

### 3-modul: Metal va qotishmalarning xossalari.

#### Reja:

1. Metall va qotishmalarning fizik, kimyoviy, mexanik, elektrik, magnit, optik, issiq-fizikaviy va texnologik xossalari.
2. Mustahkamlik, qattiqlik, zarbiy qovushqoqlik, ishqalanib yeyilishga qarshilik.
3. Mexanik xossalarni aniqlash usullari.

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

Materialni tanlashda quyidagi xossalari asosiy o‘rin egallaydi: 1-foydalanishlik – ishlatishlik («эксплуатационный»), 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 xossalari bog‘liq.

Ko‘pchilik mashina detallarini (hammasini desa ham bo‘ladi) ishlatishlik xossalari ularning **mexanik xossalari**ni 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 xossalari 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, kuyundi hosil qilmaydigan po‘latlar olovbardosh po‘latlar deyiladi. Metall qizdirilganda yuzasida oksid qatlam (kuyundi) 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 xossalari o'zgarish darajasi.

### **Materiialarning fizik xossalari**

Ba'zi mashina detallari materiallari uchun ularning **fizik xossalari** ham katta ahamiyatga ega: materialni magnit maydonida, elektr maydonida, issiqlik oqimiga o'zini to'tishi. 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.  $\gamma = \frac{G}{V} \text{ Mn/m}^3 \text{ (g/m}^3 \text{)}$

$G$ -jism og'irligi, Mn (g)

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

B) Kengayish koeffitsienti:

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

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

$\alpha$  – proporsionallik koeffitsienti.

$l$  – izdirilmasdan oldingi uzunlik

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

V) Issiq sig'imi.  $C = \text{kJ/kg grad (kal/g. grad)}$

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

G) Solishtirma issiqlik o'tgazuvchanligi.

Bu metallning bir-biridan 1sm oraliqda turgan va har birining yuzi  $1sm^2$  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  $t^{\circ}S$  dagi issiqlik o'tkazuvchanligi.

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

$\alpha$  – harorat koeffitsienti.

$t$  – 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'tgazgich ko'ndalang kesimi,  $m^2$

$l$  – o'tgazgich uzunligi, m.

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

## Materiallarning texnologik xossalari.

Texnologik xossalarini ichida asosiy o‘rinni metallning **Texnologikligi xossasi** egallaydi. Bu shu materialdan kam sarf bilan mashina detallarni, asboblarni, uskunalarini 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.

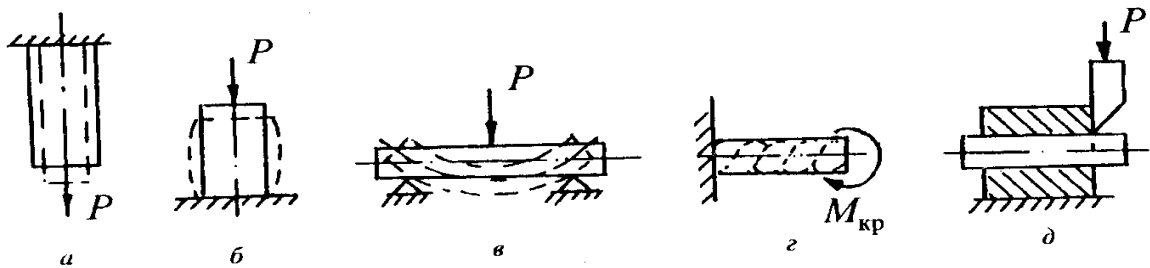
V) Payvantlanuvchanlik – puxta va zich birikma hosil qilish xususiyati.

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.

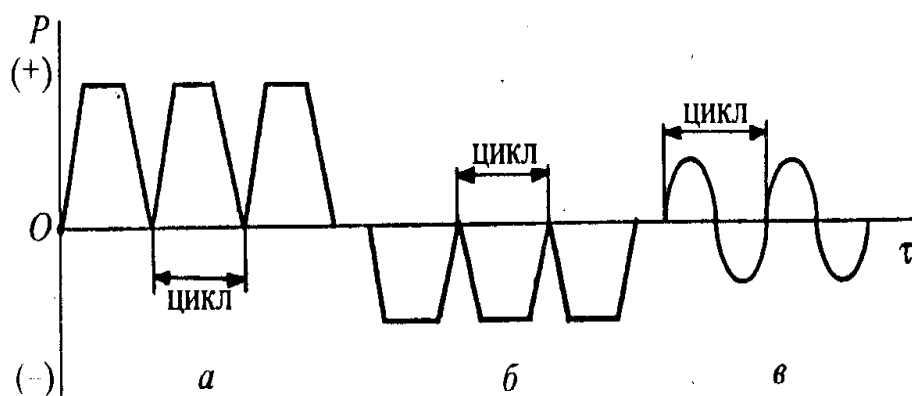
## Materiallarning mexanik xossalari

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



Rasm 1 Kuchlarni asosi turlari: a-cho‘zuvchi; b-qisuvchi; v-eguvchi; g-burovchi; d-qirquvchi.

