



TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ
XO'JALIGINI MEXANIZATSIYALASH
MUHANDISLARI INSTITUTI



Fan: Materiallar qarshiligi

Mavzu
04

**Cho'zilishdagi va siqilishdagi
deformatsiyalar.
Guk qonuni**



**Yuldoshev Bakhtiyor
Shodmonovich**



**Mexanika va kompyuterli
modellash kafedrasida dotsenti**



1. Cho'zilish va siqilishda deformatsiyalar.
2. Guk qonuni.
3. Chuzilish deagrammasi

Cho'zilish va siqilishda mustahkamlikka hisoblash

Cho'zilish va siqilishda mustahkamlik sharti quyidagicha ifodalanadi:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{F} \leq [\sigma]$$

Mustahkamlik sharti asosida konstruktsiyalar elementlarining mustahkamligiga tegishli bo'lgan **3 xil masala** echiladi, ya'ni:

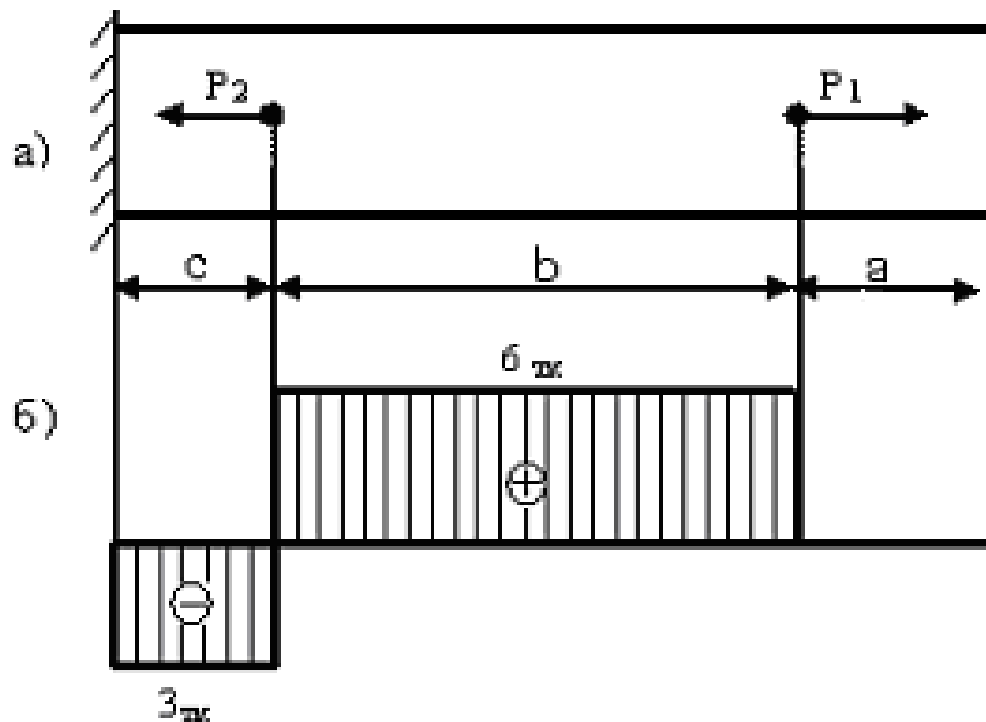
I. Berilgan material va tashqi yuklanishlar asosida sterjen ko'ndalang kesim o'lchamlarini aniqlash masalasi.

Bu holda sterjenga ta'sir qilaётgan tashqi kuch asosida N ning epyurasi quriladi va berilgan material uchun ruxsat etilgan norma kuchlanish $[\sigma]$ ning qiymati mavjud ma'lumotlar asosida olinib, sterjenning ko'ndalang kesim yuzasi aniqlanadi, ya'ni:

$$F \geq \frac{N}{[\sigma]}$$

1-misol. Ko'ndalang kesimi doira shaklida bo'lgan cho'yan sterjenning diametri aniqlansin (1 rasm).

$$P_1 = 6 \text{ TK}, P_2 = 9 \text{ TK}, a = 0,3 \text{ M}, b = 0,7 \text{ M}, c = 0,2 \text{ M}$$



1 rasm

•Materialning nomi	$[\sigma_{ch}]$ (MPa)	$[\sigma_s]$ (MPa)
•Chuyan	• 28 – 80	• 120 – 150
•Pulat st.1	• 120	• 120
•st.2	• 140	• 140
•st.3	• 160	• 160
•mis	• 30 – 120	• 30 - 120
•Latun	• 70 – 140	• 70 – 140
•Bronza	• 60 – 120	• 60 – 120
•Alyuminiy	• 30 – 80	• 30 – 80
•Duralyuminiy	• 80 – 150	• 80 – 150
•Qarag'ay (tolalar bo'yicha)	• 7 – 10	• 10 – 12
•Dub (tolalar bo'yicha)	• 9 – 13	• 13 – 15
•Tosh (kladka)	• 0 , 3	• 0,4 – 4,0
•G'isht (kladka)	• 0 , 2	• 0,6 – 2,5
•Beton	• 0,1 – 0,7	• 1,0 – 9,0



**Turli xil materiallar uchun elastiklik modulining qiymatlari
quyidagi jadvalda keltirilgan.**

2- jadval

Material	Elastiklik moduli E [kgk/sm²]
Uglerodli po'lat	$(2.0 \div 2.1) \cdot 10^6$
Legirlangan po'lat	$(2.1 \div 2.2) \cdot 10^6$
Alyumin prokat	$6.9 \cdot 10^5$
Dyuralyumin	$7.1 \cdot 10^5$
Shisha	$5.6 \cdot 10^5$
Granit	$4.9 \cdot 10^5$
Oxak	$4.2 \cdot 10^5$
Marmar	$5.6 \cdot 10^5$
Qum	$1.8 \cdot 10^5$
Terilgan devor:	
Granitli	$(0.9 \div 1.0) \cdot 10^5$
Oxakli	$0.6 \cdot 10^5$
G'shtli	$(0.27 \div 0.3) \cdot 10^5$
Yog'och (sosna, yel):	
tola bo'ylab	$(1.0 \div 1.2) \cdot 10^5$
tolaga tik bo'lganda	$(5.0 \div 10) \cdot 10^3$



Avvalo 1 jadvaldan cho'yan uchun ruxsat etilgan normal kuchlanishlarning qiymatlarini aniqlaymiz. $[\sigma_c]=1200 \text{ kgk} / \text{sm}^2$ $[\sigma_u]=500 \text{ kgk} / \text{sm}^2$

Bo'ylama kuch N ning epyurasini quramiz (1-rasm). N ning epyurasidan $N_s^{\max}=6 \text{ tk}$, $N_{ch}^{\max}=3 \text{ tk}$ ekanligini aniqlaymiz.

