25XGM, 30XGT, 20XNZA, 18X2NNMA va h. k. Bunday po'latlar sementatsiyalangandan keyin toblash bilan past temperaturali bo'shatish beriladi. Bunday po'latlardan tishli g'ildiraklar, kulachoklar, vallar va shunga o'xshash detallar tayyorlanadi. Bunday po'latlar yuqori mustahkamlikka ega bo'lishi bilan bir qatorda, yaxshi plastiklikka, qovushqoqlikka hamda darzlarning tarqalishiga qarshilik ko'rsatishi bilan farq qiladi. Bunday po'latlarning ishqalanib yemirilishiga ham qarshiligi katta bo'ladi. Yuza qattiqligi HRC 58-63 bo'lishi bilan o'rta qismining qovushqoqligi yaxshi, o'rta uglerodli legirlangan po'latlar 40X, 50X, 40XI, 40XNMA, 30XNZMA termik ishlangandan keyin (yaxshilash) yuqori mustahkamlikka ega bo'ladi. Bu po'latlar toblanganda oquvchanlik chegarasi yuqori ko'tarilishi bilan birgalikda yaxshi qovushqoqlik holatini saqlab qoladi. Shuning uchun bu po'latlardan statik yuklamada ishlaydigan detallar bilan bir qatorda, dinamik nagruzkada ishlaydigan detallar ham tayyorlanadi (vallar, shtoklar, shatunlar va h. k. ) Po'latlar kompleks legirlangan usuli bilan yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan po'latlarni hosil qilish mumkin. 30XGSNA, 40XGSNZVA, 40XN2SMA, 30X2GSN2VM, 30X5MSFA. Taqqoslash uchun quyidagi misolni keltirish mumkin:

Yuqori marganesli austenit po'latlari toblangandan keyin austenit strukturasi bo'ladi, bu esa o'z yo'nanilishda yuqori qovushqoqlikni ta'minlashdan, zarb va yuqori bosimda ishqalanib yeyilishiga qarshiligi ortadi. Austenit qovushqoq struktura bo'lib, zarbiy yuklamada detall ishlayotgan paytda naklyop hosil bo'lib, mustahkamligiga va sinishga qarshilik ortadi. Ledeburit po'laglar ham, tarkibida xrom karbid bo'lganligi uchun siqilishga qarshiligi katta: X12, X12M, X12Φ, X12ΦИ. Korroziyabardosh po'latlar deb, elektrokimyoviy korroziyaga (havoda, yer massasida, kislota, ishqor, tuz eritmaları, dengiz suvida) bardosh beradigan po'latlarga aytiladi. Korroziyabardosh po'latlardan yuqorida qayd qilingan muhitda ishlaydigan mashina va uskunalarni detallari va konstruksiyalari tayyorlanadi. Kam legirlangan po'latlarni korroziyabardoshligi uncha katta emas, temperatura oshgan sari po'latni zanglash darajasi ortadi. Po'latlarni legirlash usuli bilan

zangbardoshligini oshirish mumkin. Legirlovchi elementlarni optimal tarkibini tanlash usuli bilan, shunday kompozitsiyani hosil qilish mumkinki, bunday po'lat umuman agressiv muhitda zanglamasligi mumkin. Po'latda xrom miqdori 12% gacha bo'lsa zangbardoshligi oshib boradi. Xrom miqdori qo'shilsa, po'latning zangbardoshligi ortib, kislotalarda bemalol turg'un bo'ladi. Xromnikelli po'latga qo'shma molibden qo'shilsa sulfid muhitida po'latning turg'unligi ortadi. Qo'shimcha ravishda mis qo'shilsa kislotaviy muhitda turg'unligi ortadi. Legirlovchi elementlarni turi va miqdoriga qarab normal sharoitda struktura har xil bo'lishi mumkin: martensitli, ferritli yoki austenitli. Masalan martensit klassidagi po'latlar: 2X13, 3X13, 4X13, 1X17N2, 9X18, 1X16N4B. Ferrit klassidagi po'latlar: 0X13, 0X14, X17, 0X17T, X25T, X28. Austenit klassidagi zangbardosh po'latlar: 0X22N5T, 1X21N5T, X28AN.

Marka	Mexanik xossalari					
	MPa	MPa	$\delta$	$\gamma$	Av (KCH) M $\bar{L}$ m2	Izox
CT3	380-400	210	23	-	-	Normallangan andan keyin
30	500	300	21	50	0.8	Toblangand an keyin
30 X17T	1500	1300	9	40	0.6	
30 X17CHA	1380-1620	1670/152	13/15	50/53	0.55-0.62	

Prujina resor po'latga qo'yiladigan talablar shundan iborat bo'lishi kerakki, bu po'latlar ishlash davrida ozgina bo'lsa ham elastik deformatsiyalanmasligi kerak, ya'ni plastik deformatsiyaga katta qarshilik ko'rsatish kerak, mustahkamligi yaxshi bo'lgan holda chidamligi katta bo'lishi kerak, mo'rt yemirilishiga qarshiligi katta bo'lib relaksatsiyasi turg'un bo'lishi kerak. Shunday xossalarga ega bo'lishi uchun po'latda uglerod miqdori  $< 0.5$  dan katta bo'lishi kerak, toblangandan keyin o'rta temperaturali bo'shatish berish kerak. Uglerodli prujina po'latlari uchun termik ishlangandan keyin oquvchanlik chegarasidagi kuchlanish  $\delta 0, 2 \geq 800$ MPa bo'lishi kerak. Bunday po'latlar katta

toblanuvchanlikka va toblash chuqurligiga ega bo'lishi kerak. Toblangandan keyin detalni butunlay ko'ndalang kesim bo'yicha martensit strukturasi bo'lishi kerak, toblangandan keyin diffuzion parchalanish martensit bo'lsa (ferrit, perlit) yoki qoldiq austenit bo'lsa, elastiklik xususiyatiga ta'sir ko'rsatadi. Donachalar qancha mayda bo'lsa, kichkina ilashish deformatsiyaga shuncha qarshiligi katta bo'ladi. Yuza qismida uglerod kamayib ketsa, hali prujina elastikligi va chidamligi kamayadi, ko'ndalang kesim kichik bo'lgan prujinalar kam ishqalanishga ishlaydi, Shuning uchun ular uglerodli po'latlardan tayyorlanishi (65, 70, 75, 85). Nisbiy ko'ndalang kesim katta ( $6=5-8$  ml) bo'lgan prujinalar yasalsa, ularni yog'da sovitish kerak. Birinchi tur mo'rtlik chegarasi yuqorida bo'shatish beriladigan legirlangan po'latlardan ko'ndalang kesimga nisbatan katta bo'lgan prujinalar yasaladi. Bunda (legirlangan po'latlar tarkibida bu elementlar donachalarni maydalashga, toblash chuqurligini oshirishga hamda relaksatsiyaga qarshiligini oshirishga yordam beradi. Sanoatda kremniyli prujina-ressor po'latlari keng qo'llaniladi 55C2, 60C2A, 70C3A. Kremniy toblash chuqurligini oshirish bilan bir qatorda, bo'shatish davrida martensitni parchalanishini to'xtatadi, hamda ferrit fazasini mustahkamlaydi. Kremniyli po'latlar oquvchanlik chegarasidagi kuchlanish katta bo'ladi, yaxshi prujina xossalariga ega bo'ladi. Lekin kremniyli po'latlarda uglerodni quyishicha moyilligi katta, po'latni termik ishlaganda yuza qismida uglerod miqdori kamaysa, prujina xossalariga yomonlashadi, grafitni hosil bo'lishiga ham moyilligi katta, bu ham prujina xossalarini yomonlashtiradi.

Agar po'latni qo'shimcha ravishda marganes, volfram, nikel bilan legirlangan bu kamchiliklar bartaraf bo'lib, toblash chuqurligi oshadi va umuman prujina xossalari oshadi. 60C2XΦA, 65C2BA po'latlari yuqori toblash chuqurligiga ega, relaksatsiya turg'unligi katta, yirik prujina va resorlar tayyorlash uchun qo'llaniladi. Elastik elementlar agar dinamik kuch ta'sirida ishlasa, qo'shimcha ravishda nikel bilan legirlanadi. Avtomobil resorlarini ta'mirlash uchun 50XΓA po'lati ko'p ishlatiladi. Bu po'lat o'zining texnologik xususiyatlari jihatidan kremniyli po'latdan ustun turadi. Prujinalari uchun esa 50XΦA qo'llaniladi, chunki bu po'lat toblash uchun qattiq qizdirilgan taqdirda ham uglerodi kuyib ketmaydi. Lekin bu po'latni toblash chuqurligi uncha ko'p emas, Shuning uchun ko'ndalang kesim 5-6 mm bo'lgan simdan prujina yasaladi.

Agar marganes bilan qo'shimcha legirlansa, toblash chuqurligi orqali (50XГΦA), legir marganes po'latni zarbiy qovushqoqligini kamaytiradi. Sharikopodshipnik po'latlardan podshipnik shariklari va roliklari tayyorlanadi. Ko'pincha sharikopodshipniklarni ishdan chiqishiga sabab shariklarni sinib ketishi yoki podshipnik elementlarini sinishidan, yuzalar charchash natijasida yemirilishidan sodir bo'ladi. Shariklarni va ichki yoki tashqi xalqalarni tayyorlash uchun yuqori uglerodli xromli po'lat qo'llaniladi. 111X15 (0, 95-1, 0, 5% C), 1, 3-1, 65% Cr). Ko'ndalang kesim katta shariklarni tayyorlash uchun esa 111X15CF (0, 95-1, 0, 5% C. 0, 9-1, 2 MP, 0, 4-0, 65% va 1, 3-1, 65% Cr) po'lat qo'llaniladi, chunki bu po'latni toblash chuqurligi katta. Bu po'latlar katta qattiqlikka ega bo'lish bilan bir qatorda, kontakt mustahkamlikka ham katta va yoyilishiga chidamlidir. Sharikopodshipnik po'latlariga qo'yiladigan talablardan bittasi, bu po'latlarda metall bo'lmagan qo'shimcha bo'lmashligi kerak. Karbit notekis tarqalmagan bo'lishi kerak. Shuning uchun bu po'latlar elektroshlak yoki vakuum usulida olinadi. Agar podshipnik material elektroshlak usuli bilan olinsa, markani oxpriga «III» harfi quyiladi, agar vakuum yoy usuli bilan olingan bo'lsa, «ВД» harfi qushiladi. (Masalan 111X15III, 111X15Д). Bunday po'latlar prutok (vig), truba, lenta holda chiqariladi. Yumshatgandan keyin mayda donachali perlitdan iborat bo'ladi. Bunday struktura yaxshi texnologik xossalarni ato etadi, kesib ishlash oson bo'ladi, plastik deformatsiyalash ham oson ham yaxshi shtamplanadi, yumshatilgandan keyin qattiqlik HB 170 207 {1720-2070 MPa) tashkil qiladi. Xalqalar, shariklar va roliklar tayyorlangandan keyin 840-860°C gacha qizdirilib yog'da (30-60°C) shtamplanadi va 150-170°C qizdirib bo'shatiladi. Bo'shatishdan keyin 25-30 °C gacha sovutilsa qoldiq austenitni miqdori bir muncha kamayadi, o'lchamlari turg'unligi oshadi. Yuqori dinamik yuklamada shtamplangan sharikopodshipniklar uchun sementatsiyalanadigan po'latlar ishlatiladi. 20X2H4A, 18X1T. 1200-3500 mm chuqurlikda gaz muhitida sementatsiyalangandan keyin yuqori temperaturani bo'shatish beriladi. sianda toblash bilan 160-11700 berilsa yuza qatlamini qattiqligi HRC 35-45 bo'ladi. Tarkibida oltingugurt ko'p bo'lganligi uchun qirindi bilan hamda keskich bilan detal kesish o'rtasidagi ishqalanish koeffisientini kamaytiradi. Uglerodli avtomat po'latlari A harfi bilan belgilanib, sonlarda 0, 01



aniqlanib uglerod miqdori ko'rsatiladi A12, A20, A30, A35. Bu po'latlar unumdorligi katta bo'lgan avtomat hamda yarimavtomat stanoklarida mayda detallar tayyorlanadi (vint, gayka, roliklar va mayda murakkab detallar). Qo'rg'oshin ham kesish xossalarini yaxshilaydi. Shuning uchun avtomat po'latlari 0, 15-0, 3% qo'rg'oshin bilan ham ligerlangan (kesish unumdorligi 20-35% oshadi, kesuvchi asbob turg'unligi esa 2-7 marta ortadi). Avtomobil sanoatida prutokdan avtomatik hamda yarimavtomat stanoklarida sementatsiyalanadigan va yaxshilanadigan avtomat po'latlaridan ko'p detallar tayyorlanadi. AC38Г2, AC30XM, AC38XГM AC40XTHM po'latlarini toblab so'ngra yuqori temperaturali bo'shatish berilganda  $b_1 = 900-1000$  MPa,  $b_2 = 750-850$  MPa,  $\delta_5 = 11-12\%$  bo'ladi. Masalan bu po'latlarda rul boshqarmasini, nasosini valiga, sattelit o'qlari, shesternalar va shunga o'xshash detallar tayyorlanadi. Lekin qo'rg'oshin po'latni mo'rtligini oshiradi. Quyish uchun mo'ljallangan po'latlarni quyish xossalari cho'yanlarga qaraganda ancha past, cho'kish darajasi katta. Po'latda qancha uglerod ko'p bo'lsa, quyilgandan keyin shuncha hajm kamayadi. Uglerodli va ligerlangan po'latlar quyilgandan keyin cho'kish darajasi 2, 2-2, 3% boradi. Ba'zi bir yuqori ligerlangan po'latlar uchun esa (12X18H9TJI) cho'kish darajasi hatto 2, 7-2, 8% tashkil qiladi. Bundan tashqari quyma detellarda boshqa nuqsonlar ham bo'lishi mumkin (g'ovaklar, darzlar, korobleniya va x. k. ). Quyma po'latlar kimyoviy tarkibi va xossalari chegaralanadigan maxsus gayka mavjuddir (GOST 977-75).

Odatda, uglerodli po'latlar ishlab chiqarish usuliga, oksidlardan elementlarni qaytarilganlik darajasiga, kimyoviy tarkibiga, sifatiga, ishlatilish joylariga va strukturasi ko'ra bir necha turga ajratiladi. Ishlab chiqarish usuliga ko'ra konvertorlarda, marten va elektropechlarda olingan, qaytarilganlik darajasiga ko'ra qaytarilmagan, chala qaytarilgan va to'la qaytarilganlarga, kimyoviy tarkibiga ko'ra uglerodli va legirlanganlarga, sifatiga ko'ra oddiy sifatli, sifatli va yuqori sifatli larga, ishlatilish joyiga ko'ra konstruksion, asbobsozlik va maxsus xossali po'latlarga, strukturasi ko'ra ferritli, perlitli, ferritperlitli, perlit-ferritli va perlit-sementitli po'latlarga ajratiladi.

Quyidagi 5-jadvalda A guruhga kiruvchi oddiy sifatli, B guruhga kiruvchi sifatli po'lat markalari va ishlatish joylariga misollar keltirilgan.

Po'lat markalari	Elementlarning foiz miqdori								Mexanik xossalari				Ishlatilish joylari
	C	Si	Mn	P	S	Ca	Ni	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\delta$	$\psi$		
05	0,05 0,12	0,17 0,37	0,35 0,65	0,035	0,040	0,10	0,25	20	33	33	60	Soviqayin shtanplash yo'li bilan tayyorlanadigan detallar uchun	
08 kp	0,05 0,11	0,03 ko'pi bilan	0,25 0,50	0,040	0,040	0,10	0,25	18	36	35	60		
10	0,07 0,14	0,17 0,37	0,35 0,65	0,035	0,040	0,15	0,25	21	34	31	55	Qizdirib tolganlash va shtanplash yo'li bilan tayyorlanadigan O'zdi shakllil detallar: o'q, valik, gayka va boshqalar uchun	
20	0,17 0,14	0,17 0,37	0,35 0,65	0,040	0,040	0,25	0,25	25	42	25	55		
45	0,42 0,50	0,17 0,37	0,50 0,80	0,040	0,040	0,25	0,25	36	61	16	40	Pastaligi yuqori bo'lgan detallar: shunt, richag, val va boshqalar uchun	
55	0,52 0,60	0,17 0,37	0,50 0,80	0,040	0,040	0,25	0,25	39	66	13	35	Prokatlash stallarining jo'valari, shtoklar, projicalar, resorlar va boshqalar	
70	0,67 0,75	0,17 0,37	0,50 0,80	0,040	0,040	0,25	0,25	43	73	9	30		

V guruh haqidagi ma'lumotlar jadvalda keltirilmagan.

Shuni ham qayd etish zarurki, GOST 380-71 da A guruhga kiruvchi po'latlarning asosiy mexanik xossalari beriladi, kimyoviy tarkibi berilmaydi, B guruhga kiruvchi po'latlarni kimyoviy tarkibi beriladiyu mexanik xossalari berilmaydi, V guruhga kiruvchi po'latlarni esa mexanik xossalari va kimyoviy tarkibi beriladi.

5-jadval

Markalari	A guruhdagi po'latlar			B guruhdagi po'latlar			Ishlatilish joylari
	$\sigma_1$ , MPa	$\sigma_2$ , MPa	$\delta$ , %	Markalari	C, %	Mn, %	
St0	300	-	25	BSt0	0,23 (ko'pi bilan)	-	Tag'liklar, to'siqlar
St 1kp	300-390	-	35	BSt 1kp, BSt	0,08-0,12	0,25-0,50	Uchaliq muhim bo'lmagan qurollish konstruksiyas elementlari (tutqalar, parchin o'ntir, boliklar) tayyorlashda
St 1ps, St 1cp, St	310-410	-	34	1ps BSt 1sp	0,08-0,12	0,25-0,50	
2 kp	320-410	215	33	BSt 2kp, BSt	0,09-0,15	0,25-0,50	
St 2ps, St 2sp	330-430	215	32	2ps BSt 2sp	0,09-0,15	0,25-0,50	
St 3kp	360-460	235	27	B St3kp,	0,14-0,22	0,40-0,65	Qurollish konstruksiyasi balkalari, ustlar, trubalar, richaglar, shaybalar, gaykalar va boshqa detallar tayyorlashda
St 3ps, St 3sp	370-480	245	26	BSt3ps	0,14-0,22	0,40-0,65	
St	370-490	245	26	BSt3sp	0,14-0,22	0,60-1,10	
3Gps	390-570	-	-	BSt3Gps	0,14-0,22	0,80-1,10	
St ZGsp	420-510	255	25	BStZGsp	0,18-0,27	0,40-0,70	
St 4kp	410-530	265	24	BSt4kp,	0,18-0,27	0,4-0,7	
St 4ps, St 4sp				BSt4ps BSt4su			
St 5nc, St 5sp	490-630	285	20	BSt 5ps, BSt	0,28-0,37	0,50-0,80	Yuqori pastlik talab qiladigan qishloq xo'jalik mashinalar detallari (o'qalar, valiklar, richaglar va boshqalar)ni tayyorlashda
St	450-590	285	20	5sp BSt 5Gps	0,22-0,30	0,80-1,20	
5Gps	590	315	15	BSt 6ps, BSt	0,38-0,49	0,50-0,80	
St 6ps, St 6sp				6sp			

### **Konstruksion po‘latlarning markalanishi**

Konstruksion po‘latlar markalaridagi St-harflar po‘latligini, undan keyingi raqamlar tartib nomerini bildiradi. Raqamlar ortishi po‘latdagi uglerod miqdorining ortganligini bildiradi.

Markalar oldidagi masalan, B harfi po‘latni Bessemer konvertorida olinganligini bildiradi. Markalar raqamlaridagi indekslar (SP, PS va KP) po‘latlarni ulardagi FeO dan temirni qaytarganlik darajasini bildiradi. Masalan, St3sp da bu markali po‘latda – 0, 22% uglerodi bo‘lgan to‘la qaytarilgan po‘latdir.

**Sifatli konstruksion po‘latlarning markalanishi.** Sifatli konstruksion po‘latlar markalaridagi ikki xonali raqamlar sifatli po‘latligini bildiradi. Agar bu raqamlar yuzga bo‘linsa, shu markali po‘lat tarkibidagi uglerodning o‘rtacha foiz miqdori aniqlanadi. Raqamlar oxirida masalan, «G» harfi kelsa, u marganes miqdorini odatdagi po‘latlarnikidan ortiqiligini bildiradi. Shuni ham qayd etish joizki, sifatli konstruksion po‘latlarning tarkibidagi marganesni miqdoriga ko‘ra, ular ikki guruhga ajratiladi: birinchi guruhdagi po‘latlarda marganes miqdori ko‘pi bilan 0, 7–0, 8% bo‘lsa, ikkinchi guruhdagi po‘latlarda marganes miqdori 1–1, 2% gacha bo‘ladi. 6-jadvalda sifatli konstruksion po‘latlar markalari, tarkibi, mexanik xossalari va ishlatilish joylari keltirilgan.

**Ko‘p uglerodli po‘latlarning markalanishi.** Ko‘p uglerodli po‘latlarning markalaridagi «U» harfi ko‘p uglerodli po‘latligini bildiradi. Undan keyingi raqamlar o‘ngga bo‘linsa po‘lat tarkibidagi uglerodning o‘rtacha foiz miqdori aniqlanadi. Masalan, U10 A markali po‘latda uglerodning o‘rtacha miqdori 1% bo‘ladi. Raqamdan keyingi

A harfi esa po‘latning tarkibida P, S yo‘q darajada bo‘lib, bu po‘lat yuqori sifatli asbobsozlik po‘lati ekanligini ko‘rsatadi. 7-jadvalda ko‘p uglerodli po‘latlar markalari, uglerod miqdori xossalari va ishlatilish joylari keltirilgan.

Po'latning markalari	Uglerod miqdori	Yumshatilgandan keyingi qattiqligi <i>HB</i> , kgk/mm <sup>2</sup> , kamida	Suvda toblangan-dan keyingi qattiqligi <i>HRS</i> , kamida	Ishlatilish joyi
U7 va U7A	0.65-0.74	187	62	Zarblar ta'sirida ishlaydigan asboblarda va buyumlar, masalan, bolta, shtamp, iskana va boshqalar
U8 va U8A	0.75-0.84	187	62	Qattiqligi va qovushoqligi yuqori bo'lishi talab etiladigan asbob va buyumlar, masalan, kernel-, matrisa, puanson, metall kesuvchi qaychi va boshqalar
U9 va U9A	0.84-0.94	192	62	Qattiqligi yuqori, qovushoqligi esa pastroq bo'lishi talab etiladigan asboblarda, masalan, kemer, tosh kesish zubitosi, duradgorlik asboblari va boshqalar
U10 va U10A	0.95-1.04	197	62	Kuchli zarb ta'sirida bo'lmaydigan qattiqligi yuqori, qovushoqligi esa pastroq bo'lishi talab etiladigan asboblarda, masalan, metall randalash keskichi, metchik, plashka, razvyortka, egov va boshqalar

**Legirlangan po'latlar tasnifi va markalari.** Legirlangan po'latlarni legirlovchi elementlar miqdoriga ko'ra 3 guruhga ajratiladi:

**I guruh** tarkibiga kiruvchi legirlovchi elementlar miqdori 2, 5% dan oshmaydi,

**II guruh** tarkibiga kiruvchi legirlovchi elementlari 2, 5–10% oralig'ida bo'ladi va

**III guruh** tarkibiga kiruvchi legirlovchi elementlar 10% dan ortiq bo'lgan po'latlar kiradi.

**I guruh** po'latlar kam legirlangan bo'lib, konstruksion po'latlar sinfiga, **II guruh** po'latlar o'rtacha legirlangan bo'lib, konstruksion va asbob-sozlik po'latlar sinfiga,

**III guruh** po'latlar ko'p legirlangan po'latlar bo'lib, maxsus xossaligi po'latlar sinflariga kiradi. 8-jadvalda legirlangan po'lat markalari tarkibi, qattiqligi va ishlatilish joylariga misollar keltirilgan.

**Legirlangan po'latlarning markalanishi** Bu po'latlarni markalashda ularning tarkibiga kiruvchi legirlangan elementlar tegishli harflar bilan belgilanadi. Masalan, xrom – X, nikel – N, mis – D, aluminiy – Al, kremniy – C, marganes – G, azot – A, volfram – V, vanadiy – F, fosfor – P va hokazo. Bu harflardan keyingi raqamlar esa shu elementning foiz hisobidagi o'rtacha miqdorini bildiradi. Masalan, 30XN3, markali po'latlarda 30 raqami yuzga bo'linsa, uning tarkibidagi uglerod miqdori aniqlanadi, ya'ni bu po'latda 0, 3 % uglerod bor. X harfi ketidan raqam

yoziqlanmaganligi uchun bu po'latda 1, 0–1, 5 %gacha Cr bo'ladi. N harfidan keyin 3 raqami borligi uchun 3% Ni bo'ladi. Legirlangan po'latning yuqori sifatli ekanligini ko'rsatish uchun shu po'lat markasining oxiriga A harfi yoziladi. Maxsus po'latlarning markalari oldiga qo'shimcha A, Sh, R va boshqa harflar yoziladi. Masalan, A12, ShXI5, P18, va h. k. Avtomat po'latlari A harfi bilan, sharikli podshipnik

po'latlari Sh harfi bilan, tez kesar po'lat esa R harfi bilan belgilanadi.

### Nazorat savollari

1. Po'latlar kimyoviy tarkibi, vazifasi, va sifati bo'yicha qanday turlarga bo'linadi?

2. Oddiy po'lat qanday xossalarga ega va undan nimalar tayyorlanadi?

3. Uglerodli konstruksion sifatli po'latning xossalarini tushuntiring.

4. Uglerodli konstruksion sifatli po'latning markalanishi va ishlatilish sohalarini ayting.

5. Uglerod va doimiy qo'shimchalar po'latga qanday ta'sir ko'rsatadi?

6. Uglerodli asbobsozlik po'latidan qanday maqsadlarda foydalaniladi?

7. Uglerodli asbobsozlik po'latining tarkibi va qanday markalanishini tushuntiring.

8. Ligerlangan po'latning asosiy komponentlarini ayting va uning xossalarini ta'riflang.

9. Ligerlangan konstruksion po'lat nima maqsadlarda ishlab chiqariladi va qanday markalanadi?

10. Ligerlangan asbobsozlik po'lati qanday markalanadi va undan nimalar tayyorlanadi?

## 10-BOB. LEGIRLANGAN PO‘LATLAR VA ULARNI MARKALANISHI

### 10.1. Legirlovchi elementlarning ta’siri

Tarkibida ataylab qo‘shilgan elementlar, masalan, xrom, nikel, molibden, volfram, vanadiy va boshqalar yoki ortiqcharoq miqdorda doimiy qo‘shimchalar, masalan, kremniy, marganes va boshqalar bo‘lgan po‘lat *legirlangan po‘lat* yoki *maxsus po‘lat* deb, qo‘shilgan ortiqcha elementlar esa *maxsus* yoki *legirlovchi elementlar* deb ataladi. Po‘lat tarkibida qaysi legirlovchi element yoki elementlar bo‘lsa, po‘latning nomi shunga qarab aytiladi, masalan, po‘lat tarkibida marganes bo‘lsa, *marganesli po‘lat* deb, xrom bo‘lsa – *xromli*, kremniy bo‘lsa – *kremniyli*, kremniy va molibden bo‘lsa – *kremniy-marganesli*, xrom, nikel va molibden bo‘lsa – *xrom-nikel-molibdenli po‘lat* deb ataladi va xokazo.

Po‘latni legirlashdan ko‘zda tutilgan maqsad po‘latning xossalarini zarur tomonga qarab o‘zgartirishdan iborat. Legirlovchi elementlarning po‘lat xossalariga ta’siri ularning temir va uglerod bilan o‘zaro ta’sir etish Harakteriga hamda legirlovchi elementlar soniga va miqdoriga bog‘liq. Legirlovchi elementlar po‘latning puxtaligini, qovushqoqligini, yeyilishga chidamliligini va boshqa mexanikaviy xossalarini, shuningdek, kesib ishlanuvchanlik xossasini, toblanish chuqurligini va boshqa texnologik xossalarini oshiradi, fizikaviy (magnitaviy va elektrik) xossalarini o‘zgartiradi, kimyoviy xossalarini – Yuqori temperaturalarda va odatdagi sharoitda korroziyabardoshlik xossalarini yaxshilaydi. Binobarin, legirlangan po‘latlar mashina va konstruksiyalarning sifatini yaxshilash, uzoq muddat puxta ishlashni ta’minlash bilan birga. Ular massasini kamaytirishda goyat katta ahamiyatga ega.

Shuni aytib o‘tish kerakki, ba’zi legirlovchi elementlar, masalan, Kobalti, volfram, molibden kabi elementlar ancha qimmat, nikel esa ulardan arzonroq turadi, marganes, kremniy va xrom uncha qimmat turmaydi. Shu sababli, buyum tayyorlash uchun legirlangan po‘latlar tanlashda ana shularni albatta nazarda tutish kerak.

**Legirlovchi elementlarning po‘lat xossalariga ta’siri.** Kremniyning ta’siri – kremniy po‘latning elastiklik, kislotabardoshlik, kuyindibardoshlik (Yuqori temperaturalarda oqsidlanmaslik) xossalarini yaxshilaydi. Po‘latga 1-1, 5%

miqdorida qo‘shilgan kremniy po‘latning qovushqoqligini o‘zgartirmagani holda uning puxtaligini oshiradi. Undan ko‘p miqdorda kremniy qo‘shilgan po‘latning magnitaviy kirituvchanligi va elektrik qarshiligi ortadi.

Marganesning ta‘siri – 1% dan ortiq marganes qo‘shilgan po‘latning qattikligi, yyeyilishga chidamliligi oshib, plastikligi kamaymaydi. Marganes ferrit tarkibiga kirib, po‘latning qattiqligini oshiradi; uglerod va temir bilan o‘zaro ta‘sir etib,  $(FeMn)_3C$  tarkibli murakkab karbid hosil qiladi. Marganes po‘latning toblanish chuqurligini ancha oshiradi.

Aluminiyning ta‘siri – Aluminiy po‘latning mustahkambardoshligini oshiradi.

Misning ta‘siri – mis po‘latning korroziyabardoshligini oshiradi.

Xromning ta‘siri – xrom po‘latning qattiqligini, puxtaligini va korroziyabardoshligini oshiradi, ammo plastikligini bir oz pasaytiradi. Po‘latga xrom legirlovchi element sifatida, odatda, 1, 5 – 2, 5% qo‘shiladi. Ammo tarkibida 30, 0% gacha xrom bo‘lgan maxsus po‘latlar ham tayyorlanadi. Ko‘p miqdorda xrom qo‘shilgan po‘lat zanglamaydi va uning magnitaviy xossalari barqaror bo‘ladi.

Nikelning ta‘siri – nikel po‘latni korroziyabardosh qiladi, uning puxtaligini va plastikligini, zarbiy qovushqoqligini, toblanish chuqurligini oshiradi, issiqlikdan kengayish koefftsientining o‘zgarishiga ta‘sir etadi. Nikelli po‘lat zich bo‘ladi, chunki nikel yaxshi qaytaruvchidir.

Titanning ta‘siri – titan po‘latning korroziyabardoshligini oshiradi, po‘latni puxta va mayda donali qiladi, uning kesib ishlanuvchanligini yaxshilaydi. Titan yaxshi qaytaruvchi bo‘lganligidan po‘latning zichligini oshiradi.

Volframning ta‘siri – volfram po‘latning qattiqligini oshiradi, chunki u uglerod bilan birikib, juda qattiq kimyoviy birikma – volfram karbid (WC) hosil qiladi. Volframli po‘lat qizarguncha qizdirilganda ham o‘z qattiqligini saqlab qoladi, ya‘ni otashbardosh bo‘ladi. Volframli po‘lat toblangandan keyin bo‘shatilganda Kobalti.

Vanadiyning ta‘siri – vanadiy po‘latning donalarini maydalab, qattiqligini oshiradi.



Kobaltning ta'siri – Kobalt po'latning issiqbardoshligini, zarbiy qovushqoqligini va magnitaviy xossalarini oshiradi.

Molibdenning ta'siri – molibden bilan legirlangan po'lat otashbardosh bo'ladi; molibden po'latning cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasini, korroziyabardoshligi va kuyindibardoshligini oshiradi.

Niobiyning ta'siri – niobiy po'latning kislotabardoshligini oshiradi va payvanli konstruksiyalarda korroziyalanishni kamaytiradi.

Lantanning ta'siri – lantan po'latdagi govakliklarni, oltin-gugurt miqdorini kamaytiradi, po'lat yuzasining sifatini yaxshilaydi, po'latni mayda donali qiladi.

Neodimning ta'siri – neodim po'latga xuddi lantan kabi ta'sir etadi. Lantan bilan neodim zanglamas va kuyindibardosh po'latlarga, shuningdek, transformator po'latiga qo'shiladi.

Sirkoniyning ta'siri – sirkoniy po'lat donalarini maydalaydi. Po'latga tegishli miqdorda sirkoniy qo'shish yo'li bilan uning donalarini zarur o'lchamga keltirish mumkin.

Seriyning ta'siri – seriy po'latning puxtaligini va, ayniqsa, plastikligini oshiradi.

Legirlovchi elementlar sifatida yuqorida kurib chiqilgan elementlardan tashqari, bor, azot, fosfor, selen va boshqa elementlar ham ishlatiladi.

Legirlovchi elementlar po'latga atayin kiritilib, uning xossalariga va qurilishiga ta'sir qiladi. Shunaqa elementlar kiritilgan po'latlar legirlangan po'latlar deyiladi. Po'latni o'zida kremniy va marganes bo'ladi, lekin kremniy miqdori 0, 4% dan, marganes 0, 8% dan oshsa, bunday po'latlar ham legirlangan hisoblanadi.

Ba'zi legirlovchi elementlarning miqdori juda kam bo'lishi mumkin: Nb, Ti miqdori 0, 1% dan oshmaydi; V ham 0, 005% dan oshmaydi.

Legirlangan po'latlar texnika taraqqiyoti talablari natijasida paydo bo'lgan. Legirlash mexanik xossalarni (mustahkamlik, plastiklik, uyushqoqlik), fizik xossalarni (elektro'tkazuvchanlik, magnit xarakteristikalari, radiatsiyaga chidamliligi), kimyoviy xossalari (zanglamaslik) o'zgartirish maqsadida qo'llaniladi.

Legirlangan po'latlar uglerodli po'latlarga nisbatan qimmat. Shuning uchun ularni yana termik ishlab qo'llash maqsadga muvofiq.

Asosiy legirlovchi elementlarga Cr; Ni; Mn; Si; W; Mo; V; Al; Ti; Cu; B lar kiradi. Ko'pincha bitta emas, bir nechta elementlar bilan birgalikda legirlanadi: Cr va Ni ; Cr va Mn; Cr; Ni; Mo va V lar bilan.

## 10.2. Legirlovchi elementlarning temir allotropik shakl o'zgarishlariga ta'siri

Temirda eriydigan barcha elementlar temirning allotropik shakl o'zgarishlariga ta'sir qiladi. Ba'zi elementlar (Mn; Ni; Pt; Co; Zn)  $A_3$  nuqtani pasaytirib,  $A_4$  nuqtani ko'taradi. Ba'zi elementlar esa (Si; P; W; Mo; V; Al; Be; Sn; Sb; Ti; Cr)  $A_3$  nuqtani ko'tarib,  $A_4$  nuqtani pasaytiradi. Ferrit va austenit turg'unligiga ta'sir qiladi:

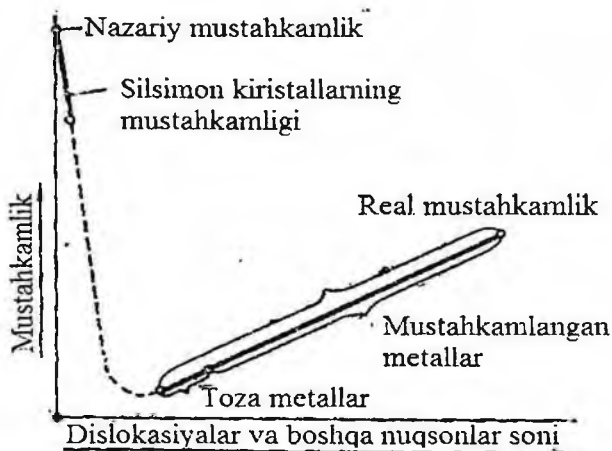
a) Ni, Mn, Cu, Co lar  $\gamma$ -qismini kengaytiradi va austenit turg'unligini erish haroratidan uy haroratigacha turg'unligini ta'minlaydi. Bunday po'latlar austenit po'latlar deyiladi.

b) Cr, Si, V, W, Mo, Al, Ti lar esa  $\alpha$ -qismini kengaytirib, ferrit turg'unligini ta'minlaydi. Bu po'latlar ferrit po'latlar deyiladi.

Legirlovchi elementlarning ferritga ta'siri. Konstruksion po'latlarda asosiy struktura tashkil etuvchi bu ferritdir va metall hajmining 90% dan ko'pini egalaydi. Shuning uchun ferrit va po'lat xossalari butunlay bog'liq.

Metalldagi temir atomlari o'lchamlari bilan legirlovchi elementlar atomlari o'lchamlari o'rtasidagi farq qancha katta bo'lsa, kristallik panjara buzilishi (qiyshayishi) shuncha katta bo'ladi. Ma'lumki, buzilish–qiyshayish, nuqsonlar soni qancha katta va ko'p bo'lsa, ferritning mustahkamligi va qattiqligi ( $\sigma_v$ , NV) shuncha

ortib, plastiklik va uyushqoqlik pasayadi (oldingi bobga qarang). Bu hodisa quyidagi rasmda yaqqol tasvirlangan.



10. 1-rasm. Dislokatsiya va nuqsonlarning metall mustahkamligiga ta'siri

Barcha elementlar ferrit qattiqligini oshiradi. Ayniqsa, Ni, Cr ning ta'siri kuchli va ular konstruksion po'latlarning  $\sigma_v$ ; NV; plastikligini va **toblash chuqurligini** oshiradi.

### 10.3. Legirlangan po'latlarda karbidlar

Element uglerodga qancha yaqin bo'lsa, shuncha **karbid** hosil qilish imkoniyati yuqori bo'ladi. Bu qator aktivligi ortishi bo'yicha quyidagi qator tartibida bo'ladi: Fe-Mn-Cr-Mo-W-Nb-V-Zr-Ti. Barcha karbidlar yuqori qattiqlikka ega. Ular 2 guruhga bo'linadi: 1)  $Fe_3C$ ;  $Mn_3C$ ;  $Cr_7C_3$ ;  $Cr_{23}C_6$ ; 2)  $Mo_2C$ ; WC; VC; TiC. Ikkinchi guruhning qattiqligi ancha yuqori.

Fazalar o'zgarishiga ta'siri Legirlovchi elementlar martensit parchalanishini pasaytiradi (kobalt teskari, uni tezlatadi). Bunday po'latlarning bo'shatish harorati yuqoriroq bo'ladi. Bu toblangan po'latlarni bo'shatish harorati ko'tarilgan sari po'latning qattiqligi, mustahkamlik chegarasi, oquvchanlik chegarasi pasayib, plastiklik xossalari oshadi.

Uglerodga nisbatan legirlovchi elementlar 2 guruhga bo'linadi:

1. **Karbid hosil qilmaydiganlar:**

Ni; Si; Co; Al; Cu.

2. **Karbid hosil qiluvchilar:**

Cr; Mn; W; Mo; V; Ti; Hf; Ta; Ts; Hf.

Legirlovchi elementlar **dislokatsiyalar** hisobiga, fazalar o'zgarishi, allotropik o'zgarishlar, karbidlar hosil qilishi hisobiga metallning mustahkamligini, qattiqligini oshiradi. Boshqa xususiyatlariga ham ta'sir qiladi.

Cr – ishqalanib yeyilishga qarshiligini oshiradi, zangga bardoshligini oshiradi. W va G bilan harorat ta'sirida deformatsiyalanmaslik qobiliyatini oshiradi. Shuning uchun legirlangan XVG po'latidan uzun o'lchamli («длинные мерные») kesgichlar yasaladi, masalan protyajka.

W – o'tga bardoshliligini. Ayniqsa V bilan birga masalan bu po'lat – R18 – tez kesar po'lati. har xil kesgichlar yasaladi.

Ni – qattqlikni, zanglamaslikni va h. k. xossalarni oshiradi. Ayniqsa, nikel xrom bilan birgalikda: Cr-Ni – tizimidagi po'latlar.

#### 10.4. Legirlangan po'latlarni markalanishi

A – azot,  
B – niobiy,  
P – fosfor,  
D – mis,  
G – marganes,  
V – vol'fram,  
F – vanadiy,  
K – kobolt,  
M – molibden,  
N – nikel,  
R – bor,  
T – titan,  
S – kremniy,  
X – xrom,  
Ts – tsirkoniy,  
Yu – aluminiy,  
Ch – siyrak-er metallari.

18X2N4V

EN154

0, 18% - S “Elektrostal” zavodi

2% - X N – “tajribaviy(eksperimentalniy)”

4% - N 154 – tartib nomeri

1% - W

**Qurilishda ishlatiladigan kam legirlangan po'latlar.** Bularda uglerod 0, 1-0, 25% bo'ladi. Bu po'latlardan fermalar, kema korpuslari armaturalar va h. k. lar quriladi. Kam uglerodli bo'lgani uchun yaxshi payvandlanadi. Bular temirbeton qovurg'alari uchun, neft mahsulotlari va gaz quvurlari, metall chivichlari ham yasaladi. Lekin, mashina detallari uchun onda-sonda ishlatiladi. Bu po'latlar St. 1; St. 2; .... ; St. 6 deb markalanadi. Bu po'latlarning mustahkamligi  $\sigma_{0.2} = 240$  Mpa ga teng.

Qurilishda ishlatiladigan po'latlarga kam legirlangan po'latlar: 14G2; 17GS; 14XGS; 15XSND (D-Cu). Stalb 15XSND qattiq sovuqda (-60°S) da ham ishlaveradi, Chunki N + D lar sovuqda ham mo'rtlashmaydi. Bundan tashqari bular havoda zanglamaslik qobiliyatini ham oshiradi.

Qurilishda va mashinasozlikda listlar, sortovoy prokatlar kam legirlangan po'latlar 14G2AF, 17G2AFB ( $\sigma_{0.2} = 450$  MPa) dan yasaladi. Bular qo'shilganda, karbonitridlar hosil bo'lishi hisobiga puxtalanadi.

### **Sementitlanadigan konstruksion po'latlar**

**Dinamik kuch ostida ishlaydigan va ustki yuzalari ishqalanib yeyiladigan detallar kam uglerodli po'latdan (S<0, 2%) yasalib, tsementitlanib, so'ngra toblanadi va past bo'shatiladi.** Bunda sirtqi qatlamlari yetarli qattiq bo'ladi – HRC=60 (o'zagi qattiqligi esa – HRC = 20-40).

Agar legirlangan po'latlar tsementitlanib, toblansa, o'zagi qo'shimcha puxtalanadi. Qancha ko'p legirlangan bo'lsa, shuncha ko'p puxtalanadi.

O'zagining puxtalanish darajasiga qarab bu po'latlar 3 guruhga bo'linadi.

**Birinchi guruhga uglerodli po'latlar (08; 10; 15; 20) kiradi.** Bulardan faqat yeyilishga ishlaydigan detallar, o'zagining puxtaligi katta ahamiyatga ega bo'lmagan detallar yasaladi. Mayda detallar uchun.

**Ikkinchi guruhga kam legirlangan xromli po'latlar kiradi: 15X; 20X.** Bulardan ishqalanishga ishlaydigan va o'zagi puxtaligi yuqori bo'lishi talab qilinadigan detallar yasaladi. Agar ozgina vanadiy qo'shilsa (15XF), zarrachalar maydalashib, plastikligi va uyushqoqligi ortadi.

**Uchinchi guruhga** bunday po'latlar tarkibiga nikel qo'shiladi. Bunday po'latlardan zarbiy kuchlarga ishlaydigan va ko'ndalang kesimi katta hamda murakkab shaklda bo'lgan yoki qarama-qarshi kuchlanishda (+;-) ishlaydigan detallar yasaladi: 20XN; 12XN3A; 12X2N4A. Nikel o'rniga titan qo'shilsa ham bo'ladi: 18XGT.

Agar vol'fram yoki molibden qo'shilsa (12X2N4VA; 18X2N4M4) toblanish qalinligini oshiradi.

### **Yaxshilanadigan konstruksion po'latlar**

Bulgarga o'rta uglerodli (0, 3-0, 5%) va legirlovchi elementlari 5% dan oshmagan po'latlar kiradi. «Yaxshilanishi» bu toblash va yuqori otpuskdir. Bunday po'latlar yuqori mustahkamlikka, uyushqoqlikka ega; kuchlanishlar yig'indisiga kam e'tibor beradi, tablanish chuqurligi yaxshi. Shuning uchun zarbiy kuchlarga bemolol ishlaydi. Beshta guruhga bo'lingan:

1. Stal' 35, Stal' 40, Stal' 45.
2. 30X; 40X
3. 30XM; 40XG; 30XGT
4. 40XN; 40XNM.
5. 38XN3M; 38XN3MFA.

### **Prujina va resoralar uchun po'latlar**

Plastik deformatsiyaga yo'l qo'yilmaydi. Kremniy va marganes bilan legirlanadi. Toblanish va toblanish qalinligi yuqori. 65; 70; 65G; 60S2; 70S3A; 60SG; 40XFA.

### **Sharikli va rolikli podshipnik po'latlari**

Xar xil qutbli mujassamlantirilgan (ideal'niy) kuch ta'sir qiladi. Qattiq, yeyilishga chidanli va nuqtaviy charchamasligi (kontaktmaya ustalost') kerak.

ShX4; ShX15; ShX15SG; ShX20SG.

Legirlangan po'latlar tegishli harflar va raqamlar bilan markalanadi. Legirlangan po'lat markasidagi harflar legirlovchi elementlarni, raqamlar esa miqdorini ko'rsatadi. GOST ga ko'ra, har qaysi legirlovchi element ma'lum harf bilan, masalan, azot-A, Aluminiy-YU, bor-R, vanadiy-F, vol'fram-V, Kobalti-K, kremniy-S, marganes-G, mis-D, selen-E, siyrak-er elementlari-CH, titan-T, xrom-X, fosfor-P, sirkoniy-S bilan belgilanadi.

Legirlangan po'lat markasida raqamlar va harflar muayyan tartibda qo'yiladi. Po'lat markasida eng oldin turgan raqamlar shu po'lat tarkibidagi uglerod miqdorini prosentning yuzdan bir ulushlari xisobida ifodalaydi, harflardan keyin turgan raqamlar esa shu harflar bilan ko'rsatilgan elementlarning prosent xisobidagi o'rtacha miqdorini bildiradi. Legirlovchi elementning miqdori 1% dan kam yoki 1% dan sal oshiqroq bo'lsa, raqam yozilmaydi. Masalan, tarkibida 0, 17-0, 23% uglerod, 0, 45-0, 75% xrom va 1, 0-1, 4% nikel' bo'lgan po'lat 20XN bilan, tarkibida 0, 14-0, 20% uglerod, 1, 35-1, 65% xrom, 4, 0-4, 4% nikel' va 0, 8-1, 2% volfram bo'lgan po'lat 18X2N4V bilan markalanadi va xokazo.

Po'lat tarkibidagi fosfor miqdori 0, 03% dan, oltingugurt miqdori ham 0, 03% dan kamligini, shuningdek, po'latning yuqori sifatli ekanligini ko'rsatish uchun shu po'lat markasining oxiriga A harfi yoziladi (A harfi po'lat markasining o'rtasida kelsa, maxsus qo'shilgan azotni bildiradi).

Ba'zi hollarda markadagi belgilar sonini kamaytirish uchun GOST sistemasidan bir qadar chetga chiqiladi. Masalan, tarkibida 1% dan ortiq uglerod bo'lgan po'latlarning markasida shu uglerod miqdorini ko'rsatuvchi raqamlar yozilmaydi, masalan, tarkibida 1, 45-1, 70% uglerod, 11, 0-12, 5% xrom va 0, 5-0, 8% molibden bo'lgan asbobsozlik po'lati X12M bilan belgilanadi. Po'lat markalaridagi oldingi raqamlar, ba'zan, uglerodning miqdorini prosentning yuzdan bir ulushlari xisobida emas, balki undan bir ulushlari hisobida ifodalaydi, masalan, 9XS va 4XV2S markali legirlangan asbobsozlik po'latlarida o'rta hisob bilan 0, 9 va 0, 4% uglerod bo'ladi. Ba'zi legirlovchi elementlarning miqdori po'lat markasida ko'rsatilmaydi, masalan, 35XM markali po'latda molibden miqdori, 3XF markali po'latda esa vanadiy miqdori 1% atrofida emas, balki 0, 15-0, 25% dir; bunday qilinishiga sabab shuki, bu tipdagi po'latlarda molibden miqdori ham, vanadiy miqdori ham 0, 25% dan ortiq bo'lmaydi. Legirlangan po'latlar tarkibidagi uglerod miqdori 0, 04% gacha bo'lsa, po'lat markasi oldidagi ikkita nol, 0, 04 dan 0, 08% gacha bo'lganda esa bitta nol' yoziladi, masalan, 00X18N10 markali po'latda uglerod miqdori 0, 04% dan, X13 markali po'latda esa 0, 08% dan oshmaydi.

Ba'zi gruppada po'latlar ko'shimcha ravishda tegishli Harflar bilan belgilanadi, masalan, sharikaviy va rolikaviy podshipnik

po'latlari Sh harfi bilan, magnitaviy po'latlar – E, elektrotexnikaviy po'latlar – E, tezkesar po'latlar esa R harfi bilan belgilanadi.

Standartga kirmagan po'latlar xilma-xil tarzda belgilanadi. Masalan, «Elektrostal» zavodida tayyorlanadigan tajribaviy po'lat markalari EI yoki EP Harflari va undan keyin qo'yiladigan tartib raqamlari bilan belgilanadi, masalan, EI 154, EP 398 va xokazo (bu erda E Harfi zavod nomini, I Harfi po'latning tadbikiy, P Harfi esa po'latning sinaluvchan ekanligini va raqamlar tartib nomerini bildiradi).

**Legirlangan po'latlarning klassifikasiyalanishi.** Legirlangan po'latlar xavoda sovitilgan (normallangan) holatdagi strukturasi ko'ra, yumshatilgan holatdagi strukturasi ko'ra, kimyoviy tarkibiga (legirlovchi elementlar soniga ko'ra), hamda vazifasiga ko'ra klassifikasiyalanadi.

**Legirlangan po'latlarning xavoda sovitilgan holatdagi strukturasi ko'ra klassifikasiyasi.** Legirlangan po'latlar tinch xavoda sovitilgandan keyin ularda hosil bo'ladigan strukturasi ko'ra uchta asosiy sinfga: *perlit*, *martensit* va *austenit* sinflariga bo'linadi. Perlit sinfidagi po'latlarda legirlovchi elementlar miqdori nisbatan kam, martensit sinfidagi po'latlarda ancha ko'p, austenit sinfidagi po'latlarda esa undan ham ko'p bo'ladi.

Legirlangan po'latning qaysi sinfga oidligini austenitning izotermik parchalanish diagrammasi chiziqlari bilan po'latni sovitish egri chizig'ining bir-biriga nisbatan kanday vaziyatda joylashganligiga qarab aniqlash mumkin.

Po'lat tarkibida legirlovchi elementlar miqdori ortgan sari perlit soxasida austenitning barqarorligi ortib, martensitga aylanish soxasining temperaturasi pasayadi, buni sxemalardan yaqqol ko'rish mumkin.

Agar sovitish egri chizig'i austenitning parchalana boshlash va tamom parchalanib bo'lish chiziqlarini kesib o'tsa, legirlangan po'latning strukturasi perlit, sorbit yoki troosit bo'ladi, po'latning uzi esa perlit sinfiga kiradi. Agar austenitning parchalana boshlash va tamom parchalanib bo'lish chiziqlari ung tomonga siljisa, ya'ni po'latda legirlovchi elementlar miqdori birinchi holdagidan ortiq bo'lsa, sovitish egri chizig'i  $M_v$  chizig'ini kesib o'tadi, demak, po'lat havoda sovitilganda austenit perlit sohasida parchalanmay, martensitga aylanish temperaturasi gacha o'ta sovib, martensitga aylana boshlaydi. binobarin, bu po'lat



martensit sinfiga kiradi. Agar po'latdagi legirlovchi elementlar miqdori yanada oshik bo'lsa, perlit soxasida austenitning izotermik parchalanish diagrammasi ung tomonga yanada siljishi bilan birga,  $M_v$  chizig'i manfiy temperaturalar sohasigacha pasayadi.  $M_v$  chizig'i manfiy temperaturalar sohasida bo'lganda esa po'lat normal temperaturagacha sovitilganda ham austenit parchalanmay qoladi, demak, bu po'lat austenit sinfiga oid po'latdir.

**Legirlangan po'latlarning yumshatilgan holatdagi strukturasiga ko'ra klassifikatsiyasi.** Legirlangan po'latlar yumshatilgan holatdagi strukturasiga ko'ra, xuddi uglerodli po'latlar kabi, evtektoidgacha bo'lgan, evtektoid va evtektoiddan keyingi po'lat sinflariga bo'linadi. Bundan tashqari, austenitning uglerodga to'yinish chegarasi torayganda ( $Fe-Fe_3C$  diagrammasidagi E nuqta chappa siljiganda) po'lat strukturasida birlamchi karbidlar ham bo'lishi mumkin. Bunday karbidlar austenit bilan aralashib, evtektika – ledeburit hosil qiladi. Binobarin, yuqorida aytib o'tilgan uchta sinf po'latlariga yana bir sinf po'latlar, ya'ni ledeburit yoki karbid sinfidagi po'latlar ham qo'shiladi.

Yuqorida aytib o'tilgandek, agar po'latda  $\gamma$ -soxani toraytiruvchi elementlar konsentratsiyasi katta bo'lsa,  $\alpha$ -temir normal temperaturagacha saqlanib qoladi. Xuddi Shuningdek, po'latda  $\gamma$ -soxani kengaytiruvchi elementlar konsentratsiyasi katta bo'lsa, normal temperaturagacha  $\gamma$ -temir saklanib qoladi. Birinchi holda ferrit sinfidagi kotishma (po'lat), ikkinchi holda esa austenit sinfidagi qotishma (po'lat) bo'ladi.

Binobarin, evtektoidgacha bo'lgan, evtektoid, evtektoiddan keyingi va ledeburit sinflariga oid legirlangan po'latlardan tashqari, ferrit sinfidagi legirlangan po'latlar bilan austenit sinfidagi legirlangan po'latlar ham bo'lishi mumkin.

**Legirlangan po'latlarning kimyoviy tarkibiga (legirlovchi elementlar soniga) ko'ra klassifikatsiyasi.** Po'latlarda qaysi legirlovchi element yoki elementlar borligiga qarab, ular xromli, molibdenli, kremniyli, xrom-nikelli va hakoza po'latlarga bo'linadi. Demak, legirlangan po'latlar o'z tarkibidagi legirlovchi elementlar nomiga qarab sinflanadi. Legirlovchi elementlarning miqdoriga qarab esa po'latlar kam legirlangan, o'rtacha legirlangan va ko'p legirlangan po'latlar deb ataladi. Kam legirlangan po'latlarda legirlovchi barcha elementlarning umumiy miqdori 2,

5% dan ortmaydi, o'rtacha legirlangan po'latlarda bu miqdor 2, 5 dan 10% gacha, ko'p legirlangan po'latlarda esa 10% dan ortiq bo'ladi.

### ***Legirlangan po'latlarning vazifasiga ko'ra klassifikatsiyasi.***

Legirlangan po'latlar qanday maqsadlarda ishlatilishiga qarab, quyidagi sinflarga bo'linadi: konstruksion po'latlar (mashinasozlik po'latlari), asbobsozlik po'latlari va alohida xossali po'latlar.

Konstruksion po'latlar mashina detallari tayyorlash uchun, asbobsozlik po'latlari, kesuvchi asboblari, ulchov asboblari, shtamp asboblari va boshqa asboblari tayyorlash uchun, alohida xossali po'latlar esa xilma-xil maqsadlarda ishlatiladi.

Po'latdagi legirovchi elementlarning soni va miqdorlari qancha ko'p bo'lsa, toblash chuqurligi shuncha katta bo'ladi. zagotovkaning o'lcham va massasi katta bo'lsa, uni tayyorlash uchun o'rta yoki yuqori legirlangan po'lat qo'llaniladi. Po'latning tarkibida nikeldan boshqa elementlar qancha ko'p bo'lsa, murtligi shuncha oshadi. Bunday po'latlarning mexanik xossalari toblangandan keyin beriladigan bushatish temperaturasiga bog'liqdir.

Prujina, resor kabi vositalarni tayyorlash uchun po'latlardagi uglerod miqdori 0, 5-0, 6% dan kam bo'lmazligi kerak.

Yuqori kuchlaishda ishlashkerak bo'lgan resorlar va elastik elementlarni tayyorlashda 60S2XA, 60S2XFA po'latlar ishlatiladi. Oquvchanlik chegarasi 1000 MPa kuchlanishga teng yoki undan ortiq bo'lsa, prujina va resorlar 70SZA, 60S2XA, 60S2N2A po'latlardan foydalaniladi.

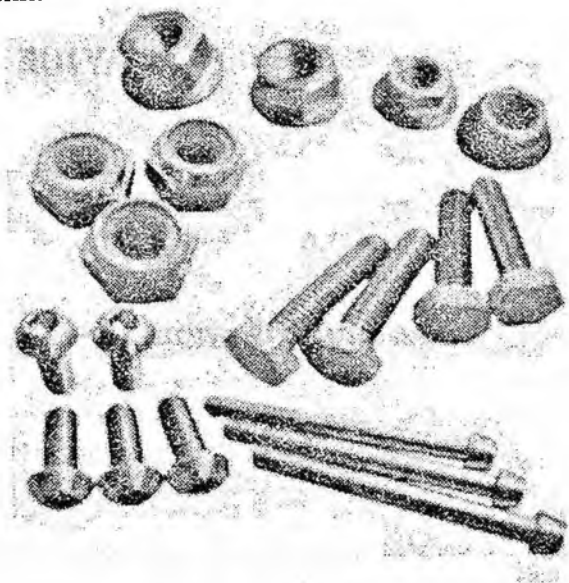
### **Nazorat savollari:**

1. Legirlangan po'latlar.
2. Legirovchi elementlarning po'lat xossalariga ta'siri.
3. Legirlangan po'latlarning markalanishi.
4. Legirlangan po'latlarning klassifikatsiyalanishi.

## 11-BOB. MAXSUS XOSSALI METALLAR

**Po'lat** — bu temir asosli qotishma bo'lib, tarkibida ma'lum miqdorda boshqa legirlovchi elementlar ham bo'ladi. Po'latlarning mingdan ortiq turlari mavjud bo'lib, ular tarkibi va tayyorlanish jarayonidagi termik ishlovlar turi bilan farqlanadi. Bu materialning mexanik xossalariga uglerodning miqdori juda sezilarli ta'sir ko'rsatadi, odatda 1% dan ko'p bo'lmagan miqdorda qotishma tarkibida uglerod bo'ladi.

Metallarni tashqi muhit bilan kimyoviy yoki elektrokimyoviy o'zaro ta'sir etishi oqibatida yemirilish jarayoni korroziya zanglash deb ataladi. Konstruksiya materiallari ishlash davrida, ayniqsa, tajovuzkor (agressiv) muhitda yuqori zanglamaslik xossasiga ega bo'lishi lozim.



### 11.1. Zanglamas po'latlar

Metallar va ularning qotishmalari ko'proq zanglaydi, chunki, ularning kimyoviy aktivligi va elektr toki o'tkazish qobiliyati yuqori.

Korroziyabardosh-zanglamaydigan po'latlar deb havo sharoitida, daryo, dengiz suvlarida, tuzlar eritmalarida, ishqor va ba'zi kislotalarda (umuman tashqi muhitda) uy hamda yuqori

haroratlarda kimyoviy va elektrokimyoviy yemirilishga-korroziyaga qarshilik ko'rsata oladigan polatlarga aytiladi.

Zanglamas po'latlar. Zanglamas po'latlar turli atrof-muhitdagi va asosan ochiq atmosfera korroziyasiga qarshi tura olish xususiyatiga ega bo'lgan materiallar guruhini tashkil qiladi. Bunday qotishmalarning asosiy qo'shimcha elementi-xromdir. Bunda qotishmada xromning konsentratsiyasi 11% dan kam bo'lmasligi lozim. Nikel va molibden elementlari ham qo'shilishi qotishmaning korroziyaga qarshilik xossasini yaxshilaydi.

Zanglamas po'latlar qo'shimchalar turiga va mikrostrukturasiga nisbatan 3 turga bo'linadi: - **martensitli, ferritli va austenitli**. Bu materiallarning xossalarini keng ko'lamda o'zgartirish imkoniyati, korroziyabardoshli qator variantlari ularni aniq maqsadli yo'naltirilgan turli sohalarda qo'llash imkonini beradi.

**Martensit** zanglamas po'latlari termik ishlash yo'li bilan butun qotishma mikrokomponentlarini asosiy bir ko'rinishga, ya'ni martensit struktura hosil qilish orqali olinadi.

**Ferritli** zanglamas po'latlar a-ferrit (hajmi markazlashgan kristall) dan tashkil topadi. Austenit va ferrit po'latlarni sovuqlayin ishlov berish orqali mustahkamligini oshirish mumkin.

**Austenit** zanglamas po'latlarining ko'p qismi korroziyabardosh po'latlar hisobiga kiradi, nikel va xrom miqdoriga qarab belgilanadi. Bu po'latlar ko'p miqdorda ishlab chiqariladi. Martensit va ferrit po'latlar magnit xossalariga ega, austenit zanglamas po'latlari magnit xossalarni namoyon etmaydi.

Ayrim zanglamas po'latlar ko'pincha yuqori haroratli va juda og'ir sharoitdagi muhitlarda ishlatiladi. Bunda ular oksidlanishga qarshilik bilan birga yuqori mexanik xossalarini ham saqlab turishi lozim. Bu materiallarning oksidlovchi muhitda ishlash qobiliyati 1000°S gacha saqlanib turadi.

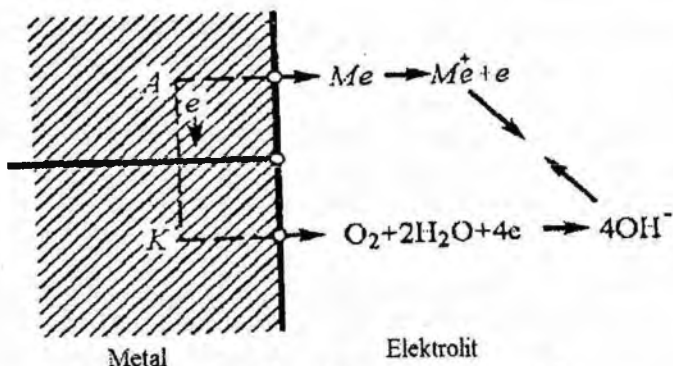
Zanglamas po'latlarning bunday turlari quvurlar, yuqori haroratli bug' quvurlar, eritish pechlarini, samolyot, raketa va atom elektr stansiyalarining qurilmalarini tayyorlashda ishlatiladi.

Po'lat markasi	C%	Cr %	Mn %	Ni %	N	Boshqa elementlar
12x18N9	0,12	17-19	<2	8-10		
12x18N10T	0,12	17-19	<2	9-11		(5c-0,8)Ti
08x18N12B	0,08	17-19	<2	11-13		(10c-1,13)Ti
10x14AG15	0,10	13-15	14,5-16,5		0,15-0,25	>5(c-0,02)Ti
10x14G14N4T	0,10	13-15	2,8-4,5			
03x13AG19	0,03	12-15	19-22	1,0	0,05-1,10	

## 11.2. Metallarning elektrokimyoviy korroziyasi

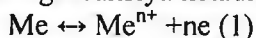
Elektrokimyoviy korroziya suyuq elektrolitlarda (nam havoda, nam yerda, dengiz va daryo suvlarida, tuz, ishqor va kislota eritmalarida) paydo bo'lib rivojlanadi. Bunda metall bilan elektrolit orasida korroziya toki o'rnatiladi paydo bo'ladi va tok o'tishi sababi bilan metall eriydi.

Elektrolitda metall yuzasi bir xil emas, natijada mikrogalvaniqli korroziyali element hosil bo'ladi. (11.2-rasm)

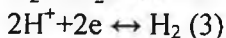
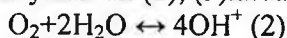


11.2-rasm. Korroziyon element sxemasi

Yuzalarning bir xil uchastkalarida ya'ni anod uchastkalarida quyidagi reaksiya ketadi:



Boshqa uchastkalarida - katod uchastkalarida quyidagi ikki reaksiyalardan (2), (3)lardan biri o'tadi:



Korrozion element uzilib turganda anod va katod uchastkalardagi reaksiyalar to'g'ri va teskari yo'nalishlarida bir xil tezlikda boradi, ya'ni qarama-qarshi teng o'tadi. Metallarning elektrodli qaytaruvchi potentsiali (V qaytaruvchi) elektrolit xarakteri va haroratga bog'liq. Metallarni elektrokimyoviy potentsiallarining aktivligini (kuchlilikini) nisbatan baholash uchun standartli elektrodli qaytaruvchi potentsial  $V_{qayt}^0$  qabul qilinadi. Bu harorat  $25^\circ\text{C}$  ga ega va o'zini ionlarini suvdagi eritmasidagi aktivligiga (konsenratsiyasiga) hisoblangan. Ba'zi metallarning ionlari uchun  $V_{qayt}^0$  ni qiymatlari quyidagicha:

Agar elektr zanjir yopiq bo'lsa (ulangan bo'lsa) tutashgan (yopiq) korrozitson elementdagi to'g'ri va teskari yo'nalishdagi reaksiyalar tezliklari har xil bo'ladi. Anoddagi reaksiyalar ko'proq ionlash yo'nalishida o'tadi. Katodda esa  $\text{H}^+$  yoki  $\text{O}_2$  ni tiklash yo'nalishida o'tadi. Natijada metallda elektronlar, elektrolitda ionlar siljiydi (suriladi-oqadi), demak korrozitsion tok hosil bo'ladi. Bu tok ta'sirida katod va anodda orqaga qaytmaydigan potentsial  $V_n$  o'rnatiladi.

Qaytaruvchi va qaytmaydigan potentsial farqi korrozion elementdagi tok kuchiga proporsional. Proporsionallik koeffitsientlari  $R_Q$  va  $P_K$  larni qutblanuvchanlik deyiladi.

$$V_{qayt}^Q - V_H^k = P_Q I \quad (4)$$

$$V_{qayt}^k - V_H^Q = P_K I \quad (5)$$

Anodli  $P_Q$  va katodli  $P_K$  qutblanuvchanlik eksperimental aniqlanadi.

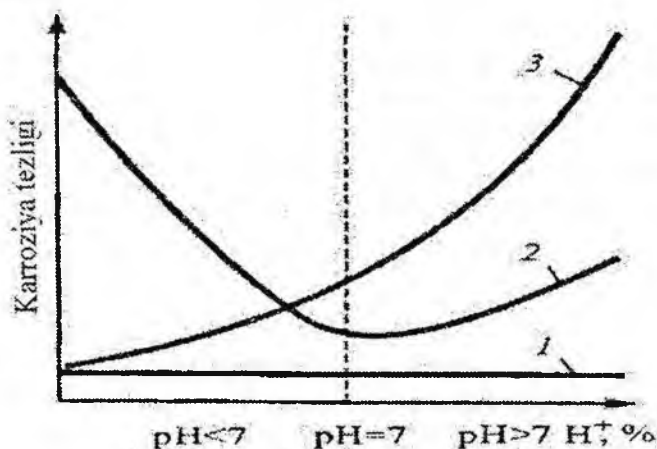
Ba'zi bir metallar ma'lum korroziya sharoitlarida katta anod qutblanishga ( $P_Q$ ) ega va ularni sustlanuvchilar deyiladi. Korroziya elementidagi korroziya tokini (I) qiymatini, qaysiki korroziyalanish tezligini aniqlaydi, bu quyidagicha aniqlanadi:

$$I = (V_{qayt}^k - V_{qayt}^Q) / (R + P_Q + P_K) \quad (6)$$

Bu yerda, R-korrozion element OM. li qarshiligi.

Metallarning korroziya bardoshligiga korroziyalanish mahsulotlaridan hosil bo'lgan plyonkalar yetarli ta'sir qiladi. Ularni himoyalash xossalari omili qarshilikning kattalashishi va qutblanishlikning ortishi bilan namoyon bo'ladi; (formula 6).

Elektrolit bu himoya plyonkalarini eritishi mumkin va shu bilan korroziyabardoshlikni yomonlashtiradi. Har xil metallarni himoya plyonkalarini erishi har xil elektrolitlarda namoyon bo'ladi. (11.3-rasm )



11.3-rasm. Elektrolit tarkibini korroziyalanish tezligiga ta'siri. 1-sustlanuvchi metallar; 2-sustlanmaydigan metallar; Zn; Sn; Pb; 3-qolgan sustlanmaydigan metallar.

### Korroziyabardosh sustlanmaydigan metallar

Berilgan korroziya  $V_{qayt}^Q$  sharoitida qaytariluvchi elektrodli potensial katod reaksiyasi  $V_{qayt}^K$  ga yaqin hollarda korroziya toki kichkina va metall yuqori korroziyabardoshlikka ega.

Shu sababli elektromusbat metallar Au, Pt, Ag, Cu hamda Sn va Pb ni potentsiallari kichkina elektromanfiy qiymatli bo'lganligidan ko'pchilik muhitlarda yuqori korroziyabardoshlikka ega.

Au, Pt, Ag-barcha muhitlarda korroziyabardosh. (ba'zi yuqori konsentratsiyali kislotadan tashqari)

Cu, Sn, Pb-nam havoda, dengiz suvida, bir qancha organik kislotalarda korroziyabardosh.

## **Korroziyabardosh sustlanuvchi metallar**

Metallni katta manfiy qaytariluvchi elektrodli potentsiali bo'lishiga qaramasdan, katta anod qutblanishi natijasida  $P_q$ , korroziyon elementda katta emas korroziyon tok o'rnatiladi va metall juda sekin tezlikda yemiriladi. (6-formula) Metallni passivlik-sustlik holati uning yuzasida himoya plyonkalarini hosil bo'lishi bilan bog'liq.

Ko'pchilik sanoat qotishmalari mana shunaqa sust holatga o'tish qobiliyatiga ega. Ko'pchilik metallar uchun sust holatga o'tish oksidlovchi (tarkibida kislorod bor) muhitlarda paydo bo'ladi va o'z-o'zidan havoda ham.

Havoda o'z-o'zidan sustlashish qobiliyatiga eng ko'p moyil ("sklonyon") metallar bu titan, aluminiy, xrom.

Titan sustlashgan holda o'zining korroziyabardoshligi bilan oltin va platinadan keyingi uchinchi o'rinda turadi. Bu sifatni-sustlik holatini- korroziyabardoshlik qobiliyatini nam havoda hatto qizdirilgan holda ham oksidlanmaydigan, oksidlanadigan va organik kislotalarda, dengiz suvida, issiq ishqorlarda ham saqlaydi. Titan qotishmalari ham bu qobiliyatni saqlab qolgan.

Aluminiy ham nam havoda, oksidlovchi va organik kislotalarda yuqori korroziyabardoshlikka ega. Lekin ishqorlarda yuqori tezlik bilan yemiriladi- korroziyalanadi.

Barcha qo'shimchalar va legirlovchi elementlar aluminiyni qutblanishini va korroziyabardoshligini pasaytiradi. Elektrmusbat metallarning (Fe, Cu) qo'shilishi aluminiyni korroziyabardoshligini sezilarli pasaytiradi: 5% misli aluminiy qotishmasi-duraluminiy, rux qo'shilgan puxtalikdagi qotishma V95; kremniy qo'shilgan murakkab silumin AK8M, issiqbardosh qotishma AK4 va h. k. lar korroziyabardoshligi toza aluminiynikidan ancha past. Elektromanfiy elementlar Si, Mn, Mg lar aluminiy sustligini pasaytirmaydi, korroziyabardoshlikni pasaytirmaydi. Shuning uchun sodda - oddiy silumin korroziyabardoshligi toza alyuminikiga yaqin. Marganes hatto korroziyabardoshlikni oshiradi.

### **11.3. Zanglamas korroziyabardosh po'latlar**

Zangbardosh-korroziyabardosh po'latlar yuqori legirlangan po'lat bo'lib, bunda xrom miqdori  $Cr > 13\%$  ko'p bo'lishi shart.



Xrom metall sirtida sustlashtiruvchi himoya plyonkasini hosil bolishini ta'minlaydi.

Bu plyonkalar strukturasi qarang klasslarga bo'linadi. Plyonkalar, material yuqori haroratda qizdirilib havoda sovutilgandan so'ng (normallashtirilgandan so'ng) hosil bo'lganlari: martensitli, martensit-ferritli, (ferrit miqdori 10% dan kam bo'lmagan holda), ferritli, austenit-ferritli (ferrit miqdori 10% dan kam bo'lmagan holda), austenitli, austenit-martensitli (ГОСТ 5632-72) strukturalar.

Ferrit va austenit hosil qiluvchi elementlarni yig'indi ta'sirini xrom ekvivalentlari ( $Cr_{ekv}$ ) va nikel ekvivalenti ( $Ni_{ekv}$ ) ekvivalentlari ifodalaydi:

$$Cr_{ekv} = Cr + 2Si + 1, 5Mo + 5V + 5, 5Al + 1, 75Nb + 1, 5Ti + 0, 75W.$$

$$Ni_{ekv} = Ni + 0, 5Mn + 30C + 30N + 0, 3Cu.$$

Simvollar legirlovchi elementlarni po'latda massali ulushini va raqamlar ularni aktivlik koeffitsientini ko'rsatadi.

Xromli korroziyabardosh po'latlarda uglerod miqdori iloji boricha kam bo'lishi lozim, chunki qotishmaning zanglamaslik qobiliyati bir fazali strukturada turg'un bo'ladi. Uglerodning ko'payishi karbidlar hosil bo'lishiga olib keladi, bu esa strukturani bir xil emaslikka duchor qiladi. Lekin uglerod toblash samaradorligini ko'p oshiradi.

Hozirgi paytda kam uglerodli yuqori azotli korroziyabardosh po'latlarni bir qancha guruhlar ishlab chiqilgan.

Po'latni mustahkamligini oshirish va tan narxini pasaytirish yo'lida eng yaxshi legirlovchi element bu - azotdir.

Azot zo'r austen hosil qiluvchi va mustahkam oshiruvchi legirlovchi element. Azot po'latdan uni termik ishlashda va payvandlashda chiqib ketadi.

Suyuq po'latda azotni suyuqlanuvchanligi xromni ancha ko'paytiradi, qaysiki, korroziyabardosh po'latlar uchun eng zarur element.

### **Metallarning kimyoviy korroziyasi zanglashi**

Kimyoviy korroziya quruq gazlarda, suyuq elektrik emas elektrolitlarda rivojlanadi. Ko'pchilik holda bu kislorodi ko'p gazlardir: quruq havo, "uglekisli" gaz, quruq suv pari, toza kislorod.

