"TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO'JALIGINI MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI" MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI

Fan: **Materiallar qarshiligi**

Mavzu 13

MURAKKAB QARSHILIK (DEFORMATSIYA)

Yuldoshev Bakhtiyor Shodmonovich

Mexanika va kompyuterli modellashtirish kafedrasi dotsenti

Reja:

1.Murakkab qarshilik (Cho'zilish bilan egilishning birgalikdagi ta'siri. Qiyshiq egilish. Markaziy qo'yilmagan bo'ylama kuchning ta'siri).

2. Egilish bilan buralishning birgalikdagi ta'siri

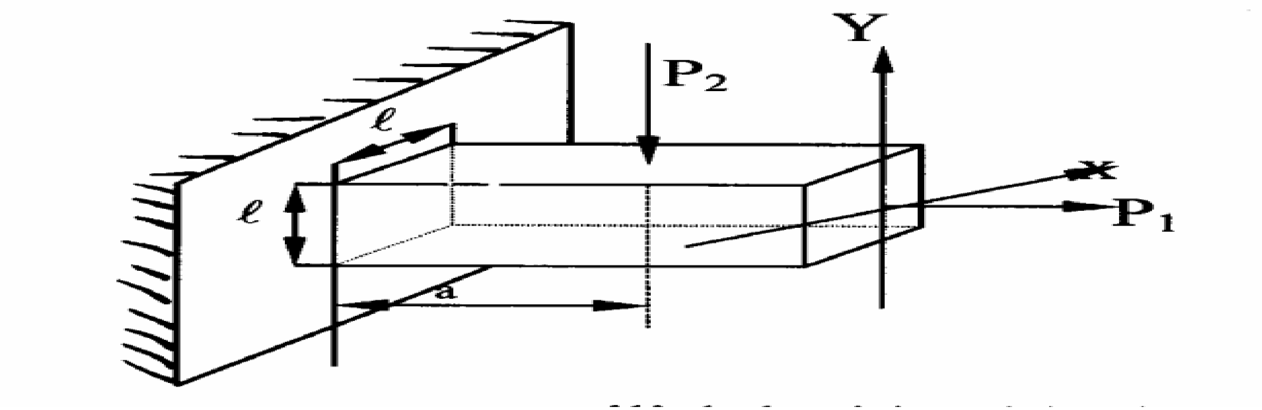
3. Mustahkamlik nazaryalari

Ikki yoki undan ortiq oddiy deformasiyalarning birga kelishiga MURAKKAB QARSHILIK (deformatsiya) deyiladi.

Amalda kesimda bitta ichki kuch hosil bo‘lish hollari juda kam uchraydi. Masalan, egilishda ko‘ndalang kesimlarda bir paytning o‘zida ichki kuchlar – eguvchi moment *M*, ko‘ndalang kuch *Q*, bo‘ylama kuch *N* hosil bo‘ladi. Ammo bu kuchlar ta’siridan hosil bo‘luvchi kuchlanishlarning jism mustahkamligiga ta’siri bir-biriga nisbatan solishtirib bo‘lmaydigan darajada bo‘lganligi sababli, hisoblashlarda bir qism kuchlar ta’siri hisobga olinmaydi.

Odatda murakkab qarshilik 3 ta asosiy ko‘rinishlarga ajratiladi – qiyshiq egilish, u ichki kuchlar eguvchi momenti ta’sir tekisligi ko‘ndalang kesim bosh markaziy inersiya o‘qlarining birortasiga ham mos kelmaganda ro‘y beradi, egilish va cho‘zilish (yoki siqilish)ning bir paytda sodir bo‘lishi, buning uchun sterjen ko‘ndalang kesimlarida ichki bo‘ylama *N* kuch va ichki kuchlar eguvchi momenti M_{eg} hosil bo‘lishi hamda ikkala omil tomonidan paydo bo‘luvchi normal kuchlanishlar miqdori darajasi bir xil, ko‘ndalang kesimlarda ichki kuchlarning eguvchi va burovchi momentlari bir vaqtda hosil bo‘lishidan paydo bo‘luvchi burilishli egilish.

Ikki yoki undan ortiq oddiy deformasiyalarning birga kelishiga MURAKKAB QARSHILIK (deformatsiya) deyiladi.



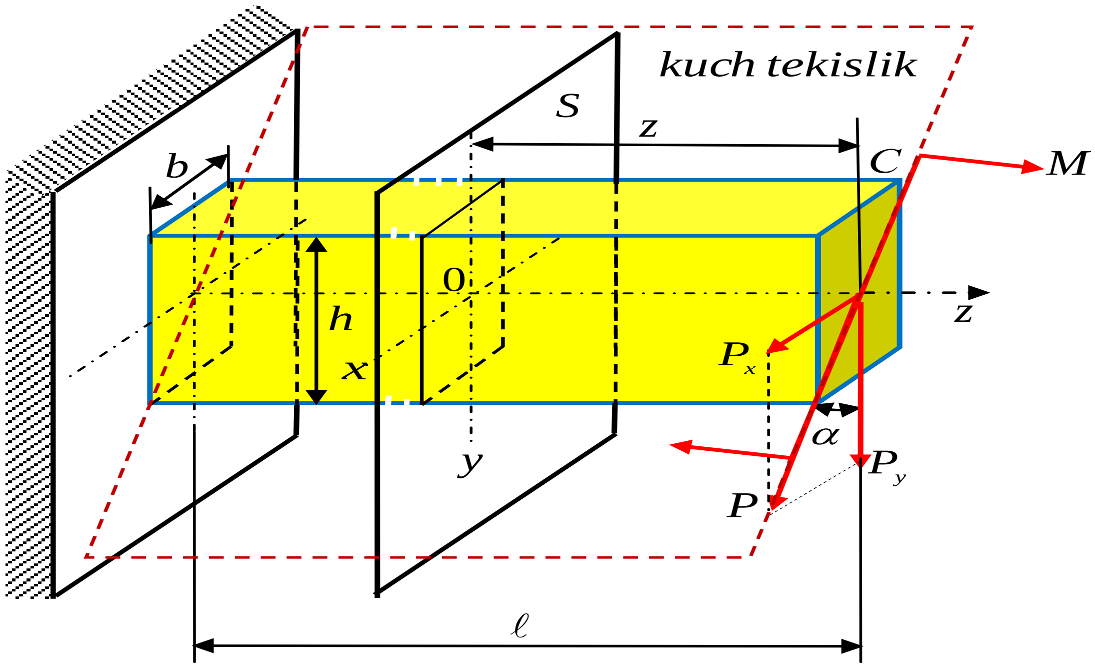
$$\sigma_1 = \frac{P_1}{F}$$ **- cho'zilishdagi kuchlanish**