Siqilishdagi mustahkamlik shartidan

$$F_c = \frac{N_c^{\max}}{[\sigma_c]} = \frac{6000}{1200} = 5 \text{ sm}^2$$

Cho'zilishdagi mustahkamlik shartidan

$$F_u = \frac{N_u^{\max}}{[\sigma_u]} = \frac{3000}{500} = 6 \text{ sm}^2$$

aniqlangan F_s , F_{ch} yuzalardan kattasini, ya'ni $F_{ch}=6 \text{ sm}^2$ ni olamiz. doira uchun

$$F = \frac{\pi d^2}{4} \quad \text{dan,} \quad d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6}{3,14}} = 2,72 \text{ sm} \quad \text{bo'ladi.}$$

demak, sterjenni yuzasini $F_{ch}=6 \text{ sm}^2$ deb olsak, u holda sterjenning siqilgan qismi uchun ham mustahkamlik ta'minlangan bo'lib,

$$\sigma = \frac{N}{F} = \frac{6000}{6} = 1000 \text{ kgk} / \text{sm}^2 \leq [\sigma_s] \quad \text{bu qism to'la yuklanmagan bo'ladi.}$$

II. Berilgan material va ko'ndalang kesim o'lchamlar asosida sterjenning yuk ko'tarish qobiliyatini aniqlash masalasi.

Bu holda ko'ndalang kesim yuzasi F va $[\sigma]$ dan foydalanib

$$P^{pyxc} = N^{pyxc} \leq [\sigma] \cdot F \quad \text{aniqlanadi.}$$

Buning uchun o'zgaruvchan kesimli sterjenlarda avvalo sterjen uzunligi bo'yicha normal kuchlanish aniqlanib, uning epyurasi quriladi. Keyin N^{ruxs} qiymatlari asosida ruxsat etilgan tashqi kuch aniqlanadi.

2-misol.

Pog'onali po'lat sterjen uchun P^{ruxs} miqdori topilsin (2-rasm). Bu pog'onali sterjen qo'shtavr №10 va eni qo'shtavr tokchasining eniga teng, balandligi esa $h=1$ sm bo'lgan to'g'ri to'rtburchakli 2 ta sterjendan iborat.

$$a=60sm, \quad b=20sm, \quad c=30sm$$

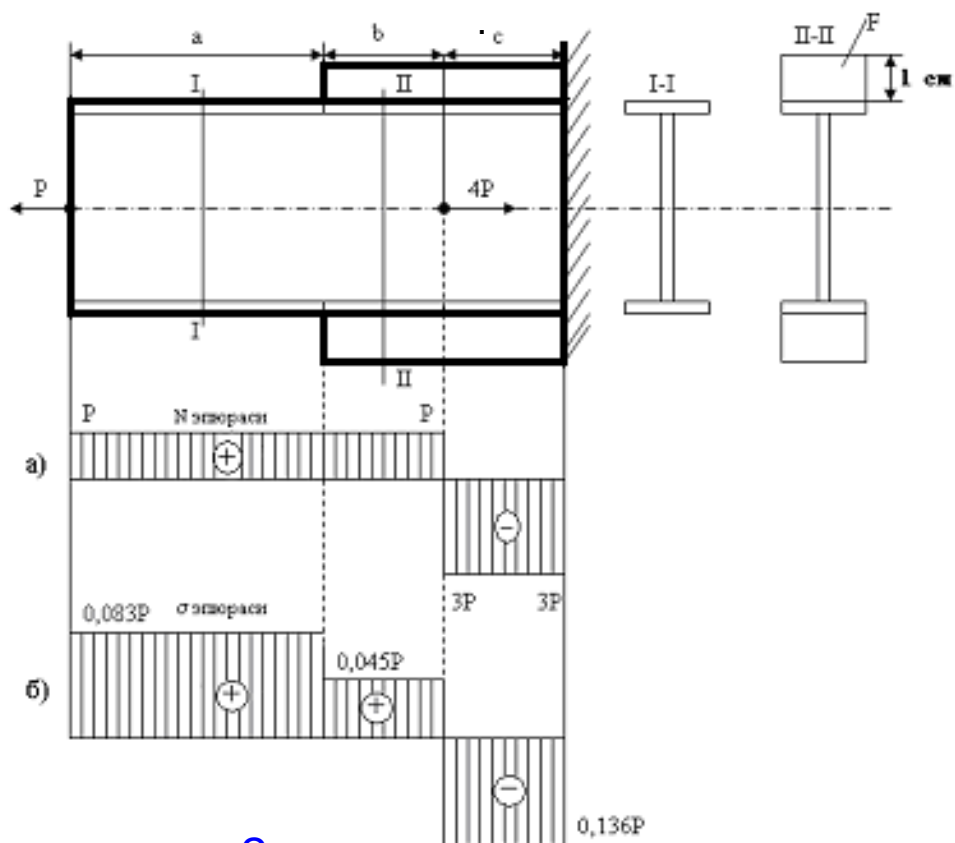
P_{ruxs} topish uchun oldin r masshtabda N ning epyurasini quramiz (2a-rasm).

Sortamentda qo'shtavrning ko'ndalang kesim yuzasi $F_k=12sm^2$, tokchasining kengligi $b=5sm$.

demak, I-I kesimning yuzasi $F_I=12sm^2$

II-II kesimniki esa

$$F_{II} = F_I + 2F = F_I + 2 \cdot b \cdot h = 12 + 2 \cdot 5 \cdot 1 = 22sm^2$$



2 rasm

Sterjen uzunligi bo'yicha normal kuchlanish σ ning epyurasini quramiz.

Buning uchun sterjenning har bir uchastkasidagi normal kuchlanishni quyidagicha topamiz:

$$\sigma_1 = \frac{N}{F_I} = \frac{P}{12} = 0,083P, \quad \sigma_2 = \frac{N}{F_{II}} = \frac{P}{22} = 0,045P,$$

$$\sigma_3 = \frac{N}{F_{II}} = \frac{-3P}{22} = -0,136P$$

Ushbu kattaliklar asosida qurilgan normal kuchlanishlarning epyurasi 2b rasmda ko'rsatilgan. po'lat uchun $[\sigma] = 1600 \text{ kgk/sm}^2$ deb olamiz.

Absolyut qiymati bo'yicha eng katta kuchlanish $\sigma_{max} = \sigma_3 = -0,136P$ ga teng. uni ruxsat etilgan kuchlanishga tenglab, ya'ni $\sigma_{max} = [\sigma] \cdot 0,136P^{pyxc} = 1600$ topamiz.

$$P^{ruxs} = \frac{1600}{0,136} = 11800 \text{ kgk} = 11,8 \text{ tk}$$

III. Berilgan ko'ndalang kesim o'lchamlari va tashqi yuklanishlar qiymatlari asosida berilgan sterjen materialini tanlash masalasi.

Ushbu masalani echish uchun oldin N ning epyurasi quriladi, keyin

$$\sigma_{\max} = N_{\max} / F$$

asosida kuchlanishlarning eng katta qiymati topiladi.