Zanglanishning-korroziyaning asosiy sababchisi bu metallning ma'lum bosimda, haroratda, gaz muhitini aktivligida, gaz muhitini turg'un emasligi.

Ko'pincha, hamma vaqt desa ham bo'ladi, metall yuzi oksidlanadi. Past haroratlarda ( $20-25^{\circ}\text{C}$ ) metall yo'zida yupqa oksid plyonkasi (pardasi) hosil bo'ladi. Buni tabiiy plyonka deyiladi: qalinligi  $t=3-10\text{mm}$ ; yaxshi himoya xossasiga ega. Bu zich plyonka metall yuzasini uzluksiz-yaxlit qoplaydi. Bu oksidlarning kristallik panjaralari metallnikiga o'xshaydi.

Qizdirilganda oksid qalinligi o'sadi va uning kristallik strukturasi o'zgaradi. Yuqori haroratda hosil bo'lgan qalin plyonkalarni himoya xossalari metall yuzasini butunlay qoplash qobiliyati va oksidni o'zidan metall va kislorod ionlarini o'tkazishi bilan aniqlanadi.

Oksid qatlamining himoya xossalari hajm koeffitsienti  $\varphi$  bilan ifodalanadi. Hajm koeffitsienti  $\text{MeO}$  va  $\text{Me}$  atom massalarining nisbatiga teng. Agar  $\varphi = 1/2$ , 5 bo'lsa, oksid qatlam zich bo'ladi.  $\varphi < 1$  bo'lganda plyonka g'ovak bo'ladi va kislorodni metall tomonga o'tkazadi. Agar  $\varphi > 2$ , 5 bo'lsa, oksid plyonka darz (yoriladi) ketadi va uqalanib tushadi (metall va oksid nisbiy hajmlari orasidagi katta farqidan kelib chiqqan kuchlanish natijasida). Bu ham olovbardoshlikni pasaytiradi.

Zich oksid plyonkalarining himoya qobiliyatlari ( $\varphi = 1-2$ , 5 da) metall va kislorod ionlarini diffuzion harakatlanuvchanligiga bog'liq. Oksid panjarasi tugunlarida metall ionlari yoki kislorod ionlari bilan egallangan tugunlari orasida metall ionlarining ortiqligi diffuziyani tezlashtiradi va oksidni himoya xossasini pasaytiradi. Oksidlanish tezligi metall massasini o'zgarish tezligi ( $2/\text{m}^2 \cdot \text{soat}$ ) yoki oksid plyonkasi qalinligi ( $\text{mkm}/\text{soat}$ ) bilan o'lchanadi.

#### 11.4. Olovbardosh po'latlar

Metallik konstrukcion materiallar ularni ishlash va ulardan foydalanish (eksplutatsiya) davrida yuqori haroratlarda qizdirilganda agressiv muhitda kimyoviy reaksiyaga kirishadi va yemiriladi.

Yuqori haroratlarda uzoq vaqt qizdirilganda uncha oksidlanmaydigan - ya'ni mustahkam hosil qilmaydigan metallar (po'latlar) olovbardosh metallar (po'latlar) deb ataladi.

Olovbardoshlik bu yuqori haroratlarda zanglamaslik desa ham bo'radi.

### Olovbardosh po'latlar

Temir va po'latni olovbardoshligini ularni xrom, aluminiy va kremniy bilan legirlash bilan oshiriladi.



11.4-rasm

Temir va po'latni butun hajm va yuzasini legirlashda eng ko'p qo'llaniladigani xrom va uning miqdori 30% gacha yetadi. Po'lat tarkibida xrom miqdorini ortishi bilan hamda haroratning ko'tarilishi va unda ushlab turish vaqtining ortishi bilan oksidda xrom miqdorini ko'paytiradi. Temirni legirlangan oksidi xrom oksidi bilan almashadi, bu olovbardoshlikni oshiradi.

Po'latda qancha xrom ko'p bo'lsa shuncha yuqori haroratda ishlatsa bo'ladi, undan foydalanish vaqti ham uzoq bo'ladi. Olovbardoshlik po'latning kimyoviy tarkibi bilan (asosan xrom miqdori bilan) aniqlanadi, strukturasi kam bog'liq.

Olovbardosh po'latlarni qo'shimcha kremniy (2-3%) va aluminiy (1-2%) bilan qo'shimcha legirlash uni ishlatish haroratini ko'taradi.

Po'latlar 08X17T va 15X25T ferritli issiqbardosh emas, shuning uchun katta kuch qo'yilmagan va zarbiy kuchi yo'q

detallar uchun ishlatiladi. Po‘latlar 20X23N18 va 20X25N20S2 ham olovbardosh, ham issiqbardosh, shuning uchun tufelb pechlarida, tag plitalarda, konveyerlarda ishlatiladi. Olovbardosh po‘latlardan uchish apparatlari dvigateli detallari (700-1000°C da ishlaydigan) yasaladi; gaz trubinasi palatkalari, trubina diskleri, trubalar va h. k.

Cr va Si bilan legirlangan olovbardosh po‘latlarni “silbxrom”; Cr va Al bilan legirlansa “xromalb”; Cr-Al-Si bilan legirlansa “cilbxromalb” deb nomlanadi. “Silbxromalb” larning quyundi hosil bo‘lish harorati ancha yuqori (850-950°C). Bular yog‘da toblanadi (1000-1050°C); bo‘shatiladi (500-540°C). Silbxromalb po‘lat 10X13SYu olovbardoshligi 9500C; oltinugurtli muhitda ham ishlayveradi.

Po‘lat 36X18N25S2 yuqori texnologik xossali, olovbardoshligi 1100°C, ancha yuqori haroratda ham mustahkam, ya’ni issiqbardosh.

### 11.5. Issiqbardosh po‘latlar

#### **Materiallarning issiqbardoshlik mezonlari (kriteriyalari)**

Materiallarni o‘z erish haroratini 0, 3 qismidan yuqorisida uzoq vaqt deformatsiyaga (mexanik yuklamalarga) bardosh berishiligi va buzilmasligi (yemirilmasligi) unig issiqbardoshligi deyiladi. Hozirgi zamon mashina detallari yuqori haroratda katta kuchlar ostida ishlaydilar: metallurgiya pechleri, gaz trubinalari, uchish apparati dvigatellari, ichki yonuv dvigatellar va h. k.

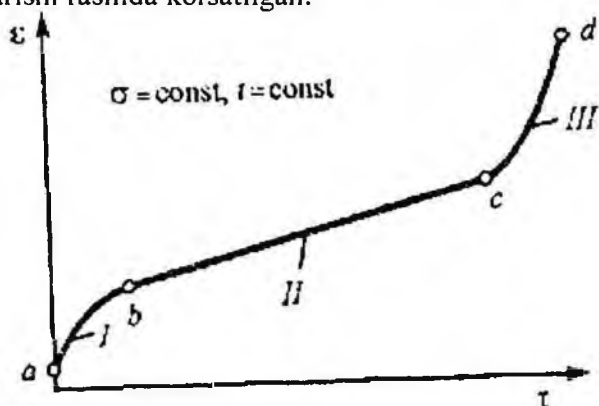
Materialni tanlashda kuch ostida ishlash vaqti uzoqligi va ta’sir qiluvchi kuchlar hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Qizdirish atomlararo bog‘lanish kuchlarini pasaytiradi, yuqori haroratlarda elastik moduli kichiklashadi, vaqtincha qarshilik ham kamayadi, oquvchanlik chegarasi ham, qattqlik ham pasayadi. Qotishma asosini erish harorati (ter) qancha past bo‘lsa, uni chegaralangan ishlash harorati ham shuncha past bo‘ladi.

Yuqori haroratlarda uzoq vaqt kuch yuklangandagi material holati (o‘zini tutishi) undagi diffuzion jarayonlar bilan aniqlanadi. Bu sharoitlarda oquvchanlik jarayonlari va kuchlanish reloksatsiyasi jarayonlari xususiyatiga ega.

Oquvchanlik chegarasidan past kuchlar ta’sirida plastik deformatsiyaning asta-sekin o‘shiga **oquvchanlik** deyiladi.

Deformatsiyaning kuch qo'yish vaqti uzoqligiga qarab o'ziga xos o'zgarishi rasmda korsatilgan.



11.5-rasm. Oquvchanlik egri chizig'i. 1-turg'un emas davr; 2-turg'un davr; 3-yemirilish davri.

Oquvchanlik egri chizig'i uch davrdan iborat. 1-davrda deformatsiya yaxshigina boshlanib asta so'na boshlaydi-deformatsiya tezligi turg'un emas; 2-davrda deformatsiya tezligi turg'unlashadi; 3-davrda deformatsiya tezlashib metall buziladi. Detall ishlashini 3-davrgacha olib kelish mumkin emas, u buzilib, sinib va h. k. ishdan chiqadi.

Oquvchanlik deformatsiyasi donalardagi dislokatsiyalarning ko'chishi, dona chegaralarining siljishi va diffuzion ko'chishi natijasida rivojlanadi.

Dislokatsiyalarning ko'chishi (erish haroratidan-0, 3  $T_{er}$  dan yuqorida) ikki yo'l bilan o'tadi: siljish, sakrab o'tish.

Issiqbardoshlikni ta'minlash uchun dislokatsiyalarni harakatlanuvchiligini chegaralash va diffuziyani sekinlashtirish lozim. Bo'nga atomlararo bog'lash kuchlarini kattalashtirish bilan erishiladi: donalar orasida dislokatsiyalarni ko'chishiga to'siqlar qo'yiladi, donalar o'lchamlari kattalashtiriladi.

Atomlararo kuchlar mustahkamligini legirlash bilan oshiriladi: kristallik panjara to'rini o'zgartirish bilan, metallik bog'lanishdan baquvvatroq kovalent bog'lanishga o'tish bilan.

Legirlashni maqsadga muvofiqligi-qiyin eriydigan metall bilan legirlashdir, hajmi markazlashgan kristallik panjarali issiqbardosh po'latni molibden (1%gacha) bilan, yoqlari markazlashgan

kristallik panjarali issiqbardosh po'latni volbfrom, molibden, kobalbt (jami 15-20%gacha) bilan legirlanadi.

Issiqbardosh po'latlarning donalari chegaralarini mustahkamligini oshirish uchun oz miqdorda legirlovchi elementlar (0, 1-0, 01% kiritiladi. Bular donalar chegaralarida yig'ilib donachegarali siljishni sekinlashtiradi. Bular bor va tseriy elementlari. Termo-mexanik ishlash ham po'latni issiqbardoshligini oshiradi.

### **Issiqbardosh po'latlar turlari**

Perliti, martensitli va austentli issiqbardosh po'latlar 450-700°C da ko'p ishlatiladi. Nikelli va kobalbtli issiqbardosh po'latlar 700-1000°C da ishlatiladi. 1000°C dan yuqori haroratda issiqbardosh po'lati sifatida qiyin eriydigan metallar va ularning qotishmalari ishlatiladi.

#### **Perliti po'latlar**

Perliti po'latlar 450-580°C da uzoq vaqt ishlatishga mo'ljallangan, asosan qozonsozlikda ishlatiladi. Po'latni issiqbardoshligi uning kimyoviy tarkibini to'g'ri tanlash va legirlangan ferritni termik ishlab karbid bo'laklarini bir tekis joylab ta'minlanadi.

Perliti issiqbardosh po'latlar kam uglerodli bo'ladi: 0, 8-0, 15% va 2-3% karbid hosil qiluvchi elementlar (Mo;Cr;V;)  
Masalan: 12XIMF; 25X2MIF.

Termik ishlash: 1000°S da normallashtirish; bo'shatish 2-3soat davomida 650-750°Cda.

Bu po'latlar sovuq holda plastik, qoniqarli qirqib ishlanadi, payvandlanadi.

#### **Martensitli po'latlar**

Martensitli po'latlar 450-600°C da ishlaydigan detallar uchun mo'ljallangan. Perliti po'latga nisbatan par va yonishdan hosil bo'lgan gazlar muhitida oksidlanishga qarshiligi yuqori. Issiqbardoshligi ham yuqori.

Bu po'latlar ikki guruhga bo'linadi:

1)Tarkibida 10-12% xromi bor, qo'shimchalari Mo, V, Nb, W; kam uglerodli  
0, 10-0, 15%

2) Silbxromlar tarkibida 5-10% xrom, qo'shimchasi kremniy 2-3% miqdorda, uglerod miqdori ko'proq, 0, 4% gacha.

Birinchi guruh po'latlari termik ishlangan holda ishlatiladi: 950-1100°C gacha qizdirib toblash yoki normallashtirish; 600-740°C da bo'shatish. Yuqori legirlangan po'lat bo'lgani uchun toblanish ancha katta (120-200mm). Shuning uchun, katta ko'ndalang kesimli detallar uchun ishlatiladi: par-bug' trubinalari, lopatkalar, rotorlar, trubolar va h. k.

Ikkinchi guruh po'latlarini-silbxromlarini issiqqa bardoshligi ancha yuqori. Shuning uchun issiq qaynoq muhitlarda (ishlangan gazlar) ishlaydigan detallar yasaladi:

ichki yonuv dvigatellari klapanlari.

Payvandlash va qirqib ishlash qiyinroq.

### **Austenitli po'latlar**

Austenitli po'latlarni issiqqa bardoshligi perlitli va martensitli po'latlarnikidan yuqori va 600°C dan yuqori haroratlarda ishlatiladi. Asosiy legirlovchi elementlari - xrom va nikel. Ba'zan nikelni boshqa austen hosil qiladigan elementlarga almashtiriladi - Mo; Nb; Ti; Al; W.

Bular karbidlar hosil qiladi va issiqbardoshlikni oshiradi.

Austenitli po'latlarini issiqbardoshligini toblash va eskirish bilan oshiriladi: Masalan, 10X11N20T3R po'lati uchun toblash 110-1170°C da va eskirtirish 750°C haroratda 15-25 soat davomida qizdiriladi.

Austenit po'latlari yuqori plastiklikka ega, yaxshi payvandlanadi. Lekin, qiyinroq bosim ostida ishlanadi va qirqiladi.

### **11.6. Nikel va uning asosidagi qotishmalar**

Hozirgi zamon uchish apparatlari detallari materiallari og'ir sharoitda ishlaydilar, ham shu bilan birga murakkab maxsus talablarga javob berish kerak.

Gaz trubinali dvigatel detallari yuqori haroratda ishlaydi, kuchli mexanikaviy kuchlanishda bo'ladi, gazoviy korroziyada, vibratsiyada, kichkina siklli charchashda bo'linadi. Bularning eng asosiysi ish haroratidir.



11.6-rasm. Nikel va uning asosidagi qotishmalari

**Dvigatel detallari** quyidagi talablarga javob berishi kerak: katta aerodinamik kuchlanishga chidash; yuqori mustahkamlik; markazdan qochma kuchga chidash; qoliplanuvchanlik («formuemostb») va payvandlanuvchanlik; termik charchashga qarshilik:  $1100^{\circ}\text{S}$ -gacha issiqqa bardoshlilik.

**Reaktiv trubina detallariga** qo'yilgan talablar ham yuqoridagilar. Lekin, qo'shimcha talablar ham qo'yiladi: gaz muhitida ham issiqqa bardoshlilik;  $1100^{\circ}\text{S}$ dan yuqorida ham issiqqa bardoshlilik; materiallari turg'un mikrostrukturaga ega bo'lishi kerak, chunki, uzoq vaqt o'z xossalarini saqlab turish kerak.

Tovushdan tez uchadigan uchish apparatlarini yaratish uchun  $1800^{\circ}\text{S}$ -da ishlaydigan materiallar kerak.

Hozirgi vaqtda yangi metall qotishmalar; ularni ishlab chiqarish usullari; polimer; **kompozitsion va keramik materiallar** yaratilmoqda.

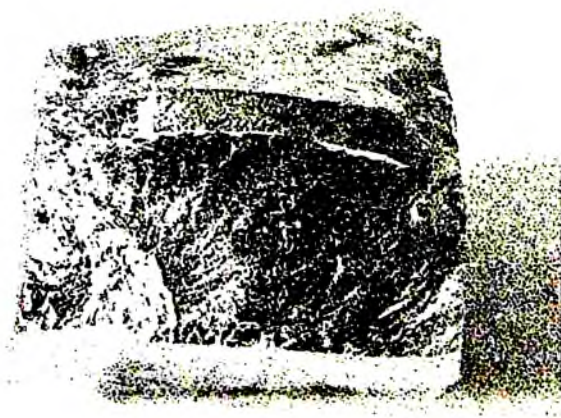
Keramik kompozitsion materillar alohida ahamiyatga ega. Ular kichkina solishtirma og'irlikka va yuqori olovbardoshlikka ega. Keramik materiallarining qo'llanilishi reaktiv dvigatellarning ishlash haroratini  $1000^{\circ}\text{C}$ -dan  $1500^{\circ}\text{C}$ -gacha ko'tarish imkonini beradi. Keramik materiallarning asosiy kamchiligi - ularning yuqori tannarxi va past ishonchligidir (nadyojnostb). Chunki, unda darzlarning tez tarqalishidir. Keramik materiallarning kritik nuqson o'lchami  $<100$  mkm, bu kattaligi metall qotishmalarda 1mm-gacha yetadi.



Borgan sari kompozitsion materiallar ko'p va keng qo'llanilyapti. Gap shundaki, ularning nisbiy **bikirlik** va nisbiy **puxtaliklari**, charchash puxtaligi («ustalostnaya prochnosb»), zarbiy qovushqoqligi va issiqda turg'unligi an'anaviy materialarnikidan ustun turadi. Kompozitsion materiallarning qo'llanilishi uchish apparati massasini kamaytiradi, foydali yukni ko'paytiradi, uchish tezligini va uzoqligini oshiradi.

Kukun qotishmalarni ishlab chiqarish - bu tez rivojlanayotgan texnologiyadir. Ayniqsa, disk ishlab chiqarishda. Bu usul, qo'llanilayotgan-kuyib mexanik ishlash usuliga nisbatan xomashyo materialini 40%-gacha tejaydi.

**Nikel qotishmalarining** eng yaxshi xossasi, ularning 700-1100°C-da ham yaxshi xossalarga egaligidir. Eng toza nikelning (99.99%) solishtirma og'irligi  $\rho=8907 \text{ kg/m}^3$  -ga teng.



11.7-rasm

Nikel kimyoviy aktiv emas. Temirga nisbatan kam oksidlanadi. Nikel(Ni) uy haroratida yupqa oksid plyonkasi bilan qoplanadi va unga nam va ba'zi tuzlarning suvdagi eritmasi ta'sir etmaydi. Nikel ishqor muhitida yuqori korroziya bardosh. Azot kislotasida turg'un emas.

Nikelning yana bir yaxshi xossasi - bu yuqori haroratda ham oksidlanishga qarshi turg'unligidir. Nikel yuqori harorat  $t=800^\circ\text{C}$ -

da ham oksidlanmaydi. Magniy(Mn) va oltingugurt(S) bu qobiliyatni pasaytiradi. Kremniy(Si) va aluminiy esa ko'taradi.

Nikelning mustahkamligi katta emas,  $\sigma_v = 450$  MPa, plastikligi  $\delta = 30\%$ .

Sovuq holda deformatsiyalanganda yaxshigina puxtalanadi. 500°C-dan boshlab puxtalanganligi pasaya boshlaydi.



11.8-rasm.

Toza nikel issiq sharoitda talablarga javob bermaydi anchagina kvuchlanish borligida. Shuning uchun nikel qotishmalari ishlatiladi.

Nikelni legirlanganda qattiq eritma hosil bo'ladi va oquvchanlik («polzuchestb») qarshiligi ortadi. Legirlash rekristallizatsiyani va diffuziyani sekinlashtiradi. Nikel asosidagi qotishmalarga 15-20% miqdorda xrom qo'shilsa, ularning olovbardoshligi ortadi. Xrom nikelda yaxshi eriydi. I Ti va Al-ni qo'shilishi olovbardoshlikni birdaniga ko'taradi. Ni-Cr-Ti-Al -ga molibden va volframning qo'shilishi mustahkamlik uzunligini ko'taradi.

Quyidagi rasmda olovbardosh qotishmaga ko'p komponentli tizimlarning ta'siri ko'rsatilgan.

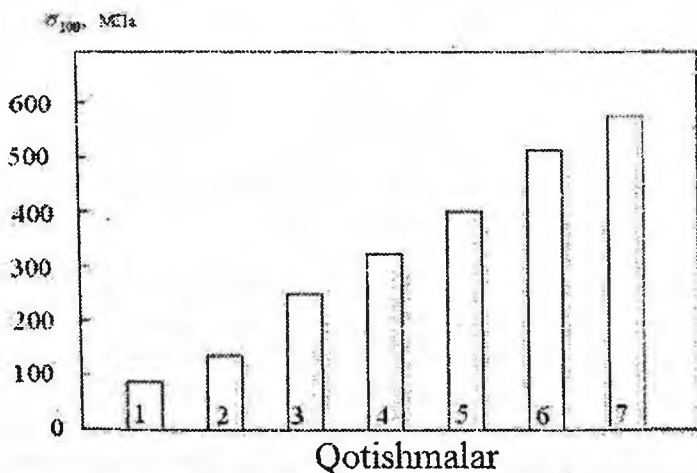
Gaz trubinaalari lopatkalarini uchun birinchi marta XN77TYu qotishmasi ishlatilgan. Bunga «bor» elementi qo'shilsa, XN77TYuR-ning 700-800°C haroratdagi mustahkamligi 25% ortadi. Bor zarrachalariga yopishib olib, buzilish tezligini pasaytiradi.

Qotishma XN70VMTYu-ning issiqbardoshlik legirlovchi elementlarning birgalikdagi ta'siri asosida olingan: Titan bilan aluminiyning, volfram bilan molibdenning qiyin eriydigan elementlari hamda ozgina borlarning juftma-juft ta'siri. Qotishmada puxtalovchi faza 20%-ni tashkil etadi.

XN70VMFTYu qotishmaning issiqbardoshligi yanada ko'proq: puxtalanish fazasi 25%. Bundan tashqari MeS, Me6 S va Me23 S6 karbidlarining hosil bo'lishi sabab 800-850°C-da 20000 soat ishlay oladi.

XN55VMTFKYu, XN51VMTYuKFR qotishmalari yuqori puxtalikka va plastiklikka ega 900-950°C-da ham ishlayveradi.

Gaz trubinlari disklari uchun ham yuqoridagi nikelli qotishmalar ishlatiladi, lekin legirlovchi elementlarning nisbati boshqacha. Bundan tashqari disklarni kukun metallurgiyasi usulida ham olishadi.



11.9-rasm. Nikel qotishma tarkibini (komponentlarini) qotishma mustahkamligiga ta'siri

1. Ni
2. Ni-Cr
3. Ni-Cr-Ti-Al
4. Ni-Cr-Ti-Al-B
5. Ni-Cr-Ti-Al-B-Mo-W
6. Ni-Cr-Ti-Al-B-Mo-Co
7. Ni-Cr-Ti-Al-B-Mo-Co-Nb-Hf

## **Nikelli issiqbardosh qotishmalarni xossalari va qo'llanilishi.**

### **Deformatsiyalanadigan qotishmalar**

Quyma qotishmalar gaz trubinalari lopatkalari va soplo lopatkalari - ishchi lopatkalari va soplo lopatkalari uchun ishlatiladi. Bir butun qo'yiladigan rotorlar uchun ham qo'llaniladi.

Quyma qotishmalarni legirlash imkoniyati ko'proq, bu issiqbardoshlikni oshiradi, plastiklikni pasaytiradi.

Eng ko'p tarqalganlari: JS6K, JS6U, JS6F, VJL12U. Bularning ichida eng issiqbardoshi JS6F: 1100°S-da ham ishlayveradi.

### **11.7. Olovbardosh nikel qotishmalari**

Yonish kameralarida ishlovchi olovbardosh materiallar yana qo'shimcha talablarga ham javob berishi kerak. Ular haroratning keskin o'zgarish sharoitida ishlaydilar: kamera qizdiriladi - sovutiladi. Buning natijasida yetarli darajada termik kuchlanish vujudga keladi, qaysiki darz ketishiga va buzilishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun iloji boricha issiqlik natijasida (kengayish) chizig'iy kengayish-uzayish koeffitsienti kam va katta issiqlik o'tkazish koeffitsientli materiallar ishlatilishi kerak.

XN78T, XN75MBTYu, XN60VT qotishmalari va «dispers» puxtalangan qotishmalar VDU-1 va VDU-2 lar ko'p tarqalgan.

VDU-1, VDU-2 qotishmalar yuqori haroratda eriydigan oksidlar bilan puxtalanadi: ThO<sub>2</sub> (toriy oksidi) - t<sup>o</sup>erish =2800°C. Bu qotishmalar yaxshi olovbardosh (1300°C-da ham mustahkamligini pasaytirmasdan ishlayveradi) va termik kuchlanishlarga yaxshi.

## 12-BOB. CHO'YANLAR

### 12.1. Cho'yanlar turlari

Cho'yanlar po'latga nisbatan arzon. Unda uglerod miqdori 2, 14% dan ko'p. Erish harorati pastroq, quymakorlik xossalari yuqori. Shular nuqtai nazaridan cho'yanlardan murakkab formal quymalar olish mumkin.

Cho'yanlar yuqori quymakorlik xususiyati borligi uchun, yetarli mustahkamligi, nisbatan arzonligi uchun mashinasozlikda ko'p qo'llaniladi. Cho'yanlarning suyuq oquvchanligi, kirishish bo'shliqlarining kichikligi, murakkab formal kichkina qalinlikdagi devorlarni olishga imkon beradi.

Cho'yanlarning juda ko'p qismi qayta eritilib, undan po'lat olinadi.

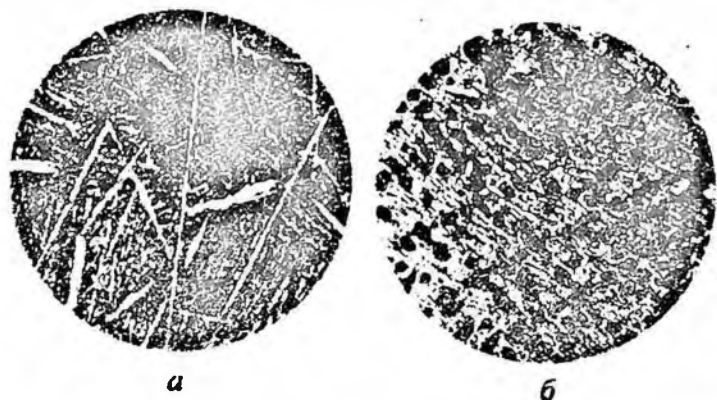
Cho'yanlar tarkibidagi uglerod holatiga qarab ikki turga bo'linadi: a) quyma cho'yanlar, uglerod erkin holatda bo'ladi; b) qayta ishlanuvchi (oq cho'yan), bunda uglerod bog'langan – kimyoviy birikma  $Fe_3C$  holatida bo'ladi.

Quyma cho'yanlar o'z navbatida uglerod miqdoriga qarab uch guruhga bo'linadi: 1) kulrang cho'yan (strukturadagi grafit plastinkasimon formada); 2) yuqori puxtalikdagi (grafit shar formasida); 3) bolg'alanuvchi (grafit bodrog' formasida).

### 12.2. Quymakorlik cho'yanlari

Bunday cho'yanlardan yasalgan namunani sindirganda ko'ndalang kesimini ko'rinishi xira oq rangda bo'ladi. Shuning uchun oq cho'yan deb ham aytiladi. Yuqorida qayd qilinganidek, barcha uglerod bog'langan holatda-sementit ko'rinishida bo'ladi. (12.1-rasm).

Evtetikagacha bo'lgan cho'yanlar perlit va ledeburitdan iborat; evtetikadan keyingilari birlamchi sementit va ledeburitdan iborat; ledeburit o'zi bu austenit va sementit zarrachalari mexanik aralashmasi. Bu cho'yanlar yuqori qattqlikka ega ( $NV=450-550$ ) va juda mo'rt. Shuning uchun mashina detallari bu cho'yandan yasalmaydi. Bu cho'yanlardan grafitlashtirilgan yumshatish yo'li bilan bolg'alanuvchi cho'yan olinadi.



12.1-rasm. Qayta ishlanuvchi oq cho‘yan mikrostrukturasi (x200).  
 a) – eitektikadan keyingi oq cho‘yan ( $S=5, 5\%$ ); b) – eitektikagachadagi  
 oq cho‘yan ( $S=2, 5\%$ ). Rasmdagi qora ranglilari bu perlit; oq ranglilari  
 lideburit.

Oqartirilgan cho‘yan - quymalarning ustki qatlami ( $t=12-30\text{mm}$ ) oq cho‘yan strukturali; o‘zagi-o‘rtasi kulrang cho‘yan strukturasiga ega. Bunday cho‘yanlardan ustki qatlami ishqalanishga chidamli detallar yasaladi: list prokatlash stanoklari jo‘valari, g‘ildiraklar, tormoz kolodkalari, tegirmon sharchalari va boshqalar.

### 12.3. Kulrang cho‘yan

Bu cho‘yandan yasalgan namuna sindirilsa, sindirilgan joyi kulrang ko‘rinadi. Shuning uchun uni kulrang cho‘yan deb nomlashadi. Aslida, GOST bo‘yicha“ plastinkasimon grafitli quyma cho‘yan” deb nomlanadi. Quyma so‘zi uning quymakorlik texnologik xossalari yuqoriligidan kelib chiqqan (qolipga quyilish xossasi). Kulrang cho‘yan asos metall va plastinkasimon formalı grafitdan iborat.

Kulrang cho‘yan tarkibidagi uglerodning juda ko‘p qismi yoki hammasi grafit tarzida bo‘ladi. Uglerod cho‘yan sifatiga hal qiluvchi ta‘sir ko‘rsatadi; grafit miqdorini o‘zgartirish va quymakorlik xususiyatlarini o‘zgartirish hisobiga bo‘ladi. Uglerod qancha ko‘p bo‘lsa, ajralib chiqqan grafit ham shuncha ko‘p bo‘ladi va mexanik xossalari shuncha past bo‘ladi. Shuning uchun

uglerod miqdori evtektikagacha konsratsiyasida bo'ladi. Kulrang cho'yan tarkibida asosiy elementlar Fe, C, Si va doimiy qo'shimchalar Mn, P, S lar bo'ladi: S=2, 2-3, 7%; Si=1-3%; Mn=0, 2-1, 1%; R=0, 02-0, 3%; S=0, 02-0, 15%.

Oltinugurt zararli qo'shimcha, mexanik va texnologik xossalarni pasaytirib, darz ketishga moyilligini oshiradi.

Kulrang cho'yandagi metall asosning tuzilishiga ko'ra, u quyidagi turlarga bo'linadi:

**Perlitli kulrang cho'yan:** perlit va grafitdan tuzilgan. Perlit tarkibida uglerod miqdori S=0, 8% Demak, bu cho'yanda uglerodning 0, 8% sementit -  $Fe_3C$  holatda, qolgani esa erkin uglerod, ya'ni erkin grafit holida bo'ladi. (12.2. a-rasm)



12.2-rasm. Kulrang cho'yanlar mikrostrukturalari, X200.

a – perlit asosidagi kulrang cho'yan; b – ferrit – perlit asosidagi kulrang cho'yanlar; v – ferrit asosidagi kulrang cho'yan.

**Ferritli kulrang cho'yan.** Bunda metall asosi ferrit. Uglerodning ferrit tarkibidan tashqari hammasi grafit tarzida bo'ladi. (12.2. v-rasm).

**Ferrit – perlitli kulrang cho'yan.** Bu cho'yan ferrit, perlit va grafitdan tashkil topgan. Bunday cho'yanlarda temir bilan birikkan uglerod miqdori 0, 8% dan kam bo'ladi. Qolgani erkin holda. (12.2. b-rasm).

Ferritli Sch10; Sch15 markali kulrang cho'yanlar yuqori statik va dinamik kuchlarda ishlaydigan detallar uchun ishlatiladi: silindr porshenlari, dvigatel karterlari, stanoklar staninalari, stseplenie barabanlari va h. k.

Perlitli Sch40 va Sch45 markali kulrang cho‘yanlar yuqori mexanik xossalarga ega. Bu cho‘yanlar tarkibiga ferrosilitsiy (0,3 – 0,8%) yoki silikokalsiy (0,3 – 0,5%) qo‘shilib grafit formalarini maydalab yuqori mexanik xossalarga ega bo‘ladi. Shuning uchun bu cho‘yanlar nasoslar, kompressorlar va gidroprivodlarni korpuslari uchun ishlatiladi.

**Kulrang cho‘yanlarni markalanishi:** “Sch” harflari va ikki xonali ikkita son bilan markalanadi. (GOST 1412 - 85). Masalan: Sch15-32. Sch – ruscha seriy chugun degani; birinchi son cho‘yanning cho‘zilishdagi mustahkamligi ( $\text{kg/mm}^2$  hisobida) ko‘rsatadi; ikkinchi son egilishdagi mustahkamlash chegarasini ( $\text{kg/mm}^2$  hisobida ko‘rsatadi: demak:  $\sigma_v=15 \text{ kg/mm}^2$  (150 MPa - megapaskal);  $\sigma_{egilish}=32 \text{ kg/mm}^2$  (320 MPa).

#### 12.4. Bolg‘alanuvchi cho‘yanlar

Oq cho‘yanni yumshatish natijasida sementitni parchalash mumkin. Oq cho‘yanning o‘rtacha kimyoviy tarkibi quyidagichadir:

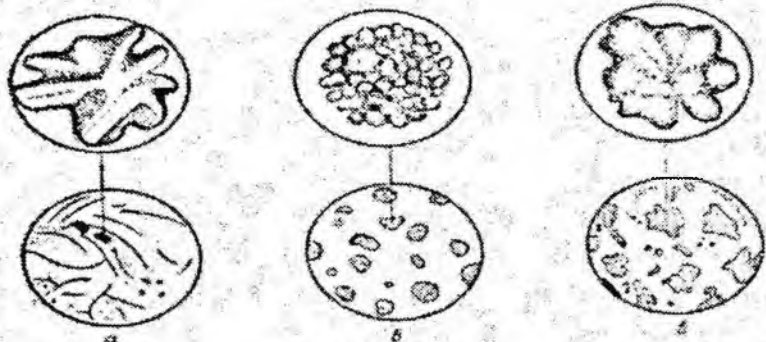
$C = 2,4 - 2,8\%$ ;  $Si = 0,8 - 1,4\%$ ;  $Mn = 0,3 - 0,4\%$ ;  $S < 0,0008 - 0,001\%$ ;  $P < 0,002\%$ .

Yumshatish jarayonida cho‘yan quymasini oksidlanishdan saqlash uchun qumga, shamot yoki metall kukuniga ko‘miladi. Yuqori temperaturada sementitning diffuzion parchalanishi natijasida hosil bo‘layotgan grafit pag‘a-pag‘a shakida, (12.2-v rasm), ya‘ni kulrang cho‘yandagi grafitga qaraganda yig‘ilgan bo‘ladi. Bunday cho‘yan shartli ravishda bolg‘alanuvchan cho‘yan deb ataladi, chunki u kulrang cho‘yanga qaraganda ancha plastik bo‘ladi. Grafitlanish jarayoni oq cho‘yanni 950—970°C gacha 20—25; soat davomida sekin qizdirish bilan olib boriladi. So‘ngra shu temperaturada 10—15 soat ushlab turiladi. Yumshatishning birinchi bosqichida asosan evtektikadagi birlamchi va qisman ikkilamchi sementitning parchalanishidan grafit hosil bo‘ladi. Ana shu bosqichning oxiriga kelib cho‘yan strukturasi austenit-grafitdan iborat bo‘ladi.

Yuqorida keltirilgan tarkibli, oq cho‘yandan nisbatan katta plastiklikka ( $6 - 12\%$ ) ega bo‘lgan

ferrit asosli bolg‘alanuvchan cho‘yan olinadi. Buning uchun kotyshmani grafitga parchalanishining ikkinchi davriga oid temperatura atrofida uzoq vaqt ushlab turish.





12.3 - rasm. Grafit shaklining cho'yan mikrostrukturasi

yoki  $760^{\circ}\text{C}$  dan  $720^{\circ}\text{C}$  gacha juda sekinlik bilan sovitish kerak. Shunday qilinganda perlit tarkibidagi ikkilamchi sementit ham grafitga parchalanadi, natijada hosil bo'lgan struktura F + G dan iborat bo'ladi. Qotishma tarkibida grafitning miqdori ko'p bo'lganligi uchun ferrit asosli bolg'alanuvchan cho'yanning yemirilish yuzasi qoramtir rangda bo'ladi. Yumshatish jarayonini tezlashtirish maqsadida qotishmaga ba'zida vismut yoki aluminiy qo'shib, quyish oldidan temperatura oshiriladi. Bolg'alanuvchan cho'yan ruscha atamasi (kovkiy chugun)ning bosh harflari (KCH), cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ) hamda plastiklik (%) qiymatini qo'yib tang'alanadi (1215—79 GOST). Ferrit asosidagi QCH 37—12 va KCH 35—10 cho'yanlar yuqori dinamik va statik kuchlar ta'sirida muvaffaqiyatli ishlay oladi.

Undan tezliklar qutisining g'ilofi, gubchaklar kabi mashina qismlari tayyorlanadi. G'iloflar, gayka, gaz ovozini pasaytiruvchi vositalar, mufta kabi qismlar ko'pincha KCH 30—6 va KCH cho'yanlardan tayyorlanadi. Ferritli bolg'alanuvchan cho'yanlarning qattiqligi 160—165 NV atrofida bo'ladi. Oq cho'yanni yumshatish jarayonining grafitga parchalanish ikkinchi bosqichida uni tez sovitish bilan perlit asosidagi kulrang cho'yan olinadi. Bunda oksidlovchi muhit sifatida

metall kuyindisi yoki maydalangan ruda qo'llaniladi. Bunda qotishma  $1000^{\circ}\text{S}$  da 51—58 soat ushlab turiladi. Grafitga parchalanish davrida zagotovkaning yuza qismidan taxminan 2 mm qalinlikdagi qatlam tarkibidagi uglerod yonib ketadi. Cho'yan havoda sovutiladi. Natijada ichki kuchlanishlar kamayadi. Hosil

bo'lgan grafitning shakli yigilgan, ya'ni pag'a-pag'a bo'lganligi uchun ham perlitli bolg'alanuvchan cho'yan yuqori mustahkamlik va plastiklikka ega.

Masalan, KCH 50—6 va KCH 55—4 cho'yanlar yuqori mustahkamlik va plastiklikka hamda ishqalanishga barqaror xususiyatlarga ega. Perlit asosidagi cho'yanlarning qattiqligi 240—270 NV atrofida bo'ladi. Bunday cho'yanlar avtomobilsozlikda, qishloq xo'jaligi mashinalarining qismlari, to'qimachilik sanoati uskunalari, ishqalanish, zarb hamda o'zgaruvchan kuch ta'sirida ishlaydigan vositalarni tayyorlashda ishlatiladi.

### 12.5. Yuqori mustahkamlikka ega cho'yan

Legirlovchi elementlar cho'yan strukturasi, ya'ni metall asos, grafit shakli va o'lchamlariga ta'sir ko'rsatadi. Natijada cho'yanlar maxsus xossalarga ega bo'lishi mumkin. Legirlovchi elementlarni qo'shish bilan ishqalanishga chidamli, orroziyabar

dosh, olovbardosh kuyindi hosil qilishga bardoshli legirlangan cho'yanlar olinadi (7769—82 GOST). Qumtuproq sharoitida ishlatiladigan ishqalanishga chidamli cho'yanlar nikel' (3, 5—5%) va xrom (0, 8%), titan, mis, vanadiy, molibden kabi bir qancha qo'shimcha elementlar bilan legirlanadi. Bunday materiallar ishqalanish juftlarida moysiz ishlay oladi. Bulardan, avtomobillarning tonnoz nog'orasi, harakatni ulash vositalari, silindr gil'zasi kabi qismlar yasaladi. Xrom miqdori yuqori bo'lgan (CHX9N5, CHX16M2, CHX22, 4X28D2) cho'yanlardan qattiq materiallarni maydalaydigan uskuna vositalari, CHN4X2 cho'yandan abraziv muhit sharoitida katta kuchlanish ostida ishlaydigan tegirmon uskunalari va vositalari tayyorlanadi. Olovbardosh legirlangan cho'yanlardan (CHX2, CHXZ) metallurgiya sanoatida aglomerat mashinalarining kolosniklari, kimyoviy muhitda ishlaydigan korroziyabardosh uskunalari, trubalari kabi qismlar tayyorlanadi. Bunday cho'yanlar 600SS (CHX2) va 700"S (CHXZ) da ham xossalari yo'qotmay ishlay oladi. Bundan ham yuqori temperaturalarda ishlay oladigan CHROXSH (650°C), CHYU7X2 (750°C), CHX16 (900°C), CHYUZO (1100°C) legirlangan cho'yanlar ham mavjud. Bunday cho'yanlardan metallurgiya sanoatida pech' armaturalari, metallni yupqa jo'valanadigan uskunalarning vositalari, shisha ishlab chiqarish sanoati uskunalari kabi uskunalar tayyorlanadi. Yuqori

temperaturada mustahkamligi katta bo'lgan sharsimon grafitli CHNMSH, 4N11G7X2SH, CH19XZSH cho'yanlar 500—600°C emperaturada ishlay oladi. Ulardan dizel, kompressor uskunalari, gaz turbinalari qismlari tayyor

lanadi. Kam legirlangan 41, 4NXT, 4NXMD, 4N28 kabi cho'yanlardan ishqoriy ham korrozion gaz va havo muhitida ishlaydigan mashinalarning vositalari tayyorlanadi (porshen' halqasi, ichki yonuv dvigatellarining blokari, dizel' va kompressorlarning vositalari), ayniqsa, kislotali va ishqoriy muhitda kremniy bilan legirlangan (4S13, 4S15, 4S17) cho'yan yaxshi ishlaydi. Yuqori temperatura (1100—1150°C) dagi kislota, ishqor, tuz eritmalar yoki agressiv gaz muhitlarida og'ir yuk ko'tara oladigan mashina vositalari 4X28, 4X34 cho'yanlardan tayyorlanadi. Ishqalanish juftlarining materiali sifatida kulrang, yuqori mustahkam va bolgalanuvchan, legirlangan cho'yanlar keng qo'llaniladi (A4S-1, A4S-2, A4V-1, A4V-2, A4K-1, A4K-2).

## 12.6. Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanlar

Bunday cho'yanlarda oq cho'yandagi sementitning parchalanishi natijasida hosil bo'layotgan grafit donachalarining shakli sharga yaqin bo'ladi, ya'ni grafitning solishtirma yuzasi eng kichik bo'lgan holatdir (12.3-rasm, b). Shuning uchun bunday cho'yanlar yuqori plastiklikka ega bo'lib, ularning mexanik xossalari po'latning xossalariga yaqinlashadi. Grafit strukturasi shakli shar shakliga o'tishi uchun suyuq metallga ishqoriy yoki ishqoriy-yer metallar (0,03—0,07%) qo'shiladi. Masalan, juda oz miqdorda (0,05%) magniy qo'shilsa, grafit strukturasi shakli sharga yaqin bo'ladi, metall asos esa oldingi turdagi cho'yanlardagi kabi perlitli, ferritli yoki

perlit-ferritli bo'lishi mumkin. Shuning uchun cho'yanning struktura tarkibi ferrit-grafit, ferrit-perlit-grafit yoki perlit-grafitdan iborat bo'lishi mumkin. Grafit strukturasi shar shaklida bo'lgan cho'yanlarning mexanik xossalari uglerodli quyma po'latlarning xossalariga yaqin. Mustahkamligi yuqori cho'yanlar suyuq holda yaxshi oquvchanlikka ega bo'lganligi uchun ularni kesib ishlash oson. Bunday cho'yanlarning o'rtacha tarkibi quyidagicha bo'ladi: S = 2,7—3,6%; Si = 1,6—2,7%; Mn0,5—0,6%; P = S < 0,1. Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanlar ham kulrang cho'yanlar kabi ruscha nomdagi bosh harflar VCH (visokoprochniy

chugun) bilan belgilanadi, so'ngra cho'zilishdagi mustahkamlik (birinchi ikkita son, kg/mm<sup>2</sup> va nisbiy cho'zilish qiymatlari (%) ko'rsatiladi. Mashinasozlikda, masalan, quyidagi cho'yanlar ko'p qo'llaniladi: VCH 38— 17; VCH 42— 12; VCH 45—5 hamda VCH 60—2; VCH 80—3 va hokazo. Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanlarning mustahkamligini yanada oshirish hamda barqarorlashtirish- maqsadida ularga termik ishlov beriladi. Masalan, mustahkamlikni oshirish maqsadida ularga toblash bilan bir qatorda yuqori temperaturada (500—600°C) bo'shatish beriladi. Ba'zida grafitning shaklini yana mukammallashtirish uchun ularga yumshatish beriladi. Bu turdagi cho'yanlarning plastikligi (b) 2—7% va qattiqligi 150—360 NV atrofida bo'ladi. Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanlar po'latlar ishlatiladigan sohada qo'llanishi mumkin, masalan, ulardan avtomobil va traktor vositalari — tirsakli vallar, kuch ko'taradigan g'illoflar, press traversalari tayyorlanadi. Ulardan metallurgiya sanoatida jo'valash uskuna'larining vallarini tayyorlash mumkin.

## 13-BOB. RANGLI METALL VA ULARNING QOTISHMALARI

### 13.1. Aluminiy, mis, nikel, titan va ularning qotishmalari

Rangli metall qotishmalarining xalq xo'jaligida ishlatilishi. Xalq xo'jaligida rangli metallar va ularning qotishmalarining ahamiyati katta. Xalq xo'jaligining ba'zi sohalari, masalan, aviatsiya sanoati, raketsozlik, elektrotexnika va radiotexnikada rangli metallar va ularning qotishmalari asosiy konstruksion material hisoblanadi. Rangli metallarga oltin, kumush, platina, mis, aluminiy, rux, magniy, qo'rg'oshin, qalay, titan, nikel va boshqalar kiradi.

Aluminiyning ishlanishi va markalanishi DST 11069-64 ga ko'ra aluminiy 13 markada ishlab chiqariladi. Aluminiy markasi tozalik darajasiga qarab 3 guruhga bo'linadi:

1-guruhga tarkibida 0, 0001% gacha qo'shimchalar bo'lgan nihoyatda toza aluminiy kiradi va ular A-999 bilan markalanadi.

2-guruhga juda toza aluminiylar, jumladan, A-995, A-99, A-97, L-95 markalilar kiradi.

3-guruhga esa texnikaviy jihatdan toza aluminiylar: A-85, A-8, A-7, A-6, A-5, A-0, AE va AC kiradi.

Faqat A harfli markalarda qo'shimcha element 1% ga yetadi. Sof aluminiy elektrotexnikada, asosan, kimyoviy apparatlar, alumin qog'oz, elektr simlari ishlab chiqarishda, aluminiy qotishmalari esa mashinasozlikda keng ishlatiladi.

**Aluminiy qotishmalarining turlari.** Aluminiy qotishmalari 2 guruhga: deformatsiyalanadigan va quymabop qotishmalarga bo'linadi.

Aluminiyning bosim bilan ishlash uchun mo'ljallangan deformatsiyalanadigan qotishmalari deformatsiyabop qotishmalar deyiladi. Bular, o'z navbatida, termik yo'l bilan puxtalanadigan va puxtalanmaydigan qotishmalarga bo'linadi:

a) termik yo'l bilan puxtalanmaydigan aluminiy qotishmasi jumlasiga Al-Mp va Al-Mg qotishmalari kiradi. Al-Mp tizimidagi qotishmalar AMg harfi bilan markalanadi. Masalan: AMs, AMg, AMgZ, AMg5 AMg7 va h. k. Markadagi raqam magniyning % miqdorini ko'rsatadi;

b) termik yo'l bilan puxtalanadigan aluminiy qotishmalari ichida eng ko'p ishlatiladigani duraluminiydir. Duraluminiy

tarkibiga mis Cu va marganes Mg kiradi. Duraluminiy A-Cu-Mg harflari bilan belgilanadi, uning belgilanishida raqamlar ham bo'ladi. Masalan: D1, D6, D16. D—duraluminiy ekanligini, raqam tartib raqamini bildiradi. Agar, qotishma tarkibiga rux qo'shilsa, uning puxtaligi yanada oshadi. Ulardan V95 markalisi ko'p ishlatiladi. Aluminiyning

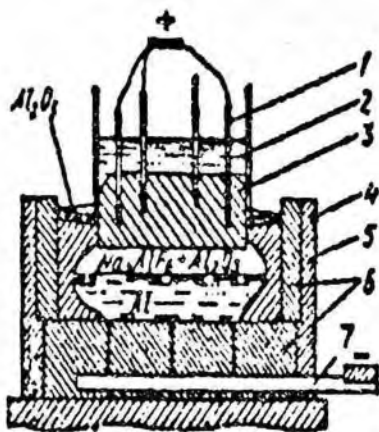
deformatsiyabop qotishmalariga uning bolg'alash, prokatlash, shtamplash yo'li bilan ishlanadigan qotishmalari kiradi. Masalan: AK4, AK5, AK6 markalardagi raqamlar tartib raqamini bildiradi. Aluminiyning quymabop qotishmasi – bu

qotishmalar ichida eng ko'p tarqalgan Al-Si tizimidagi qotishmalar bo'lib, ular siluminlar deb ataladi. Siluminlarning ba'zi markalarida ma'lum miqdorda Si, Mg, Zp, P elementlari bo'ladi.

Aluminiyning quymabop qotishmalari AL harfi va raqamlar bilan markalanadi. Masalan: AL1, AL2, ALZ, ..., AL18, AL19V AL2 — normal silumin bo'lib, A-8 magnoliydir.

### **Aluminiy ishlab chiqarish**

Aluminiy tarkibida uning gidrooqsidlari  $[AlO(OH)$  va  $Al(OH)_3]$  hamda 12% glinazem ( $Al_2O_3$ ) bo'lgan rudalardan olinadi. Bunday tog' jinslarini 250dan ortiq turi mavjud bo'lib, eng asosiylari boqsitlar(40-60%  $Al_2O_3$ ), nefelinlar ( $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ), alunitlar, appatitlar va kaolinlar(22-39%  $Al_2O_3$ ) hisoblanadi. Shartli ravishda Aluminiy ishlab chiqarish jarayonini glinozemni ( $Al_2O_3$ ) ajratish, xomaki Aluminiy olish va rafinirlash(tozalash) bosqichlaridan iborat deb qarash mumkin. Birinchi bosqichda, ya'ni  $Al_2O_3$  ni ajratishda quyidagi uslublar qo'llaniladi:



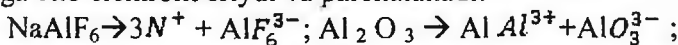
13.1-rasm. Elektrolizyor sxemasi: 1-anod shtirlari; 2-suyuq anod massasi; 3-blok(anod); 4-kojux; 5-shamol g'isht temiri; 6-uglerod bloklari; 7-katod shinasi.

1. Ishqorli uslub tarkibida  $Al_2O_3$  nisbatan ozroq,  $Fe_2O_3$  ko'proq bo'lgan rudalarda, masalan, boqsitlarda (40-60 %  $Al_2O_3$ ; 16-35%  $Fe_2O_3$ ; 3-13 %  $SiO_2$ ; 2-4 %  $TiO_2$ ; 1-3 %  $CaO$ ; 10-18 %  $H_2O$ ) qo'llaniladi. Bu uslub  $Al_2O_3$  ni ishqorga  $[Al(OH)_3]$  aylantirishga asoslangan bo'lib, bu tarzda boyitilgan ruda tarkibida 85-90 %  $Al_2O_3$  bo'ladi.

2. Kislotali uslub tarkibida  $Fe_2O_3$  nisbatan kamroq bo'lgan kaolinlardan  $Al_2O_3$  olishda qo'llanilib  $Fe_2O_3$  ning kislotada erishi va  $Al_2O_3$  ning erimasligiga asoslangan.

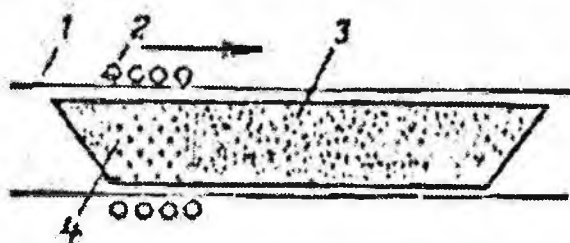
3. Elektrolitik uslub tarkibida  $Al_2O_3$  ham,  $Fe_2O_3$  ham ko'p bo'lgan tog' jinslarida qo'llaniladi.

Ikkinchi bosqich, ya'ni xomaki Al olish elektroliz uslubida amalga oshiriladi [15-rasm]. Bunda elektrolitik sifatida kriolit( $Na_3AlF_6$ )dan foydalaniladi. Elektroliz vannasiga 90-94%  $NaAlF_6$  va 6-10%  $Al_2O_3$  aralashmasidan iborat shixta kerakli miqdorda yuklanib anod(+) va katod(-) uchlariga 6-10Vli 75-150kAlilik toq ulanadi. Natijada shixta orqali o'tgan toq ta'sirida harorat 950-1000 °C ga etib elektrolit eriydi va parchalanadi:



Aluminiy kationlari( $Al^{3+}$ ) katodda zaryadsizlanib suyuq metall(Al) ko'rinishida to'planadi. Anionlar( $Al^{3-}$ ) esa, aksincha anodda zaryadlanib qaytadan  $Al_2O_3$  ga aylanadi. Lekin buning

natijasida ajralib chiqqan  $O_2$  anodni yemiradi, ya'ni yondiradi. Elektrolitdagi kuchlanishning



13.2-rasm. Zonalik qayta kristall sxemasi; 1-kvars truba; 2-qizdirgichlar; 3- grafit yoki kvartsdan yasalgan qayiqcha(idish); 4-erish zonasi.

30-40Vga chiqishi undagi  $Al_2O_3$  ning tugab borayotganini ko'rsatadi va shunga qarab elektrolizerga vaqti-vaqti bilan glinozem tashlab turiladi. O'rtacha 1 tonna Al olish uchun 2 tonna  $Al_2O_3$ , 0, 1 tonna  $Na_3AlF_6$ , 6t anod(C) va 17000-18000 kVt. soat elektr energiyasi sarflanadi. Olingan xomaki Al tarkibidan metallmas qo'shimchalar ( $Al_2O_3$ , Si, C va b. ), metall aralashmalar(Mg, Na, Ca) va gazlarni

( $H_2$ ,  $N_2$ , Co,  $CO_2$ ) maxsus kameralarda(kovsh) 10-15 minut davomida gazsimon xlor(Cl) bilan ishlov berib chiqarib yuborish mumkin. Natijada olingan texnik toza Alumiiniyning A80, A8, A7, A6, A5 va b. navlari bo'lib, ulardagi aralashmalar

miqdori 0, 15-1, 0% bo'ladi. Bu alumiiniydan yarim yumaloq(trubalar uchun), yumaloq (profililar uchun) va tekis(listlar uchun) quymalar olinadi. Yanada tozaroq Al olish uchun texnik toza Al elektrolitik uslubda rafinirlanadi. Bunda anod tozalanmagan Al plastinkalaridan, katod esa toza Al dan iborat bo'ladi. Elektrolitik sifatida 60%  $BaCl_2$ , 23%  $AlF_3$  va 17% NaF eritmasi ishlatiladi. Bunday usulbda A95, A97, A99, A995 kabi juda toza Al lar olinadi. Nihoyatda toza A999 (99, 999 % Al) va undan tozaroq Al olish uchun zonalik qayta kristallanish uslubi qo'llaniladi.

### Alumiiniy qotishmalar

Mashinasozlik sanoatida sof alumiiniydan foydalanilmaydi, Chunki uning mexanik xossalari past bo'ladi, lekin alumiiniy qotishmalaridan keng foydalaniladi.



Aluminiy qotishmalarining ancha puxtaligi, quyma xossalari-ning yaxshiligi, yaxshi qirsib ishlanishi, korroziyaga chidamliligi kabi o'ziga hos xususiyatlariga ko'ra, ulardan turli quyma detallar, jumladan, dvigatel golovkalari, shatunlar, porshenlar olinadi. Aluminiy qotishmalarining mexanik xossalari uning ximiyaviy tarkibiga va strukturasi bog'liqdir.

Aluminiy zichligi kam, yaxshi presslanadigan, cho'kichlanadigan, shtampovkalanadigan, qirqiladigan va elektr toki hamda issiqlikni yaxshi o'tkazadigan metallidir. Undan mashinasozlikda, xususan samolstsozlikda, priborsozlik va elektr sanoatida (sof va qotishmalar holida) foydalaniladi. Quymalar olishda foydalani-ladigan aluminiy qotishmalari tarkibiga, fizik va mexanik xossalari-ga ko'ra tubandagi besh guruhga bo'linadi:

*Aluminiy bilan kremniy qotishmalari.* Bu qotishmalar tarkibida kremniy miqdori 6—13% ga etadi, ularda kremniydan boshqa qo'shimchalar ham bo'ladi. Bu qotishmalarda quyilish xossalari yuqori bo'lishi bilan birga, mexanik xossalari ham yaxshidir. Aluminiy bilan kremniy qotishmalarining AL2, AL4, AL4V, AL9 va AL9V markalari bo'lib, ular siluminlar deb ataladi. Bu qotishmalardan turli shakldagi murakkab quymalar olishda keng foydalaniladi.

1. *Aluminiy bilan magniy qotishmalari.* Bu qotishmalarning tarkibida magniyning miqdori 4% dan ortiqdir, ularda qisman boshqa qo'shimchalar ham bo'ladi. Al — Mg qotishmalari korroziyaga yaxshi qarshilik ko'rsatuvchi, puxta va engil qotishmalardir, lekin ularning suyuq holatda oquvchanligi pastroq, hajmiy qisqaruvchanligi yuqoriroq bo'lib, darzlar hosil qilishi mumkin. Al — Mg qotishmalarining AL 8, AL 13 kabi markalari bor.

2. *Aluminiy bilan mis qotishmalari* tarkibida misning miqdori 4% dan ortiqdir, ularda qisman boshqa qo'shimchalar ham bo'ladi. Bu qotishmalar yeyilishga yaxshi qarshilik ko'rsatish xususiyatiga ega, lekin qotishmalarning quyilish xossalari va korroziyaga qarshilik ko'rsatish xususiyati yuqorida ko'rib o'tilgan qotishmalarnikiga qaraganda ancha past. Bu guruh qotishmalariga AL7, AL7V va AL12 markalar kiradi.

3. *Aluminiyning mis va kremniyli qotishmalari.* Bu qotishmalar tarkibida misning miqdori 1—8% gacha, kremniyning miqdori 3—6% gacha bo'lib, ularning suyuq holatda oquvchanligi, korroziyaga chidamliligi yusori bo'lish bilan birga yaxshi

payvandlanadi. Bu guruh qotishmalariga ALZ, ALZV, AL5, AL6, ALYuV va AL15V markalari kiradi.

4. *Aluminiyning murakkab tarkibli qotishmalari.* Bu qotishmalarga AL1 markali qotishma kiradi, uning tarkibi da 3, 75-4, 5% Si, 1, 25-1, 75% Mg va 1, 75—2, 25% № bo'ladi. Bu qotishmalar yuqorida ko'rib o'tilgan boshqa qotishmalardagi o'zinnng o'tga chidamliligi, puxtaligi, suyuq holatda oquvchanligining pastligi va hajmiy qisqarishining yuqoriligi bilan farqlanadi.

*Aluminiy* - eng egiluvchan va yumshoq oq-kumush rangdagi metall, u nisbatan engil zichligi  $2699 \text{ kg/m}^3$  va erish temperaturasi past ( $660^\circ\text{C}$ ). Aluminiy erda eng ko'p tarqalgan metall (er qobig'i massasidan 7, 45 %). Kimiyoviy aktiv bo'lgani uchun bu metall asosan oksid ko'rinishda uchraydi (glinozyom  $\text{AL}_2\text{O}_3$ ), uni ishlab chiqarish uch esa juda ko'p elektr energiya talab qilinadi. Aluminiy ishlab chiqarish uch etabdan iborat: aluminiy rudasidan glinozyom chiqarish; glinozyomni elektrolizlash; birlamchi aluminiyni rafmasiya qilish. Aluminiyni yuqori elektr va issiq o'tqazuvchanlik xususiyatiga ega, hamda korroziyaga bardoshlik bilan farqlanadi. Undan elektr simlari va uy uchun har xil jihozlar tayyorlanadi. Nisbatan mexanik ko'rsatkichlari past bo'lgani uchun aluminiyni mashinasozlikda uning o'zidan ko'ra uning qotishmalari ishlatiladi. Aluminiy eng ko'p tarqalgan legirlovchi qo'shilmalardan biri. Texnikadagi ko'pchilik metallar alyuminotermiya usulida olinadi. Aluminiyning turli birikmalari ham keng ishlatiladi; masalan, aluminiyli achchiq tosh qadimdan gazmollarni bo'yashda, teri oshlashda, bo'yoqni mustahkamlashda foydalanilgan.

*Aluminiy konstruksiyalar* (alyuminiyevie konstruksi), qurilishda asosiy materiali aluminiy qotishmalari yoki texnik aluminiydan iborat bo'lgan konstruksiya va buyumlar. Afzalligi: engil, mustahkam, ko'pga chidamli, bezak uchun mosligi; kamchiligi: bir xil mustahkamlikdagi birikmalar (ayniqsa, payvand birikmalar) olishning murakkabligi, aluminiy qotishmalar elastiklik modulining pastligini (po'latga nisbatan taxminan 3 marta) hisobga olish zarurligi. Aluminiy qonstruksiyalari tayyorlashda yupqa (1 mm dan kam) metall list va presslangan yupqa devorli profillar ishlatiladi.

*Aluminiy qotishmalari* (alyuminiyevie splavi) — aluminiy asosidagi mis, magniy, rux, kremniy, marganes, litiy, kadmiy, sirkoniy, xrom va boshqa qo'shilmali qotishmalar. Mexanik

xossalari yuqori, zichligi kichik, elektr va issiqlik o'tkazuvchanligi yuqori, korroziyabardosh. Mashinasozlikning ko'p sohalarida, qurilishda, ro'zg'or buyumlari ishlab chiqarishda ishlatiladi. Ishlab chiqarish usullariga qarab, aluminiy qotishmalarini deformatsiyalanadigan, quyma va termik ishlanadigan xillarga ajratish mumkin. Ishlab chiqarilish va ishlatilish hajmicha qora metallardan keyin ikkinchi o'rinda turadi. Ko'p qismi aluminiydan iborat qotishmalar. Aluminiy qotishmalari aluminiyga Si, Si, Mg, Zn, Mn, Ni, Fe, Ti va boshqa elementlarni alohida-alohida yoki ma'lum kombinasiyada so'shib suyuqlantirish yo'li bilan tayyorlanadi. A. s. ga legirovchi elementlar sifatida Ni, Cr, Sa va boshqalar, qotishma xossalari yaxshilaydigan elementlar sifatida esa oz miqdorda Na, Be, Ti, Ce, Nb ham qo'shiladi. Bu elementlar fizik, kimyoviy va mexanik xossalari xilma-xil aluminiy qotishmalari hosil qilishga imkon beradi. Aviasiya sanoatida aluminiy qotishmalari ayniqsa, keng ishlatiladi, Chunki aluminiy qotishmalari yengil bo'lishi bilan birga ancha puxta hamdir. Aluminiy qotishmalari deformatsiyalanadigan va qo'yiladigan qotishmalar guruhsiga bo'linadi. Deformatsiyalanadigan aluminiy qotishmalari har xil yarim fabrikatlar va buyumlar tayyorlash uchun, qo'yiladigan aluminiy qotishmalari esa, xilma-xil detallar quyish uchun ishlatiladi.

*Aluminiylash* (alyuminirovanie) metall buyumlarni korroziyadan saqlash, tashqi ko'rinishini yaxshilash, ularga maxsus fizik-kimyoviy xossa berish maqsadida ular sirtiga aluminiy yoki ular asosidagi qotishmalarni yugurtirish. Diffuznoy usul (k. *Alitirlash*), gazlanganli va plazmali purkash, *plakirovkalash*, metallni vakum ostida bug'latish, eritmaga botirish bilan amalga oshiriladi. Samolyot, raketa, avtomobil detallari, k.x. inventarlari, ro'zg'or buyumlari va boshqa aluminiylanadi.

### **Mis elementlari va qotishmalarining turlari**

DST 859-66 ga ko'ra, misning quyidagi markalari mavjud: MOO, MO, M1, M2, MZ, M4. MOO da 99, 99 %, MO da 99, 95 %, M1 da 99, 90 %, M2 da 99, 70 %, MZ da 99, 5 %, M4 da 99 % mis bo'ladi. Juda toza mis navlarining elektr o'tkazuvchanligi yuqori bo'lganligi uchun ular radiotexnika va elektrotexnikada keng qo'llaniladi. Qolgani, asosan, mis qotishmalari tayyorlash uchun ishlatiladi. Mis qotishmalari ikki guruhga: latunlar va

bronzalar guruhiga bo'linadi. Latunlar. Asosan, mis bilan ruxdan iborat qotishmalar latunlar deb ataladi. Texnikaviy latunlar tarkibida rux miqdori 45 % ga yetadi. Latunlar L harfi va raqamlar bilan markalanadi.

L62, L68, L — latun ekanligini, 62 — misning % miqdorini ko'rsatadi. Latun tarkibida ruxdan boshqa legirlovchi elementlar bo'lishi mumkin. Masalan: LS74-3, LO70-1, LAN59-3-2, LMs-58-2. Markadagi birinchi son misning % miqdorini,

qolgan sonlar tegishli elementlarning % miqdorini ko'rsatadi. Bu maxsus latun tarkibida elementlar quyidagicha belgilanadi. A — aluminiy, S — qo'rg'oshin, O — qalay, J — temir, N — nikel, Mn — marganes, K — kremniy. Masalan: LMs58-2 -

Si—58 %, Ms—2%, 2Z—40%. Latun markasi oxirida L harfi bo'lsa, quymabop, L harfi bo'lmasa, deformatsiyabop latunlar deyiladi. Masalan: Ak 80-31.

Tarkibida mis miqdori ko'p (A96, L90, L85 markali) latunlar tayyorlanadi. Bunday latunlar tompak deb ataladi. Bronzalar. Misning qalay, aluminiy, qo'rg'oshin, berilliy va boshqa elementlar bilan hosil qilgan qotishmalari bronza deb ataladi. Mis bilan qalaydan iborat qotishma qadimdan ma'lum va bu qalayli bronza deyiladi. Tarkibida qalay bo'lmagan qotishmalar ham bor, bular maxsus bronzalar deb ataladi. Bronzalar BR harfi tarkibidagi elementlarni bildiruvchi harflar va shu elementlarning o'rtacha % miqdorini ko'rsatuvchi raqamlar bilan markalanadi. Masalan: BrONST11-4-3 da 11 % qalay, 4 % nikel, 3 % qo'rg'oshin, qolgani misdan iborat. Deformatsiyabop bronzalar: Br, Of 6, 5-0, 25-BrOF-4-0, 25, BrOTs-4-3, quymabop bronzalar: BrOg-10, BrOTsSN-3-7-5-1,

BrOTsS12-5, BrOF10-1, aluminiyli bronzalar BrA bilan belgilanadi. Masalan: BrA7, BrAMs9-2, BrAJS7-1, 5-1, 5 va h. k.

Misning yuqorida ko'rib chiqilgan qotishmalardan (latun va bronzalardan) tashqari, nikel bilan hosil qilgan qotishmalari ham bor. Bunday qotishmalar MN harflari, legirlovchi elementlarni bildiruvchi harflar, nikelning va legirlovchi elementlarning % miqdorini belgilovchi raqamlar bilan markalanadi. MNMs-3-12, MNJMs-68-2, 5-15 monel qotishma, MNMs-15-20 neyzilbor, MN SAR milxior deb ataladi.

Nikel juda aniq va korroziyabardosh buyumlar tayyorlashda ishlatiladi.

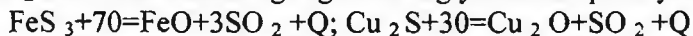
## Mis ishlab chiqarish

Mis tabiatda sof holda kam uchraydi. Uning asosiy qismi sulfidli(80-85%) va oqsidli(15-20%) birikmalarda to'plangan. Sulfidli rudalarning eng ko'p uchraydiganlari halkoprit yoki mis kolchedani ( $\text{CuFeS}_2$  -34, 5% Cu), halkozin yoki mis yaltirog'i( $\text{Cu}_2\text{S}$ -79, 8% Cu), bornit

( $\text{CuFeS}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  -55, 5% Cu), kovellin( $\text{CuS}$ -66, 4% Cu) kabi minerallar mavjud bo'lgan rudalar hisoblanadi. Oqsidli rudalarga misol qilib, tarkibida ko'prit( $\text{Cu}_2\text{O}$ -88, 8% Cu), moloxit [ $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  -57, 3% Cu], azurit [ $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  -55, 1% Cu] hamda xrizoqxola ( $\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -36% Cu) kabi minerallar bo'lgan ruda guruhlarini ko'rsatish mumkin. Rudalar tarkibidagi mis miqdori oz(0, 5-2%) bo'lgani uchun ularni dastlab boyitiladi. Odatda kamida 0, 4-0, 8% Cu bo'lgan rudalar kerakli hisoblanadi. Ko'pincha rudalar tarkibida misdan tashqari P, Au, Ag, Co, va Ti kabi qimmat baho metallar mavjud bo'lgani uchun boyitish jarayonida sarflanadigan mablag'lar o'zini oqlaydi. Boyitilgan ruda tarkibida 11-35 % mis mavjud bo'ladi. Mis rudalarini boyitish 2 xil usulda amalga oshiriladi:

1). Flotatsion uslub. [M. 24 r, 53 b. ] tarkibida misdan tashqari yuqorida ko'rsatilgan qimmatli elementlar mavjud bo'lgan rudalarni boyitishda qo'llaniladi. Bu uslub metall va begona jinslarni turli darajada ho'llanishiga asoslangan. Bu uslubda olingan mis kontsentrati tarkibida misdan tashqari 15-35% S, 15-37% Fe va oz miqdorda boshqa elementlar bo'ladi (13-rasm).

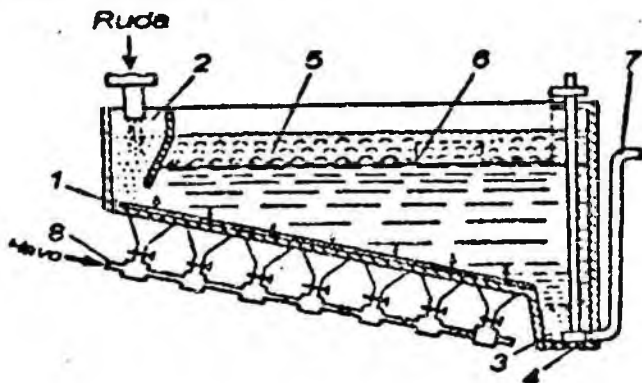
2). Qaynovchi qatlam ostida boyitish uslubi flotatsiya uslubida olinib quritilgan mis kontsentrati tarkibidagi uglerod miqdorini kamaytiradi(14-rasm). Qizdirilgan havo ( $700-800^\circ\text{C}$ ) ta'sirida  $\text{FeS}_3$ ,  $\text{Cu}_2\text{S}$  va  $\text{CuS}$  tarkibidagi uglerodning yonuvchi qismi yonadi:



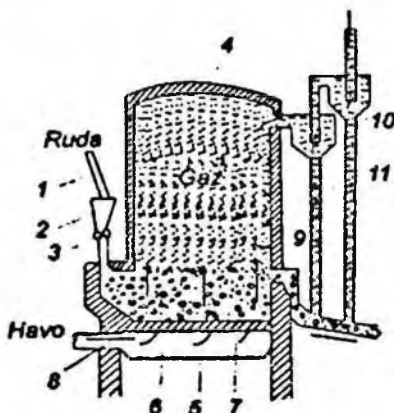
Ajralib chiqqan issiqlik pech haroratini  $800-850^\circ\text{C}$  gacha ko'taradi,  $\text{SO}_2$  gazidan esa sulfat kislota ishlab chiqarishda foydalaniladi.

3). Navbatdagi bosqichda boyitilgan ruda kontsentratidan alangali pechlarda ( $1200-1600^\circ\text{C}$ ) shteyn deb ataluvchi, 80-90% Cu va Fe sulfidlaridan iborat bo'lgan qotishma olinadi. Shteynda 20-60% Cu bo'ladi.

4). Shteyn gorizontaal konvertor pechlarida qayta ishlanib(1200-1350 ° C) xomaki mis(98-99% Cu va 1-2% Fe, S, Pb, Ag, Au va b. ) olinadi.



13.3-rasm. Mis rudalarni flotatsion boyitish mashinasining sxemasi; 1-rezinalangan to'qima; 2-kamera; 3-begona jinslarni to'plash chuquri; 5-ko'prik; 6-mis konsentrat olish teshigi; 7-suv trubasi; 8-truba(chapda).



13.4-rasm. Mis rudalarini "qaynovchi qatlam" ostida boyitish qurilmasining sxemasi. 1-transportyor; 2-bunker; 3-dozator; 4-ish kamerasi; 5-havo kamerasi; 6-nasadka; 7-havo kiritish teshiklari; 8-havo kiritish teshigi; 9-kanal; 10-tsiklonlar; 11-trubalar.

5). Xomaki mis alangali pechlarda havo haydalib, rafinirlanadi, ya'ni tozalanadi. Bunda uning tarkibidagi aralashmalar(Fe, S, Pb) oqsidlanib shlak tarkibiga o'tadi, kumush va oltin esa oqsidlanmay mis tarkibiga o'tadi. Bu bosqichda xomaki misdan qizil mis deb ataluvchi anod misi olinadi. Markasi M2, M3, M4. Ulardan proqat

uchun quymalar, bronza va latunlar hamda elektrolitik rafinirlash uchun anod plastinkalari olinadi.

6). Elektrolitik rafinirlash asosida 95 % gacha qizil mis qayta tozalanib uning tarkibidan toza mis bilan birga Ag va Au kabi qimmatbaho metallar ajratib olinadi. Markalari M00, M0, M1, M2, M3 va M4 bo'lib, ularning eng tozasi bo'lgan M00 dagi begona qushimchalar miqdori 0, 01% bo'ladi.

Mashinasozlikda ko'pgina detallar, jumladan, podshipniklar, tishli g'ildiraklar, nasos korpuslari, armaturalar va boshqalar ish sharoitidagi o'ziga xos talablarga, chunonchi, aktiv muhitlarda kam yeyilishi, puxtaligi, yengilligi va boshqalarga ko'ra, turli rangdor metallarning qotishmalaridan, ayniqsa, mis, aluminiy va magniy qotishmalaridan tayyorlanadi. Mis qotishmalarining hammasi ikkita katta guruhga: bronzalar guruhi bilan latunlar guruhsiga bo'linadi.