$$\sigma_2 = \frac{M_{эг}}{W_x} = \frac{P_2 \cdot a}{W_x}$$ **- egilishdagi kuchlanish**

$$\sigma = \sigma_{chuz} + \sigma_{eg} = \pm \frac{P_1}{F} \pm \frac{M_{eg}}{W_x} \leq [\sigma]$$

Bu cho'zilish bilan egilish birga ta'sir qilgandagi kuchlanish tenglamasi.

Qiyshiq egilish



P kuchni koordinata o'qlari bo'yicha ikkita tashkil etuvchiga ajratamiz:

$$P_y = P \cdot \cos\alpha; \qquad P_x = P \cdot \sin\alpha$$

$$M_x = P_y \cdot Z = P \cdot \cos\alpha \cdot Z = M \cdot \cos\alpha$$

$$M_y = P_x \cdot Z = P \cdot \sin\alpha \cdot Z = M \cdot \sin\alpha$$

$$\sigma = \sigma_{Mx} + \sigma_{My} = \frac{M_x \cdot y}{I_x} + \frac{M_y \cdot x}{I_y}$$

$$\sigma = \frac{M_x \cdot y}{I_x} + \frac{M_y \cdot x}{I_y} = \frac{M_x}{\frac{I_x}{y}} + \frac{M_y}{\frac{I_y}{x}} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y}$$

$$\sigma = \pm\frac{M_x}{W_x} \pm \frac{M_y}{W_y} \le [\sigma]\left({kgk}/{sm^2} \right)$$

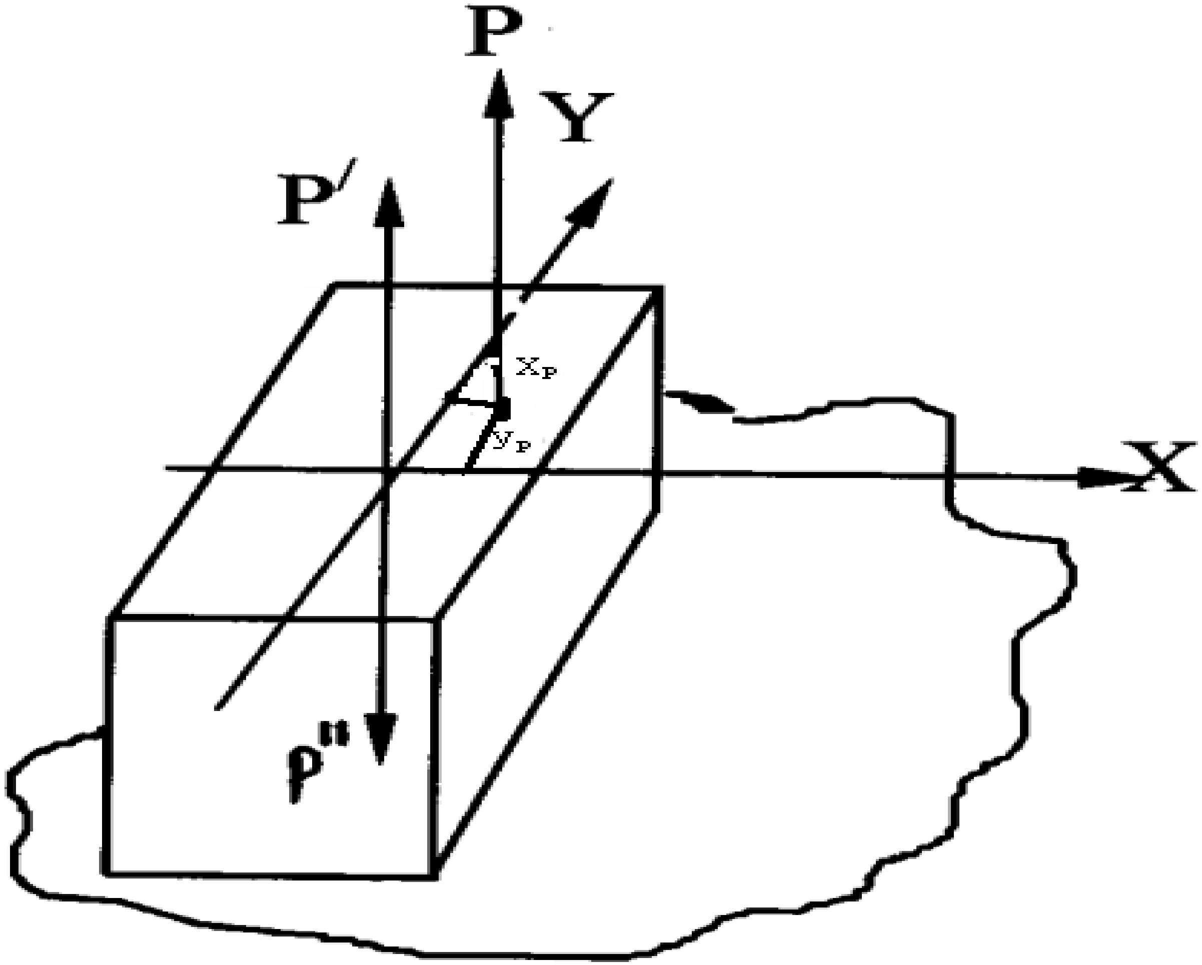
Bu qiyshiq egilishdagi mustaxkamlik shartidir.

$$\sigma_1 = +\frac{M_x}{W_x} - \frac{M_y}{W_y}; \qquad \sigma_3 = -\frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y};$$

$$\sigma_2 = +\frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y}; \qquad \sigma_4 = -\frac{M_x}{W_x} - \frac{M_y}{W_y};$$

Qiyshiq egilish ikkita oddiy egilishning yig'indisiga teng.