3-misol. Po'lat sterjen uchun (3 rasm) po'latning markasi aniqlansin.

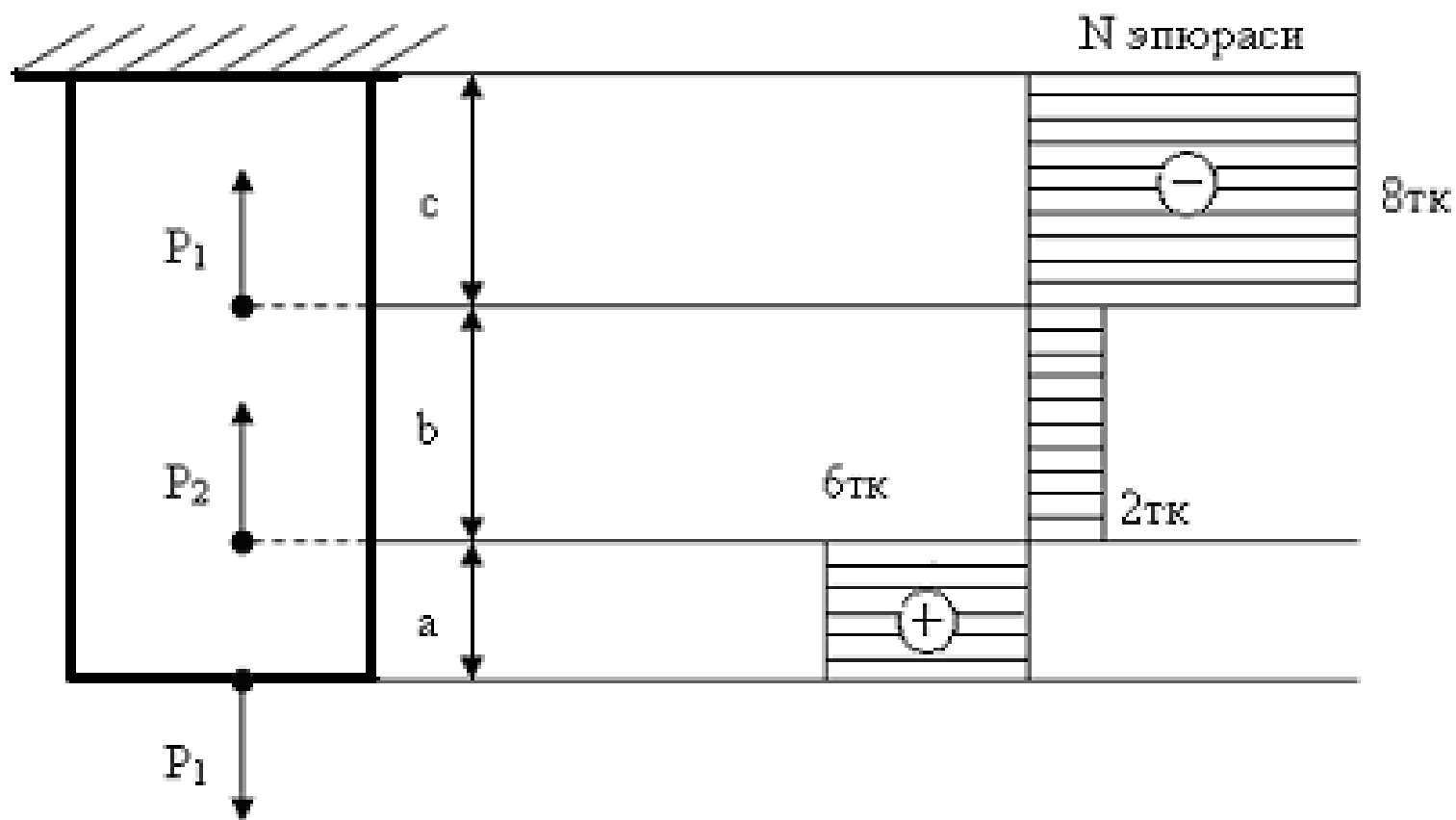
$$p_1=6tk, \quad p_2=8tk, \quad a=2m, \quad b=3m, \quad s=3m$$

Sterjenning ko'ndalang kesim yuzasi o'zgarmas va $F=3sm^2$. bu sterjen uchun bo'ylama kuch N ning epyurasini quramiz (3-rasm). Qurilgan epyuradan eng katta bo'ylama kuch N ning qiymatini topamiz $N_{\max}=8 tk$. Shunday qilib sterjenda hosil bo'ladigan eng katta kuchlanish

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{F} = \frac{8000}{3} = 2650 \text{ kgk/sm}^2$$

Bu kuchlanishga oddiy po'lat **st. 3** chidamaydi, chunki u uchun ruxsat etilgan kuchlanish

$$[\sigma] = 1600 \text{ kgk/sm}^2$$



3 rasm

Turli materiallar uchun oquvchanlik va mustahkamlik chegaralari

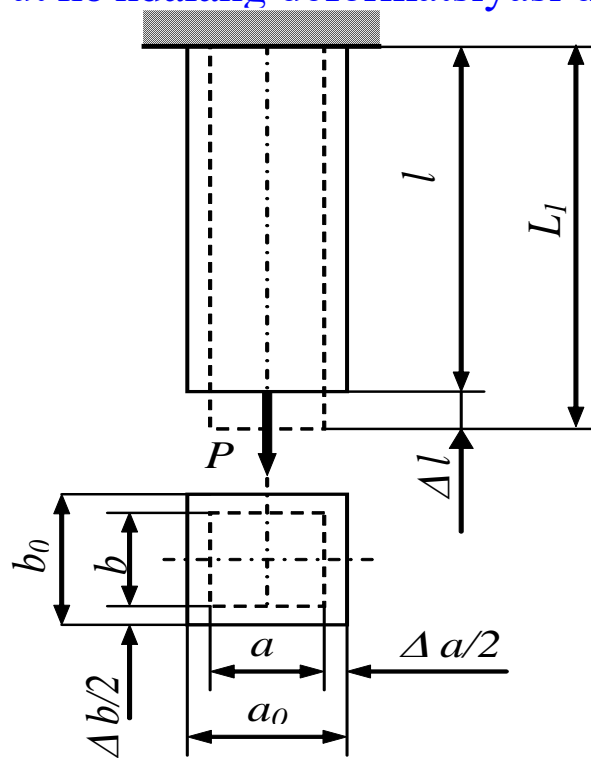
Materialning nomi	Markasi	Kuchlanishlar	
		σ_{oq} kgk/sm ²	$\sigma_{m.ch.}$ kgk/sm ²
Uglerodli po'lat	St.3	2400	3800–4700
	St.6	3100	6000–7200
Xromli po'lat	20X	6500	8000
Xrom-kremniy marganesli po'lat	35XGSA	14000	16500
Dyuralyuminiiy	D16	3300	4500–5000
Titan qotishmasi	VT4	7000–8000	8000–9000

Sterjen mustahkamligini ta'minlash uchun uni tayyorlashda yuqori sifatli po'latdan, masalan legirlangan konstruksion po'latdan $[\sigma] > 2650 \text{ kgk/sm}^2$ dan foydalanish kerak (1 jadval).