Detallar shu kuchlarga chidashi kerak. Tashqi kuchlarga qarshilik ko‘rsatish qobiliyati detall va qotishmalarning **mexanik xossalari** deb ataladi. Vaqtga qarab kuchlar **statik, dinamik** va **o‘zgaruvchan** tarzda o‘tadi. Bir tekisda – kichgina o‘zgarish tezligi bilan ta‘sir etuvchi kuch – nagruzkaga statik nagruzka deyiladi. Vaqt bo‘yicha katta texnik tezlik bilan ta‘sir qiluvchi kuch-nagruzka – zarb bilan ta‘sir etuvchi nagruzkalari dinamik nagruzka deyiladi. Ta‘sir kuchi o‘zgarib turuvchilari o‘zgarib turuvchi nagruzka deb ataladi. Vaqti-vaqti bilan o‘zgarib turuvchi nagruzkalari **qayta-qayta o‘zgaruvchi** yoki **tsiklik** nagruzkalari deyiladi. (rasm 2.2).



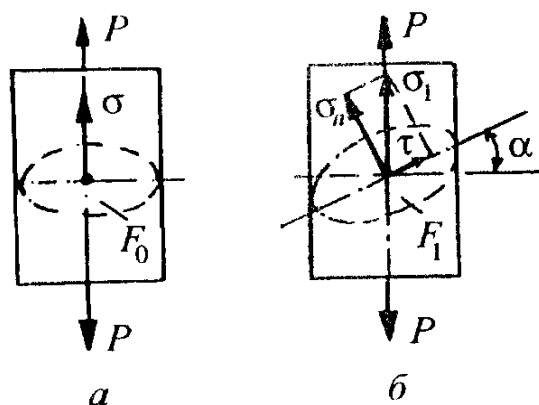
Rasm 2 Tsiklik nagruzka sxemasi.

a – cho‘zilib; b – qisib; v – belgi o‘zgaruvchi nagruzka.

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. Bu ifoda bilan konstruksiyani (detallni) mustahkamligi hisoblanadi. Masalan, tsilindrik 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,  $\text{mm}^2$  (rasm 2.3).



Rasm 3 Narmal va o‘rinma kuchlanishlar sxemasi.

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

b – ko‘ndalang kesim ( $F_1$ ) gaperpendikulyar yemas kuch.

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

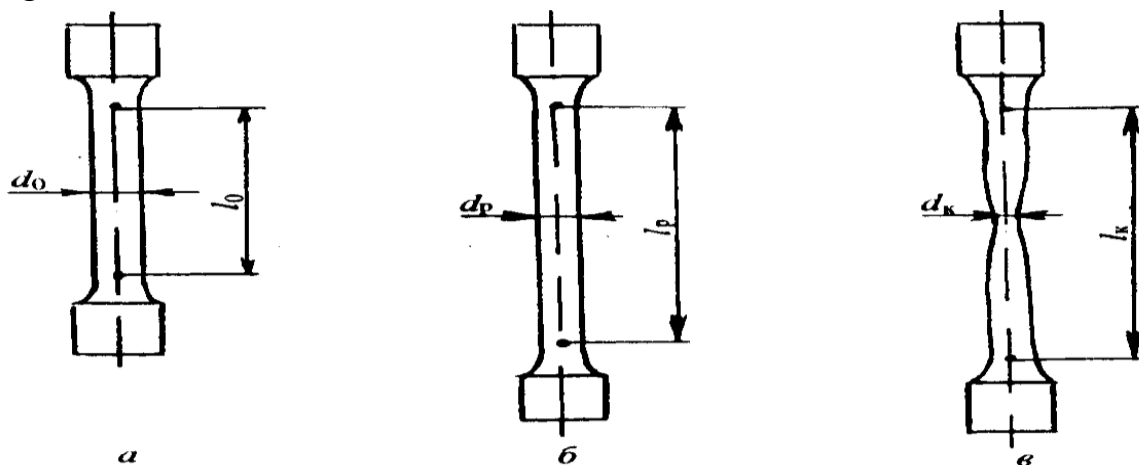
### Materiallarni mexanik xossalarini statik yuklama bilan aniqlash.

#### Cho‘zilib sinash

Cho‘zib sinash bilan materialni mexanik xossalari to‘g‘risida to‘la ma’lumot – informatsiya olinadi. Buning maxsus tsilindrik (ko‘ndalang kesimi doira) yoki yassi (ko‘ndalang kesimi to‘g‘ri to‘rtburchak) namunalari olinadi. Tsilindrik namunalarning geometrik o‘lchamlari Gost 1497-84 bo‘yicha olinadi:

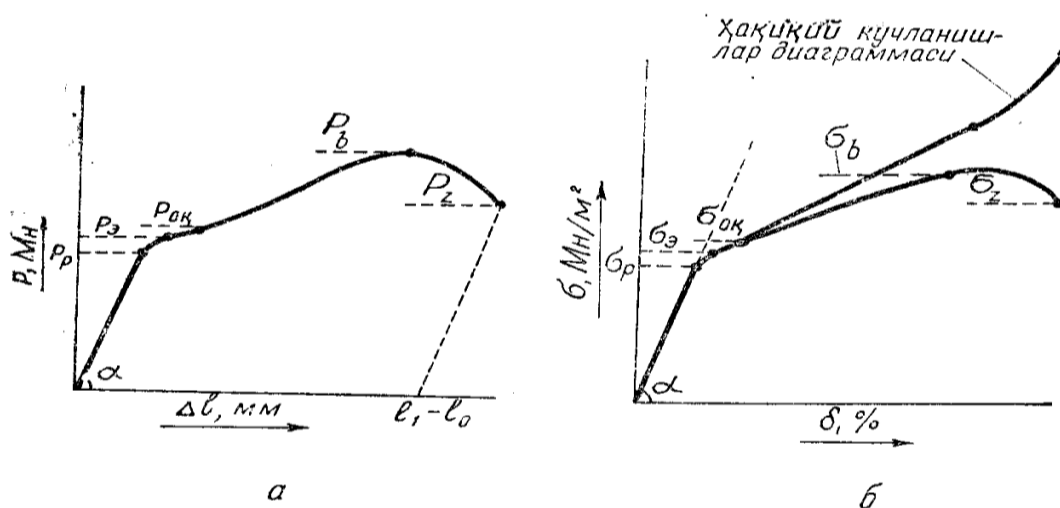
bunda  $l_0 = 2,82\sqrt{F_0}$ ;  $l_0 = 5,65\sqrt{F_0}$ ;  $l_0 = 11,3\sqrt{F_0}$  bo'ladi:  $l_0$  = dastlabki namuna uzunligi;  $F_0$  - namunani hisobiy ko'ndalang kesimi dastlabki yuzasi. Tsilindrik namunani dastlabki hisobi uzunligini ( $l_0$ ) dastlabki diametriya ( $d_0$ ) nisbati, ya'ni  $l_0/d_0$  **namunani karraliligi** («kratnost») deyiladi. Amalda 2,5; 5 va 10 karralli namunalar ishlatiladi, eng ko'p ishlatiladigani 5.

Quyidagi rasmda (rasm 2.4) namunali cho'zilish davridagi holatlari ko'rsatilgan.



Rasm 4 Tsilindrik 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 – o'zilgandan so'ngi namuna ( $l_k$  - natijaviy namuna uzunligi;  $d_k$  - uzulgan joydagi eng kichik diametr).

Namuna cho'zish mashinasiga vertikal holda o'rnatilib – maxkamlab cho'zib uziladi.



Rasm 5 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, proportsionallik 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 nagruzka, Mn hisobida;

$F_0$  -namunaning sinashdan oldingi ko‘ndalang kesim yuzi,  $\text{m}^2$  hisobida.

Namunaning uzayishi bilan kuchlanish orasidagi proportsionallikning buzilish paytiga to‘g‘ri kelgan kuchlanish **proportsionallik chegarasi** deb ataladi va  $\sigma_r$  bilan belgilanadi:

$$\sigma_r = R_r / F_0; \text{ Mn} / \text{m}^2 (10^{-1} \text{ kg} / \text{mm}^2),$$

$R_r$  -proportsionallik chegarasiga to‘g‘ri kelgan nagruzka, Mn hisobida;

$F_0$  -namunaning sinashdan oldingi kundalang kesim yuzi,  $\text{m}^2$  hisobida.

Cho‘zish diagrammasida ordinatalar o‘qiga nagruzka (R) qiymatlar, abstsissalar o‘qiga esa absolyut uzayish ( $\nabla l$ ) qiymatlari qo‘yiladi.

Dastlab, namunaning uzayishi nagruzkaga proportsional ravishda boradi, ya’ni namunaning uzayishi bilan nagruzka orasidagi bog‘lanish to‘g‘ri chiziq bilan ifodalanadi, bu proportsionallik nagruzkaning  $R_r$  qiymatigacha-proportsionallik chegarasiga davom etadi. Proportsionallik chegarasigacha **Guk qonuni** uz kuchini saqlaydi:

$$\sigma = E * \delta$$

bu yerda  $\sigma$  -cho‘zish vaqtidagi normal kuchlanish;

$\delta$  -nisbiy uzayish;

E -proportsionallik koeffitsienti (elastiklik moduli).

Yuqoridagi munosabatdan elastiklik modulini topamiz:

$$E = \sigma / \delta = (\sigma * l_0) / \nabla l; \text{ Mn} / \text{m}^2 (10^{-1} \text{ kg} / \text{mm}^2).$$

Binobarin, normal kuchlanishning elastik nisbiy uzayishga bo‘lgan nisbatiga son jihatidan teng kattalik **elastiklik moduli** deb ataladi.

Diagrammaning kuchlanishlar proportsional 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:

$$E = \text{tg} \alpha.$$

Proportsionallik chegarasiga namunada faqat elastik deformatsiya sodir bo‘ladi. Agar nagruzka olinsa, namuna dastlabki holatiga qaytadi. Nagruzka  $R_r$  qiymatidan oshirilsa, namunaning uzayishi bilan kuchlanish orasidagi proportsionallik buzilib, namunada qoldiq deformatsiya paydo bo‘ladi. Namunada ana shunday qoldiq deformatsiya hosil qiladigan nagruzka elastiklik chegarasi nagruzkasi ( $R_e$ ) deb ataladi. Elastiklik chegarasida qoldiq deformatsiya qiymati juda kichik (namuna dastlabki uzunligining 0,005 protsentigacha) bo‘lganligidan  $R_e$  nagruzka  $R_r$  nagruzkaga juda yaqin turadi (rasmga qarang).