Markaziy qo’yilmagan bo’ylama kuchning ta’siri



a) P'- kuch ta’siridan sterjenda oddiy tuzilish bo’ladi.

b) $P = P''$ - juft kuch ta’siridan *X va Y* o’qlariga nisbatan ikkita eguvchi momentlar hosil bo’ladi, ya’ni:

$$M_y = P \cdot X_P; \qquad M_x = P \cdot Y_P$$

$$\sigma = \sigma_{P'} + \sigma_{My} + \sigma_{Mx} = \frac{P}{F} + \frac{M_y \cdot X}{I_y} + \frac{M_x \cdot Y}{I_x} =$$

$$\frac{P}{F} + \frac{P \cdot X_P \cdot X}{I_y} + \frac{P \cdot Y_P \cdot Y}{I_x} = \begin{bmatrix} i_x^2 = \frac{I_x}{F} \rightarrow I_x = i_x^2 \cdot F \\ i_y^2 = \frac{I_y}{F} \rightarrow I_y = i_y^2 \cdot F \end{bmatrix} =$$

$$= \frac{P}{F} + \frac{P \cdot X_P \cdot P}{i_y^2 \cdot F} + \frac{P \cdot Y_P \cdot Y}{i_x^2 \cdot F} = \frac{P}{F}\left(1 + \frac{X_P \cdot X}{i_y^2} + \frac{Y_P \cdot Y}{i_x^2}\right)$$

$$\sigma = \pm \frac{P}{F}\left(1 + \frac{X_P \cdot X}{i_y^2} + \frac{Y_P \cdot Y}{i_x^2}\right)$$

Bu markaziy qo'yilmagan bo'ylama kuch ta'sirida hosil bo'layotgan kuchlanish tenglamasi. Bu yerda: *Xp; Yp* - kuch qo'yilgan nuqtaning koordinatalari

X; Y - kuchlanish aniqlanayotgan nuqtaning koordinatalari

Bu tenglamani boshqacha ko'rinishda ham yozish mumkin.

$$\sigma = \frac{P}{F} + \frac{M_y \cdot X}{I_y} + \frac{M_x \cdot Y}{I_x} = \frac{P}{F} + \frac{M_y}{\frac{I_y}{x}} + \frac{M_x}{\frac{I_x}{y}} =$$

$$= \frac{P}{F} + \frac{M_y}{W_y} + \frac{M_x}{W_x};$$

$$\sigma = \pm\frac{P}{F} \pm \frac{M_y}{W_y} \pm \frac{M_x}{W_x} \le [\sigma]$$

Bu markaziy bo'lmagan cho'zilish, siqilishda mustaxkamlik sharti.

Neytral o'qning holatini aniqlash

$$0 = \frac{P}{F}\left(1 + \frac{X_P \cdot X_0}{i_y^2} + \frac{Y_P \cdot Y_0}{i_x^2}\right); \frac{P}{F} \neq 0$$

u holda:

$$\frac{X_P \cdot X_0}{i_y^2} + \frac{Y_P \cdot Y_0}{i_x^2} = -1$$

Mana shu tenglama neytral o'qning tenglamasidir.

Tenglamadan ko'rinib turibdiki neytral o'q shaklning og'irlik markazidan o'tmas ekan.

Bu tenglamadan neytral o'q koordinatalarini aniqlash mumkin:

1) agar $X_P = 0$ bo'lsa $\frac{Y_P Y_0}{i_x^2} = -1$ bo'ladi $Y_0 = -\frac{i_x^2}{Y_P}$

2) agar $Y_P = 0$ bo'lsa $\frac{X_P \cdot X_0}{i_y^2} = -1$ bo'ladi $X_0 = -\frac{i_y^2}{X_P}$

Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki:

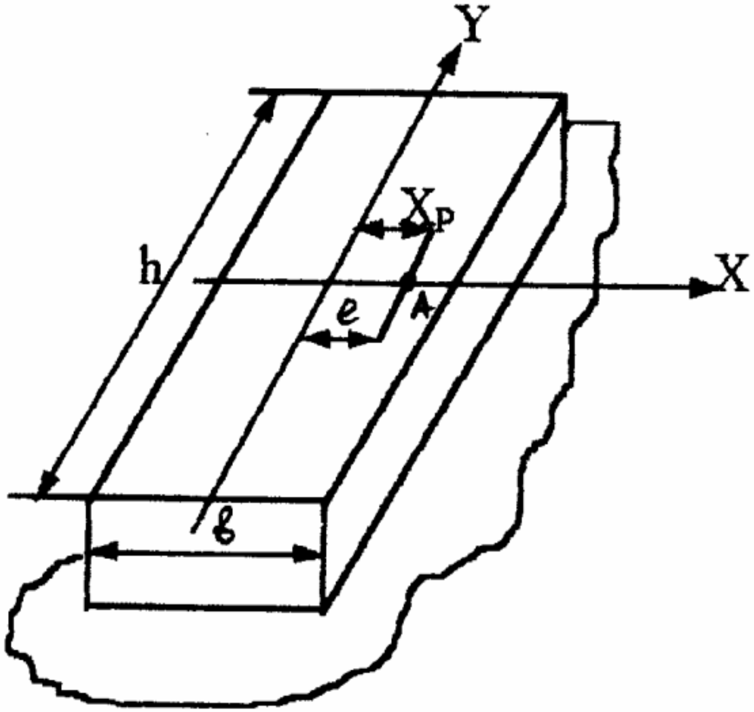
a) Kuch va neytral o'q qarama-qarshi choraklarda yotdi.