Odatda, masalaning bu tarzda qo'yilishi kamdan kam uchraydigan hol, chunki konstruktsiyani loyihalashda material qator talablar asosida tanlanib, ularning ichiga mustahkamlik sharti ham kirib ketadi. aslida ushbu masala amaliyotda boshqacha ko'rinishda qo'yiladi: sterjenning berilgan ko'ndalang kesim o'lchamlari va unga ta'sir qilaётgan tashqi kuchlar asosida mavjud konstruktsiyaning mustahkamligini tekshirish talab qilinadi. Bu holda kuchlanishning eng katta qiymati aniqlanib, u ruxsat etilgan kuchlanish bilan solishtiriladi va konstruktsiyaning mustahkamligi haqida xulosa chiqariladi.

1. Cho'zilish va siqilishda deformatsiyalar

Sterjenning P kuch ta'siridagi deformatsiyalanishini sxematik ravishda ko'rgan edik. uzunligi l ga teng bo'lgan markaziy P kuch ta'siridagi sterjenning deformatsiyasini tekshiradigan bo'lsak (1 rasm), cho'zilishda uning uzunligi uzayadi, ko'ndalang kesim o'lchamlari esa kichrayadi, siqilishda buning aksi bo'lib, uzunligi qisqaradi, ko'ndalang kesim o'lchamlari esa kattalashadi. Bu holda sterjenning absolyut bo'ylama deformatsiyasi $a-a_0$ esa sterjenning absolyut ko'ndalang deformatsiyasi deyiladi.



1 rasm

Absolyut deformatsiya uzunlik o'lchov birligida o'lchanadi. sterjenning deformatsiyalari uning o'lchamlariga nisbatan juda kichik deb qabul qilinadi. Bu qoida boshlang'ich parametr prinsipi deb atalib, Tashqi kuchlarni sterjen deformatsiyalanganidan keyin ham o'zaro joylashishini o'zgarmas deb hisoblashga asos yaratadi. cho'zilish va siqilishda hosil bo'ladigan, ko'ndalang va bo'ylama absolyut deformatsiyalarni qurollanmagan ko'z bilan kuzatish qiyin, shuning uchun ularni o'lchash uchun tenzometr deb ataluvchi maxsus asboblari ishlatiladi. absolyut deformatsiyalar ruy beraëtgan hodisani sifatli baholash uchun etarli emas, shuning uchun deformatsiyalarni baholash, nisbiy kattaliklar orqali amalga oshiriladi, ya'ni nisbiy bo'ylama va nisbiy ko'ndalang deformatsiyalar orqali.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}, \varepsilon' = \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{\varepsilon} \quad (1)$$

Tajribalardan har bir material uchun nisbiy ko'ndalang deformatsiyaning nisbiy bo'ylama deformatsiyaga nisbati o'zgarmas ekanligi aniqlangan, ya'ni

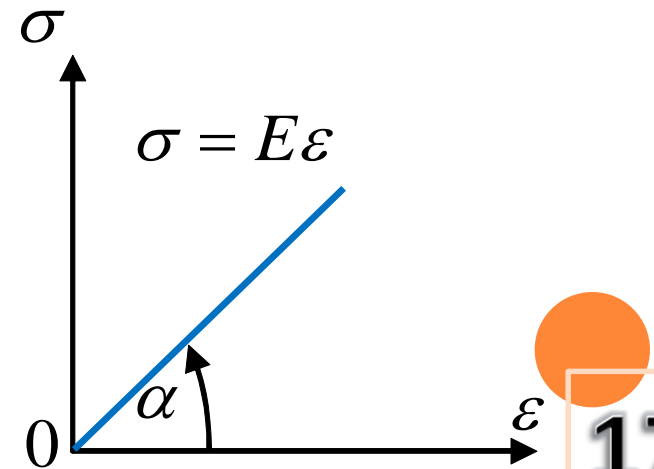
$$\left| \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \right| = \mu = \text{const} \quad (2)$$

Har xil materiallar uchun μ Puasson koeffisientining qiymatlari spravochnik jadvallarda keltirilgan bo'lib, Masalan: yog'och po'kak uchun $\mu=0$, po'lat uchun $\mu=0,25-0,30$, suv va parafin uchun $\mu=0,5$, mis, bronza uchun $\mu=0,31-0,35$, chugun uchun $\mu=0,23-0,27$, beton uchun $\mu=0,08-0,18$, alyuminiy uchun $\mu=0,32-0,36$, rezina va kauchik uchun $\mu=0,47-0,5$ teng bo'ladi.

Tashqi kuchlar ta'sirida qattiq jismlarda hosil bo'ladigan deformatsiya va kuchlanishning o'zaro bog'liqlik masalasi ko'plab tadqiqotchilar tomonidan o'rganilgan. **1676 yilda R.Guk** tomonidan birincha marotaba - «**kuch qanday bo'lsa, cho'zilish ham shunday**» bo'ladi degan faraz o'rtaga tashlanadi.
$$\sigma = E \varepsilon \quad (3)$$

Hozirgi davrda bu qoida –normal kuchlanish σ nisbiy bo'ylama deformatsiya ε ga to'g'ri proporsional bo'ladi deb aytilib, u quyidagicha ifodalanadi:

Bu qonun (3) cho'zilish va siqilishda **Guk qonuni** deyiladi. bu erda E – har bir material uchun o'zgarmas kattalik bo'lib, materialning deformatsiyaga moyilligini xarakterlaydi va u birinchi tartibli elastiklik moduli ëki yung moduli deyiladi.



Material	Elastiklik moduli E [kgk/sm ²]
1	2
uglerodli po'lat	$(2.0 \div 2.1) \cdot 10^6$
legirlangan po'lat	$(2.1 \div 2.2) \cdot 10^6$
alyumin prokat	$6.9 \cdot 10^5$
dyuralyumin	$7.1 \cdot 10^5$
shisha	$5.6 \cdot 10^5$
granit	$4.9 \cdot 10^5$
Oxak	$4.2 \cdot 10^5$
marmar	$5.6 \cdot 10^5$
qum	$1.8 \cdot 10^5$
terilgan devor:	
granitli	$(0.9 \div 1.0) \cdot 10^5$
Oxakli	$0.6 \cdot 10^5$
g'ishtli	$(0.27 \div 0.3) \cdot 10^5$
beton-mustahkamlik chegarasi quyidagicha bo'lganda	
100	$(1.46 \div 1.96) \cdot 10^5$
150	$(1.64 \div 2.14) \cdot 10^5$
200	$(1.82 \div 2.32) \cdot 10^5$
Ėg'och (sosna, el)	
tola bo'ylab	$(1.0 \div 1.2) \cdot 10^5$
tolaga tik bo'lganda	$(5.0 \div 10) \cdot 10^3$

Elastiklik modulining o'lchov birligi kuchlanish o'lchov birligida bo'lishi (3) ifodadan ko'rinib turibdi, chunki ε o'lchovsiz kattalikdir. Masalan, po'lat uchun $E=2 \cdot 10^6 \text{ kgk/sm}^2$ ga teng. turli hil materiallar uchun elastiklik modulining qiymatlari 1 jadvalda keltirilgan.