Mis bilan qalay qotishmasi bronza deyiladi. Quymakorlik korxonalarida foydalaniladigan bronzalar, o'z navbatida, yana ikki guruhga bo'linadi: bular qalayli bronzalar guruhi bilan qalaysiz bronzalar guruhsidir. Ma'lumki, qalay qimmatbaho metall bo'lganligi sababli uni tejash va qotishma xossalari zarur tomonga o'zgartirish maqsadida qalayli bronza tarkibidagi qalay qisman yoki to'la Zn, Pb, P, Ni, Al, Si va boshqa elementlar bilan almashtiriladi.

Qotishmaga qalay o'rniga qaysi elementdan qancha kiritish kerakligi qotishmadan kutilgan xossalarga bog'liq. Masalan, qotishma tarkibiga qo'rg'oshin kiritilganda, uning antifriksion xossalari va kesib ishlanuvchanligi yaxshilansa, fosfor qo'shilganda qotishmaning quyilish va mexanik xossalari yaxshilanib, kam eyiladigan bo'lib qoladi.

Bronza markalari	Uzilishdagi mustahkamligi kg/mm <sup>2</sup>	Nisbiy uzayishi	Qattiqligi N. B kg/mm <sup>2</sup>	Bazi ishlatilish sohalari
<b>Qalayli bronzalar</b>				
BrOSSN3-7-5-1	18 (21)	8(5)	60	Daryo suvlarida va bug'da (25 bosimida) ishlovchi armaturalar Antifiriksionli detallar uchun Antifiriksionli detallar uchun Traktor detallar uchun
BrOSSN3-3-12-5	18 (21)	8(5)	60	
BrOSSN3-6-6-3	15 (18)	6(4)	60	
BrOSSN3-4-4-17	15	5	60	
BrOSSN3-3-5-5	15 (18)	6(4)	60	
<b>Qalaysiz bronzalar</b>				
Br	(40)	(20)	(8)	Armatura ktulki, tishli g'ildiraklar uchun Podshimniklar, nasos korpuslari, gaykalar, salniklar uchun Cheryyak potshimniklari, putikalar, tishli g'ildiraklar uchun Yuqori bosimda ishlovchi armature korpuslari, og'ir sharoitda (yuqori nagiruskada) detsallar uchun Podshimnik vikladish quyimalari uchun
Br	40 (50)	10(12)	100	
Br 10-3-1, 5	50	(12)	(120)	
Br 10-4-4, L	60	(5)	(170)	
Br, S 30	6	4	(25)	



6-jadvalda qalayli va qalaysiz bronzalarning mexanik xossalari va ishlatilish sohalari keltirilgan. Jadvalda qavslar ichidagi raqamlar metall qoliplarda olingan quymalarga taalluqli xossalar, qavslar ichiga olinmagan raqamlar esa gilli qum qoliplarda olingan quymalarga oid xossalardir.

Bronza markalaridagi harflar shu bronza tarkibidagi elementlarni ko'rsatadi. Masalan, O — qalay, Sb — pyx, Pb — qo'rg'oshin, N — nikel, Al — aluminiy, Ms — marganes, Fe — temir. Raqamlar elementlarga taalluqli bo'lib, ularning qotishmadagi o'rtacha miqdorini prosent hisobida ko'rsatadi, qolgani esa mis bo'ladi. Masalan, Br. OSbPbN-3-7-5-1 markali „Br» bronza deyilgani bo'lib, bu yerda qalay (O) — 3%, rux (Sb) — 7%, qo'rg'oshin (Pb) — 5%, nikel (N) — 1%, qolgani (84%) esa misdir.

*Latunlar.* Mashinasozlik sanoatida foydalaniladigan latunlarni ham ikki guruhga: oddiy latunlar guruhi bilan maxsus latunlar guruhsiga bo'lish mumkin. Oddiy latunlar mis bilan rux qotishmasi bo'lib, ular quymalar olishda kam ishlatiladi, Chunki ularning mexanik xossalari ancha past bo'ladi. Quymakorlikda quymalar olishda, asosan, maxsus latunlardan foydalaniladi. Maxsus latunlar olishda oddiy latunlarga qalay, aluminiy, nikel, marganes, temir, qo'rg'oshin kabi boshqa elementlar ma'lum miqdorda qo'shiladi.

Latunlarga qo'shiluvchi elementlarning turi va miqdori qotishmadan kutilgan xossalarga ko'ra belgilanadi. Shuni aytish kerakki, maxsus latunlarning xossalari — puxtaligi, qattiqligi kesib ishlanuvchanligi va quyilish xossalari oddiy latunnikidan birmuncha yuqoridir. 7- jadvalda quymalar olishda ishlatiladigan maxsus latunlarning markalari, mexanik xossalari va ba'zi ishlatilish soxalari keltirilgan.

Jadvalda qavslar ichidagi raqamlar metall qoliplarda olingan quymalarga, qavslar ichiga olinmagan raqamlar esa gilli qum qoliplarda olingan quymalarga taalluqlidir. Latunlarning markalanishi bronzalarning markalanishidan shu bilan farq qiladiki, latunlarda „Br» emas, balki „L» qo'yiladi, bu esa latun demakdir. Qotishmadagi misning o'rtacha miqdorini birinchi raqam ko'rsatsa, qolgan raqamlar navbatdagi elementlarning o'rtacha miqdorini bildiradi. Rux miqdori ko'rsatilmaydi, u hisoblab topiladi.

Latun markalari	Uzulishdagi mustahkamligi	Nisbiy uzgarishi b %	Bazi ishlatilish sohalari
LA67-2-5			Ummumiy mashinasozlikda va kema sozlikda korroziyaga chidamli detallar uchun
LAJMs66-6-3-2	30(50)	12(15)	Yuqori yuklama sharoitida ishlovchi, jumladan qisish vint gaykalari, chervyak vintlari va boshqalar uchun.
LAJ60-1-1L	384(2)	7(7)	Armatura, vtulka va padshivniklar uchun.
LK80-3L	25(30)	20(18)	Daryo suv sharoitida ishlovchi detallar va armaturalar uchun.
LKS80-3-3	253(0)	7(15)	Vtulka, padshivnik va salniklar uchun.
LMsS58-2-2	25(35)	10(8)	Padshivniklar, vtulkalar va boshqa antifraksiyon detallar uchun.
LMsJ55-3-1	45(50)	10(15)	Kemasozlik armaturalari, yirik detallar (vint, lopastlar) uchun.
LS39-1L	20	20	Padshivnik vtulkalari kabi metallar uchun.

## Mis qotishmalar

*Mis* (med)— kimyoviy element, 29, at. m. 63, 546. Mis — pushti qizil rangli metell; zichliki  $8960 \text{ kg/m}^3$ ,  $T$  suyuq =  $1083^\circ \text{C}$ . Tabiatda sof metall holda kam va oltingugurt (sulfidlar) hamda kislorod bilan birikma holda uchraydi. Asosiy minerallari — xalkopirit (mis kolchedani) va xalkozin (mis yaltirog'i). Mis odatda, boyitilgan sulfid rudalardan olinadi. Mis elektr va issiq o'tkazuvchanligining yuqoriligi, plastikligi va korroziyabardoshligi uning qaysi sohalarda ishlatilishini belgilab beradi. Qazib olinadigan misning taxm. 50% i elektrotexnika sanoati ehtiyojlariga ketadi. Misdan kimyoviy apparaturalar (issiqlik almashgichlar, xolodilniklar, plazmatron detallari va boshqa) tayyorlanadi. 30% dan ortiq mis sanoatda *mis qotishmalari* sifatida ishlatiladi.

*Mis qotishmalari*-asosini mis tashkil qiladigan ikki yoki undan ortiq, komponentli qotishmalar. Mis qotishmalari inson yaratgan birinchi metall qotishmadir. Taxminan 20-asrlar o'rtalarigacha butun dunyoda rangli metall qotishmalari orasida birinchi o'rinda turgan. Mis qotishmalari hosil qilish uchun misga legirlovchi elementlar yoki tarkibida legirlovchi elementlar bo'lgan oraliq qotishmalar — ligaturalar qo'shiladi. Legirlovchi elementlar sifatida rux, qalay, qo'rg'oshin, aluminiy, nikel, marganes, temir, kumush, oltin, fosfor, kremniy va boshqa ishlatiladi. Mis qotishmalarining issiqlik va elektr o'tkazuvchanligi, korroziyabardoshligi, eyilishga chidamliligi yuqori, ishqalanish koeffitsienti esa past bo'ladi. Deformatsiyalanadigan va quymabop mis qotishmalari bor. Deformatsiyalanadigan mis qotishmalariga qizdirib yoki sovuqlayin bosim ostida ishlov berilib, taxta, lenta, truba, simlarcha boshqa tayyorlanadi. Quymabop mis qotishmalari shakldor detallar tayyorlashda va haykaltaroshlikda ishlatiladi. Mis qotishmalarini sovuqlayin bosim ostida ishlaganda va bo'shatilganda ularning mexanik xususiyatlari o'zgaradi. Sovuqlayin deformatsiyalab, mis qotishmalarining qattiqligini va mustahkamlik chegarasini 1, 5—3 marta oshirish mumkin. Mis qotishmalarining mustahkamligini oshirish uchun ularga inter metall birikmalar (masalan, Si, Be, NiBe, Ni3Al) hosil qiladigan legirlovchi elementlar qo'shiladi.

*Mis* qizg'ich rangdagi cho'ziluvchan va yuqori zichlik ( $8960 \text{ kg/m}^3$ ) metall, uning erish temperaturasi  $1083^\circ \text{C}$ . U yuqori elektr va issiqlik o'tkazuvchanlik, korroziyaga bardoshlik xususiyatlariga

ega. Havoda mis yuqa mis oksid qobig'i bilan qoplanadi va bu uni qolgai) joyini oksidlanishdan saqlaydi. Mis insoniyatga qadimdan tanish. (Bronza asri). Uzoq vaqt undan uy jihozlari va mehnat qurollari tayyorlangan. Mis yuqori elektr o'tkazuvchan bo'lgani uchun bugungi kunda uni asosan elektr sanoatida, uning asositli bo'lgan qotishmalari esa boshqa sohalarda ishlatiladi. Rangli metallardan, mis va aluminiydan tashqari rux, qo'rg'osliin va qalay ishlatiladi. Bu metallarga yuqori zichlik va nisbatan past erish temperaturasi ( $-419\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-231\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-327\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) xosdir. Erish temperaturasi past bo'lganligi uchun ular quyish ishlarida qo'llanilishi mumkin. Qalay bilan qo'rg'oshin qotishmasi kavsharlash uchun ishlatiladi. Aluminiy qotishmalari qo'yiladigan va bosim ishlov beriladiganlarga bo'linadi. Quyilma qotishmalarga asosan kremniy, magneziiy, mis qo'shiladi. Bosim bilan ishlov beriladigan aluminiy qotishmalari yuqori mexanik va texnologik xususiyatlarga ega, bu qotishmalarning nomi duralumin deb ataladi. Dyuralyumin shtampovka va valsovkaga yaxshi beriladi. Detal bir shaklga keltirilgandan keyin u toblanish va qaritilish prosesidan o'tqaziladi. Bu duralyuminni qattiqligini va mustahkamligini oshiradi, lekin egiluvchanligini kamaytiradi. Duraluminlar aviasozlikda va asbobsozlikda keng qo'llaniladi.

### **Magniy qotishmalari**

*Magniy* — ximiyaviy element, bel-gisi Mg. at. n. 12, at. m. 24, 305. Yaltiroq, kumushsimon-oq juda engil metall. Tabiatda keng tarqalgan. Magniy karbonatlari magnezit va dolomitning nihoyatda katta to'plamlari mavjud, Shuningdek karnallit ham muhim sanoat xom ashyosi hisoblanadi. Erigan karnallitni elektroliz qilib, dolomitni metallotermik qaytarib va boshqa usullar bilan magniy olinadi.

Magniy asosan, engil qotishmalari ishlab chiqarishda; metallurgiyada ba'zi metall va qotishmalarni oksidsizlantirish va oltingugurtdan tozalashda, qiyin tiklanuvchan metallar (masalan, titan) hosil qilishda; Magniy kukunining oksidlagichlar bilan aralashmalari yorituvchi va yondiruvchi raketalar, snaryadlar tayyorlashda, kino va fototexnikada yoritish texnikasida; Magniy birikmalari qurilish materiallari (sement, ksilolit, fibrolit va boshqa) ishlab chiqarish da ishlatiladi.

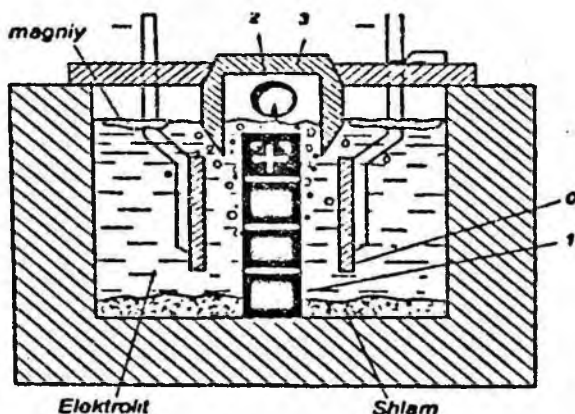
*Magniy qotishmalari* (magniyevie splavi)— magniy asosidagi aluminiy, rux, marganes, sirkoniy, litiy, siyrak yer elementlari va boshqa qo‘shilgan quyma va deformatsiyalanuvchi qotishmalar. Engil konstruksiey materiallari bo‘lib, ularning zichligi 1480—1810 kg/m<sup>3</sup>, ya‘ni po‘latga nisbatan 4 marta, aluminiy va uning qotishmalariga nisbatan 1, 5 marta kichik. Mexanik xossalari yuqori, kesib ishlov berish oson. Magniy qotishmalari aviatsiya, raketaszozlik, kosmik texnika, avtomobil sanoati, kino va fotoapparatlar tayyorlash va boshqalarda ishlatiladi; magniy qotishmalaridan tayyorlangan detallarni kriogen va yuqori t-ralarda ishlatish mumkin.

### Magniy olish uslublari

Tarkibidan magniy ajratib olinadigan rudalarning asosiylari quyidagilar:

1. Magnezit( $MgCO_3$  -28, 8% Mg);
2. Dolomit( $MgCO_3 \cdot CaCO_3$  -13, 5%Mg);
3. Karnalit( $MgCl \cdot KCl \cdot 6N_2 O$ -8, 8%Mg);
4. Bishofit( $MgCl_2 \cdot 6N_2 O$ -12% Mg)

Ruda dastlab 750-850 ° C da boyitiladi:  $MgCO_3 = MgO + CO_2$  ;  
 $MgCO_3 \cdot CaCO_3 = MgO + CaO + 2CO_2$  ;



13.5-rasm. Magniy xloridni elektroliz qilish vannasi sektsiyasining sxemasi. 1-anod; 2-katod plastinkasi; 3-to‘siq; 4-xlorni chiqarish trubasi.

Keyingi bosqichda bu kontsentratga 800-900 °C harorat ostida xlor biln ishlov beriladi:  $MgO + C + Cl_2 = MgCl_2 + SO_2$

Hosil bo'lgan  $MgCl_2$  maxsus vannada [17-rasm.] elektroliz qilinib, texnik toza Mg ajratib olinadi.

Uning tarkibida 2-50% begona aralashmalar bo'ladi. Ulardan tozalash uchun magnitli elektr pechlarda rafinirlanadi. Tozalangan metallda 98, 91-99, 91% Mg bo'ladi. Bunday tozalangan magniyning Mg90, Mg95, Mg96 markalari bo'lib, ulardagi Mg miqdori 99, 9 ; 99, 95 va 99, 96 % ga teng bo'ladi. Ulardan o'ta engil qotishmalar olishda foydalaniladi.

## Titan

*Titan qotishmalari* (titanovie splavi)— tarkibida aluminiy, molibdev, vanadiy, marganes, xrom, qalay, temir va boshqa elementlar bo'lgan titan asosidagi qotishmalar. Mustahkamligi yuqori, zichligi kichik; xona temperaturasi hamda yuqori temperaturalarda dengiz suvi va ba'zi agressiv muhitlarda zanglash va yemirilishga turg'unligi bilan xarakterlanadi. titan qotishmalari samolyot va raketosozlik, energetika mashinasozligi, kemasozlik, kimyo sanoati va boshqa sohalarda qo'llanadi.

Titan – 1725 °C da eriydi, 3000 °C da qaynaydi. Solishtirma og'irligi  $\gamma=4$ , 54kg/sm<sup>3</sup>. Ikki xil allotropik shaklga ega: 882 °C dan yuqorida  $\beta$ -titan, pastda  $\alpha$ -titan holida.  $\alpha$ -titanning kristallik panjarasi geksagonal, atomlari zich joylashgan.  $\beta$ -titanning kristallik panjarasi hajmi markazlashgan kub.

Titan 1791 yilda kashf etilgan. Er pustlagidagi zapasi-zahirasi bo'yicha 4-o'rinda (Al, Fe, Mg dan keyin).

Titan yaxshi kesiladi, bolg'alanadi va prokatlanadi. Titanni prokatlab, tunika, lenta va hatto zarlar («folga») - titan kog'ozi hosil qilish mumkin.

Titanning korroziyabardoshligi yuqori, zanglamas po'latlardan ham yuqori. Titan atmosferada, chuchuk suvda, dengiz suvida, organik kislotalarda, ba'zi anorganik kislotalarda, uyuvchi ishqorlarda korroziyalanmaydi. Titan havoda 400-600 °C qizdirilganda uning sirti yupqa oksid plenkasi bilan (parda bilan) qoplanadi, bu parda o'zi ostidagi qismini korroziyalanishdan saqlaydi. Yana qizdirilsa, kislorod eriy boshlaydi. Natijada titanning plastikligi pasayib ketadi. Titan xlorid, sulfat va fluorid kislotalar ta'siridagina korroziyalanadi.

Titan yuqoridagi xossalariga asosan kemalarni sirtini qoplashda va kimyo mashinasozligida ishlatiladi.

Titan aluminiydan ozroq og'ir (zichlik - «plotnost»: Al uchun  $\gamma=2,7 \text{ g/sm}^3$ ; Ti uchun  $\gamma=4,51 \text{ g/sm}^3$ ; Fe uchun  $\gamma=7,68 \text{ g/sm}^3$ ). Lekin puxtaligi aluminiy puxtaligiga qaraganda 3 baravar ortiq. Shuning uchun titan samolyotsozlikda ko'p qo'llaniladi.

Titanning kamchiliklari ham bor: normal elastiklik moduli po'latnikidan ikki barovar kichik. Bu bikir va ustivor konstruksiyalar yaratishni qiyinlashtiradi. Yuqori haroratdagina emas, balki normal haroratda ham yeyiluvchanlik xossasi namoyon bo'ladi.

VT1, VT2 markali texnikaviy titandan xivich (prutok), tunuka, lenta, pokovka kabi zagotovkalar tayyorlanadi.

Texnikaviy titan konstruksion material sifatida juda kam ishlatiladi, Chunki mexanik xossalari yuqori emas.

Titan qotishmalari quyidagicha klassifikatsiya qilinadi: 1. Qayta ishlash texnologiyasiga qarab: quyma, deformatsiyalanadigan. 2. Mexanik xossalariga qarab: me'yoriy puxtalikdagi, o'tga bardam, yuqori puxtalikdagi, plastikligi oshirilgan. 3. Termik ishlashga munosabatiga qarab: puxtalanadigan va puxtalanmaydigan. 4. Strukturasiga qarab:  $\alpha$ -;  $\alpha+\beta$ , va  $\beta$ -qotishmalar.

O'rta puxtalikdagi titan qotishmalari: VT5, OT4. Asosida Al(3-5%), Mn(1, 5%).

Yuqori puxtalikdagi titan qotishmalari: VT14, VT15, VT16. Asosida Al(2, 5-4%), Mo (3-7, 5%)

O'tga bardosh titan qotishmalari: VT3-1, VT8, VT9. Asosida Al(5, 5-8%), Mo (1, 5-3, 5%).

Yuqori haroratda - 300-600 °C titan qotishmalari mustahkamligi Al, Mg qotishmalarinikidan bir necha barobar yuqori. Shuning uchun samolyot sozlikda keng qo'llaniladi. Tovushdan tez uchar samolyotlar obshivaklar-qoplamalari uchun, qaysiki  $M = 3-3,5$  da 450-500 °C qiziydi. Kuch elementlari uchun ham: lonjeron, nervyura, shpangout.

### **Titan ishlab chiqarish texnologiyasi**

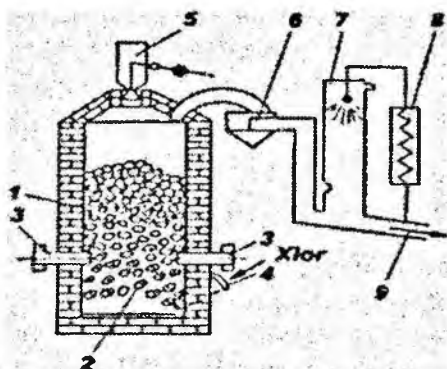
Tarkibida titan bo'lgan minerallar 70 dan ortiq bo'lsada, titan ishlab chiqarishda ularning quyidagi 3 ta turidan foydalaniladi:

1. Rutil(90%  $\text{TiO}_2$ ) rangli qizil jigar ranggacha bo'lgan olmosdek yaltiroq mineral.

2. Ilmenit( $\text{TiO}_2$  .  $\text{FeO}$ -40-42%  $\text{TiO}_2$  ) qo'ng'ir-qoramtir tusli yaltiroq mineral.

3. Titanit( $\text{CaO}$  .  $\text{SiO}_2$  .  $\text{TiO}_2$  ) rangi sariqdan qoragacha bo'lgan tarkibi

o'zgaruvchan mineral. Titan rudalaridan Ti ajratib olish quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi:



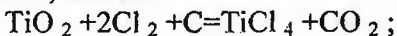
13.6-rasm. Rutil briketlariga xlor bilan ishlov berish qurilmasining sxemasi. 1-rutil briketlari; 2-qarshilik elementlari; 3-elektrodlar; 4-trubka; 5-bunker; 6-chang yutgich; 7-kondensat; 8-sovutgich(chapda).

1. Rudalarni boyitish flotatsiya yoki magnitli separatsiyalash asosida amalga oshiriladi. Buning natijasida olingan rutil konsentratida 90-95 % , ilmenit konsentratida esa 40-42%  $\text{TiO}_2$  bo'ladi.

2. Ilmenit konsentrati antratsit bilan aralashtirib, elektr yoy pechlarida  $1700^\circ\text{C}$  haroratgacha qizdirib suyultiriladi. Konsentrat tarkibidagi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  qaytarilib cho'yanga aylanadi,  $\text{TiO}_2$  esa shlakka o'tib tarkibida 65-85%  $\text{TiO}_2$  bo'lgan poroshoqsimon shlak hosil bo'ladi.

3. Rutil konsentrati va ilmenit shlagi ko'mir kukuni va smola bilan aralashtirilib briketlanadi.

Hosil qilingan briketlar maxsus pechlarda [13.6-rasm. ] Cl bilan qayta ishlanib, ularning tarkibidagi  $\text{TiO}_2$  dan titan xlorid ( $\text{TiCl}_4$ ) olinadi:



5. Olingan  $\text{TiCl}_4$  dan Ti ni qaytarish jarayoni retorta deb ataluvchi maxsus pechlarda amalga oshiriladi[19-rasm. ]:  $\text{TiCl}_4 + 2\text{Mg} = \text{Ti} + 2\text{TiCl}_2 + \text{Q}$ ;



Buning uchun retortadagi havo soʻrib olinib, oʻrniga argon gazi haydaladi va uni  $700^{\circ}\text{C}$  gacha qizdirib Mg va  $\text{TiCl}_4$  kiritiladi. Bunday uslubda BTI-OO(99, 53% Ti), BTI-O(99, 48% Ti), BTI1(99, 44% Ti) markali titanlar olinib, ulardan listlar, simlar va qotishmalar tayyorlanadi.

### 13.2. Materialshunoslikda qoʻllaniladigan boshqa metal va qotishmalar

Rangli metallarni qotishmalaridan mashinasozlik, samalyotsozlik, radiotexnika va elektrotexnika sanoatida hamda boshqa sohalarda keng koʻlamda foydalaniladi, ishlatish joyiga qarab har xil rangli metall qotishmalarini olish mumkin.

Rangli metallarga mis, aluminiy, ruh, qalay, oltin, nikel va boshqalar kiradi. List metallar 0, 5 dan 2 mm gacha qalinlikdagi yupqa metallardan iboratdir. Metall listlari oq va qopa boʻlib, buning sababi ularning sirtida yupqa qalay qoplami boʻlishi va boʻlmasligidir. Qopa metall listidan texnik maqsadlarda foydalaniladi, yupqa oq metallar esa koʻproq uy-roʻzgʻor buyumlari uchun ishlatiladi

*Rangli metallurgiya* — ogʻir sanoat sohaslaridan biri. Ruda konlarini qazish, rudalarni boyitish, rangli, nodir va qimmatbaho metallarni ishlab chiqarish hamda qayta ishlash, ularning qotishmalarini tayyorlash bilan shugʻullanadi. Rangli metallurgiya sanoatida prokat, presslangan buyumlar, qattiq qotishmalar, metalli kukunlar, rangli, nodir va qimmatbaho metallarning turli xil tuz hamda birikmalari, kimyoviy moddalar, elektrod buyumlar va hokazo tayyorlanadi. Rangli metallurgiya sanoati mahsulotlarni xalq xoʻjaligining hamma sohaslarida qoʻllaniladi. Respublikada rangli, nodir va qimmatbaho metall (mis, qoʻrgʻoshin, rux, volfram, molibden, kumush, oltin, simob kabi) konlari topildi; jumladan Qoramozor mis qoʻrgʻoshin-rux koni (1926 yil), Obirahmat, Burchmulla, Oq tuz boyitish korxonalari (1942 yil), Toʻytepa kon boyitish f-kasi (1949 yil), Takob, Ingichka, Qoʻytosh, Langar R. m. konlari (1941—45 yillar). Ingichka, Qoʻytosh, Ugom, Qalmoqqir, Navoiy, Angren (koʻmir) konlarida volfram, molibden va qalay aralash holda uchraydi. Qoʻrgʻoshin va Oltintopgan (1953—55 yillar) konlari asosida 1954 yili Angrenda qoʻrgʻoshin-pirit rux boyitish fabrikasi, Angren-Olmaliq rayonida Qalmoqqir mis, molibden, pirit rudalari koni va ularni boyitish fabrikalari, mis

eritish sexi va zavodlari ishga tushirildi (1962 yili). Qo'rg'oshin va Oltintopgan qo'rg'oshin-rux konlari hamda Qalmoqqir mis konlari asosida Olmaliq qo'rg'oshin-rux va mis korxonalari ishga tushirildi (1954 va 1968 yillarda). Qo'ytosh, Ingichka volfram, molibden konlari xom ashyosi asosida Chirchiqda qattiq qiyin eriydigan va issiq bardosh metallar k-ti va boshqa korxonalar mahsulot ishlab chiqarmoqda. 1960- yillarda Muruntov, Chodak, Konbuloq oltin konlari topildi. Farg'ona vodiysidagi daryo o'zanlarida sochma oltin, Nurota, Qurama, Zarafshon, Hisor, Pomir tog'larida oltin tarkibli kvarts tomirlar va rudalar mavjudligi aniqlandi. Respublikadagi mis, qo'rg'oshin, rux, volfram konlarida oltin, selen, tellur, kumush, oltingugurt, molibden va boshqa nodir metallar uchraydi. Kumush asosan Lashkarak konidan olinadi. Bunday boy xom ashyodan magniy, natriy sulfat, xlor, issiq bardosh magnezit, osh tuzi olinishi mumkin. Angren-Samarqand kon sanoati rayonida kaolin gili va alunit jinsi qatlami ochildi, undan aluminiy va Chinnigil olishda foydalanish mumkin. Angren ko'mirini ochiq usulda qazib chiqarishda ko'p miqdorda kaolin gili olinadi, uning maydoni 100 km<sup>2</sup>, zapasi 10 mlrd. t. Angren kaolin gilida 33— 34% aluminiy oksidi borligiga asoslanib, Oxangaronda kaolin gili ashyosini qayta ishlaydigan giltuproq zavodi qurish mo'ljallanmoqda. Bu zavod Angren kaolin gilini qayta ishlab, aluminiy metali ishlab chiqaradi. Respublikada simob va surma konlari zapasi Farg'ona vodiysining janubi va Zarafshon — Hisor ruda rayonida joylashgan bo'lib, ularning soni 50 ga yaqin. Bulardan eng yirigi Sangzor daryosining yuqori qismidagi Qorasov (Jizzax vil.) simob konidir. Rangli metallurgiya sifatini yaxshilash, ishlab chiqarish jarayonlarini intensivlashtirish, turli foydali qazilmalarning yangi konlarini o'zlashtirish hisobiga Rangli metallurgiya ishlab chiqarishni rivojlantirish mo'ljallanmoqda, shu bilan birga yangi fabrika va konlar barpo etiladi. Jizzax viloyatida O'zquloq qo'rg'oshin-rux koni, Surxondaryo vil. da Xondizi kon-boyitish korxonasi quriladi. Olmaliq metallurgiya kombinatida mis, rux, g'lfat kislotasi va boshqa yo'ldosh elementlarni eritish ko'paytiriladi. O'zbekiston qiyin eriydigan va issiqbardosh metallar kombinatida yirik gabaritli molibden va volfram prokati hamda boshqa mahsulotlari ishlab chiqarilishi mo'ljallanmoqda. Rangli metall qotishmalari ham to'rt guruhga bo'linadi.

Og'ir metallar guruhsigi mis, nikel, qo'rg'oshin, Qalay, kadmiy, kobalt, mishyak (margimush), surma, vismut, simob (s. OG<sup>4</sup>. 5—13, 6 g/sm<sup>3</sup>);

Yengil metallar guruhiga aluminiy, magniy, titan, natriy, berelliy, litiy, bariy, kalsiy, stronsiy va kaliy (s. or. 0, 53—5 g/sm<sup>3</sup>)

Asl metallar guruhsiga oltin, kumush, platina, osmiy, iridiy, rodiy, ruteniy va palladiy;

Nodir metallar guruhsiga volfram, molibden, tantal, niobiy, sirkoniy, tarqoq metallar (taliy, galliy, germaniy, indiy, reniy, gafniy, rubidiy, seziy), siyrak yer metallar (lantan va lantanidlar), radioaktiv metallar (poloniy, radiy, aktiniy, toriy, uran va transuran metallar) kiradi.

Kerch temir ruda havzasining qo'ng'ir temirtosh, siderit va temirli xlorid konlari sanoat ahamiyatiga ega. Marganes ruda koni ichida cho'kindn oksidli va karbonatli ruda koni diqqatga sazovor (Ukrainadagi Nikopol, Gruziyadagi Chiaturi konlari). Sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan xrom konlari magmatik konlar hisoblanadi. Titan rudalari asosli va ishqorli otqindi jinlar bilan bog'liq. Vanadiy rudalari vanadiyli titano-magnetit va cho'kindi vanadiy hamda vanadiyli, o'tqiziqlardan qazib olinadi.

Metallar (yunon) oddiy sharoitda yuqori elektr o'tkazuvchanligi, issiq o'tkazuvchanligi, elektr o'tkazuvchanlik temperaturatura koeffisientining manfiyligi, elektr magnit to'lqinlarining yaxshi qaytarishi, plastikligi kabi o'ziga xos xususiyatlariga ega bo'lgan oddiy moddalar. Metallar qattiq holatda, kristal tuzilishda bo'ladi. Bug' holatida esa bir atomlidir. Metallning oksidlari suv bilan birikkanida ko'pincha asoslar vujudga keladi. Metallarning elektron tuzilishi tufayligina yuqorida aytib o'tilgan o'ziga xos xususiyatlariga ega metallar atomlari tashqi elektronlarini osonlikcha beradi. Metallning kristallik panjarasida hamma elektron o'z atomi bilan birikkan bo'lavermaydi.

### Og'ir metall qotishmalari

*Qo'rg'oshin qotishmalari* (svinsovie splavi)— qalay, surma, mis va boshqa elementlar qo'shilgan qo'rg'oshin asosidagi qotishmalar. Uncha qattiq emas, suyuqlanish temperaturasi past, zichligi katta, yaxshi texnologik va antifriksion xususiyatga ega, korroziyabardoshligi yuqori. Podshipnik materiallari, bosmaxonada va boshqa oson eruvchi qotishmalar sifatida, pitra kabel qoplamalari uchun ishlatiladi.

Kadmiylash (kadmirovaniye) — atm. korroziyasidan, dengiz suvi ta'siridan himoya qilish, Shuningdek bezash uchun metall buyumlar sirtini yupqa (odatda, 10—25 mkm) kadmiy qatlami bilan qoplash. Elektroximiyaviy va vakuum (murakkab shaklli buyumlar uchun) usullarda amalga oshiriladi. Samolyotlar, kemalarning eng muhim detallari, Shuningdek tropik iqlim sharoitida ishlatiladigan buyumlarning sirti kadmiylanadi

Kobalt qotishmalari (kobaltovie splavi)— tarkibida xrom, nikel va uglerod, molibden, volfram, niobiy, kremniy, marganes va boshqa elementlar bo'lgan kobalt asosidagi qotishmalar. Olovbardosh, eyilishga chidamli (k. *Stellit*) va magnit jihatdan qattiq xillari bor. Kobalt kamyob bo'lgani uchun Q. q. ni ishlatish cheklangan.

So'rma qo'yish (lityo vsasivaniem)— metallardan yupqa devorli qilib ishlangan, suv bilan sovutiladigan quyma qoliplar (kristallizatorlar) da quyma olish usuli; kristallizatorlarda vakuum hosil qilish natijasida surilishda qolip suyuq metall bilan to'ladi. Suyuq metall esa qolipda ma'lum balandlikka ko'tariladi. Metall qolip ichida qotadi va kristallizatorning ichki shaklini oladi. Yupqa devorli quymalar tayyorlashda qolip metall bilan ohista va me'yorida to'lishi; quyish sistemasida metallning isrof bo'lmasligi so'rma qo'yishning afzalligidir. Unumdorligi past, Shuning uchun bu usuldan kam foydalaniladi.

### Yengil metall qotishmalari

*Yengil metall* ruda koni aluminiy konlaridan iborat temir aluminiy rudalari asosan boksitdan olinadi. Paleozoy erasida hosil bo'lgan boksit konlari Uralda va Sharqiy Yevropa platformasida topilgan. Mis-porfir rudalari misning yirik manbalaridan biridir (masalan Qozog'istondagi Qo'ng'iro't, O'zbekistondagi Olmaliq, Armanistondagi Kajaran konlari, Vulkanogen kolchedan va gidrotermal tomirli konlardan ham mis qazib olinadi. Bu metall, Norilsk ruda r-ni va Pechenga, Kanadada Sadberi magmatik sulfidli misni konlaridan ham ajratib olinadi.

Tabiatda qo'rg'oshin va rux, odatda, polimetall rudalar tarkibida uchraydi. Ular orasida karbonatli jinslar orasida joylashgan stratiformli qatlamsimon konlar katta rol o'ynaydi. Qozog'istondagi Jayrem, Achisoy va Mirg'alimsoy, Qirg'izistondagi Jirg'alan, O'zbekistondagi Qalqon-ota, Uchquloch

konlari va boshqa shunday konlar jumlasidandir. Bundan tashqari, vulkanogen polimetall-kolchedan, karbonat jinslar orasidagi gidrotermal metasomatik, gidrotermal tomirli konlardan ham qoʻrgʻoshin-rux rudasi olinadi. Kobalt va nikeliing asosiy miqdori magmatik sulfidli mis-nikel konlari, Shuningdek silikat tarkibli nurash konlaridan qazib olinadi. Gurma rudalari konlarining hammasi gidrotermal qatlamlari va tomirli konlarga mansubdir.

Berilliyli qotishmalar (berilliyevie splavi) — berilliy asosidagi qotishmalar. Asosiy afzalliklari — 600—800°C t-ragacha solishtirma mustahkamligi va solishtirma bikrligining yuqoriligi hamda neytronlarni qamrash kundalang kesimining kichikligi; asosiy kamchiliklari — xona va kriogen (120°K dan past) t-ralarda plastikligining pastligi, zadarlilik. Berilliyli qotishmalaridan tayyorlanadigan buyumlar va yarim fabrikatlar, asosan, kukun metallurgiyasi metodlari bilan, kamdan-kam hollarda quyish usuli bilan olinadi. Berilliyli qotishmalardan yadro energetikasi, kosmonavtika, aviatsiya, kemasozlik va boshqa sohalarda foydalaniladi.

### Asl metall qotishmalari

*Asl metall* ruda konlariga oltin, platina va kumush konlari kiradi. Asl metall ruda konining eng katta zapasi kamdan-kam hollardagina oʻn minglab t ga etadi va, odatda, oʻnlarcha-yuzlarcha t boʻladi, (masalan, 1 t rudada juda kam hollardagina 10 g dan ortiq oltin (0,001 %) boʻladi). Oltin rudalari oltinli kvarts va boshqa tarkibli gidrotermal tomirlar va shtokverklarda uchraydi (masalan — Shimoliy-Sharq, Gʻarbiy va Sharqiy Sibir, Ural, Qozogʻiston, Oʻrta Osiyo, Kavkaz va boshqalarda). Uran (radiy) va toriy konlari *radioaktiv metall* ruda konini tashkil etadi. Uran rudalari konlari ichida gidrotermal va choʻkindi konlar muhim rol oʻynaydi. Toriy rudalari granitoidlar va ishqorli jinslar bilan uzviy bogʻliq; metallning asosiy qismi *aksessor minerallar* (monasit, sirkon, kseno-tim, ortit) tarkibida. Toriyning bir qismi pegmatitlarda, qolgan qismi esa, Sn, Pb, Zn, Ag, Co, Ni, U va boshqa rudalari bilan toʻplanadi.

Oltin yugurtirish (zolochenie)— buyumlar sirtiga yupqa (mkm ning ulushlaridan bir necha mkm gacha) oltin qoplash; bunda buyum bezaladi, himoyalani yoki himoyalani, ham bezaladi.

Kumushlash (serebrenie)— buyumlarni korroziyadan saqlash, yaltiroq qilish va bezash maqsadida ular sirtiga galvanik usulda kumush qatlami qoplash.

Palladiylash (palladirovanie) — metall buyumlarni korroziya-dan saqlash yoki ular sirtlari nurni yaxshi qaytara oladigan qilish uchun ularni galvanik usulda palladiy bilan qoplash.

Platinalash (platinirovanie) — 1) metall buyumlarning korroziya bardoshligini, nur qaytarish xossalarini, eyilishga chidamliligini oshirish, shuningdek kontakt elektr o'tkazuvchanligining doimiyligini saqlash uchun ularning sirtiga elektrokimyoviy usulda yupqa (1—5 mkm) platina qatlamini qoplash. Platinalash maxsus laboratoriya va kimyo apparaturasi, elektrotexnika priborlarining detallari (mis va uning qotishmalaridan ishlangan kontaktlar), elektron razryad trubkalari uchun molibdenli simlar tayyorlashda, zargarlik, soatsozlik sanoatida qo'llaniladi. 2) Katalizatorlar ishlab chiqarishda moddalar (asbest, glinozem) ning sirtiga kimyoviy usulda yupqa platina qatlami qoplash.

*Platinali qotishmalar* (platinovie splavi) — platina (asos) ning boshqa asl metallar, ko'pincha rodiy (40% gacha), palladiy (50%gacha), iridiy, shuningdek nikel, kobalt, xrom, volfram va molibdenli qotishmalari. Ko'pchilik yemiruvchi muhitlarda korroziyabardoshlik, mexanik xossalarining yuqoriligi, ko'p hollarda esa katalizator kabi ta'siri bilan harakterlanadi. Qarshilik pechlarining qizdirgichlari, elektr kontaktlar, termoparalar uchun, kimyo va boshqa sohalarida olovbardosh va korroziya-bardosh materiallar sifatida ishlatiladi.

### **Nodir metall qotishmalari**

*Nodir metall* ruda konilariga qalay, volfram, molibden, simob, berilliy, tantal, niobiylar kiradi.

Kolima, Primore o'lkasi, Zabaykaledagi gidrotermal sulfit-kassiterit va kvarts-kassiterit konlaridan qalay rudasi olinadi. Volfram rudalari gidrotermal tomir va volframitli shtokverk, shuningdek skarnlardagi sheelit konlarida uchraydi. Molibden rudalari shtokverk va tomirli gidrotermal konlardan, skarn konlardan qazib olinadi. Barcha simob rudasi gidrotermal konlardan ajratib olinadi. Berilliy rudalarining turli manbalari ichida pegmatit va gidrotermal kvarts va berilliy (flyuorit bilan), greyzen va skarn (gelvin va fenakit bilan), vulkanogen flyuorit-bertrandit va gelbertranditli konlar muhim ahamiyatga ega. Tantal rudalari va niobiy rudalari magmatik konlardan nefelinli sienitlar, karbonatitlar, albitlar va pegmatitlar orasidan qazib olinadi.

*Tarqoq elementlar* ruda koni sedimentogen, magmatogen va metamorfojen oltingugurtli kolchedan konlarida uchraydi va shu konlardagi rudalarni qayta ishlash jarayonida qo‘shimcha mahsulot sifatida ajratib olinadi.

Seriy va itriy guruhlariga mansub siyrak yer elementlarning ruda koni magmatik, pegmatit, karbomatit, albitit, gidrotermal konlar va rangli, nodir, radioaktiv metallar konlarida uchraydi.

*Volfram qotishmalari* (volframovie splavi) — volframning metallar (molibden, reny, mis, nikel, kumush), oksidlar ( $TNO_2$ ), karbidlar va boshqa birikmalar bilan qotishmasi. Asosiy afzalliklari — suyuqlanish temperaturasining yuqoriligi, elastiklik modulining kattaligi, issiqlikdan kengayish koeffisientining pastligi; kamchiliklari — uy temperaturasida plastikligi va oksidlanishga qarshiligi pastligi. Volfram qotishmalari buyumlari va yarim fabrikatlari, asosan, kukun metallurgiyasi metodida, kamdan-kam vakuum-yoy va elektron-nur pechlarida eritib, keyin deformatsiyalab olinadi. Yadro energetikasi, kosmonavtika, elektrotexnika, elektronika va boshqalarda ishlatiladi.

*Molibden qotishmalari* (molibdenovie splavi) — volfram, reny, sirkoniy, titan, niobiy, uglerod va boshqa elementlar qo‘shilgan molibden asosidagi qotishmalar. Konstruksiyasi, issiqbardosh molibden qotishmalari ichida molibdenning titan (0, 5%), sirkoniy (0, 08%) va uglerod (0, 02%) qo‘shilgan qotishmasi mashhur. Molibden qotishmalaridan tayyorlangan detallar vakumda  $1800^{\circ}S$  gacha tempereturada uzoq vaqt, himoya qoplama bilan havoda  $1200—2000^{\circ}C$  da ma’lum vaqt ishlashi mumkin. Molibden qotishmalari raketa va boshqa uchish apparatlarining muhim detallarini ishlab chiqarishda, yadro energetikasi, elektronika va texnikaning boshqa sohalarida ishlatiladi. Molibden qotishmalarining asosiy afzalligi — issiqbardoshligi yuqori, kamchiligi — olovbardoshligi va plastikligi past bo‘ladi.

*Molibdenlash* (molibdenirovanie) — po‘lat, titan, niobiy va boshqa metall materiallaridan tayyorlangan buyumlar sirtida molibden qoplamasi hosil qilish. Molibdenlash buyumlar qattiqligi, sirt mustahkamligi, azot k-tasiga korroziyabardoshligini oshiradi, qo‘shimcha silisiylanganda esa yuqori t-ralarda olovbardoshligi oshadi. Molibdenlash diffuznoy *metallash* usuli bilan bajariladi.

*Tantal qotishmalari* (tantalovie splavi)— niobiy, volfram, sirkoniy, gafniy va boshqa elementlar qo‘shilgan tantal asosidagi

qotishmalar. Agressiv va suyuq metall muhitlarida olovbardoshligi va korroziyabardoshligi yuqori bo'lgan materiallar. Raketa soplolari, reaktiv dvigatel detallari, elektr vakuum asboblari va boshqa tayyorlashda ishlatiladi.

*Sirkoniy qotishmalari* (sirkoniyevie splavi)—sirkoniy asosidagi qurg'oshin. temir. xrom, nikel va boshqa elementlar qotishmalari. Issiqlik neytronlarini kam ushlab qolishi. 500—600°C da yetarli mustahkamlikka egaligi, yuqori temperaturada suv, ishqoriy va ba'zi kislotali muhitlarda korroziyaga ancha chidamliligi bilan farq qiladi. Sirkoniy qotishmalari xususan, yadro energetikasida ishlatiladi.

*Niobiy qotishmalar* (niobiyevie splavi)—niobiyga molibden, volfram, sirkoniy, titan, vanadiy va boshqa elementlar qo'shib olingan qotishmalar. Issiqbardoshligi yuqori, yetarlicha texnologik ishlanadi, agressiv muhitlar va suyuq metallar korroziyalari ta'siriga chidamli. Ba'zi niobiy qotishmalari o'ta elektr o'tkazuvchan. Niobiy qotishmalarining olovbardoshligi past bo'lib, yuqori temperaturalarda uzoq muddat ishlashi uchun unga himoya qoplamasi kerak. Yadro energetikasi, kimyo sanoatida, raketa va kosmik apparatlar detallarini tayyorlashda ishlatiladi.

Uran qotishmalari (uranovie splavi)—tarkibida molibden, sirkoniy, aluminiy, niobiy, xrom, tetan, kremniy bo'lgan uran asosidagi qotishmalar. Uran qotishmalari sof uranga nisbatan (yadro reaktori ish sharoitida) mustahkam, korroziya bardoshligi yuqori va o'lchamlarining o'zgarmasligi bilan farq qiladi; yadro reaktorlar uran qotishmalaridan issiqlik ajratish elementlarining o'zaklari tayyorlanadi.

### **Nazorat savollari:**

1. Rangli metallarga qaysi metallar kiradi?
2. Mis qanday ishlab chiqariladi?
3. Mis qayerda keng qo'llaniladi?
4. Aluminiy va misning farqi nima?
5. Aluminiyning qanday turdagi markalari mavjud?
6. Misdan qanday turdagi qotishmalar olinadi?
7. Aluminiy haqida ma'lumot bering?
8. Titandan nima uchun sanoatda foydalanamiz?
9. Magniy olish tartibini tushuntirib bering?
10. Mis va rux alarashmasidan qanday qotishma hosil bo'ladi?



11. Nodir metallar deganda nimani tushinasiz?
12. Nima uchun mis sanoatda keng ko'lamda foydalaniladi?
13. Asl metallar nima?
14. Titan ishlab chiqarish texnologiyasini tushuntirib bering?
15. Tantal qotishmalar qanday turdagi qotishmalar?
16. Yengil metal qotishmalar haqida gapirib bering?
17. Aluminiyning necha turdagi markasi bor?
18. Sivkoni qotishma tarkibi nimadan iborat?
19. Og'ir metallar sinfiga qaysi rangli metallar kiradi?
20. Sanoatda rangli metallarning o'rni qanday?

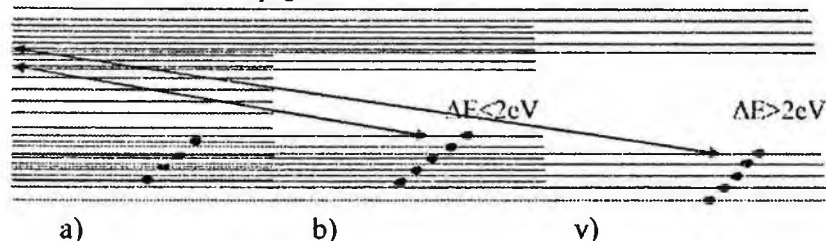
## 14-BOB. ALOHIDA XOSSALI METALLAR VA QOTISHMALAR. DIELEKTRIKLAR, YARIM O'TKAZGICHLAR VA O'TKAZGICHLAR

### 14.1. Elektr tokini o'tkazuvchi materiallar

O'zlarining elektr o'tkazuvchanlik xossalariga qarab qattiq jismlar metallarga (o'tkazgichlarga), yarim o'tkazgichlarga va dielektriklar (izolyatorlar)ga bo'linadi.

Metallar energetik zonalarini elektron bilan to'la band qilinmagan bo'ladi

(14.1a-rasm) va ularga tashqaridan kuchsiz elektr maydon ta'sir etsa, elektronlar yuqorida joylashgan uzluksiz bo'sh o'tkazuvchanlik zonalariga o'tib olib, ma'lum yo'nalishda harakat qiladi va elektr toki hosil bo'ladi. Sababi metallarda valent va o'tkazuvchanlik energetik zonalar bir-birlari bilan "chaplashib" uzluksiz zona hosil qilgan bo'ladi.



14.1-rasm

Yarim o'tkazgichlarga esa valent zona elektronlar bilan to'lgan bo'lib, agar elektronlar o'tkazuvchanlik zonasiga o'tmasa, ular erkin bo'lmaydi (14.1-rasm). Bu zona valent zonadan  $\Delta E \sim 0, 1 \div 2eV$  energetik masofada joylashgan bo'ladi, unda  $\Delta E$  – taqiqlangan zonaning eni. Agar elektronlar valent zonadan o'tkazuvchanlik zonaga o'tmasalar, tashqi elektr maydon ta'siri bilan tok hosil bo'lmaydi. Yarim o'tkazgichda elektr toki hosil bo'lishi uchun, ma'lum tashqi faktor (temperatura, yorug'lik va h. k. ) yordamida elektronlar valent zonadan o'tkazuvchanlik zonaga o'tgan bo'lishi kerak.

Dielektriklarda esa o'tkazuvchanlik zonasi bilan valent zonasi orasidagi energetik masofa eng kamida  $\Delta E = 2eB$  va undan ko'proq bo'lib, umuman erkin elektronlar bo'lmaydi (14. 1. v-rasm).

Yarim o'tkazgichlarga asosan kristall strukturaga ega bo'lgan juda ko'p qattiq jismlar kiradi. Yarim o'tkazgichlar atomlar (germaniy, kremniy, tellur, selen va h. k. ) shaklida va kimyoviy birlashmalar shaklida (sulfidlar, selenidlar va h. k. ) uchraydi.

Elektr tokini yaxshi o'tkazadigan, ya'ni yuqori elektr o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega bo'lgan moddalar o'tkazgichlar deyiladi. Elektr o'tkazuvchi moddalar solishtirma qarshiligining katta kichikligiga qarab elektr tokini yaxshi o'tkazadigan elektr o'tkazgichlar ( $\rho=10^{-6}\div 10^{-4}$  Om-sm), izolyatorlar ( $\rho=10^5\div 10^{18}$  Om-sm) va yarim o'tkazgichlar ( $\rho=10^{-4}\div 10^5$  Om-sm)ga bo'linadi. Metallar, elektrolitlar va plazmalar elektr o'tkazuvchidir.

Elektr o'tkazuvchanligi yuqori bo'lgan modda yoki jism o'tkazgich deb ataladi. O'tkazgichlar ikki xil bo'ladi: birinchi tur o'tkazgichlari va ikkinchi tur o'tkazgichlari.

Erkin elektronlarni soni nihoyatda ko'p bo'lgan mis, aluminiy kabi materiallar birinchi tur o'tkazgichlar deb aytiladi.

Amaliyotda keng qo'llaniladigan o'tkazgich elektr simi. Bitta yoki bir necha tomirli simlardan iborat bo'lgan metall o'tkazgich elektr simi deyiladi. Tovar sifatida ishlab chiqarilgan va servis sohasida keng foydalanadigan elektr simlar quyidagi turlarga bo'linadi: izolyatsiyalangan, izolyatsiyalanmagan elektr simi; cho'lg'ambop elektr simi; montaj simlari, elektr shnurlari, uzaytirgich (udlinitel) va boshqa turlarga bo'linadi.

Elektr simi elektr energiyasini o'zatish va taqsimlash, elektr va radio signallarini uzatish hamda elektr mashinalar, transformatorlar, o'lchash asboblari va boshqa asbob-uskunalar cho'lg'amlarini tayyorlashda qo'llaniladi.

Hozirgi zamonda simli aloqa katta ahamiyatga ega. Axborotni sim orqali elektr signallar vositasida uzatish va qabul qilish simli aloqa deb aytiladi. Simli aloqa elektr aloqaning bir turi bo'lib, undan ko'pincha radioaloqa bilan birga foydalaniladi.

Qattiq jismlar kabi, suyuqliklarning ham dielektrigi, o'tkazgichi va yarim o'tkazgichi bo'ladi. Dielektriklar jumlasiga distillangan suv, o'tkazgichlar jumlasiga elektrolitlarning, ya'ni kislota, ishqor va tuzlarning eritmaları kiradi. Suyuq yarim o'tkazgichlar jumlasiga, eritilgan selen, eritilgan sulfidlar kiradi.

Moddalarning qisman yoki to'liq ionlardan tashkil topgan eritmaları yoki suyultirilgan holatdagi moddalar elektrolitlar yoki ikkinchi tur o'tkazgichlari deyiladi. Elektrolit eritmalarining

xossalarini o'rganish bilan tokning yangi kimyoviy manbalari yaratiladi.

Elektrolitlarning suvdagi eritmalarida yoki aralashmalarida zaryad tashuvchilar musbat va manfiy zaryadlangan ionlar bo'lgani uchun elektrolitlar ionli o'tkazuvchanlikka ega.

Suyuqliklar elektronli o'tkazuvchanlikka ham ega bo'lishi mumkin. Masalan, suyuq metallar ana shunday o'tkazuvchanlikka ega.

Elektrolit orqali elektr toki o'tganda elektrodalarda elektrolit tarkibiy qismlarining ajralib chiqish jarayoni elektroliz deyiladi.

Texnikada elektroliz turli maqsadlarda keng qo'llaniladi. Bir metallning sirti boshqa metallning yupqa qatlami bilan elektrolitik usulda qoplanadi (nikellash, xromlash, emallash, mis yalatish va h. k. ). Bu mustahkam qoplama sirtini zanglashdan asraydi. Elektroliz yordamida turli buyumlar metall qatlami bilan qoplanadi (galvanostegiya), Shuningdek, kerakli buyumlarning relefi metall nusxalari, masalan tipografiya klishelari tayyorlanadi (galvanoplastika).

Elektroliz sof metallar, xususan mis olishda keng qo'llaniladi. Boksitlar aralashmasidan aluminiy elektroliz yo'li bilan olinadi. Xuddi shu usul tufavilyi aluminiy arzon, texnika va turmushda temir bilan bir qatorda eng ko'p tarqalgan metall bo'lib qoldi.

## **14.2. Metallardan tayyorlangan o'tkazgichlar va o'ta o'tkazgichlar**

Amaliyotda kimyoviy tok manbai, ya'ni galvanik elementlar, batareyalar va akkumulyatorlar katta ahamiyatga ega. Ular kimyoviy energiyani o'zgarimas tok elektr energiyasiga aylantirib beradilar. Kimyoviy tok manbalari transportda, radiotexnikada, avtomatik boshqarish sistemalarida keng ko'lamda qo'llaniladi.

Texnikada va amaliyotda eng ahamiyatli materiallardan biri ham elektr o'tkazmaydigan moddalar, dielektriklardir.

Texnikada ishlatiladigan dielektriklar har xil. Ular tabiiy va sun'iy bo'lishi mumkin. Ammo ular fizik tuzilishlari jihatidan uch turga ajratiladi: 1) gaz; 2) suyuq; 3) qattiq.

Texnikada ishlatiladigan barcha izolyatsiya materiallari elektr maydoni ta'sirida ma'lum energiya nobudligiga sabab bo'ladi. Tabiatda absolyut dielektrik yo'q. Dielektrikdan oz bo'lsa-da, tok o'tadi, natijada ma'lum energiya issiqlik energiyasiga aylanadi.

Agar dielektriklar o'zgarmas kuchlanish ta'siri ostida bo'lsa, unda hosil bo'luvchi nobudliklar faqat Lens-Joul qonuniga bog'liq bo'ladi.

Dielektrikka o'zgaruvchan kuchlanish ta'sir etsa, unda qo'shimcha nobudliklar ham bo'ladi. Bunday energiya nobudligi dielektrik gisterezisidir. Bu nobudlik quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$A_{\text{D}} = k \cdot f \cdot E^2 \quad (1)$$

bu yerda  $k$  – material xususiyatiga bog'liq bo'lgan koeffitsient;  $f$  – o'zgaruvchan tok chastotasi;  $E$  – elektr maydonining kuchlanganligi.

(1) formulasi bo'yicha dielektrik gisterezis nobudligi chastota oshgan sari ko'payadi. Yuqori chastotali o'zgaruvchan kuchlanishlarda, dielektrik isitish texnikasi va boshqalarda uning hosil qiladigan nobudliklari juda katta ahamiyatga ega bo'ladi.

Elektr energiyasi hosil qilish, yuborish va iste'mol etishda elektr o'tkazuvchi qismlar orqali o'tgan tok tarqalib ketmasligi uchun o'tkazgichlar bir-biridan maxsus materiallar vositasida ajratiladi. Bular elektr izolyatsion materiallar deb ataladi.

Elektr izolyatsion materiallar qanday kuchlanishlarga bardosh berishiga qarab yuqori kuchlanish texnikasi va past kuchlanish texnikasi materiallariga bo'linadi.

Yuqori kuchlanish texnikasi materiallarining elektr pishiqligi yuqori, elektr nobudligi va elektr o'tkazuvchanligi oz, namga chidamli bo'lishi shart va ularda elektr nobudligi mumkin qadar kam bo'lishi lozim.

Past kuchlanishli texnikasida ishlatiladigan materiallarga turlicha talablar qo'yiladi. Eng asosiy talablaridan biri shuki, vaqt o'tishi bilan ularning xossalari o'zgarmasligi lozim. Shuningdek, ular eskirmasligi lozim.

Amaliyotda tovar sifatida qo'llaniladigan izolyatsion materiallar klassifikatsiyasini ko'rib chiqamiz.

1) Organik elektr izolyatsion materiallar.

Uglerod birikmalaridan tuzilgan moddalar izolyatsion material sifatida ko'p ishlatiladi. Bunday organik dielektriklar suyuq, yopishqoq, mumsimon, qattiq bo'lishi mumkin.

Suyuq izolyatsion materiallar uch xil bo'ladi: neft moyi; sintetik suyuqliklar; o'simlik moylari.

Neft moylaridan keng iste'mol etiladigani – transformator moyidir. Kabel va kondensator sanoatida ishlatiladigan neft moylari kabel va kondensator moyi deb aytiladi.

Texnikada ishlatiladigan mumsimon dielektriklar oson eriydigan moddalardan iborat. Ular uncha pishiq bo'lmasa ham namlikka yaxshi chidaydi. Asalari mumi, o'simlik mumi, mumsimon moddalar shular jumlasidandir. Ular turli materiallarga shimdirish va mumlash uchun ishlatiladi.

Tabiiy va sintetik smolalar ham dielektriklardir. Tabiiy smolalar ba'zi hayvon yoki o'simliklardan olinadi (shellak, kanifol, kopal). Polietilen, polistiro, organik shisha – sintetik smolalardir.

Organik materiallardan yog'och (tabiiy material), qog'oz, karton, fibra va turli gazmollar (tekstil materiallar) tovar sifatida ishlab chiqarilib ulardan ko'p foydalaniladi.

Texnikada va xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida plastik massalar (plastmassalar, plastiklar) keng ishlatiladi. Ular tashqi ta'sir ostida qolip shaklini olishi mumkin. Natijada juda ham murakkab shakldagi buyumlarni presslab tayyorlasa bo'ladi.

Texnikada va turmushda kauchuk va unga yaqin moddalardan ishlangan materiallar ko'p tarqalgan. Bu materiallar juda ham elastik bo'ladi.

Amaliyotda tovar sifatida ishlab chiqarilgan elektr izolyatsion materiallar – kabellar. Havo kirmaydigan – chiqmaydigan qilib izolyatsiyalangan bir yoki bir necha sim eshimi kabel deb ataladi. Kabellar elektr energiyasi uzatiladigan kuch kabeli, aloqa kabeli va radiochastota kabeli kabi turlarga bo'linib, ular yer yoki suv ostidan elektr, telefon yoki telegraf liniyalarini o'tkazish uchun ishlatiladi.

Telefon orqali so'zlashuvlarni, telegrammalarni, fototasvirlarni va boshqa axborotlarni uzatishga mo'ljallangan kabel aloqa kabeli deyiladi.

Aholi zich joylashgan joylarda, sanoat korxonalari territoriyalarida elektr uzatish liniyalari yer ostidan o'tkaziladi. Bu maqsadda kabellardan foydalaniladi.

### **14.3. Yuqori elektr qarshilikka ega qotishmalar**

**Rezinalar.** Hozirgi zamon texnikasida yuqori elastiklikka ega bo'lgan materiallar juda katta ahamiyatga ega. Bunday materiallardan zarbiy kuch ta'sirini yumshatadigan vositalar

(amortizatorlar) hamda tebranishni pasaytiruvchi yoki yutuvchi asbob va qurilma (dempfer) lar yasaladi. Bundan tashqari ulardan jipslovchi vositalar tayyorlashda, uskunalarni tashqi muhit ta'siridan saqlashda ham foydalaniladi. Yuqori elastik materiallarga tabiiy va sintetik polimerlarni misol qilib ko'rsatish mumkin. Bunday materiallar, odatda juda katta qaytar deformatsiyaga ega bo'ladi. Kauchuklar muhim tabiiy yuqori elastiklikka ega bo'lgan materiallarga kiradi. Hozirgi vaqtda juda ko'p xilma-xil sun'iy kauchuklar ishlab chiqarilmoqda, bunday materiallar rezina ishlab chiqarishning asosini tashkil qiladi.

Hozirgi zamon mashinasozligida rezinadan tayyorlangan vositalar esa juda keng qo'llaniladi. Bulardan eng muhimi avtomobil shinalari, har xil jipslovchi vositalar, amortizatorlar, harakat uzatuvchi vositalar, shlanglar va hoqazolar.

Rezinalardan uskuna va qurilmalarni tashqi muhitdan muhofaza qilishda, elektr simlari sirtini qoplashda (kabellarni yasashda) foydalaniladi. Kauchukni vulkanizatsiyalab, rezina mahsuloti olinadi. Kauchuklarga turli qo'shimchalarni qo'shish bilan yorug'lik va radiasiya nuriga chidamli arzon rezinasimon mahsulotlar olinadi. Bu yo'l bilan maxsus sharoitlarga chidamli rezinalarni ham olish mumkin.

Keyingi vaqtda sintetik kauchuk ishlab chiqarish juda keng rivojlangan. Masalan, natriy – butadien (SKB), stirol (SKS), polixloropen, butadien – nitril (SKN) kabi sintetik kauchuklar keng tarqalgan. Sintetik kauchuklar o'z strukturasiiga ko'ra katta molekulyar massaga ega bo'lgan chiziqli polimerlardir. Normal temperaturada sintetik kauchuklar yuqori elastiklik holatda bo'lib,  $-40^{\circ}\text{C}$  dan  $-70^{\circ}\text{C}$  gacha temperatura oralig'ida shishasimon holatga o'tadi.

Ishlatilish sohasiga ko'ra, rezina oddiy va maxsus turga bo'linadi. Oddiy maqsadlarda qo'llaniladigan rezinalarga tabiiy kauchuk (NK) hamda SKB, SKS, SKI sintetik kauchuklar kiradi. Bunday rezinalar yuqori mustahkamlik va elastiklikka ega bo'lib, gaz va suvni o'zidan o'tkazmaydi. Bunday materiallardan kamarlar, qo'lqoplar, transportyorlar lentasi, kabel qobig'i, dimpfer vositalari va shunga o'xshash boshqa buyumlar tayyorlanadi. Ularning zichligi  $910-920\text{ kg/m}^3$ , mustahkamligi esa  $15-34\text{ MPa}$  dan oshmaydi, nisbiy cho'zilishi  $700\%$  bo'lib, ishlash temperaturasi  $-80^{\circ}\text{C}$  dan  $130^{\circ}\text{C}$  gachadir. Maxsus sharoitlarda

ishlatiladigan rezinalarga nayrit, SKN, tioqol, SKT hamda issiqlik va kimyoviy muhitga chidamli rezinalar (SKF) kiradi. Lekin bu rezinalar – 40°C dan - 55°C gacha temperatura oralig'ida mo'rt bo'lib, benzin va benzol ta'siriga kam chidamlidir.

Ularning xossalari 13808-79 GOST, 9. 024-74 GOST hamda 64333-71 GOST bilan belgilanadi.

Rezinalarning zichligi 98-190 kg/m<sup>3</sup> ni tashkil qilib, mustahkamligi esa ishlash sharoitining temperaturasiga bog'liq. Masalan, nayrit va SKN uchun ( $\sigma_v$ ) mustahkamligi 20-26 Mpa ga, ishchi temperatura esa 100-130°C ga, hatto 170°Cga teng.

Mashinasozlikda ishlatiladigan rezinalar bir necha gruppaga bo'linadi: germetiklar, tebranish va tovushni yutadigan, zarbiy kuchning ta'sirini yumshatadigan, kuch uzatadigan, ishqalanish juftlari tayyorlanadigan, egiluvchan va hoqazo rezinalar. Rezinalarning fizik, mexanik xossalari sinovchi hamda namuna shakli va o'lchamlarini belgilovchi 269-66 GOST mavjuddir.

### Shishalar

Shishalar shisha hosil qiluvchi komponentlarni o'ta sovitish natijasida olinadi. Bunday qattiq, lekin kristall bo'lgan materiallar organik bo'lmagan shishalar deb ataladi. Xomashyo sifatida kremniy, bor, Aluminiy, fosfor, titan, sirkoniy, litiy, kaliy, natriy, kalsiy, magniy, qo'rg'oshin elementlari oksidlari qo'llaniladi.

Murakkab tarkibga ega bo'lgan sistemaning suyuq holatdan qattiq holatga o'tishi hamda qattiq holatdan suyuq holatga o'tishi qaytar jarayondir. Shishasimon holatdan sistema ortiqcha ichki energiyaga ega, shuning uchun uning kristall holatga qaraganda barqarorligi kamdir. Shuning uchun jismning kristall holatga o'tishi shishasimon holat orqali ro'y beradi. Organik bo'lmagan shishalarning tuzilishida juda kichik hajmda mikroqristall tuzilishlar (kristallitlar) mavjuddir. Bunday tuzilishlardagi o'rta qism yuqori tartibli joylashishga ega, uning atroflaridagi joylashish uncha tartibli emas. Kristall qismning oralarida shishasimon holat mavjuddir (kristall bo'lmagan qattiq jism).

Kremniyli (silikat) shishalarning asosi kremniy (II)-oksiddan iborat bo'lib, nisbatan keng qo'llaniladi. Silikat shishalarning kristall panjara tuzilishlari tetraedr sinchlaridan iborat bo'lib, burchaklari tutashgan bo'ladi. Bunday sinchlarning kristall



kvarslardan farqi shundaki, bog'lanish tugunlari keng o'zgarishi mumkin. Natijada tartiblanish darajasi o'zgaradi.

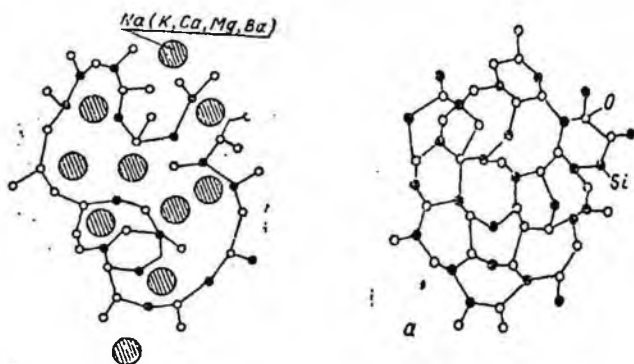
Kremniyning bir qismi aluminiy yoki bor elementi bilan almashtirilsa, o'zgacha tuzilish hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan shishalar aluminiy-silikatli yoki borsilikatli shishalar deb ataladi. Modifikatorlarning (Na, K, Ca, Mg, Va hoqazo) atomlari kremniy-kislorod tetraedri orasiga joylashgan bo'lib, asosiy karkas tuzilishni buzmaydi.  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$  tarkibga ega bo'lgan ko'p jinsli silikat shishalarga  $\text{Al}_2\text{O}$  va  $\text{MgO}$  qo'shiladi. Bunday shishalarni tayyorlashda shixta materiallarini tayyorlash, maxsus pechlarda pishirish, kerakli shaklni berish hamda temperatura ta'sirida kimyoviy ishlov berish kabi ishlarni bajarish kerak. Kvars shishalar tabiiy va sun'iy kvarslarni qayta ishlash orqali olinadi.

Texnik shishalarning asosini aluminiy, bor, kremniy oqsidlari ( $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ ) dan iborat murakkab tarkib tashkil qiladi. Texnik shishalarning ko'p jinsli bo'lishi xossa hamda faza tuzilishlarini boshqarishga imkon beradi. Masalan, kremniy, kislorod va boshqa tashkil etuvchilarning ma'lum nisbatida kristall faza vujudga kelib, u tez o'sishi mumkin, bu shishaning mustahkamligiga va yorug'lik o'tkazuvchanligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun tashkil etuvchilarning nisbatini to'g'ri tanlash kerak bo'ladi. Tuzilishdagi betartiblikni qisman qayta qizdirish usuli bilan tuzatish mumkin, bunda bir yo'la ichki kuchlanishlar ham kamayadi.

Shishaning xossalari kristall jismlar kabi izotrop xususyatga ega. Uning zichligi  $2200-8000 \text{ kg/m}^3$  ni tashkil qiladi va albatta tarkibga bog'liq bo'ladi. Shishaning mikroqattiqligi 4-10 GPa ga, elastiklik moduli 40-120 GPa ga, siqilishdagi mustahkamligi 2 GPa ga, cho'zilishdagi mustahkamligi esa 90 GPa gacha, egilishdagi mustahkamligi 120 MPa ga teng. Kvars shishalarning kimyoviy tarkibi murakkab bo'lmasa ham tuzilishi bir jinsli bo'lib, zarbiy qovushoqligi nisbatan kam. U mo'rt va nisbatan yuqori mustahkamlikka ega.

Shisha isitilganda uning qovushoqligi ortib boradi, bunga qarab uning agregat holatini aniqlasa bo'ladi. Qattiq holatdan suyuq holatga o'tish ma'lum temperatura oralig'ida sodir bo'ladi. Ana shu temperatura chegaralari shishasimon holatga o'tish ( $400-600^\circ\text{C}$ ) va yumshoq ( $600-800^\circ\text{C}$ ) holat bilan belgilanadi. Oraliq temperaturada shisha yuqori qovushoqlik va plastikka ega bo'ladi.

Shishani qayta ishlash uchun yumshoq holatga o'tadigan temperaturadan yuqoriroq temperaturada ( $1000-1100^{\circ}\text{C}$ ) qizdiriladi.



14. 2-rasm. Anorganik shishalarning strukturasi:  
a-kvars shisha; b-ishqorli shisha.

Shishalar tiniq bo'lib, yorug'likni yaxshi o'tkazadi. Ular yorug'lik nurini sindirish va qaytarish koeffitsientiga ega. Shisha tarkibini o'zgartirish hamda uning sirtini yupqa parda qoplama bilan qoplash usuli yordamida uning xususyatlarini o'zgartirish mumkin. Masalan, sanoatda qo'llaniladigan oddiy Shisha ko'rinadigan yorug'lik nurining 90% ini o'zidan o'tkazadi, ultrabinafsha nurlarni esa deyarli hammasini yutad

Kvars shishalar ultrabinafsha nurlarini to'la o'tkazib yuboradi. Shisha yuzasi yupqa ( $0,3-1\text{mkm}$ ) metall yoki metall oqsidlari bilan qoplansa, ko'rinadigan va infraqizil nurlarni qaytarish xususiyati keskin oshadi. Agar shisha tarkibiga kumush galogenlaridan qo'shilsa, fototron deb ataluvchi effekt vujudga keladi, ya'ni shisha shaffofligi o'zgaradi hamda tushayotgan yorug'lik tezligiga qarab, shisha har xil rangda tovlanadi.

Shisha ma'lum temperatura oralig'ida qizdirilgandan keyin keskin sovitilsa, yorilmaydi, ya'ni darz ketib sinmaydi. Bu shishaning muhim xususiyatlaridan biridir. Kvars shishalarning chiziqli kengayish koeffitsienti  $5,8 \cdot 10^{-7} \text{ S}^{-1}$  ga, temperaturaga bardoshlilik esa  $1000^{\circ}\text{C}$  ga teng. Shisha  $540-650^{\circ}\text{C}$  gacha qizdirilib yuqori temperatura ta'sirida havoda yoki moyda tez toblansa, ichki kuchlanishlar barqarorlashadi, natijada

mustahkamlik 3-6 barobar oshadi va zarbiy qovushoqlik 5-7 marta oshishi mumkin. Kimyoviy ishlov berilgan (masalan, ion almashinish) da ham qo'shimcha ravishda mustahkamlik oshadi.

Shishalarning ishlatilish sohasi juda keng va xilma -xildir. Ulardan quvurlar, optik asboblari, kimyoviy uskunalari va vositalari hamda boshqa mahsulotlar ishlab chiqariladi. Shishaning bunday turlari 15130-79 GOST, 3514-79E GOST va boshqa standartlar bilan belgilanadi. Shishalar mashinasozlik materiallari bo'lgan kompozitsiyalarni yaratishda ham ishlatiladi. Maxsus yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan shishalarning tarkibi va xossalari 8325-78E GOST, 10727-73 GOST standartlarda ko'rsatilgan.

**Sopol materiallar.** Bunday materiallardan ko'proq qurilishlarda (g'isht, tomning ustini yopadigan materiallar, inshootlarga jilo beruvchi vositalar, trubalar va hoqazolar ) foydalanilgan. Biror shaklga keltirilgan loy mahsuloti yuqori temperaturada pishitilganda materiallarning asosiy fizik hamda mexanik xossalari namoyon bo'ladi.

Texnik sopol materiallarga har xil kimyoviy birikmalar kiradi. Bunday materiallar maxsus xususiyatlarga ega bo'lib, uning tarkibida loy miqdori juda kam yoki butunlay bo'lmasligi ham mumkin. Texnik sopolning asosiy tashkil etuvchilari oqsidlar hamda metallarning kislorodsiz birikmalaridan iboratdir. Har qanday sopol, odatda ko'p fazali bo'lib, unda kristall, shishasimon hamda gaz fazalari har xil nisbatda bo'ladi.

Kristall fazaning tarkibi kimyoviy birikma yoki qattiq eritmadan iborat bo'lib, sopolning asosini tashkil qiladi. Bunday tarkib materialning mexanik xossalarini, issiqbardoshlilik va shunga o'xshash boshqa xossalarini belgilaydi.

Shishasimon faza sopol materiallarning asosini tashkil qilib, qatlamlardagi kristall fazalarni bir-biriga bog'lab turadi. Shishasimon faza sopolning 1-10% ini tashkil qilib, mexanik mustahkamligi va issiqlik ko'rsatkichlarini kamaytirish bilan sopol buyumlarning ishlab chiqarilish texnologiyasini osonlashtiradi.