b) Agar kuch markazga yaqin qo'yilgan bo'lsa neytral o'q markazdan uzoqlashadi va aksincha uzoqlashsa neytral o'q markazga yaqinlashadi.

v) agar kuch bosh o'qlardan biriga qo'yilgan bo'lsa neytral o'q shu perpendikulyar bo'lib o'tadi.

g) neytral o'qning holati kuchning miqdoriga bog'liq emas

NAVE TENGLAMASI



Nave tenglamasidan quyidagi shartlar bajarilgandagina foydala-nish mumkin:

1) Ko'ndalang qirqim yuzasi to'g'ri-to'rtburchak bo'lganda.

2) Kuch qo'yilgan nuqta simmetrik o'qlardan birining ustida yotganda.

3) *Max. min.* kuchlanishlarning miqdorini aniqlayotganda.

$$\sigma_{\substack{max\\min}} = \pm\frac{P}{F}\left(\pm\frac{6\cdot e}{b}\right) \le [\sigma]$$

- bu Nave tenglamasidir

e **- ekssentrisitet**

$$\sigma = \frac{P}{F} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y};$$

$$\sigma = \frac{P}{F} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{P}{F} + \frac{P\cdot X_P\cdot 6}{hb^2} = \frac{P}{F}\left(1+\frac{6\cdot e}{b}\right)$$

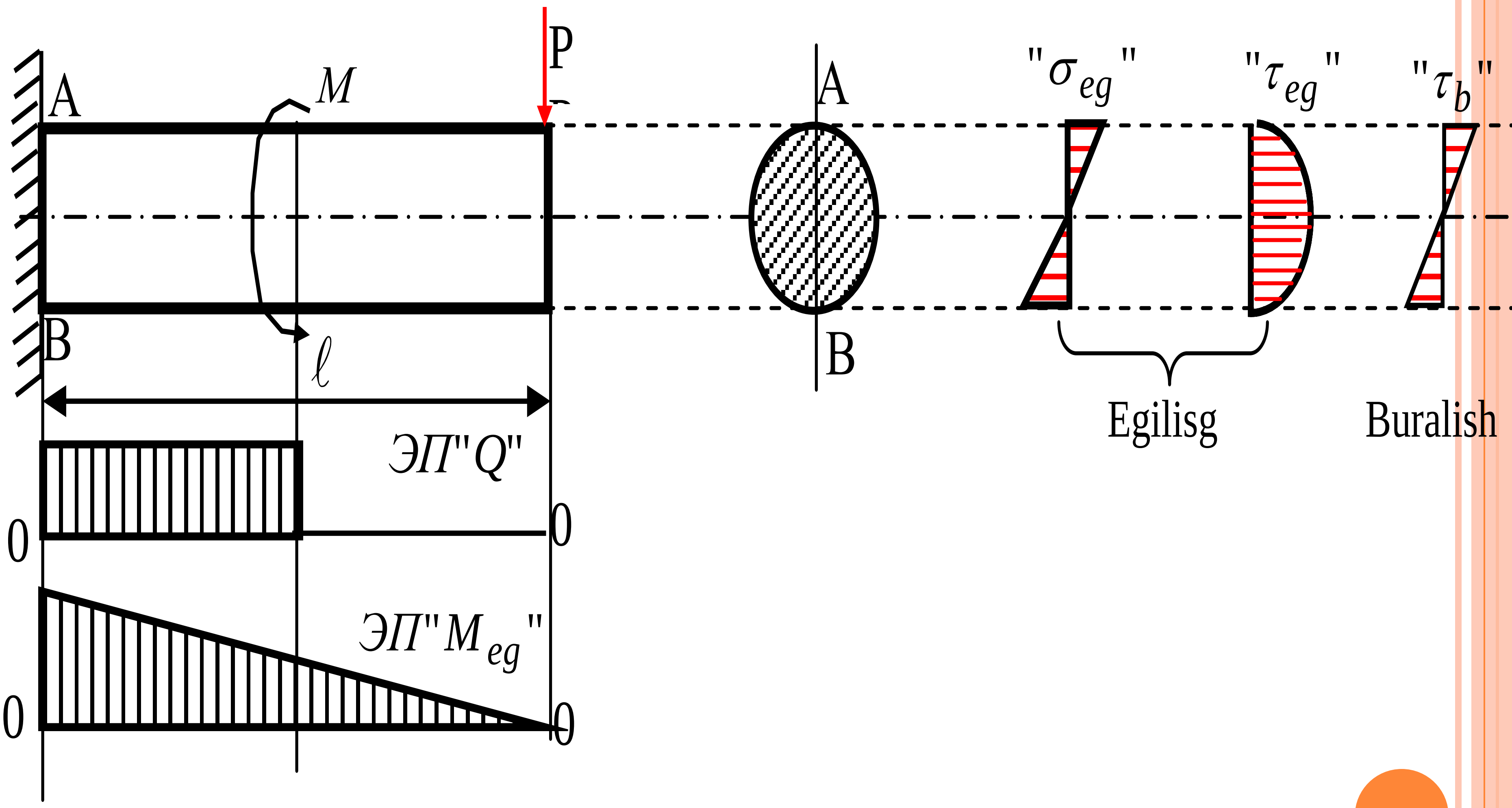
$$\sigma_{\substack{max \\ min}} = \pm \frac{P}{F}\left(\pm \frac{6 \cdot e}{b} \right) \leq [\sigma]$$ - **bu Nave tenglamasidir**