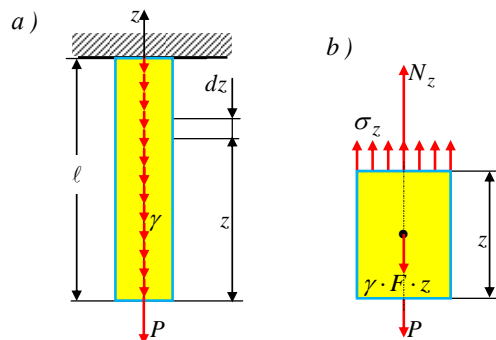
Agarda elastiklik moduli ma'lum bo'lsa u holda o'zgarmas bo'ylama kuch N ta'siridagi sterjen bo'laklarining absolyut cho'zilishini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\begin{cases} \sigma = E \cdot \varepsilon \\ \sigma = \frac{N}{F} \end{cases} \quad \text{va} \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad \text{bo'lganligidan} \quad \frac{N}{F} = E \frac{\Delta l}{l} \quad \text{bundan}$$

$$\Delta l = \frac{Nl}{EF} \quad (4)$$

EF - sterjen ko'ndalang kesimining cho'zilish va siqilishdagi bikrligi deyiladi.

Sterjenning uz ogirligini hisobga olsak:



$$\Delta l = \frac{G \cdot l}{2 \cdot E \cdot F};$$

$$\Delta l = \frac{N \cdot l}{E \cdot F} + \frac{G \cdot l}{2 \cdot E \cdot F}$$

MATERIALLAR QARSHILIGI FANIDAN

Turli xil materiallarni cho'zilishga, siqilishga va bo'ylama egilishga sinash

**M
A
V
Z
U
L
A
R**

Po'lat namunani cho'zilishga sinash.

Turli material namunalarini siqilishga sinash



MATERIALLAR QARSHILIGI FANIDAN

**УЭИМ – 20 – 300 - o'quv elektromexanik sinov mashinasi
(kam uglerodli po'lat namunani cho'zilish va siqilishda
deformatsiyalanishini aniqlashimiz mumkin)**

ISHNING MAQSADI

Materialni o'zilishga-
cha cho'zganda uning
holatini o'rganish, na-
munaning cho'zilish
diagrammasi va me-
xanik xarakteristika-
larini aniqlash.

Plastik, mo'rt, tarkib
tuzilishi bir xil va bir
xilmas materiallar
siqilganda ularni ho-
latiga qarab baholash.

**1. Cho'zilishda kam uglerodli po'latning deformatsiyalanish
diagrammasini tajribada aniqlash;**

**2. Cho'zilishda po'lat va alyuminiy qotishmalari
deformatsiyalanish diagrammalarini tajribada aniqlash.;**

**3. Siqilishda materialning deformatsiyalanish
diagrammasini tajribada aniqlash;**

4. Plastik materiallarni kesilishga sinash;

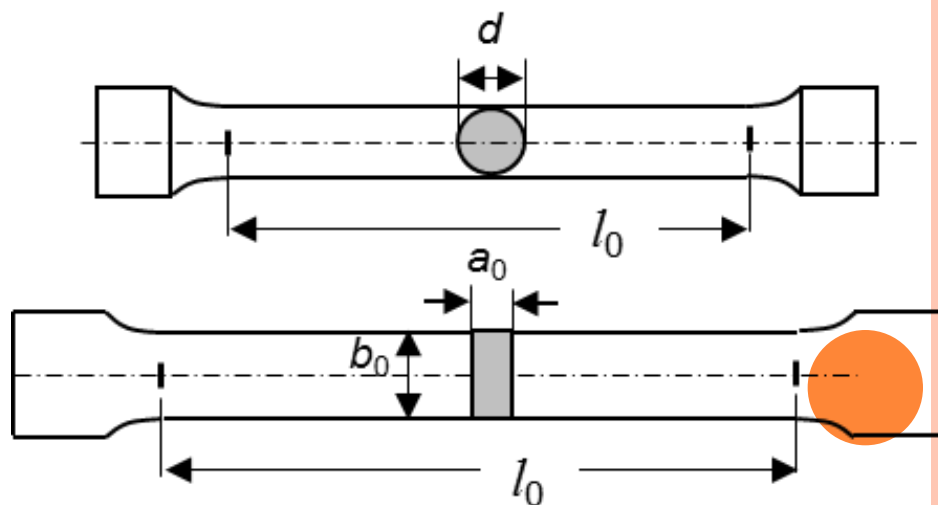
**5. Plastik materiallarni deformatsiya ta'sirida
bo'zilishga konsentratrlarning ta'sirini
eksperimental baholash.**

Turli xil materiallarni cho'zilish va siqilishga sinash

MAVZULAR

Po'lat namunani cho'zilishga sinash.

Turli material namunalarini siqilishga
sinash



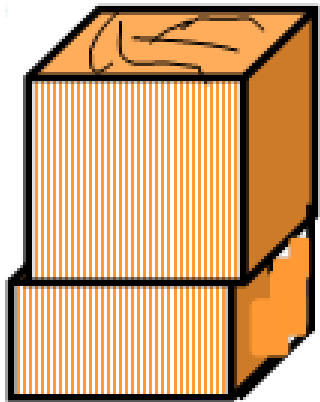
Turli xil materiallarni siqilishga sinash