Nagruzkaning 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 gorizontol qismiga to‘g‘ri keladigan nagruzka **oquvchanlik chegarasidagi nagruzka** ( $R_{ok}$ ) deb ataladi. Agar namunani cho‘zishda egri chiziq gorizontol qism hosil bo‘lmasa, namuna dastlabki uzunligining 0,2 protsentiga teng qoldiq deformatsiya hosil qiladigan nagruzka oquvchanlik chegarasidagi nagruzka deb qabul qilinadi va  $R_{0,2}$  bilan belgilanadi.

Oquvchanlik chegarasidagi nagruzkaning 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 nagruzka, Mn hisobida;

$F_0$  -namuna kundalang kesimining yuzi,  $\text{m}^2$  hisobida.

Namunaning qoldiq uzayishi dastlabki uzunlikning 0,2 protsentiga 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 protsentiga teng bo‘lgan paytga to‘g‘ri keluvchi nagruzka, 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 nagruzka **mustahkamlik chegarasidagi nagruzka** deb ataladi va  $R_b$  bilan belgilanadi (rasmga qarang). Nagruzka  $R_b$  qiymatiga yetgach namunada buyin hosil bo‘la boshlaydi, buning natijasida nagruzka pasaya boradi. Nihoyat, nagruzkaning qiymati  $R_z$  ga tushganda namuna uziladi. Nagruzkaning ana shu qiymati ( $R_z$ ) namunaning **uzilish paytidagi nagruzka** deb ataladi.

Mustahkamlik chegarasidagi nagruzkaning nagruzka ta’sir ettirilishidan oldingi kundalang kesim yuziga nisbati **mustahkamlik chegarasi** deb ataladi va  $\sigma_b$  bilan belgilanadi:

$$\sigma_b = R_b / F_0; Mn / m^2 (10^{-1}kg/mm^2),$$

bu yerda  $R_b$  -namunaga ta'sir etgan eng katta nagruzka,  $Mn$  hisobida:

$F_0$  -namunaning nagruzka ta'sir ettirilishida oldingi ko'ndalang kesim yuzi,  $m^2$  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 plastikligini 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  $(l-l_0)/ l_0$  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;

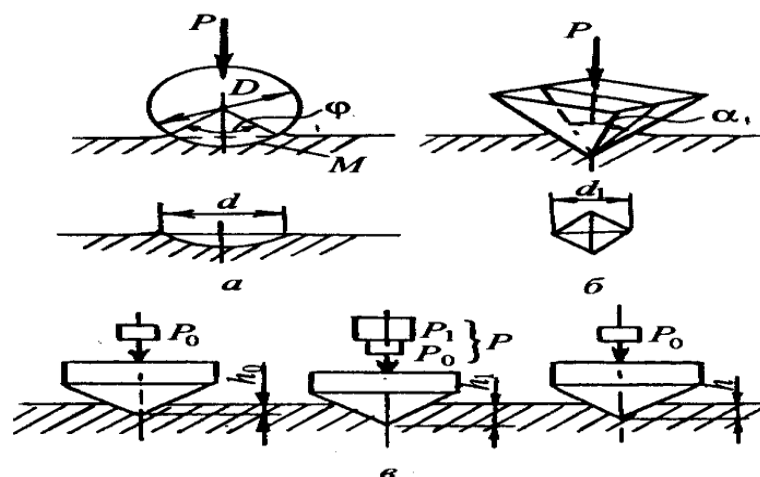
$F_0$ -namuna kundalang kesimning sinashdan oldingi yuzi;

$F_b$ -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 – indiqatoriga ko'rsatilayotgan qarshiligidir. Indiqator 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; Vickers usulida olmos piramida qoldirgan iz yuzasining kattaligiga qarab qattiqlik aniqlanadi. (rasm 2.6).



Rasm 6 Qattiqlikni sinash usullari sxemalari. a-Brinell usuli, b-Vickers usuli, v-Rokvell usuli.

### Brinell usuli

GOST 9012-59 bo'yicha namuna yuzasiga toblangan po'lat shar botiriladi: shar diametri 10,5 yoki 2,5mm bo'ladi. Botirilayotgan kuch 5000N dan 30000N gacha (R). Kuch olingach namuna yuzasida sferik chuqurcha hosil bo'ladi: chuqurcha diametri  $d$ ; Bu maxsus lupa yordamida o'lchanadi. Brinell usuli bo'yicha qattiqlik quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi.

$$HB = \frac{2P}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})} :$$

Bu usulda o'lchov birligi yozilmaydi.

Bu yerda:  $D$  – toblangan shar diametri, mm,  $d$  – qolgan iz diametri mm; R- kuch, N (kg).

Amalda bunaqa hisoblab o'tirilmaydi. Qo'yilgan kuch va iz dimetriga to'g'ri keladigan qattiqlik NV miqdori jadvali oldindan tayyorlanadi va unga qarab qattiqlik aniqlanadi. Albatta, iz qancha kichik bo'lsa, qattiqlik shuncha ko'p.

Brinell usulida asosan kichik va o'rta qattiqlikdagi materiallar qattiqligi aniqlanadi: po'latlar uchun  $\leq 450$ NV; rangli metallar uchun  $\leq 200$ NV. Vaqtincha qarshilik bilan qattiqlik NV o'rtasida bog'lanish munasabati o'rnatilgan.

$\sigma_B \approx 3,4$  NV – issiq prokatlangan uglerodli po'latlar uchun;

$\sigma_B \approx 4,5$  NV – mis qotishmalari uchun,

$\sigma_B \approx 3,5$  NV – alyuminiy qotishmalari uchun.