Sopolni pishitish jarayonida gazlar yig'ilib qolishi mumkin. Natijada ochiq va yopiq g'ovaklar hosil bo'lib, ular materialning zichligi va puxtaligini belgilaydi.

Ko'pincha pishitishning maxsus texnologik usuli qo'llaniladi, bunda sopolning puxta, g'ovaksiz strukturasi hosil bo'ladi. Bunday sopol materiallardan konstruksiyalarni tayyorlashda foydalaniladi,

ulardan mashina vositalari va asboblari tayyorlanadi. G'ovakli sopoldan esa olovbardosh materiallar, filtrlar, dielektriklar tayyorlanadi.

Oqsidlar asosidagi sopol yuqori mustahkamlikka ega. Bunday oqsidlarga Aluminiy, sirkoniy, magniy, berilliy va qator metall oqsidlari kiradi. Ularning strukturasi polikristallardan iborat bo'lib, bir fazali bo'ladi. Aluminiy oqsid asosidagi sopol yuqori temperaturada o'zining yuqori mexanik xossalarini yo'qotmay ishlay oladi. Bunday materiallardan keskichlar, fil'ralar, ma'lum o'lchamga ega bo'lgan asboblari, podshipniklar, pechlar, tigellar tayyorlanadi. Atom-energetika mashinasozligida esa berilliy, toriy va uran elementlarining oqsidlari asosida olingan sopol qo'llaniladi.

Karbid, nitrid, boridlar asosidagi sopol ham texnikada ko'p qo'llaniladi. Kvars turidagi sopol materiallar radio-texnikada qo'llaniladi. Chunki ular pezoelektrik kabi xususiyatlarga ega.

Suyuqlanish temperaturasi yuqori bo'lgan kislorodsiz sopol deb ataluvchi materiallar metall birikmalari (MeS-karbid, MeV-borid, MeN-nitrid, MeSi-silisid hamda MeS-sul'fidlar) dan iborat bo'lib, texnikada katta ahamiyatga ega. Masalan, mashinasozlikda kremniy nitrididan ichki yonuv dvigatellar vositalari (silindr bloqi qopqog'i, porshen va boshqa qismlar) ni tayyorlashda foydalanilmoqda. Chunki bunda materiallar katta temperatura ta'siri ostida ishlash xususiyatini yo'qotmasdan ishlay oladi. 1600<sup>0</sup>S gacha oqsidlanishga barqarorligi hamda korroziya va eroziyaga bardoshlilik katta. Eng muhimi ana shunday sharoitda ishlay oladigan hamma konstruksion materiallardan eng arzon hamda konstruksiyani tayyorlash texnologiyasi qulaydir.

Chinni deb ataluvchi sopol materiallar yetarli darajadagi mustahkamlikka hamda elektrni izolyatsiya qilish xususiyatiga ega. Ularning kislotalarga chidamliligi katta. Chinning asosini quyidagi aralashma tashkil qiladi:

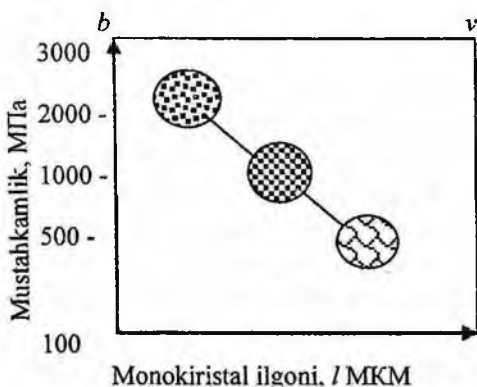
(75, 2-75, 8%)SiO<sub>2</sub>+ (19, 3-21, 1%) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+ (2.7-4. 4%) K<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Sopol materiallarni olish texnologiyasi quyidagi bosqichlardan iborat. Sopol tarkibiga kiruvchi moddalar maydalanadi va hosil bo'lgan kukun yaxshilab aralashtirilib, unga bog'lovchi va yumshatuvchi qo'shimchalar qo'shib namlanadi. So'ngra hosil bo'lgan aralashmaga biron shakl berish uchun u bosim ostida ishlanadi (presslash, ekstruziyalash) yoki quyiladi.

Sopol materiallarning asosiy kamchiligi mo'rtligidir. Shuning uchun ham ular konstruksion material sifatida ishlatilmaydi. Boshqa xossalari bo'yicha (qattqlik, issiqbardoshlik, korroziya-bardoshlik va hoqazo) sopol materiallar metall va qotishmalardan ustun turadi. Shuning uchun asosiy muammo sopol materiallarning mo'rtligini kamaytirishdan iborat. Bu materiallarning mo'rtligini kamaytirish uchun tarkibni tashkil qiluvchi moddalarni yanada yuqori darajada maydalash, bir xil tartibli va mayda donachali strukturani hosil qilish hamda mumkin qadar aglomerat zarrachalardan, kimyoviy qo'shimchalardan foydalanmaslik kerak. Buning uchun juda mayda kukun donachalarini pishitishda (yunshatishda) temperaturani yuqoriroq ko'tarish kerak bo'ladi. Sopol strukturasiidagi mikroqristall o'lchamlari qancha mayda bo'lsa, uning mexaniq xossalari shuncha yuqori bo'ladi (14.3-rasm).

Agar o'lchamlari 0, 3 mm dan kichik mikroqristallarni olish mumkin bo'lsa, bunday sopol materiallarning nisbiy cho'zilishini 100% ga yetkazish hamda uni ekstruziya, volochirlash (cho'zish), bolg'alash usullarini qo'llash bilan qayta ishlash mumkin bo'ladi.

Sopol materiallarni kukun, ipsimon, tolasimon holatda kompozitsion materiallarni hosil qilishda ishlatilsa, juda katta samaradorlikka ega bo'lish mumkin.



14.3-rasm. Kremniy karbid asosidagi sopolning mustahkamligiga monoqristall o'lchamining ta'siri.

#### 14.4. Kontakt materiallar

Nuqsonlar va qo'shimchalar miqdori kam bo'lganda o'tkazuvchanlik xususiyatining keskin oshishi metallarga xos bo'lgan xususiyatdir. Bunday xususiyatli metallar asosan elektr energy-

yasini uzatish yoki ulash materiallari sifatida ishlatiladi. Kumush qimmatbaho material bo'lganligi uchun faqat korroziyalanishi mumkin bo'lmagan elektr o'tkazgichlarda, yuqori va juda yuqori tebranishli elektr tokida ishlaydigan elektr asboblarida hamda nozik mikrosxemalarning ulash materiallari sifatida ishlatiladi. Mis kumushga qaraganda arzon hamda juda yaxshi o'tkazuvchanlikka ega bo'lganligi uchun mashinasozlik va elektr sanoatida asosiy o'tkazuvchan material sifatida ishlatiladi. Vakuum usulida olingan mis noyob xususiyatlarga ega. Ba'zan yuqori tebranishli tok o'tkazgichlarning sirtini korroziyadan asrash uchun kumush bilan qoplanadi. Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan o'tkazuvchan elementlarda latunlar va kadmiyli hamda berilliyli bronzalar ishlatiladi (sirpanish kontaktlari, membranalar va shunga o'xshash tok o'tkazuvchi elementlar). Aluminiy ham yuqori mexanik xususiyatlarga ega bo'lgan yaxshi o'tkazuvchan material. Misga qaraganda aluminiy tabiatda ko'proq uchraydi, uning korroziya-bardoshlilik ham misga qaraganda yuqoriroqdir. Temperatura kamayib borgan sari kazgichlarning elektr qarshiligi kamayib boradi, ba'zi metallar absolyut nolga yaqin temperaturada o'ta o'tkazuvchanlikni namoyon qiladi, solishtirma elektr o'tkazuvchanlik juda kamayadi (10 25 om/m ga yaqin). Ana shunday materiallar o'ta o'tkazuvchan materiallar deb ataladi. O'ta o'tkazuvchanlik qarama-qarshi impulslar va spinlarning hosil bo'lishi bilan bog'liq, ya'ni temperatura absolyut nolga yaqinlashganda elektronlarning kristall panjaradagi ionlar bilan ta'siri yo'qotiladi, elektron juftlari hosil bo'lib, yuqori elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan faza hosil bo'ladi. Hozirgi vaqtda anchagina metall (W, Be, Cd, Zr, Zn, Mo, Al va hokazo)larda o'ta o'tkazuvchanlik xususiyati borligi ma'lum.

O'ta o'tkazuvchanlikka metallar tarkibidagi qo'shimchalarning ta'siri katta, lekin metall qo'shimchalari o'ta o'tkazuvchanlikning kritik temperaturasiga kam ta'sir ko'rsatadi. O'ta o'tkazuvchan metallarning qotishmalari ham o'ta o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi. Bunday qotishmalarga quyidagi materiallarni misol qilib ko'rsatish mumkin: Nb—Zn, Nb—Ti, V—Ti, Ta—Ti.

O'ta o'tkazuvchan materiallardan yasalgan vositalarni ko'plab ishlab chiqarishda kukun metallurgiyasidan foydalaniladi. Masalan, shu usul bilan har xil o'lchamlardagi simlar ishlab chiqariladi yoki

metall asosidagi ana shunday qotishmalardan maxsus qoplamalar olinadi.

O'ta o'tkazuvchan materiallar hisoblash texnikasida, magnit qurilmalarida, lazer hamda elementar zarrachalarni tezlatish qurilmalarida keng qo'llaniladi. Solishtirma elektr o'tkazuvchanligi metallarnikidan katta, lekin dielektriklarnikidan kichik bo'lgan materiallar yarim o'tkazgichlar deb ataladi. Yarim o'tkazgichlarning muhim ahamiyati shundan iboratki, metallardan farqli o'laroq, elektr o'tkazuvchanlikning temperatura koeffitsienti musbat bo'ladi. Nol temperaturada yarim o'tkazgichlar tok o'tkazmaydi gap materiallarga (izolyatorga) aylanadi. Yarim o'tkazgichlarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi va o'tkazuvchanlik darajasini boshqarish uchun ular legirlanadi, legirlovchi qo'shimchalarning o'zi donor yoki akseptor vazifasini bajarishi mumkin. Kimyoviy tarkibi bo'yicha yarim o'tkazgichlar ikki xil bo'ladi:

1) tarkibi birgina elementdan iborat bo'lgan oddiy yarim o'tkazgichlar (V, S, Si, Ge,

Sn, R, As, S, Se, Te); 2) turli xil kimyoviy elementlar birikmasidan yoki krtushmalardan iborat bo'lgan yarim o'tkazgichlar (CuO, ZnO, Ag<sub>2</sub>Se, PbS, S—Te va hokazo). Yanada murakkabroq - uch va undan ortiq elementlardan iborat bo'lgan yarim o'tkazgichlar ham bor (CuFeS<sub>2</sub>, AgFeTe<sub>2</sub> va hokazo). Eng ko'p tarqalgan yarim o'tkazgichlardan biri germaniydir (legirlangan yoki toza bo'lishi mumkin). Undan o'zgaruvchan tokni to'g'rilovchi elementlar, tranzistorlar, fotodiodlar, infraqizil nurlar uchun linzalar tayyorlashda va boshqa sohalarda foydalaniladi. Germaniyli asboblarda 70—85°C da ishlay oladi. Kremniy asosida ishlaydigan yarim o'tkazgich asboblarda nisbatan yuqori temperaturada (120—150°C) ham ishlay oladi. Kremniyli yarim o'tkazgichlar kuchli, katta quvvatga ega bo'lgan tokni to'g'rilovchi asboblarda, kuchlanishni barqarorlashtiruvchi uskunalarda hamda quyosh batareyalarida va boshqa shunga o'xshash uskunalarda ishlatiladi. Lazer texnikasida murakkab yarim o'tkazgichlar qo'llaniladi. Masalan, yarim o'tkazgich temperatura registorigini tayyorlashda oksidlardan foydalaniladi (CuO, MgO, AOz). Samolyot va kosmik kemalarni yasash texnikasida hamda atom energetikasida suyuqlanish temperaturasi yuqori bo'lgan metallar va ular asosidagi qotishmalardan

foydalaniladi. Titan, sirkoniy, gafniy, vanadiy, niobiy, tantal, xrom, molibden, reniy, osmiy, rodiy qo'rg'oshin suyuqlanadigan metallarga kiradi. Platina sinfiga kiruvchi metallarning ham suyuqlanish temperaturasi yuqoridir, lekin bu metallar noyob metallar sinfiga kiradi. Gafniy, rodiy, osmiy, reniy kam uchraydigan elementlardir. Volfram, molibden, tantal, titan, sirkoniy elementlari texnikada keng qo'llaniladi. Qiyin suyuqlanadigan metallar ko'proq samolyot vositalari va uskunalari; yasashda, raketasozlikda, elektrovakuum va isitgich asboblarni yasashda, elektr kontaktlari kabi sohalarda ishlatiladi. Bunday metall va qotishmalar bir qator mexanik, elektr va fizik xususiyatlarning yig'indisiga ega. Qiyin suyuqlanadigan metallarning xossalari ham o'zga qo'shimchalarning turi va miqdoriga bog'liq bo'ladi. Masalan,  $N_2$ , S,  $O_2$ ,  $N_2$  kabi qo'shimchalar volfram, tantal, molibden, niobiy elementlarining mo'rtligini oshiradi.

Ishlay olish temperaturasi, termoemissiya tok zichligi hamda solishtirma elektr qarshilik qiyin eriydigan metallarning muhim ish xususiyatlarini belgilaydi. Masalan, radio va elektron uskunalarda xossalarning barqarorligi ana shu metallarning vakuumda ma'lum temperaturadagi bug'lanish tezligiga bog'liq. Qiyin eriydigan metallar ana shu sharoitlarda yaxshi ishlay oladi hamda bunday metallardagi emissiya toki katta zichlikka ega bo'ladi. Shuning uchun ham bunday materiallar yoritgich uskunalaridagi katta energiya tarqatadigan qizish katodlarini yasashda hamda rentgen texnikasida keng ishlatiladi. Elektroerozion yemirilishga katta qarshilik ko'rsatadigan qotishmalardan (W —Mo, W —Cu, W —Ag) yuqori kuchlanishda ishlaydigan elektr kontaktlari yasaladi. Volfram muhim mexanik xossalari va yuqori suyuqlanish temperaturasiga ( $3410^{\circ}C$ ) ega bo'lgani uchun qattiq qotishmalarni ishlab chiqarishda, mashinasozlik po'latlarini legirlashda ko'proq ishlatiladi. Masalan, legirlashda W —Fe (ferrovolfam) qotishmadan keng foydalaniladi. Asbobsozlik po'latlari va qotishmalarini ishlab chiqarishda hamda ko'proq atom texnikasi, elektrotexnika, radioelektronikada, shuningdek olovbardosh po'latlarni ishlab chiqarishda niobiy elementi ishlatiladi. Tantal juda yaxshi korroziyabardoshlikka ega. Ana shu xususiyati bo'yicha u faqat noyob materiallardan keyin turadi. U korroziyabardoshliligi va ishqalanishga bardoshliligi yuqori qotishmalarni ishlab chiqarishda



kamaytirgan, 0, 02 mm qatlamga ega bo'lgan nuqson esa sementatsiyalangan po'latning mustahkamligini ikki barobar kamaytirgan. Odatda, bunday nuqsonlar sementatsiya qatlamining 10—20% ini tashkil qilishi mumkin. Bunday nuqsonlarga yo'l qo'ymaslik uchun sementatsiya temperaturasi kichik bo'lishi kerak. Shunday qilinganda qora dog shaklidagi nuqsonlar yo'qolishi yoki ularning qalinligi juda kam bo'lishi mumkin. Odatda, o'rta uglerodli va legirlangan po'latlar (masalan\*. 40; 45 yoki 40X po'latlar) dan tayyorlanadigan buyumlarning ustki qismini mustahkamlash uchun ular yuqori o'zgaruvchan tok yordamida qizdirib toblanadi.

Lekin bu usul yetarli darajadagi yuqori mustahkamlik va ishqalanishga bardoshlilikni har doim ham ta'minlamaydi. Keyingi vaqtda maxsus toblash chuqurligini oshirish mumkin bo'lgan 58 (55PP), 47GT, SH X4RP po'latlar keng qo'llanilmoqda. Ular uchun ma'lum hajmiy toblash yuzasi belgilanadi. Bu usul ancha yuqori konstruksion mustahkamlikni ta'minlaydi. Bu po'latlar murakkab shaklga ega bo'lgan mashina vositalari tayyorlashda ishlatiladi. Ular egilib, buralib ishlaydigan va kontaktdagi yuqori kuchlanishlar mavjud bo'ladigan sharoitda ko'proq qo'llaniladi. Umuman olganda induksion tok bilan toblash uchun po'lat tanlanganda quyidagilarga e'tibor berish kerak: mashina vositasining shaklini murakkabligi, ko'ndalang kesim kattaligi, toblash chuqurligi hamda erishish kerak bo'lgan mexanik xossalar qiymatini bilish kerak. Masalan, 58 (55 PP) po'latdan toblash chuqurligi 1, 5—2, 5 mm bo'lgan mashina vositalari (tishli gildiraklar, kristavinalar, uzun vtulkalar va hokazolar) tayyorlanadi. 47GT po'latdan toblash chuqurligi 5—7 mm li katta ko'ndalang kesim (40—60 mm) ga ega bo'lgan avtomobil vallari tayyorlanadi.

SH X4RP po'latdan yuqori kuchlanishda ishlaydigan zoldirli podshipniklarning halqalari hamda zoldirlari tayyorlanadi. Halqalarning qalinligi 12—20 mm bo'lganda toblash chuqurligi 2, 5—3, 5 mm ni tashkil qiladi. Ma'lumki, 40, 45 po'latlardan tayyorlangan buyumlarning toblangan yuza qatlami nisbatan kichik, lekin o'rta qismning qovushoqligi katta. Bunday po'latlardan avtomobil va traktorlarning tirsakli va taqsimlovchi vallari tayyorlanadi. Lekin bunday po'latlar PP yoki RP po'latlar bilan almashtirilsa, yuqori chidamlilik va mustaxhamlik hisobiga

metall tealishi, ikkinchi tomondan bunda legirlovchi elementlar ham kamroq ishlatilishi mumkin. (17-jadval). Bu kimyoviy- termik ishlash o'rnini ham bosishi mumkin, bunda ishchilarning ishlash sharoiti ham yaxshilanadi. Bunday po'latlardan odatda javobgarligi katta mashina vositalari tayyorlanadi (vallar, shatunlar, o'qlar, tishli gildiraklar va h. k). Bunda chuqurligi, davriy kuchlanishga chidamliligi, zarbiy qovushqoqligi, ishqalanishga qarshiligi hamda shunga o'xshash xossalarni ta'minlash ko'zda tutiladi. Avtomobil' va traktorsozlikda ko'pincha 40, 45, 40X, 45X, 45G, 50 kabi po'latlar qo'llaniladi. Lekin bunday po'latlarning toblash chuqurligi katta emas. Shuning uchun keyingi paytda ana shu po'latlarning o'rniga maxsus po'latlar (55PP, 45GT, SH X4RP) keng qo'llanilmoqda. Ularga sementatsiyaning o'rniga induksion tokda toblash qo'llaniladi, natijada termik ishlash texnologiyasi ixchamlashadi. Material tanlashdagi oxirgi qadam esa uning texnologik xossalarini hamda iqtisodiy samaradorligini hisobga olishdan iborat. Masalan, o'rta legirlangan 12X2N4A po'latning o'rniga 55PP po'lati ishlatilsa, kesib ishlash osonlashishi hisobiga buyum yasash vaqti bir necha o'n barobar qisqaradi, buyumning tannarxi ham kamayadi. Bir jinlimas materiallarning maxsus sinfiga g'ovak metallar, bir yoki bir necha metallik faza va g'ovak fazadan iborat psevdoporishmalar kiradi. Bu materiallar konstruksiyalar uchun keng qo'llaniladi va shu tufayli ularning dempfirlash xossalariga maxsus talablar qo'yiladi [4-5] g'ovak metall materiallar, fiziko-mexanik xossalari qiymati maksimal farq qiluvchi fazalardan tarkib topgan (qattiq faza va g'ovak faza), geterofaz tizimlarning chegaraviy holi sifatida qaraladigan bir jinlimas materiallarning o'zini tutish qonuniyatlarini fizik tahlil qilish uchun alohida qiziqish tug'diradi [6-7]. Qattiq fazaning xossasi odatda kompakt materiallarning xarakteristikalarini bilan mos keladi deb qaraladi [7], g'ovak muhitlarning xossalari esa g'ovaklar kattaligi hamda ular tuzilishining topologik o'ziga xosligi bilan aniqlanadi [8-10]. Bu esa g'ovak metall materallarni geterofaz tizimlarning fiziko-mexanik xossalarini o'rganishda qulay model obyekt sifatida qarash imkoniyatini beradi va bu o'z navbatida ularni ushbu loyiha tadqiqot obyektini sifatida tanlashni taqozo qildi. G'ovak metallik materiallar butun dunyoda qadim davrlardan boshlab ma'lum. Ular texnika va tibbiyotning turli sohalarida keng qo'llanilgan. Keyingi 20 yil ichida kiritiluvchi

konstruksiyalar inson organizmiga implantatsiya qilish uchun travmatologiyada, ortopediyada, jarrohlikda, stomatologiyada, urologiyada va tibbiyotning boshqa sohalarida keng qo'llanilmoqda. Bunda konstruksiyalarni tayyorlash uchun g'ovak tantal, titan, ular asosidagi qorishmalar, nibiy, Co-Cr-Mo, sopol va boshqa turli-tuman materiallardan foydalaniladi. G'ovak materiallarni g'ovak metallik, g'ovak nometallik, kombinatsiyalashgan va tabiiy g'ovak materiallarga bo'lish mumkin. G'ovak metall materiallarga o'z-o'zidan tarqaluvchi yuqori temperaturali sintez usuli hamda pishirish yo'li bilan olingan turli xil tolali, to'rtli va kukunli materiallar kiradi. G'ovak nometall materiallarga esa g'ovak sopollarning katta sinfi, biochiqishuvchan shisha, g'ovak polimerlarning ko'plab turlari: g'ovak silikon rezina, gidrofil gellar, poliamid to'rtlar, polisulfon, yuqori zichlikli g'ovak poliyetilen va h. k. lar kiradi. G'ovak tabiiy materiallar sinfiga tabiatda mavjud bo'lgan gidroksiapatitni kiritish mumkin. Kombinatsiyalashgan g'ovak materiallar implantaning metall yoki boshqa asosiga turli tabiatli g'ovak materiallarni o'tqazish yo'li bilan olinadi. Boshqa tomondan g'ovak materiallar guruhiga antifriksion va friksion materiallar, filtrlar va «terlovchi» deb ataladigan materiallar kiradi. Ko'plab texnik qo'llanishlarda bronzali filtrlardan foydalanadi. Bronzali filtrlar zarrachalarning shakli sferasimon bo'lgan, suyuq metallni changitish yo'li bilan olingan kukunlardan tayyorlanadi. Pishirish jarayoni 800 – 900 °C haroratda 30 minutdan 1 soatgacha davom etadi. Kukun zarralarining o'lchami 50 - 130 mkm bo'lgan bronzali filtrlar dag'al tozalash uchun, o'lchamlari 2 - 30 mkm bo'lganlari esa nozik tozalash uchun ishlatiladi. Bronzali filtrlar sanoatda dizel va rektiv yuritgichlarning suyuq yonilg'isini, yog'lovchi materiallar va siqilgan gazlarni o'lchamlari 5-200 mkm bo'lgan qattiq aralashmalardan tozalash hamda qo'shimchali kislotalar va ishqorlarni, crigan parafinni va h. k. larni tozalash uchun keng qo'llaniladi. Elektrolitik va karbonil nikel kukunlaridan presslash va keyinchalik 1000-11000 °C temperaturada pishirish orqali tayyorlanadigan g'ovak materiallar filtrlar va g'ovak elektrodlar sifatida ishlatilishga mo'ljallangan. G'ovak elektrodlar elektrokimyos va katalizda keng qo'llaniladi. Elektrodleri yuqori g'ovaklikka ega bo'lgan nikeldan tarkib topgan ishqorli akkumulyatorlar oddiy akkumulyatorlarga qaraganda yengil va

o'lchamlari kichik bo'ladi. Zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan filtrlar ham keng qo'llanilmoqda. Ular sezilarli zanglashga chidamlilikka ega va nikel asosidagi filtrlarga nisbatan ancha arzon. Bunday filtrlar tayyorlashda X17N2, X18N9, X30 va boshqa zanglamaydigan po'latning kukunlaridan foydalaniladi. Ular quyidagi texnologiya asosida tayyorlanadi. Dastlab presslash yoki dumalatish va keyinchalik 1200 – 1250°C temperaturada 2 - 3 soat davomida pishirib tayyoranadi. Zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan filtrlar suyuq metallni hamda issiq domen va marten gazlarini tozalashda yaxshi natijalarni ko'rsatdi. Olov tarqalishiga to'siq sifatida ular avtogen texnikasida, atsetilen ishlab chiqarishda, metallarga gaz alangali ishlov berishda, past haroratda qaynovchi va portlash xavfi katta bo'lgan suyuqliklar rezervuarlarida qo'llanilmoqda. Samolyotlarning muzlab qolishiga qarshi kurashda g'ovak materiallarni qo'llash antifriz sarfini 50% ga qisqartiradi. G'ovak titanning texnikaning turli sohalarida ishlatilishi uning qator qimmatli xossalari bilan bog'liq bo'lib ular ichida eng qimmatlisi ko'plab agressiv muhitlarda yuqori darajadagi korroziyaga chidamlilik va yuqori solishtirma mustahkamlik hisoblanadi. Titanli g'ovak materiallar zarrachalarining o'lchami 60 mkm dan kichik, to'ldiruvchiga ega bo'lgan kukunlardan hamda zarrachalarining o'lchami 1 mm dan kichik bo'lgan to'ldiruvchisiz kukunlardan olinadi. Bunday mahsulotlar maxsus atmosferada 950 – 1150 °C temperaturada 1, 5 - 2 soat davomida pishiriladi. G'ovak titan azot kislotasi va ishqor eritmalariga chidamli va 5 mkm va undan kam tozalash darajasiga imkon beradi. G'ovakli sovitish mashina va mexanizmlar yuqori temperaturali qismlarini sovitishning samarali usuli bo'lib hisoblanadi. Bug'latish orqali sovitish suyuqlikni majburiy ravishda g'ovakli muhit orqali o'tkazishni ko'zda tutadi. Bu holda g'ovak jismning sirtidan ajraladigan issiqlik bug'latuvchi sovitgichli qurilma yordamida sohib yuboriladi va yutiladi. Bug'latish orqali sovitish xuddi shunday konvektiv yoki pardali tizimlarga qaraganda samaraliroq ekanligi aniqlangan. Soploli va trubinali parraklarni ishlatish ishchi gazining temperaturasini 8400 °C dan 12000 °C gacha ko'tarishga va olinayotgan quvvatning 10% ga oshishiga olib keladi. Sirt temperaturasini nazorat qilishda g'ovak materiallarni qo'llash imkoniyati amaliy jihatdan chegaralanmagan. G'ovak metallardan yasalgan detallar mahalliy qizdirish shartini yaratishda va bir

vaqtning o'zida ular mexanizmlarining mahalliy qizib ketishlarini sovitishda ishlatilishi mumkin. Sanoatda turli apparat va qurilmalarda temperatura maydonini tenglashtirish imkonini beruvchi va u yoki bu materiallarga izotermik ishlov berish sharoitlarini yaratish uchun issiqlik quvurlarini ishlatish o'ta istiqbolli bo'lib hisoblanadi. Past temperaturali issiqlik quvurlarini elektr mashinalarida yuritgichlarning rotor, stator, generator va transformatorlarni sovitishda ishlatish ularning quvvatini 30 - 50% ga oshirish imkonini beradi. Yuqori voltli va katta quvvatli uzib ulagichlari sovitishda issiqlik quvurlari muvaffaqiyatli ishlatilmoqda. Issiqlik quvurlari va bug' kameralari an'anaviy issiqlik uzatish elementlariga nisbatan qator ustunliklarga ega. Masalan, sirkulyatsion issiqlik almashgichlarga qaraganda ularda harakatlanadigan qismlari yo'q, shovqinsiz, issiqlik tashigichni kondensatsiya zonasidan bug'lanish zonasiga o'tkazish uchun energiya talab qilinmaydi, xuddi shunday geometrik parametrli metall sterjnlarga nisbatan kichik termik qarshilikka ega va ancha yengil. Yuqorida sanab o'tilgan misollar g'ovak materiallarning texnikaning turli sohalarida juda keng darajada qo'llanilishini ko'rsatish uchun yetarli. g'ovak materiallar va mahsulotlarning qo'llanilishi mumkin bo'lgan barcha sohalarini oldindan ko'ra bilishning esa sira iloji yo'q. Biroq bir narsa aniq: g'ovak materiallarga bo'lgan talab kundan kunga ortib bormoqda. Shu munosabat bilan ushbu magistrlik dissertatsiyasida g'ovak metallarni olishning mavjudlaridan prinsipial farq qiluvchi, dunyoda o'xshashi yo'q, yangi, arzon, gaz aralashmasining tovushdan tez oqimidan foydalanib olish texnologiyasi haqida gap boradi. Professor X. Xasanov tomonidan yaratilgan soplo yordamida g'ovak temir olish imkoniyati mavjud va bu g'ovak temir elektr xossalari bo'yicha yarimo'tkazgich, g'ovak temir olish uchun soplarning kirishiga havo va metanning aralashmasi bosimlarining nisbati taxminan 10:1 qilib beriladi. Havo va metanning bosimlarining bunday nisbatini soplo kirishida hosil qilish soplarning chiqishida tovushdan tez metan-havo aralashmali oqimini vujudga keltiradi. Bu oqimni yoqish orqali metallik temirni eritish mumkin. (Oddiy metan-havo aralashmasi yordamida temirni eritib bo'lmaydi). Bunga sabab prof. X. Xasanov tomonidan yaratilgan soploda mavjud mumtoz soplolardan farqli ravishda oqimning energetik ko'rsatakichlarining yuqoriligidir. Xususan bu soplo hosil qilgan

tovushdan tez oqimining energetik ko'rsatkichlari odatiy Lavalsoplosida hosil qilingan oqim energetik ko'rsatkichlaridan bir necha marta yuqori. Birinchi guruhga elektr yoyi bilan payvandlash, elektr-shlak usuli bilan payvandlash, gazli payvandlash va termit bilan payvandlash kiradi. Ikkinchi guruhga temirchilik usulida elektr-kontakt usulida gazaviy presslab payvandlash kiradi. Uchinchi guruhga ultratovush usulida payvandlash, ishqalab payvandlash, elektronlar nuri yordamida payvandlash turlari kiradi. Metall va uning qotishmalarining o'zaro atomlar bog'lanishlari hisobiga ajralmaydigan birikmalar olish payvandlash deyiladi. Metallarni metall elektrodlar bilan elektr yoy yordamida suyultirib dastaki payvandlash usuli 1888-1890- yillarda N. S. Slavyanov tomonidan yaratilganiga qaramay, XX asr boshlarigacha metallarni payvandlashda gaz alangasidan foydalanilgan. 1907- yilda shved injeneri O. Kvelberg metallarni maxsus qoplamali metall elektrodlar bilan elektr yoy yordamida payvandlab sifatli choklar olgach, bu usul keng tarqala boshladi. Bu usul gaz alangasida payvandlashga qaraganda qator afzalliklarga ega, jumladan, turli toklardan foydalanish, sifatli choklar olinishi, qimmatbaho uskunarlar talab etmasligi va boshqalar. Metallar, ularning qotishmalari va metallmas materiallarni o'zaro payvandlab biriktiriladi, zarur hollarda ular buyum va detalga suyultirib yopishtiriladi. Payvandlash metallarning ulanish joylardagi zarralarini atomlararo tortishuv kuchlari ta'sir etadigan darajada bir-biriga yaqinlashadi va shuning uchun payvand chok juda puxta bo'ladi. Hamma payvandlash usullari uchta guruhga bo'linishi mumkin. 1. Suyuqlantirib payvandlash. 2. Bosim ostida payvandlash. 3. Oraliqdagi payvandlash (birgalikda plastik deformatsiyalash va suyuqlantirib). Bularga elektrokontakt, nuqtaviy, rolikli payvandlash kiradi. Payvandlash jarayonida turli birikmalardan foydalaniladi (14.1-rasm). Rasmda eng ko'p tarqalgan birikmalarni payvandlash turlari ko'rsatilgan. Payvandlanadigan qismning sirtlari payvandlashdan oldin iflos va oksidlardan yaxshilab tozalanishi lozim.

Qattiq karbyurizatorida sementitlash uchun tarkibi 70 % pista ko'mir, 20-25% bariy karbonati, 2, 5...3, 5 % kalsiy karbonatidan iborat aralashma bilan yashikka joylashtirilgan detallar ko'miladida, yashikning qopqog'i yaxshilab, havo kirmaydigan qilib berkitiladi va harorati 930-950° C bo'lgan pechda 5-10 soat

davomida qizdiriladi. Odatda, har bir soatda buyumning 0, 1 mm qalinligi sementitlanadi; to'yintirilgan qatlamda uglerod miqdori 0, 95-1, 1% ga yetadi. Gazsimon karbyurizatorlarda sementitlash usulida ko'p uglerodli gazlardan, masalan, uglerod (II) - oksid, to'yingan uglevodorodlar ( $\text{SnH}_{2n+2}$ ) va to'yinmagan uglevodorodlar ( $\text{SnH}_{2n}$ ) dan foydalaniladi. Gazsimon karbyurizatorlarda sementitlash uchun detallar pechning germetik berkitiladigan kamerasiga joylashtiriladi va 920-950 °C gacha qizdirilib, ularning ustidan gaz o'tkaziladi. Bu jarayon 6-9 soat davom ettirilsa, detallarning 1, 2...1, 6 mm qalinlikdagi sirtqi qatlami uglerodga to'yinadi. Bu usulning qattiq karbyurizatorlarda sementitlashga nisbatan ko'pgina afzalliklari bor. Bunda kerakli qatlam qalinligini ta'minlash oson, jarayonni bajarish vaqti kam, uni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish imkoniyati mavjud, ish joyi toza saqlanadi, sementitlash uchun maxsus uskunalar qo'llanilmaydi, shu pechdan foydalanib sementitlangan detalni to'g'ridan-to'g'ri toblash mumkin va hokazo. Suyuq muhitda sementitlash detallarning sirtqi qatlamlarini uglerodga to'yintirib, yupqa - 0, 5 mm gacha qatlam olishda foydalaniladi. 75=85%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 10...15%  $\text{NaCl}$  va 5=10%  $\text{SiC}$  tarkibli aralashmani 820...8500°C haroratgacha qizdirib, suyultirib, sementitlanadigan buyumni shu muhitga 2 soatgacha botirib turilsa, 0, 50 mm gacha qatlam uglerodga to'yinadi. Aralashmada  $\text{SiC}$  va  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bo'lganligidan vannada qu'yidagicha reaksiya boradi: Qadimiy dunyoning rivojlangan yirik davlatlari Osiyoda - Hindiston, Xitoy, O'rta Osiyo, ikki daryo oralig'i (Assiriya, Vaviloniya), Afrikada - Misr davlati hisoblangan. Bu davlatlarda issiq iqlim, harbiy yurishlar va ko'plab qullarga ega bo'lish hunarmandchilikning rivojlanishiga olib keldi, ayniqsa eng ko'p rivojlangani - metallurgiya edi. Osiyo va Afrikada olingan dastlabki metall - oltin sanaladi. Bizning eramizgacha Misrda 5000 yil, Hindistonda - 4000-2500 yil, Xitoyda - 3000 yil ilgari ham oltin taqinchoqlari va harbiy aslahalar ishlatilgan. Kumush oltindan keyinroq ishlatila boshlandi, uning misrcha nomi «oq oltin»dir. Mis metallidan foydalanish neolit davridan boshlangan. Mis buyumlari olishda tug'ma mis metalidan tashqari, uning tabiiy rudalaridan (oksidi, karbonatlari, silikatleri) foydalanishgan. Mis davri eramizdan avvalgi qariyb 4500-5000 yil davomida shakllangan. Dastlab mis metali va buyumlarini yasash eramizdan 4000 yil ilgari Sinay yarim oroli va hozirgi Iroqning

tog'li viloyatlarida shakllangan va rivojlangan. XI asr kimyogarlarning mis ishlab chiqarish texnologiyasi qadimgi tajribalardan juda kam farq qilgan. Qadimiy mis rudasi tarkibida As, Sn, Hb, Fe kabi elementlarni tutgani uchun ular yuqori mustahkamlik va qattiqlikka ega edilar, bronza davrigacha uzoq mis davri davom etgan. Bronza davrining eng yirik voqealaridan dastlabkisi Troyan urushi bo'ldi. Bu urushda bronzadan qurol-aslaha, anjomlari va himoya kiyimi bo'lmagan askar o'limga mahkum edi. Misr bronzasi tarkibida 2-16 % qalay bo'lgan, undan tashqari rux va boshqa metallar uchragan. Assiriya imperiyasi (eramizdan ilgari birinchi ming yillik boshlanishida) bronzasining tarkibida qalaydan tashqari 3-7 % qo'rg'oshin, 4 % gacha surma va temir metallari uchragan. Hindiston bronzasi 413 % qalaydan tashqari 3-4 % gacha mishyak tutgan. Qadimiy Xitoy bronzasining tarkibida qalayning miqdori turlicha: qo'ng'iroqlarda -16 %, ko'zgu va boshqa jilo beruvchi qotishmalarda - 50 % bo'lgan.

#### **14.5. UzuVchi kontaktlar uchun materiallar**

Yeyilib ketgan kontakt lablari, yo'llari va prujinalari almashtiriladi. Bo'shab ketgan bolt va gaykalar qotiriladi. YUritma mexanizmi ishining sifati tekshiriladi, patronlari singan yoki kuyib ketgan bo'lsa ular almashtiriladi. Saqlagich patronlari holati tekshiriladi, eruvchan quyma tokini hisobiy tokka mos kelishi aniqlanadi. Saqlagichlar hisobiy tokka mos keladigan kalibrlangan eruvchan quymalar bilan jihozlanadi.

Magnitli yurgizgichlar. 2- 4V kuchlanishda kontaktlardan tok o'tkazilib ulardagi kuchlanishlar tushuvi tutashmalari holati qoniqarsiz bo'lsa (kuchlanish tushuvi 100 mV dan oshiq bo'lsa) misli kontaktlar yuzasi tozalanadi, chuqurchoqlar mavjud bo'lsa, ular almashtiriladi. Qisqa tutashtirilgan o'ram holati, magnit tizimi harakatlanish qismini yengil harakatlanishi tekshiriladi, aniqlangan nosozliklar bartaraf etiladi. Yurgizgichni tok o'tkazadigan qismlari, shuningdek g'altak va o'zak oralig'idagi qarshiliklar o'lchanadi, chunki u 0, 5 MO m dan kam bo'lmasligi kerak. Yurgizgich issiqlik relelari sozlanishi lozim, sozlash universal stlid yordamida amalga oshiriladi. Releni sozlash uchun uni isitish elementi stend qismlariga ulanib undan belgilangan tok o'tkaziladi va uni ishga tushishi sekundomer orqali aniqlanadi. GOST ga bog'liq holda ustavkani nominal tokida rele ishga tushmasligi kerak. Ustavka



toki bilan oldindan qizitilgan rele tok 20 % ga oshgandan so'ng 20 minut davomida ishga tushishi kerak. Rele ishga tushgandan so'ng 1, 5 min. dan kam bo'lmagan vaqtda qayta ishga tayyor bo'lishi kerak.

Avtomatik uzgichlar. kuchlanish ostida kontaktlardan o'zgar-mas tok o'tkazib ulardagi kuchlanish tushuvi o'lchanib kontakt birikmalari holati tekshiriladi. Bo'shab qolgan kontaktlar qotiriladi. Avtomatning g'ilofi va qopqog'ining butunligi tekshiriladi. Avto-matni har bir issig'lik ajratkichi sozlanadi, uchala fazaga bir paytda yuklama ulab himoya ta'siri sinab ko'riladi. Issig'lik ajratkichi 1, 1 In bo'lganda 1 soat davomida ishga tushmasligi kerak. Tok 1, 35 I ust. ga teng bo'lganda uni ishga tushishi 30 min. dan oshmasligi kerak. Avtomatni tok o'tkazadigan qismlari orasidagi qarshilik miqdori 0, 5 Om dan kam bo'lmashligi lozim. Elektr jihozlari ekspluatatsiyasi tajribasidan ma'lumki, elektrotexnik xizmat xodimlarini yetishmasligi sababli texnik xizmat va joriy ta'mirlash rejaviy ishlari bajarilmay qolmoqda. Natijada elektr jihozlari muddatidan ilgari ishdan chiqib qolmoqda. PPR tizimi bajarilmay qolayotgan korxonalarda har 30% elektrodvigatellar ishdan chiqmoqda, bu holat katta yo'qotishlarga sabab bo'lmoqda. Energetika birlashmalari faoliyati shuni ko'rsatmoqdaki, elektr jihozlarining avariya holati bilan elektrotexnik xizmat tashkilot-lari orasida to'g'ri bog'lanish mavjud ekan. Elektr jihozlariga texnik xizmat va joriy ta'mirlash bo'yicha ish hajmi shartli birliklarda aniqlanadi va ular turli ko'rinisdagi elektr jihozlari ekspluatatsiyasini aks ettiradi. Keltirilgan shartli birliklar bo'yicha korxonada o'rnatilgan barcha jihozlarining ekspluatatsiyasi bo'yicha yig'indi ish hajmi aniqlanadi. Bitta montyorga yuklama 70 shartli birlik miqdorida belgilangan. Elektromontyorlar soni shartli birliklardagi yig'indi ish hajmini bitta montyorga belgilangan yuklamasi normasiga nisbati bilan aniqlanadi. Elektr jihozlari ekspluatatsiyasi bo'yicha katta hajmdagi elektrlashtirish darajasi yuqori bo'lgan korxonalarda muhandis yoki texnik boshchiligida mustaqil elektrotexnik xizmat bo'limi tashkil qilinadi. Muhandis-texnik xodim vazifasiga quyidagilar kiradi:

- ishlab-chiqarish jarayonlari elektrlashtirish va avtomat-lashtirish bo'yicha reja va tadbirlar ishlab chiqiladi;
- PPR tizimi tavsiyalariga mos holda elektr jihozlarini PPR va texnik xizmat ko'rsatish jadvallari ishlab chiqiladi;

– texnik xizmat ko'rsatish va elektr jihozlarini ta'mirlash bo'yicha fan yutuqlari va ilg'or tajribalar ishlab chiqarishga tadbir qilinadi;

– yangi elektr jihozlariga, extiyot qismlariga va materiallarga ta'mirlash

– ishlatish xarajatlariga talabnomalar tuzish;

– elektr jihozlari ishiga, material va pul mablag'lariga o'rnatilgan norma bo'yicha to'g'ri va o'z vaqtida hisobga olishni ta'minlash;

– elektromontyorlarning texnik uquvini, mohirlik razryadini oshirish va belgilash mohirlik komissiyada qatnashishini tashkil etish;

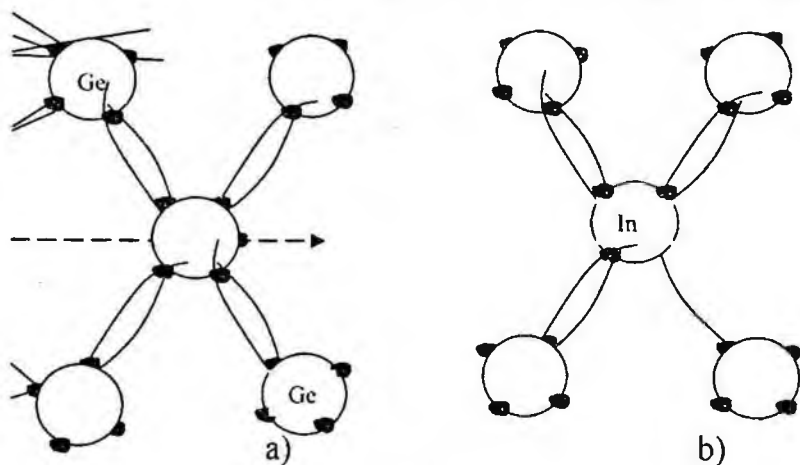
– muhandis texnik xodimlarning soni va nomenklaturasi shtatli normativlar orqali reglamentatsiya qilinadi. Elektr jihozlarini tezkor xizmatini korxonada maxsus elektrotexnik xizmat bo'linmalari orqali amalga oshiriladi.

#### 14.6. Yarim o'tkazgichlar

Solishtirma elektr qarshiligi metallarnikiga nisbatan katta, dielektriklarnikiga nisbatan kichik bo'lgan moddalar yarim o'tkazgichlar deyiladi. Yarim o'tkazgichning yadro bilan kuchsizroq bog'langan elektronlari tashqi temperatura, yorug'lik yoki elektr maydon ta'sirida yadrodan uzoqlashib, erkin elektronlarga aylanishi mumkin. Agar kristall holdagi yarim o'tkazgichga boshqa valentli element qo'shib, uning kovalent bog'lanishi buzilsa, masalan to'rt valentli germaniy kristaliga besh valentli surma kiritilsa, ikkala elementning to'rt juft valentli elektronlaridan kovalent bog'lanishlar hosil bo'lib, surmaning yadro bilan kuchsiz bog'langan beshinchi elektroni erkin holatga o'tadi. Natijada elektron o'tkazuvchanlik paydo bo'ladi. Biror elementga qo'shilganda erkin elektronlar hosil qiluvchi element, masalan, surma donor deyiladi, donor qo'shilgan element esa,  $n$  – tipli yarim o'tkazgich deyiladi (14. 4a-rasm).

Endi, masalan, germaniyga oz miqdorda uch valentli element – indiy kiritaylik. Indiyning har bir atomi o'zining tashqi elektronlari bilan, germaniyaning uchta qo'shni atomlari bilan mustahkam bog'lanadi. Germaniyaning to'rtinchi atomi bilan bog'lanish mustahkam bo'lmaydi, chunki indiyda to'rtinchi tashqi elektron yo'q (14.4. b-rasm). Shuning uchun kiritilgan indiyning har bir

atomi yarim o'tkazgichda bittadan teshik hosil qiladi. Natijada germaniy teshiklar bilan boyiydi.

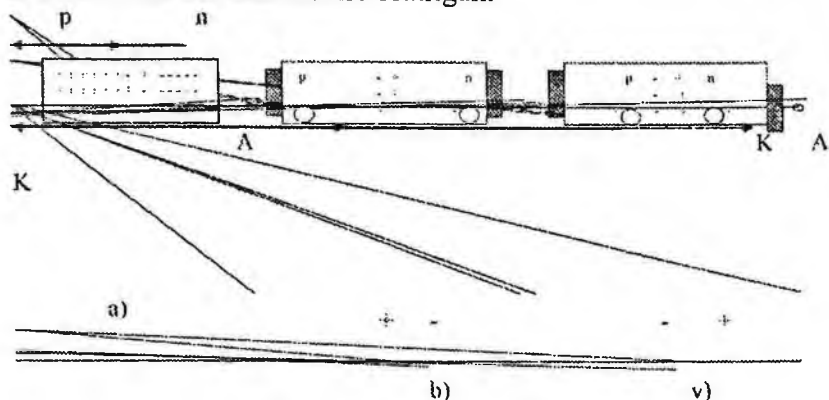


14. 4-rasın

Unda aralashmali teshikli o'tkazuvchanlik asosiy bo'lib qoladi. Biror elementga qo'shilganda teshik o'tkazuvchanligi hosil qiluvchi element, masalan indiy akseptor deyiladi, akseptor qo'shilgan element esa p – tipli yarim o'tkazgich deyiladi. Agar germaniy, kremniy, selen kabi yarim o'tkazgich kristalining bir tomoniga donorli, ikkinchi tomoniga akseptorli element kiritilsa ventil xususiyatiga ega bo'lgan p – n tipli yarim o'tkazgich hosil bo'ladi. Bunday yarim o'tkazgich tok manbaiga to'g'ri sxemada ulansa, p-n o'tish qarshiligi juda kichik, teskari ulanganida esa, juda katta bo'ladi. Yarim o'tkazgichning bu muhim xususiyatidan elektrotexnika, elektronika va avtomatikada keng foydalaniladi.

n- va p – tipli ikkita yarim o'tkazgichni, masalan, germaniy bilan kremniyni bir-biriga payvandlab hosil qilgan ikki elektrodli, ventil xususiyatli asbob yarim o'tkazgichli diod deyiladi. Bu elementlarning o'zaro birikkan qismida ro'y beradigan diffuziya hodisasi tufayli elektronlar n – tipli elementdan p – tipli element tomon, teshiklar esa p – tiplidan n – tipli tomon siljib, elektron va teshiklardan iborat yupqa qatlam hosil bo'ladi. Bu qatlam paydo bo'lishi bilan uning elektr maydoni ta'sirida diffuziya jarayoni o'z-o'zidan to'xtaydi. Shu sababli bunday qatlam berkituvchi qatlam

yoki p-n o'tish deb yuritiladi. 14. 5a-rasmda p-n qatlamning tuzilishi, 14. 5b-rasmda uning tok manbaiga to'g'ri, 14. 5v-rasmda esa teskari ulanish sxemasi ko'rsatilgan.



A – Anod; K – Katod.

14. 5-rasm.

Teskari ulanishda teshik va elektronlar tok manbaining turli qutblari tomon tortilishi sababli, to'siq juda katta qarshilikka ega bo'lib, undan o'tadigan tok juda kichik, to'g'ri ulanishda esa, aksincha bo'ladi. Demak, p-n qatlam bir tomonlama o'tkazish, ya'ni ventil xususiyatiga ega bo'ladi. Shu sababli yarim o'tkazgichli dioddan o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantirishda keng foydalaniladi.

Elektr signallarini o'zgartirish va kuchaytirish uchun xizmat qiladigan ikkita p-n qatlamli yarim o'tkazgichli diodlardan iborat asbob tranzistor deyiladi. Tranzistor asosan germaniy va uning qarama-qarshi tomonlariga payvandlangan indiy elementlaridan hosil qilinadi. 3a-rasmda p-n-p tipli tranzistorning tuzilishi, 3b-rasmda uning ulanish sxemasi va 3v-rasmda shartli belgisi ko'rsatilgan. Tranzistorning emitter va baza deb ataladigan elektrodleri, ya'ni p-n qatlamdan iborat birinchi diodi tok manbaiga to'g'ri, kollektor va baza elektrodleri orasidagi ikkinchi diodi esa, teskari sxemalarda ulanadi. Tranzistorning kirishiga berilgan signal uning chiqishidan bir necha ming marta kuchaytirib olinishi mumkin.

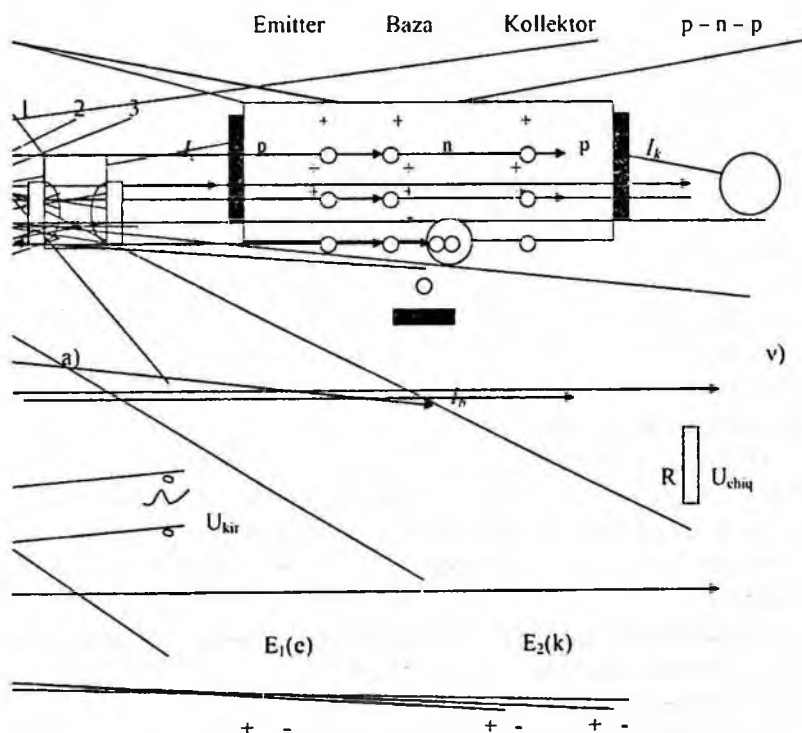
Hozirgi zamon texnikasida tranzistorlar nihoyatda keng qo'llaniladi. Ular ilmiy sohada, sanoatda va turmushda ishlatiladigan qurilmalarning ko'p elektr zanjirlarida elektron

lampalarning o'rnini bosadi. Bunday asboblarning ishlatilgan ixcham radiopriyemniklarni odamlar "tranzistorlar" deyishadi.

Yarim o'tkazgichli diodlar va triodlarning o'lchamlari juda kichik bo'lishi mumkin, ularni qizitish (cho'g'lantirish) kerak emas, tuzilishi sodda, mexanik jihatdan mustahkam, ishlash muddatlari uzoq. Shuning uchun elektron lampalar bilan muvaffaqiyatli bellasha oladi.

Yarim o'tkazgichlarning elektr qarshiligi temperaturaga ko'p darajada bog'liq. Yarim o'tkazgichlarning bu xossasidan temperaturani o'lchashda foydalaniladi. Bu asboblarning termistorlar yoki termorezistorlar deb ataladi.

Ko'pchilik termistorlar 170÷570 K gacha oraliqdagi temperaturani o'lchaydi. Biroq juda yuqori ( $\approx 1300$  K) temperaturalarni va juda past ( $\approx 4\text{--}80$  K) temperaturalarni o'lchaydigan termistorlar ham bor.



14. 6-rasm.

Termistorlar temperaturani olisdan turib o'lchashda, yong'inga qarshi signal berish qurilmalarida va boshqalarda qo'llaniladi.

Texnika va amaliyotda fotorezistorlar yoki fotoqarshiliklar keng qo'llaniladi. Fotorezistorlarning ixcham va yuqori darajada sezgir bo'lishi kuchsiz yorug'lik oqimlarini qayd qilish va o'lchashda ulardan fan va texnikaning turli sohalarida foydalanishga imkon beradi. Fotorezistorlar yordamida sirtlarning sifati aniqlanadi, buyumlarning o'lchamlari nazorat qilib turiladi va hokazo.

Elektron, ion va yarim o'tkazgichli asboblarning tuzilishi, ishlash prinsipi hamda ularning fan, sanoat va texnikaning turli yo'nalishlarida qo'llanilishi bilan shug'ullanadigan mustaqil soha elektronika deyiladi. Elektronika asbob-uskunalaridan texnologik jarayonlarni kompleks avtomatlashtirish, tovarlarni ishlab chiqarish jarayonlarini nazorat qilish, rostlash va boshqarishda keng va samarali foydalanilmoqda. Chunonchi, o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantirishda asosan yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar ishlatilmoqda. Elektron hisoblash texnikasining gurillab o'sishi, avtomatik boshqarish sistemalari (ABS) ning yaratilishi, yarim o'tkazgichlar texnologiyasi va texnikasining rivojlanishi, plyonkali integral mikrosxemalarning yaratilishi va qo'llanishi bilan uzviy bog'langan.

Yarim o'tkazgichli asboblarga elektron va ion asboblarga nisbatan quvvat isrofi kamligi, gabarit o'lchamlari va massasining kichik (ixcham)ligi, arzonligi, mexanik jihatdan pishiqligi, xizmat davrining kattaligi va ishga tushishining oddiyligi va qulayligi kabi afzalliklari tufayli keyingi yillarda radiotexnika, energetika, avtomatika, telemexanika va hisoblash texnikasining qator sohalarida keng qo'llanilmoqda.

Diod, tranzistor, rezistor, induktivlik, kondensator kabi jajji asboblarning maxsus texnologiya asosida plyonkaga bosilib, o'zaro birlashtirilishidan hosil bo'lgan sxemalar mikrosxemalar deyiladi. Bu sxemalarni yaratishda elektron – nur va lazer texnikasidan foydalaniladi. Murakkab elektrotexnik va elektron hisoblash mashinalarida bunday jajji asboblarga ming-minglab ishlatiladi. Shu sababli ularning ixcham va pishiq, ishlatishga qulay bo'lishi juda katta ahamiyatga egadir.

Har biri o'z vazifasiga (funksiyasiga) ega bo'lgan mikrosxemalar yig'indisidan iborat murakkab funksiyali sxema

integral sxema deyiladi. Hozirgi paytda integral sxemalar asosida turli-tuman og'ir va xavfli texnologik vazifalarni to'la-to'kis bajaruvchi robotlar yaratilgan va ularni takomillashtirish borasida katta ishlar olib borilmoqda.

**Nazorat savollari:**

1. Rezinalar haqida ma'lumot bering.
2. Shishalar haqida ma'lumot bering.
3. Sopol materiallar haqida ma'lumot bering.

## 15.1. Magnit materiallarning xossalari

Magnit materiallar - kuchsiz magnit maydonlarda magnitlanadigan va bu maydonlarning qiymatini jiddiy o'zgartiradigan materiallar. Tabiiy magnitlangan mineral — magnetit (magnit temirtosh) qadimdan ma'lum bo'lgan. Xitoyda 2 ming yillar ilgariyoq undan magnit kompasining mili (strelkasi) yasalgan. Magnetit — kuchsiz magnetik. XIX asrda X. K. Ersted, M. Faradey, E. X. Lens, elektr magnetizm qonunlarini ochishdi, B. S. Yakobi o'zgarmas tok mashinalarini, P. N. Yablochkov o'zgaruvchan tok generatori va transformatorini yaratishdi, M. O. Dolivo-Dobrovolskiy uch fazali tokni kashf etdi. Shundan so'ng ancha kuchli magnetik — temir amadda Magnit materiallar sifatida ishlatila boshladi. 1990-yildan elektrotexnikada temir silitsiyli po'lat, aloqa texnikasida temirnikelli qotishmalar keng tarqaldi. Ferromagnetizm nazariyasining taraqqiyoti yangidan-yangi Magnit materiallar ishlab chiqarishni ancha tezlashtirdi. 20-asr o'rtalarida oksid Magnit materiallar — ferritlar paydo bo'ldi. Magnitlanish va qayta magnitlanish xossalari qarang Magnit materiallar ferromagnetiklar, ferritlar, magnit jihatdan yumshoq va magnit jihatdan qattiq materiallarga bo'linadi. Magnit jihatdan yumshoq materiallarning boshlang'ich va maksimal magnit kirituvchanligi yuqori; to'yinish magnit induksiyasi — 0, 2 — 2, 4 T, koersitiv kuchi — 0, 5 — 10 A/m, solishtirma elektr qarshiligi 10~7 — 10~8 Om-m. Bularga molibden bilan legirlangan temir, temirnikelli qotishmalar, vanadiy qo'shilmali temir-kobaltli qotishmalar, temirnikel-kobaltli qotishmalar, marganes ruxli, nikelruxli ferritlar, elektrotexnika po'lati, shuningdek, magnit dielektriklar, magnitostriksion materiallar va boshqalar kiradi. Ulardan magnit o'tkazgichlar, drossellar, elektromagnit rele, transformator o'zaklari, ferritlardan magnit antennalar va boshqalar tayyorlanadi. Magnit jihatdan qattiq materiallarning koersitiv kuchi (5-YU3 — 1 ■ 105 A/m), qoldiq magnit induksiyasi (0, 2—1, 2 T) va magnit energiyasi (103—105 T A/m)ning kattaligi bilan farq qiladi. Bularga magnitli po'lat, temir-kobalt molibden volfram, temirnikel-aluminiy kobalt asosidagi qotishmalar, platina-kobalt, berilliyli, stronsiyli va kobaltli ferritlar, magnit jihatdan qattiq dielektriklar kiradi. Magnit jihatdan qattiq materiallardan, asosan,



o'lchash asboblari, mikrodvigatel va gisterezis elektr dvigatellarda, soat mexanizmlarida ishlatiladigan doimiy magnit tayyorlanadi.

Elektrotexnika po'latiga oltingururt bilan legirlangan temir asosidagi krtishmalar kiradi. Tarkibida 0, 1—0, 3% marganes ham bo'ladi. Bulardan elektr toki generatorlari, transformatorlar, elektr dvigatellar va boshqalar ishlab chiqariladi. Maxsus Magnit materiallarga termomagnit qotishmalar va magnitostriksion materiallar kiradi. Termomagnit qotishmalar temperatura ta'sirida asboblarning magnit tizimlarida magnit oqimlari o'zgarishlarini sezdirmaslik uchun ishlatiladi. Magnitostriksion materiallar yordamida elektromagnit energiya mexanik energiyaga aylantiriladi.

### **Yumshoq magnit materialning yadroviy xususiyatlari**

Quvvat va telekommunikatsiya texnologiyalari yuksalishi bilan yumshoq magnit yadrolari elektron kontaktlarning zanglashiga olib kelishida keng qo'llanila boshlanadi. Temir, kobalt, nikel ferromagnit elementlarning uch turini, magnit materiallarning asosiy qismlarini tashkil etadi. Asosiy komponentlarga ko'ra, magnit xususiyatlar, tizimli xususiyatlar mahsulot tasnifi: yadrolari: magnit yadro, shu jumladan temir yadrosi, aluminiy aluminiy yadrosi, yuqori oqimli oqim yadrosi (yuqori oqim, permalloy kukunli yadro (MPP) ferrite yadrosi

Nasos atrofidagi kamar: silikon po'lat, permalloy, amorf va nanokristalli qotishma.

### **Magnetiklarning hozirgi zamon sinflari haqida tushuncha**

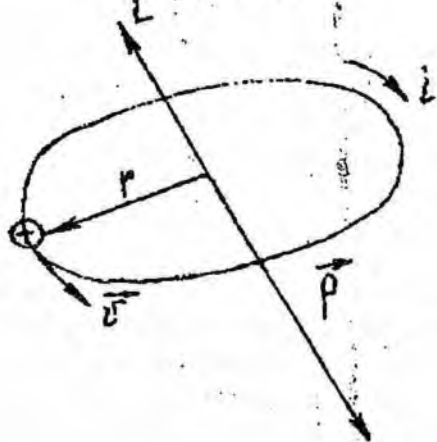
O'zining magnit xossasi jihatdan barcha moddalar yoki magnetiklarni ikki sinfga ajratish mumkin: magnit tartibsiz va magnit tartibli.

Magnit tartibsiz magnetiklarda qandaydir ichki o'zaro tasir, ya'ni mikroskopik magnit momentlar orientatsiyasiga olib keluvchi o'zaro ta'sir mavjud bo'lmaydi. Bunday magnetiklarda tashqi magnit maydon bo'lmaganda magnitlanish vektori hamma vaqt nolga teng bo'ladi va magnitlanish faqat tashqi magnit maydon ta'sirida ro'y beradi. Bu guruh, moddalarga izotrop tuzilishga ega bo'lgan moddalar, xususan suyuqlik va gazlar kiradi. Barcha magnit tartibsiz moddalar yana o'z navbatida diamagnetiklar va paramagnetiklarga bo'linadi.

Magnit tartibli magnetiklarga asosan kristall jismlar kiradi, anizotrop tuzilishga ega bo'lgan moddalar, ularda magnit tartibga olib keluvchi kuch kvant tabiatga ega bo'ladi, ularni almashuvchi kuchlar deyiladi, bu kuchlar tashqi magnit maydoni bo'lmaganda ham makroskopik magnit momentlarni u yoki bu darajada orientatsiyalaydi. Bunday moddalar noldan farq qiluvchi magnitlanishga ega bo'ladi, shu bilan birga juda katta qiymatga ega bo'ladi. Hozirgi kunda juda ko'p sondagi moddalar magnit tartibli holatga ega ekanligi aniqlandi (ferromagnitlar, antiferromagnitlar, kuchsiz ferromagnitlar, ferromagnetiklar va h.k. ).

**Diamagnetizm.** Atomdagi elektronlar orbitasi harakatda ishtirok etishi tufayli modda ichida murakkab mikroskopik toklar manzarasini hosil qiladi. Agar moddani tashqi magnit maydoniga joylashtirsak, bu harakat o'zgaradi. Keyinchalik ko'rsatadiki, elektronlarning orbital harakatining o'zgarishi tashqi magnit maydoniga qarama-qarshi bo'lgan magnit momenti  $R$  ga teng bo'lgan qo'shimcha tok  $I$  ning hosil bo'lishiga olib keladi (rasm 1) va quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$R = -ye^2 r^2 B/4m \quad (1)$$



15. 1-rasm

bu yerda  $ye$  va  $m$  elektron zaryadi va massasi,  $g$ - qo'shimcha tokning radiusi (indusirlangan) momentlarning yig'indisi barcha atomdagi elektronlar uchun

$$I_{dia} = -e^2 \Sigma g_i^2 V/4m \quad (2)$$

Yig'indisi  $\Sigma g_i^2$  ni  $\Sigma g_i^2 = n_0 g_{o'rt}^2$  deb olish mumkin. Bu yerda  $n_0$  – hajm birligidagi atomlar soni,  $g_{o'rt}^2$  – yatomdagi barcha orbitalar

bo'yicha o'rtalashtirilgan indusirlangan tokning radius-kvadrati. Shunday qilib:

$$I_{dia} = -e^2 n_0 g^2 \sigma_{\pi} V / 4m \quad (3)$$

Bu magnitlanish, ya'ni orbital elektronlarining tashqi magnit maydoni tufayli hosil bo'lgan qo'shimcha indusirlangan maydon tufayli hosil bo'ladi va diamagnetizm deyiladi. Agar indusirlangan diamagnit momentlar barcha atomdagi elektronlar tomonidan hosil qilinsa, ular maydonga qarshi bo'lsada, kompensatsiyalanmaydi, u vaqtda diamagnetizm barcha moddalarga xos bo'ladi. Bundan diamagnetizm atom va molekularning universal xossasi ekanligi kelib chiqadi.

Agar moddaning magnitlanishida diamagnetizm asosiy rol o'ynasa, bunday moddalarga diamagnetiklar deyiladi. Formula (3) diamagnetikning magnitlanish vektorini aniqlaydi.

Formula (3) va (10. 10) dan,  $ye^2 n_0 g^2 \mu_0 / 4m \ll 1$  ekanini hisobga olsak, diamagnetiklar uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$I = \chi N, \text{ bu yerda } \chi = e^2 n_0 g^2 \mu_0 / 4m \quad (4)$$

Barcha inert gazlar diamagnetik hisoblanadi, ba'zi bir suyuqliklar (masalan, uglekislotalar) va ba'zi bir qattiq jismlar (masalan, vismut) diamagnetik hisoblanadi.

### Diamagnetiklarning asosiy xossalari

Diamagnetiklarda magnitlanish vektori  $I$  magnit induksiya vektori  $V$  va maydon kuchlanganligi  $N$  vektoriga qarama-qarshidir, kattaligi jihatdan ularga proporsionaldir.

$$I = \chi N, \chi < 0$$

Diamagnetiklarning magnit qabul qiluvchanligi formula (13.4) dan ko'rinadiki, temperaturaga bog'liq emasdir.

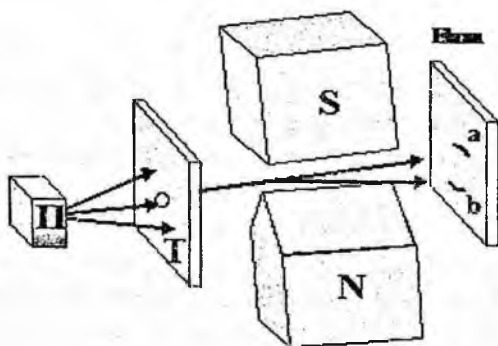
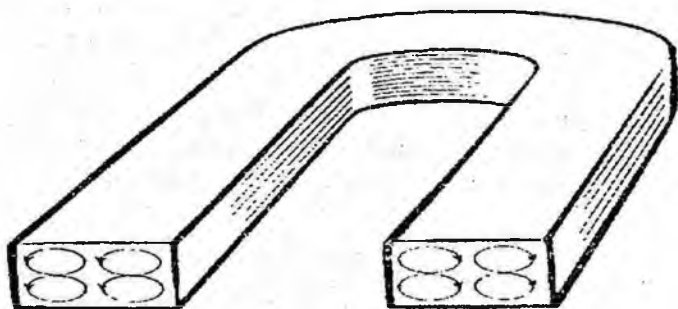
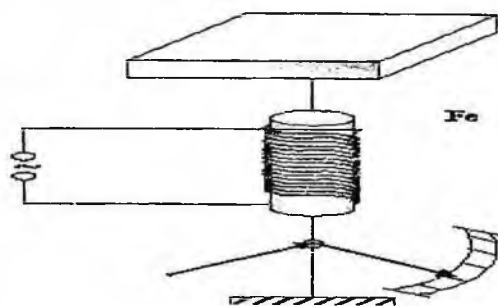
Diamagnetiklar kuchsiz magnetiklardir. Ularning magnit qabul qiluvchanligi kichik: odatda  $|\chi| \sim 10^{-5}$ ,  $\mu = 1 + \chi = 1$ .

**chizma** – Amper gipotezasi (ilmiy farazi): Modda molekularida elektronlarning orbita bo'ylab yadro atrofida harakati elementar tok hosil qiladi. Bu elementar toklar o'z magnit maydonini hosil qiladi.

**chizma** – Giromagnit yoki magnitomexanik hodisalarni tushuntirish uchun Eynshteyn -de Xaas va Barnett tajribalari;

**Diamagnetiklar** – manfiy  $\chi < 0$  qabul qiluvchanlikli va shunga ko'ra  $\mu < 1$  magnit singdiruvchanlikli moddalar.

Bularga: vodorod, suv, shisha, rux, kumush, oltin, mis, vismutlar kiradi. Diamagnetiklarda  $\kappa < 0$  bo'lganligi uchun (4) formuladan kelib chiqadi: qo'shimcha magnet maydon tashqi maydonga qarama-qarshi yo'naladi va natijaviy-magnet maydon biroz susayadi.



15. 2-rasm

**chizma** – Elektronlarning xususiy momenti mavjudligini isbotlovchi Shtern va Gerlax tajribalari;

Diamagnetik magnit maydonga kiritilsa, u eng katta kuchlanishli sohadan

itarilib chiqariladi va kuch chiziqlariga perpendikulyar joylashadi.

Diamagnetik atomlari tashqi magnit maydon bo'lmaganda xususiy magnit momentiga ega bo'lmaydi. Tashqi magnit maydon ta'sirida atomlar shu maydonga qarama-qarshi momentga ega bo'ladi. Tashqi magnit maydonning elementar tokka ta'siri **tokning magnit momenti** bilan aniqlanadi:

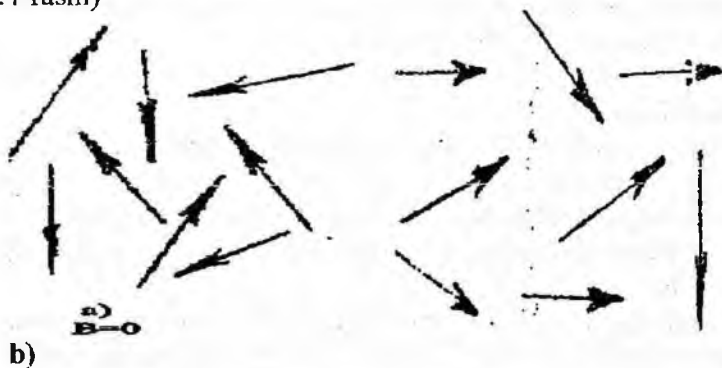
$$\vec{p}_m = iS\vec{n}, \quad [p_m] = A \cdot m^2, \quad (1)$$

bu yerda  $i$  – elementar tok kuchi,  $S$  – yuza,  $\vec{n}$  – normal vektori.  $\vec{p}_m$  vektor elementar tok yuzasiga perpendikulyar bo'ladi.

Tashqi magnit maydon yo'q bo'lsa, elementar toklar va ularning magnit maydonlari tartibsiz joylashadi. Bunday modda qo'shimcha magnit maydon hosil qilmaydi:

$$\sum \vec{p}_m = 0$$

**Paramagnetizm.** Endi magnit momenti  $R$  noldan farq qiladigan atom va molekullarni qaraymiz. Atomning magnit momenti elektronning orbital harakati tufayli hosil bo'ladigan orbital magnit momenti va elektronning xususiy mexanik momenti bilan bog'liq bo'lgan spin magnit momentidan iborat bo'ladi. Tashqi magnit maydoni bo'lmaganda barcha magnit momentlar teng yo'nalishga ega bo'ladi, shuning uchun atomlarning magnit momentlari xaotik va modda hajm birligida barcha yig'indi magnit moment nolga teng bo'ladi va modda magnitlanmagan bo'ladi (15.4-rasm)



15. 4-rasm  $V \neq 0$

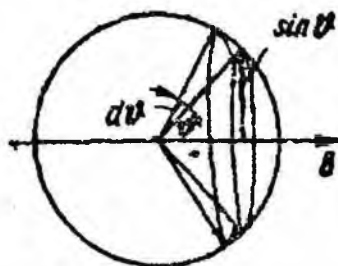
Tashqi magnit maydon bo'lgan holda magnit momentlari maydon bo'ylab yo'nalishi energetik jihatdan qulay bo'ladi. Mana shu maydon ta'sirida tartibli harakat bilan issiqlik harakati tufayli tartibsiz harakat magnit momentlarining muvozanat taqsimlanishiga (magnit induksiya bo'yicha) olib keladi. (rasm 2 b).

Modda hajm birligidagi atomlarning yig'indi magnit momenti quyidagiga teng bo'ladi.

$$I_{\text{para}} = \sum P_k / \Delta V \quad (5)$$

Bu holda magnitlanish noldan farq qiladi, ya'ni modda magnitlangan holatda bo'ladi. Atom magnit momentlarining tashqi maydonda orientatsiyasiga bog'liq bo'lgan magnitlanishning bu turiga paramagnetizm deyiladi.

**1-chizma** – Lanjeven tomonidan yaratilgan paramagnetizmning klassik nazariyasini tushuntirib berish uchun chizmalar;



15. 5-rasm

**Paramagnetiklar**– musbat qabul qiluvchanlikli va  $\mu > 1$  magnit singdiruvchanlikli moddalar.

Bularga: azot, kislorod, havo, ebonit, aluminiy, volfram, platinalar kiradi.

Paramagnetiklarda qo'shimcha magnit maydon tashqi maydon yo'nalishi bilan mos keladi,  $\chi > 0$  va **natijaviy magnit maydon biroz kuchayadi**. Paramagnetik magnit maydonga kiritilsa, u eng katta kuchlanishli sohaga tortiladi va kuch chiziqlari bo'ylab joylashadi.

Paramagnetik atomlari tashqi magnit maydon bo'lmaganda xususiy magnit momentiga ega va bu momentlar tartibsiz joylashadi. Tashqi magnit maydon bo'lganda magnit momentlari maydon bo'ylab birmuncha tartibli joylashadi.

Dia- va paramagnetiklarning magnit qabul qiluvchanligining absolyut qiymati juda kichik bo'lgani sababli ( $\chi \sim 10^{-4} \div 10^{-6}$ ), ularning magnit singdiruvchanligi birdan juda kam farqlanadi.