D
A
R
S

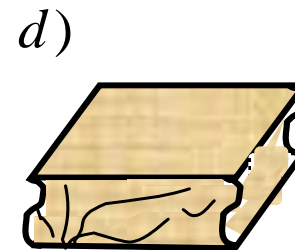
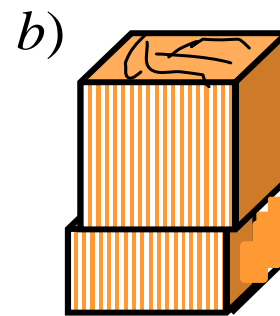
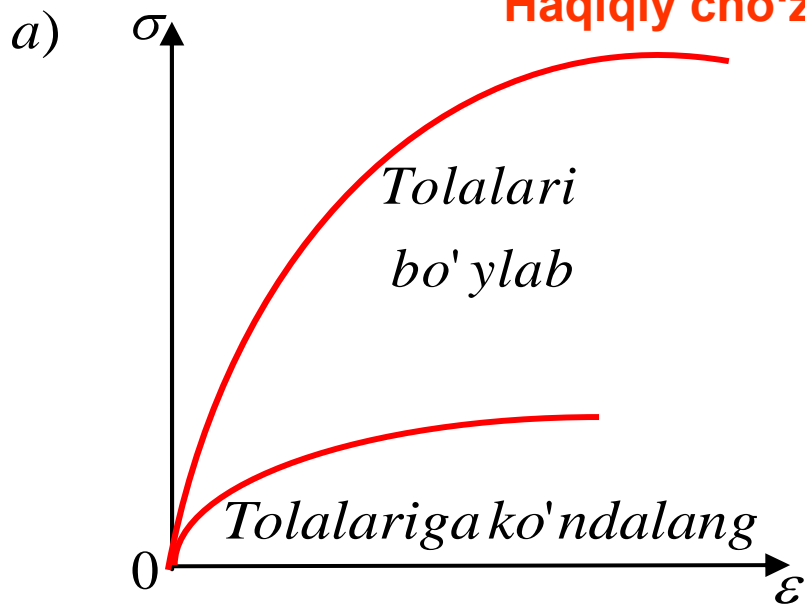
M
A
Q
S
A
D
I

1. Plastik, mo'rt va anizotrop materiallarning siqilishdagi mexanik xossalarini o'rganish

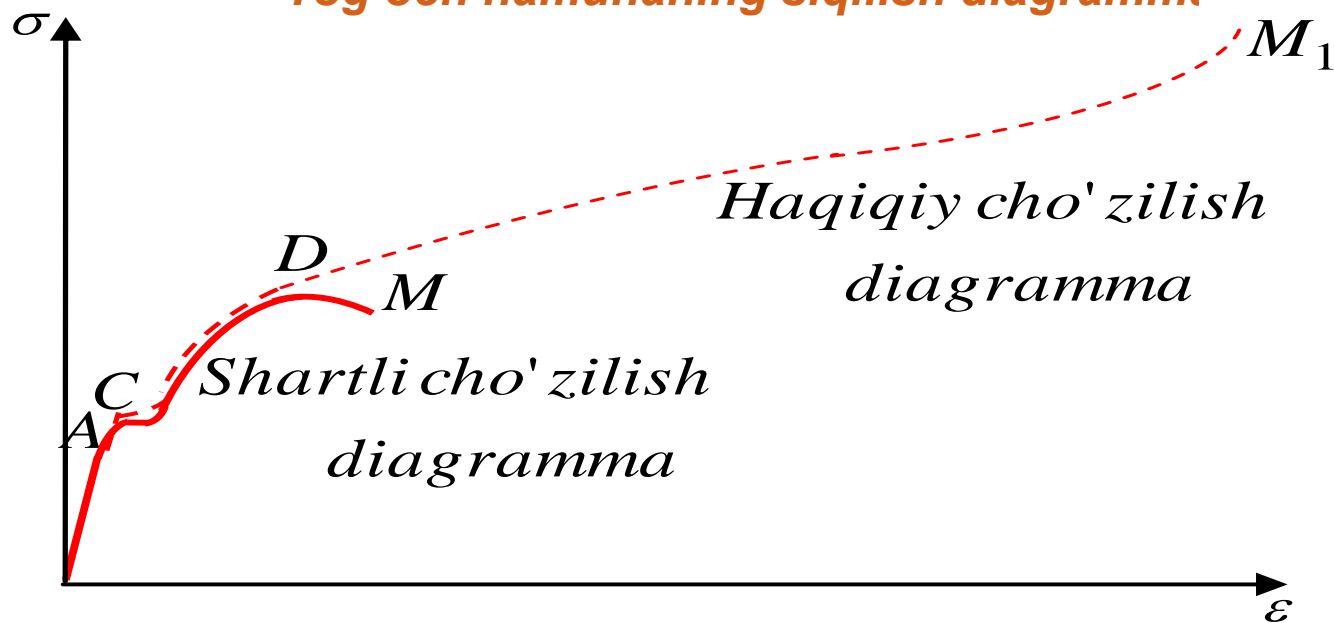
2. Sinalayotgan materiallarni siqilishdagi mustahkamlik chegaralarini aniqlash



Haqiqiy cho'zilish diagrammasi



Yog'och namunaning siqilish diagrammalari

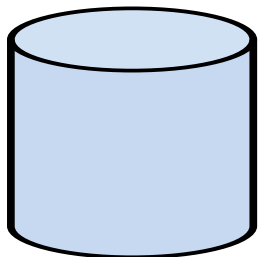


Po'lat 3 materialining shartli cho'zilish diagrammasi.

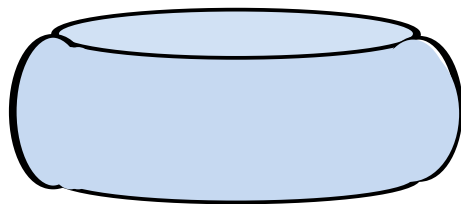


Materiallarni siqilishga sinash

a)



b)

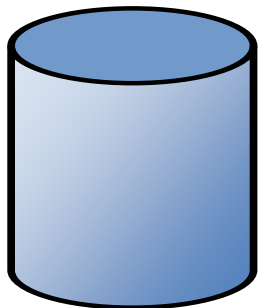


d)

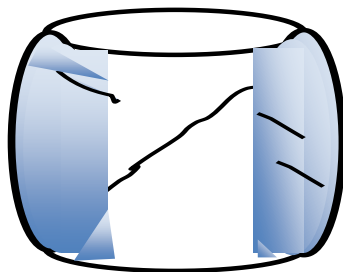


Po'lat namunaning siqilish jarayoni

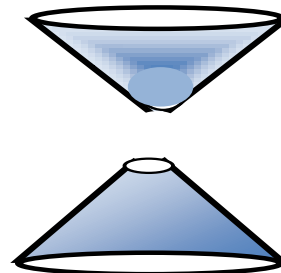
a)



b)

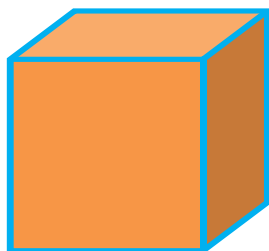


d)

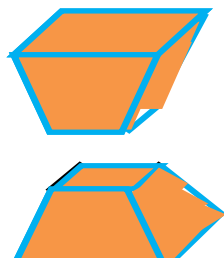


Cho'yan namunaning siqilish jarayoni

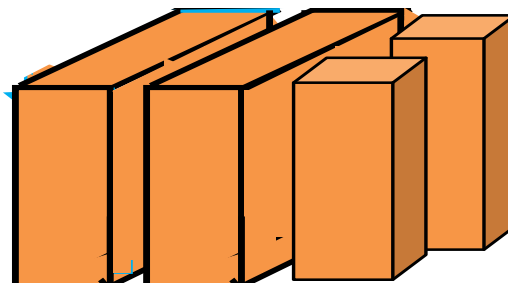
a)



b)