### Qattiqlikni Vickers usulida sinash

Bu usulda GOST 2999-75 bo'yicha namuna yuzasiga cho'qqisi  $136^\circ$  burchakli to'rt qirrali olmos piramida (rasm 2.6,b) botiradi. Qolgan iz kvadrat shaklida bo'ladi. Kvadratning dioganali o'lchanadi va qattiqlik quyidagicha formula bo'yicha aniqlanadi.

$$HV = 0,189 \frac{P}{d^2} :$$

$P$  – kuch,  $H$  – birligida,  $d$  – kvadrat dioganali, mm.

Amalda tanlangan kuch va o'lchangan diogonal bo'yicha oldindan tayyorlab qo'yilgan jadval bo'yicha qattqlik aniqlanadi. Vikkers usuli asosan yuqori qattqlikdagi materiallar uchun qo'llaniladi: ko'ndalang kesimi kichik va yupqa detallar uchun. Qo'yiladigan kuch qoida bo'yicha 10, 30, 50, 100, 200, 500 N ga teng.

Qattqligi 450 NV gacha bo'lgan materiallar uchun qattqlik raqamlari Brinell va Vikkere usullari uchun bir xil.

### **Qattqlikni Rokvell usulida sinash**

GOST 9013-59 bo'yicha bu usul o'tkaziladi. Ancha universal va kam mehnat sarf usuli. Qattiq kattaligi to'g'ridan – to'g'ri qattqlikni o'lchash shkalasi ko'rsatadi; izni o'lchash xojati yo'q. Cho'qqisidagi burchak  $120^{\circ}$  olmosli uchlik botiriladi, yoki po'lat shar diametri 1,588mm. Quyilagilar kuchni uchlikning materialliga qarab tanlanadi. Pribor uchta o'lchov shkalasiga ega: A; V; S. Qattqlikni tanlangan shkala bo'yicha ifodalanadi. Masalan: 70HRA, 58HR, 50HRB.

Shkala A – uchlik olmosli uchlik, kuch 600N. Bu shkala alohida qattiq materiallar uchun qo'llaniladi. Yupqa list materiallar uchun yoki yupqa qatlamlar (0,5-1,0mm) ishlatiladi. Bu shkala bo'yicha chegarasi 70-85. belgilanishi HRA.

Shkala - V - uchlik po'lat shar, umumiy kuch 1000N. Nisbatan yumshoq materiallar qattqligi o'lchanadi <400NV. Bu shkala bo'yicha o'lchash chegarasi 25-100.

Rokvell bo'yicha o'lchangan qattiq raqamlari bilan Brinell va Vikkers usullarida o'lchangan qattqlik raqamlari orasida bog'lanish munasabatlari yo'q.

Shkala S – uchlik olmosli konus, umumiy kuch 1500N. Bu usul qattiq materiallarga qo'llaniladi. >450NV. Masalan toblangan po'lat. Qattqlik o'lchash chegarasi 20-67.

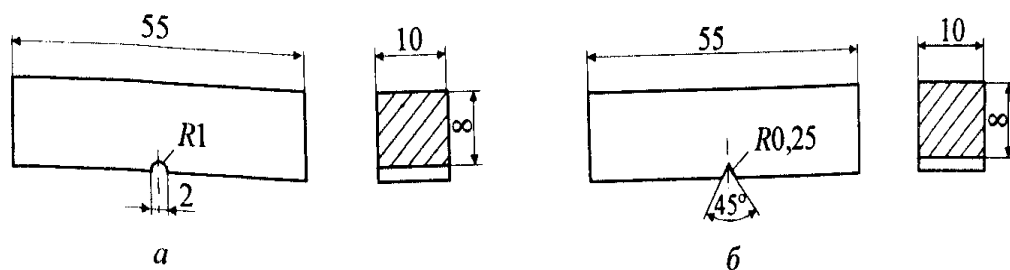
### **Mexanik xossalarni dinamik yuklama bilan aniqlash**

#### **Materiallarni zarbiy qovushqoqligini aniqlash**

Mashina detallari ishlash davrida dinamik kuchlanishga duch kelishi va mo'rt holatda sinishi mumkin. Dinamik kuch ostida mo'rt sinishga moyilligini aniqlash uchun **zarbiy qovushqoqlik** aniqlanadi. Zarbiy qovushqoqlik namunani urib sindirish uchun sarflangan ishni kesish joyi bo'yicha singan ko'ndalang kesim yuzasi bilan o'lchanadi.

GOST 9454-78 bo'yicha namuna yasaladi.