Dia- va paramagnetiklar **kuchsiz magnitli moddalar** deyiladi.

### Paramagnetizmning asosiy xossalari

Nazariya va tajriba ko'rsatadiki, uncha kuchli bo'lmagan maydonlarda paramagnitlarning magnitlanish vektori magnit maydon kuchlanganligiga proporsional va shu tomon bo'yicha yo'nalgan bo'ladi:

$$I = \chi N, \quad \chi > 0 \quad (6)$$

Nazariya va tajriba ko'rsatadiki, paramagnetiklarning magnit qabul qiluvchanligi taxminan absolyut temperaturaga proporsionaldir (Kyuri qonuni).

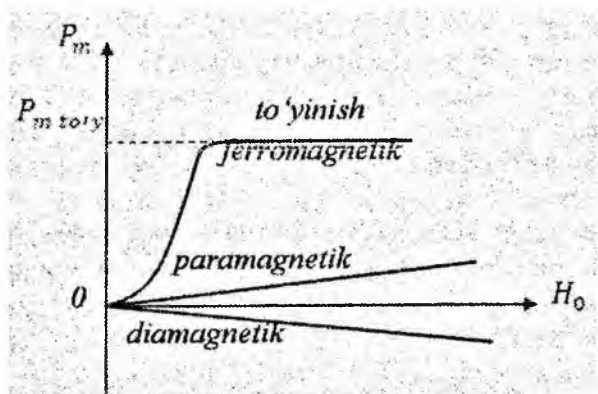
$$\chi \sim 1/T \quad (7)$$

Kyuri qonuninig ma'nosi quyidagicha: temperatura qancha yuqori bo'lsa, shuncha issiqlik harakatining ta'siri kuchli bo'ladi, demak, shuncha moddaning magnitlanishi berilgan maydonda kichik bo'ladi.

Paramagnetiklar ham diamagnetiklar kabi kuchsiz magnetiklar qatoriga kiradi.  $\chi \sim 10^{-4}$  va undan ham kam. Siyrak yer elementlarida, masalan, Godoliniyda magnit qabul qiluvchanlik yetarlicha katta:  $\sim 10^{-1}$

Paramagnetiklarga tartib nomeri toq bo'lgan elementlar kiradi, ularda atom magnit momentlari noldan farq qiadi. Ko'pgina metallar va suyuqliklar ham paramagnit xossaga ega bo'ladi.

Magnit maydon induksiyasi  $B$  ning tashqi magnit maydon kuchlanganligi  $H_0$  ga bog'liqligi.



## 15.2. Magnito yumshoq va magnito qattiq materiallar

Magnit chang yadrosi yumshoq magnit materialdan tayyorlangan ferromagnit kukun va izolyatsiyalash vositasi aralashmasidan tayyorlanadi. Ferromagnit zarralar juda kichik (0, 5 dan 5 mikrongacha bo'lgan yuqori chastota) bo'lgani uchun, shuningdek magnit bo'lmagan izolyator materiallar bilan ajralib turadi, shuning uchun bir tomondan modul yuqori frekanslarga mos keladi; Boshqa tomondan, zarralar Pastki o'tkazuvchanlik va doimiy magnit xususiyatlarga ega materiallarga olib keladigan bo'shliq ta'siri; va zarralarning kattaligi kichik bo'lgani uchun asosan teri fenomeni yuzaga kelmaydi, chastota o'zgarishlari bilan o'tkazuvchanlik yanada barqaror bo'ladi.

Odatda yuqori chastotali induktans uchun ishlatiladi.

Magnit chang yadrosining magnit xususiyatlari asosan chang materiallarining magnit o'tkazuvchanligiga, chang zarrachalarining hajmi va shakliga, ularning to'ldirish omiliga, izolyatsiya vositasining tarkibi, kondensator bosimiga va issiqlik ishlov berish jarayoniga bog'liq.

Keng tarqalgan bo'lib ishlatiladigan kukunli yadroli temir yadro, permalloy kukunli yadro va temir silikon aluminiy kukunlari uchta.

Effektli yadro o'tkazuvchanligi va induktans quyidagi tarzda hisoblanadi:  $m_k = DL / 4N^2S \times 10^9$

Bu yerda: D - o'rtacha yadro diametri (sm), L - induktans (ulush), N - burilish soni, S - samarali yadro maydoni (sm<sup>2</sup>).

Permalloy chang yadrosi.

Permalloy kukunli molibden permallin kukuni (MPP) va yuqori oqim yadrosi (yuqori oqim). Asosiy xususiyatlar: 7500Gs ning to'yingan magnit induksion zichligi qiymati; o'tkazuvchanlik oralig'i, 14 dan 550 gacha; eng kam yo'qotish bilan toza yadroda;

Yuqori haroratdagi stabillik, kosmik uskunalarda, tashqi makonlarda va boshqalarda keng qo'llaniladi; magnitlanish Kengayish koeffitsienti nolga yaqin, turli frekanslarda ishlaydigan shovqinsiz holga keltiriladi.

Yuqori sifatli faktorlarda 300kHz Q-filtri, induktiv quvvati sariq, rezonansli devor, LC-kontaktlarning yuqori temperaturali barqarorligi, keng tarqalgan ishlatiladigan induktans, kuch-faktor kompensatsion davri, Kerneldagi eng qimmat pudrali AC tizimida keng tarqalgan.



Yuqori oqimdagi HF 50% Ni va 50% Fe dan tayyorlangan. Asosiy xususiyatlar: 15000Gs ning to'yingan magnit o'qi zichligi qiymati; o'tkazuvchanlik oralig'i 14 dan 160 gacha; eng yuqori magnit oqi zichligiga ega chang yadroda, eng yuqori shaharlik yonish qobiliyati; kichik yadro hajmiga ega

Sendust aluminiy kukunli yadrosi 9% Al, 5% Si, 85% Fe kukunli tarkibidan iborat. Asosan muqobil temir kukunli yadro, temir kukunli yadro yo'qolishi 80% dan kamroq, 8kHz dan yuqori chastotalarda ishlatilishi mumkin; taxminan 1. 05T da to'yingan magnitlanish; 26 dan 125 gacha bo'lgan o'tkazuvchanlik; magnitostriktiv koeffitsient 0 ga yaqin, turli chastotalarda shovqinsiz ish; MPP ga qaraganda yuqori shaharlik pasayish; eng yaxshi narxlardagi ishlash.

Odatda AC indikatorlari, indikatorlar, chiziqli filtrlar, kuch quvvat omili tuzatish davri ishlatiladi. Ba'zan transformator yadrosi uchun havo bo'shlig'ining ferrit o'miga ishlatiladi.

#### Ferritlar xususiyatlari

Yumshoq ferrit  $Fe_2O_3$  asosidagi ferrous magnit oksidi, chang-metallurgiya mahsulotlarini ishlab chiqarish usuli hisoblanadi. Mn-Zn, Cu-Zn, Ni-Zn va boshqa toifalar, jumladan Mn-Zn ferrit ishlab chiqarish va eng katta miqdori, Mn-Zn ferriti 1 dan 10 gacha pastki qarshiligi Om metr, odatda 100kHz dan foydalanish chastotasi ostida. Cu-Zn va Ni-Zn ferritlarning qarshiligi 102 dan 104 om-m ga teng, va 100 kHz dan 10 MGts chastotada radio chastotasi yo'qotilishi kichik bo'lib, asosan radioto'liqlik antennalar va radiochastota oraliq transformatorlarida ishlatiladi. Yadro shaklida E, I, U, EC, ETD, kvadrat (RM, EP, PQ), pot shakllari (PC, RS, DS) va yumaloq shakli mavjud. Dasturda juda qulay. Yumshoq ferrit nikeldan foydalanmasa va boshqa tanqis moddalar ham yuqori darajada o'tkazuvchanlikka ega bo'lsa, chang metallurgiya usuli ommaviy ishlab chiqarishga, arzon narxga, shuningdek, sintirlash qobiliyatiga ega bo'lganligi sababli, stressga nisbatan sezgir emas. Stabillik xususiyatlarining o'zgarish chastotasi bilan magnit o'tkazuvchanlik, quyidagi 150 kHz da o'zgarishsiz qoldi. Yumshoq ferrit kelib chiqishi bilan magnit yadrolarni ishlab chiqarish sezilarli darajada kamaydi va magnit yadrolari dastlab yumshoq magnit ferritlar bilan almashtirilgan joylarning ko'pchiligi.

Ferrite ishlab chiqaruvchilari uyda va chet eilarda juda ko'p ishlaydi, bu yerda faqat Amerika Qo'shma Shtatlaridagi Magnetis

kompaniyasi Mn-Zn ferriti dasturini joriy qilish uchun namuna sifatida. Uchta asosiy materiallarga bo'linadi: telekommunikatsiya asosiy materiallari, keng polosali va EMI materiallari, energiya materiallari. 750 dan 2300 gacha ferrit o'tkazuvchanligi bor telekommunikatsiya, past koeffitsienti, yuqori sifatli faktor, harorat / vaqt bilan doimiy o'tkazuvchanlik.

Har bir 10 yilda taxminan 3% dan 4% gacha bo'lgan ishda eng sekin pasayish mumkin. Yuqori Q-filtrlarida keng qo'llaniladigan, filtrlarni sozlash, sarflagichlarni, impedansga mos keluvchi transformatorlar, yaqinlik sensorlaridir. Keng polosali ferrit odatda 5000, 10000, 15000 bo'lgan yuqori o'tkazuvchanlik ferriti, magnit o'tkazuvchanlik deyiladi. Uning xarakteristikalari past koeffitsienti, yuqori o'tkazuvchanlik, yuqori impedans / chastota xususiyatlari. Keng tarqalgan filtrlar, saturable induktors, oqim transformatorlari, tuproq qochqinlari himoyasi, izolyatsiya transformatorlari, signal va impuls trafollari, keng tarmoqli transformatorlar va EMI uchun juda ko'p qo'llaniladi. Quvvatli ferrit 4000 ~ 5000Gs yuqori doygunlikdagi magnit oqi zichligiga ega. Bundan tashqari, past yo'qotish / chastota aloqasi va pastki yo'qotish / harorat munosabatlari mavjud. Boshqacha qilib aytganda, chastotaning oshishi bilan, yo'qotish juda ozayadi; harorat oshishi bilan, yo'qotish juda kam o'zgaradi. Quvvatli bo'g'inlar, parallel filtrlar, kuchlanish transformatorlarini almashtirish, kuchlanish induktorlarini almashtirish, kuch-quvvat faktorini tuzatish davri keng qo'llaniladi.

Qattiq magnit materiallar Qattiq magnit materiallar tarkibi, holati va olinish ussulariga ko'ra quyidagicha tasniflanadi: 1) legirlangan martensit po'latlari; 2) quyma qattiq magnit qotishmalari; 3) kukunlardan tayyorlangan magnit; 4) qattiq magnitli ferritlar; 5) egiluvchan qotishmalar va magnit tasmalari. Qutblar orasida havo bo'shlig'i mavjud bo'lganida energiyaning bir qismi magnit material hajmidan tashqaridagi maydon bilan bog'liq bo'ladi. Mazkur energiyaning qiymati bo'shliqning uzunligiga bog'liq. Po'lat tarkibiga volfram yoki xrom kabi metallar kiritilsa, martensit tuzilishli material hosil bo'ladi. Bunda po'latning doimiy magnit eskirish jarayoni susayadi. Volframli po'lat tarkibida 0, 6% C, 5-6% W, xromli po'lat tarkibida esa 1% C, !, %-3% Cr bo'lib, ularning xossalari uglerodli po'latnikiga nisbatan ancha yaxshilangan.

### 15.3. Elektromagnit nurlanish

Nurlanish — erkin elektromagnit maydon hosil bo'lish jarayoni. Erkin, ya'ni nurlangan elektromagnit maydonning o'zi «Nurlanish» termini bilan ataladi;

Radio diapazondagi elektromagnit to'lqinlarning g'alayonlanishi va fazoda tarqalishi. Bunda o'zga-ruvchan tok yoki zaryadlar energiyasi fazoda tarqalayotgan elektromagnit to'lqinlar energiyasiga aylanadi (qarang Radioto'lqinlar);

tabiiy sharoitda tirik organizmga infraqizil, ko'rinadigan va ultrabinafsha nurlarning biologik ta'siri. Tirik organizm kosmik nurlar va ion nurlari bilan ham nurlanadi. Davolash maqsadida tirik organizm ultrabinafsha, ultrayukrri chastotali nurlar bilan sun'iy nurlantiriladi. Nurlanishning total (to'la), lokal (qisman), tez (qisqa vaqt ichida), xronik (uzoq vaqt davomida), tashqi, ichki va boshqa xillari mavjud. Nurlarning biologik ta'siri nurlanish dozasi, xili, energiyasi va organizmning fiziologik holatiga bog'liq.

Nurlanish dozalari — nurlarning biror muhitga ta'sirini belgilovchi miqdorlar. Bir necha turlari mavjud. Yutilgan doza — nurlanayotgan muhitning massa birligiga yutiladigan nurlanish energiyasi; ionlashtiruvchi nurlar (rentgen 7-nurlar, a - va r - zarralar, neytronlar, kosmik nurlar va h. k. )ning muhitda yutilgan dozalari radlarda ifodalanadi. Nurlantirish dozasi — nurlanish miqdorini ifodalaydigan va havoning tonlanishi bilan o'lchanadigan miqdor, rentgen va u-nurlari rentgenlarda, boshqa ionlashtiruvchi nurlar esaberlarda ifodalanadi. Biologik doza — nurlarning organizmga biologik ta'sirini ifodalovchi miqdor; ber (rentgenning biologik ekvivalen-ti)larda o'lchanadi. Integral doza— nurlanayotgan hajm bo'yicha to'la yutilgan ionlashtiruvchi nurlarning umumiy dozasi; gramm-rentgen yoki gramm-radlarda o'lchanadi. Vaqt birligidagi nurlanish doza quvvati deyiladi. Ba'zi nurlanish dozalarining qiymatlari: tabiiy fon (kosmik nurlar, muhit va odamni o'rab olgan radioaktivlik)ning nurlanish dozasi 0, 1 ber/yil; nur kasalligiga olib kela-digan nurlanish dozasi — 400 — 500 ber; terapiyada qo'llaniladigan nurlanish dozasi 10000 ber gacha (yana q. Dozimetrax asboblari, Dozimetriya, Dozimetriya nazorati)

Magnitlar ko'p turlarga ega va odatda ular doimiy, vaqtinchalik va elektromagnit magnitlangan deb tasniflanadi. Doimiy magnitlar magnit xususiyatlarini uzoq vaqt saqlab

turishadi, vaqtinchalik magnitlar magnit xususiyatlarini tezroq yo'qotadi. Boshqa tomondan, elektromagnitlar elektrdan foydalanadigan elektromagnitlardir. Uning kuchi orqali ruxsat etilgan oqimga ko'ra o'zgarishi mumkin. Magnit temir o'z ichiga olgan narsalarni jalb qilish uchun magnit maydonga ega. Misol uchun, magnitni o'zlashtirgan ba'zi moddalar temir, nikel va po'latdir. Magnitlar mexanik sanoat, uy jihozlaridan o'yinchoqlarga qadar turli maqsadlar uchun ishlatiladi.

Miknatusin qanday ishlashini bilish, magnit maydon dinamikasini topish demakdir. Magnit atrofidagi joy magnit maydon sifatida ma'lum bo'lgan magnit kuch bilan ishg'ol qilinadi. Agar magnit magnit maydonga joylashtirilsa, magnit kuch magnit kuch tomonidan ta'sirlanadi.

#### 15.4. Ferromagnit, diomagnit va paramagnitlar

**Ferromagnetizm** - ba'zi kristall moddalarning magnit jihati-dan tartiblashgan holati. Bunda barcha atomlarning magnit momentlari parallel yo'nalishda joylashadi. Magnit momentlarining bunday joylashishi Kyuri nuqtasi deb ataladigan kritik tradan pastda yuz beradi. Atom magnit momentlarining ferromagnit tartibi yuz beradigan moddalar f ye r romagneti kl ar deb ataladi. Ferromagnetiklarning magnit qabul qiluvchanligi musbat va 104 ~ 105 qiymatlargacha yetadi. Ularning magnitlanganligi va magnit induksiyasi magnit maydon kuchlanganligi Nga nochizig'iy bog'langan hamda  $N \sim 103$  A/m qiymatlarda to'yinishga erishadi. Ferromagnetiklarning magnitlanganligi tashqi maydon yo'qolganidan keyin ham saqlanib qoladi. Kimyoviy elementlardan G'e, Co, Ni, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm ferromagnetikdir. Materiallarning ferromagnetik xususiyatlaridan radiotexnik va elektrotexnik qurilmalar (mas, transformatorlar, axborotni yozishning magnit vositalari va boshqalar)da keng foydalaniladi.

Ba'zi moddalar tashqi maydonni zaiflashtirsa, boshqalar uni zo'raytiradi. Maydonni zaiflashtiruvchi moddalar **diamagnit** moddalar, zo'raytiruvchi moddalar esa **paramagnit** moddalar deyiladi, yoki qisqa qilib diamagnetiklar va paramagnetiklar deyiladi. Paramagnetiklar ichida tashqi maydonni juda ham zo'raytirib yuboradigan moddalar guruhsi keskin ajralib turadi. Bu moddalar **ferromagnetiklar** deyiladi. Moddalarning ko'pchiligi diamagnetiklarga kiradi. Diamagnetiklarga masalan, fosfor, oltingugurt,

surma, uglerod singari elementlar, ko'pchilik metallar (vismut, simob, oltin, kumush, mis va boshqalar) kiradi. Ma'lum bo'lishicha, ba'zi moddalar tashqi maydonni zaiflashtirsa, boshqalari uni zo'raytirar ekan. Maydonni zaiflashtiruvchi moddalar **diamagnet** moddalar, zo'raytiruvchi moddalar esa **paramagnet** moddalar deyiladi, yoki qisqa qilib, **diamagnitliklar** va **paramagnetiklar** deyiladi. Paramagnitliklar ichida tashqi maydonni juda ham zo'raytirib yuboradigan moddalar guruhi keskin ajralib turadi. Bu moddalar **ferromagnitliklar** deyiladi.

Ma'lum bo'lishicha, ba'zi moddalar tashqi maydonni zaiflashtirsa, boshqalari uni zo'raytirar ekan. Maydonni zaiflashtiruvchi moddalar **diamagnet** moddalar, zo'raytiruvchi moddalar esa **paramagnet** moddalar deyiladi, yoki qisqa qilib, **diamagnitliklar** va **paramagnetiklar** deyiladi. Paramagnitliklar ichida tashqi maydonni juda ham zo'raytirib yuboradigan moddalar guruhi keskin ajralib turadi. Bu moddalar **ferromagnitliklar** deyiladi.

Moddalarning ko'pchiligi diamagnitliklarga kiradi. Diamagnitliklarga, masalan, fosfor, oltingugurt, surma, uglerod singari elementlar, ko'pchilik metallar (vismut, simob, oltin, kumush, mis va boshqalar), ko'pchilik ximiyaviy birikmalar (juladan, suv va deyarli barcha organik birikmalar) kiradi. Paramagnitliklarga ba'zi gazlar (kislород, azod) va metallar (aluminium, volfram, platina, ishqor va ishqoriy yor metallari) kiradi.

Ferromagnitliklar guruhi anchagina kam sonli, unga temir, nikel, kobalt, gadolinii va disprozii shuningdek, bu metallarning ba'zi qotishmalari va oksidlari hamda marganes va xromning ba'zi qotishmalari kiradi.

Dia- para – va ferromagnetizmning fizikaviy sabablarini aniqlaylik. Har qanday moddaning atomlari va molekularida aylanma toklar, elektronlarning yadro atrofidagi orbitalar bo'ylab harakatida hosil bo'ladigan – **orbital toklar** bo'ladi. Har bir orbital tokka **orbital magniti** deb ataladigan ma'lum magnit momenti mos keladi. Bundan tashqari, elektronlarning **xususiy** yoki **spin magnit momenti** ham bo'ladi. Shuningdek, atom yadrosining ham xususiy magnit momenti boladi.

## Savollar:

1. Quyidagi magnitlarning qaysi biri magnet maydonini susaytiradi

- A) Ferromagnit
- B) Diomagnitliklar
- C) Paramagnetiklar

2. Magnetiklar nechta turga bo'linadi

- A) 6
- B) 4
- C) 3

3. Tok oqayotgan induktiv g'altakkka kiritiladigan ferromagnit o'zak qanday vazifani bajaradi?

- A) Elektr maydonini susaytiradi
- B) Magnit maydonini susaytiradi
- C) Elektr maydonini kuchaytiradi
- D) Magnit maydonini kuchaytiradi

4. To'rtta bir xil g'altak doimiy tok zanjiriga ketma-ket ulangan. Birinchi g'altak o'zaksiz, ikkinchi g'altakning o'zagi temirdan, uchunchisidiki alyumeniydan, to'rtinchisidiki misdan yasalgan bo'lsa, qaysi bir g'altakning magnit oqimi eng katta? (alyumeniy paramagnit, mis-diomagnit)

- A) 4
- B) 2
- C) 3
- D) 1
- E) hamma g'altaklarda bir xil

5. Kyuri haroratida qanday jarayon sodir bo'ladi?

A) Gaz (bug') va suyuqlik zichliklari orasidagi farqni yo'qotadi.

B) Moddaning qattiq, suyuq va bug' holatlari muvozanatda bo'ladi.

C) Moddaning ferromagnit xossalari yo'qoladi.

D) Gazning ionlashish jarayoni boshlanadi.

6. Nikelning malum kesimidan o'tuvchi magnet oqimi magnit kirituvchanligi 672 bo'lgan po'latning xuddi shunday kesimidan o'tuvchi magnit oqimidan 2 marta kam bo'lishi malum bo'lsa, nikelning magnit kirituvchanligini toping.

- A) 280
- B) 336
- C) 672
- D) 1344

7. Magnit tushunchasiga ta'rif bering?
8. Magnit materiallardan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
9. Haroratning o'zgarishi materiallardagi magnit xususiyatlarga qanday ta'sir ko'rsatadi?
10. Yumshoq magnit materiallarga misollar keltiring?
11. Qattiq magnit materiallar qanday xususiyatga ega?
12. Nurlanish deb nimaga aytiladi?
13. Nurlanish dozalari deganda nima tushuniladi?
14. Ferromagnitlarning asosiy xususiyatlari?
15. Diomagnitlar qanday xususiyatga ega?
16. Ferromagnetiklarga misollar keltiring?
17. Paromagnit tushunchasi qachon yuzaga keladi?
18. Orbital toklar qanday yuzaga keladi?
19. Radiotexnikada magnitlardan qanday maqsadda foydalaniladi?
20. Magnit maydon qachon yuzaga keladi?

## 16-BOB. NOMETALL MATERIALLAR TASNIFI. POLIMER MATERIALLAR

Mavjud konstruksion materiallar zapasini hosil qilish uchun birinchidan, ularni tejab ishlatish, strukturaning xossalarga ta'sirini oshirish talab qilinsa, ikkinchidan, yangi xom ashyo turlarini izlab topish hamda ularning asosida konstruksion materiallar ichida eng muhimlari ishlab chiqarish talabi qo'yilmoqda. Ana shunday materiallar ichida eng muhimlari plastmassalar, rezinalar, sellyuloza asosidagi materiallar, sopol va kompozision materiallardir. Metall, polimer va sopol asosidagi kompozision materiallar kelajakda texnikaning rivojlanishish belgilaydigan materiallardir. Hozirning o'zida bu materiallar texnikadagi muhim muammolarni echishga yordam bermoqda, ularga bo'lgan ehtiyoj borgan sari ortib bermoqda.

### 16.1. Polimerlar va ularning turlari

Keyingi vaqtda materiallarga bo'lgan ehtiyojlarni qondirish uchun materiallarni sun'iy ravishda ishlab chiqarish kashf qilindi. Yog'och, charm, jun, ipak, hyna, kauchuk kabi materiallarning o'rni bo'la oladigan sun'iy materiallar ishlab chiqarila boshlandi. Ular uchun neft mahsulotlari va gazni qayta ishlash natijasida olinadigan qo'shimcha mahsulotlari va gazni qayta ishlash natijasida olinadigan qo'shimcha mahsulotlar xom ashyo bo'lib xizmat qiladi. Materiallar kelib chiqishiga qarab tabiiy va sun'iy materiallarga bo'linadi.

Sodda kimyoviy birikmalar yoki aloxida elementlardan murakkab bitikmalarning hosil bo'lish jarayoniga sintez deb ataladi. Sintetik polimerlar murakkab jism bo'lib, ularni hosil qilish tabiiy polimerlarning molekulyar tuzilishi va uni hosil qiluvchi elementlarning reaksiyaga kirishish xususiyatlarini chuqur bilishga asoslangan. Sun'iy polimerlar tabiiy polimerlarni modifikasiyalash usuli bilan ham olinadi. Masalan, sellyulozani nitratlash usuli bilan sun'iy polimer-nitrosellyuloza olinadi. Polimer materiallari temperatura ostida uz xossalarni o'zgartiradi. Ana shu xusuiyatga ko'ra polimerlar termoreaktiv termoplastik polimerlarga bo'linadi.

Termoreaktiv polimerlar qattiq holatda yuqori temperaturagacha qizdirilganda suyuqlanmaydigan va xech qanday suyuqlikda erimaydigan bo'lib qoladi. Boshqacha qilib aytganda, yuqori



temperaturada bunday polimerlar suyuqlanmasdan yonib ketadi, ya'ni qayta ishlanmaydi. Temo plastiktolemirlarni esa bir necha martalab qayta qizdirish va suyuq holda qayta ishlash mumkun.

Polimerlarning kimyoviy tuzilishi uning xossalarini tula ifodalamaydi. Uning xossalari malekulalarning fazoda joylashish tartibiga ham bog'liq.

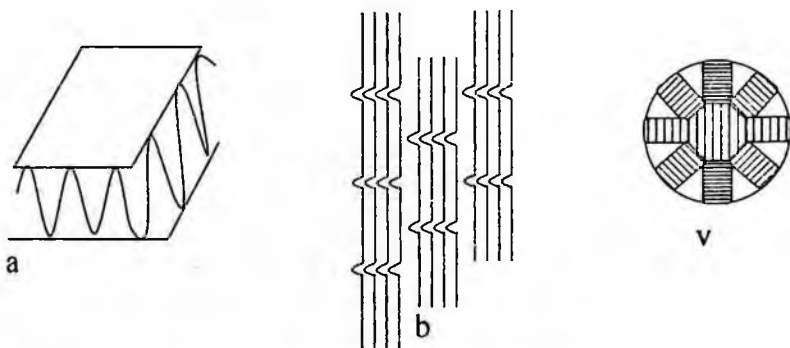
Hozirgi paytda molekularning taxlanish shakli va uni xossalaringa tasiri o'rganilgan. Molekularning taxlanish xusiyatiga qarab ham turlarga bo'lish mumkin. Masalan, kristalanadigan va kristallamaydigan polimerlar. Bitta polimerning o'zida kristallanish darajasi har xil bo'lishi mumkin. Bir-birlariga yaqin joylashgan polimer molekulari o'zaro itariladi va tortishgish kuchiga ega. Ana shu kuchlarning ma'lum nisbatida molekularning ma'lum shaklda taxlanishi (molekulyar qatlam), ya'ni struktura vujudga keladi. Polimer molekulari juda uzun va elastik bo'lgani uchun bu kuch molekula hajmi bo'yicha har xil bo'ladi, ya'ni makromolekularning tuzilishida tartiblangan va tartibsiz qism vujudga keladi. Bu esa o'z navbatida ichki energiyaning kamayishiga olib keladi. Tartibli qismlarning barqarorligi asosan temperaturaga bog'liq, ularni yo'qolib yana boshqatdan vujudga kelishi mumkin. Polimer tuzilishidagi bunday tartibli hajmlar eng sodda shakldagi struktura tuzilishidir. Molekulari tartibsiz joylashgan polimer strukturasida tartibli tuzilishlarning vujudga kelishi, kristall markazlari vazifasini o'taydi. Yaqin tartibdagi tuzilishlar birikishib, katta (murakkab) tartibdagi tuzilishlarni vujudga keltiradi. Har xil shaklga ega bo'lgan tuzilishlar doimo paydo bo'lib turadi. Kristall strukturaning fazoda har tarafga qarab erkin o'sishi sferolitlarni vujudga keltiradi. Oldiniga to'g'ri geometrik shakldagi sferolitlar sonning ko'payishi ularning bir-birini o'sishiga halaqit berib, ko'p qirrali shaklga aylanadi. Kristall tuzilishlardagi ko'pchilik nuqsonlar sferolitlarda ham bo'lishi mumkin. Sferolitga kirgan makromolekularning bir qismi tartibga solinmagan ham bo'lishi mumkin. Sferolitlarning o'zi o'zaro oraliq molekular yoki ularning to'dasi bilan bog'langan bo'ladi. Shuning uchun elastik molekulari polimerlar to'la kristallana olmaydi. Bunday polimerlar amorf – kristall polimerlar deb ataladi. Polimerlardagi kristall tuzilishlarning ba'zi bir shakli 16.1- rasmda keltirilgan.

Polimerlar to'rtta fizik holatda bo'lishi mumkin: kristall, shishasimon, yuqori elastik va qovushoq oquvchan holatlar.

Polimerlarning suyuq holatdan qattiq holatga o'tishi ikkita tartibda sodir bo'ladi: kristallanish va shishaga o'xshab qotish.

Polimerlarda kristallanish ( $T_{kr}$ ) ma'lum temperaturada ro'y beradi. Polimer sovitilganda shishasimon qotish ro'y beradi. Bu ma'lum kichik bir temperatura oralig'ida ( $10 - 20^{\circ}C$ ) polimerning yana suyuq holatga qaytish holatidir. Bu temperatura polimerning shishasimon holatga o'tish temperaturasi ( $T_{sh}$ ) deyiladi.

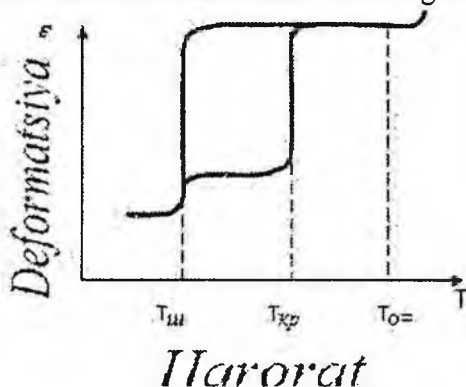
Temperatura  $T$  dan kichik bo'lsa, boshlang'ich tartibdagi segmentlar temperaturasi kamayadi va mo'rtlik temperaturasi ( $m$ ) ga yetganda polimer materiali yemiriladi, bu qattiq jismning mo'rt yemirilishiga o'xshash bo'ladi. Temperatura  $T$  dan katta bo'lsa, tartibli segmentlarning harakati ham oshadi makromolekulalarning tartiblanishi ham ortadi.  $T > T_{sh}$  da elastik makromolekulalarning cho'ziq holatidan ko'ra o'ralgan holati energetik jihatdan qulaydir. Shuning uchun bunday polimerlarga tashqi kuch ta'sir ettirilsa, o'ralgan molekulalar to'g'rilanadi (katta deformatsiya ro'y beradi), tashqi kuch olinganda, makromolekula yana avvalgi o'ralgan holatiga qaytadi (deformatsiyaning qaytishi ro'y beradi).



**16. 1-rasm. Polimer kristall strukturaning hosil bo'lish sxemasi:**  
**a – plastinkali monoqristall; b – tugunli kristall (fibrilla); v – sferolit.**

Polimerlarning kuch ta'sirida elastik deformatsiyalanishi uning yuqori elastik holati deyiladi. Temperatura oquvchanlik chegarasiga ( $T_{oq}$ ) yetganda tashqi kuch ta'siri olinsa, deformatsiya qaytish xususiyatini butunlay yo'qotadi. Bunday holatni polimerning yuqori oquvchan holati deb ataladi.

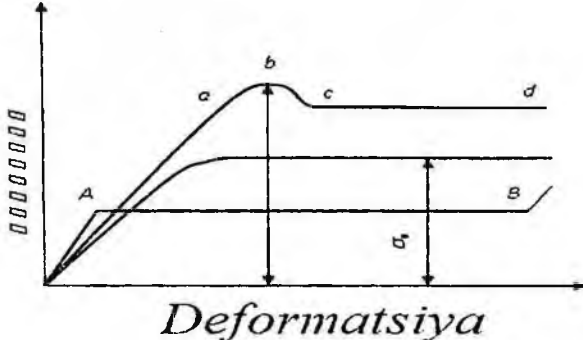
Polimerlarning  $T_h$ ,  $T_{g'rs}$ ,  $T_{oq}$  temperaturalarini aniqlashda termomexanik usul qo'llaniladi (16.2-rasm). Polimer makromolekulalari atomlari makromolekular orasidagi bog'lanishga qarab



16.2-rasm

mustahkam va deformatsiyalanadigan bo'ladi. Bu xususiyat elastomerlarda yaqqol namoyon bo'ladi. Shishasimon strukturaga ega bo'lgan polimerlar ma'lum temperatura oralig'ida yemirilmasdan kuchli deformatsiyalanadi. Bunday deformatsiya yuqori elastiklikka yaqin bo'lgani uchun majburiy-elastik deb ataladi (16.3-rasm). Shishasimon strukturali polimerlardagi majburiy-elastiklik xususiyatini  $\sigma$ - $\epsilon$  egri chizig'idagi deformatsiya o'qiga parallel bo'lgan Sd oraliq ifodalaydi. Polimerlardagi yuqori elastik deformatsiyani ifodalovchi kuchlanishni majburiy-elastiklik chegarasi belgilaydi ( $\sigma_c$ ). Ba'zi Shishasimon strukturaga ega bo'lgan polimerlarda kuchlanish ma'lum miqdorga yetganda ko'ndalang kesim kichrayadi, "bo'yincha" hosil bo'ladi. Namunaning keyingi cho'zilishi ana shu bo'yincha atrofidagi qismlarning ko'ndalang kesimini kamayishi hisobiga sodir bo'ladi.

Kristall strukturaga ega bo'lgan polimerlarni cho'zishda ham bo'yincha hosil bo'ladi. Bu holda  $\delta$ - $\xi$  diagramma siniq egri chiziqlardan iborat bo'lib, egri chiziq uch qismga bo'linadi (16.3-rasmdagi 3-egri chiziq). Shishasimon strukturali polimerning cho'zilish chizig'idagi Sd oraliq makromolekulalarning konformasiyasi o'zgarishini ifodalasa, kristall tuzilishdagi polimerlarning cho'zilish diagrammasidagi AV (3-egri chiziq) oraliq esa kristall tuzilishdagi yo'nalishlarning o'zgarishini ifodalaydi.



16. 3-rasm. Shishasimon (yuqori va pastdagi) hamda kristall strukturali (oʻrtadagi) polimerlarning “deformatsiya- kuchlanish” grafigi.

Polimer materiallari uchun yemirilish sodir boʻladigan kuchlanish qiymati kuch taʼsir etish vaqtiga bogʻliq boʻladi. Kuch qoʻyilgan vaqtdan boshlab, yemirilish sodir boʻlguncha ketgan vaqt polimerning ishlash muddati deb ataladi. Polimerning ishlash muddati ( $\tau$ ) bilan yemirilish kuchlanishi ( $\delta$ ) orasidagi bogʻlanish quyidagicha ifodalanadi:

$$\tau = \tau_0 e^{(U_0 - \gamma\sigma)RT}$$

Bu erda  $\tau_0$ ,  $U_0$ ,  $\gamma$  oʻzgarmas qiymat boʻlib, polimerning mustahkamligini ifodalaydi;  $R$  – koeffitsient,  $T$  – temperatura.

Tenglamadagi  $U_0$  boshlangʻich aktivlanish pogʻonasini,  $\gamma$  materialning struktura sezgirligini ifodalaydi. Demak, yuqoridagi tenglamaga muvofiq polimer materiallarning mustahkamligi temperaturasiga bogʻliq boʻlib, vaqt birligi ichida oʻzgarishi mumkin ekan.

Polimerlarni qayta ishlash natijasida vujudga kelgan strukturasi ularning mustahkamligiga taʼsir koʻrsatadi. Makromolekulalar yoʻnalishini tartibga solish usuli bilan polimerlarning mustahkamligini boshqarish keng qoʻllaniladi. Bunda polimer anizotropik xossalarga ega boʻlishi kerak. Ana shu maqsadlar uchun choʻzish yoʻnalishi tanlanadi, yoʻnaltirilgan molekulalar boʻyicha choʻzishga qarshiligi oshadi, nisbiy choʻzilish qiymati kamayadi. Tolasimon tuzilishga ega boʻlgan yuqori mustahkam polimerlarni mustahkamlik chegarasi 5 – 6 GPa ga etadi.

Polimer materiallarning muhim xususiyatlaridan biri relaksatsiyalanishidir. Agar polimer choʻzib deformatsiyalangan va shu

holda mahkamlab qo'yilgan bo'lsa, strukturadagi segmentlar (zvenolar)ning qayta taqsimlanishi natijasida yuqori elastik deformatsiya ro'y beradi. Bunday hol o'z navbatida avvalgi kuchlanish darajasini pasaytiradi, relaksasiya hodisasi ro'y beradi. Vaqt birligi ichida avvalgi kuchlanish qiymatining  $n$  marta kamayishiga relaksasiya vaqti deb ataladi. Polimerlarning tuzilishi va tashqi sharoitga qarab relaksasiya vaqti birnecha minutdan boshlab, birnecha yilgacha bo'lishi mumkin.

Materiallarning doimiy kuch ta'sirida o'z-o'zidan cho'zilishi ham relaksasion xususiyatga ega. Materiallarning ishlashi sharoitlarini belgilashda ana shu xususiyatni, albatta hisobga olish kerak.

Polimer strukturasi mukammallashtirish maqsadida ular fizik va kimyoviy modifikasiyalanadi, ya'ni polimerlarga legirovchi elementlar, stabilizatorlar, plastifiqatorlar, bo'yovchi moddalar qo'shiladi.

Polimerlarni qayta ishlash yoki ishlatishda elastiklikni oshirish maqsadida ularga plastifiqatorlar qo'shiladi. Plastifiqatorlarning uchish xususiyati kam bo'lishi, kimyoviy barqarorligi yuqori bo'lishi kerak. Plastifiqatorlarning vazifasi molekullarning elastikligini oshirishdan iboratdir.

Poliefirlar, efirlar, xlor birikmalari plastifiqatorlar sifatida qo'llaniladi. Plastifiqatorlar polimer tarkibiga eritma tariqasida kiritiladi.

Tashqi ta'sir (yorug'lik nuri, temperatura, bosim va hoqazo) natijasida polimer molekullarining parchalanishi (destruksiya) ro'y beradi. Bu jarayon zanjir reaksiyadir. Destruksiya natijasida emirilish sodir bo'ladi. Stabilizatorlar parchalanishdagi zanjir reaksiyaning borishiga to'sqinlik qiladi. Stabilizatorlar oksidlanishning oldini oladigan (antioksidantlar); temperatura ta'sirida parchalanishni to'xtatadigan birikmalar (ingibitorlar); yorug'lik nuri ta'sirida parchalanishni oldini oladigan (svetostabilizatorlar) birikmalar; radiasion nur ta'sirida parchalanishni to'xtatadigan birikmalar (antiradilar) va hoqazo. Stabilizatorlar polimerlarni olish (sintez) jarayonida yoki qayta ishlashda, odatda juda kam miqdorda (0, 01-2%) qo'shiladi. Stabilizatorlar sifatida aminlar, finol hosilalari, juda maydalangan metallar qo'llanilishi mumkin.

Polimer materiallarining rangini o'zgartirish uchun har xil bo'yoq moddalar (pigmentlar) qo'llaniladi. Lekin bunday

bo'yoqlar polimer bilan yaxshi aralashishi va temperatura, nur, havo va boshqa tashqi ta'sirlarga chidab, o'z ta'sirini o'zoq saqlay olishi kerak. Bo'yoqlar organik va organik bo'lmagan birikmalar bo'lishi mumkin. Masalan, shu maqsadlarda metall oksidlar ( $TiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ), metall tuzlari hamda qurum (saja) dan foydalaniladi.

Polimer materiallarda tur simon strukturani hosil qilish uchun ham qo'shimchalar kiritiladi. Masalan, kauchukka shunday struktura hosil qilish uchun oltingugurt, silen, sinol qo'llaniladi. Epoqsid, poliefir, fenol qatronlarini (smolalarini) qattiq holga keltirish uchun murakkab birikmalar qo'shiladi.

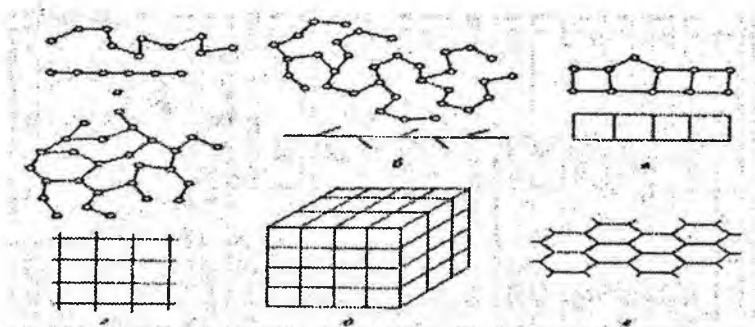
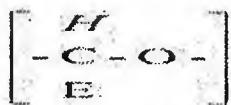
Makromolekulalarning tartibli joylashishidan hosil bo'ladigan kristall strukturalarni hosil qilish uchun ham qo'shimchalar (0, 1-2% legirlovchi elementlar) qo'shiladi.

### **Polimerlar strukturasi va klassifikatsiyasi**

Yuqori molekulyar birikmalar juda ko'p past molekulyar birikmalaridan tuzilib, o'zaro asosiy valentlik bog'lanish kuchlari bilan bog'langan. Katta molekulari (makromolekulalar) bir xil strukturali zvenolardan tuzilgan birikmalar polimerlar deb ataladi. Bunday molekularning massasi 500 dan 1 000000 gachani tashkil etadi. Polimerlar molekularida asosiy zanjir mavjud. Bular juda ko'p sonli atomlardan qurilgan. Yon (biqin) zanjir esa ancha qisqa. Chizig'iy makromolekula qurilish sxemasi quyida berilgan.

### **Chizig'iy makromolekulalar qurilish sxemasi**

Yon (biqin) zanjir vodorod atomini o'rnini kimyoviy radiqoplar ( $SH_3$ ;  $S_3H$ ;  $C_6H_5$ ) yoki funksional guruhlar ( $SOOH$ ;  $-OH$ ;  $-NH_2$ ) olishi mumkin. Agar polimerlarning asosiy zanjirlari bir xil atomlardan tashkil topgan bo'lsa, u gomozanjirli polimer deb ataladi. Agar uglerod atomlaridan tuzilgan bo'lsa, karbozanjirli polimer deyiladi. Har xil atomlardan tashkil topgan bo'lsa, geterozanjirli polimer deyiladi. Masalan: poliformaldegid. Buning asosiy zanjirida kislorod getero atomi bor.



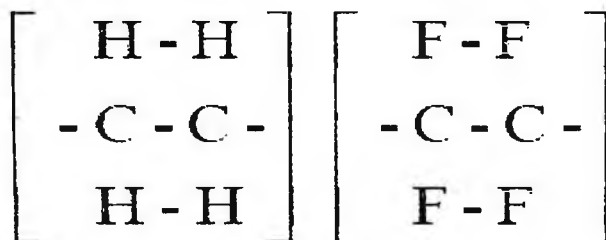
**16.4-rasm. Polimerlar makromolekularining formalari:**  
 a – chizigʻiy; b – shaxobchali; v – pogʻanali; g – setkali;  
 d – fazoviy; e – parketli.

Makromolekularining formasiga qarab polimerlar quyidagi xillariga boʻlinadi:

- a) chizigʻiy;
- b) shaxobchali;
- v) pogʻanali;
- g) setkasimon;
- d) fazoviy;
- e) parketli.

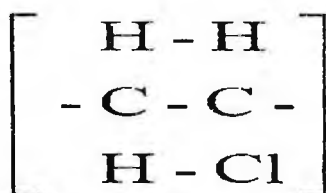
Chizigʻiy makromolekulalarning uzunligi koʻndalang kesim yuzasiga nisbatan bir necha ming marta katta. Qizdirilganda yumshaydi, sovitilsa qotadi. Qayta qizdirish natijasida qayta yumshaydi. Masalan: poliamid, polietilen. Toʻqilgan formalar (pogʻanali, setkasimon, fazoviy) ancha mustahkam, erituvchilariga uncha erimaydigan, yumshamaydigan polimerlarga mansub. Toʻqilgan uch oʻlchamli formali makromolekulali polimerlar moʻrtligi va tashqi kuchlarga yuqori turgʻunligi (yumshamaydi, sh ishmaydi) bilan xarakterli. Qutblanishiga qarab: a) qutbli; b) qutbsiz polimerlarga boʻlinadi. Qutbsiz polimerlarning makromolekularida har xil zaryadlarning ogʻirlik markazi bir-biriga toʻgʻri keladi. Qutbli polimerlar makromolekularida elektronlarning ogʻirlik markazi koʻproq elektrmanfiy atom tomoniga surilgan

bo'ldi va har xil nomli zaryadlarning og'irlik markazlari bir-biriga to'g'ri kelmaydi. Qutbsiz polimerlarning funksional guruhlari simmetrik joylashgan va atomlarning dipol momenti bog'lanishlari o'zaro yeyilishadi.



polietilen ftoroplast-4

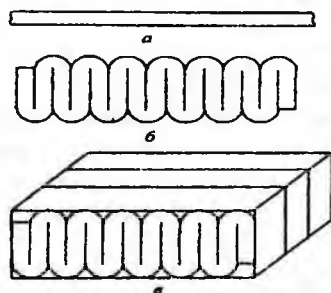
Qutbli polimerlarning molekularida gruppировkalarining qutbli bog'liqligi (-Cl: -F: -OH) mavjud.



Faza holatiga qarab polimerlar:

- a) amorf;
- b) kristallik turlariga bo'linadi.

Amorf polimerlar zanjirli makromolekulalar pachkasidan iborat. Pachka juda ko'p makromolekulalar qatoridan iborat, qaysilarki bir-biriga ketma-ket joylashgan. Pachkalar strukturaning qo'shni elementlariga nisbatan harakatlanishiga qobiliyat.



16. 5-rasm. Plastinani

a) lentadan; v) to'g'rilangan; b) orqali hosil bo'lish sxemasi.



Kristallanuvchi polimerlar makromolekulalari muntazam strukturaga ega va yetarli egiluvchanligi bilan ajralib turadi. Kristallarning fazoviy panjaralarini tug'ilishi va tashkil etilishi pachka ichidagi qayta qurilishdan boshlanadi. Egiluvchan pachkalar a) bir necha marta 1800 ga aylanib lentaga b) aylanadi.

Lentalar o'z navbatida bir-biriga tekis tomoni bilan birlashib, plastinkalarini v) hosil qiladilar. Plastinkalar birlashib kristalni hosil qiladilar.

Polimer kristallari to'g'ridan to'g'ri eritmadan ham hosil bo'lishi mumkin (sovitish jarayonida). Bunda amorf struktura saqlanadi. Bu oynasimon holat turg'un bo'ladi, Chunki, issiqlik harakati kamaygan bo'ladi.

Kelib chiqishiga qarab polimerlar quyidagi guruhlariga bo'linadi: sintetik va sun'iy. Tabiiy polimerlarning-tipik vakillar oddiy mahsulotlarni sintez qilib, murakkablashtirib olinadi. Sun'iy polimerlar-tabiiy polimerlarni (masalan tsellyulozani) qayta ishlab-modifikatsiya qilib, (sellyulozani) nitrotsellyulozaga aylantirish, makromolekulalarni kimyoviy tarkibiga qarab, quyidagi guruhlariga bolinadi: organik, noorganik va element-organik.

Organik polimerlarga shunday birikmalar kiradiki, ularning molekulalari oz ichiga uglerod, vodorod, kislorod, azot, oltingugurt atomlarini oladi.

Element - organik polimerlarni asosiy molekulyar zanjiri uglerod va getero atomlaridan iborat.

Noorganik polimerlar shunday birikmalarini makromolekulalar tarkibida uglerod atomi yo'q.

Polimer zanjirlarini qurilish xarakteriga qarab polimerlar chiziqli, shaxobchali va tuqilgan (setkasimon) guruhlariga bo'linadi. Chiziqli polimerlar uzun shoxlanmagan molekulalar zanjiridan tarkib topgan. Bularda bir xil yoki bir xil emas atomlar grupperovkalari (zvenolari) bor. (oldingi rasmga qarang).

Shaxobchali polimerlar makromolekulalarida asosiy va yon (biqin) molekulyar zanjiri bor. Setkasimon polimerlarni makromolekulalari kimyoviy bog'langan va fazoviy struktura hosil qiladi.

Elementar bir xil o'lchamli zvenolar zanjirda muntazam ma'lum davr bilan yoki betartib (statik) joylashishi mumkin. Bu ko'rsatkichga qarab, polimerlar muntazam va betartib guruhlariga Asosiy zanjirning kimyoviy qurilishiga qarab:

a) gomo zanjirli

b) getero zanjirli polimerlar mavjud.

Gomo zanjirlar polimerlarning makromolekulalari asosiy zanjir tarkibida bir xil atomlar bo'ladi: uglerod, kremniy, oltingugurt, fosfor va boshqa atomlar. Bu guruhning xarakterli vakili karbotsepli polimer. Buning molekulasining asosiy zanjirida uglerod atomi yotadi.

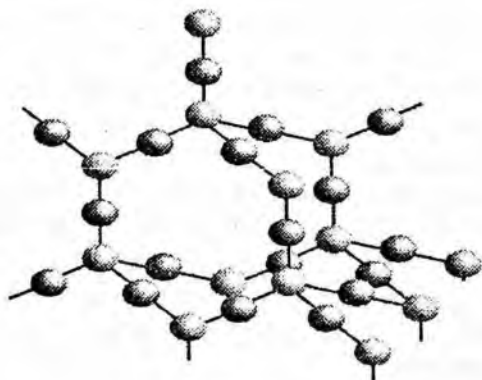
Getero zanjirli polimer makromolekulalarining asosiy zanjiriga har xil atomlar kiradi.

Temperaturaning ta'siriga qarab polimerlar termoreaktiv va termoplastik guruhlariga bo'linadi. Termoreaktiv polimerlar ma'lum temperaturada suyuqlanmaydigan va erimaydigan holatga kelib qoladi. Termoplast polimerlar esa qizdirish natijasida ko'p marta erish xususiyatiga ega.

## 16.2. Polimerlarning xususiyatlari

Polimer materiallari faqat 2 agregat holatida bo'ladi: qattiq va suyuq. Bundan tashqari polimer materiallari 4 xil fizik holatda bo'lishi mumkin: kristallsimon, oynasimon (stekloobrazniye), yuqori elastik (qattiq faza) va vyazkiy tekuchiy (suyuq faza).

Polimer eritmasini qattiq agregat holatga o'tishini 2 xil mexanizmi bo'lishi mumkin: kristallanish va oynalanish. Polimerlarni kristallanish. Polimer kristallari ma'lum temperaturalarda ( $T_{kr}$ ) sodir bo'ladi. Agar polimer sovish natijasida qattiq holatiga o'tish belgilari paydo bo'lsa uni oynalanishi paydo bo'ladi, qaysiki orqaga qaytish bilan xarakterlanadi: Ma'lum harorat intervalida 10-200C da polimer oynasimon holatdan eritma holatiga o'tishi mumikn. Bu harorat intervalining o'rtasi polimerning oynalanish harorati ( $T_0$ ) deyiladi.



16.6-rasm.

Kristallik (va kristallanuvchi polimer ) degan tushunchalar bor. Agar kristallanuvchi polimerlar katta tezlikda sovitilsa u oynasimon holatga o'tishi mumkin.

$T_0$  haroratidan pastda polimer makromolekulalarning segmentlarini harakatlanuvchanligi kamayadi, mo'rtlik ( $T_{mo'rt}$ ) haroratida esa polimer mo'rt materialdek sinadi.  $T_0$  haroratda yuqori segmentlar harakatlanuvchanligi ortadi.

### 16.3. Polimerlarning fizik xossalari, teplofizik xossalari va termomexanik xossalari

1. Zichlik. Polimerlarning zichligi kam. Masalan, eng ko'p tarqalgan organik polimerlar smola, plastmassalar hamda grafitning zichligi  $900-2400 \text{ kg/m}^3$  teng. G'ovakli materiallarning zichligi bundan kam: penoplast, penorezina, penoyna  $20-900 \text{ kg/m}^3$  gachan.

2. Suvni yutish kancha kam bo'lsa shuncha yaxshi, chunki polimerlarning mexanik, teplofizik, dielektrik xossalari yomonlashadi. Bundan tashqari yonidagi qo'shni metallarni zanglashga olib keladi.

Polietelen, ftorlon, polistrollar eng ko'p tarqalgan suv yutmaydigan, namga va suvga bardosh polimerlar hisoblanadi.

3. Gaz o'tkazuvchanligi.

Bu polimerlarning yuzalari orasidagi harorat yoki bosim farqi bor sharoitida polimer membranalarining gaz o'tkazishi qobiliyatidir. Bu xususiyat membrananing kimyoviy tarkibi va strukturasi hamda gazning holatiga va haroratiga bog'liq. Bu xususiyat kauchsimon polimerlarga xos. Organik oynada kristallik va strukturalangan polimerlarda bu xususiyat juda past.

Polimerlarga plastifikatorlarning qo'shilishi gaz o'tkazish qobiliyatini oshiradi, Chunki molekular orasidagi o'zaro ta'siri kamayadi va molekularning harakatlanib egiluvchanligi ortadi.

Mineral to'lgizuvchilar qo'shilsa (20% gacha) gaz o'tkazuvchanligi pasayadi. Gaz o'tkazuvchanlik qoplama polimerlarning himoya qilishi quyida ba'zi polimerlarning gaz o'tkazuvchanlik qobiliyati berilgan (200C haroratda).

№	Modda turi	$N_2$	$O_2$	$H_2$
1.	Kauchuk:			
2.	Izoprentli	57	54	375
3.	Bo'tadient nitrilliy (SFN-18)	7	26	88

4.	Polietilen	0.5	25	57
5.	Polistrol	3	13	67
6.	Polikarbonat	2.2	14	102
7.	Poliamid-6	0.08	0.2	7

### Teplo fizik xossalari

#### 1. Issiqbardoshlik.

Bu polimerning kuch ostida xavfli deformatsiyasiz ishlaydigan eng yuqori harorat. Bu uning kimyoviy tarkibiga va molekula qurilishiga bog'liq. Umuman ko'pchilik organik polimerlarning issiqbardoshligi yuqori emas. Noorganik to'ldiruvchilar (asbest, shisha tolalar, kvarts qumi va h. k. lar) qo'shilsa polimerlarning issiqbardoshligi ortadi. Lekin baribir organik polimerlarning issiqbardoshligi  $300-500^{\circ}\text{C}$  dan ortiq emas.

Ba'zi hollarda polimerlarni (plastmassa, rezina) qisqa muddatli yuqori harorat ( $2000-3000^{\circ}\text{C}$ ) ishlatish mumkin. Masalan, asosiy konstruksiyani qisqa vaqt ichida qizib ketishdan, Chunki polimer qisqa vaqt ichida uni yuqori haroratdan asray oladi. Polimerning issiq o'tkazishi past bo'lgani uchun.

#### 2. Issiqlik o'tkazish qobiliyati.

Polimerlarning issiq o'tkazish qobiliyati har xil. Lekin metallarnikidan juda ham kichik. Polimerlarning issiqlik o'tkazish qobiliyati ularning zichligiga, kimyoviy tarkibiga, qurilishiga va h. k. larga bog'liq. Quyida ba'zi plastmassa va metall emas materiallar  $20^{\circ}\text{C}$  haroratdagi issiqlik o'tkazish koeffitsienti berilgan:

1. penoplast-0.020-0.09  $\text{Vt}/(\text{m}^*\text{k})$
2. penorezina-0.03-0.09  $\text{Vt}/(\text{m}^*\text{k})$
3. sotoplast-0.04-0.07  $\text{Vt}/(\text{m}^*\text{k})$
4. oyna-0.4-1.30  $\text{Vt}/(\text{m}^*\text{k})$
5. penooyina-0.06-0.1  $\text{Vt}/(\text{m}^*\text{k})$
6. polistrol-0.10  $\text{Vt}/(\text{m}^*\text{k})$
7. ftorlona-4-0.25  $\text{Vt}/(\text{m}^*\text{k})$
8. plastmassa noorganik to'ldiruvchilar bilan 0.2...0.6  $\text{Vt}/(\text{m}^*\text{k})$
9. farfora-1.2...4  $\text{Vt}/(\text{m}^*\text{k})$

Issiqlik o'tkazishi kichik bo'lgan materiallar issiq izolyatsiya materiali sifatida ishlatiladi.

#### 3. Harorat o'tkazuvchanlik.

Bu ham metallarnikiga nisbatan ancha kam. Polimerlarning issiqlik o'tkazuvchanlikni va harorat o'tkazuvchanligini va ular tarkibiga grafit va metall kukunini qo'shish bilan oshirish mumkin.

#### 4. Sovuqbardoshlik.

Bu polimerning yaxshi xususiyatlarini (germetikligini, egiluvchanlik va h. k. ) va elastikligini past temperaturalarda saqlash qobiliyati. Kauchuk va rezina haroratda ( $-40\dots-60^{\circ}\text{C}$ ) o'zining yuqori elastikligini yo'qotadi va oynasimon holatiga keladi. Smola va plastmassalar past haroratda ( $-30\dots-100^{\circ}\text{C}$ ) mo'rt holatga aylanadi. Yana polimerlarning har xil nurlarga qarshilik ko'rsatish, oksidlanish, atmosfera havosiga chidamlik xossalari ham bor.

### Polimerlarning termomexanik xossalari

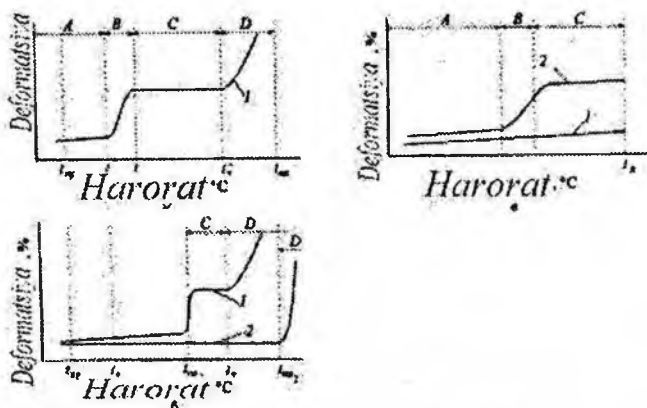
Polimerlar qizdirish davrida uzlarini har xil to'xtadilar. Chizig'iy va shaxobchali makromolekulali polimerlar qizdirish natijasida yumshaydilar, sovitilganda qotadilar. Qayta qizdirilganda yana qaytib yumshaydilar. Bunday polimerlar termoplastlar deyiladi. Termoplastlarning mustahkamligi ancha past 1-10 Mpa. Bu molekulararo kuchlarning kichkinaligidir. Bunday polimerlarning strukturasi amorf, qisman kristallik va kristallik bo'lishi mumkin. Termoplastdan yasalgan mahsulotlarni qayta ishlash mumkin.

Termoreaktiv polimerlar dastlabki strukturasi chizig'iy bo'la turib, qizdirilganda yumshab, kimyoviy reaksiyalar natijasida sovitilganda qotib fazoviy struktura hosil qiladilar. Termoreaktiv polimerlardan yasalgan mahsulotlarni qizdirilganda yumshamaydi va qayta ishlab bo'lmaydi.

Polimerlarning fizikaviy yoki fazoviy holatlari orasidagi farqlari ularning kinetik grafiklarida ko'rinadi. Kinetik grafik polimerning doimiy kuch ostida qizdirilgandagi deformatsiya kattaligi bilan o'lchanadi. Grafikda uchta uchastkani ajratish mumkin, qaysilarki polimerlarning uch xil fizikaviy holatiga to'g'ri keladi.

"A" zonasida polimer, polimer qattiq amorf oynasimon holatida bo'ladi. Polimerning atom va molekulari, oynalanish haroratidan ( $T_s$ ) past haroratda uzlarining teng og'irlik holatlari yaqinida issiqlik tebranish harakatlarini qiladilar. Mo'rtlik haroratidan ( $T_{xr}$ ) past haroratda polimer mo'rtlashadi va uni uzilishi

(buzilishi) makromolekulardagi kimyoviy bogʻlanishlarning uzilishi (buzilishi) bilan bogʻliq. Polimer haroratini  $t_s$  dan ortishi bilan atomlarning issiqlik tebranish chastotasini oshiradi va baʼzi makromolekulalar segmentlari siljishadi, makromolekulalarning buralgan uchastkalari toʻgʻrilanadi. Makromolekulalar kuchlanish qoʻyilgan yoʻnalish boʻyicha toʻgʻrilanadilar. Polimer elastik deformatsiyalanadi.



16.7-rasm. Termomexanik grafiklar:

a – kristallanmaydigan chizigʻiy polimer; b – kristallanadigan polimer kristallik tarkibining har xil erish harorati bilan (1 -  $t_c < t_{pl} < t_t$ ; 2 -  $t_{pl} > t_t$ ); v – setkali polimerlar: 1-setkali; 2-kam setkali

Yuklama kuch olib tashlangach polimer molekulaaro kuchlar taʼsirida oʻzining oldingi formasiga qaytadi. Oquvchanlik harorati ( $T_t$ ) yaqinida plastik deformatsiya ham mumkin.  $T_t$  haroratidan yuqorida material yelimshak oquvchan holatga oʻtadi. Makromolekulalarning baʼzi zvenolari (segmentlari) asta oʻchiriladi va koʻpchilik makromolekulalar harakat oladilar. Polimer yelimshak oquvchi holatga oʻtadi. Mana shu holatda polimer mahsulotga aylantiriladi.

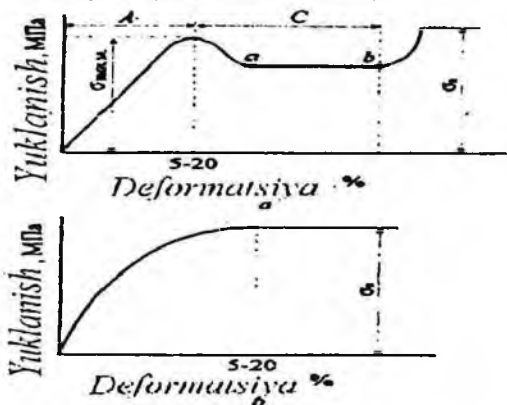
Polimerning termomexanik grafigi koʻrinishi ularning kristalligi, kristallanish temperaturasi va makromolekulalarning tuqilganiga bogʻliq.

Strukturasida kristallik tashkil etuvchilari mavjud polimerlar oʻz qattqliklarini  $T_{pl}$  haroratgacha saqlaydi. (Rasm 13.3“b”). Bu holda polimerning S zonasi qisilgan, agar  $t_s < t_{pl} < t_t$  boʻlsa. Agar

polimerda  $t_{pl} > t_t$  bo'lsa (rasm 13.3da, "2" chizig'i), S zonasi umuman yo'q: qattiq holatdan yelimshak oquvchan holatga o'tadi.

Setkasimon strukturali polimerlarning termomexanik chiziqlari na S zonasiga, na D zonasiga ega. (Rasm 13.3da "v"). Bunda yelimshak o'quvchi holatga o'tmasdan issiqlik buzilish ("destruktsiya") bo'ladi (td). Kam setkali polimerlarda ba'zan yuqori holat bo'ladi (rasm 13.3 da, "2" chizig'i).

Oynasimon strukturali polimerlar (txr-ts) harorat oralig'ida kuch qo'yilgan konstruksiyalarda yaxshi ishlaydilar. Shu oraliqda agar polimerga katta kuchlanish berilsa, oynasimon polimerlarda juda katta deformatsiya rivojlanadi. Bu deformatsiyaga majburiy-elastik deformatsiya deyiladi. (Rasm, "a").



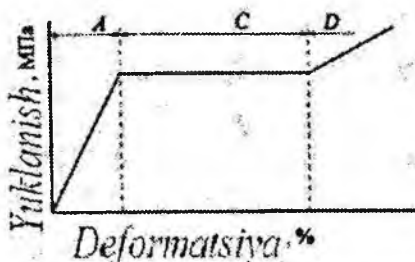
16. 8-rasm. Cho'zish diagrammasi:

a – oynasimon polimer; b – setkali polimer; A – egiluvchanlik deformatsiya zonasi; S – yuqori elastik deformatsiya zonasi;  $\sigma_{majb. el}$  – majburiy elastiklik chegarasi.

Polimer  $t_c$  dan yuqorida qizdirilsa, majburiy-elastik deformatsiya orqaga qaytadi. Majburiy-elastik deformatsiya kuch ta'siri ostida makromolekulalarning to'g'rilanishi va cho'zilishi natijasida paydo bo'ladi va ko'payadi-o'sadi. Material oqadi. Natijada namunaning bir qismi kichiklashib, "bo'yincha" hosil bo'ladi: Rasm 13.4 da, a, v uchastkasi. Keyinchalik bo'yincha namunaning butun uzunligiga tarqaladi.

Yo'naltirilgan molekulyar strukturasi polimerlar (plastmassalar), shu yo'nalish bo'yicha qo'yilgan kuch ta'sirida plastik deformatsiyasiz mo'rt uziladi-buziladi. Rasm, "b".

Kristallik polimerlar uchun kuchlanishning deformatsiyaga bog'liqligi quyida berilgan.



16. 9-rasm. Kristallik polimerni cho'zish diagrammasi.

A, D – egiluvchanlik deformatsiyalar zonalari; S – yuqori elastik deformatsiya zonasi

Ko'rinib turibdiki, bo'yincha hosil bo'lgandan so'ng (A zonalarning oxiri), namuna cho'zilishi (S zona) o'zgarish kuchlanishda hosil bo'ladi va butun uzunligiga tarqaladi. "D" uchastkada kuchlanish ko'payib deformatsiya ortib namuna cho'ziladi.

"S" uchastkasida olingan deformatsiya, kuch olingach yo'qolmaydi va bir necha yuz foizni tashkil etadi. Kristallik polimerni plastik deformatsiyalanish davrida, uning dastlabki strukturasi o'zgaradi va yangi strukturaga aylanadi. Bunda kristall yangi formaga o'tadi va bir yo'nalishga qaragan bo'ladi.

Polimer kristallik strukturasi deformatsiyalanish davridagi o'zgarishga rekristallizatsiya deyiladi.

Polimer makromolekulalari qurilishi xususiyatlari ularning mexanik xossalari qo'yilgan kuch muddatiga va tezligiga bog'liqligini ifodalaydi. Polimerga qo'yilgan kuch ta'sirida uning strukturasi o'zgarishlarga olib keladi. Bu makromolekulalarning to'g'rilanishi, qayta (orqaga) buralishi, makromolekulalarning o'zaro siljishi bilan bog'liq. Natijada polimer teng og'irlik emas-posanglanmagan ("nerovnoeveniy"), termodinamik turg'un emas holatga o'tadi. Buni o'z holiga qaytishi, ya'ni relaksatsiya uchun vaqt kerak. Vaqt sekundning bir necha ulushidan (10-4s) bir necha soatgacha, ba'zi hollarda oylar kerak.

Polimerlarning mexanik xossalari ularning ustmolekulyar strukturasi bog'liq. Polimerlarni xossalari yaxshilash uchun fizikaviy va kimyoviy modifitsirovka qilinadi: tarkibiga har xil stabilizatorlar, plastifikatorlar, moylovchilar, rang beruvchilar, legirlovchi elementlar qo'shiladi.



Plastiklikni va (yoki) elastiklikni oshirish uchun plastifikator qoʻshiladi. Plastifikatorlar makromolekulalarning harakatlanuvchanligini oshiradi.

Polimerlarni eskirishidan saqlash uchun stabilizatorlar qoʻshiladi.

Kerakli rang berish uchun kraskalar qoʻshiladi. Masalan, metall oksidlari ( $TiO_2; Fe_2O_3$ ), metallarning tuzlari (koʻk kobalt, ultramarin), qora kuya va h. k.

Toʻquvchi moddalar makromolekulalarni toʻqilganligini kerakli darajagacha koʻtarish uchun qoʻshiladi: kerakli xossalar olinadi. Kauchuklarni toʻkish uchun oltingugurt, selen, fenonli smola qoʻshiladi.

Par hosil qiluvchi moddalar. Bular polimer materialini koʻpik holatga aylantiradilar. Bu bilan polimerga tovush va issiqlik oʻtmaslik xususiyati, ogʻirlikni kamaytirish qobiliyati beriladi. Bundan tashqari detal olish aniqligi ham ortadi.

#### 16.4. Konstruksion polimerlar

1. Poliiolefinlar - bular yuqori molekulyar uglevodorodlar. Eng koʻp tarqalganlari: polietilen, polipropilen va ularning koʻp sonli sopolimerlari.

Polietilen-bu etilenni ( $CH_2=CH_2$ ) polimerizatsiyasi mahsuloti. Polimerizatsiya sharoitiga qarab (bosim, harorat, katalizator turi) polietilen quyidagi guruhlariga boʻlinadi: 1-yuqori bosim polietileni: molekulyar ogʻirligi 80. 000 - 500. 000 (PEVD yoki PENP); 2-past bosim polietileni 80. 000 - 3. 000. 000 (PEND yoki PEVP); 3-oʻrtacha bosimli 300. 000 - 400. 000 (PESD); 4-yuqori-molekulyar polietilen past bosimli, molekulyar massasi 2.000. 000 - 3.500. 000 (SVMPE).

Polipropilen-sintetik polimer qattiq, yupqa holda tiniq nur oʻtkazadi, qalin boʻlsa, sutsimon oq-loyqa. Yuqori kattalikda kristallangan (75%)  $170^{\circ}C$  da eriydi. Polietilenga nisbatan yuqori zarbiy qovushqoqlikka, puxtalikka, ishqalanib yeyilishga qarshilikka, yuqori dielektrik xossaga, past gaz-par oʻtkazish qobiliyatiga ega. Erimaydi, qaynagan suvga chidaydi, ishqorga chidamli, issiqqa va yoriqqa chidaydi.

Mashinasozlikda polivinilxlorid (PVX) koʻp ishlatiladi. U vinilloridni ( $SN_2=SN_1$ ) polimerizatsiya qilib oladi. PVX ning molekulyar massasi 14. 000 - 85. 000.

PVX olinish usuliga-polimerizatsiya usuliga qarab quyidagi guruhlarga bo'linadi: suspenziya usuli-"S", emulsiya usuli-"E", massada polimerizatsiyalash-"M". O'rtacha molekulyar massa "Fikentcher" doimiyligi-"K" bilan aniqlanadi va ikkita raqam bilan belgiladi. Raqamlardan keyingi harflar xossalarini va ishlatilish joyini ifodalaydi: T-termoturg'unlashtirilgan, M-yumshoq materiallarni ishlash uchun, J-qattiq va mustahkam materiallarga qayta ishlash uchun, P-pasto hosil qiluvchi. Masalan: PVX-M64 bu polivinilxlorid massada polimerizatsiyalangan, K=64-66.

PVX ning qattiq-mustahkami viniplast deyiladi. Yuqori mexanik xossaga, kimyoviy turg'un, texnologikligi yuqori, yaxshi qirg'iladi.

Ftoroplastlar - etilen qatorining ftoro - hosilalari: tetroftoretilen ( $CF_2=CF_2$ ), triftoetilen ( $CF_2=CHF$ ), triflorxloretilen ( $CF_2=CFCl$ ). Ftoroplastlar agressiv muhitga chidamli: kuchli kislotalarga, ishqorlarga. Ular termoturg'un.

Ftoroplastlarning eng ko'p tarqalgani politetraftoretilen (PTFE)-ftiroplast-4; teflon, flyuon. Bular orasida eng zo'ri PTFE. U metallar, polimerlar, silikatlar ichida eng turg'uni agressiv muhitning ta'siriga qarshilik, ob-havo sharoiti, mikroorganizmlarga qarshilik ma'nosida.

Ftoroplast-4 kondensatorlarni, elektr izolyatorlar-plenkani, ishqalanishga qarshi materiallarni, uplotnitellarni yasashda ishlatiladi. Uning modifikatsiyalari ham bor: ftoroplast-4D; ftoroplast-4M; ftoroplast-4NA. Bular ancha texnologik materiallar.

## PLASTMASSALAR

Metall emas materiallarning, shular jumlasidan plastmassalarning xususiyatlari ko'p o'rinlarda metallarnikidan ustun. Ayniqsa, ularning mustahkamligi (ma'lum ekspultatsiya sharoitlarida), issiq-sovuq hamda tovush o'tkazmasligi, dielektrikligi, tashqi muhitning agressiv ta'siriga qarshiligi, zichligining kichikligi, texnologikligi va hokazo, ularni mashinasozlikdagi mafkurasini oshiradi. Hozirgi zamon mashina apparatlarini qurishni metall emas materiallar, shular qatorida plastmassalarsiz tasavvur qilib bo'lmaydi.

Plastmassalar polimer asosidagi organik materiallardir. Qizdirilganda yumshaydilar, bosim ostida ma'lum turg'un formani egallaydilar. Oddiy plastmassalar bir xil kimyoviy polimerlardan

tashkil topgan. Murakkab plastmassalar polimerlardan tashqari o'z ichlariga qo'shimchalar kiritadi: to'ldiruvchilar, plastifikatorlar, rang beruvchilar, qotiruvchilar, katalizatorlar va hokazo.

Qoshimchalarning hajmi 40-70 % ni tashkil etadi va qattiklikni, mustahkamlikni, bikirlikni, hamda ba'zi xususiyatlarni berish uchun qoshiladi. Masalan, ishqalanuvchi, ishqalanib yeyilishga qarshi va hokazo. Qo'shimchalar mato bo'lishi mumkin, kukunsimon va tolasimon materiallar bo'lishi mumkin.

Plastifikatorlar (steorin, kislota, dibutilfat) elastiklikni, plastiklikni oshiradi va plastmassani ishqalanishini osonlashtiradi. Ularning hajmi 10 - 20 % .

Qotiruvchilar (amiplar) va katalizatorlar (perekisli birlashmalar) bir necha foiz qo'shiladilar. Bular molekular aro bog'lanishni yaratadilar va umumiy molekulyar setkaga kirib oladilar.

Rang beruvchilar - kraskalar (mineral pigmentlar, organik kraskalarning spirdagi eritmasi) plastmassaga rang beradilar va tan narxini pasaytiradilar. Tashkil etuvchilarning tarkibi, bularning qaysi biri bilan birgaligi, miqdoriy nisbati plastmassalarning xossalari keng doirada o'zgartiradi.

Plastmassalarning klassifikatsiyasi

Plastmassalar quyidagi ko'rinishlar bo'yicha bo'linadi:

1. Qo'shimchalar turiga qarab: qattiq to'ldirgichlar bilan, gazsimon to'ldirgichlar bilan.

Qattiq to'ldirgichlar o'z navbatida ikki xil bo'ladi:

a) kukun holati: grafit, yegoch uni, kvarts, gips va hokazo.

b) tola tarzida: paxta va lyon taralishi qipiqlar, shisha va asbest tolalari va hokazo.