***e* - ekssentrisitet**

$$\sigma = \frac{P}{F} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y};$$

$$\sigma = \frac{P}{F} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{P}{F} + \frac{P \cdot X_P \cdot 6}{hb^2} = \frac{P}{F}\left(1 + \frac{6 \cdot e}{b}\right)$$

2. Egilish bilan buralishning birgalikdagi ta'siri



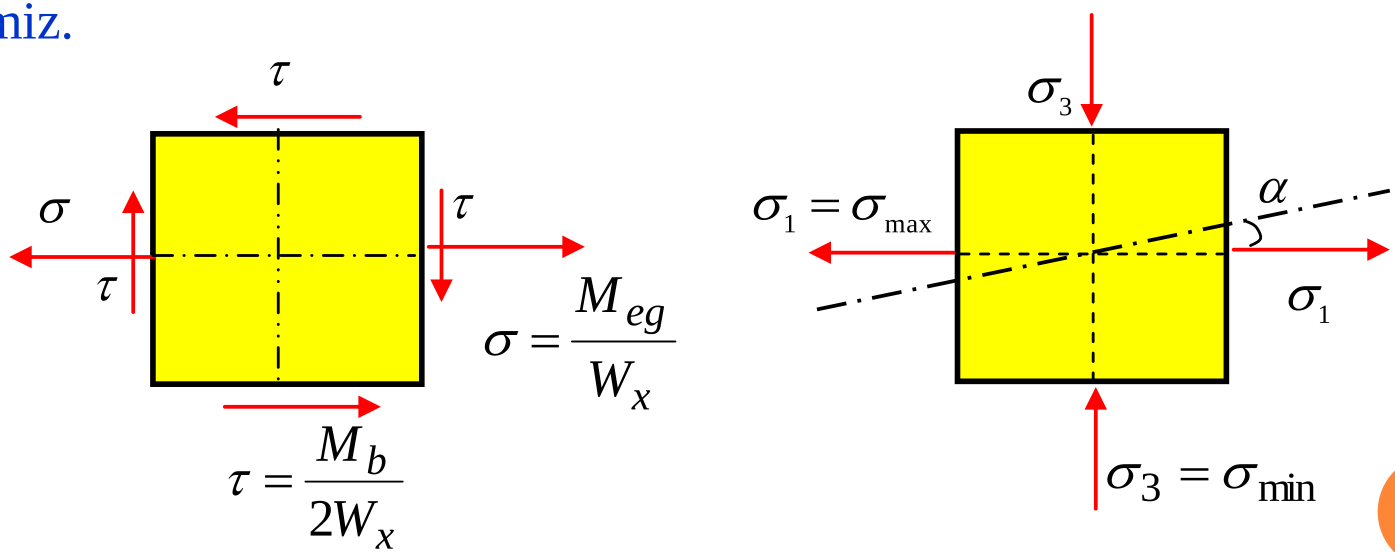
a) Eguvchi moment epyurasini qurish lozim.

Agar egilish ikkita tekislik bo’yicha hosil bo’layotgan bo’lsa, u holda shu ikkala tekislik bo’yicha eguvchi momentlar epyuralari quriladi va quyidagi tenglamadan foydalanib,

$$M_{eg}^{\Sigma} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$$ summarniy eguvchi moment epyurasi quriladi.

b) Burovchi moment epyurasi quriladi.

Chizmadagi misolda xavfli qirqim balka mahkam qistirilgan qismidadir, ya’ni A va B nuqtalarda eng katta eguvchi momentlarning eng katta qiymati o’sha yerda. A nuqtadan elementar maydoncha ajratib olib uning kuchlanganlik holatini ko’rib chiqamiz.



Baldan ajratib olingan element.

Bu element tekis kuchlanganlik holatida bo'lganligi uchun bosh kuchlanish tenglamasi quyidagicha

Valning materiali plastik bo'lgani uchun uchinchi, to'rtinchi mustahkamlik nazariyalaridan foydalanib egilish bilan buralishning birgalikdagi ta'siridan hosil bo'ladigan kuchlanishning tenglamasini keltirib chiqaramiz.

Uchinchi mustahkamlik nazariyasiga asosan:

$$\sigma^{III} = \sigma_1 - \sigma_3 \le [\sigma];$$

$$\sigma^{III} = \left(\frac{\sigma}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}\right) - \left(\frac{\sigma}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}\right) = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2};$$

$$\sigma^{III} = \sqrt{\left(\frac{M_{eg}}{W_x}\right)^2 + 4\left(\frac{M_\delta}{2W_x}\right)^2} = \frac{\sqrt{M_{eg}^2 + M_\delta}}{W_x};$$

$$\sigma^{III} = \frac{\sqrt{M_{eg}^2 + M_б}}{W_x} \le [\sigma]$$

- bu egilish va buralishdagi kuchlanish tenglamasi

To’rtinchi mustahkamlik nazariyasidan foydalanib:

$$\sigma^{IV} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_3} \le [\sigma]$$

Bu yerga σ_1, σ_3 ning qiymatlarini qo’yib, soddalashtirish natijasida quyidagini hosil qilamiz:

$$\sigma^{IV} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{\left(\frac{M_{eg}}{W_x}\right)^2 + 3\left(\frac{M_\delta}{2W_x}\right)^2} = \frac{\sqrt{M_{eg}^2 + 0{,}75M_\delta^2}}{W_x} \le [\sigma]$$

3. Mustahkamlik gipotezalari to‘g‘risida umumiy tushuncha

Birinchi mustahkamlik nazaryasi - murakkab kuchlanish holatidagi jismning chegaraviy holati, unda hosil bo‘ladigan eng katta normal kuchlanish, shu jism materialidan yasalgan oddiy namunani cho‘zishi(siqishi)dagi chegaraviy holatiga tegishli bo‘lgan normal kuchlanishga etganda boshlanadi degan gipotezaga asoslanadi. Bu nazariya G.Galiley nomi bilan bog‘liq bo‘lib, eng katta normal kuchlanish nazariyasi deb ataladi. Eng katta normal kuchlanishni ekvivalent kuchlanishga teng deb, chegaraviy holatning boshlanish sharti matematik ifodasi quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$\sigma_{ekv,I} = \sigma_1 = \sigma_0^{ch}; \qquad \sigma_{ekv,I} = \sigma_1 = \sigma_0^{sq}$$

bu yerda: σ_1 - tekshiralayotgan kuchlanish holati uchun bosh kuchlanishlardan eng kattasi;

$\sigma_0^{ch}; \sigma_0^{sq}$ - tegishlicha chiziqli cho‘zilish, siqilish uchun tajribadan olingan chegaraviy kuchlanish.