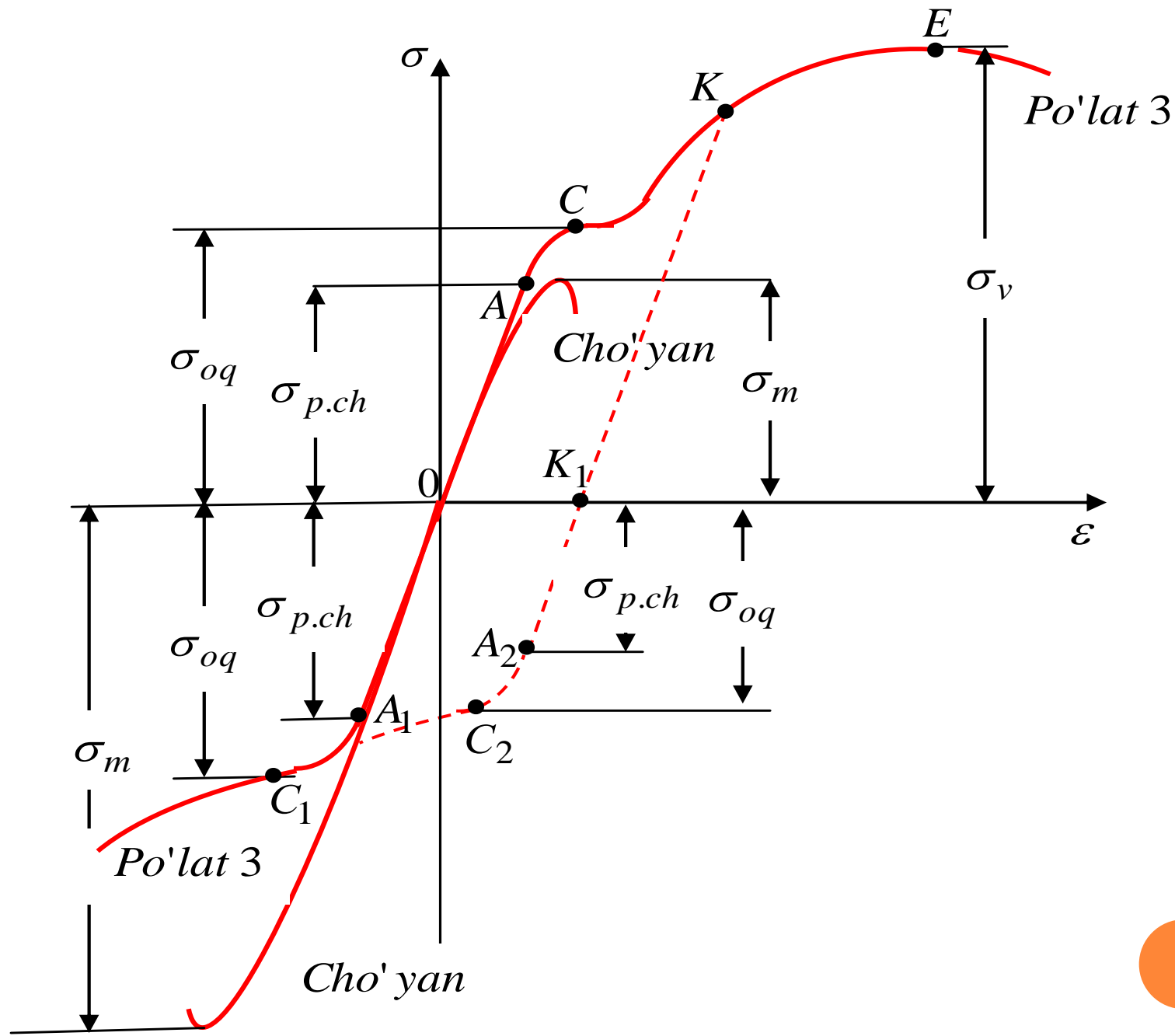


d)



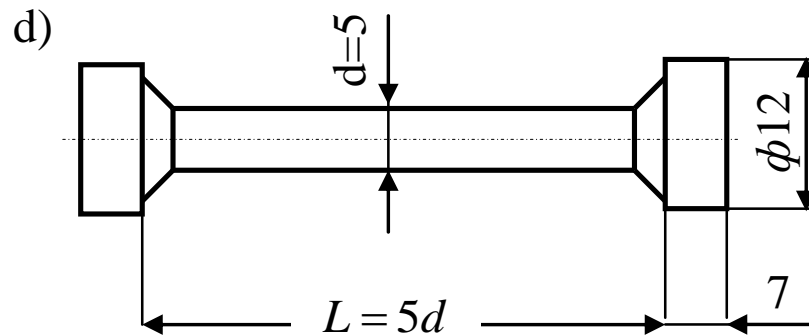
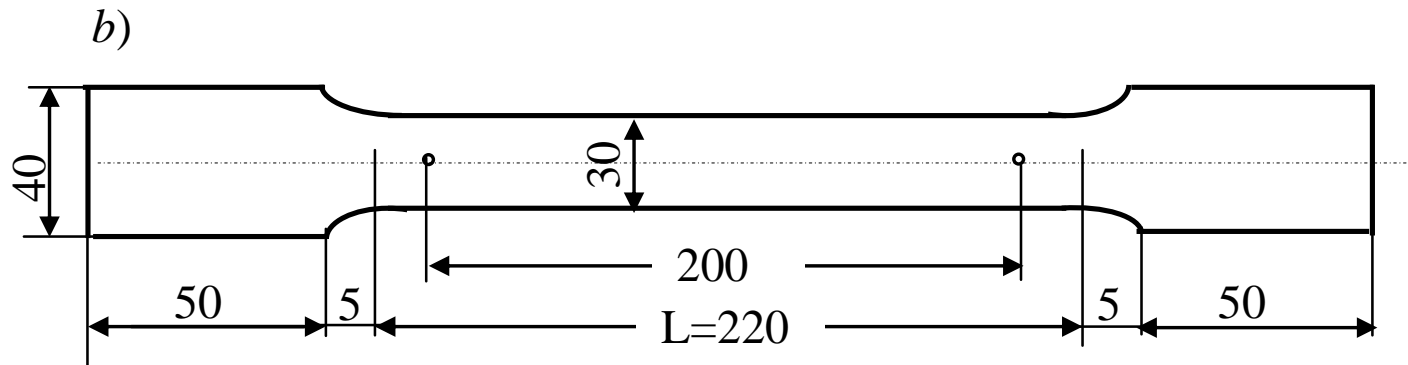
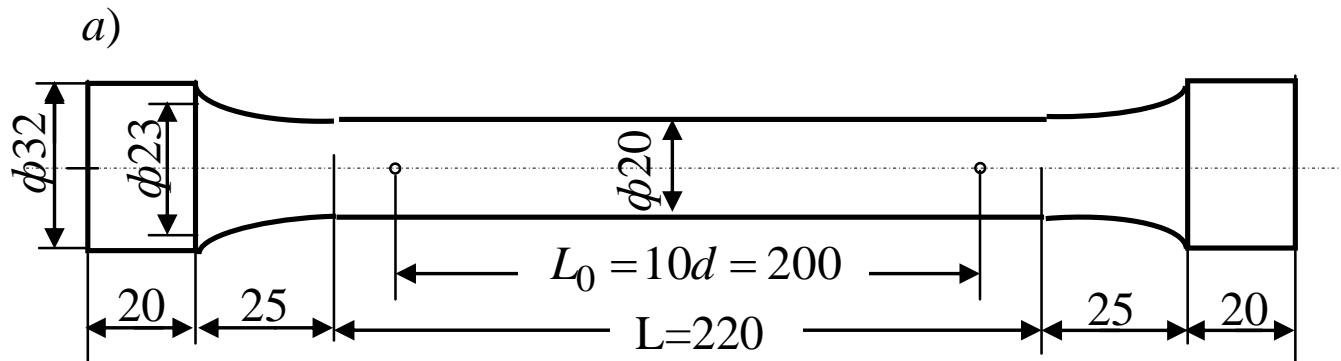
Beton namunaning siqilish jarayoni