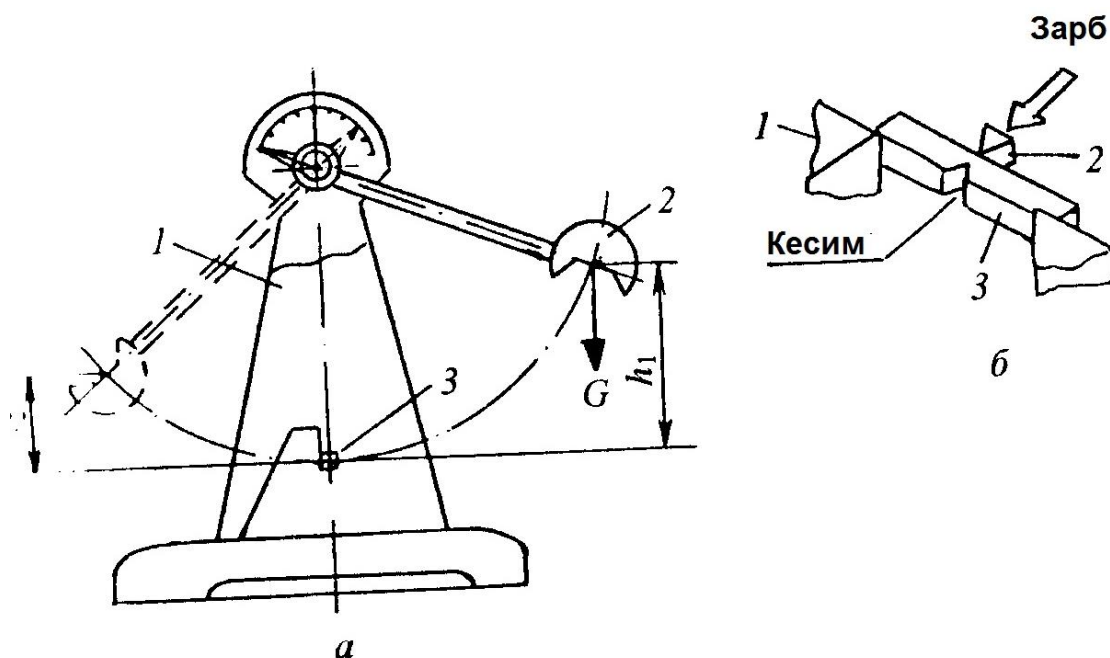
Har xil ariqchali namunalar bo'ladi. Eng ko'p tarqalgani U - shaklli va V-shaklli ariqchalardir. (rasm).



Rasm 7 Zarbiy qovushqoqlikni sinash uchun namunalar: a-U simon shaklli ariqchali; b-V simon shakli.

Sinash tajribalari mayatnikli kopyorda («Sharli asbobi»da) olib boriladi.

(rasm ).



Rasm 8 Zarbiy qovushqoqlikni sinash sxemasi:

a – mayatnikli kopyor sxemasi; b – namunani kopyorga oʻrnatilishi; 1- kornus; 2-mayatnik; 3-namuna.

Standart namuna kopyor tayanchlariga simmetrik qilib andaza yordamida oʻrnatiladi. Mayatnikni koʻtarib ( $h_1$ ), qoʻyib yuborib, mayatnik tigʻi bilan namunani zarblab, uni sindiradi. Kopyor namunani sindirib  $h_2$  balandlikka koʻtariladi. Namunani sindirish uchun sarflangan ish ( $K, MDj$ ) quyidagicha aniqlanadi:  $K = G(h_1 - h_2) MDj$ . bu yerda  $G$  – mayatnik ogʻirligi,  $h$  – tajriba oldidan mayatnikni koʻtarish balandligi;  $h_2$  - mayatnikni sinovdagi keyingi koʻtarilgan balandligi.

Zarbiy qovushqoqlik  $KC (M \cdot Dj / m^2)$  deb belgilanadi va bajarilgan ishni ( $K ni$ ) singan ariqcha koʻndalang yuzasiga ( $F$ ) nisbati qilib aniqlanadi.

$$KC = \frac{K}{F}; M \cdot Dj / m^2; M \cdot Dj - \text{megadjoul.}$$

Agar namuna ariqchasi U shaklda bo'lsa zarbiy qovushqoqlik *KCU* deb belgilanadi, agar V shaklli bo'lsa, *KCV* deb belgilanadi.

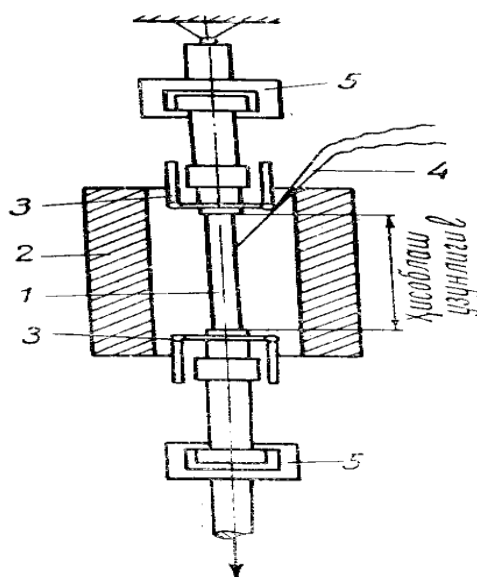
### **Materiallarni yoyiluvchanligini aniqlash**

Metall va qotishmalar yuqori haroratda doimiy nagruzka ostida ishlab turilsa uni ichki to'zilishlarida ancha o'zgarishlar o'tadi. **Yoyiluvchanlik** va **issiqdan mo'rtlashuvchanlik** hodisalari ro'y beradi.

Metall va qotishmalarning o'zgarmas nagruzkada yuqori haroratda sekin – asta plastik deformatsiyalanishi uning **yoyiluvchanligi** deb ataladi.

Metall va qotishmalarning yuqori haroratda o'zgarmas nagruzkada plastikligining pasayishi **issiqdan mo'rtlashuvchanlik** deyiladi.