Eng katta normal kuchlanish nazariya bo‘yicha mustahkamlik sharti quyidagicha ifodalanadi: $\sigma_{ekv,I} = \sigma_1 < \gamma_s R_{ch}; \qquad \sigma_{ekv,I} = \sigma_1 < \gamma_s R_{sq}$

bu yerda: γ_s - ish sharoiti koeffitsienti;

R_{ch}; R_{sq} - oddiy cho‘zilish va siqilishdagi hisobiy qarshilik.

Bu nazariyaning asosiy kamchiligi shundan iboratki, unda ikkita bosh kuchlanishlar σ_1, σ_2 va plastik deformatsiya hosil bo‘lishi hisobga olinmaydi. Bu kuchlanishlar material mustahkamligiga katta ta’sir ko‘rsatadi. Masalan, barcha tomonlari bo‘yicha tekis (gidrostatik) siqilgan sement kubik mustahkamlik chegarasidan bir necha marta katta bo‘lgan kuchlanishga emirilmasdan qarshilik ko‘rsata oladi. Bunday sharoitda boshqa materiallar ham o‘zini shunday tutadi. Eng katta normal kuchlanish nazariyasi eksperement natijalarida o‘z tasdig‘ini topmadi. Bu nazariya mo‘rt materiallarni cho‘zishga sinashda qoniqarli natja beradi. Mo‘rt materialni cho‘zganda sezilarli plastik deformatsiya hosil bo‘lmasdan emiriladi. Eng katta normal kuchlanish nazariyadan hozirgi davrda foydalanilmaydi, u faqat tarixiy ahamiyatga ega.

Ikkinchi mustahkamlikning nazariyasi murakkab kuchlanish holatidagi jismning chegaraviy holati unda hosil bo‘ladigan eng katta chiziqli deformatsiya, shu jism materialidan yasalgan oddiy namunani cho‘zishi (siqishi) dagi chegaraviy holatiga tegishli bo‘lgan chiziqli deformatsiyaga etganda boshlanadi degan gipotezaga asoslanadi.

Bu nazariya *eng katta cho‘zilish nazariyasi* degan nom oldi.

Bosh deformatsiyalar $\varepsilon_1 > \varepsilon_2 > \varepsilon_3$ bo‘lganida hajmiy kuchlanish holati uchun qabul qilingan gipotezaga javob beruvchi umumiy shart quyidagicha yoziladi:

$$\varepsilon_{ekv,II} = \varepsilon_1 = \varepsilon_0^{ch}; \qquad \varepsilon_{ekv,II} = \varepsilon_1 = \varepsilon_0^{sq}$$

bu yerda, ε_1 - tekshirilayotgan kuchlanish holatidagi eng katta cho‘zilish yoki siqilish deformatsiya; $\varepsilon_0^{ch}, \varepsilon_0^{sq}$ - tegishlicha bir o‘qli cho‘zilishga sinash tajribasidan olingan nisbiy cho‘zilish va siqilishning chegaraviy qiymatlari.

Tekis kuchlanish holati uchun bosh kuchlanishlar ifodasidan foydalanib, quyidagi shartni yozish mumkin:

$$\sigma_{ekv,II} = \frac{1-2\mu}{2}\left(\sigma_x + \sigma_y\right) + \frac{1+\mu}{2}\sqrt{\left(\sigma_x + \sigma_y\right)^2 + 4\tau_{zy}^2} \le R.$$

Ikkinchi nazariyaning birinchisidan afzalligi shundaki, unda barcha bosh kuchlanishlar ta’siri hisobga olinadi.

Mo‘rt materiallar (beton, tosh) ning bosim beriladigan toretslariga yog‘ yoki parafin surtib, oddiy siqilishda emirilishini bu nazariya yordamida tushuntirish mumkin. Bunda materialda siquvchi kuchlarga parallel darzlar paydo bo‘ladi va u emiriladi. Bu, namuna o‘qiga perpendikulyar yo‘nalishda materialning kengayishiga imkon beruvchi chiziqli deformatsiyalarning o‘sishi bilan tushuntiriladi.

Birinchi nazariya kabi ikkinchisi ham tajriba natijalari bilan etarli darajada tasdiqlanmaydi, mo‘rt materiallar uchun ko‘proq qo‘l keladi.

Uchunchi mustahkamlikning nazariyasi murakkab kuchlanish holatidagi jismning chegaraviy holati unda hosil bo‘ladigan eng katta urinma kuchlanish, shu jism materialidan yasalgan oddiy namunani cho‘zishi (siqishi) dagi chegaraviy holatiga tegishli bo‘lgan urinma kuchlanishga etganda boshlanadi degan gipotezaga asoslanadi.

Bu nazariya eng katta urinma kuchlanish nazariyasi deb ataladi.

Plastik deformatsiyalar jarayonida siljish va unga mos keluvchi urinma kuchlanishlar ham paydo bo‘lishi tajriba asosida tasdiqlangan, shuning uchun qabul qilingan gipotezani sezilarli plastik deformatsiyalar bilan bog‘lash mumkin.