Po'lat va cho'yan namunaning cho'zilish va siqilish diagrammalari.

3. Cho'zilishi diagrammasi.

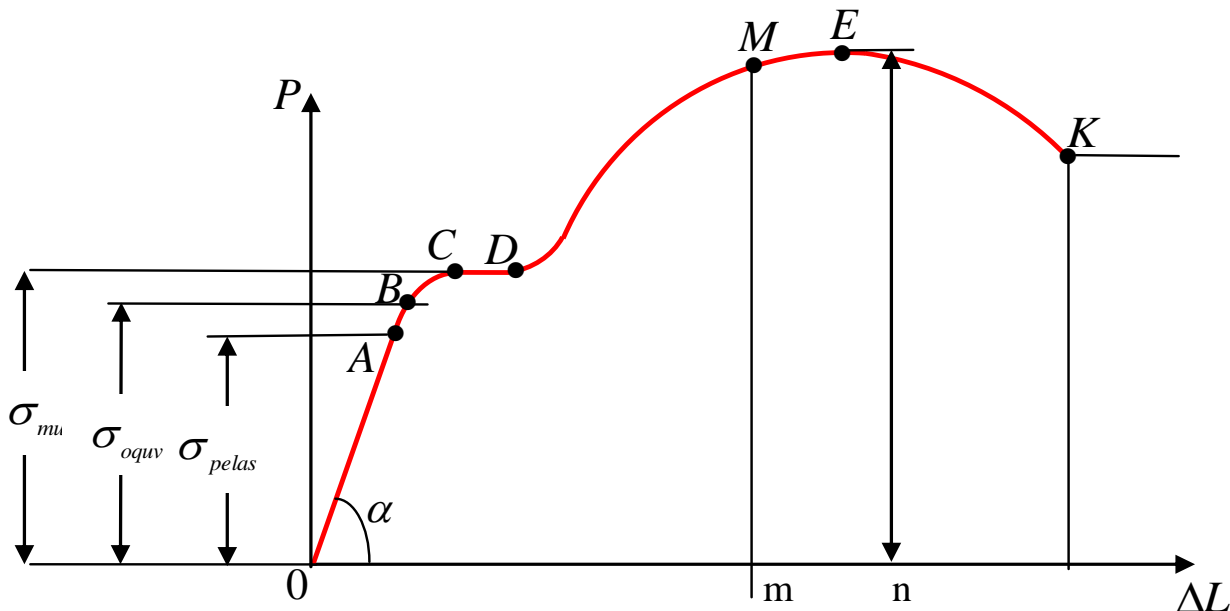


Keyin esa quyidagi munosabatlardan foydalanib, tekis namunalarning uzunligini ham aniqlash mumkin:

a) uzun tekis namunalar uchun: $L_0 = 10d \approx 11,3\sqrt{F_0}$;

b) qisqa tekis namunalar uchun: $L_0 = 5d \approx 5,65\sqrt{F_0}$.

Sinov mashinasining pastki va yuqori qisqichlariga namuna mahkam o'rnatilib, keyin cho'ziladi.



Kam uglerodli po'latning cho'zilishi diagrammasi.

Nazorat savollari va topshiriqlar:

1. Absolyut bo‘ylama cho‘zilishni izohlab bering?
- 2 Nisbiy bo‘ylama deformatsiyani izohlab bering?
- 3.Guk qonuni ta’riflang va matematik ifodasini izohlang?
4. Guk qonuning tajribada olingan ifodasini izohlab bering?
- 5.Cho‘zilish yoki siqilishda elastiklik moduli materialning qanday xususiyatini xarakterlaydi?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. M.Mirsaidov, P.J.Matkarimov, A.M.Godovannikov Materiallar qarshiligi: [Oliy o'quv yurtlari uchun darslik]. – T., “Fan va texnologiya”, 2010, - 412 bet.
2. Usmanqulov A.Q., Ismayilov K., Adilov O.K., Yaxshiboev Sh.R. Materiallar qarshiligi [Matn] (*o'quv qo'llanma I-qism*) /– Samarqand. – 2018. – 344 bet.
3. Usmanqulov A.Q., Ismayilov K., Adilov O.K., Yaxshiboev Sh.R. Materiallar qarshiligi [Matn] (*o'quv qo'llanma II-qism*) /– Samarqand. – 2019. – 320 bet.
4. Materiallar qarshiligi. A.F.Smironov taxriri ostida. Toshkent. «O'qituvchi»,1988.
5. K.M.Mansurov. Materiallar qarshiligi kursi. Toshkent. “O'qituvchi”, 1983.
6. M.T.O'rozboev "Materiallar qarshiligi kursi",Toshkent: O'qituvchi, 1979, 510 b.
7. B.Yuldoshev, Xazratqulov I. “Materiallar qarshiligi” fanidan hisob-grafik ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma. “TIQXMMI” MTU, 2022 y. 37 bet.
8. B.Yuldoshev, Sh.Xudaynazarov „Materiallar qarshiligi” fani bo'yicha laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma. “TIQXMMI” MTU, 2022 y. 75 bet.13



“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ
XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH
MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY TADQIQOT
UNIVERSITETI



E'TIBORINGIZ UCHUN RAHMAT!



**Yuldoshev Bakhtiyor
Shodmonovich**



**Mexanika va kompyuterli
modellash tirish kafedras i dotsenti**

+ 99871 237 09 81

Baxtiyor_yuldashev68@mail.ru