Yoyiluvchanlikni cho'zish, burash, egish yo'llari bilan sinash mumkin. Lekin, eng ko'p qo'llaniladigani cho'zib sinashdir. Namuna (1) pech (2) ichiga o'rnatilib, qisqichlar (5) bilan cho'zib turiladi. Pech harorati termopara (termo-pirometr-4) bilan, deformatsiya indiqator (3) bilan o'lchanadi. (rasm 2.9).

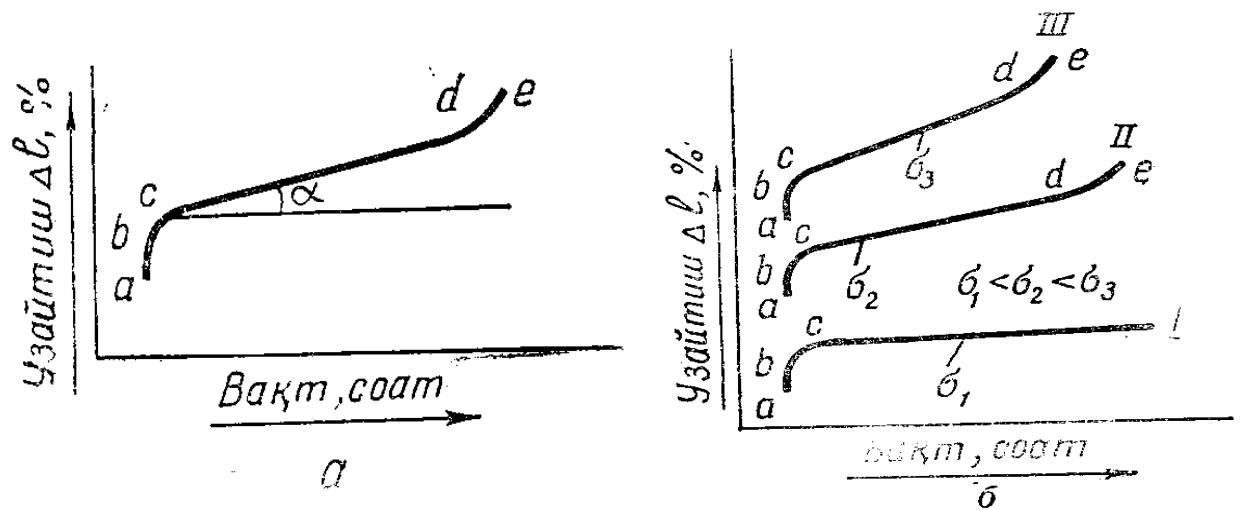


Rasm. 9 Namunaning yoyiluvchanligini sinash sxemasi.

1 – namuna; 2 – pech; 3 – deformatsiyani o'lchash asbobining bir qismi; 4– termoelyoqtirik pirometrning termoparasi; 5 – qisqichlar.

Yoyiluvchanlik egri chiziqlari rasm da berilgan. Egri chiziqni 4 qismga bo'lish mumkin:

- ab* – elastik o'zgarishlar hosil bo'lishi;
- bc* – muvozanatda bo'lmagan yoyiluvchanlik;
- cd* – muvozanatdagi yoyiluvchanlik;
- de* – namuna uzilishi. (rasm ).



Rasm 10 Yoyiluvchanlik egri chiziqlari.

a – yoyiluvchanlik egri chizig‘i; b – yoyiluvchanlikning tipik egri chiziqlari, har xil nagruzkadagi.

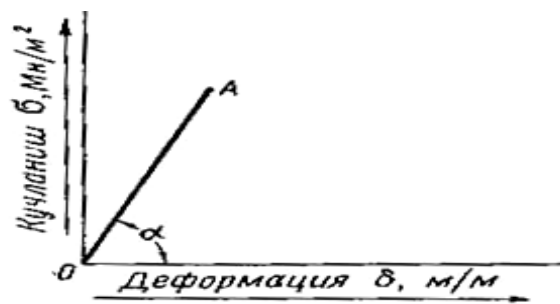
Metall va qotishmalarning yoyiluvchanlik xususiyati issiqbardosh po‘latlar uchun alohida ahamiyatga ega.

### Metallarning plastik deformatsiyalanishi va rekristallanishi

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 uz urnidan siljiydi.

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

**Elastik deformatsiya** - metallga ta‘sir ettirilgan kuch olingandan keyin metall asli holiga (shakliga) qaytishi. Metallning chuzilishdagi elastik deformatsiyalanishi bilan kuchlanish orasida chiziqli bog‘lanish bor. (rasm .)



Rasm 11 Deformatsiyani kuchlanishga bog‘liqligi

Bu bog‘lanish **proportsionallik qonunini** - Guk qonuni deyiladi.

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

$\sigma$  - normal kuchlanish;

$E$  - proportsionallik koeffitsienti. Legirlangan va uglerodli po‘latlar uchun  $E = 210$  MPa.