Ushbu nazariya asosida chegaraviy holat boshlanishning umumiy sharti quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\tau_{\max} < \tau_0 .$$

bu yerda, $\tau_{\max}$ - tekshirilayotgan kuchlanish holati uchun eng katta urinma kuchlanishning hisobiy qiymati;

τ_0 - oddiy cho‘zilishga o‘tkaziladigan tajribadan aniqlanadigan urinma kuchlanishning chegaraviy qiymati.

Misol:

Quyidagi ma'lumotlarga ko'ra valning diametri aniqlansin (1-shakl, a). birinchi shkiv diametri $D_1=0,840\ m$ bo'lib, uni quvvati $N=7ot.k$ bo'lgan motor aylantiradi. Ikkinchi shkivning diametri $D_2=0,500\ m$, bo'lib u o'sha quvvat bilan ishlovchi stanokka ulangan. Shkivlar orasidagi masofalar: $a=25sm$, $b=40sm$ va $s=35sm$. Birinchi shkivga o'ralgan tasma tarmoqlarining gorizont bilan tashkil qilgan burchagi $\alpha_1=300$, ikkinchi shkiv tasmasining gorizont bilan tashkil qilgan burchagi $\alpha_2=450$. Shkivning og'irligi $Q_1=1000N$ *va* $Q_2=800N$ bo'lib, val

$120\frac{\text{ayl}}{\text{min}}$ tezlik bilan aylanadi. Valning egilishi uchun ruxsat etilgan kuchlanish

$$[\sigma]=6\cdot 10^7\frac{\text{H}}{\text{m}^2};\qquad T=2t.$$

Yechish:

Birinchi va ikkinchi shkivlar orasidagi hosil bo'lgan burovchi momentni valga uzatayotgan quvvat va uning aylanish soni orqali topamiz:

$$M_b = 716{,}20\frac{N}{n} = 716{,}20\frac{7}{120} = 420\,N\,m.$$

Shu holda

$$\left(T_1 - t_1\right).\frac{D_1}{2} \quad \text{yoki} \quad t_1\frac{D_1}{2} = M_b, \quad t_1 = \frac{2M_b}{D_1} = \frac{2\cdot 4200}{84\cdot 10^{-2}} = 1000\,N$$

$$T_1 = 2t_1 = 2000\,N, \quad P = 3t_1 = 3\cdot 1000 = 3000\,N.$$

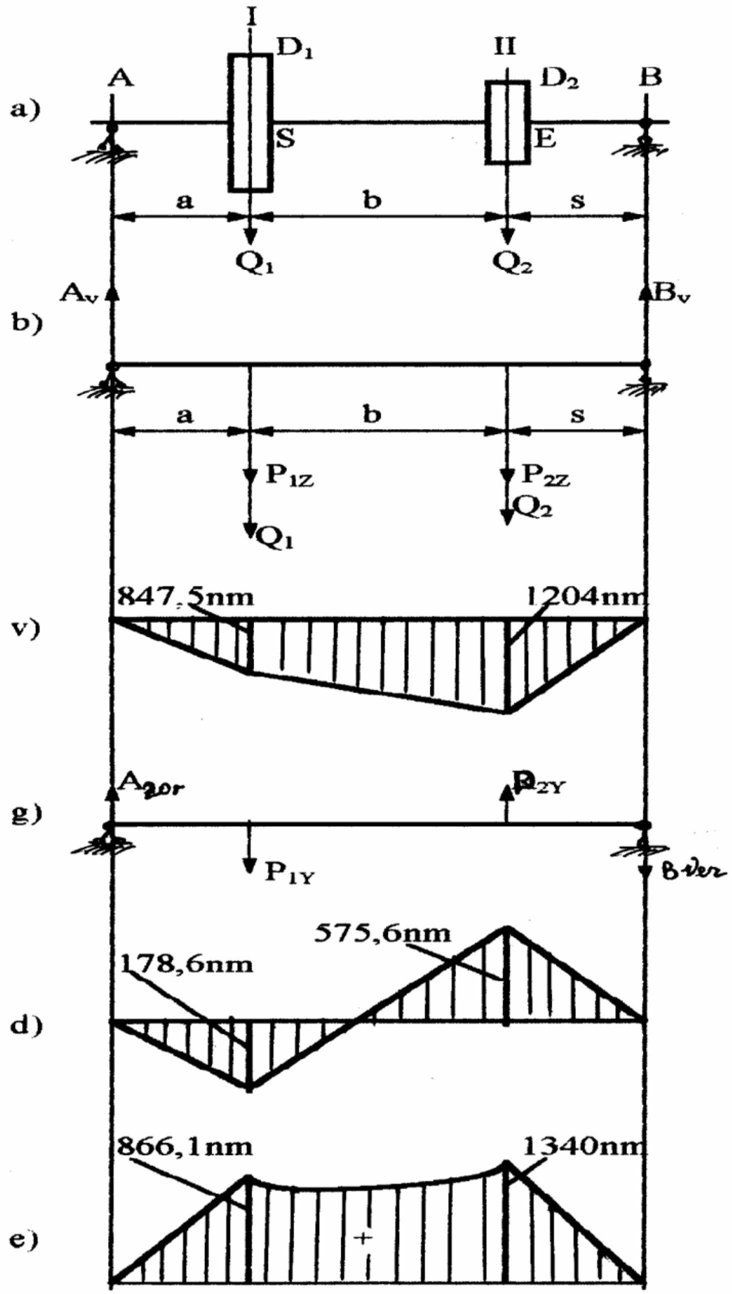
Xuddi shuningdek:

$$T_2 = \frac{2M_b}{D_2} \frac{2 \cdot 420}{50 \cdot 10^{-2}} = 1680\,\text{N}, \quad T_2 = 2t_2 = 3360\,\text{N}, \quad P_2 = 3t_2 = 5040\,\text{N}.$$