2. Bog'lanuvchi polimerlarning qayta qizdirilishiga reaksiyasiga qarab:

a) termoplastik polimerlar asosida olingan termoplastik plastmassalar. Bular qizdirilganda yumshaydi, sovutilganda qotadi. Ko'pchilik hollarda bu plastmassalar toza polimerlar yoki polimerlarning plastifikatorlari, eskirtirilmaydigan qo'shimchalar bilan kompozitsiyalari qo'llaniladi. Termoplastlarning kirishishi kam: 1 - 3 % . Ularning mo'rtligi kam, elastikligi yuqori va yo'naltirishga moyil.

b) Termoreaktiv polimerlar asosida termoreaktiv plastmassalar olinadi. Bular qizdirib ishlangach qotadi va termoturg'un holiga

o'tadilar; qayta qizdirilganda yumshaydi. Bularning kirishishi katta 10-15 % .

3. Plastmassalar ishlatilishiga qarab, quyidagi guruhlariga bo'linadi:

- a) konstruksion - konstruksiyalarning kuch qo'yilgan va qo'yilmagan detallari uchun;
- b) prokladkalar;
- v) zichlashtiruvchilar ("uplotniteli"), ishqalanishga va ishqalanishga qarshi ishlovchi detallar;
- g) elektrizolyatsiyalar;
- d) issiq o'tkazmaydiganlar;
- e) olovga bardosh;
- j) yog' va kislotaga bardosh;
- z) pardoziy qoplamalar.

Bitta plastmassa bir yo'la bir necha xossalarga ega bo'lishi mumkin. Masalan, tekislatib bir vaqtni o'zida konstruksion, elektrizolyator va prokladka materiali bo'lishi mumkin.

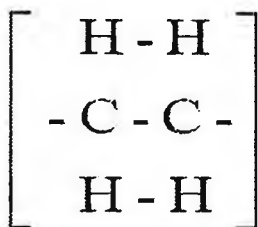
### **Termoplastik plastmassalar**

Termoplastik plastmassalar asosi chiziqli va shaxobchali strukturali polimerlar tashkil qiladi. Asosdan tashqari ba'zi hollarida ular tarkibida plastifikatorlar ham bo'ladi. Termoplastlar 60 - 70 °C dan past haroratda ishlaydi. Bundan yuqori haroratda ularning fizika-mexanikaviy xossalari juda pasayib ketadi. Ba'zi olovga chidamli termoplastlar 150 - 200°C da ishlaydi. Birk zanjirli va siklik strukturali issiqqa turg'un termoplastlar 400- 600° C da ham ishlaydilar.

Termoplastlarning puxtaligi 10 -100 Mpa chegarasidan, elastiklik moduli (1, 8 - 3, 5) 103 MPa. Uzoq muddatli statik yuklama (kuchlanish) termoplastlarda majburiy-elastiklik deformatsiyani vujudga keltiradi va puxtaligi pasayadi. Deformatsiya tezligi ortishi bilan majburiy - elastik deformatsiya yo'qoladi va birklik paydo bo'ladi hamda mo'rt buzilish - uzilish hosil bo'ladi.

Polimer strukturasida kristallik tashkil etuvchilarning borligi ularni mustahkam va birk qiladi.

Polietilen strukturali formulaga ega:



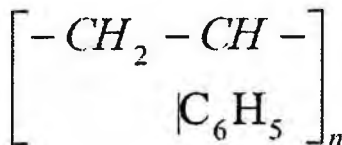
va qutbsiz. Polietilen rangsiz etilen gazini past va yuqori bosimda polimerizatsiya qilib oladi. Past bosim polietileni (PEND) yuqori zichlikka va kristallikka (74- 95 %) ega. Yuqori bosim polietileni (PEVD) makromolekulalari ko'proq shaxobchali strukturaga ega. PEVD lar yuqori zichlik bilan ajralib turadi. Strukturasida 55- 65 % gacha kristallik tashkil etuvchisi bor. Zichlikning va kristallikning ortishi bilan polietilen puxtaligi va issiqqa turg'unligi ortadi.

Polietilen 60 -100<sup>0</sup> C da uzoq vaqt ishlashga qobiliyatli. Sovuqqa bardoshligi - 70 <sup>0</sup>C ga yetadi. Kimyoviy turg'un, erimaydi (20<sup>0</sup> Cda)

Polietilen kabel simlari izolyatsiya qilishda, yuqori chastotali qurilma detallarida va korroziya bardosh detallarini (truba, shlanka, prokladka) yasashda ishlatiladi. Plyonka, list, truba, blok sifatida ham ishlab chiqariladi.

Polietilen eskirish xususiyatiga ega. Buni kamaytirish uchun 2- 3 % miqdorda kuya-saja qo'shiladi, bunda eskirish 30 marta kamayadi.

Polistrol strukturali formulaga ega va qutbli.



Bu qattiq, amorf, bikr, tiniq – yorug'lik o'tkazadigan polimer, qaysiki chizig'iy qurilishga ega. Molekulyar massasi 600000 yetadi. Eng ko'p tarqalgan 200000-300000 massaga ega. List sifatida ishlatiladi. Detallar bosim ostida quyib olinadi.

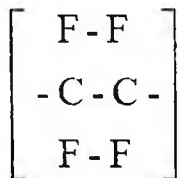
Polistrol yuqori dielektrik xossaga ega; mexanik puxtaligi qoniqarli; ishlash harorati yuqori emas (1000<sup>0</sup>C gacha); ishqorlarda mineral va organik kislotalarda, yog'larda kimyoviy turg'un.

Benzinda, kerosinda, 65 % azot, uksus kislotalarida shishadi. 2000° C dan yuqori haroratda parchalanadi va stirol hosil qiladi.

Kam yuklangan detallarda va yuqori chastotali izolyatorlarda ishlatiladi.

Kamchiligi: past haroratda mo'rt va yuza darzlari hosil qilishga moyilligi bor.

**Ftoroplast-4** (politetrotforetilen) strukturali formulaga ega, qutbsiz, amorf-kristallik strukturaga ega.



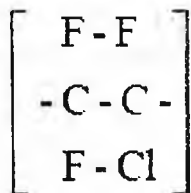
250° C gacha kristllanish tezligi haroratga kam bog'liq va mexanik xossalariga ta'sir qilmaydi. Ftoroplast-4 ning uzoq vaqt ishlatish harorati chegarasi 250°C . U nisbatan yumshoq.

Ftoroplast-4 o'zining agressiv muhit – kislotalarga (sul'fat, xlorid, azot); vodorod pereoksidiga, ishqorlarga nisbatan o'ta yuqori turg'unligi bilan ajralib turadi. U ishqoriy metallar eritmasida ftor va ftorli xlorda yuqori harorati buziladi. Ftoroplast - 4 ho'llanmaydi. U -269°C gacha haroratda mo'rtlashmaydi. 80°C da ham u o'zining egiluvchanligini yo'qotmaydi. Ishqalanish koeffitsienti kam (0, 04) .

Kamchiligi : uning sog'liqqa zararligi ("toksignost" ), chunki undan xlor ajralib chiqadi, ayniqsa yuqori haroratda. Qayta ishlash qiyin, chunki plastikligi yo'q. Ftoroplast-4 dan trubalar, membranalar, ventillar, nasoslar, prokladkalar, manjetlar, metallar ustiga ishqalanishga qarshi qoplamalar, elektroradiotexnika detallari yasashda ishlatiladi.

### Qutbli termoplastlar

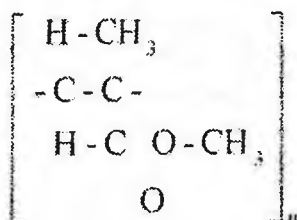
**Triflorxloretilen (ftoroplast-3)** strukturali formulaga ega.



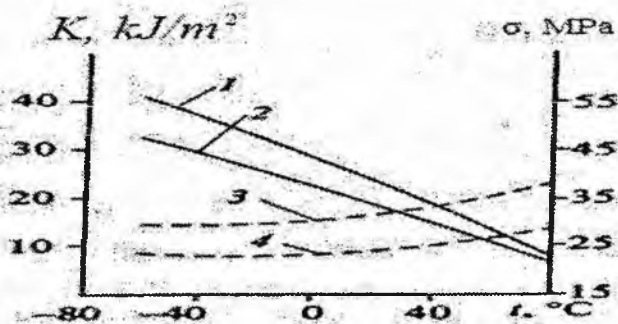
U oq rangli chizig'iy amorf-kristallik polimer. Xloming borligi makromolekula zvenolarining simmetriyasini buzadi. Natijada **polimer qutbli** bo'ladi. Polimerning kristalligi sovitish sharoitiga bog'liq. 150°C dagi eritma sekin sovitilsa, kristallik qismi eng ko'p (80%) bo'ladi. Tez sovitilsa, 30 -40%ni tashkil etadi. Yuqori darajadagi kristallik ftoroplast-3 yuqori zichlikka, qattqlikka va mexanik xossalarga ega. Past darajada kristallangan polimer ancha plastik. Ftoroplast-3 ning ishlash harorat chegarasi-150°C dan 70°C gacha. 300°C dan yuqorida qizdirish uni destruksiyaga olib keladi, zaharli gazsimon ftor ajralib chiqadi. Ftoroplast-3 ning kimyoviy turg'unligi ftoroplast-4 nikidan past. Lekin baribir ancha turg'un. Undan presslash va bosim ostida quyib olish usullari bilan detallar olinadi.

Ftoroplast-3 dan trubalar, klapanlar, nasoslar, shlanglar, past chastotali dielektriklar ishlab chiqiladi.

**Polimetilmetakrilat** (organik oyna) strukturali formulaga ega.



Organik oyna-amorf, rangsiz, tiniq-nur o'tkazuvchi termoplast. Qizdirilganda 80°C gacha yumshaydi, 105 - 150°C da esa plastik holga keladi. Uning mexanik xossalarini 80°C da qizdirib, ikki o'q tomon cho'zish bilan amalga oshiriladi. Organik oynaning mexanik xossalari temperaturaga bog'liq:



16. 10-rasm

Vaqtincha qarshilikning (1, 2) va zarbiy qovushqoqlikning (3, 4) haroratga bog'liqligi:

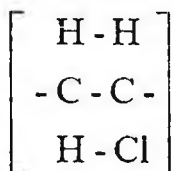
Organik oynalarda "kumishlanish" hodisasi bor. Bu materialning usti va ichida mayda darz ketishdir. Darz ketish ichki kuchlanishning ta'sirida paydo bo'ladi. Ichki kuchlanish esa, past issiqlik o'tkazishligi va yuqori issiqlik uzayish koeffitsientining mahsuloti. Kumishlanish hodisasi yo'naltirilgan makromolekulali organik oynada kam. Masalan, plastik holda cho'zish-yo'naltirilgan.

Uning mexanik xossalarini ko'p qatlamli oyna qilib oshirish mumkin. Masalan, ikki list organik oynani bir-biri bilan butvarli plenka bilan kleylab.

Kislota, ishqor eritmalari; benzin, kerosin va moylar unga ta'sir qilmaydi. Organik kislotalarda (uksusli, gumoshli) xlorlangan uglevodorodlarda eriydi.

Organik oynalar qalinligi 0, 8 - 24 mm bo'lgan list sifatida ishlab chiqariladi. U samolyotsozlikda, avtomobilsozlikda ishlatadi. Linzalar yasaladi. Nur texnikasi uskunalari ham.

**Polivinilxlorid (PVX)**- chizig'iy amorf polimer, struktura formulali



PVX suvda, ishqorda, kislota eritmalarida yog'larda, benzinda turg'un. 70°C da yumshaydi. PVX **viniplast va plastik**at ko'rinishda ishlatiladi.

Viniplast yaxshi mexanik ishlanadi, oson payvandlanadi, har xil kleylar bilan kleylanadi. Galvanik vannalarni yuzalarini qoplash uchun ishlatiladi. Umuman, metall hajmlarni himoya qoplama sifatida asraydi.

Viniplast past haroratda mo'rt, issiqqa kam bardosh. Har xil tiralishlarga, yoriqlarga injiq.

Agar PVX ga plastifikatorlar (qiyin eriydigan organik suyuqliklar) qo'shilsa, **plastikat** olinadi. Bular yuqori elastik, sovuqqa bordosh, elektro izolyatsiya xossalari ancha past.

Plastikatlar list, lenta, trubka ko'rinishda ishlab chiqiladi. Hidravlik va havo tizimlarini "uplotnitel"lari - zichlantiruvchilari



sifatida; o'tkazgich-simlarning izolyatsiyasi, akkumlyator baklari kabellarining himoya qavati sifatida qo'llaniladi.

### Termoreaktiv plastmassalar

Termoreaktiv plastmassalar termoreaktiv smolalar asosida ishlab chiqariladi. Termoreaktiv smolalar: fenolformaldegid, aminoalgid, epoksid, polimid, organik kremniy to'yinmagan poliefir. Termoreaktiv plastmassalar yuqori puxtalikka ega, yuqori haroratda ham ishlayveradi. Smola bu yerda bog'lovchi. Yuqori kleylash qobiliyati, olovbardosh, kimyoviy turg'un bo'lishi, texnologik, kirishish ham bo'lishi kerak.

Smolalar-bular yuqori molekulyar organik birikmalar.

**Fenolformaldegidli (bakelitli) smola** – bu fenolni (N5S6-ON) formaldegid (N2SO) bilan polikondensatsiya qilish mahsuloti.

Polikondensatsiya sharoitiga qarab, rezonli (termoreaktiv) yoki novolochkali (termoplastik) smolalar hosil bo'ladi.

**Novolak** – bu qattiq, mo'rt, tiniq smola. 100 - 1200° C da eriydi; atsetonda, etil spirtida eriydi. Novolak urotropil bilan birga qizdirib qotiriladi. Ular pressporoshoklar olish uchun qo'llaniladi.

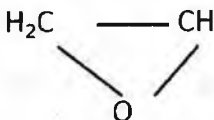
Fenolformaldegidning uch formasi bor. Uning "A" holatida (**rezol**) qizdirilganda eriydi va yelimshak-oquvchan holatda bo'ladi. Spirtida va organik eritmalarda yaxshi eriydi.

"V" holatida (**rezitol**) rezol 90 - 100°C gacha qizdirib olinadi va yelimshak-elastik holatida bo'ladi. Rezitol organik eritmalarda kuchli ishadi, lekin erimaydi.

"S" holati (**rezit**) 150 - 160°C da hosil bo'ladi. Qizdirilganda erimaydi, 300°C dan yuqori haroratda ko'mirlashadi va mexanik mustahkam koksga aylanadi. Rezit benzina, yog'ga, organik erituvchilarga turg'un.

Smolaning bir holatdan ikkinchisiga o'tishi molekulyar qurilishning o'zgarishi bilan boradi. Rezol strukturasi-chizig'iy struktura, rezitolniki yuzalari bo'yicha setkasimon, rezitniki-fazoviy setkasimon. "A" dan "S" o'tish harorat 110-140°C dan yuqorida o'tadi. Harorat ko'tarilishi bilan tezlashadi. 160°C dan yuqorida "A-S" jarayoni 1-3 minutda o'tadi.

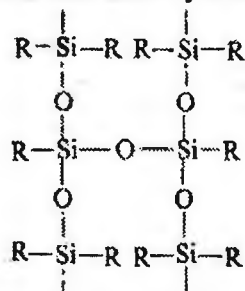
**Epoksidli smolalar** ichida epoksid guruh bor:



Toza holda epoksidli smola-bu yelimshak suyuqlik, uzoq vaqt o'z xususiyatlarini saqlab turish qobiliyati bor. Ko'pchilik organik eritmalarda (atseton, toluol va h. k. ) eriydi, suvda, benzinda erimaydi. Qotiruvchilar (aminlar, ularning hosilalari, karbonli kislotalarning angidrolari va x. k) smolalarni tez qotirib, fazoviy setkasimon qurilish hosil qiladilar.

**Kremniy organiqli smola (silikon)** tarkibidagi elementar zvenolarida uglerod va kremniy atomlarining makromolekulalari bor. Qurilishi bo'yicha chiziqli, shaxobchali va fazoviy bo'ladi.

Silikonli smolalar termoplastik, makromolekulalari chizig'iy qurilishga ega. Termoreaktivlari fazoviy strukturaga ega



Smola qo'shimchasiz 250-300°C da ham ishlayveradi. Qo'shimcha-to'ldirgich (slyuda, asbest, oyna tolalari va h. k. ) qo'shilsa, 400-450°C da ham ishlaydi.

Kamchiligi: 150°C dan yuqori haroratda mexanik xossalarining (mexanik mustahkamlik, plastiklik) yuqori emasligi.

Selikonlar stekloteketolitlarni ishlab chiqarishda bog'lovchi sifatida, termo-turg'un rezinalarni (kauchuk SKT), lakokraskali qoplamalarni, yelimlarni, germetiklarni ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

**Poliefirli smola.** Spirt va kislotalarni polikondensatsiya qilib oladi.

**Gliftoliyli smola (alkidli)** uch atomli spirtni-glitserinni

NO- SN2-SNON-SN2-ON

va ftalieli angidrini polikondensatsiya qilib oladi.

### **Kukun to'ldirgichli plastmassalar**

Plastmassalar fenolformaldegid, kremniy organik va boshqa smolalar asosida olinadi. Boshqa komponentlari: plastifikatorlar, yog'och uni, yanchilgan kvarts, asbest, slyuda, grafit. Detallar presslash usulida olinadi.

Press poroshoklar (kompozitsiyalar) izotropik, mexanik xossalarning yuqori emasligi, past zarbiy qovushqoqlik va qoniqarli elektrizolyatsiyaligi bilan xarakterli. Press-poroshok markasi harf va raqamlaridan iborat. "K" harfi kompozitsiya degani. Undan keyingi son bog'lovchi smola nomeri (markasi). Raqam esa, ma'lum tuldirdigichga to'g'ri keladi: 1-tsellyuloza, 2-yog'och uni, 3-slyuda uni, 4-plavikali shpat, 5-yanchilgan kvarts, 6-asbest. Masalan, marka K-220-21. Bu yerda 220-poroshok rezonli smola asosida tayyorlangan; to'ldirgichlar: yog'och uni va tsellyuloza.

Press-poroshoklar vazifasiga qarab 3 guruhga bo'linadi:

a) Umumiy vazifalarga mo'ljallangan kam yuklangan detallarni yasash uchun.

b) Elektrotexnik detallar yasash uchun.

v) Suvga va issiqqa yuqori darajada turg'un detallar uchun: K-18-53; K-18-42; K-214-42:

- yuqori zarbiy mustahkamlik detallari uchun: FKP-1, FKPM-10;

- yuqori kimyoviy turg'unlik detallariga: K-17-36; K-18-81; K-17-81;

- zamburug'-turg'un ("gribostoykiy"): K-18-36.

Press-poroshokdan detallar to'g'ri yoki quyib presslash yo'li bilan olinadi.

### **Gaz bilan to'ldirilgan plastmassalar**

Makrostrukturasiga qarab **gaz bilan to'ldirilgan plastmassalar** 2 guruhga bo'linadi: **1-penoplastlar; 2-poroplastlar.**

Penoplastlarning asosi polimer bo'lib, yopiq bir-biridan xolis yacheykalar tizimini hosil qiladi. Yacheykalar gaz bilan tuldirilgan.

Poroplastlarda esa asos polimer yacheykalari orasidagi to'siqlar qisman buzilgan va bir-biri bilan tutashgan. Poroplastlar elastik, hajmiy og'irligi 25-45 kg/m<sup>3</sup>; Poroplastlar tarkibiga shunday moddalar qo'shiladiki, ular qizdirilganda qaynab-parlanib ketishi kerak yoki suv bilan yuvganda yuvilib chiqib ketishi kerak. Poroplastlar blok tarzida, yuzalari plyonka bilan qoplangan holda chiqariladi. Tovushni juda yaxshi yutadi-70-80%.

Penoplast-bikr material, kichik hajmiy og'irlikka ega-20-300 kg/m<sup>3</sup>. Cho'kmaydi, issiqlikni o'tkazmaydi hisob. Issiqlik o'tkazish koeffitsienti 0, 003-0, 007 Vt/(m\*K).

Polistirol, polivinilxlorid, polietilen va boshqalar asosidagi termoplastik renoplastlar ularni ko'pirtirib yuqori elastik deformatsiya holatida olinadi. Bu holat oynalanish haroratidan 10-200°C yuqorida qizdirilganda bo'ladi. Termoturg'unlik past harorat < 600°C.

G'ovakli struktura smolalar tarkibiga gaz hosil qiluvchilar qo'shish bilan olinadi.

***Nazorat uchun savollar:***

- 1. Polimer va ularni turlari haqida ma'lumot bering.*
- 2. Konstruksion polimerlar haqida ma'lumot bering.*

### 17.1. Keramika strukturasi va tasnifi

Gilli massalar yoki ularning aralashmasiga mineral qo'shilmalar qo'shib, qoliplash va kuydirish yuli bilan olinadigan buyumlar va materiallar keramik materiallar deb ataladi. Qurilishda keramik materiallar va buyumlardan devorlar qurish va bino tomlarini yopish, pol, devor va fasadlarni qoplash, pech va tutun trubalarini terish, kanalizatsiya va drenaj qurish hamda boshqa maqsadlar uchun foydalaniladi. Keramik buyumlar yasaladigan material keramika texnologiyasida keramik sopolak deb ataladi. Konstruksiyasi jihatidan mo'ljallangan bo'yicha keramik materiallar va buyumlar quyidagi guruhlarga bulinadi: - devorbop (gisht, keramik toshlar, g'ishtdan qilingan bloklar va panellar); - tomlar uchun (ichi kovak toshlar, keramik toshlardan qilingan balkalar, tombop qoplama panellar, cherepitsa); - binolar fasadini qoplash uchun (keramik g'isht va toshlar, fasad plitkalar); - binolar ichiga qoplash uchun (sirlangan plitkalar va fason detallar, pol uchun plitkalar); - kanalizatsiya va drenaj trubalari; - sanitariya-texnika buyumlari (rakovina, unitaz, yuvish bakchalari va boshqalar); - kislotaga bardoshli buyumlar (gisht, plitkalar, trubalar); - yo'l materiallari (g'ishtlar, toshlar); - issiqlik o'tkazmaydigan (g'ovakli ichi bo'sh g'ishtlar va toshlar); - yengil betonlar uchun to'ldirgichlar (keramzit, agloporit); - olovga bardoshli buyumlar (g'isht va fason buyumlar). Keramik materiallar va buyumlar ishlab chiqarish uchun gil asosiy xom ashyolar. Gil tog' jinslarining mayda dispersiyali fraksiyasi bo'lib, suv bilan plastik qorishma hosil qilish, qurigandan keyin unga berilgan shaklni saqlab qolish va pishirilgandan keyin tosh qattikligiga ega bo'lish xususiyatiga ega.

**Keramik materiallar va buyumlar ishlab chiqarish.** Keramik materiallar va buyumlar turli o'lcham, shakl va xossalarga ega bo'ladi, lekin ularni ishlab chiqarish texnologiyasi taxminan bir xil bo'ladi va xomashyo materiallarini qazib olish, xomashyo massasini tayyorlash, xomashyoni qoliplash, quritish, pishirish, pishirilgan buyumlarni navlarga ajratish hamda omborda saqlashni o'z ichiga oladi.

**Gil qazib olish.** Keramik materiallar va buyumlarni ishlab chiqarish uchun gil, odatda, bevosita zavod yaqinida joylashgan

kargerlardan ekskavatorlar va boshqa mashina hamda mexanizmlar yordamida qazib olinadi. Zavodga gil kuzovli ag'dariladigan vagonchalarda, avtosamosvallarda, tasmali transporterlarda, telejkali traktorlarda tashiladi.

**Xomashyo massasini tayyorlash.** Karyerdan qazib olingan va zavodga tashib keltirilgan gil tabiiy holatdan ko'pincha buyumlar qoliplash uchun yaroqsiz bo'ladi va tabiiy tuzilishini buzish, undan zararli aralashmalarni chiqarib tashlash zarur. Yirik aralashmalarni maydalash, gilga qo'shimchalar aralashtirish, shuningdek, qulay qoliplanadigan massa hosil qilish uchun uni namlash kerak. Xomashyo aralashmasi yarim quruq, plastik yoki ho'l (shliker) usullarida tayyorlanadi. Bu usullardan qaysi birini tanlash xomashyo materiallarining xossalariga, keramik massasining tarkibiga va buyumlarni qoliplash usuliga, shuningdek, ularning o'lchamlari va vazifasiga bog'lik. Yarim quruq usulda xomashyo materiallari quritiladi, bo'laklanadi, maydalanadi va sinchiklab aralashtiriladi. Gil, odatda, quritish barabanlarida quritiladi, quruqlayin tuyish mashinasida, diz entegratorlar yoki sharli tegirmonlarda parchalanadi va maydalanadi, kurakli aralashtirgichlarda aralashtiriladi. Presslanadigan o'qinning namligi 9-11%. Presslanadigan kukun kerakli namlikka ega bulguncha suv yoki bug' bilan namlanadi. Yarim quruq presslab tayyorlangan qurilish gishti, pol plitkalari, qoplama plitka va boshqalar tayyorlashda xomashyo aralashma tayyorlashning yarim quruq usulidan foydalaniladi. Plastik usulda xomashyo materiallari tabiiy namlikda aralashtiriladi yoki namligi 18-23% bo'lgach gil qorishmasi bo'lgunga qadar suv qo'shiladi. Xomashyo materiallarni maydalash va qayta ishlash uchun turli tipdagi tegirmon toshdan, aralashtirish uchun esa gilqorgichlardan foydalaniladi. Plastik usulda plastik qoliplanadigan keramik g'ishtni, keramik toshlarni, cherepitsalar, truba va boshqalarni ishlab chiqarish uchun xomashyo aralashmasi tayyorlanadi. Shliker usulida xomashyo materiallar oldindan maydalab kukun qilinadi, so'ngra esa ko'p miqdorda suv quyib yaxshilab aralashtiriladi, bunda bir jinsli suspenziya (shliker) hosil bo'lishi kerak. Bu usul chinni va fayans buyumlar, qoplama plitka va boshqalarni ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

**Buyumlarni qoliplash.** Keramik buyumlar har xil usullarda: plastik, yarim quruq va quyib qoliplanadi. Qoliplash usulini tanlash buyumlar turiga, shuningdek, xomashyoning tarkibi va fizik-

mexanik xossalariga bog'liq. Plastik usulda qoliplash-buyumlarni plastik gil massalardan presslarda tayyorlash qurilishbop keramik buyumlar ishlab chiqarishda eng ko'p tarqalgan usuldir. Namligi 18-23% qilib tayyorlangan gil massasi tasmali pressning qabul qilish bunkeriga yo'naltiriladi. Massa shnek yordamida qo'shimcha aralashtiriladi, zichlanadi va almashinuvchi mundshtuk bilan jihozlangan pressning chiqish orqali brus ko'rinishida siqib chiqariladi. Mundshtukni almashtirib, shakli va o'lchamlari turlicha bo'lgan brus olish mumkin. Pressdan to'xtovsiz chiqayotgan brusni tayyorlanayotgan buyumlarning o'lchamlariga muvofiq avtomatik kesish qurilmasi uni alohida qismlarga qirib ajratadi. Qoplama plitkalar, pol plitkaları va boshqa yupqa keramik buyumlar yarim quruq usulda qoliplanadi. Bunday usulda plastikligi past, kam gilli xomashyodan g'isht va boshqa buyumlar tayyorlash mumkin. Yarim quruq usulda qoliplashning plastik usulga nisbatan afzalligini namligi kam (8-12%) gil massasi ishlatiladi, bu xomashyoning qurish muddatini ancha kichiklashtiradi. Yarim quruq usulda har bir buyum alohida yuqori unumli presslarda qoliplanadi, bunda presslanadigan massasini qoliplarda 15 Mpa gacha bosim ostida ikki tomonlama presslanishi ta'minlanadi. Yarim quruq usulda presslanadigan buyumlar aniq shaklga, o'lchamlarga, mustahkam burchak va qirralarga ega bo'ladi. Quyish usuli sanitariya-texnika fayans buyumlari va qoplama plitkalarni tayyorlash uchun qo'llaniladi. Bu usulda namligi 45% dan ortiq, oldindan gil massasi (shliker) maxsus qoliplarga quyiladi yoki plitkalarni qoliplashda foydalaniladi.

**Buyumlarni quritish.** Qoliplangan buyumlarning namligini kamaytirish uchun ularni quritish zarur. Masalan xom gisht 8-10% namlikkacha quritiladi. Quritish hisobiga buyumning mustahkamligi oshadi, pishirish jarayonida darzlar ketishi va shakli o'zgarishining oldi olinadi. Buyumlarni tabiiy va suniy usulda quritish mumkin. Quritish ayvonlarida tabiiy usulda quritish yoqilg'i sarflashni talab qilmaydi, lekin uzoq vaqt (10-15 kun) davom etadi. Bundan tashqari, tabiiy usulda quritish uchun keng joy talab qilinadi. Hozirgi vaqtda yirik zavodlarda, odatda xom ashyo vaqti-vaqti bilan ishlaydigan kamerali quritgichlarda va uzluksiz ishlaydigan tunnelli quritgichlarda sun'iy usulda quritiladi. Ushbu usulda xomashyoni quritish muddati 1-3 sutka, yupqa buyumlar uchun esa bir necha soat davom etadi.

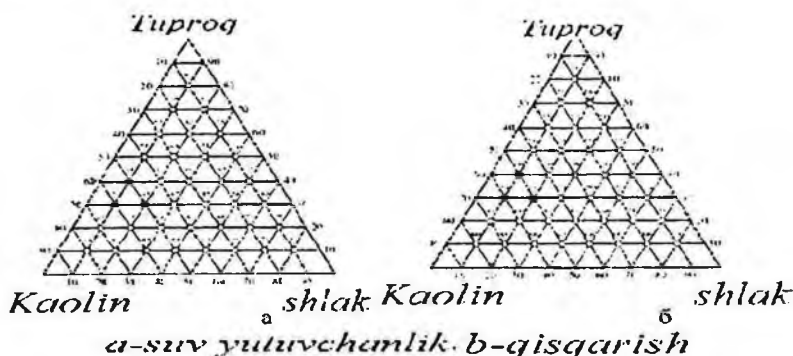
**Buyumlarni pishirish.** Keramik buyumlar ishlab chiqarish texnologiyasi jarayonining hal etuvchi bosqichidir. Pishirish jarayonini shartli ravishda uch davrga bo'lish mumkin: xomashyoni qizdirish, pishirish va sovitish. Xomashyoni qizdirishda harorat asta-sekin  $100-120^{\circ}\text{C}$  gacha ko'tariladi, sirti bo'yicha undan erkin suv chiqarib yuboriladi. Shundan keyin harorat  $750^{\circ}\text{C}$  gacha ko'tariladi, gilli mineraldagi va xomashyo aralashmasining boshqa birikmalaridagi organik aralashmalar yonib bitadi va kimyoviy bog'langan suv chiqib ketadi.  $800-900^{\circ}\text{C}$  da pishirish jarayonida oson eriydigan birikmalar eriydi va erimagan zarrachalarni o'rab oladi, bunda buyumning chiziqli o'lchamlari kichrayadi va zichlanadi. Temperaturani oshirish davom ettirilsa, gil massasi qovushadi. Maksimal pishirish temperaturasi gilning xossalriga va buyum turiga bogliq. Pishirish natijasida keramik buyumlar toshsimon holatga, yuqori mustahkamlikka, suvga va sovuqqa chidamlilikka va boshqa xossalarga ega bo'ladi. Keramik buyumlar halqasimon, tunnel, tirqishli, rolikli va boshqa pechlarda pishiriladi. Halqasimon pech gellipsga o'xshash tutash pishirish kanalidan iborat bo'lib, shartli ravishda kameralarga bo'lingan. Xalqasimon pech kameralarining miqdori uning unumdorligiga qarab 16 dan 36 gacha o'zgarib turadi. Shartli kameralar quyidagi tartibda joylashtiriladi: yuklash, qizdirish, pishirish, sovitish va pechdan chiqarib olish. Halkasimon pechda yonish o'chog'i boshqa zonalar kabi pishirish kanali bo'ylab uzluksiz siljiydi, pishirilayotgan mahsulot esa o'z joyida bo'ladi. Xalqasimon pechlarda asosan g'isht va cherepitsa pishiriladi. Pishirish temperaturasi  $900-1100^{\circ}\text{C}$ . Halkasimon pechda pishirish muddati 3-4 sutkagacha davom etadi. Tunnel pech uzunligi 100 m gacha bo'lgan, boshi va oxiri ochiq kanaldan iborat bo'lib, unda pishiriladigan buyumlar joylangan vagonchalar relslarda harakatlanadi. Tunnel pechda halkasimon pechdagi kabi zonalar bo'ladi. Lekin bunda zonalar bo'ylab buyumlar siljiydi, zonalar esa joyida qoladi. Quritilgan g'isht yoki boshqa buyumlar tagi olovga bardoshli g'ishtdan qilingan vagonlarga yuklanadi. Vagoncha pechga kiritiladi, bunda u oldinda turgan pishirilgan va sovitilgan g'isht yuklangan vagonchani itarib chiqaradi. Tunnel pechlar gazda yoki mayda ko'mirda qizdiriladi. Bu pechlarda mahsulotni yuklash va tushirish jarayonlarini mexanizatsiyalashtirish, shuningdek, pishirish jarayoni va uni rostlashni avtomatlashtirish oson bo'ladi. Pishirish



jarayoni 18-38 soat davom etadi. Tunnel pechlar halqasimon pechlarga nisbatan ancha unumdor va tejimli bo'ladi, bundan tashqari, ularda brak g'ishtlar ancha kam bo'ladi. Keramik materiallar, jumladan, sirlangan qoplama fayans plitkalar ikki marotaba pishiriladi. Birinchi marta pishirishda maxsus konsellarda joylashtiriladigan plitkalar tunnel pechlarda 1240-1250<sup>0</sup>C temperaturada pishiriladi. So'ngra sovitilgandan keyin navlarga ajratiladi, sir qatlami yuritiladi, konselga joylashtiriladi va ikkinchi marta boshqa tunnel pechda 1140<sup>0</sup> C temperaturada pishiriladi. Sir hosil qilish uchun oson suyuqlanadigan gil, kvarts kum, dala shpati, qo'rg'oshin, rux oksidlari va boshqalar ishlatiladi. Rangli sir tarkibida bo'yaydigan oksidlar yoki metallar tuzi bo'ladi. Sirning mayda tuyilgan xomashyo aralashmasi suvli suspenziya ko'rinishidagi plitkaning ung yuzasiga yupqa qatlamlab suriladi. Pishirishda sirning tashkil etuvchi qismlari suyuqlanadi va plitka yuzasida shishasimon yupqa qatlam hosil qiladi. Bu qatlam g'oyat manzaraligi bilan bir qatorda plitkalarining suv o'tkazmasligini ham ta'minlaydi. Kanalizatsiya trubalari, qoplama g'ishtlar va fasad qoplanadigan plitkalar ham sirlanadi, bu buyumlar quritilgandan keyin sirlanadi va bir marta pishiriladi.

Noorganik polimerlar asosidagi matritsalaridan tuzilgan kompozitsion materiallar perspektiv material hisoblanadi. Noorganik polimer bog'lovchilarning tipik vakillari: silikatlar, keramika, nitridlar, boridlar, karbidlar va boshqalar. Bularni olish oson. Maxsus xossasi: atom bog'lanishining puxtaligi polimer zanjirini tashkil qiladi. Eng ko'p tarqalgani-keramik kompozitsion materiallar. Bular metallarning va kislorodsiz birikmalarning oksidlari (karbidlar, boridlar, nitridlar, silitsidlar) asosida yaratiladi. KMM larning yaratilishi yangi texnikani yaratishga imkon beradi: yuqori haroratda ishlaydigan, yeyilmaydigan, puxta va h. k. Keramik kompozitsion materiallar asosiy turlari Bularda matritsa keramikadan yasalgan: metall emas mineral xom-ashyoni (loylar) qizdirib bosim ostida presslab (spekaniel) olingan. 1. Xomashyo turiga bo'linadi: a) Oksidli (texnikaviy) keramika; metall oksidlari asosida: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; ZrO<sub>2</sub>; CaO; MgO; BeO; UO<sub>2</sub>. b) Oksidsiz, asosiy kislorodsiz birikmalar: karbid MeC; borid MeBn; nitrid MeN; silitsid MeSin. 2. Struktura belgilariga qarab KKM lar 5 guruhga bo'linadi: a) Dispersli; b) Polikristallik yo'llanmagan (tartibsiz) tolalar ipsimon kristallar va simlar bilan sinchlangan; d)

Yo'llangan (tartibli) tolalar bilan sinchlangan; e) Qavatma-qavat-qatlama; f) Dona-qavatli. Dispers KKM larda matritsa va to'ldirgich hajm bo'yicha bir tekisda tarqalgan. Sinchlanganlarda tola erkin ixtiyoriy yoki yo'llangan joylashishi mumkin. Sinch sifatida metall va ular qotishmalarining simlari ishlatiladi. Sinch sim yoki har xil to'qilgan setka formasida bo'lishi mumkin. Simlar uglerodli, zanglamaydigan va martensit po'latlaridan yasaladi. Yuqori puxtalikdagi KKM lar titan, berilliy, volfram, molibden simlari bilan sinchlanadi.



6-rasm. 1180°C haroratda kuydirilgan keramik pol koshining tarkibga bog'liqligi.

KKMlarni to'ldirgich sifatida bor, kremniy karbidi, borlik (B/Si), uglerod, shisha tolalari ishlatiladi. Issiqqa bardosh va issiqdan saqlaydigan materiallarni KKM ishlab chiqarish ikki texnologiyasi tez o'syapti. Bularning tolalari keramikadan. Keramik tolalar uchun xomashyo sifatida  $Al_2O_3$ ;  $Al_2O_3$   $Cr_2O_3$ ;  $SiO_2$  tolalari ishlatiladi. Hozirda  $Al_2O_3$ ; SiC; AlN;  $TiO_2$  asosidagi ipsimon kristallar to'ldirgich sifatida ko'proq qo'llanilmoqda. Qatlama KKM larning komponentlari qavat-qavat joylashgan. Metall falgasi to'ldiruvchi sifatida ishlatiladi. Keramik kompozitsion materiallarni komponentlarini tanlash dastlabki xomashyoni 3 guruhga bo'lish mumkin: 1. Barcha-keng harorat doirasida bir-biri bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadiganlar; 2. Yuqori haroratda reaksiyaga kirishuvchilar; 3. Kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi. KKM larning puxtaligi har bir komponentning xossalriga va ularning kimyoviy birlashishiga bog'liq. Masalan, matritsasi keramikali, to'ldirgichisi metallardan bo'lgan KKM ning puxtaligi 3-4 marta ortadi, agar 3-4% hajmida

keramika va metall orasidagi kimyoviy bog'liqlikni oshiradigan modda qo'shilsa. Bu modda karbidlar bo'lishi mumkin. Komponentlarning qizdirib, kolipda bosim ostida ishlash (spekaniel) harorati iloji boricha bir-biriga yaqin bo'lishi lozim. Spekanielni aktivlashtirish uchun qo'shimcha kiritiladi, qaysiki suyuq faza hosil qilib, uni tezlatadi. Masalan, Ti;  $TiO_2$ ; Zr/ KKM lar uchun yana bir xususiyat: komponentlar bir-birlarini yaxshi ho'llashi kerak. KKM komponentlarini tanlashda ularning teplofizik xossalarini ham hisobga olish kerak. Agar sinchlovchi materialning issiqdan kengayish koeffitsienti matritsa materialini issiqdan kengayish koeffitsientidan kichik bo'lgan; sinch cho'zilib ichki kuchlanish hosil bo'lib, ichida darz ketishi mumkin. Agar sinch koeffitsienti katta bo'lsa, matritsa koeffitsientiga nisbatan, u holda qisish kuchlanishi hosil bo'ladi va KKM ning puxtaligi ortadi. KKM larning perspektiv yo'nalishlaridan biri evtektik metall-oksidi tizimi hisoblanadi.

**Matritsa keramika.** Bu yerda sinch evtektika yo'naltirilib kristallizatsiya qilingan. Evtektik KKM lar yuqori haroratda dispers KKM larga nisbatan ancha turg'un. Dispers va qatlama KKM lar izotrop va buzilish mexanizmi keramika materiali buzilishiga o'xshaydi. Sinchlangan KKM lar puxtaligi yuqori va buzilish mexanizmi boshqacha. Tolalar kuchlarni bo'linishini ta'minlaydi, matritsada darzlarni yo'nalishini aniqlaydi.

**Keramik-kompozitsion materiallarni xossalari va ishlatilishi.** Dispers KKM larning tipik vakili bu – keramika-metall materialidir ya'ni kermetlar. Ular ikki xil bo'ladi: 1. Infrokermet; 2. Ultrakermet. Matritsalar, qaysilardagi keramik faza metallar xossalarini yaxshilasa, infrakermetlar deyiladi; ya'ni dispersli puxtalangan. Agar keramika xossalarini yaxshilash uchun metall qo'shilsa, ultrakermet deyiladi. 3. Kermetlar komponentlariga qo'yilgan hal qiluvchi talablar: 1. Kimyoviy turg'unlik; 2. Bir-biri bilan termik chiqisha olishlik (termicheskaya sovmestimost); 3. Adgeziyali birikma hosil qilish. Kermet komponentlari bir-birilari bilan reaksiyaga kirishmasligi va bir-birida erishi kerak emas. Aks holda bir fazali material yoki keramik material hosil bo'ladi. Kermetlar uchun xomashyo sifatida metall oksidlari, karbidlar, nitridlar ishlatiladi. Kermetlar 2 guruhga bo'linadi: 1. Tarkibiga qarab: a) oksidli; b) nitridli; d) karbidli; e) boridli. 2. vazifasiga qarab: a) yeyilishga chidamli; b) issiqbardosh; d) korroziyabar-

dosh; e) yadro reaktorlari uchun. Kermetlarning eng ko'p tarqalgani  $Al_2O_3$  asosidagi va qiyin eriydigan metallar (Mo; Nb; To) asosidagi kermetlardir. Kompozit  $Al_2O_3$  -Ni(Co; Fe) qo'llaniladi. Karbidli kermetlar ichida eng ko'p tarqalgani volfram karbidi va kobolt asosidagilaridir. Karbidli kermetlar metallik komponenti sifatida kobolt, nikel, bolzam, molibden, niobiy, xrom, volfram bilan birgalikda foydalaniladi. Karbid-titanli kermetlar, oksidlariga nisbatan ancha puxta, puxtalikni uzoq muddatli nukta nazardan issiqbardosh po'latlardan ham yuqori. Xrom va sirkoniy asosidagi kermetlar birdaniga issiq urishiga (teplovoy udar) chidamli. Dispers KKM lar ma'sulyatli detallar yasashda ishlatiladi: 1. Yuqori haroratda ishlaydigan; 2. Kichik asboblardan uchun; 3. Yeyilmaydigan; 4. Shtamplar; 5. Filera; 6. Podshipniklar; 7. Zararli muhitda ishlaydigan klapanlar. Oksid asosidagi kerametlar issiq (pechlarda) o'lchagich-termoparalar sohalari sifatida ishlatiladi.

Kremniy va aluminiy asosidagi metallokeramik materiallardan ichki yonuv dvigatel detallari yasaladi. Keramik kompozitsion materiallarni olish texnologiyasi asoslari KKM lar asosan kukun metallurgiyasi usulida olinadi. KKM larning sifatini ta'minlovchi ko'rsatkichlarning eng asosiysi-bu komponentlarning bir xil taqsimlanishi, aralashishi-bir tekisda joylashishidir. Bu dispers KKM larda shixtani sharli, vibratsion, planetar tegirmonlarda mexanikaviy aralashtirish bilan olinadi. Boshqa tipdagi KKM larda komponentlar bir tekisda galma-galdan, qavatma-qavat taqsimlanib taxlab olinadi. Kimyoviy usulda komponentlar kimyoviy reaksiya natijasida keramik yuzaga metall tuzlarining cho'kishi bilan olinadi. Metall sinchli KKM larda keramika zarrachalari yuzalariga metall plynkasi elektroliz va elektroforez usulida cho'ktiriladi. Fizikaviy usulda qizdirilib bosim ostida presslab termik ishlangan (spechenniy) keramik sinchga metall shimdiriladi va metall gaz fazasidan keramika zarrachalari ustiga cho'kadi. Shixta quruq holda yoki plastifikator qo'shib presslanadi. Plastifikator qo'shilgan komponentlar aralashmasi shliker deyiladi. Presslash vibratsiyali, press-formalarda, gidrostatik, elastik qobiqlarda bo'lishi mumkin. Katta o'lchamli detallar uchun shlikerning suvdagi eritmasi gips qoliplarga qo'yiladi. Metallik sim, metallik ip, setkalar bilan sinchlangan KKM larni yasash qiyinroq. Chunki aralashtirilsa, tolalar uzilib ketadi. Shuning uchun sinch kerakli tartibda joylashtirib bulgach, kanop komponentlar suspenziya-atala holatida asta qo'yiladi.

Karbidli va nitridli metallo-keramik materiallar tarkibi va xossalari

Marka	Tarkibi, %						Xossalari		
	WC	TiC	Co, yoki Ni	titan nitridi	bog'li ovchi	CrC	$\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	$\sigma$ , MPa	NRa
VK3	97	-	3	-	-	-	1530	1200	89,5
T30K 4	60	30	4	-	-	-	980	1000	92
KTN M	-	26	-	42	32	-	590	1750	87,5
KXN- 40	-	-	40	-	-	60	700	700	90

Umuman tolali, simli, setkali KKM larni olishda tarkibiga qarab o'zini shaxsiy texnologiyasi tayinlanadi. KKMlarni termik ishlash-spekanie gazlar muhitini o'zgartiradigan, kerakli harorat rejimini beradigan pechlarda olib boriladi; maqsad kerakli kimyoviy reaksiya amalga oshishi kerak. Agar elektr maydoni ta'sir ettirilsa, zichlik ortadi, termik ishlash vaqti qisqaradi. Uglerod-uglerodli kompozitsion materiallar aviatsiya-kosmik texnikasida qo'llaniladigan perspektiv materiallardan biri-bu uglerod-uglerodli (C-C) kompozitlardir. Bularda matritsa sifatida uglerod ishlatiladi. Bu qotgan termoreaktiv smolalarni (feneloformaldegidli, furanovli) yuqori haroratda qizdirib olingan koks to'ldirgich sifatida uglerod tolalari ishlatiladi. Bu tizimli materiallar kompozitsiyasiga to'ldiruvchi material sifatida uglerodli paxta, uglerodli matolar, uzilgan-kesilgan tolalar, buralgan iplar kiradi. Ikki tizimlisiga qo'shimcha-to'ldirgich sifatida matolar-to'qimalar: ko'p tizimli materiallar tolalarni ma'lum tartibda taxlash bilan olinadi. Operatsiyalarning ketma-ketligi: 1. Uglerodli (yoki grafitli) tolalarni yoki matoni fenolli smola bilan to'yintirish. 2. Bog'lovchini berilgan harorat va bosimda qotirish. 3. Kerakli o'lchamlargacha mexanik ishlash. 4. Karbonizatsiyalash maqsadida kerakli atmosferada qizdirish. Agar modifikatsiya qilinsa; karbid va nitrid hosil qiluvchilar bilan (Si, Ta, N), kompozitning asosli muhitda turg'unligi oshadi. Uglerod-uglerod materiallarining mexanik xossalari yuqori:  $\sigma_v=100-700$  Mpa, qisishidagi mustahkamlik  $=800-1200$  Mpa; zarbiy qovushqoqligi  $50-100$  kJ/m<sup>2</sup>; vakuum va neytral muhitda issiqqa turg'un  $25000^\circ\text{C}$  gacha. O'chish apparatlari burun qismi konusi, yuqori haroratli kanoplar, raketa dvigatellari soplari va h. k. larda ishlatiladi.

## KERAMIK MATERIALLAR VA ULARNING TURLARI

Gilli massalar yoki ularning aralashmasiga mineral qo'shilmalar qo'shib, qoliplash va kuydirish yo'li bilan olinadigan buyumlar va materiallar keramik materiallar deb ataladi. Qurilishda keramik materiallar va buyumlardan devorlar qurish va bino tomlarini yopish, pol, devor va fasadlarni qoplash, pech va tutun trubalarini terish, kanalizatsiya va drenaj qurish hamda boshqa maqsadlar uchun foydalaniladi. Keramik buyumlar yasaladigan material keramika texnologiyasida keramik sopolak deb ataladi. Konstruksiyasi jihatidan mo'ljallangan bo'yicha keramik materiallar va buyumlar quyidagi guruhlariga bo'linadi: - devorbop (g'isht, keramik toshlar, g'ishtdan qilingan bloklar va panellar); - tomlar uchun (ichi kovak toshlar, keramik toshlardan qilingan balkalar, tombop qoplama panellar, cherepitsa); - binolar fasadini qoplash uchun (keramik g'isht va toshlar, fasad plitkalar); - binolar ichiga qoplash uchun (sirlangan plitkalar va fason detallar, pol uchun plitkalar); - kanalizatsiya va drenaj trubalari; - sanitariya-texnika buyumlari (rakovina, unitaz, yuvish bakchalari va boshqalar); - kislota bardoshli buyumlar (g'isht, plitkalar, trubalar); - yo'l materiallari (g'ishtlar, toshlar); - issiqlik o'tkazmaydigan (g'ovakli ichi bo'sh g'ishtlar va toshlar); - yengil betonlar uchun to'ldirgichlar (keramzit, agloporit); - olovga bardoshli buyumlar (g'isht va fason buyumlar). Keramik materiallar va buyumlar ishlab chiqarish uchun gil asosiy xomashyolar. Gil tog' jinslarining mayda dispersiyali fraktsiyasi bo'lib, suv bilan plastik qorishma hosil qilish, qurigandan keyin unga berilgan shaklni saqlab qolish va pishirilgandan keyin tosh qattiqligiga ega bo'lish xususiyatiga ega.

**Keramik materiallar va buyumlar ishlab chiqish.** Keramik materiallar va buyumlar turli o'lcham, shakl va xossalarga ega bo'ladi, lekin ularni ishlab chiqarish texnologiyasi taxminan bir xil bo'ladi va xomashyo materiallarini qazib olish, xomashyo massasini tayyorlash, xomashyoni qoliplash, quritish, pishirish, pishirilgan buyumlarni navlarga ajratish hamda omborda saqlashni o'z ichiga oladi.

**Gil qazib olish.** Keramik materiallar va buyumlarni ishlab chiqarish uchun gil, odatda, bevosita zavod yaqinida joylashgan karyerlardan ekskavatorlar va boshqa mashina hamda mexanizmlar yordamida qazib olinadi. Zavodga gil kuzovli ag'dariladigan

vagonchalarda, avtosamosvallarda, tasmali transporterlarda, teleykali traktorlarda tashiladi.

**Xomashyo massasini tayyorlash.** Karyerdan qazib olingan va zavodga tashib keltirilgan gil tabiiy holatdan ko'pincha buyumlar qoliplash uchun yaroqsiz bo'ladi va tabiiy tuzilishini buzish, undan zararli aralashmalarni chiqarib tashlash. Yirik aralashmalarni maydalash, gilga qo'shimchalar aralashtirish, shuningdek, qulay qoliplanadigan massa hosil qilish uchun uni namlash kerak. Xomashyo aralashmasi yarim quruq, plastik yoki ho'l (shliker) usullarida tayyorlanadi. Bu usullardan qaysi birini tanlash xomashyo materiallarining xossalariga, keramik massasining tarkibiga va buyumlarni qoliplash usuliga, shuningdek, ularning o'lchamlari va vazifasiga bog'liq. Yarim quruq usulda xomashyo materiallari quritiladi, bo'laklanadi, maydalanadi va sinchiklab aralashtiriladi. Gil, odatda, quritish barabanlarida quritiladi, quruqlayin tuyish mashinasida, diz entegratorlar yoki sharli tegirmonlarda parchalanadi va maydalanadi, kurakli aralashtirgichlarda aralashtiriladi. Presslanadigan kukunning namligi 9-11%. Presslanadigan kukun kerakli namlikka ega bo'lguncha suv yoki bug' bilan namlanadi. Yarim quruq presslab tayyorlangan qurilish g'ishtni, pol plitkalari, qoplama plitka va boshqalar tayyorlashda xomashyo aralashma tayyorlashning yarim quruq usulidan foydalaniladi. Plastik usulda xomashyo materiallari tabiiy namlikda aralashtiriladi yoki namligi 18-23% bo'lgach gil qorishmasi bo'lgunga qadar suv qo'shiladi. Xomashyo materiallarni maydalash va qayta ishlash uchun turli tipdagi tegirmon toshdan, aralashtirish uchun esa gilqorgichlardan foydalaniladi. Plastik usulda plastik qoliplanadigan keramik g'ishtni, keramik toshlarni, cherepitsalar, truba va boshqalarni ishlab chiqarish uchun xomashyo aralashmasi tayyorlanadi. Shliker usulida xomashyo materiallar oldindan maydalab kukun qilinadi, so'ngra esa ko'p miqdorda suv quyib yaxshilab aralashtiriladi, bunda bir jinsli suspenziya (shliker) hosil bo'lishi kerak. Bu usul chinni va fayans buyumlar, qoplama plitka va boshqalarni ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

**Buyumlarni qoliplash.** Keramik buyumlar har xil usullarda: plastik, yarim quruq va quyib qoliplanadi. Qoliplash usulini tanlash buyumlar, turiga, shuningdek, xomashyoning tarkibi va fizik-mexanik xossalariga bog'liq. Plastik usulda qoliplash-buyumlarni plastik gil massalardan presslarda tayyorlash qurilishbop keramik

buyumlar ishlab chiqarishda eng ko'p tarqalgan usuldir. Namligi 18-23% qilib tayyorlangan gil massasi tasmali pressning qabul qilish bunkeriga yo'naltiriladi. Massa shnek yordamida qo'shimcha aralashtiriladi, zichlanadi va almashinuvchi mundshtuk bilan jihozlangan pressning chiqish teshigi orqali brus ko'rinishida siqib chiqariladi. Mundshtukni almashtirib, shakli va o'lchamlari turlicha bo'lgan brus olish mumkin. Pressdan to'xtovsiz chiqayotgan brusni tayyorlanayotgan buyumlarning o'lchamlariga muvofiq avtomatik kesish qurilmasi uni alohida qismlarga qirqib ajratadi. Qoplama plitkalar, pol plitkalar va boshqa yupqa keramik buyumlar yarim quruq usulda qoliplanadi. Bunday usulda plastikliги past, kam gilli xomashyodan g'isht va boshqa buyumlar tayyorlash mumkin. Yarim quruq usulda qoliplashning plastik usulga nisbatan afzalligi-namligi kam (8-12%) gil massasi ishlatiladi, bu xomashyoning qurish muddatini ancha kichiklashtiradi. Yarim quruq usulda har bir buyum alohida yuqori unumli presslarda qoliplanadi, bunda presslanadigan massasini qoliplarda 15 Mpa gacha bosim ostida ikki tomonlama presslanishi ta'minlanadi. Yarim quruq usulda presslanadigan buyumlar aniq shaklga, o'lchamlarga, mustahkam burchak va qirralarga ega bo'ladi. Quyish usuli sanitariya-texnika fayans buyumlari va qoplama plitkalarni tayyorlash uchun qo'llaniladi. Bu usulda namligi 45% dan ortiq, oldindan gil massasi (shliker) maxsus qoliplarga quyiladi yoki plitkalarni qoliplashda foydalaniladi.

**Buyumlarni quritish.** Qoliplangan buyumlarning namligini kamaytirish uchun ularni quritish zarur. Masalan xom g'isht 8-10% namlikkacha quritiladi. Quritish hisobiga buyumning mustahkamligi oshadi, pishirish jarayonida darzlar ketishi va shakli o'zgarishining oldi olinadi. Buyumlarni tabiiy va suniy usulda quritish mumkin. Quritish ayvonlarida tabiiy usulda quritish yoqilg'li sarflashni talab qilmaydi, lekin uzoq vaqt (10-15 kun) davom etadi. Bundan tashqari, tabiiy usulda quritish uchun keng joy talab qilinadi. Hozirgi vaqtda yirik zavodlarda, odatda xomashyo vaqti-vaqti bilan ishlaydigan kamerali quritgichlarda va uzluksiz ishlaydigan tunnelli quritgichlarda sun'iy usulda quritiladi. Ushbu usulda xomashyoni quritish muddati 1-3 kun, yupqa buyumlar uchun esa bir necha soat davom etadi. **Buyumlarni pishirish.** Keramik buyumlar ishlab chiqarish texnologiyasi jarayonining hal etuvchi bosqichidir. Pishirish jarayonini shartli ravishda uch davrga



bo'lish mumkin: xomashyoni qizdirish, pishirish va sovitish. Xomashyoni qizdirishda harorat asta-sekin 100-120° C gacha ko'tariladi, sirti bo'yicha undan erkin suv chiqarib yuboriladi. Shundan keyin harorat 750° C gacha ko'tariladi, gilli mineraldagi va xomashyo aralashmasining boshqa birikmalaridagi organik aralashmalar yonib bitadi va kimyoviy bog'langan suv chiqib ketadi. 800-900°C da pishirish jarayonida oson eriydigan birikmalar eriydi va erimagan zarrachalarni o'rab oladi, bunda buyumning chiziqli o'lchamlari kichrayadi va zichlanadi. Haroratni oshirish davom ettirilsa, gil massasi qovushadi. Maksimal pishirish temperaturasi gilning xossalariga va buyum turiga bog'liq. Pishirish natijasida keramik buyumlar toshsimon holatga, yuqori mustahkamlikka, suvga va sovuqqa chidamlilikka va boshqa xossalarga ega bo'ladi. Keramik buyumlar xalqasimon, tunnel, tirqishli, rolikli va boshqa pechlarda pishiriladi. Halqasimon pech gellipsga o'xshash tutash pishirish kanalidan iborat bo'lib, shartli ravishda kameralarga bo'lingan. Halqasimon pech kameralarining miqdori uning unumdorligiga qarab 16 dan 36 gacha o'zgarib turadi. Shartli kameralar quyidagi tartibda joylashtiriladi: yuklash, qizdirish, pishirish, sovitish va pechdan chiqarib olish. Halkasimon pechda yonish o'chog'i boshqa zonalar kabi pishirish kanali bo'ylab uzluksiz siljiydi, pishirilayotgan mahsulot esa o'z joyida bo'ladi. Halqasimon pechlarda asosan g'isht va cherepitsa pishiriladi. Pishirish temperaturasi 900-1100° C. Halkasimon pechda pishirish muddati 3-4 sutkagacha davom etadi. Tunnel pech uzunligi 100 m gacha bo'lgan, boshi va oxiri ochiq kanaldan iborat bo'lib, unda pishiriladigan buyumlar joylangan vagonchalar relslarda harakatlanadi. Tunnel pechda halkasimon pechdagi kabi zonalar bo'ladi. Lekin bunda zonalar bo'ylab buyumlar siljiydi, zonalar esa joyida qoladi. Quritilgan g'isht yoki boshqa buyumlar tagi olovga bardoshli g'ishtdan qilingan vagonlarga yuklanadi. Vagoncha pechga kiritiladi, bunda u oldinda turgan pishirilgan va sovutilgan g'isht yuklangan vagonchani itarib chiqaradi. Tunnel pechlar gazda yoki mayda ko'mirda qizdiriladi. Bu pechlarda mahsulotni yuklash va tushirish jarayonlarini mexanizatsiyalashtirish, shuningdek, pishirish jarayoni va uni rostlashni avtomatlashtirish oson bo'ladi. Pishirish jarayoni 18-38 soat davom etadi. Tunnel pechlar halkasimon pechlarga nisbatan ancha unumdor va tejamli bo'ladi, bundan tashkari, ularda brak g'ishtlar ancha kam bo'ladi. Keramik

materiallar, jumladan, sirlangan qoplama fayans plitkalar ikki marotaba pishiriladi. Birinchi marta pishirishda maxsus konsellarda joylashtiriladigan plitkalar tunnel pechlarda 1240-1250° C temperaturada pishiriladi. So'ngra sovitilgandan keyin navlarga ajratiladi, sir qatlami yuritiladi, konselga joylashtiriladi va ikkinchi marta boshqa tunnel pechda 1140° C temperaturada pishiriladi. Sir hosil qilish uchun oson suyuqlanadigan gil, kvarts qum, dala shpati, qo'rg'oshin, rux oksidlari va boshqalar ishlatiladi. Rangli sir tarkibida bo'laydigan oksidlar yoki metallar tuzi bo'ladi. Sirning mayda tuyilgan xomashyo aralashmasi suvli suspenziya ko'rinishidagi plitkaning o'ng yuzasiga yupqa qatlamlab suriladi. Pishirishda sirning tashkil etuvchi qismlari suyuqlanadi va plitka yuzasida shishasimon yupqa qatlam hosil qiladi. Bu qatlam g'oyat manzaraligi bilan bir qatorda plitkalarining suv o'tkazmasligini ham ta'minlaydi. Kanalizatsiya trubalari, qoplama g'ishtlar va fasad qoplanadigan plitkalar ham sirlanadi, bu buyumlar quritilgandan keyin sirlanadi va bir marta pishiriladi.

## 17.2. Keramik materiallar xususiyatlari

Elektr izolyatsiyalash materiallari bo'linishi mumkin:

**birlashma holatiga ko'ra:**

Gazli, Suyuq, Qattiq

**kelib chiqishi:**

Tabiiy noorganik moddalar

Sun'iy noorganik moddalar

Tabiiy organik

Sintetik organik

Gazli. Barcha gazsimon izolyatsion materiallar 1 ga yaqin dielektrik sig'imga ega va dielektrik yo'qotish tejamkorligi ham oz, ammo buzilish kuchlanishi ham kichikdir. Ko'pincha havo gazsimon izolyator sifatida ishlatiladi, lekin so'nggi paytlarda SF<sub>6</sub> (oltingugurtli hexaflorid, SF<sub>6</sub>) deyarli uch barobar yuqori parchalanish kuchlanishiga ega va ko'plab yuqori chastotaga chidamlilik qobiliyatiga ega bo'lib, tobora ko'proq foydalanilmoqda. Ba'zan izolyatsiya materiallari ishlab chiqarish uchun gazli va organik materiallarning birlashmasidan foydalaniladi.

Suyuq - ko'pincha transformatorlarda, kalitlarga, kabellarda, elektr izolyatsiyasi uchun kirish va kondansatkiqlarda ishlatiladi. Bundan tashqari, transformatorlarda bu dielektriklar bir

vaqtning o'zida sovutuvchi suyuqliklar. Tabiiy noorganik - eng keng tarqalgan materiallar keramika kuchini saqlab turuvchi moslashuvchanligi bor, u yaxshi bo'linadi, bu esa ingichka plastinkalarni olish imkonini beradi. Kimyoviy chidamli va issiqlikka bardoshli. Izolyatsiya materiallari sifatida ishlatiladi.

Sun'iy noorganik: kam gidroksidi shisha, shisha tolali shisha va shisha, yaxshi izolyatsiya qarshiligiga ega, ammo chinni (feldspat keramika) asosiy izolyatsion material hisoblanadi. Ushbu seramika yuqori voltli oqim izolyatorlari, burg'ulash izolyatorlari, burg'ulash va boshqalar uchun keng qo'llaniladi. Biroq, dielektrik yo'qotishlar yuqori tegandan kelib chiqqan holda, yuqori chastotali izolyatorlarga mos kelmaydi. Boshqa tor vazifalar uchun keramika - forsterit, alumina, kordiyerit va boshqalar ishlatiladi.

Tabiiy organik: yaqinda sintetik izolyatsiya materiallarini ishlab chiqarishni kengaytirish hisobiga ulardan foydalanish kamaydi. Quyidagilarni tanlashingiz mumkin - sellyuloza, parafin, kauchuk va boshqa tabiiy qatronlar, suyuq kastor yog'I shular jumlasidandir.

Sintetik organik: bu materiallarning aksariyati yuqori molekulyar kimyoviy birikmalarga - plastmassa va shunga o'xshash elastomerlar (elastomerlarga qarang).

Keramika (yun. keramos — tuproq) — tuproq (gil, kaolin) yoki anorganik moddalarni yuqori haroratda pishirish yo'li bilan olinadigan nometall materiallar va buyumlar hisoblanadi. Barcha sohalarda: uyro'zg'orda (idish-tovoqlar), qurilishda (g'isht, cherepitsa, quvurlar, koshinlar, devorlarni bezash buyumlari), texnikada (radiotexnika, elektrotexnika, kosmonavtika), t. y. da, suv va havo transportida, haykaltaroshlik va amaliy san'atda keng tarqalgan. Tuzilishiga ko'ra, dag'al (notekis tarqalgan yirik zarralardan tashkil topgan, g'ovakligi 5 — 30%) va nafis (tekis tarqalgan mayda zarralardan tashkil topgan, g'ovakligi 5% gacha) turlarga bo'linadi. Dag'al keramikaga ko'pchilik qurilish materiallari g'isht va koshin, nozik keramikagasopol, chinni, fayans, pyezo va segnetokeramika, ferritlar, kermetlar, ba'zi olovbardosh materiallar, yarim chinni va mayolika kiradi. Kimyoviy tarkibiga ko'ra, keramika oksid, karbid, nitrid, silitsid, optik va boshqa turlarga bo'linadi. Oksid keramika elektr qarshiligi yuqoriligi ( $10^{11}$  —  $10^{13}$  Om<sup>sm</sup>), qisilishga mustahkamligi (5 GPa gacha) va yuqori haroratda oksidlovchi muhitda barqarorligi bilan tavsiflanadi; ba'zilari, ittriy-bariyli keramika yuqori haroratda o'ta

o'tkazuvchanlik xossalari namoyon qiladi (masalan, Ittriy). Chinni, fayans, kulollik buyumlari, kaolin paxta, izolyasiya materiallari, raketa, kosmik apparatlar, yadro reaktorlarining qismlari, radiotexnika detallari, xotira qurilmalarining qismlari va boshqa narsalarni tayyorlashda keng qo'llanadi. Karbid keramikaga karborund ( $\text{SiC}$ ) asosida olingan karborund keramika, shuningdek, titan, ( $\text{Ti}$ ), niobiy ( $\text{Nb}$ ), volfram sapol buyumlar: ( $\text{W}$ ) karbidlari asosida olingan materiallar kiradi.

Karbid keramikaning elektr va issiqlik o'tkazuvchanligi yuqori, kislorodsiz muhitga chidamli (karborund keramika oksidlovchi muhitda  $1500^{\circ}\text{C}$  gacha barqaror). Konstruktion materiallar, elektr pech qizdirgichlari, olovbardosh materiallar va boshqalar tayyorlashda qo'llaniladi. Nitrid keramikka bor nitrid ( $\text{BN}$ ), aluminiy nitrid ( $\text{AlN}$ ), kremniy nitrid ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), ( $\text{U}$ ,  $\text{Pu}$ ) N asosida, Shuningdek, tarkibida kremniy ( $\text{Si}$ ), aluminiy ( $\text{Al}$ ), kislorod ( $\text{O}$ ), azot ( $\text{N}$ ) yoki ittriy ( $\text{Y}$ ), sirkoniy ( $\text{Zr}$ ), O va N bo'lgan birikmalarni qizdirish yo'li bilan olingan materiallar kiradi. Bunday keramika kukun holidagi modda yoki birikmalarni azot atmosferasida 100 MPa bosim ostida yuqori haroratda ( $1700\text{--}1900^{\circ}\text{C}$ ) qizdirib, issiq holatda presslab olinadi. Nitrid keramik dielektrik xossalari barqarorligi, mexanik mustahkamligi, issiqbardoshligi, turli muhitlarda kimyoviy mustahkamligi va boshqa xossalari bilan tavsiflanadi. Metall ishlab chiqarish sanoati uchun asbob-uskunalar, ba'zi yarimo'tkazgich materiallarni eritish uchun tigellar, izolyatorlar va boshqa ishlab chiqarishda qo'llaniladi.  $\text{Si}_3\text{N}_4$  ga kobalt ( $\text{Co}$ ), nikel ( $\text{Ni}$ ), xrom ( $\text{Cr}$ ), temir ( $\text{Fe}$ ) lar qo'shib tayyorlanadigan keramika issiqbardosh qotishmalar o'rniga ishlatiladi. Silitsid keramikning eng ko'p tarqalgan turi molibden disilitsid ( $\text{MoSi}_2$ ) asosida olingan keramikdir. U elektr qarshiligining pastligi ( $170\text{--}200\text{ m}\Omega/\text{sm}$ ), oksidlovchi muhitlarga ( $1650^{\circ}\text{C}$  gacha), metall eritmaları va tuzlar ta'siriga chidamliligi bilan tavsiflanadi. Oksidlovchi muhitlarda ishlatiladigan elektr qizdirgichlar tayyorlashda qo'llaniladi. Ba'zi metallarning ftoridlari, sulfidlari, fosfidlari va arsenidlaridan tayyorlangan optik keramika infraqizil texnikada ishlatiladi. Keramik buyumlar tayyorlash uchun avval tuproq, kaolin, kum, dala shpati, metallurgiya va ba'zi sanoat chiqindilari sharli tegirmonda kukun holiga keltiriladi, suv qo'shib aralashtiriladi; olingan oquvchan qolatdagi qorishma aralashtirgichli hovuzchalarga quyiladi;

qoliplash usuliga qarab uni filtr-presslar yoki maxsus purkash qurilmalarida ma'lum miqdorgacha suvsizlantiriladi. So'ngra namligi 6 — 12% bo'lgan kukun holiday qorishmalardan presslar yordamida, 15—25% li qorishmalardan yoyish, bosish yoki kulollik charxit shakl berish yo'li bilan buyumlar tayyorlanadi. Tarkibida 25— 45% suvi bo'lgan qorishmalar esa gips, g'ovak plastmassa va metall qoliplarga quyish yo'li bilan qoliplanadi. Qoliplangan buyumlar quritilib maxsus pechlarda 900° dan (qurilish keramikasi uchun) 2000°C gacha (olovbardosh keramika uchun) qizdirib pishiriladi. Keramikaning ba'zi turlariga pishirilgandan so'ng qo'shimcha mexanik ishlov va pardoz beriladi. Sopol, chinni, fayans va nafis keramikning boshqa turlaridan ishlangan buyumlarga suv va gaz o'tkazmaydigan shishasimon qatlam hosil qiladigan sir qoplanib, 1000 — 1400°Cda qayta pishiriladi. Issiqlikni saqlovchi g'ovak materiallar tayyorlashda loyga yuqori haroratda yonib ketadigan yonuvchan qo'shimchalar (ko'mir, qipiq, organik moddalar) qo'shiladi, qo'shimchalar yonib ketgach, o'rni qolgan kovaklar g'ovaklikni hosil qiladi. Fayans olish va sirkorlik sirlari qadimda misrliklarga mil. av XV asrdayoq ma'lum bo'lgan. Ular milodning III-IV asrlarida Xitoyda yana kashf qilindi, IX-X asrlarda Yaqin Sharq mamlakatlarida, o'rta asrlarda O'rta Osiyoda, XVI asrda Fransiyada, XVIII asrda Germaniya, Angliyada, XIX-XX asrlarda Rossiyada rivojlangan. Keramika taraqqiyotining jahon tarixida Xitoy Chinnisi va fayansi muhim o'rin tutgan. U Yevropa va Osiyoning ko'pgina mamlakatlarida keramika rivojiga sezilarli ta'sir ko'rsatgan. O'rta Osiyoda, Eron, Ozarbayjon, Turkiya, arab mamlakatlarida binolarni bezashda, qabariq terrakotani qo'llashda, idish-tovoqlar yasashda keramikaning ahamiyati beqiyos bo'lgan. XX-XV asrlarda me'morligida Xiva, Samarqand, Buxoro, Qo'qon, Toshkentda qurilgan binolarning polixrom mozaika koshinkorlik qoplamlari me'morlik san'atining eng yuqori yutuqlari hisoblanadi. Keramika mahsulotlarini pishirish texnikasi va texnologiyasi ko'p asrlar mobaynida oddiy gulxandan xumdongacha, oddiy o'choqdan mexanizatsiyalashtirilgan pechlargacha bo'lgan taraqqiyot yo'lini bosib o'tdi. Hozir turli mamlakatlarda, shu jumladan, O'zbekistonda keramika ustaxonalari, xumdonlar, zavodlar faoliyat ko'rsatmoqda. Toshkent, Samarqand, Quvasoy chinni zavodlari,

Angren va Rishtondagi keramika zavodi, O'zbekistonning barcha viloyatlarida xumdonlar bor.

Keramika (qadimgi yunoncha keramos - gil) - noorganik materiallardan (masalan, gil) va ularning mineral aralashmalari bilan aralashmalari, yuqori haroratda keyingi sovitish bilan ishlab chiqariladi

«Keramika» so'zi tor ma'noda qovurilgan gil degan ma'noni anglatadi.

Eng qadimgi keramikalar gil buyumlar yoki boshqa materiallar bilan aralashmalar sifatida ishlatilgan. Hozirgi kunda keramika sanoatda (mashinasozlik, asbobsozlik, aviatsiya sanoati va hokazo), qurilish, san'at kabi materiallarda ishlatiladi va tibbiyot va ilm-fan sohasida keng qo'llaniladi. XX asrda yarim o'tkazgich sanoatida va boshqa sohalarda foydalanish uchun yangi keramika materiallari yaratilgan.

Yuqori supero'tkazuvchi zamonaviy yuqori sifatli materiallar ham keramika hisoblanadi.

Tuzilishga bog'liq ravishda ular ingichka keramika (shaffof) yoki juda qo'pol (keskin taneli) ajratishadi. Yaxshi keramikalarning asosiy turlari - chinni, toshli keramika, fayans, majolika. Qalin keramikaning asosiy turi - kulolchilik keramikasi. Bundan tashqari karbidli keramika (tungsten karbid, silikon karbid), alumina, zirkonyum ( $ZrO_2$  asosida), nitrit ( $AlN$  asosida) va boshqalar farqlanadi.

Chinni suyuqligi past bo'lgan (0, 2% gacha) zichroq qoplangan oq rangli (ba'zan qorong'i chayqalish) oq rangli chuqurchaga ega, u balandroq ohangli ovoz chiqarganda, u nozik qatlamlardan porlab turishi mumkin. Shisha Chinni qopqog'i yoki taglikini qoplamaydi. Chinni uchun xom ashyo - kaolin, qum, dala shpati va boshqa qo'shimchalar.

Fayansning sarg'ish rangli, oqqushrang oq tanasi mavjud. Fayans mahsulotlarining yuqori porozliklari tufayli ular butunlay kam issiqlikka chidamli rangsiz sir bilan qoplangan. Fayans kundalik foydalanish uchun dasturxon ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Fayans ishlab chiqarish uchun xomashyo - oq yonuvchi loy, tebeşir va kvarts qum qo'shilishi bilan hosil bo'ladi.