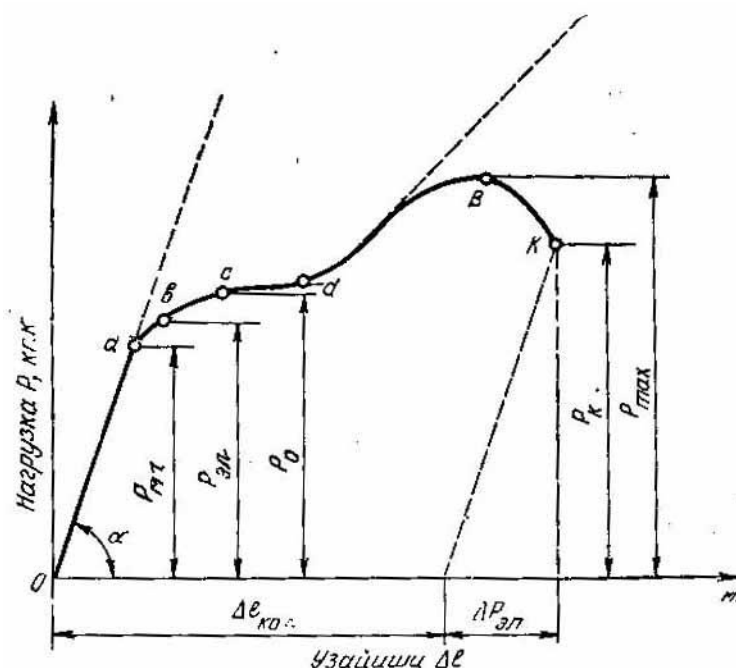
$\delta$  - deformatsiya - nisbiy uzayish.

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

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

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

**Proportsionallik chegarasi** ham bor. Bunda yuqoridagi chiziqli bog‘lanish, chiziqlikdan 0,002% ga oqqaniga aytiladi. Ko‘pchilik po‘latlar va alyuminiy qotishmalari uchun proportsionallik (mutanosib) va elastik deformatsiya chegaralari amalda bir chegarada - bir xil.



Rasm 12  $R_{pr}$  - proportsionallik chegara yuklamasi. Mutanosiblik.

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

Agar namunaning tajribadan oldingi ko‘ndalang kesim yuzasi  $F_0$ ga teng bo‘lsa, materialning proportsionallik 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 deyiladi. 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 namunada bo'yincha hosil bo'la borib, u  $R_k$  yuklamada (K nuqtada) uziladi. Namunaning chuzilishga muvaqqat kuchlanishi - mustahkamligi - puxtaligi - qarshiligi. Mustahkamlik chegarasi.

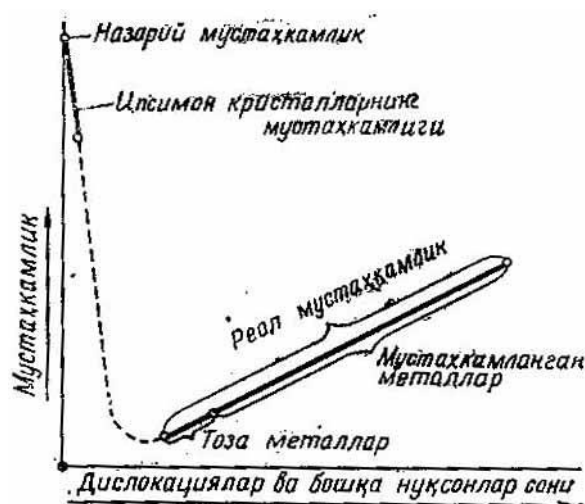
$$\sigma_{pr} = R_{max}/F_0 \text{ kg/mm}^2$$

### 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.



Rasm 13 Mustahkamlik darajasini 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.



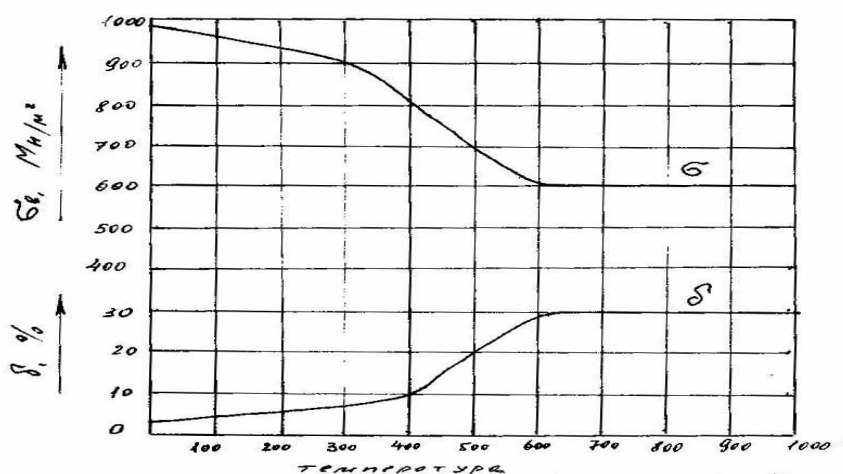
biriga nisbatan joylashish farqlari kamayadi, – kuch qo‘yilgan yo‘nalish bo‘yicha cho‘ziladilar va deformatsiya strukturasi tashkil qiladilar.

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, plastikligi 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‘sirida**

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.

Rasm. 15 Qizdirib bosim bilan ishlash haroratiga ko‘ra metall xossalari o‘zgarish sxemasi

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‘shish 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 kadar tiklanadi. Bu temir uchun 300-400°S.

Deformatsiyalangan metallni qizdirish jarayonida shu metall xossalarining 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‘zgarmaydi, 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 panjaralar 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.