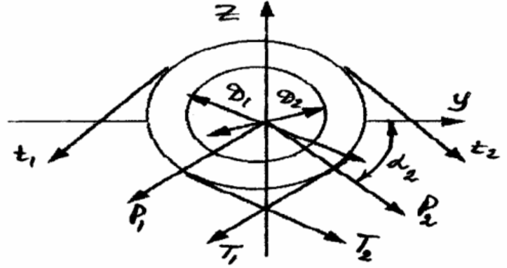
Tasmalar *oy va oz* o'qlar bilan burchak tashkil qilinganligidan, P_1 *va* P_2 larni koordinata o'qlari bo'yicha ajratamiz:

$$P_{1(z)} = P_1 \cos 30^0 = 3000 \frac{\sqrt{3}}{2} = 2600\,\text{N}. \quad P_{2(z)} = P_1 \cos 60^0 = 3000 \frac{1}{2} = 1500\,\text{N}$$

$$P_{2(y)} = P_{2(z)} = P_2 \cdot \cos 45^0 = 5040 \frac{\sqrt{2}}{2} = 3530\,\text{N}.$$



a)
b)
v)
g)
d)
e)
A
B
I
II
D1
D2
S
E
a
b
s
Q1
Q2
Av
Bv
P1Z
P2Z
847,5nm
1204nm
P1Y
P2Y
178,6nm
575,6nm
866,1nm
1340nm



1-shakl

Endi, yuklar sxemasini vertikal va gorizontal tekisliklarda ko'rsatamiz. *(1-shakl, b, g).* Vertikal tekislikdagi yuklar sxemasidan *(1-shakl, b)* ko'rinadiki, yuklarning hammasi bir tomonga, gorizontal tekisligidagi esa qarama-qarshi tomonga yo'nalgan *(1-shakl, g).* Vertikal tekislikda ko'ndalang kuchlar ta'siridan tayanch reaksiyalarini aniqlaymiz:

$$\sum{}^{M} B = A_{ver} \cdot (a + b + s) - (P_{lz} + Q_1)(b + s) - (P_{2z} + Q_2) \cdot s = 0$$

$$bundan\, A_{ver} = 3390\, N$$

A nuqtaga nisbatan moment olib, *Vver=3440N* ni topamiz *S va E* nuqtalardagi eguvchi momentlarni topamiz:

$$\mathrm{M_s = A_B \cdot a = 10^{-1}(339 \cdot 25) = 847{,}5\, Nm,}$$

$$\mathrm{M_E = -B_B \cdot s = 10^{-1}(344 \cdot 35) = 1204{,}0\, Nm.}$$

Bu ma'lumotlarga ko'ra chizilgan eguvchi moment epyurasi (*1-shakl, v)* da ko'rsatilgan.

Endi gorizontal tekislikda yo'nalgan kuchlar uchun tayanch reaksiyalarini aniqlaymiz *(1-shakl, g)*:

$$A_{top} = 714{,}5\,N, \quad B_{top} = 1644{,}5\,N.$$

S va E nuqtalardagi eguvchi momentlarni aniqlaymiz:

$$M_s = A_{tor} \cdot a = \frac{1}{10} \cdot 71{,}45 \cdot 25 = 178{,}6\,Nm$$

$$M_E = B_{tor} b = -\frac{1}{10} \cdot 164{,}45 \cdot 35 - = -575{,}6\,N \cdot m.$$

Bu ma'lumotlarga asosan chizilgan gorizontal tekislikdagi eguvchi moment epyurasi *(1-shakl, d)* da ko'rsatilgan. Endi vertikal va gorizontal tekislikdagi *S va E* nuqtalarning eguvchi momentlarning geometrik yig'indilarini topamiz:

$$M_{s,e} = \sqrt{(847{,}5)^2 + (178{,}6)^2} = 866{,}1\,\mathrm{Nm},$$

$$M_{E,e} = \sqrt{(1204{,}0)^2 + (-575{,}6)^2} = 1340{,}0\,\mathrm{N\cdot m}.$$

III nazariyaga ko’ra keltirilgan momentni aniqlaymiz:

$$M_{kel} = \sqrt{M_{Ee}^2 + M_b^2} = \sqrt{(1340{,}0)^2 + (420{,}0)^2} = 1410{,}0\,\mathrm{N\cdot m}$$

Qarshilik momenti:

$$W_y = 0{,}1d^3 = \frac{M_{kel}}{[\sigma]} = \frac{1410}{600\cdot 10^5} = 23{,}5\cdot 10^6\ \mathrm{m}^3$$ bo’ladi. Bundan:

$$d = \sqrt[3]{2{,}35\cdot 10^6} = 6{,}34\cdot 10^{-2}\ \mathrm{m}$$

kelib chiqadi. Valning diametrini *d=7 sm* qilib olamiz.

Nazorat savollari va topshiriqlar:

1.Qanday murakkab qarshilik markaziy bo‘lmagan siqilish deb ataladi?

Markaziy bo‘lmagan siqilish va cho‘zilishda normal kuchlanish qanday formula bilan ifodalanadi?

2.Markaziy bo‘lmagan siqilish va cho‘zilishda neytral o‘q holati qanday formula bilan ifodalanadi?

3.Markaziy bo‘lmagan siqilish va cho‘zilishda kesimning og‘irlik markazida normal kuchlanish nimaga teng?

4.Markaziy bo‘lmagan siqilish va cho‘zilishda mustahkamlik sharti ifodasini izohlab bering?

5.Kesim yadrosi nima?

6.Kesim yadrosi qanday quriladi?

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.Smirnov 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.18

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

E'TIBORINGIZ UCHUN RAHMAT!

Yuldoshev Bakhtiyor Shodmonovich

Mexanika va kompyuterli modellashtirish kafedrasi dotsenti

☎+ 99871 237 09 81

✉ Baxtiyor_yuldashev68@mail.ru