Yarim-Chinni, Chinni va Chinnigullar o'rtasida oraliq joy egallaydi, oq sharbatlar, 3-5% suv assimilyatsiya qilish, dasturxon ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Majolika shilimshiq qobirg'ichga ega, suv assimilyatsiya darajasi taxminan 15% ni tashkil qiladi, mahsulotlarning tekis yuzasi, porlashi, kichik devor qalinligi, rangli shleyflar bilan qoplangan va dekorativ naqshli bezaklarga ega bo'lishi mumkin. Kasting majolika ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Xomashyo - oq yong'oqli loy (fayans majolika) yoki qizil yonish loyi (keramika majolika), oqimlar, bo'r, kvarts qumi qo'shilishi bilan hosil bo'ladi.

Pottery keramika qizil-jigarrang rangli qizil rangli (qizil-issiganda ishlatiladigan gil), yuqori porozlik, 18% gacha suvni sarf qilish xususiyatiga ega. Mahsulot rangli gil rangli bo'yalgan bo'yoqlar bilan qoplangan bo'lishi mumkin.



17.2-rasm.

Keramika qadimgi zamonlardan ma'lum va ehtimol ilk insoniy-sun'iy materialdir. Keramika paydo bo'lishi insonning yashash tarziga o'tishiga bevosita bog'liq deb hisoblangan, shuning uchun savatdan ancha keyin sodir bo'ldi. Yaqinda bizga ma'lum bo'lgan dastlabki keramika namunalari Yuqori Paleolitik (Gravetika madaniyati) davriga tegishli. Eng qadimgi pishiq loy ob'yekti miloddan avvalgi 29-25 ming yillarga to'g'ri keladi. Ushbu Vestnoitskaya Venera, Brno shahrida Moraviya muzeyida saqlanadi.

1993-yilda Xiangren Dong g'oridan (ingliz tilida) topilgan qoziqlar Xitoy janubiy-sharqida Jiangxi provinsiyasida 20-19 ming yil ilgari qilingan Janubiy-sharqiy Xitoyning Hunan provinsiyasida joylashgan Yuchianan g'orida (ingliz tilida) siniq tomondagi kema parchalari 18, 3-17, 5 ming yil ilgari keltirilgan.

Mezolit madaniyatida kulolchilik odatdagi tarzda ishlatiladi va odatda, kechki bosqichda; Mezolitik kulollarning eng ilg'or misollari Yaponiyaning Jomon madaniyatida ma'lum. Neolitik davrda kulolchilik deyarli barcha arxeologik madaniyatlarning muhim xususiyati bo'lib qoladi (istisnolar - boshqa zamonaviy texnologiyadan avval yashash tarziga o'tish davrida Yaqin Sharqdagi prekseramik Neolitikning eng qadimgi agrar jamoalari davri).

Piter Jordan (Gollandiyaning Groningen shtati), Chinnigullar ikki innovatsion markazdan: Sharqiy Osiyodan (hozirgi kungacha 16000 yildan to hozirgacha) va Shimoliy Afrikadan (taxminan 12000 yildan hozirgacha) tarqaldi, deb hisoblaydi.

Rossiyada eng qadimiy keramik plitalar (12 ming yil avval) Transbaikaliyadagi (Ust-Karenga madaniyatining arxeologik yodgorliklari) va Uzoq Sharqda (Gututukinskaya, Osipovskaya, Selemjinskaya [10] madaniyatlarida topilgan, Sibir Neolitikiga qarang).

8200-6400 yillar mobaynida Sahro, Uan Afuda va Takarkori shaharlaridagi Liviya joylashgan joylarning o'simlik mumi va yog'li qatlamlarining qalin qatlami bo'lgan keramika.

Dastlab, kulolchilik qo'l bilan qoliplandi. Miloddan avvalgi uchinchi ming yillikda kulolning g'ildiragiga ixtiro (kechqurun Aeneolitik - erta bronza davri) mahsulotni shakllantirish jarayonini sezilarli darajada tezlashtirdi va soddalashtirdi. Amerikalik kolumbiyaliklar madaniyatida Hindiston keramikasi Ovrupoliklar kelguniga qadar kulolning g'ildiragisiz yaratilgan.

Xomashyoning xususiyatlariga va hosil bo'lgan ishlov berish sharoitlariga qarab, ishlab chiqarish jarayonlari takomillash-tirilgach, ma'lum turdagi keramika asta-sekin shakllandi.

Eng qadimgi keramika turlari - bu turli xil kemalar, shuningdek shpindling, to'quv vaznli va boshqa narsalar. Turli xil ko'rinishdagi ushbu uy-keramika magnitlangan - bosim, chizish va ketma-ket elementlar yordamida amalga oshirildi. Idishlarni otish usuliga qarab turli xil ranglar oldi. Ular parda bilan bezatilgan, bo'yalgan yoki bezak bilan bezatilgan bo'lishi mumkin, bir parda bilan qoplangan, yorqin qatlam (yunoncha keramika va Rim Terra sigillata), rangli sir (Uyg'onishning «Gafnerkeramika»).

XVI asrning oxiriga kelib, majolika Yevropada paydo bo'ldi (uning kelib chiqishiga qarab, u ham tez-tez fayans deb ataladi).



Temir va ohak bilan qoplangan porous qozonga ega bo'lgan, lekin ayni paytda oq javonga ega bo'lgan ikkita shisha bilan qoplangan: shaffof, qalay miqdori yuqori va oshkora yorqin qo'rg'oshin sirlangan.

Dekor, 1000°C haroratda mahsulotni yoqishdan oldin, majolika ustiga nam shim ustida yozildi. Bo'yash uchun bo'yoqlar sir kabi bir xil kimyoviy tarkibiy qismlardan olingan, ammo ularning asosiy qismini yuqori haroratga (olovga chidamli bo'yoqlar - ko'k, yashil, sariq va binafsha ranglarga) chidagan metall oksidi bo'lgan. XVIII asrdan boshlab, allaqachon pishirilgan sirga tatbiq qilingan suyak bo'yoqlari qo'llanila boshlangan. Ular chinni bo'yash uchun ishlatiladi.

XVI asrda Germaniyada tosh keramika buyumlari ishlab chiqarildi. Oq (masalan, Siegburgda) yoki rangli (masalan, Rehren) shag'al va boshqa moddalar bilan aralashtirilgan loydan iborat. 1200-1280°C haroratda qovurilganidan keyin toshli seramika qattiq va deyarli ko'zga ko'rinmas holga aylandi. Gollandiyada qizil toshli keramikalar xitoylik keramika liniyalari bo'ylab qurilgan va xuddi shu xususiyat Böttger keramika tomonidan kashf etilgan.

Stoneware shuningdek, Wedgwood tomonidan Angliyada qilingan. XVIII asrning birinchi yarmida Angliyada paydo bo'lgan, oq sirli qoplangan oq qovurg'a po'stloqli maxsus kulolchilik turi bo'lgan ingichka fayans paydo bo'ldi. Tuproqdan tayyorlangan sopol idishlar, ohakning kuchiga qarab, ohakning yuqori miqdori bilan yumshoq ingichka sopol idishga, o'rtacha miqdori past va tarkibida ohaksiz bo'lib bo'linadi. Ikkinchisi, qabariqning tarkibida va kuchida ko'pincha tosh yoki chinni kabi.

### **17.3. Keramik materiallarni olinishi va ishlatilish sohalari**

**Keramika buyumlari.** Keramika materiallari loy massasidan olinib, keyinchalik olovdan olinadi. Shu bilan birga, oraliq texnologik operatsiyalar tez-tez ro'y beradi - «xom» deb ataladigan yangi shakllangan mahsulotlarni quritish.

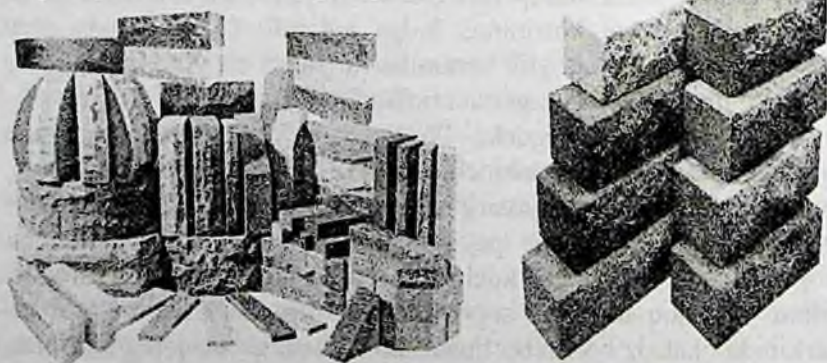
Kerosin tuzilishining tabiati bo'yicha keramika materiallari go'zenekli (yashil) va zich (qoplangan). Ko'zgularning 5% dan ko'prog'ini suvga (og'irlik bo'yicha) absorbe qilish o'rtacha, ularning suv olish darajasi 8% dan 20% gacha. G'isht, blok, tosh, plitka, drenaj quvurlari va boshqalar; zich qatlamli plitkalar, kanalizatsiya quvurlari, sanitariya inshootlari.

Maqsadlariga ko'ra, keramika materiallari va mahsulotlari quyidagi turlarga bo'linadi: devor - oddiy g'isht, g'isht va bo'sh va bo'yalgan toshlar, katta bloklar va g'isht va tosh panellari; ichi bo'sh toshlar, shamlardan va ichi bo'shliq toshlar paneli uchun; tashqi qoplamalar uchun - g'isht va toshlar, keramik plitka, gilamli keramika, old keramik plitkalar; ichki qoplama va qurilish texnikasi uchun - devor va pol, plitalar uchun plitalar va plitkalar; tom yopish - karo; quvurlar - drenaj va kanalizatsiya tizimlarida foydalaniladi.

Umumiy ma'lumotlar:

*Keramika-tuproqqa shakl berib, hamda uni qizdirish yo'li bilan olinadi.*

*"Keramos"-qadimiy grekchada dastavval "tuproq" ma'nosini anglatgan.*



17.3-rasm

Xususiyatlarning universalligi, keramika mahsulotlarining keng assortimenti, yuqori kuchlilik va mustahkamligi ularni turli inshootlarda keng ishlatish imkoniyatini beradi: devorlar, isitish, taxta va devorlar uchun qoplama material sifatida, kanalizatsiya tarmoqlari uchun quvurlar shaklida, kimyoviy apparatlar prefabrik beton mahsulotlari uchun yengil agregatlar sifatida ishlatiladi.

**Izolyatsion materiallar.** Elektr izolyatsiyalash materiallari (dielektrik materiallar, dielektriklar, izolyatorlar) konstruksiyani izolyatsiya qilish uchun ishlatiladigan tizimli materiallar va vositalardir, ya'ni ular elektr bilan uzib tashlanadi va tashqi ta'sirlardan himoyalangan. Ushbu materiallarning asosiy xususiyati - o'tkazuvchan oqim (doimiy va o'zgaruvchan) oqimiga to'siq

bo'lish. Elektr izolyatsiyalash materiallari elektr, elektron va elektron qurilmalarda va asboblarda qo'llaniladi.

*Rezina-sun'iy yoki tabiiy kauchukdan tayyorlanadigan izolyator.*

*O'tkazgichlarning egiluvchanligi hamda sovuqqabardoshlilikini oshirish maqsadida qo'llaniladi.*



**birlashma holatiga ko'ra:**

Gazli, Suyuq, Qattiq

**kelib chiqishi:**

Tabiiy noorganik moddalar

Sun'iy noorganik moddalar

Tabiiy organik

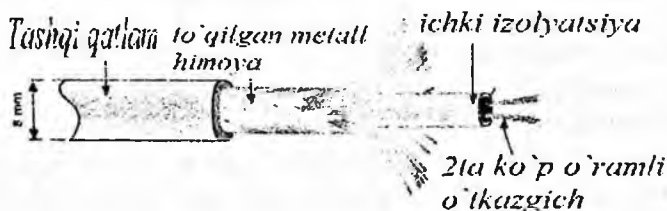
Sintetik organik

Gazli. Barcha gazsimon izolyatsion materiallar 1 ga yaqin dielektrik sig'imga ega va dielektrik yo'qotish tejamkorligi ham oz, ammo buzilish kuchlanishi ham kichikdir. Ko'pincha havo gazsimon izolyator sifatida ishlatiladi, lekin so'nggi paytlarda SF<sub>6</sub> (oltingugurtli hexaflorid, SF<sub>6</sub>) deyarli uch barobar yuqori parchalanish kuchlanishiga ega va ko'plab yuqori chastotaga chidamlilik qobiliyatiga ega bo'lib, tobora ko'proq foydalanilmoqda. Ba'zan izolyatsiya materiallari ishlab chiqarish uchun gazli va organik materiallarning birlashmasidan foydalaniladi.

Suyuq - ko'pincha transformatorlarda, kalitlarda, kabellarda, elektr izolyatsiyasi uchun kirish va kondansatkichlarda ishlatiladi. Bundan tashqari, transformatorlarda bu dielektriklar bir vaqtning o'zida sovituvchi suyuqliklar, shuningdek, kalitlarga ham sovitish muhiti hosil qiladi. Transformator yog'i asosan suyuq dielektrik materiallar, kondenser yog'i, kastor yog'i, sintetik suyuqliklar (sovtol)kabilarda qo'llaniladi.

Tabiiy noorganik - eng keng tarqalgan materiallar mika, kuchini saqlab turuvchi moslashuvchanligi bor, u yaxshi bo'linadi, bu esa ingichka plastinkalarni olish imkonini beradi. Kimyoviy chidamli va issiqlikka bardoshli. Muscovite va phlogopite izolyatsiya materiallari sifatida ishlatiladi, ammo muskovit hali ham yaxshi.

Sun'iy noorganik: kam gidroksidi shisha, shisha tolali, yaxshi izolyatsiya qarshiligiga ega, ammo chinni (feldspat keramika) asosiy izolyatsion material hisoblanadi. Ushbu keramika yuqori voltli oqim izolyatorlari, burg'ilash izolyatorlari, burg'ilash va boshqalar uchun keng qo'llaniladi. Biroq, dielektrik yo'qotishlar yuqori haroratdan kelib chiqqan holda, yuqori chastotali izolyatorlarga mos kelmaydi. Boshqa tor vazifalar uchun keramika - forsterit, alumina, kordiyerit va boshqalar ishlatiladi.



17. 6-rasm

Tabiiy organik: yaqinda sintetik izolyatsiya materiallarini ishlab chiqarishni kengaytirish hisobiga ulardan foydalanish kamaydi. Quyidagilarni tanlashingiz mumkin - sellyuloza, parafin, kauchuk va boshqa tabiiy qatronlar, suyuq kastrol yog'idan foydalaniladi.

Sintetik organik: bu materiallarning aksariyati yuqori molekulyar kimyoviy birikmalar - plastmassa va shunga o'xshash, elastomerlar (elastomerlarga qarang).

## 18-BOB. KOMPOZITSION MATERIALLAR, ULARNING TUZILISHI, XOSSALARI, ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI VA QO'LLANILISHI

### 18.1. Kompozitsion materiallar haqida umumiy tushuncha

Bugun dunyo yangi texnika va texnologiya taraqqiyotiga qadam qo'ydi. Fan -texnikaning rivojlanishi natijasida metallurgiyada ham katta o'zgarishlar bo'lmoqda. Metall o'rniga yangi turdagi mahsulotlar ishlab chiqarilmoqda. Masalan: eng yaxshi po'lat yoki aluminiy qotishmalari bilan tenglasha oladigan material - bu kompozit yoki kompozitsion materiallardir. Ensiklopedik materiallarga ko'ra "kompozitning" ma'nosini quyidagicha berilgan: "Berilgan yo'nalishi bo'yicha mustahkamlovchisi bo'lgan metall yoki metallmas materiallar. Zamonaviy kompozitsion materiallardan biri temirbeton". Ma'lumki, temir-beton olishda, po'lat armatura atrofida betonni qotiriladi. Natijada o'ziga xos monolit hosil bo'lib, beton asosan siquvchi kuchga, armatura chizuvchi kuchga ishlaydi.

Bundan ko'rinib turibdiki, kompozit materiallarni ishlab chiqish, asos va mustahkamlovchining yaxshi xususiyatlarini qo'llashga mo'ljallangandir.

Bunga misol tariqasida shisha plastikani olishimiz mumkin. Unda shisha ipni polimer smolasiga botiriladi. Bu material yonmaydi, o'tda qizdirilganda ham mustahkamligini saqlaydi, suv shimmaydi, korroziyaga chidamlidir. Bundan tashqari, mustahkamlovchi - shisha ipi, ko'p tarqalgan organik va noorganik tolalar orasida keng qollanilishi bo'yicha oldingi o'rinda turadi. Asosi polimer bog'lovchi bo'lgan kompozitlar hozircha keng tarqalgan. Bu materiallar 200°C temperaturagacha bo'lgan muhitda ishlay oladi. Kompozitsion materiallarning ba'zi turlari, masalan: uglerod bog'lovchisi uglerod tolali kompozitlar 2500 °C gacha temperaturaga bardosh beradi. Bog'lovchi turiga qarab kompozitlar uch xil bo'ladi: polimerli, metall va keramikali. Polimerlar haqida yuqorida aytib o'tildi.

Metall kompozitlarning turiga asosan aluminiy yoki magniy bo'lgan materiallar kirib, mustahkamlovchi sifatida uglerodli, borli va boshqa tolalar qo'llaniladi. Tibbiyot sanoatida plastmassadan ko'plab asboblari, maxsus idishlar ishlab chiqariladi. Jarrohlikda plastmassadan tayyorlangan yurak klapanlari, qo'l-oyoq protezlari,

ortopedik qo'yilmalar, ko'z soqqasi va boshqalar ishlatiladi. Kompozitsion materiallar turli xossalarga ega bo'lgan komponentlar aralashmasidan olinadigan sun'iy materiallardir. Komponentlardan biri matritsa (asos) bo'lsa, boshqasi mustahkamlovchi (tola, zarachalar) hisoblanadi. Matritsa sifatida polimer, metall, keramika va uglerodli materiallar ishlatiladi. Mustahkamlovchi vazifasini shisha, bor, uglerod tolalari organik tola, ipsimon kristallar (karbidlar, boridlar, nitridlar va hokazolar) ning tolalari hamda mustahkamligi va bikrligi yuqori bo'lgan metall simlar bajaradi. Kompozitsiyani tuzishda uni tashkil etuvchilarning individual xossalardan samarali foydalaniladi. Kompozitsion materiallarning xossalari komponentlar tarkibi, ularning miqdori va ular orasidagi aloqalarning mustahkamligiga bog'liq. Komponentlarning hajmiy miqdorini o'zgartirib, ishlatilishiga qarab, kerakli mustahkamlik, otashga chidamliligi, elastiklik moduliga ega bo'lgan material yoki zarur maxsus xossalarga (masalan, magnit va boshqa xossalari) ega bo'lgan kompozitsiya olish mumkin. Kompozitsion materiallardagi mustahkamlovchining hajmi 20-80% ni tashkil etadi. Matritsaning xossalari siqilish va siljishda kompozitsion materialning mustahkamligini belgilaydi. Mustahkamlovchining xossalari kompozitsion materialning mustahkamligi va bikrligini belgilaydi.

Kompozitsion materiallarning mustahkamligi bikrligi, otashga va issiqqa chidamliligi yuqori. Masalan, karbontolalar uchun  $\sigma_v = 650-1700$  MPa, bortolalar uchun esa  $\sigma_v = 900-1750$  MPa ga teng. Kompozitsion materiallarning zichligi 1, 35 - 4, 8 g/sm<sup>3</sup> ni tashkil etadi. Kompozitsion materiallar mashinasozlikning ko'pgina sohalari uchun juda istiqbolli materiallar hisoblanadi. Kompozitsion materiallardan foydalanish qator hollarda detallar tayyorlashning yangi usullarini yaratish hamda mashina detal va uzellarini konstruksiyalash prinsipini o'zgartirishni talab qiladi.

Kompozitsion materiallar o'zaro uncha ta'sirlashmaydigan, kimyoviy jihatdan har xil bo'lmagan komponent (aralashma) larning hajmiy birikishidan hosil bo'ladigan va komponentlar bir-biridan aniq chegara bilan ajralib turadigan materiallar. Har qaysi komponentning eng yaxshi xossalari (mustahkamligi, yeyilishga chidamliligi va boshqalar)ni o'zida mujassamlashtirganligi uchun kompozitsion materiallar ularning hech biriga xos bo'lmagan ko'rsatkichlar bilan ifodalanadi. Odatda, kompozitsion materiallar plastik (metall yoki nometall — anorganik yoki organik) asos yoki

matritsa hamda qo'shilmalar: metall kukunlari, tolalar, ipsimon kristallar, yupqa payraha, gazlama va boshqalardan iborat bo'ladi. Kompozitsion materiallar turlari: tolali (tolalar yoki ipsimon kristallar bilan mustahkamlangan); dispersion-zichlangan (dispers zarralar bilan mustahkamlangan) va qatlamli (turli xil materiallarni presslab yoki prokatlab olingan).

Kompozitsion materiallar tayyorlashning muhim texnologik usullari: armaturalovchi (mustahkamlovchi) tolalarga matritsa materiali shimdirish; mustahkamlagich va matritsa lentalariga press-qolipda shakl berish; komponentlarni sovuqlayin presslab, keyin qovushtirish; mustahkamlagichga matritsani purkab, keyin qisish; komponentlarning ko'p qatlamli lentalarini diffuziya usulida payvandlash; armaturalovchi elementlarni matritsa bilan birga prokatlash va hokazolar.

Kompozitsion bilan aviatsiya, kosmonavtika, raketasozlik, avtomobil sanoati, mashinasozlik, kon-ruda sanoati, qurilish, kimyo sanoati, to'qimachilik, q. x., uy-ro'zg'or texnikasi, radiotexnika, energetika, quvur ichida va boshqa tarmoqlarda qo'llaniladi.

Plastik materiallar yoki plastmassalar — sintetik yoki tabiiy yuqori molekulari birikmalar asosidagi organik materiallardir. Ular isitish va bosim natijasida o'z shaklini o'zgartirish va sovutilgandan keyin berilgan shaklni saqlab qolish qobiliyatiga ega.

Plastmassalar, plastik massalar, plastiklar — tabiiy yoki sintetik yuqori molekulari birikmalar asosida olinadigan materiallar. Issiqdik yoki bosim ta'sirida qoliplanadi va qoliplangan shaklini mustahkam saqlaydi. Plastmassalardan yasalgan mahsulotlar yengilligi, elektr tokini, issiq-sovuqni o'tkazmasligi, atmosfera ta'sirlariga chidamliligi, yemiruvchi muhitga, haroratning keskin o'zgarishiga bardoshliligi, mexanik mustahkamliligi yuqoriligi va murakkab shaklli buyumlar yasash mumkinligi bilan boshqa materiallardan ajralib turadi.

Plastmassalar polimerlarning turiga ko'ra, termoplastlar va reaktoplastlarga bo'linadi. Termoplastlar tarkibida chiziqsimon yuqori molekulari birikmalar yoki sopolimerlar (polietilen, polistirol, polivinilxlorid va boshqalar.) bor. Chiziqsimon polimerlar asosiga qurilgan Plastmassalar tarkibida plastifikatorlar, bo'yagichlar ham bo'ladi. Plastifikatorlar yuqori temperturada plastmassalarning plastikliligini oshiradi va qoliplangan mahsulotni



qayishqoq hamda sovuqqa chidamli qiladi. Termoplastlar sovuqqa chidamsiz, 60—100°C dan yuqori temperaturada mustahkamligini tez yo'qotadi. Lekin ko'pchilik termoplastlar zarbga chidamliligi, dielektrik tavsiflarining yuqoriligi, optik shaffofligi, ulardan murakkab shaklli buyumlar qoliplash osonligi bilan reaktoplastlardan farq qiladi. Termoplastlar o'rtacha kuch va 60—100°C temperaturada ishlaydigan (umumiy maqsadlarga mo'ljallangan) asbob qismlari (etrollar, viniplast, polistirol), Shuningdek, elektr va radio-texnika buyumlari (polistirol, polietilen, polipropilen, ftoroplast) tayyorlashda qo'llanadi. Termoplastlardan ishlangan buyumlar kimyoviy ta'sirlarga o'ta chidamli (fotoplastlar, polistirol, polietilen, vinilplast), yeyilmaydigan (poliamidlar, polietilente-reftalat), optik shaffof (polimetil-metakrilat, polistirol) bo'ladi.

Reaktoplastlar tarkibida isitilganda yoki katalizatorlar (fenol-formaldegid va karbamid smolalar) hamda qotirgichlar (epoksid smolalari, polisiloksanlar, to'yinmagan poliefirlar) ta'sirida to'rsimon tuzilishga ega bo'lgan polimerlar hosil qilib qotadigan polimerlar bo'ladi. Reaktoplastlardan tayyorlangan buyumlar qotganidan keyin issiqlik ta'sirida buzilmagunicha o'zining shishasimon holatini saklaydi. Reaktoplastlarning tarkibida to'ldirgichlar, chiziqsimon polimerlar: qotish jarayonini rostlagichlar, bo'yagichlar, termostabilizator, antiseptiklar bo'ladi. Reaktoplastlar to'ldirgichlar turiga ko'ra, kukunli (yog'och uni, asbest kukuni, kvarts uni va hakazolar), tolali (ip-gazlama, asbest tolasi, shisha tolasi), listli (qog'oz, ip-gazlama, shisha to'qimasi, yog'och shpon) xillarga bo'linadi. Qotirilgan plastmassadan tayyorlangan buyumlar 100—350°Cda kuchning uzoq, muddatli ta'siriga bardosh beradi (polimer va to'ldirgich turiga qarab). Reaktoplastlar yuqori kuchda ishlaydigan, issiqqa uzoq chidaydigan, keskin atmosfera ta'siriga bardosh beradigan va yaxshi dielektrik xossali bo'lgan mahsulotlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Tabiiy smolalar (kanifol, shellak, bitum va boshqalar) asosida olinadigan plastmassa qadimdan ma'lum. Sun'iy polimer — nitrotsellyuloza (sellyuloza nitrati)dan tayyorlangan eng dastlabki Plastmassa selluloid bo'lib, u 1872 y. da AQSH da ishlab chiqarila boshlagan. 1906—10 y. larda Rossiya va Germaniyada tajriba sanoatida 1-reaktoplastlar — fenol-formaldegid smolalar asosida olinadigan materiallar ishlab chiqarishda yo'lga qo'yildi. 30-y.

larda sobiq SSSR, AQSH, Germaniya va boshqa sanoati rivojlangan mamlakatlarda termoplastlar, polivinilxlorid, polimetilmetakrilat, poliamid, polistirollar i. ch. i tashkil etildi. Lekin plastmassa sanoati ikkinchi jahon urushidan keyingina rivojlandi, XX asr 50-y. larida ko'pchilik mamlakatlarda polietilen plastmassa ko'plab ishlab chiqarila boshladi.

O'zbekistonda 10 ga yaqin korxonalar plastmassani qayta ishlaydi. Shulardan Toshkent plastmassa zavodi, Ohangaron qurilish buyumlari zavodi, Jizzax plastmassa i. ch. zavodi ixtisoslashgan korxonalaridir.

Qurilishda plastmassa pollarga qoplashda va boshqa pardozi ishlarida, binolarni germetiklash, gidro- va termoizolyasiyalash, quvurlar, sanitariya-texnika uskunalari ishlab chiqarishda, yopmalar, deraza, eshik, sayyohlar uyhasi, yozlik pavilonlar tayyorlashda qo'llaniladi. Mashinasozlik materiallari ichida plastmassalar yetakchi o'rinni egallaydi. Plastmassalar mahsulotlar tannarxini arzonlashtiradi, mashinalarning muhim texnik iqtisodiy parametrlari, massasi kamayadi, puxtaligi, ishonchligi va hakazolar oshadi. Plastmassalardan tishli g'ildiraklar, podshipniklar, roliklar, stanok yo'naltirgichlari, quvurlar, boltlar, gaykalar va boshqalar ishlab chiqariladi. Plastmassaning aviatsiyasozlikda keng qo'llanilishiga sabab ularning yengilligi va texnik xossalarini o'zgartirish imkoniyatiga egaligidir. Raketa va kosmik kemalar ishlab chiqarishda ham plastmassa muhim ahamiyat kasb etdi. Reaktoplastlardan foydalanib reaktiv dvigatellar, samolyotlarning kuch agregatlari, raketa korpuslari, g'ildiraklar, shassi ustunlari, vertolyotlarning parraklari, issiqlik saqlash elementlari, osma yonilg'i baklari tayyorlanadi. Termoplastlar oyna elementlari, antenna suyurmaları va hakazolar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Plastmassa kemasozlikda kemalarning korpusi va korpusli konstruksiyalar (asosan, shishaplastlar), kema mexanizmlarining detallarini tayyorlashda, kema xonalarini pardoziylash, ularni issiq, tovush va gidroizolyasiyalashda ishlatiladi. Avtomobilsozlikda plastmassadan avtomobil kabinalari, kuzovlari va ularning yirik gabaritli qismlari, dvigatel, transmissiya shassi detallari tayyorlanadi. Qishloq xo'jaligida Plastmassa sug'orish inshootlari qurishda, tuproqni mul'chlasht, urug'larni dorilash va mahsulotlarini saqlashda ishlatiladi.

Kompozitsion materiallar o'zaro uncha ta'sirlashmaydigan, kimyoviy jihatdan har xil bo'lmagan komponent (aralashma) larning hajmiy birikishidan hosil bo'ladigan va komponentlar bir-biridan aniq chegara bilan ajralib turadigan materiallar. Har qaysi komponentning eng yaxshi xossalari (mustahkamligi, yeyilishga chidamliligi va boshqalar.)ni o'zida mujassamlashtirganligi uchun Kompozitsion materiallar ularning hech biriga xos bo'lmagan ko'rsatkichlar bilan ifodalanadi. Odatda, Kompozitsion materiallar plastik (metall yoki nometall — anorganik yoki organik) asos yoki matritsa hamda qo'shilmalar: metall kukunlari, tolalar, ipsimon kristallar, yupka payraha, gazlama va b. dan iborat bo'ladi. Kompozitsion materiallar turlari: tolali (tolalar yoki ipsimon kristallar bilan mustahkamlangan); dispersion-zichlangan (dispers zarralar bilan mustahkamlangan) va qatlamli (turli xil materiallarni presslab yoki prokatlab olingan). Kompozitsion materiallar tayyorlashning muhim texnologik usullari: armaturalovchi (mustahkamlovchi) tolalarga matritsa materialini shimdirish; mustahkamlagich va matritsa lentalariga press-qolipda shakl berish; komponentlarni sovuqlayin presslab, keyin qovushtirish; mustahkamlagichga matritsani purkab, keyin qisish; komponentlarning ko'p qatlamli lentalarini diffuziya usulida payvandlash; armaturalovchi elementlarni matritsa bilan birga prokatlash va ha kazolar. Kompozitsion materiallar aviatsiya, kosmonavtika, raketasozlik, avtomobil sanoati, mashinasozlik, kon-ruda sanoati, qurilish, kimyo sanoati, to'qimachilik, q. x., uy-ro'zg'or texnikasi, radiotexnika, energetika, quvur ishlab chiqarishda va boshqa tarmoqlarda qo'llaniladi. Plastik materiallar yoki plastmassalar — sintetik yoki tabiiy yuqori molekulyar birikmalar asosidagi organik materiallardir. Ular isitish va bosim natijasida o'z shaklini o'zgartirish va sovutilgandan keyin berilgan shaklni saqlab qolish qobiliyatiga ega. Plastmassalar, plastik massalar, plastiklar — tabiiy yoki sintetik yuqori molekulyar birikmalar asosida olinadigan materiallar. Issiqdik yoki bosim ta'sirida qoliplanadi va qoliplangan shaklini mustahkam saqlaydi. Plastmassadan mahsulotlar yengilligi, elektr tokini, issiq-sovuqni o'tkazmasligi, atmosfera ta'sirlariga chidamliligi, yemiruvchi muhitga, haroratning keskin o'zgarishiga bardoshliligi, mexanik mustahkamligi yuqoriligi va murakkab shaklli buyumlar yasash mumkinligi bilan boshqa materiallardan ajralib turadi.

Plastmassalar polimerlarning turiga ko'ra, termoplastlar va reaktoplastlarga bo'linadi. Termoplastlar tarkibida chiziqsimon yuqori molekullari birikmalar yoki sopolimerlar (polietilen, polistirol, polivinilxlorid va boshqalar. ) bor. Chiziqsimon polimerlar asosiga qurilgan plastmassa tarkibida plastifikatorlar, bo'yagichlar ham bo'ladi. Plastifikatorlar yuqori temperaturada plastmassaning plastikliгинi oshiradi va qoliplangan mahsulotni qayishqoq hamda sovuqqa chidamli qiladi. Termoplastlar sovuqqa chidamsiz, 60—100°Cdan yuqori turada mustahkamligini tez yo'qotadi. Lekin ko'pchilik termoplastlar zarbga chidamliligi, dielektrik tavsiflarining yuqoriligi, optik shaffoligi, ulardan murakkab shaklli buyumlar qoliplash osonligi bilan reaktoplastlardan farq qiladi. Termoplastlar o'rtacha kuch va 60—100°C t-rada ishlaydigan (umumiy maqsadlarga mo'ljallangan) asbob qismlari (etrollar, viniplast, polistirol), Shuningdek, elektr va radiotexnika buyumlari (polistirol, polietilen, polipropilen, ftoroplast) tayyorlashda qo'llanadi. Termoplastlardan ishlangan buyumlar kimyoviy ta'sirlarga o'ta chidamli (fotoplastlar, polistirol, polietilen, vinilplast), yeyilmaydigan (poliamidlar, polietilente-reftalat), optik shaffof (polimetil -metakrilat, polistirol) bo'ladi. Reaktoplastlar tarkibida isitilganda yoki katalizatorlar (fenolformaldegid va karbamid smolalar) hamda qotirgichlar (epoksid smolalari, polisiloksanlar, to'yinmagan poliefirlar) ta'sirida to'rsimon tuzilishga ega bo'lgan polimerlar hosil qilib qotadigan polimerlar bo'ladi. Reaktoplastlardan tayyorlangan buyumlar qotganidan keyin issiqlik ta'sirida buzilmagunicha o'zining shishasimon holatini saklaydi. Reaktoplastlarning tarkibida to'ldirgichlar, chiziqsimon polimerlar: qotish jarayonini rostlagichlar, bo'yagichlar, termostabilizator, antiseptiklar bo'ladi. Reaktoplastlar to'ldirgichlar turiga ko'ra, kukunli (yog'och uni, asbest kukuni, kvars uni va hakazolar), tolali (ip-gazlama, asbest tolasi, shisha tolasi), listli (qog'oz, ip-gazlama, shisha to'qimasi, yogoch shpon) xillarga bo'linadi. Qotirilgan plastmassadan tayyorlangan buyumlar 100—350°Cda kuchning uzoq, muddatli ta'siriga bardosh beradi (polimer va to'ldirgich turiga qarab). Reaktoplastlar yuqori kuchda ishlaydigan, issiqqa uzoq chidaydigan, keskin atmosfera ta'siriga bardosh beradigan va yaxshi dielektrik xossali bo'lgan mahsulotlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Tabiiy smolalar (kanifol, shellak, bitum va boshqalar.

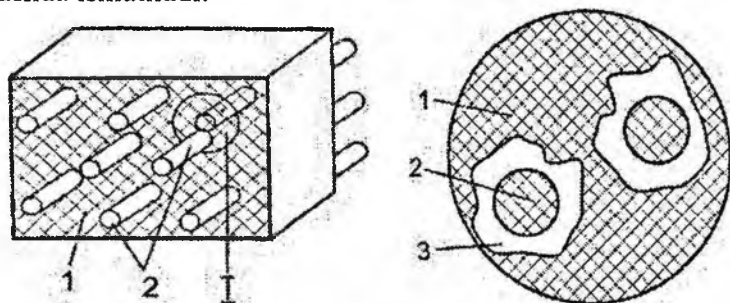
) asosida olinadigan plastmassa qadimdan ma'lum. Sun'iy polimer — nitrotsellyuloza (sellyuloza nitrati)dan tayyorlangan eng dastlabki plastmassa selluloid bo'lib, u 1872 y. da AQSH da ishlab chiqarila boshlagan. 1906—10 y. larda Rossiya va Germaniyada tajriba sanoatida 1-reaktoplastlar — fenol-formaldegid smolalar asosida olinadigan materiallar ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi. 30-yillarda sobiq SSSR, AQSH, Germaniya va b. sanoati rivojlangan mamlakatlarda termoplastlar, polivinilxlorid, polimetilmetakrilat, poliamid, polistirollar ishlab chiqarishini tashkil etildi. Lekin plastmassa sanoati ikkinchi jahon urushidan keyingina rivojlandi, XX asr 50-yillarida ko'pchilik mamlakatlarda polietilen plastmassa ko'plab ishlab chiqarila boshladi.

O'zbekistonda 10 ga yaqin korxonalar plastmassani qayta ishlaydi. Shulardan Toshkent plastmassa zavodi, Ohangaron qurilish buyumlari zavodi, Jizzax plastmassa ishlab chiqarish zavodi ixtisoslashgan korxonalaridir. Qurilishda plastmassa pollarga qoplashda va boshqalar pardoz ishlarida, binolarni germetiklash, gidro va termoizolyasiyalash, quvurlar, sanitariya-texnika uskunalari ishlab chiqarishda, yopmalar, deraza, eshik, sayyohlar uyhasi, yozlik pavilonlar tayyorlashda qo'llaniladi. Mashinasozlik materiallari ichida plastmassa yetakchi o'rinni egallaydi. Plastmassa mahsulotlar tannarxini arzonlashtiradi, mashinalarning muhim texnik iqtisodiy parametrlari, massasi kamayadi, puxtaligi, ishonchlilik va hakazolar oshadi. Plastmassadan tishli g'ildiraklar, podshipniklar, roliklar, stanok yo'naltirgichlari, quvurlar, boltlar, gaykalar va boshqalar ishlab chiqariladi. Plastmassaning aviatsiyasozlikda keng qo'llanilishiga sabab ularning yengilligi va texnik xossalarini o'zgartirish imkoniyatiga egaligidir. Raketa va kosmik kemalar ishlab chiqarishda ham plastmassa muhim ahamiyat kasb etdi. Reaktoplastlardan foydalanib reaktiv dvigatellar, samolyotlarning kuch agregatlari, raketa korpuslari, g'ildiraklar, shassi ustunlari, verto-lyotlarning parraklari, issiqlik saqlash elementlari, osma yonilg'i baklari tayyorlanadi. Termoplastlar oyna elementlari, antenna suyurmaları va ha kazolar ishlab chiqarishda kullaniladi.

Plastmassa kemasozlikda kemalarning korpusi va korpusli konstruksiyalar (asosan, shishaplastlar), kema mexanizmlarining detallarini tayyorlashda, kema xonalarini pardozlash, ularni issiq, tovush va gidroizolyasiyalashda ishlatiladi.

Avtomobilsozlikda plastmassadan avtomobil kabinalari, kuzovlari va ularning yirik gabaritli qismlari, dvigatel, transmissiya shassi detallari tayyorlanadi.

Qishloq xo'jaligida plastmassa sug'orish inshootlari qurishda, tuproqni mul'chlasht, urug'larni dorilash va mahsulotlarini saqlashda ishlatiladi.



**18. 1-rasm. Kompozitsion materiallarning tuzilishini tushuntiruvchi chizma: 1 – matritsa (bog'lovchi material); 2 – armatura (mustahkamlovchi) element; 3 – ajralish yuzasi**

*Kompozitsion materiallar* an'anaviy konstruksion materiallarga nisbatan alohida xossalarga ega. Bu narsa ijobiy xususiyatli materiallar va konstruksiyalarni yaratishga olib keldi. Kompozitsion materiallar ikki va undan ortiq tashkil etuvchilar, komponentlardan tuzilgan murakkab material bo'lib, har xil usullar bilan bog'langan va o'ziga xos xossalari bor. Birinchi kompozitsion material 1867-yilda patentlangan: hovli gultuvaklari, sim va sementdan yasalgan: bog'bon fransuz J. Monbe.

Samolyot konstruksiyasida kompozitsion material 1942-yilda qo'llanilgan: oynaplastikada («stekloplastikada»); poliefir materiali oyna tolasi bilan sinchlangan («armirovan»). Kompozitsion materiallar mashinasozlik apparati konstruksiyalariga qo'yilgan talablarga javob beradi: yengil bo'lishligi; maksimal mustahkamlik va bikrlilik; ishlash davrida maksimal ishlash resursi. Shular uchun k. m. samolyotsozlikda ko'p qo'llanilgan. «Ruslan» samolyoti 5, 5 t. og'irlikdagi konstruksion kompozitsion materiallardan yasalgan va 15 t og'irlik iqtisod qilingan. Hozirgi zamon transport samolyotlari konstruksiyalarining 15— 20%; harbiy samolyotlarning 25—

30%; harbiy vertolyotlarning 45— 55%; strategik raketalarning 75—80% kompozitsion materiallardan yasalgan.

## **18.2. Kompozitsion materiallarning xususiyatlari**

Kompozitsion materiallarga quyidagi xususiyatlar yig'indisi xos:

a) komponentlarning tarkibi, shakli va taqsimlanishi oldindan aniqlangan;

b) ikki va undan ortiq kimyoviy har xil materiallardan tarkib topgan va bir-birlari bilan ajralib turadilar;

d) kompozitsion materialning xossalari har bir tashkil etuvchining xossalari bilan aniqlanadi;

e) kompozitsion materialning xossalari tashkil etuvchilarning xossalari bilan farq qiladi;

Bir butunlik hamda mustahkamlikni ta'minlovchi yumshoq va qattiq, fazalar aralashmasidan iborat murakkab jismga kompozitsion materiallar deb ataladi.

Oddiyroq qilib aytganda ko'p komponentli jismlarning o'zi kompozitsion materiallarni tashkil qiladi, masalan: granit hamda kremniyning turli birikmalari. Hozirgi zamon kompozitsion materiallarga temir-beton konstruksiyalarning misol qilib ko'rsatish mumkin. Polimer asosidagi shisha tolalarini qo'shib yaratilgan shishali plastiklar ham shunday materiallarga misol bo'ladi. Keyingi yillarda polimer va metall asosidagi yuqori mustahkam kompozitsion materiallar ko'plab ishlab chiqarilmoqda.

## **Kompozitsion materiallarni yaratish usullari**

Hozirgi zamon kompozitsion materiallar murakkab tarkibli, ko'p fazali konstruksion materiallar bo'lib, komponentlar (tashkil etuvchilar) ning hajm bo'yicha nisbatini tanlash usuli bilan yaratiladi. Kompozitsion materiallarda har bir faza o'zining chegarasiga ega bo'ladi. Kompozitsion materiallarning bir butunligini ta'minlovchi – tashkil etuvchiga bog'lovchi komponent (matritsa) deb ataladi. Boshqa komponentlar (armatura, to'ldiruvchi va hakazo) ning shu matritsada joylashishi ma'lum geometrik qonuniyatga bo'ysunishi yoki bo'ysunmasligi ham mumkin. Matritsa bilan qo'shimchalar orasida maxsus yupqa qatlam bo'lib, u ajralish yuzasini belgilaydi. Kompozitsion materiallarni sinflarga ajratishda matritsa yoki armatura va qo'shimchalarning turiga, mikro tuzilish xususiyatlari va materialni olish usuliga ham

qaraladi. Matritsa materialning turiga qarab kompozitsion materiallar quyidagi turlarga bo'linishu mumkin: metall, matritsa, alyumin, plastmassa, rezina, plyonka va shishlar.

Komponentlarning tabiatiga qarab kompozitsion materiallar quyidagi to'rt guruhga bo'inadi:

a) tarkibida metall yoki metall qotishmasi bor;

b) tarkibida oksidlar, karbidlar va nitridlarning noorganik birlashmalari borlari;

c) tarkibida metall emas elementli, uglerodli, borli va h. k. li komponent borli;

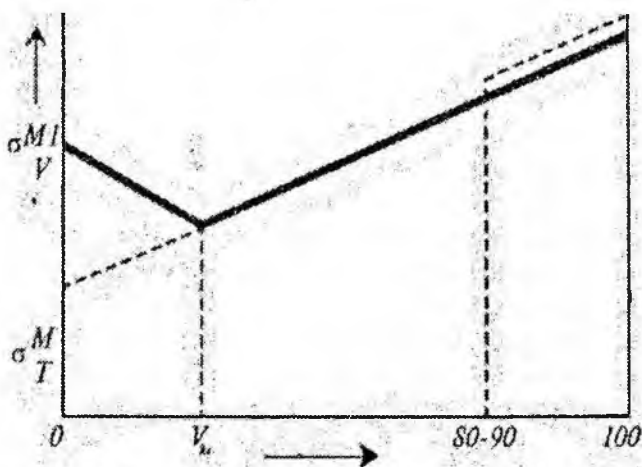
d) komponentlari organik moddalar birlashmasidan (epoksidli, poliefirli, fenolli va h. k. smolalar) tashkil topgan.

Kompozitsion materiallar hozirgi zamon konstruksion materiallarga nisbatan ancha yuqori nisbiy bikrlikka ( $E/r$ ) va nisbiy puxtalikka ( $a_v/p$ ) ega. Kompozitsion materialning elastiklik moduli xohlagan tomonga o'sha tomonga sinchlovli qo'yib ko'tarish mumkin. Kompozitsion materiallarning ishonchliligi ham yuqori. Oddiy qotishmalarda darz ketish va uning o'sishi ishlash vaqtida tez ketadi. Kompozitsion materialda darz ketish matritsadan boshlanadi. U o'sa olmaydi, Chunki yo'lda puxtalovchi to'ldirgichga borib taqaladi.

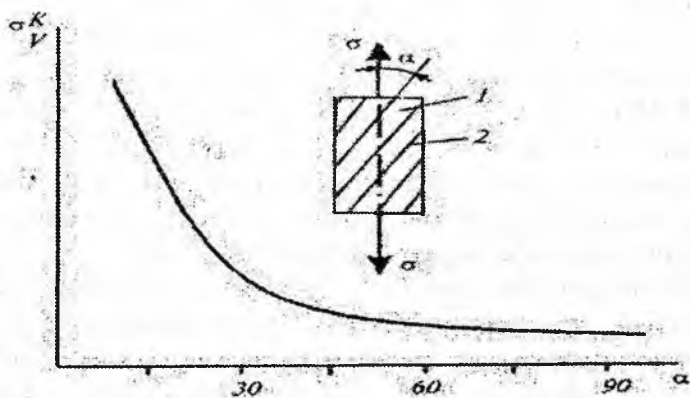
Issiqqa bardoshligi oksid zarrachalarning soni, o'lchamlari, matritsa dipolarining ham o'lchamlari, shakli va qurilishiga bog'liq. Matritsaning bu dipolari bosim ostida va termik ishlash davrida hosil bo'ladi. VDU-1, VDU-2, VDU-3 larning issiqqa bardoshligi oddiy haroratda nikel asosidagi issiqbardosh pomatlarnikidan past. Lekin, harorat ko'tarilishi bilan VDU1 issiqqa bardoshligi (shu haroratdagi mustahkamligi) harorat uchun nikel asosidagi issiqqa bardosh po'latlarning mustahkamligidan katta bo'ladi. Matritsa — tola chegarasida hech qanday sirpanish bo'lishi mumkh emas. Shunda kuch matritsa va tolalar orasida bir xil bo'linadi. Kompozitsiya, matritsa va tola deformatsiyalari teng bo'ladi. Tolali material mustahkamligining to'ldirgich miqdoriga qarab o'zgarishi. Bu holda kompozitsiya puxtaligi  $a_v$  kom tolalarning hajmiga qarab o'zgaradi. Holi tolalarning hajmi katta bo'lganda kuchni tolalar qabul qilib uziladi va kuchni faqat matritsa qabul qiladi. Hajm  $t_k$ , dan oshgach ( kuchni tola oladi va uning puxtaligi kompozitsiya puxtaligini aniqlaydi. Kompozitsiyaning puxtaligi toifa 0, 8—0, 9 gacha bo'lguncha oshadi.



Bunda: dew /de<sub>m</sub>at matritsaning deformatsion puxtalanishi. Uchinchi (III) bosqichda kompozitsiya puxtaligi keskin pasayadi, chunki mo'rt tolalar uziladi va matritsa buziladi. Toifali kompozitlar anizotrop material hisoblanadi. Mexanik xossalari tolalarning kuch yo'nalishiga qarab joylashishiga bog'liq.



18.2-rasm. Issiqlikni kompozitsion materialning mustahkamligiga ta'siri.



18.3-rasm. Bir tomonga yo'nalgan toiali kompozit mustahkamligining tola yo'nalish burchagiga qarab o'zgarishi:  
1 — matritsa; 2 — tola

## Kompozitsion materiallarning turlari

Kompozitsion materiallardagi mustahkamlovchining hajmi 20-80% ni tashkil etadi. Matritsaning xossalari siqilish va siljishda kompozitsion materialning mustahkamligini belgilaydi. Mustahkamlovchining xossalari kompozitsion materialning mustahkamligi va bikrligini belgilaydi.

Kompozitsion materiallarning mustahkamligi bikrligi, o'tashga va issiqda chidamliligi yuqori. Masalan, karbovoloknitlar uchun  $\sigma_v = 650-1700$  MPa, borvoloknitlar uchun esa  $\sigma_v = 900-1750$  MPa ga teng. Kompozitsion materiallarning zichligi 1, 35 - 4, 8 g/sm<sup>3</sup> tashkil etadi. Kompozitsion materiallar mashinasozlikning ko'pgina sohalari uchun juda istiqbolli materiallar hisoblanadi.

Karbovoloknitlar (ugleplastlar)- polimer matritsa va uglerodli tolalar ko'rinishidagi mustahkamlovchidan iborat kompozitsiyadir. Polimer matritsa sifatida poliimidlar, epoksid va feiol-formaldegid smolalardan foydalaniladi. Poliimidlar asosdagi KMU-2 va KMU-2L karbovoloknitlar 300°C temperaturagacha ishlatilishi mumkin. Ular suv va ximiyaviy ta'sirlarga chidamli. Karboshishavoloknitlar tarkibida ko'mir tolalari bilan birga shisha tolalari ham bo'ladi, u esa materialni arzonlashtiradi. Karbovoloknitlar ximiya, kemasozlik va aviatsiya sanoatida ishlatiladi.

Oddiy polimer karbovoloknitlarga inert yoki qaytarish atmosferasida ishlov berilsa, grafitlashtirilgan karbovoloknitlar yoki uglerod matritsali karbovoloknitlar hosil bo'ladi. Masalan, KO'P-VM tipidagi uglerodli matritsali karbovoloknitning mustahkamligi va zarbiy qovushoqligi maxsus grafitlarnikidan 5-10 marta ortiq. Inert atmosferada qizdirilganda 2200°Cgacha u mustahkamligini yo'qotmaydi. Uglerod matritsali karbovoloknitlar ximiyaviy apparatlar tayyorlashda ko'p ishlatiladi.

Borvoloknitlar- polimer bog'lovchi, mahkamlovchi, bor tolalaridan iborat kompozitsiyadir. Borvoloknitlar olish uchun modifikatsiyalangan epoksid va poliimid bog'lovchilar ishlatiladi. Borvoloknitlarning siqilish, siljishdagi mustahkamligi, qattiqligi, issiqlik va elektr o'tkazuvchanligi yuqori. Ular suv va ximiyaviy ta'sirlarga chidamli. Borvoloknitlardan yasalgan buyumlar kosmik va aviatsiya texnikasida (kompressorlarning kurakchalari va rotorlari, vertolyot vintlarining kuraklari va hokazolarda) ishlatiladi.

Organik voloknitlar-polimer bog'lovchi, sintetik tolali maxkamlovchidan iborat kompozitsiyalardir. Lavsan, kapron, nitron kabi elastik tolalar maxkamlovchi xizmatini o'taydi. Poliimidlar, epoksid va fenol-formaldegid smolalar bog'lovchi xizmatini o'taydi.

Organik voloknitlarning zichligi kam, solishtirma mustahkamligi nisbatan katta, zarbiy qovushoqligi yuqori. Organik voloknitlar aviatsiya texnikasida, elektr sanoatida, kimyo mashinasozligida ishlatiladi.

Tolalar bilan armirovka qilingan metallar-metall matritsali tolalar ko'rinishidagi mustahkamlovchili kompozitsion materiallardir. Bor, uglerod tolalari, qiyin suyuqlanadigan birikmalarning ipsimon kristallari, volfram yoki po'lat simlar maxkamlovchi xizmatini o'taydi. Matritsa materiali kompozitsion materialning vazifasini (korroziyaga chidamliligi, oksidlanishga ko'rsatadigan qarshiligi) hisobga olgan holda tanlanadi. Matritsa sifatida yengil va plastik metallar (aluminium, magniy) va ularning qotishmalaridan foydalaniladi. Hajm bo'yicha mustahkamlovchilar miqdori 3-50% ni tashkil etadi. Tolalar bilan armirovka qilingan metallar aviatsiya va raketa texnikasida ishlatiladi.

Kompozitsion materiallardan foydalanish qator hollarda detallar tayyorlashning yangi usullarini yaratish hamda mashina detal va uzellarini konstruksiyalash prinsipini o'zgartirishni talab qiladi.

Komponentlarning tabiatiga qarab kompozitsion materiallar quyidagi to'rt guruhga bo'linadi:

- 1) tarkibida metall yoki metall qotishmasi bor;
- 2) tarkibida oksidlar, karbidlar va nitridlarning noorganik birlashmalari borlari;
- 3) tarkibida metall emas elementli, uglerodli, borli va hokazo li komponent borli;
- 4) komponentlari organik moddalar birlashmasidan (epoksidli, poliefirli, fenolli va hokazo. smolalar) tashkil topgan.

Kompozitsion materiallar hozirgi zamon konstruksion materiallarga nisbatan ancha yuqori nisbiy bikrlikka ( $E/r$ ) va nisbiy puxtalikka ( $a_p/p$ ) ega.

Kompozitsion materialning elastiklik modulini xohlagan tomonga o'sha tomonga sinchlovli qo'yib ko'tarish mumkin. Kompozitsion materiallarning ishonchligi ham yuqori. Oddiy

qotishmalarda darz ketish va uning o'sishi ishlash vaqtida tez ketadi. Kompozitsion materialda darz ketish matritsadan boshlanadi. U o'sa olmaydi, chunki yo'lda puxtalovchi to'ldirgichga borib taqaladi.

### 1. Nol o'lchamli-to'ldirgichli kompozitsion materiallar

**Bu tipdagi kompozitsion materiallarda matritsa, asosan, metal va qotishmadan iborat. Metall asosidagi kompozitsiyalar dispers zarralar bilan bir tekis puxtalanadi. Dispers zarralar:**

1) mikroskopik ( $d = 0,01-0,1$  mkm);

2) mayda ( $d = 1-50$  mkm) bo'ladi.

Xossalari *izotrop* bo'ladi.

Dispers zarralar bilan sinchlangan kompozitsiyalar ko'pincha kukun metallurgiyasi usulida olinadi. Asosiy bosqichlari:

3. Matritsa metali va puxtalovchining kukunlarini aralashmasini olish (maxsus usullar bilan kukunlar olinadi. So'ngra maxsus mashinalarda aralashtiriladi).

4. Po'lat matritsalarida kukunni presslash va ixcharri zagotovkaga aylantirish. So'ngra uni termik ishlash — «spekonie» presslash, deformatsiyalash va termik ishlash davrida mahsulot optimal, turg'un dislokatsion strukturaga ega bo'ladi.

### 2. Nikel matritsali kompozitsion materiallar

Ko'proq issiqbardosh nikel qotishmalari sinchlanadi; ishlash vaqti va haroratini ko'tarish maqsadida ( $1100-1200^{\circ}\text{C}$ ). Puxtalovchilar:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ning ipsimon kristallari (mo'ylovlari), qiyin eriydigan metall va ularning volfram va molibden asosidagi qotishmalari simlari; uglerod va kremniy karbidi tolalari.

Nikel va nixrom  $\text{Al}_2\text{O}_3$  iplari bilan kukun metallurgiyasi usulida sinchlanadi. Bunday kompozit xarakteristikasi: 9%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bo'lsa,  $\sigma_b = 1800-2100$  MPa, nisbiy puxtalik 22—25 km. Issiqbardosh nikel qotishmalarini volfram bilan sinchlangan kompozitlari ko'proq tarqalgan. Plastik deformatsiya usuli bilan olinadi: prokatlash, portlatib payvandlash.

Vakuumda issiq holda presslanadi: bir qavat issiqqa chidamli nikelxromovolframli qotishma XH60B, bir qavat W15 dan sim ( $d = 0,15-0,18$  mm). Shu tarzda qavatma-qavat presslanaveradi. Bu kompozit 1100—1200°C da ishlaydi. Bunday kompozitlarning vakili BKH-1. Matritsa: quyma issiqqa bardosh qotishma JS<sub>6</sub>K, sinchlovchi: volfram simi BA,  $d = 0,5$  mm.

Noorganik matritsa asosidagi kompozitsion materiallar Noorganik polimerlar asosidagi matritsalaridan tuzilgan kompozitsion materiallar istiqbolli material hisoblanadi. Noorganik polimer bog'lovchilarning tipik vakillari: silikatlar, keramika, nitridlar, boridlar, karbidlardir. Bularni olish oson. Maxsus xossasi: atom bog'lanishining puxtaligi polimer zanjirini tashkil qiladi.

Eng ko'p tarqalgani keramik kompozitsion materiallar. Bular metallarning va kislorodsiz birikmalarning oksidlari (karbidlar, boridlar, nitridlar, silitsidlar) asosida yaratiladi.

## 2. Aluminiy matritsa kompozitsion materiallar

Kompozitsion materiallarning matritsasi sifatida texnikaviy aluminiy va uning qotishmalari ishlatiladi:  $A_{ts}^m$ ,  $A_g^m$ , ADI, D16, SAP va boshqalar. Sinchlovchi material sifatida yuqori puxtalikdagi po'lat (08X18H9T; 1X15H4AM3; EP322 va h. k. ) simlari, berilliy simlari, bor, kremniy karbidi, uglerod tolalari ishlatiladi. Po'lat simlar bilan sinchlangan kompozitsion material prokatlanadi. Prokatka rejimi harorat, defshakltsiya yo'nalishi va darajasi bilan aniqlanadi. Prokatlash harorati polatning puxtaligini yo'qotish («razuprochnenie»)-harorati bilan aniqlanadi. Masalan, 08X18H9T va 12X18H10T po'latlari uchun prokatlash harorati 380—400°C, (bu po'latlarning puxtaligini yo'qotish harorati 400°C). Shu 15X15H4AM3 va EP322 po'latlari uchun prokatlash harorati 420—450°C (puxtalikni yo'qotish  $t = 450^\circ\text{C}$ ). Deformatsiya yo'nalish prokatlashda prokatlash davrida tolalar uzilib ketmasligi uchun sinchlar yo'nalishiga qiyaroq qilib olinadi. Korxonalarda kompozit KAC-1 ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Bunda puxtalovchi-sinch 1X15H4AM3 po'latidan yasalgan sim (diametri  $d = 0,15$  mm). Matritsa AV yoki SAP-1.

Po'lat sim bilan sinchlangan aluminiy matritsali kompozitlarning mexanikaviy xossalari. Sinchlash natijasida kompozitsiyaning puxtaligi 10-12 marta oshadi: to'ldirgich-simning hajmi 25% ni tashkil qiladi. Agar sinchlar hajmi 40% yetkazilsa,

$s = 1700$  MPa ga teng bo'ladi.

Po'lat sim bilan sinchlangan (25-40%) aluminiy matritsali kompozitning mexanikaviy xossalari titan qotishmalari xossalariga tenglashadi.

Bu kompozitni sovuqlayin deformatsiyalab, toblab va eskirtirib, uning mexanik xossalari yanada oshirish mumkin. (Agar aluminiy termik ishlanadigan bo'lsa). Yuqori haroratda ishlaydigan detallar uchun matritsa sifatida SAP ni olish maqsadga muvofiq.

### 18.3. Nikel matritsali kompozitsion materiallar

Ko'proq issiqbardosh nikel qotishmalari sinchlanadi; ishlash vaqtini va haroratini ko'tarish maqsadida (1100-1200°C). Puxtalovchilar:  $Al_2O_3$  ning ipsimon kristallari (muylovlari), qiyin eriydigan metall va ularning vol'fram va molibden asosidagi qotishmalari simlari; uglerod va kremniy karbidi tolalari.

Nikel va nixrom  $Al_2O_3$  iplari bilan kukun metallurgiyasi usulida sinchlanadi. Bunday kompozit xarakteristikasi: 9%  $Al_2O_3$  bo'lsa,  $\sigma_v=1800-2100$  MPa, nisbiy puxtalik=22-25 km.

Issiqbardosh nikel qotishmalarini vol'fram bilan sinchlangan kompozitlari ko'proq tarqalgan. Plastik deformatsiya usuli bilan olinadi: **prokatlash, portlatib payvandlash.**

Vakuumba issiq holda presslanadi: bir qavat issiqqa chidamli nikel xromovol'framli qotishma XN60V, bir qavat Vt15 dan sim ( $d=0, 15-0, 18$  mm). Shu tarzda qavatma-qavat presslanaveradi. Bu kompozit 1100-1200°C da ishlaydi. Bunday kompozitlarning vakili VKN-1. Matritsa: quyma issiqqa bardosh qotishma JS6K, sinchlovchi: vol'fram simi VA,  $d=0, 5$  mm.

#### Nikel matritsali kompozitsion materiallar (nol-o'lchamli)

Bunday kompozitsion materialning puxtalovchi komponentlari zaharli toriy dioksidi ( $ThO_2$ ) yoki gafniy dioksidi ( $HfO_2$ ) zarrachalaridir. Bu materiallar VDU-1 va VDU-2 deb belgilanadi. VDU-3 qotishmasida matritsa vazifasini nikel-xromli qattiq eritma (20%-xrom) bajaradi. Puxtalovchi zarracha-gafniy dioksidi.

Gafniy va toriy oksidlari qisishda yuqori mikroqattqlikni va puxtalikni ko'rsatadilar. Matritsa esa maksimum turg'un. Toriy va gafniy oksidlarini hajmi 2-3%.

#### $ThO_2$ Oksidining mexanik xossalari

Mikroqat tiqlik, MPa	Mustahkamlik chegarasi, qisishdagi Mpa				
	20°C	400°C	600°C	800°C	1000°C
9690	1372	1078	588	490	352, 8

HfO<sub>2</sub> oksidining mexanik xossalari yuqoridagi ThO<sub>2</sub> nikidan kam farq qiladi.

Issiqqa bardoshligi oksid zarrachalarning soniga, o'lchamlariga; matritsa dipolarining ham o'lchamlariga, formasiga va qurilishiga bog'liq. Matritsaning bu dipolari bosim ostida va termik ishlash davrida hosil bo'ladi.

VDU-1, VDU-2, VDU-3 larning issiqqa bardoshligi oddiy haroratda nikel asosidagi issiqbardosh po'latlarnikidan past. Lekin, harorat ko'tarilishi bilan VDUlarning issiqqa bardoshligi (shu haroratdagi mustahkamligi) shu harorat uchun nikel asosidagi issiqqa bardosh po'latlarning mustahkamligidan katta bo'adi.

### **VDUlarning va nikel asosidagi issiqbardosh po'latlarning puxtalik xarakteristikasi**

Qotishma markasi	Yarimfabrikat	$\sigma_{1000}$ Mpa. quyidagi haroratda, °C			
		900	1000	1100	1200
VDU-1	Chivik	140	120	100	65
VDU-2	Chivik	95	80	65	40
VDU-3	List	105	85	65	40
JS-6K	Chivik	170	70	20	-
EP-868	List	30	15	-	-

VDU-1, VDU-2 plastik, Shuning uchun har xil harakatda har xil usullar bilan deformatsiyalanadi: bolg'alash, shtamlash, cho'ktirish, botirish. Bir biri bilan yuqori haroratli kavsharlash vositasida birlashtiriladi. Diffuzion payvandlash ham qo'llash mumkin.

VDU-2, VDU-3 truba, chivik, list, sim, falga sifatida chiqariladi. Bular asosan aviatsiya dvigatellari uchun ishlatiladi: lopatkalar, alanga stabilizatori, yonish kamerasi.

#### **18.4. Polimer va keramik materiallarning asosiy turlari**

Polimer asosidagi kompozision materiallarda (PKM) hamma tashkil qiluvchilarni birlashtirib yaxlit bir butunlikni hosil qiluvchi matrisa sifatida polimer bog'lovchilar qo'llaniladi. PKM ga plastmassalarni misol qilib ko'rsatish mumkin. Plastmassalarni yaratishda polimer asos yuqori oquvchanlik yoki yuqori elastiklik holatiga keltiriladi, so'ngra ma'lum bir texnologik usul bilan qo'shimchalar kiritiladi, soviganda keyin (qattiq holatda)

kompozitsiya asosi shishasimon yoki kristall holatda bo'ladi. Hozirgi paytda juda ajoyib xossalarga ega bo'lgan PKM yaratilganki, ularning solishtirma mustahkamligi, korroziya-bardoshliligi, boshqariladigan magnit va elektr xossalari kabi xususiyatlari odatdagi po'lat va cho'yan konstruksion materiallarning xususiyatlaridan qolishmaydi. Ishlash qobiliyatlari 200-400°C da ham saqlanib qoladigan PKM lar yaratilgan. Bunday materiallarni kelajakda avtomobil, kema hamda samolyotsozlikda keng ishlatish imkoniyati bor. Kompozitsion materiallarning texnikadagi mexanik tebranishlarni to'xtatishi yoki kamaytirishi ham mumkin. Matrisa sifatida ham, qo'shimchalar sifatida ham yuqorida ko'rsatilgan materiallarni qo'llash mumkin. Matrisaning to'ldiruvchi jismlarga adgeziyasini mexanik ravishda hosil qilish mumkin emas. Polimer makromolekularida juda mustahkam kovalent bog'lanish bo'lganligi va to'ldiruvchilar esa metall yoki ion bog'lanishda bo'lganligi uchun matrisa bilan to'ldiruvchi elementlar orasida mustahkam kimyoviy bog'lanish hosil qilish qiyin. Shuning uchun to'ldiruvchi bilan matrisa orasida adgezion bog'lanish hosil qilish maqsadida yupqa parda qatlamdan foydalaniladi.

Tashqi kuch ta'siri matrisa va to'ldiruvchilarning mustahkamligiga proporsional (yoki elastiklik moduliga proporsional) taqsimlansa, PKM ning mustahkamligi katta bo'ladi. Buning uchun matrisaning cho'zilishdagi deformatsiya qiymati to'ldiruvchi (armatura) ning deformatsiya qiymatidan katta yoki teng bo'lishi kerak.

Odatda ko'pchilik ishlab chiqarish korxonalarida PKM dan mahsulot tayyorlash shu materiallarni olish texnologiyasi bilan birgalikda olib boriladi

### **Keramik kompozitsion materiallarning komponentlar**

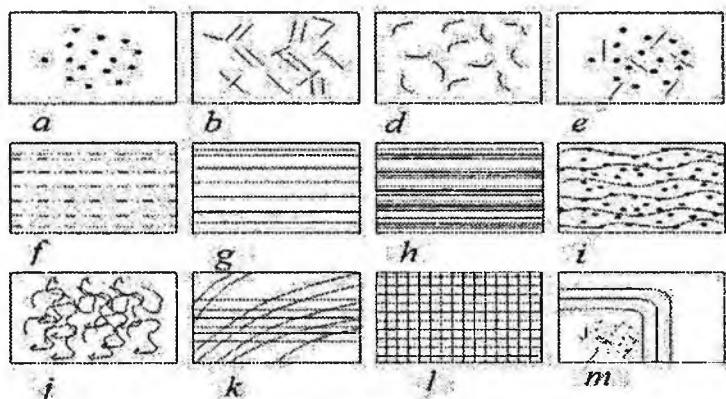
Dastlabki xomashyoni 3 guruhga bo'lish mumkin:

- 1) barcha-keng harorat doirasida bir-biri bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadiganlar;
- 2) yuqori haroratda reaksiyaga kirishuvchilar;
- 3) kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi.
- 4) kimyoviy bog'lanish hosil qilish qiyin. Shuning uchun to'ldiruvchi bilan matrisa orasida adgezion bog'lanish hosil qilish maqsadida yupqa parda qatlamdan foydalaniladi.



5) Tashqi kuch ta'siri matrisa va to'ldiruvchilarning mustahkamligiga proporsional (yoki elastiklik moduliga proporsional) taqsimlansa, PKM ning mustahkamligi katta bo'ladi. Buning uchun matrisaning cho'zilishdagi deformatsiya qiymati to'ldiruvchi (armatura) ning deformatsiya qiymatidan katta yoki teng bo'lishi kerak.

6) Odatda ko'pchilik ishlab chiqarish korxonalarida PKM dan mahsulot tayyorlash shu materiallarni olish texnologiyasi bilan birgalikda olib boriladi.



18. 4-rasm. To'ldiruvchi va armaturaning tartibsiz (a-g, i), bir o'q yo'nalishida (0-3) hamda murakkab (K, L, M) joylashishini tushuntiruvchi chizma:

a-kukun; b-kalta tolalar; v-payrahalar; g-kukun bilan kalta tolalar aralashmasi; d-kalta tolalar; e, i-uzun tolalar; j-to'qima va yupqa materiallar chiqindisi; z-to'qima va kukun aralashmasi.

Keramik kompozitsion materiallarning puxtaligi har bir komponentning xossalari va ularning kimyoviy birlashishiga bog'liq. Masalan, matritsasi keramikali, to'ldirgichi metallardan bo'lgan keramik kompozitsion materiallarning puxtaligi agar 3—4% hajmida keramika va metall orasidagi kimyoviy bog'liqlikni oshiradigan modda qo'shilsa, 3—4 marta ortadi. Bu modda karbidlar bo'lishi mumkin. Komponentlarning qizdirib, qolipda bosim ostida ishlash («spekaniy») harorati iloji boricha bir-biriga yaqin bo'lishi lozim. «Spekaniy» aktivlashtirish uchun qo'shimcha kiritiladi, bunda suyuq faza hosil qilib, uni tezlatadi. Masalan, Ti; TiCh; Zr. Keramik kompozitsion materiallar uchun yana bir xususiyat — komponentlar bir-birlarini yaxshi ho'llashi zarur.

Keramik kompozitsion materiallar komponentlarini tanlashda ularning teplofizik xossalarini ham hisobga olish kerak. Agar sinchlovchi materialning issiqdan kengayish koeffitsienti matritsa materialini issiqdan kengayish koeffitsientidan kichik bo'lgusa; sinch cho'zilish, ichki kuchlanish hosil bo'lib, ichida darz ketishi mumkin. Agar sinch koeffitsiyenti matritsa koeffitsiyentiga nisbatan katta bo'lsa, u holda qisish kuchlanishi hosil bo'ladi va keramik kompozitsion materiallarning puxtaligi ortadi. Keramik Kompozitsion Materiallarning istiqbolli yo'nalishlaridan biri evtektik metall-oksidi tizimi hisoblanadi.

Metallokeramika. Bu yerda sinch evtektika yo'naltirilib kristallizatsiya qilingan. Evtektik keramik kompozitsion materiallar yuqori haroratda dispers keramik kompozitsion materiallarga nisbatan ancha turg'un bo'ladi.

Dispers va qatlama keramik kompozitsion materiallar izotrop va buzilish mexanizmi keramika materialini buzilishiga o'xshaydi. Sinchlangan keramik kompozitsion materiallar puxtaligi yuqori va buzilish mexanizmi boshqacha. Tolalar kuchlarning bo'linishini ta'minlaydi, matritsada darzlarning yo'nalishini aniqlaydi.

### Uglerod – uglerodli kompozitsion materiallar

Aviatsiya — kosmik texnikasida qo'llaniladigan istiqbolli materiallardan biri-bu uglerod-uglerodli (S—C) kompozitlardir. Bular matritsa sifatida uglerod ishlatiladi. Bu qotgan termoreaktiv smolalarni (fenelformaldegidli, yuqori haroratda qizdirib olingan koks to'ldirgich sifatida uglerod tolalari ishlatiladi. Bu tizimli materiallar kompozitsiyasiga to'ldiruvchi material sifatida uglerodli paxta, uglerodli matolar, uzilgan-kesilgan tolalar, buralgan iplar kiradi. Ikki tizimlisiga qo'shimcha — to'ldirgich sifatida matolar-to'qimalar: ko'p tizimli materiallar tolalarni ma'lum tartibda taxlash bilan olinadi.

Operatsiyalarning ketma-ketligi:

1. Uglerodli (yoki grafitli) tolalarni yoki matoni fenolli smola bilan to'yintirish.

2. Bog'lovchini berilgan harorat va bosimda qotirish.

3. Kerakli o'lchamlargacha mexanik ishlash.

4. Karbonizatsiyalash maqsadida kerakli atmosferada qizdirish.

Agar modifikatsiya qilinsa, karbid va nitrid hosil qiluvchilar bilan (Si, Ta, N), kompozitning asosli muhitda turg'unligi oshadi.

Uglerod — uglerod materiallarining mexanik xossalari yuqori:  $\sigma_b = 100\text{—}700$  MPa, qisishidagi mustahkamlik  $800\text{—}1200$  MPa; zarbiy qovushqoqligi  $50\text{—}100$  kJ/m<sup>2</sup>; vakuum va neytral muhitda issiqqa turg'un  $2500^\circ\text{C}$  gacha. Uchish apparatlari burun qismi konusi, yuqori haroratli kanoplar, raketa dvigatellari soplari va hokazolarda ishlatiladi. Karbidli kermetlar metallik komponenti sifatida kobalt, nikel, molibden, niobiy, xrom, volfram bilan birgalikda bo'ladi. Karbid-titanli kermetlar oksidlariga nisbatan ancha puxta, puxtaligni uzoq muddatli nuqtayi nazardan issiqbardosh po'latlardan ham yuqori.

Dispers keramik kompozitsion materiallar mas'uliyatli detallar yasashda ishlatiladi:

1. Yuqori haroratda ishlaydigan.
2. Kichik asboblardan uchun.
3. Yeyilmaydigan.
4. Shtamplar.
5. Filera.
6. Podshipniklar.
7. Zararli muhitda ishlaydigan klapanlar.

Oksid asosidagi kermetlar issiq (pechlarda) o'lchagich-termo~jiftlar sohalari sifatida ishlatiladi.

Kremniy va aluminiy asosidagi metallokeramik materiallardan ichki yonuv dvigitel detallari yasaladi.  $750^\circ\text{C}$  da, yumshatish bilan birga kiryalanadi: diametri  $d = 0,3, 0,12; 0,05$  mm li kiriyalar

Karbidli va nitridli metallokeramik materiallar tarkibi va xossalari

(1-jadval)

Marka	Tarkibi, %						Xossalari		
	WC	TiC	Co yoki Ni	titan- nitri- di	bog'- lov- chi	CrC	$\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	$\sigma$ , MPa	NRa
BK3	97		3	-	-		1530	1200	89,5
T30K4	60	30	4	-	-	-	980	1000	92
KTHM	-	26	-	42	32	-	590	1750	87,5
KXH-40	-	-	40	-	-	60	700	700	90

Diametri 0,5 mm bo'lgan volfram simlarining xossalari.

(2-jadval).

Sim markasi	Harorat, S	Puxtalik, MPa	Uzoq muddatli puxtalik, 100 soat. MPa	Oquvchanlik chegarasi, 6410-5
VA	900	1320	630	760
W+ qo'shimcha —»prisadka»	1000 1100	1130 -	480 350	630 470
SiO <sub>2</sub> va Al	1200	740	330	380
VT-15	900	-	-	-
W+	1000	1200	660	830
2% ThO <sub>2</sub>	1100	1090	440	600
	1200	850	410	520
BP-20	900	2670	1170	1950
W+	1000	2140	1060	1300
20% Re	1100	1990	420	690
	1200	1390	240	350

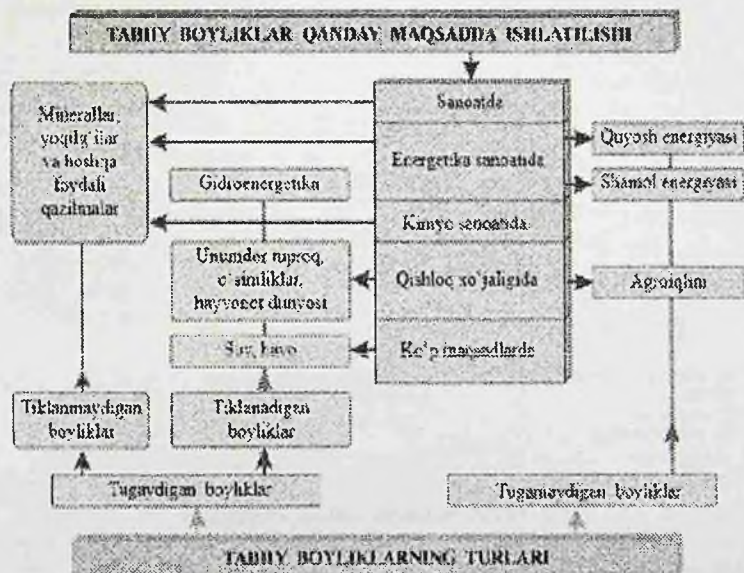
BP-20 ning puxtaligi, uzoq muddali puxtaligi 1100°S dan ancha yuqori. VT-15 esa 1200°C da ham uzoq muddatli puxtaligini saqlagan.

Molibden, volfram, tantaldan yasalgan simlar o'z mustahkamliklarini 1200-1500°C da saqlab turadi. Moibdenli simlar ham shu yo'sinda olinadi. Molibden volframga nisbatan ancha plastik. Past haroratda ishlanadi, volframga nisbatan (100—200°C) past haroratda. Molibden qo'shimchasiz sovuq holda ham defor- matsiyanadi va 0, 3 dan 0, 02 mm gacha diametrlilik sim olinadi. Umuman, volframli va moibdenli simlarni issiqbardosh kompozitsion materiallarni sinchlash uchun ishlatish maqsadga muvofiq bo'ladi.

### *Nazorat uchun savollari*

- 1. Kompozitsion materiallar tushuncha bering*
- 2. Kompozitsion materiallarni yaratish usullari*
- 3. Polimer asosidagi kompozitsion materiallar*
- 4. Metall asosidagi kompozitsion materiallar*

## Foydali ma'lumotlar



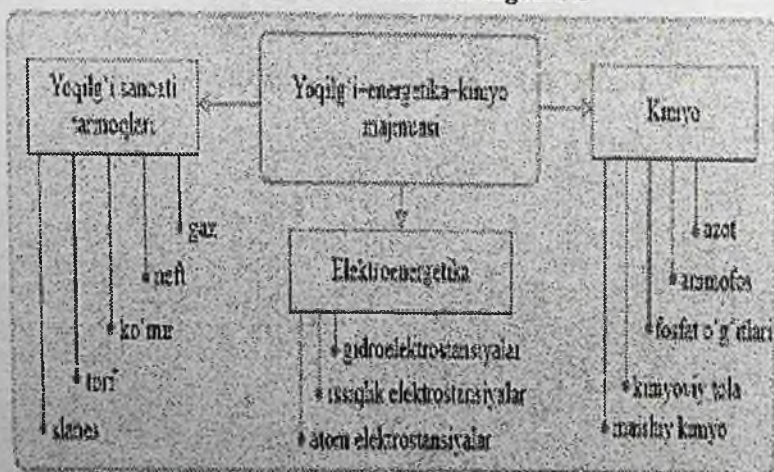
**1-rasm. Tabiiy boyliklarning ishlatilishi va turlari**



**2-rasm. O'zbekiston hududidagi foydali qazilmalar**



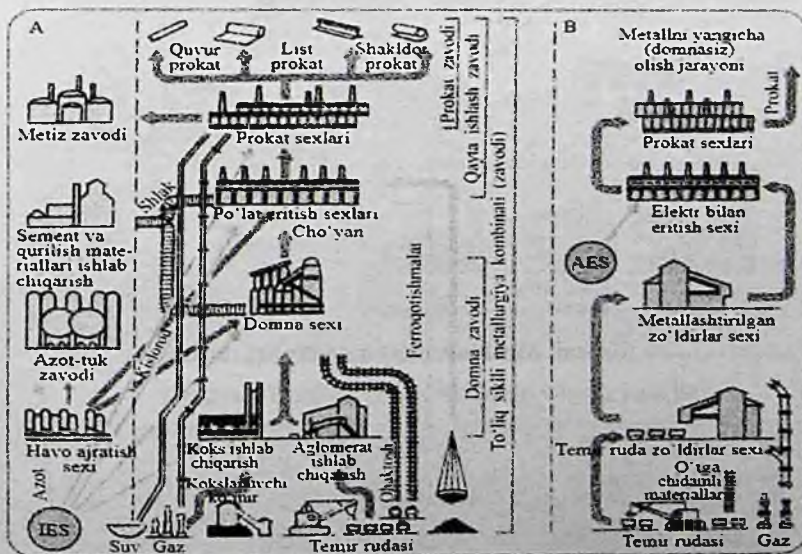
3-rasm. Muhim sanoat tugunlari



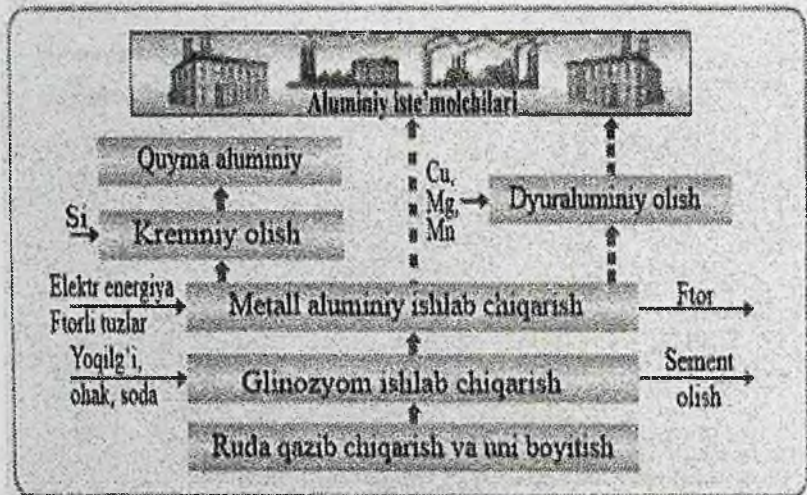
4-rasm. Yoqilg'i-energetika kimyo majmuasi tarkibi.



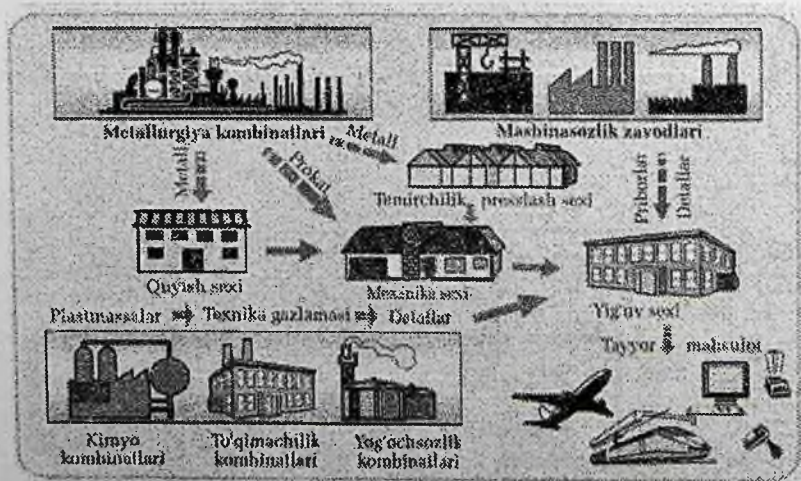
5-rasm. O'zbekistondagi asosiy elektr stansiyalar va elektr uzatish liniyalari



6-rasm. Metallurgiya kombinatidagi sexlar sxemasi



7-rasm. Aluminiy ishlab chiqarish



8-rasm. Mashinasozlik zavodining tarkibi





9-rasm. Asakadagi avtomobil zavodining boshqa korxonalar bilan aloqasi

Yoqilg'i turi	1 kg yoqilg'i yonganda chiqadigan issiqlik		Issiqlik koeffitsienti
	Joulida	Kaloriyada	
Tabiiy gaz	$4,4 \cdot 10^7$	$10,6 \cdot 10^6$	1,5
Neft	$4,4 \cdot 10^7$	$10,6 \cdot 10^6$	1,5
Toshko'mir	$2,9 \cdot 10^7$	$7,0 \cdot 10^6$	1,0
Qo'ng'ir ko'mir	$1,3 \cdot 10^7$	$3,1 \cdot 10^6$	0,45
Slanes	$8,8 \cdot 10^7$	$2,1 \cdot 10^6$	0,30
Torf	$1,4 \cdot 10^7$	$3,4 \cdot 10^6$	0,48
Quruq o'tin	$1,0 \cdot 10^7$	$2,4 \cdot 10^6$	0,34

1-jadval. Turli xil yoqilg'ilarning yonish issiqligi

Asosiy guruhlar			Boshqa guruhlar	
Og'ir metallar	Yengil metallar	Qimmatbaho metallar	Qiyin eruvchi metallar	Nodir metallar
Mis, qalay, qo'rg'oshin, nikel rux	Aluminiy, magniy, titan	Oltin, kumush, platina	Volfram, mohibden	Uran, germaniy va boshqalar

2-jadval. Rangli metallarning guruhlariga bo'linishi

## Glossary

**Allotropiya** (polimorfizm) – bir metallning har xil haroratlarda turlicha kristall panjaralar hosil qila olish xususiyati.

**Alni** – elektrotexnikada magnit materiali sifatida ilk bor qo'llanilgan qotishma. Uning tarkibi 11-16% Al, 24-30% Ni, 54-65% Fe elementlaridan iborat.

**Alsifer** – temirning kremniy va aluminiy (9, 5% Si, 5, 6% Al, 84, 9% Fe) bilan birgalikdagi qotishmasidir. Bu qotishma qattiq va mo'rt bo'lib, undan murakkab shaklli quymalar olinadi.

**Amorf jismlar** – atomlari tartibsiz joylashgan jismlar.

**Anizotropik xossasi** – kristall jismlar atomlarining turli tekisliklarda turlicha zichlikda joylashuvi xossasi.

**Anizotropiya** – monokristall hossalarning turli kristallografik yo'nalishlarda turlicha bo'lishi.

**Anorganik dielektriklar** – shisha, sitall, sopol, slyuda va slyudali materiallar.

**Antifriksion qotishmalar** – Sirpanish podshibniklari tayyorlash uchun ishlatiladigan aluminiy- qalay-qo'rg'oshin va rux tizimidagi qotishmalar.

**Asbest** – tolali tuzilishga ega minerallar guruhining nomidir. Asbestning eng ko'p tarqalgan turi xrizotilli asbestdir. U toshloq joylardan qazib olinadi.

**Austenit** – uglerodning gamma temirdagi qattiq eritmasi bo'lib, uning tarkibida 800... 1147°C haroratda 0, 8... 2, 14 foiz uglerod miqdori bo'ladi.

**Avtomatbop po'latlar** – tez yurar avtomat dastgohlarida kesib ishlash uchun mo'ljallangan po'latlar.

**Azotlash** – po'latlarning yuza qatlamini ammiak muhitida azotga diffuzion usulda tuyintrish jarayoni.

**Birlamchi kristallanish** – suyuq metallning qattiq holatiga o'tish jarayoni.

**Bitum** – murakkab uglevodorod birikmalaridan iborat bo'lgan, qora yoki to'q qo'ng'ir rangli termoplastik amorf moddadir.

**Bolg'alanuvchallik** – Metall va qotishmalarning bolg'alash, shtamplash va prokatlash vaqtida o'z shaklini yemirilmay o'zgartira olish xususiyati.

**Bolg'alanuvchan cho'yan** – tarkibidagi erkin uglerod(grafit) shaklida bo'ladigan cho'yan.

**Borlash** – po'latning yuza qatlamini diffuzion usulda borga to'yintirish jarayoni.

**Bronza** – misning ruxdan boshqa elementlar bilan hosil qiladigan qotishmalari nomi.

**Cho‘yan** – tarkibida 2, 14. 6, 67 % uglerodi bo‘lgan temir - uglerod qotishmasi

**Cho‘yanning grafitlanishi** – harorat ta‘siri ostida oq cho‘yan takibidagi kimyoviy birikkan uglerodning erkin (grafit) holatda ajralib chiqish jarayoni.

**Deformatsiya** – metallarga biror kuch ta‘sir ettirilganda geometrik shaklining o‘zgarishi.

**Dendrit** – shoxli daraxt shaklidagi kristall.

**Dielektrik isrof burchagi** – sig‘imli zanjirdagi kuchlanish va tokning fazoviy siljish burchagini  $90^0$  gacha tuldirdigan burchagi.

**Diffusion metallash** – yuqori harorat ostida po‘lat yuzasiga aluminiy, xrom, kremniy, bor, titan va b elementlar atomlarini diffusion sindirish.

**Dipol-relaksatsiya qutblanishi** – betartib issiqlik harakatida bo‘lgan zarrachalar elektr maydoni ta‘sirida o‘z yo‘nalishini o‘zgartirishi hisobiga ro‘y beradigan qutblanish.

**Doimiy magnitlar** – o‘z xususiyatini saqlovchi magnitlar doimiy magnitlar.

**Dur aluminiylar** – Tarkibiga aluminiy bilan mis, marganits, magniy, rux, kremniy kabi elementlar kiradigan, deformatsiyalar buyumlar tayyorlashga mo‘ljallangan aluminiy qotishmalari.

**Elastomerlar** – kauchuk asosidagi va xossalar jihatidan unga yaqin bo‘lgan moddalar.

**Elektr izolyatsiyasi** – izolyatsiya materiallari yig‘indisidan iborat elektrotexnika tuzilmasi.

**Elektrolitik temir** – texnik sof temirni elektroliz qilish usuli orqali olinadi. Bu temirning tarkibidagi qo‘shimchalarni umumiy miqdori 0, 05% dan oshmaydi.

**Elektron qutblanish** – qiymat jihatdan yorug‘likning sindirish ko‘rsatkichi kvadratiga tengdir bo‘lgan va katta tezlikda ( $10^{-15}$  sek) kechadigan atom yoki ionlar elektron qobig‘ining siljishi va ezilishi hisobiga sodir bo‘ladigan qutblanish.

**Elektron-relaksatsiya qutblanishi** – sindirish ko‘rsatkichi yuqori va katta ichki maydonga ega bo‘lgan dielektriklar uchun xos bo‘lib qo‘shimcha elektron yoki teshiklarni issiqlik energiyasi bilan ta‘sirlashtirib yuzaga keltiriladi.

**Elementar katakcha** – kristall panjaraning eng kichik qismi (bo‘lagi).

**Erish temperaturasi** – metalni batamom suyuq holga utadigan temperaturasi.

**Evtektika** – sistemada eng past haroratda suyuqlanadigan (yoki qotadigan) qotishma.

**Faza** – qotishmaning bir-biridan chegara sirtlar bilan ajralib turadigan, bir jinsli qismi.

**Fazoviy panjara** – bir biriga parallel joylashgan bir qancha kristallagrafik tekisliklardan fazoviy panjara hosil bo‘ladi.

**Ferrit** – uglerodning alfa-temirdagi singish qattiq eritmasi.

**Ferritlar** – tarkibida, temirdan tashqari, ikki va undan ko‘p valentli metall (Ni, Co, Mn, Zn, Cu, Cd, Pb, Mg) oksidlari ham bo‘lgan birikmalar.

**Glazur** – massa, chinni buyum ustidagi suvli suspenziya ko‘rinishidagi yupqa qatlam.

**Grafit** – bu faza uglerodning shakl o‘zgarishlaridan biri bo‘lib, u plastinkalar yoki donalar shaklida bo‘ladi;

**Ikkilamchi kristallanish** – ba‘zi bir metall va qotishmalarda kristallanish jarayoni tugagandan keyin ham, ularni tuzilishida o‘zgarish davom etishi jarayoni.

**Ionli qutblanish** – kristall panjarali qattiq jismlarda bush bog‘langan ionlar siljishi natijasida ro‘y beradigan qutblanish.

**Ion-relaksatsiya qutblanishi** – moddaning o‘zaro bo‘sh bog‘langan ionlari tashqi elektr maydoni ta‘sirida aniq yo‘nalish oladi va ba‘zi anorganik moddalarda kuzatiladi.

**Issiqbardosh po‘latlar** – yuqori haroratlarda yuk ta‘siri ostida bo‘ladigan detallar tayyorlash uchun ishlatiladigan po‘latlar;

**Jez** – mis bilan ruxning birikmasidan hosil bo‘lgan qotishmadir.

**Kanifol** – to‘q sariq rangli murt modda bo‘lib, daraxt yelimidan ajratib olinadi.

**Karbonil temir** – temir pentakarbonil  $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$  suyuqligi ni 200-250°C temperaturada kimyoviy parchalash orqali olinadi. Karbonil temir mayda kukun ko‘rinishida bo‘lib, undan yuqori chastotali magnit uzaklar tayyorlanadi.

**Karbyurizator** – sementitlash jarayonida po‘lat yuzasiga singadigan faol uglerod atomini hosil qilishga hizmat qiladigan qattiq, suyuq va gaz holatdagi moddalar;

**Kesib ishlanuvchanlik** – Vaqt birligi ichida yoki ma‘lum ish sarf qilinadiganda eng ko‘p yo‘nib tushurilgan qirindi og‘irligi bilan baholanadigan miqdor;

**Kimyoviy birikmalar** – birlamchi kristallanish jarayonida komponentlarining o‘zaro kimyoviy reaksiyaga kirishuvi natijasida hosil bo‘lgan qotishmalar;

**Kimyoviy-termik ishlash** – harorat ta‘sirida po‘lat yuzasini har xil kimyoviy elementlar bilan diffuzion boyitish jarayoni.

**Kirishuvchanlik** – qolip va quyma o‘lchamlari orasidagi farq;

**Kobalt** – mexanik mustahkam ( $5_{r} \gg 500$  MPa,  $J_{II/1}$  (50%)), kimyoviy aktiv bo‘lmagan metallidir.

**Komponent** – qotishmani tashkil etuvchi elementlarning har biri;

**Konstantan** – tarkibida 60% ga yaqin mis va 40% atrofida nikel bo‘lib, solishtirma qarshiligi 0, 45-0, 52 mkOm-m,  $\alpha_r = (-20-50) \cdot 10^6$  grad<sup>-1</sup>.

**Kristall jismlar** – atomlari kristall panjara hosil qilib tartibli joylashgan jismlar;

**Kristall panjaraning davri (parametri)** – elementar katakchadagi qo‘shni ikki atom oralig‘idagi masofa ;

**Kristallanishning yashirin issiqligi** – metall suyuq holatdan qattiq holatga o‘tayotganda ajralib chiqadigan issiqlik;

**Kristollografiya** – kristall moddalar haqidagi fan.

**Kulrang cho‘yan** – tarkibidagi erkin uglerod (grafit) plastinkasimon tarzda uchraydigan cho‘yan.

**Kumush** – solishtirma qarshiligi eng kichik ( $p=0, 016$  mkOm-m) metallidir.

**Kyuri temperaturasi yoki Kyuri nuqtasi** – dielektrik singdiruvchanlikning temperaturaga bog‘liqligida ko‘zatiladigan yuqori qiymat.

**Ledeburit** –  $1147^{\circ}\text{C}$  dan  $727^{\circ}\text{C}$  gacha sementit bilan austinitning  $727^{\circ}\text{C}$  dan uy haroratigacha semintit bilan perlitning mexanikaviy aralashmasi;

**Legirlangan po‘latlar** – tarkibida ataylab qo‘shilgan elementlar (masalan, xrom, nikel, molibden, volfram, vanadiy va boshqalar) yoki ortiqcharoq miqdorda doimiy qo‘shimchalar bo‘lgan po‘latlar

**Likvidus nuqtasi** – qotishmaning kristallana boshlash haroratini ko‘rsatuvchi nuqta.

**Lok** – tabiiy va sintetik qatronlar, bitum, quriydigan moy, selyuloza efiri va boshqa birikmalarning kolloid eritmasidir.

**Magnit materiallar** – tashqi magnit maydoni ta‘sirida magnitlanish xossasiga ega materiallar.

**Makromolekula** – yuqori molekulyar birikmalarning yuzta, mingta va undan ko'p atomlarning o'zaro kovalent bog'lanishidan vujudga kelgan molekulasi.

**Manganin** – rezistor ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Uning tarkibida 85% mis, 12% marganes, 3% nikel bo'lgani holda, solishtirma qarshiligi 0,42-0,48 mkOmm.

**Martensit** – austinetni taxminan 240°C gacha sovitganda hosil bo'ladigan, uglerodning alfa temirdagi o'ta to'yingan qattiq eritmasidan iborat, juda qattiq va mo'rt struktura.

**Metall va qotishmalarning qattiqligi** – Metall yoki qotishmalarning o'zidan qattiqroq jisimning botishiga qarshilik ko'rsata olish xossasi;

**Metall donalari** – (yoki kristallitlari)- muntazam geometrik shakli buzilgan kristallitlar;

**Metall va qotishmalarning texnologik xossalari** – Metallarni texnologik ishlash, ya'ni bolg'alash, payvadlash, kesib ishlash uchun yaroqlilik darajasini ko'rsatuvchi xossalalar (kirishuvchanlik, suyuq holatda oquvchallik, bolg'alanuvchallik, kesib ishlanuvchallik va b. ).

**Metallar** – temperatura pasaygan sari elektr o'tkazuvchanligi ortadigan, elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan, bolg'alanuvchan, issiq o'tkazuvchan va yaltiroq moddalar.

**Metallarni qizdirib bosim ostida ishlashi** – metallarni rekristallanish haroratidan yuqori haroratlarda deformatsiyalash.

**Metallarni sovuqlayin bosim ostida ishlashi** – metallarni rekristallanish haroratida past haroratlarda deformatsiyalash.

**Metallarning birlamchi kristallanishi** – metallarning suyuq holatdan qattiq holatga o'tishi.

**Metallarning mexanik xossalari** – tashqi kuchlar ta'siri ostida metallarning o'zini tutushini belgilaydigan tavsiflar.

**Metallning puxtaligi** – metallning deformatsiyaga ko'rsatadigan qarshiligi;

**Metallning sovish egri chiqig'i** – metalning sovish jarayonida uning issiqligining o'zgarishini ko'rsatadigan grafik tasvir.

**Metallografiya** – metallarni ichki tuzilishini o'rgatadigan fan.

**Mexanik aralashmalar** – komponentlari suyuq holatda bir-birida eriydigan, qattiq holatda erimaydigan va o'zaro kimyoviy birikma hosil qilmaydigan qotishmalar.

**Mikofoliy** – qog'oz yuzasiga bir yoki bir necha slyuda qatlami biriktirilib tayyorlanadi.

**Mikoleks** – mineral shisha tarkibiga qo‘shimcha sifatida slyuda kukuni kiritish orqali olinadigan mahsulot. Undan quvvatli lampa tutqichlari, havoli kondensatori paneli, yoy razryadiga chidamli material olishda foydalaniladi.

**Mikonit** – varaqsimon slyudali material bo‘lib, u o‘z navbatida organik lok yoki anorganik bog‘lovchi modda (eruvchan shisha) yordamida tayyorlanadi.

**Mikotasma** – maxsus ikki qatlamli qog‘oz orasida joylashtirilgan slyuda materialidir.

**Mikroshlif** – mikroskop ostida kuzatish uchun maxsus ishlov berib tayyorlangan metall namunasi.

**Mikrostruktura** – mikroshlif mikroskop ostiga qo‘yib qaralganda ko‘rinadigan struktura.

**Minerallokeramik qattiq qotishmalar** – o‘z tarkibida aluminiy oksidi ( $Al_2O_3$ ) bo‘lgan mineral materialni preslash va pishirish yuli bilan olinadigan materiallar.

**Modifikatorlar** – suyuq metalga mayda donalar hosil qilish uchun qo‘shiladigan moddalar (zarralar).

**Monokristall** – atomlarning muayyan tartibda joylashuvi natijasida hosil bo‘lgan geometrik jihatdan muntazam shakldagi jism butun kristall.

**Monomerlar** – polimerlarni sintez qilishda ishlatiladigan quyi molekulyar birikmalari.

**Moyli lok-asosini zig‘ir va tung kabi quriydigan moylar tashkil etadi.** Quritish jarayonini tezlatish maqsadida ushbu loklarga erituvchi modda qo‘shiladi.

**Murakkab matallar yoki qotishmalar** – bir nechta oddiy metallarni birikmasi.

**Mustaqil bo‘lmagan elektr o‘tkazuvchanlik** – tashqi ta‘sir ionizator orqali sodir bo‘ladigan gazning elektr o‘tkazuvchanligi.

**Naklyop** – metallning plastik deformatsiya natijasida puxtaligi va qattiqligi ortib, plastikligini kamayish hodisasi.

**Neyzilber** – nikel, rux va mis asosidagi qotishma (tarkibida nikel miqdori kamaytirilgan) bo‘lib, narxi arzonligi sababli reostatlarda keng miqyosda ishlatiladi.

**Nikel** – kumushrang oq-metall bo‘lib, elektr vakuum texnikasida keng qo‘llaniladi.

O‘z-o‘zidan (spontan) qutblanishi segnetoelektriklarga xos bo‘lib, u birinchi marta segnet tuzi ( $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ ) da

kuzatilgan. Tashqi maydonsiz segnetoelektrikning ma'lum qismida dipollar o'z-o'zidan bir-biriga moslashib, aniq yo'nalish oladi.

**O'ta sovish darajasi** – metalning muvozanat harorati bilan haqiqiy kristallanish harorati orasidagi ayirma;

**Oddiy yoki sodda metallar** – nisbatan boshqa ximiyaviy elementlardan toza bo'lgan metallar.

**Olovbardosh po'latlar** – yuqori ( $550^{\circ}\text{C}$  dan baland) haroratlarda gazlar ta'siri ostida emirilmaydigan po'latlar;

**Oltin** – sariq rangli, plastikliги yuqori  $\sigma_{ch}=150\text{ MPa}$ , ( $i=40\%$ ) metallidir

**Oq cho'yan** – tarkibidagi uglerod temir bilan kimyoviy birikma (sementit) hosil qilgan, qattiq va mo'rt cho'yan;

**Parafin** – rangsiz, hidsiz, kristall strukturali mumsimon modda bo'lib, benzol, neft moylari, benzin va efirda yaxshi eriydi.

**Payvandlanuvchanlik** – Metall va qotishmalarning payvandlashda puxta va zich birikma hosil qila olish xususiyati;

**Payvandlash** – metallarning ulanadigan joylarini yuqori plastiklik holatigacha yoki suyuqlanguncha qizdirib o'zaro kristallantirish yo'li bilan ajralmas birikma hosil qilish prosessi.

**Perlit** – freit bilan semintetning mayin mexanikaviy aralashmasi;

**Permalloy** – temir-nikel qotishmasi bo'lib, uning boshlangich magnit singdiruvchanligi nisbatan yuqoridir. Tarkibida nikel miqdori 70-83% bo'lgan permalloylar yuqori nikelli, 40-50% bo'lgan permalloylar esa past nikelli permalloylar deyiladi.

**Pezoelektriklik hodisasi** – Mexanik kuchlanish ta'sirida dielektrik sirtida hosil bo'ladigan elektrostatik zaryad va uning ichida vujudga keladigan elektr qutblanishiga deyiladi.

**Plastiklik** – metalning ma'lum sharoitda tashqi kuchlar ta'sirida yemirilmay o'z shaklini asliga qaytmaydigan tarzda o'zgartira olish xususiyati;

**Plastmassalar** – organik polimer bog'lovchilar asosida olinadigan sun'iy materiallar.

**Platina** – kislorod bilan deyarli birikmaydigan, kimyoviy jihatdan chidamli materialdir.

**Po'latni yumshatish** – po'latni ma'lum haroratgacha qizdirib, shu haroratga zarur payt tutib turilgandan keyin sekin sovitish jarayoni;



**Po'latga kimyoviy** – ternik ishlov berish- po'latning yuza qatlamining tarkibi, strukturasi va xossalarini o'zgartirish maqsadida har-xil elementlar (uglerod, azot, bor va b) bilan to'yintirish jarayoni;

**Po'latni bo'shatish** – toblanangan po'latni  $Ac_1$  kritik nuqtadan past haroratlargacha qizdirib, shu haroratlarda ma'lum vaqt tutib turilgandan keyin sekin yoki tez sovitish jarayoni;

**Po'latni normallashtirish** – evtektoiddan oldingi po'latlarni  $Ac_2$  nuqtadan, evtektoiddan keyingi po'latlarni  $Ac_m$  nuqtadan 30. . . 50°C yuqori haroratgacha qizdirib, shu haroratda po'lat strukturasi nuqul austinitdan iborat bo'lguncha tutib turilgandan keyin havoda sovitish jarayoni;

**Po'latni toblash** – po'latni  $Ac_2$  va  $Ac_1$  haroratlardan yuqori haroratlargacha qizdirib, po'lat strukturasi zarur o'zgarishlar bo'lguncha tutib turilgandan keyin tez sovitish jarayoni;

**Po'latning toblanuvchali** – toblash natijasida po'latning o'z qattiqligini oshira olish xususiyati;

**Polietilen** – uncha tiniq bo'lmagan qattiq termoplastik materialdir. Polietilen, namga, kimyoviy muhitga chidamli qayishqoq material hisoblanadi

**Polikristall** – har xil tarzda joylashgan monokristallar majmui;

**Polimerlash** – reaksiya natijasida monomerlardan polimerlar hosil bo'lishi. Bu holatda modda gaz yoki suyuq holatdan, quyuq yoki qattiq holatga o'tadi.

**Psevdoqotishmalar** – elementlarni suyuqlantirmay turib, masalan, elektroliz qilish, sublimatlash va boshqa ussular bilan hosil qilinadigan qotishmalar;

**Puxtaligi yuqori bo'lgan cho'yan** – tarkibidagi erkin uglerod (grafit) sharsimon shaklda mavjud bo'ladigan cho'yan;

**Qahrabo** – och sariq-qo'ngir tusli o'simlik mahsuloti. Qahraboning zichligi 1050-1096 kg/m, yumshash temperaturasi 175-200° C.

**Qalay** – kristall tuzilishli, oq-kumush rangli, yumshoq tuzuluvchan (8, - 16-38 MPa) metallidir.

**Qattiq eritmalar** – qotishmaning bir komponenti atomlarining ikkinchi komponent kristal panjarasiga singishi yoki o'rin almashishi natijasida hosil bo'ladigan turi;

**Qattiq qotishmalar** – tarkibi juda mayda volframkorbidida va kobalt elementi aralashmalaridan iborat bo'lgan, qattiqligi va

ishqalanib yemirilishga chidamliligi yuqori darajada bo'lgan materiallar.

**Qo'rg'oshin** – yirik kristall tuzilishli, tez oksidlanuvchan, yumshoq, plastik, mexanik mustahkamligi kichik ( $\sigma_{0.2} \sim 15 \text{ MPa}$ ,  $A_1 / I > 55\%$ ), kulrang tusli metallidir.

**Qoldiq austenit** – tarkibida uglerod miqdori ko'proq bo'lgan po'latlar tez sovitilganda martensitga aylanmay qolgan austenit;

**Qoplovchi loklar** – qattiq izolyatsiya materiallari yuzasiga surtilishi natijasida silliq, yaltiroq, mexanik mustahkam, namda chidamli qoplama olinadi.

**Qora bitumli lok** – tarkibiga bitumlar kiradi.

**Qora metallar** – asosan temir, hamda uning qotishmalari (cho'yanlar, po'latlar)

**Qotishma** – ikki va undan ortiq elementlarni birga suyuqlatish yo'li bilan olingan murakkab jism.

**Qotishmalarning holat diagrammalari** – qotishmalar holatining harorat va konsentratsiyaga qarab o'zgaruvini ko'rsatuvchi diagramma;

**Qutblanish** – dielektrikda elektr maydoni ta'sirida zaryadlangan zarrachalarning fazoviy joylashuvini o'zgartirish holati.

**Quyma qattiq qotishmalar** – detallarning tez yeyiladigan ish yuzalariga gaz alangasi yoki elektr-yoyi yordamida suyuqlantirilib qoplanadigan materiallar.

**Quymakorlik** – deb, shunday texnologik jarayoniga aytiladiki unda suyuq metallni tayyorlangan qolibga quyib, mahsulot olinadi.

**Rangli metallar** – temirdan boshqa barcha metallar guruhi (mis, rux, aluminiy va b)

**Rekristallanish** – naklyoplangan metall yuqori haroratda qizdirilganda shu metall hossalarning tiklanish jarayoni;

**Segnetoelektriklar** – o'z-o'zidan qutblanuvchan va bu qutblanish vektorlarining yo'nalishini tashqi ta'sir ostida o'zgartira oladigan dielektriklar.

**Sellyuloza loki** – selluloza efirining eritmasi. Bu lok quriganda hosil bo'lgan parda termoplastikligi bilan ajralib turadi. Mazkur lok, asosan, sim yuzasidagi qog'oz- paxta o'ramini shimdirish uchun qo'llaniladi

**Sellyuloza** – yuqori molekularli chiziqli polimer bo'lib, yog'ochga ishlov berish orqali olinadi

**Sementit** – po‘lat va cho‘yanlarda uchraydigan temir karbidi

**Sementitlash** – po‘lat yuzasini uglerod bilan boyitish jarayoni;

**Sementitlash** – po‘latning sirtqi qatlamini uglerodga to‘yintirishdan iborat.

**Serezin** – neft mahsulotlaridan olinib, dielektrik xususiyatlari jihatidan parafindan ustun turadi.

**Shtamplar uchun po‘latlar** – Po‘latlarni sovuq holatda va qizdirilgan holatda deformatsiyalovchi asboblari (shtamplar) tayyorlash uchun ishlatiladigan yuqori haroratga chidamli asboblari;

**Shimiluvchi loklar** – g‘ovak va tolasimon izolyatsiya materiallari (qog‘oz, yog‘och, gazlama) ga shimilishi natijasida ular hajmidagi havo bo‘shliqlarini siqib chiqaradi

**Sianlash** – po‘lat detallarining yuzasini bir vaqtning o‘zida uglerod va azotga to‘yintirish jarayoni.

**Siluminlar** – tarkibi, asosan, aluminiy va kremniydan iborat bo‘lgan murakkab shakildor quyma detallar tayyorlashga mo‘ljallangan qotishmalar.

**Simob** – oddiy temperaturada suyuq buluvchi yagona metallidir. U xona temperaturasida ham oson bug‘lanadi. Shu sababli undan gaz razryadli asboblarda foydalaniladi.

**Sistema** – qotishmalar sistema deb ham ataladi;

**Sitallar** – kristall strukturali anorganik materiallar bo‘lib, maxsus tarkibli shishani kristallash orqali olinadi («sitall» so‘zi «slikat» va «kristall» so‘zlarining qisqartmasidan iborat).

**Slyudinit** – bir xil qalinlikka ega, yuqori dielektrik xossali va turli murakkab tuzilishli mahsulot olish imkonini beradigan material bo‘lib, unga asosan bog‘lovchisiz slyudali qog‘oz kiradi va u muskovit chiqindilaridan olinadi.

**Solidus nuqtasi** – qotishmaning batamom kristallanib bo‘lish haroratini ko‘rsatuvchi nuqta;

**Solishtirma elektr qarshiligi** – uzunligi 1 m va ko‘ndalang kesim yuzi 1 mm bo‘lgan o‘tkazgich qarshiligi.

**Sopol** – toshsimon anorganik matereal bo‘lib, anorganik plastmassa yoki uning kukiniga yuqori haroratda ishlov berish orqali olinadi.

**Sorbit** – austinitni 630°C gacha o‘ta sovitib, shu haroratda tutib turilganda hosil bo‘ladigan mayday donali, qattiqligi yuqori bo‘lgan ferrit- sementit aralashmasi;

**Suyuq holatda oquvchilik** – metall va qotishmalarining suyuq holatda qolipni to‘ldira olish xususiyati;

**Suyuq kristallar** – ma'lum darajadagi qovushoqlik, optik, elektrik va magnit xossalariga ega bo'lgan organik birikmalardir.

**Termik ishlash** – qotishmalarni ma'lum haroratlargacha qizdirish, shu haroratlarda ma'lum vaqt tutib turish, so'ngra esa ma'lum tezlik bilan sovitish yo'li bilan uning tuzilishini (strukturasini) va xossalarini o'zgartirish jarayoni;

**Termoelektrik pirometr** – termik analiz vaqtida metallarning haroratini o'lchashda ishlatiladigan asbob;

**Teshilish** – cheklanmagan qiyamatdagi o'ta yuqori elektr kuchlanishi tasirida elektr izolyatsiyasining ishdan chiqishi.

**Teshilish kuchlanishi** – dielektrik teshilish vaqtidagi kuchlanish  $U_t$ .

**Tezkesar po'lat** – Metallarga yuqori tezlik bilan og'ir shaaroitlarda kesib ishlov berish asboblari tayyorlash uchun ishlatiladigan, tarkibida volfram, molibden kabi utka chidamli metallar mavjud bo'lgan po'lat;

**Toblashda sovitishning kritik tezligi** – po'latda martensit strukturasini hosil qilishga imkon beradigan eng kichik sovitish tezligi;

**Troostit** – austinit tahminan 500°C gacha sovitilib, shu haroratda tutib turilganda hosil bo'ladigan, maydaligi va qattiqligi sorbitnikidan ham yuqoriroq bo'lgan ferrit- sementit aralashmasi;

**Uglerodli asbobsozlik po'latlari** – turli kesim, o'lchov asboblari va shtamplar tayyorlash uchun ishlatiladigan sifatli va yuqori sifatli po'latlar

**Vakansiya** – metall kristal panjarasidagi atomlardan bo'sh bo'lgan tugunlar;

**Vazelin** – qattiq va suyuq uglevodorodlar aralashmasidan tashkil topgan quyuk moddadir.

**Volfram** – nihoyatda og'ir, qattiq, kulrang metallidir. Uning erish temperaturasi metallar ichida eng yuqoridir.

**Xaqiqiy kristallanish harorati** – susyuq metalning batamom kristallanib bo'lishiga to'g'ri keladigan harorat;

**Yarim o'tkazgichlar** – normal temperaturadagi solishtirma qarshiligi o'tkazgichlarnikidan katta, biroq dielektriklarnikidan kichik bo'lgan elementlar guruhi.

**Yelimlovchi loklar** – ikki qattiq izolyatsiya materialini o'zaro yoki izolyatsiya materialini metall bilan birlashtirish vazifasini o'taydi.

Materiallarning fizik kimyoviy xossalari.  
1-jadval. O'tkazuvchi materiallar

Material	Zichligi Kg/m <sup>3</sup>	Erish tempera- turasi (°C)	Solishtirma elektr qarshilikka chidamliligi OM·m	Temperatura Koeffitsent 1/K·10 <sup>-4</sup>	Issiqlik o'tkazuv- chanlik Vt/(m·K)	Solishtirma Issiqlik Dj/(kg·K)	Koeffit- sient 1/K·10 <sup>-6</sup>
Alyumin	2710	657	0.26-0.029	44	2.1	884	23
Bronza	8300-8900	885-1050	0.021-0.052	40	0.4-0.8	399	17
Volfram	1800-19300	3400	0.053-0.55	40	0.92-1.88	143	43
Mis	8710-8940	1083	0.0175-0.018	41	3.93-4.1	411	17
Molibden	9700-10300	2570-2620	0.048-0.054	49	1.46	260	4
Nikel	8800-8900	1452	0.068-0.072	68	0.58-0.62	445	13
Qalay	7300	232	0.124-0.116	44	0.64	227	23
Kumush	10500	960	0.015-0.016	36	4.20-4.22	231	19
Po'lat	7870	1400-1530	0.103-0.14	60	0.45-0.48	505	10

2-jadval. Yuqori o'tkazuvchi materiallarning qarshiligi

Material	Zichligi Kg/m <sup>3</sup>	Erish tempe- raturasi °C	Solishtirma elektr qarshilikka chidamliligi OM·m	Harorat koeffit- sienti 1/K·10 <sup>-3</sup>	Uzunlik Koeffit- sienti 1/K·10 <sup>-6</sup>	Eng yuqori Ishchi temperaturas i °C	Temperatura mkV/K
Po'lat	8700-8900	1270	0.45-0.51	0.3-0.5	13	400-700	39-40
Manganin	8100-8400	960	0.42-0.50	3-6	19	250-300	0.9-1.0
Neyzelberg	8400	1000	0.0-0.45	25-36	22	200-250	14-16
Nixrom	8100	1370	1.02-1.12	14	13.5	9000-1000	-
Xrom	7100	1460	1.26	15-18	13.5	750-850	-
	6950	1500	1.45	4.5	14.5	100-1150	-

3-jadval. Elektr himoya materiallari.

Material	Zichligi Kg/m <sup>3</sup>	Dielektrik o'tkazuv- chanlik 20°C	Solishtir- ma elektr qarshilikka chidamliligi 20°C va Om·m	Dielektriklar ning tangensial yo'qotilishi 50 Hz va 20°C	Teshilish kuchlanish 20°C kV/sm	Issiqlik o'tazuvchan- lik BТ/(m·K)	Sutkalik foiz 24 s %
Asbest	2300-2600	-	<sup>3</sup>	-	2.4-4.6	0.11-0.13	2-4
Asbosement	1600-180	6-8	10	-	2-1.5	0.5-1	15-20
Bitum	1000	2-4		0.03-0.05	kV/mm	-	-
Qog'oz	700-870	2.5-3.5	10 <sup>6</sup> -10 <sup>6</sup>		15-20	0.097-	7-8
havo	1.21	1.00068	<sup>11 13</sup>	0.0025-		-0.102	-
Gitenaks	1350-1450	6-8	10-10	-0.0037	5-10	0.025-	0.25-0.6
Drevesina	600-820	-		(2-4)10 <sup>-7</sup>		-0.036	20-30
Lakotkani	900-1200	3-4	10 <sup>10</sup> -10 <sup>12</sup>	0.045-0.15	21.9-22.7	0.168-	3.6-8
Maslo	880-890	2.1-2.4		-	12-33	-0.170	-
transformator			10 <sup>17</sup> -10 <sup>18</sup>	0.003-0.06	2.2-5.6	0.109-	-
Mikaniyot	1500-2600	5-8		0.0006-	20-70	-0.46	3a 180 cyT
Parafin	850-900	2-2.2	10 <sup>8</sup> -10 <sup>10</sup>	-0.0012	15-20	0.12-0.26	0, 4-0, 006
Polipropilen	900-910	2-2.1	2·10 <sup>6</sup> -4·10 <sup>9</sup>	0.01-0.07			-
			10 <sup>10</sup> -10 <sup>12</sup>	0.0003-	7-20	0, 15-0, 164	
Polistrol	1050-1070	2.4-2.6	10 <sup>12</sup> -10 <sup>13</sup>	-0.00007	22-32		
Polixlorvinel	1200-1600	5-8		0.002-	30-32	0, 2-0, 41	
Polietilin	920-960	2.2-2.4	10 <sup>10</sup> -10 <sup>12</sup>	-0.0003		--	0-0, 02

4-jadval.

Metall va qotishmalarning nomi		Aralashma														
		Azotliy kislota $\text{HNO}_3$	Ammiak $\text{NH}_3$	Anilin $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	Asetin $\text{C}_2\text{H}_2$	Vodorod peritsedi $\text{H}_2\text{O}_2$	Magniy xlorid $\text{MgCl}_2$	Yaxna suv	Sulfat kislota $\text{H}_2\text{SO}_4$	Sulfid angidrid $\text{SO}_2$	Sulfid $\text{H}_2\text{S}$	Tuzli kislota $\text{HCl}$	Uglerod oksidi $\text{CO}$	Sirka kislotasi $\text{CH}_3\text{COOH}$	Fiorli vodorod kislota $\text{HF}$	Xlor $\text{Cl}_2$
Mis va uning qotishmalari	Mis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Mis nikel qotishmalari	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jez		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aluminiy qotishma	Aluminiy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Aluminiy va magniyli qotishma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>





Metallarning Nomi	Aralashma													
	Azotiy kislota $\text{HNO}_3$	Amiyak $\text{NH}_3$	Anilin $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	Asetil $\text{C}_2\text{H}_2$	Aseton $\text{CH}_3\text{COCH}_3$	Benzol $\text{C}_6\text{H}_6$	Dixloretan $\text{CH}_2\text{Cl}_2$	Magniy xlorid $\text{MgCl}_2$	Yxna suv	Sulfat kislota $\text{H}_2\text{SO}_4$	Sulfid $\text{H}_2\text{S}$	Tuzli kislota $\text{HCl}$	Fenol $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	Ftorli vodород kislota $\text{HF}$
Kislotalarga chidamli	<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	Beton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gidravlika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Grafit va ko'mir	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Daraxt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kislotalarga chidamli himoya	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Laklar	<input type="checkbox"/>									<input type="checkbox"/>			
кузбасский Мойли № 42														
	perchlorovinil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Plastmassalar															
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Viniplast	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Getinaks					<input type="checkbox"/>										
Polixlopvinil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Politelin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Polistrol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tekistolit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rezina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Shisha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Farfor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Xloropprem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ebonit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- bardoshli

- kam bardoshli

- bardoshsiz

O'zgarmas kuchlanish va 20<sup>0</sup> C haroratda turli moddalarning solishtirma qarshiligi

Modda	$\rho, \text{om} \cdot \text{m}$	Haroratning oraliqlarida $\alpha_p$ ishorasi	Elektr o'tkazuvchanligi
O'tkazgichlar	$10^{-8} - 10^{-5}$	musbat	elektronli
Yarim o'tkazgichlar	$10^{-6} - 10^8$	manfiy	elektronli
Dielektriklar	$\geq 10^7$	manfiy	ionli va elektronli

**Elektrotexnika va radiotexnikada qo'llaniladigan metallarning  
asosiy kattalıkları ( 20°C da)**

Metall nomi	Zichligi $10^{-3}, \text{kg/m}^3$	Erish harorati $t_0$	Solishirma isiglik sig'imi, $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{grad})$	Solishirma issiglik o'tkazuvchanligi $Vt(\text{m}\cdot\text{grad})$	Chiziqli kengayishning harorat koeffitsienti $\alpha \cdot 10^6, \text{grad}^{-1}$	Solishirma elektr qarshiligi $\text{Om}\cdot\text{m}^2/\text{m}$	Solishirma qarshilikning harorat koeffitsienti, $\text{grad}^{-1}$	Elektronning chiqish ishi, eV
Mis	8,9	1083	385	390	16,5	0,0172	0,0043	4,35
Aluminiy	2,7	657	922	209	24	0,028	0,0042	4,3
Volfram	19,3	3380	138	168	4,4	0,055	0,0046	4,5
Molibden	10,2	2620	264	121	5,1	0,057	0,0046	4,2
Tantal	16,9	2977	142	54	6,5	0,135	0,0038	4,1
Niobiy	8,6	2415	272	50	7,2	0,18	0,003	3,96
Titan	4,5	1725	577	15	8,1	0,42	0,0044	4,09
Sirkoniy	6,5	1845	276	17	5,4	0,41	0,0045	3,84
Reniy	21	3145	138	71	4,7	0,21	0,0032	4,8
Oltin	19,3	1063	126	293	14,2	0,024	0,0038	4,8
Kumush	10,5	961	234	415	19,3	0,16	0,004	4,45

Turli agregat holatdagi dielektriklarning nisbiy dielektrik singdiruvchanliklari

DIELEKTRIK	Agregat holat	N	n <sup>2</sup>	ε <sub>r</sub>
<i>Qutbsizdielektriklar</i>				
Geliy (Ne)	gazsimon	1.000035	1.00007	1.000072
Vodorod (H <sub>2</sub> )		1.00014	1.00028	1.00027
Kislorod (O <sub>2</sub> )		1.00027	1.00054	1.00055
Azot (N <sub>2</sub> )		1.00030	1.00060	1.00060
Etilen(C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )		1.00065	1.00130	1.00138
Tetraform (CCl <sub>4</sub> )		1.46	2.13	2.24
Benzol (C <sub>6</sub> N <sub>6</sub> )	suyuq	1.50	2.25	2.28
Toluol (C <sub>7</sub> N <sub>8</sub> )		1.50	2.25	2.24
Parafin		1.44	2.10	2.2
Polistirol	qattiq	1.55	2.40	2.6
Olingugurt		1.92	3.69	2.8
Olmos		2.40	5.76	5.7
<i>Qutbli (gaz, suyuq va ionli) kristallar</i>				
Ammiak (NH <sub>3</sub> )	Gazsimon	1.00018	1.00037	1.00072
Xloroform (CHCl <sub>3</sub> )		1.446	2.09	5.1
Monoxlorbenzol	Suyuq	1.523	2.33	10.1
Suv (H <sub>2</sub> O)		1.333	1.78	81
Natriy xlor (NaCl)	Qattiq	1.54	2.37	6
Rutil		2.7	7.3	110

Qayta ishlab chiqariladigan choʻyan va undan olinadigan poʻlatning kimyoviy tarkibi

Qotishmaning nomi	Elementlarning miqdori % hisobida					
	C	Si	Mn	S	R	Fe
Choʻyan	2-4,3	2	2,5	0,08	0,3-1,2	90-92
Poʻlat	2	0,4	0,9	0,04	0,05	97-99

Qotishmalar va doimiy magnitlarning magnit xossalari

Marka	B <sub>r</sub> , Tl	V <sub>r</sub> , KA/m	B <sub>r</sub> , Tl	V <sub>r</sub> , KA/m	B <sub>r</sub> , Tl	V <sub>r</sub> , KA/m	V <sub>r</sub> , j/m <sup>3</sup>
ЮНД4	0,5	40	0,3	24			3600
ЮНД8	0,6	44	0,37	28			5200
ЮНД12	0,5	52	0,29	30			4400
ЮНДК15	0,75	48	0,43	28			6000
ЮНДК18	0,9	50	0,57	34			9700
ЮНДК35Т15	0,8	87	0,5	56			14000
ЮНДК24Т2	1,1	58	0,77	38			14800
ЮНДК24	1,23	44	0,95	34			16000
ЮНДК24Б	1,2	51	0,85	37			16000
ЮНДК25А	1,33	54	1,14	46			26400
ЮНДК25Б	1,28	62	1,05	50			26400

### Formaldegid smolasi asosidagi plastmassalar xarakteristikasi

Xarakteristika	Fenolformal- degid smola	Anilino- formaldegid smola	Karbamid formaldegid smola
Zichligi, kg/m <sup>3</sup>	$1.3 \cdot 10^3$	$1.2 \cdot 10^3$	$1.4 \cdot 10^3$
Brinell bo'yicha qattiqligi, n/m <sup>2</sup>	$5 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^7$
Martens bo'yicha issiqbardosh-ligi	120-130	130-140	110
Mustahkamlik chegarasi, n/m <sup>2</sup>			
Uzilishda	$(490-560) \cdot 10^5$	$(600-700) \cdot 10^5$	$(560-920) \cdot 10^5$
Egilishda	$(840-1200) \cdot 10^5$	$(850-1400) \cdot 10^5$	$(700-1200) \cdot 10^5$
Uzilishdagi nisbiy uzayish, %	1,5	1,5	2,0
Solishtirma zarbiy qovushqoqlik, j/m <sup>2</sup>	$1.0 \cdot 10^3$	$0.7 \cdot 10^3$	$0.7 \cdot 10^3$
Dielektrik isroflning tangens burchagi (50 Hz va 20°C)	$8 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-2}$
Dielektrik singdiruvchanlik (50 Hz va 20°C)	5,0	3,7	7,0
Solishtirma hajmiy qarshilik, om·m (50 Hz va 20°C)	$10^{10}$	$10^{11}$	$10^{10}-10^{11}$

### Materiallarning issiqbardoshlik bo'yicha sinflarga bo'linishi

Sinflar	Y	A	E	B	F	H	C
Ishchi harorat, °C	90	105	120	130	155	180	180 dan ortiq

### Ba'zi zaryad tashuvchilarning havodagi siljувchanligi

Zaryad tashuvchi turi	Siljувchanligi, $10^{-4} \text{ m}^2/(\text{V}\cdot\text{sek})$	
	Havo	vodorod
$\mu^-$	1.4	6.7
$\mu^+$	1.9	7.9
		suv bug'lari
		0.47
		0,42

### Normal sharoitda ba'zi dielektriklarning elektr mustahkamligi

Dielektrik nomi	Elektr mustahkamligi, kV/sm (50 Hz)
Havo	30
Elegaz	89
Vodorod	15
Geliy	6
$\text{C}_{14}\text{F}_{24}$	300
Transformator moyi	280
Kondensator moyi	300



Kabel moyi	200
Kanakunjut moyi	350
Polimetilmetakrilat	150-250
Polietilen	450-550
Slyuda	100-250 (70-160)
Polivinilxlorid	150-350
Fenoplast elektroizolyats.	130-180
Farfór (steatit)	400
Elektroqarton	400-500 (to'yintirilgan)
Getinaks	40-50
Shisha (kvars)	300-400
Kremniyorganik rezina	300
Ftoroplast	200-350

## Foydalanilgan adabiyotlar

1. Elektrotexnik va konstruksion materiallar-Nazarov J. T. -N 2014yil.

2. Хасанов А. С., Ахатов Н. А., Ахмедов Х., Результаты лабораторных испытаний смеси руд месторождений Кокпатас и Даугызтау с применением традиционных и местных фотореагентов. «Горный пестик Узбекистана». - Навои, 2011. - №44.

3. Хасанов А. С., Санакулов К. С., Юсупходжаев А. А. Рангли металлар металлургияси. Учебное пособие. - Ташкент: Фан, 2009. - 288 с.

4. Химическая энциклопедия: В 5 т. : т 1, 2, 3, 4, 5. Редкол. : Кнунянц И. Л. (гл. ред. ) и др. -М. : Большая Российская энцикл., 1992.

5. Черепяхин А. А. Материаловедение. -Москва: Изд-во «Лотос». 2004. - 256

6. Лахтин Ю. М., Леоитева В. П. . Материаловедение. -М., «Машиностроение», 1984.

7. Лахтин Ю. М. . Металловедение и термическая обработка металлов. - М., «Машиностроение», 1984.

8. Геллер Ю. А., А. Г. Рахштадт. Материаловедение. -М., «Металлургия», 1989.

9. Кирсеев П. С. Физика полупроводников. Изд. 2-е, Высшая школа, 1975.

10. Elektrotexnika materiallari-Sh. M. Kamolov, A. Sh. Ahmedov-T 1994-yil.

11. Sulliyev A. X., I. M. Bedritskiy, O. T. Boltayev "Materiallari elektrotexnika" Toshkent - 2017

12. To'raxonov A. S. "Metallar texnologiyasi" "O'qituvchi" Toshkent 1979 yil.

13. Uluhanov I. T " Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi"

14. Komolov Sh. M., A. Sh. Ahmedov "Elektrotexnika materiallari" "O'qituvchi" Toshkent 1994 yil.

15. Mirboboyev V. A., "Konstruksion materiallar texnologiyasi" "O'qituvchi" Toshkent 2004 yil.

16. Nuriddinov X., J. Qo'chqorov J., Jo'rayev A. A., "Materialshunoslik va konstruksion fanidan 1973.

17. Петров В. М. Диэлектрические измерения сегнетоэлектриков. МИСИС, 1972.

18. Saydullayev Q. A., Ganiyeva K. Q. «Po'lat qurilmalari». O'quv qo'llanma. Toshkent, 2002 y.

19. Алимов Ю. Р., Ярмухамедов С. У., Материалшунослик фанидан лаборатория ишларини бажарнш. -Т.: ТошДУ, 1990.

20. Matkarimov A., Ahmadjonov F. "Materialshunoslik", "O'qituvchi" Toshkent 2017-yil

21. Мартюшоп К. И., Зайцев Ю. В. Технология производства резисторов. Высшая школа, 1972.2013. -414

22. Маслов В. Влагостойкость электрической изоляции. Энергия,

23. Qalandarov R. "Konstruksion materiallar texnologiyasi". Toshkent, 1989 y.

24. Yo'ldashev O., Usmonov A. "Konstruksion materiallar texnologiyasi" kursidan laboratoriya ishlari. T., 1991y.

25. Teshaboyev S. Zaynabiddinov, "Qattiq jisim fizikasi" Toshkent 2001 y

26. Mirkomilov Sh. M., N. I. Bozorov, I. I. Ismoilov. "Polimerlar kimyosi"

27. Окадзак К. Технология керамических материалов. Пер. с японского. Под ред. В. М. Петрова. Энергия, 1976. - 398с.

28. To'raxonov A. S. Metallshunoslik va termik ishlash - «O'qituvchi», 1976.

29. To'raxonov A. S, Metallar texnologiyasi. Toshkent, O'qituvchi-1999y.

30. Sulliyev A. X., I. M. Bedritskiy, O. T. Boltayev "Materiallari elektrotexnika" Toshkent - 2017

31. Bijay\_Kumar Sharma., Electrical and Electronic Materials Science. / • OpenStaxCNX, / Indiya - 2014. 229 p.

32. Callister, William D., Materials science and engineering: nn introduction,

33. Norxudjaye F. R. "Metallshunoslik asoslari" Toshkent - 2007

34. Nosir Ilhom., Materialshunoslik - T., «O'zbekiston», 2001.

35. Майофис И. М. Химия диэлектриков. Высшая школа, 1970.

36. O'rinov N. F., A. A. Norqulov, M. H. Saidova Materialshunoslik va konstruksion materillar texnologiyasi. Toshkent, Fan – 2003y. Namangan 2014
37. Norxudjaye F. R. Materialshunoslik. Darslik. - T. : “Fan va texnologiya”. 2014.
38. Nosirov I. Materialshunoslik. Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik. -T. : “Uzbekiston», 2001. -352 b.
39. Nurmurodov S. D., A. N. Nabiye, A. A. Norqulov Materialshunoslik Toshkent, O'qituvchi -2004y.
40. Ziyamuxamedova U. Materialshunoslik. Darslik. -T. «Barkamol fayz mediya». 2018. -276b. 42. Umarov E. O., Materialshunoslik. Darslik. -T. : “Chulpon”, 2014. 43. Nurboboev V. A. Materialshunoslik asoslari. Toshkent, Ziyo- 2006y
44. Zuev V. M. Metallarga termik ishlov berish. Toshkent Fan – 2003
45. William D. Callister, Jr., David G. Rethwisch. Materials science and
46. Xasanov A. S., Sanakulov K. S., YUsupxodjaye A. A. Rangli metallar 47. Kozlov Yu. S. . Materialshunoslik -T., «O'qituvchi», 1987.
48. Мухамедов, Э. В. Абдуллаев А. А., Шомахсудов С. М., Мирсолиев М. М.,
49. Черепяхин А. А. . Материаловедение. Учебник. Издательский центр
50. Гуляев А. П. . Металловедение. -М., «Машиностроение», 1986.
51. Берташевич А. А. Материаловедение. -Ростов-на-Дону: Изд-во “Фенникс». 2004. -352 с.
53. Бородулин В. Н. и др. Электротехнические материаловедение. Методическое пособие. Под ред. А. С. Воробьева. - М. : Издат., МЭИ, 2001.
54. Валиков С. В., В. Е. Дементьев. Золото: свойства. Геохимические аспекты.
55. Ванюков А. В., Уткин Н. И. Комплексная переработка медноникелевого сырья. - Ч. : Металлургия, 1988. - 432 с.
56. Глинка Н. А. Общая химия. -Л. : Химия, 1987.
57. Тареев Б. М. Физика диэлектрических материалов. Энергия, 1973.

58. Строителей С. А. Кристаллохимический аспект технологии полупроводников. Под ред. А. В. Ржанова. Новосибирск, Наука, 1976.

59. Ушаков В. Я. Импульсный электрический пробой жидкостей. Изд. Томского университета, 1975.

60. Ормонт Б. Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников. Изд. 2-е, Высшая школа, 1973.

61. Колосов С. Н. Структурная электрофизика полимерных диэлектриков. Ташкент, Узбекистан, 1975.

61. Корзо В. Ф., Курочкин В. А., Демин В. П. Пленки из элементоорганических соединений в радиоэлектронике. Энергия, 1973.

62. Костюков Н. С., Харитонов Ф. Я., Антонова Н. П. Радиационная и коррозионная стойкость электрокерамики. Атомиздат, 1973.

63. Кристи Р., Питти А. Строение вещества: введение в современную физику. Пер. с англ. Под ред. Ю. М. Широкова. Наука, 1969.

64. Кузьминов Ю. С. Ниобат и танталат лития — материалы для нелинейной оптики. Под ред. В. В. Осико. Наука, 1975.

65. Курлин М. В., Панова Я. И., Пасынков В. В., Таиров В. Н. Электрорадио материалы. Под ред. В. В. Пасынкова. Судостроение, 1969. материалов. 2004, -351 с.

66. Материаловедение (под ред. Арзамасова Н. С. ) - М., МГТУ им. А. Э. Баумана, 2002.

67. Материаловедение (под ред. Арзамасова Н. С. ) -М., «Машиностроение».

68. Месс Т., Баррел Г., Эллис Б. Полупроводниковая оптоэлектроника. Пер. с англ. Мир, 1976.

69. Мухиддинов Б. Ф., Тен А. В., Вапоев Х. М. Композиции и композиционные материалы на основе поливинилфторида. «Биоорганик кимёнинг долзарб муаммолари» VIII республика илмий амалий анжумани материаллари. - Наманган, 2014, 22-24 ноябрь.

70. Xolmurodov R. I., Asliyev S. A. Metall qurilmalari. Toshkent, «O'qituvchi» 1994y.

71. Неменов Л. Л., Соминский М. С. Основы физики и техники полупроводников. Наука, 1974.
72. Новиков В. В. Теоретические основы микроэлектроники. Высшая школа, 1972. .
73. Носиров И. Материалшунослик. Олий ўқув юртлари талабалари учун дарслик. -Т. : “Узбекистон», 2001. -352 б.
74. Койков С. Н. Физика диэлектриков. Ч. 1., изд. Ленинградского политехи. ин-та, 1974.
75. Пасынков В. В., Чиркин Л. К., Шинков А. Д. Полупроводниковые приборы. Изд. 2-е, Высшая школа, 1973.
76. Петухов О. Ф., Носиров У. Ф., Хасанов А. С., . Металлургия радиофаронных металлов. Учебное пособие. - Ташкент: Тафаккур Бўстонн, 2012. - 224 с.
77. Пешков И. Б. Эмалированные провода. Изд. 2-е, Энергия, 1975.
78. Преображенский А. А. Магнитные материалы и элементы. Изд. 2-е, Высшая школа. 1976,
79. Ренне В. Т. Электрические конденсаторы. Изд. 3-е, Энергия, 1969.
80. Родо М. Полупроводниковые материалы. Металлургия, 1971.
81. Nosir . I. “Materialshunoslik “ Т., « O‘zbekiston », 2001
82. Колесов С. Н., Материаловедение и технологии конструкционных
83. Савицкий Е. М., Ефимов Ю. В. и др. Сверхпроводящие материалы. Металлургия, 1976 и др.
84. СажинБ. И. и др. Электрические свойства полимеров: Химия, 1977.
85. Санакулов К. С., Кадыров А. А. и др. Концептуальные основы стратегии инновационного развития Кызылкумского региона. Монография. - Ташкент, Узбекистан.
86. Санакулов К. С., Мадаминов Ш. А. и др. Проблемы развития инновационной деятельности Навоийского горно-металлургического комбината. Монография. — Бухара. Изд. Бухоро. 2011. - 404 с.
87. Санакулов К. С., Меретуков М. А., Зимин А. В., Арустамян М. А. ЗОЛОТО: химия для металлургов и обогатителей. Монография. - Москва, Издательский дом «Руда и металлы»

88. Санакулов К. С., Сытенков И. Н., Шеметов П. А. Кучное выщелачивание золота из многоярусных штабелей. Монография. - Ташкент: Фан. 2011. - 303 с.

89. Санакулов К. С., Эргашев У. А. Теория и практика освоения переработки золотосодержащих упорных руд Кызылкумов. - Ташкент: ГП «НИММР» 2014. - 297 стр.

90. Санакулов К. С., Петухов О. Ф., Хасанов А. С., Мустакимов О. М. Окислительно-восстановительные процессы в металлургии. Монография. - Ташкент: «Истиклол нури»,

91. Свойства элементов. Т. 1-2. /Под ред. Дрица М. Е. - М.: Металлургия, 1997. - 448с.

92. Ziyamuxamedova U. A. "Materialshunoslik " Toshkent - 2018

93. Серебряков А. С. Электротехническое материаловедение. Электроизоляционные материалы. Учебное пособие. М.: Маршрут, 2005,

94. Слэтер Дж. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Пер. с англ. под ред. Боич—Бруевича В. Л. . Мир, 1969.

95. Смоленский Г. А., Боков В. А. и др. Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики. Наука, 1971.

96. T. K. Basak. Electrical engineering materials. New Age International, Nil edition. USA, 2009.

97. Тарасов А. В., Уткин Н. И. Общая металлургия. Металлургия, 1997.

98. Тарасов Л. В. Физические основы квантовой электроники (оптический диапазон). Советское радио, 1976.

99. Тареев Б. М., Филимонов Ю. П. Свойства электротехнических материалов при криогенных температурах. МИРЭА, 1972.

100. Тареев Б. М., Яманова Л. В., Волков Б.Л., Ивлиев Н. Н. Герметизация полимерными материалами в радиоэлектронике. Энергия,

101. Тилабов Б. К., Мухамедов А. А. и др. Учебно-методические пособие к самостоятельной работе студентов для выполнения лабораторно-практических занятий по предмету "Материаловедение". -Ташкент: "ТашГТУ", 2012. - 154 с.

5.3. Komponentlari qattiq holatda mexanik aralashma beruvchi qotishmaning holat diagrammasini tuzish .....	121
5.4. Fazalar qoidasi va miqdorini aniqlash .....	128

## **6-Bob. METALL VA QOTISHMALARNING FIZIK, KIMYOVIY, MEXANIK HAMDA TEXNOLOGIK XOSSALARI**

6.1. Metall va qotishmalarning fizik, mexanik, elektrik, magnit, optik, issiq-fizikaviy va texnologik xossalari.....	137
6.2. Mustahkamlik, qattqlik, zarbiy qovushqoqlik, ishqalanib yoyilishga qarshilik.....	147
6.3. Mexanik xossalarni aniqlash usullari .....	154

## **7-Bob. PLASTIK VA ELESTIK DEFORMATSIYA**

7.1. Mustahkamlik chegarasi.....	157
7.2. Plastik deformatsiyadan keyin birlikni tiklash .....	158
7.3. Siqilish, siljish va buralish deformatsiyasi .....	166

## **8-Bob. TEMIR VA UNING QOTISHMALARI**

8.1. Temir va uning qotishmalari .....	169
8.2. Temir-uglerod holat diagrammasi .....	170
8.3. Po'lat va cho'yanlarning komponentlari, fazalari va strukturasi tashkil qiluvchilar ularning hosil bo'lish sharoitlari, xossalari va ta'riflari.....	174
8.4. Temir-sementit holat diagrammasidagi fazalar va kesmalar qoidasini qo'llash.....	176

## **9-Bob. UGLERODLI PO'LATLAR**

9.1. Uglerodli po'latlar .....	189
9.2. Uglerod va boshqa doimiy qo'shimchalarning po'latning xossalriga ta'siri .....	190
9.3. Uglerodli po'latlarning turlari markalanishi va ishlatilish sohalari.....	192

## **10-Bob. LEGIRLANGAN PO'LATLAR VA ULARNI MARKALANISHI**

10.1. Legirlovchi elementlarning ta'siri .....	206
10.2. Legirlovchi elementlarning temir allotropik shakl o'zgarishlariga ta'siri.....	209



10.3. Legirlangan po'latlarda karbidlar .....	210
10.4. Legirlangan po'latlarni markalanishi .....	211

### **11-Bob. MAXSUS XOSSALI MAETALLAR**

11.1. Zanglamas po'latlar .....	218
11.2. Metallarni elektrokimyoviy korroziyasi .....	220
11.3. Zanglamas korroziyabardosh po'latlar .....	223
11.4. Olovbardosh po'latlar .....	225
11.5. Issiqbardosh po'latlar .....	227
11.6. Nikel va uning asosidagi qotishmalar .....	230
11.7. Olovbardosh nikel qotishmalari .....	235

### **12-Bob. CHO'YANLAR**

12.1. Cho'yanlar turlari .....	236
12.2. Quymakorlik cho'yanlari .....	236
12.3. Kulrang cho'yan .....	237
12.4. Bolg'alanuvchi cho'yanlar .....	239
12.5. Yuqori mustahkamlikka ega cho'yan .....	241
12.6. Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanlar .....	242

### **13-Bob. RANGLI METALL VA ULARNING QOTISHMALARI**

13.1. Aluminiy, mis, nikel, titan va ularning qotishmalari...	244
13.2. Materialshunoslikda qo'llaniladigan boshqa metal va qotishmalar .....	264

### **14-Bob. ALOHIDA XOSSALI METALLAR VA QOTISHMALAR. DIELEKTRIKLAR, YARIM O'TKAZGICHLAR VA O'TKAZGICHLAR**

14.1. Elektr tokini o'tkazuvchi materiallar .....	273
14.2. Metallardan tayyorlangan o'tkazgichlar va o'ta o'tkazgichlar .....	275
14.3. Yuqori elektr qarshilikka ega qotishmalar .....	277
14.4. Kontakt materiallar .....	284
14.5. Uzuvchi kontaktlar uchun materiallar .....	296
14.6. Yarim o'tkazgichlar .....	298

## **15-Bob. MAGNIT MATERIALLAR**

15. 1 Magnit materiallarning xossalari.....	304
15. 2 Magnito yumshoq va magnito qattiq materiallar.....	312
15. 3 Elektromagnit nurlanish .....	315
15. 4 Ferromagnit, diomagnit va paromagnetlar .....	316

## **16-Bob . NOMETALL MATERIALLAR TASNIFI. POLIMER METERIALLAR.**

16. 1 Polimerlar va ularning turlari .....	320
16. 2 Polimerlarning xususiyatlari.....	330
16. 3 Polimerlarning fizik xossalari, teplofizik xossalari va termomexanik xossalari.....	331
16. 4 Konstruksion polimerlar .....	337

## **17-Bob. KERAMIK MATERIALLAR**

17. 1 Keramika strukturasi va tasnifi.....	349
17. 2 Keramik materiallar xususiyatlari .....	362
17. 3 Keramik materiallarni olinishi va ishlatilish sohalari .....	369

## **18-Bob. KOMPOZITSION MATERIALLAR, ULARNING TUZILISHI, XOSSALARI, ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI VA QO'LLANILISHI.**

18. 1 Kompozitsion materiallar haqida umumiy tushuncha.....	374
18. 2 Kompozitsion mareriallarning xususiyatlari .....	383
18. 3 Nikel matritsali kompozitsion materiallar .....	390
18. 4 Polimer va keramik materiallarning asosiy turlari .....	391
Foydali ma'lumotlar .....	397
Glossary.....	402
Ilovalar.....	413
Foydalanilgan adabiyotlar .....	428


## Qaydlar uchun

Elementlar Davriy Jadvali	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a
I	<b>H</b> Hydrogen	<b>Li</b> Lithium	<b>Na</b> Sodium	<b>K</b> Potassium	<b>Rb</b> Rubidium	<b>Cs</b> Cesium	<b>Fr</b> Francium	<b>Ra</b> Radium
II	<b>Be</b> Beryllium	<b>Mg</b> Magnesium	<b>Ca</b> Calcium	<b>Strontium</b>	<b>Ba</b> Barium	<b>Ra</b> Radium		
III	<b>B</b> Boron	<b>Al</b> Aluminum	<b>Scandium</b>	<b>Ga</b> Gallium	<b>In</b> Indium	<b>Tl</b> Thallium		
IV	<b>C</b> Carbon	<b>Si</b> Silicon	<b>Ge</b> Germanium	<b>Sn</b> Tin	<b>Pb</b> Lead			
V	<b>N</b> Nitrogen	<b>P</b> Phosphorus	<b>As</b> Arsenic	<b>Sb</b> Antimony	<b>Bi</b> Bismuth			
VI	<b>O</b> Oxygen	<b>S</b> Sulfur	<b>Se</b> Selenium	<b>Te</b> Tellurium	<b>Po</b> Polonium			
VII	<b>F</b> Fluorine	<b>Cl</b> Chlorine	<b>Br</b> Bromine	<b>I</b> Iodine	<b>At</b> Astatine			
		<b>He</b> Helium	<b>Ne</b> Neon	<b>Ar</b> Argon	<b>Kr</b> Krypton	<b>Xe</b> Xenon	<b>Rn</b> Radon	

## Kimyoviy elementlar davriy jadvali

(fizik kattaliklar)



Davriy sistema hech qachon inkor qilinmaydi, balki, doimo takomillashib boradi.

(D.I. Mendeleev)

Lantanoidlar	<b>La</b>	<b>Ce</b>	<b>Pr</b>	<b>Nd</b>	<b>Pm</b>	<b>Sm</b>	<b>Eu</b>	<b>Gd</b>	<b>Tb</b>	<b>Dy</b>	<b>Ho</b>	<b>Er</b>	<b>Tm</b>	<b>Yb</b>	<b>Lu</b>
	<b>Sc</b>	<b>Y</b>	<b>Zr</b>	<b>Nb</b>	<b>Mo</b>	<b>Tc</b>	<b>Ru</b>	<b>Rh</b>	<b>Pd</b>	<b>Ag</b>	<b>Cd</b>	<b>Hg</b>	<b>Tl</b>	<b>Pb</b>	<b>Bi</b>
Aktinoidlar	<b>Ac</b>	<b>Th</b>	<b>Pa</b>	<b>U</b>	<b>Np</b>	<b>Pu</b>	<b>Am</b>	<b>Cm</b>	<b>Bk</b>	<b>Cf</b>	<b>Es</b>	<b>Fm</b>	<b>Md</b>	<b>No</b>	<b>Lr</b>
	<b>Ra</b>	<b>Ac</b>	<b>Th</b>	<b>Pa</b>	<b>U</b>	<b>Np</b>	<b>Pu</b>	<b>Am</b>	<b>Cm</b>	<b>Bk</b>	<b>Cf</b>	<b>Es</b>	<b>Fm</b>	<b>Md</b>	<b>No</b>



«Tafakkur avlodi»  
nashriyoti

ISBN 978-9943-6757-3-5

