



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



Fan: Materiallar qarshiligi

**Mavzu
10**

**Balkalarning egilishi haqidagi
umumiy mulohazalar**



**Yuldoshev Bakhtiyor
Shodmonovich**



**Mexanika va kompyuterli
modellashtirish kafedrasida dotsenti**

Reja:

1. Umumiy qoidalar.
2. Tayanch turlari va reaksiya kuchlari.
3. Eguvchi moment va kindalang kuchning ishoralari.

Umumiy qoidalar

Agar tashqi kuchlar ta'sirida sterjen ko'ndalang kesimida, ichki kuchlarning burovchi moment M_z , ya'ni M_b (1 rasm) hosil bo'lsa, bu holda buralish deformatsiyasi sodir bo'ladi. Burovchi momentni sterjen uzunligi bo'ylab o'zgarishini ko'rsatuvchi grafikka **burovchi moment epyurasi** deyilar edi. n – valning bir minutdagi aylanishlar soni,

P – valga qo'yilgan aylanma kuch,

$M = P \cdot R$ – burovchi moment

R – val radiusi $R = D/2$.

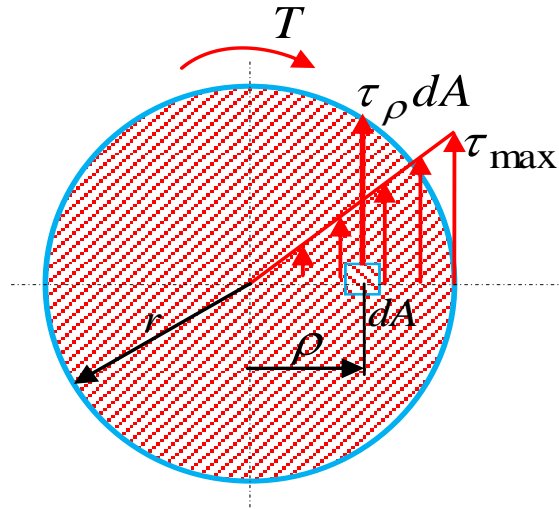
$$N = \frac{P \cdot v}{75} = \frac{P \cdot 2\pi R \cdot n}{75 \cdot 60}$$

shunday qilib,
$$M_{\delta} = \frac{30 \cdot 75 N}{\pi n} = 716,2 \frac{N}{n} (\text{KZK} \cdot \text{M})$$

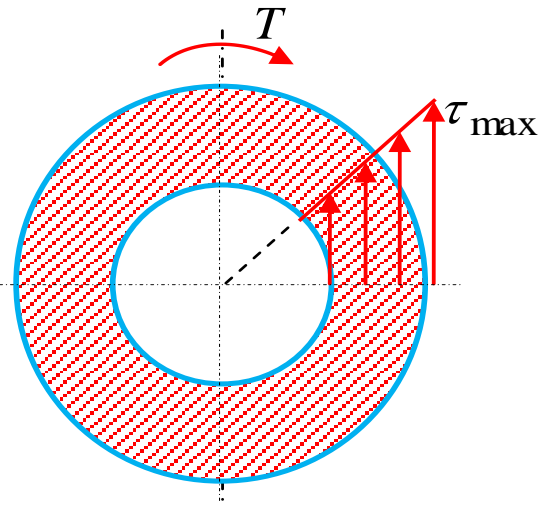
Arap 1 o.k = 0.736 kvk ekanligini e'tiborga olsak, unda burovchi moment quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$M_{\delta} = \frac{716,2}{0,736} \cdot \frac{N}{n} = 973,6 \frac{N}{n} (\text{KZK} \cdot \text{M})$$

a)



b)



$$\tau = G \rho \frac{d\varphi}{dz} = G \rho \frac{M_{\bar{\sigma}}}{G J_{\rho}} = \frac{M_{\bar{\sigma}} \cdot \rho}{J_{\rho}}$$

$$\tau_{\max} = \frac{M_{\bar{\sigma}} \cdot r}{J_{\rho}} = \frac{M_{\bar{\sigma}}}{\underline{J_{\rho}}} = \frac{M_{\bar{\sigma}}}{W_{\rho}}$$

$$W_{\rho} = \frac{J_{\rho}}{r}$$

- qutb qarshilik momenti deyilib, mm^3 , sm^3 larda o'lchanadi.

doiraviy kesimli sterjenning buralishdagi **mustahkamlik sharti** quyidagicha ifodalanadi:

$$\tau_{\max} = \frac{M_{\bar{\sigma}}}{W_{\rho}} \leq [\tau] \quad W_{\rho} = \frac{J_{\rho}}{r} \approx \frac{0,1d^4}{\frac{d}{2}} \approx 0,2d^3 \quad J_{\rho} \approx 0,1d^4 \quad \text{bo'ladi, chunki}$$

xalqasimon kesimli sterjen uchun (7.5-rasm)

$$W_{\rho} = \frac{J_{\rho}}{D/2} = 0,2D^3 \left(1 - \frac{d^4}{D^4} \right)$$

bo'ladi, chunki

$$J_{\rho} = 0,1D^4 - 0,1d^4 = 0,1(D^4 - d^4)$$

Doiraviy kesimli sterjenlar buralishidagi deformatsiyalar

$$\varphi = \int_0^{\ell} \frac{M_{\bar{\sigma}}}{GJ_{\rho}} dz$$

$$\varphi = \frac{M_{\bar{\sigma}} \cdot \ell}{GJ_{\rho}}$$

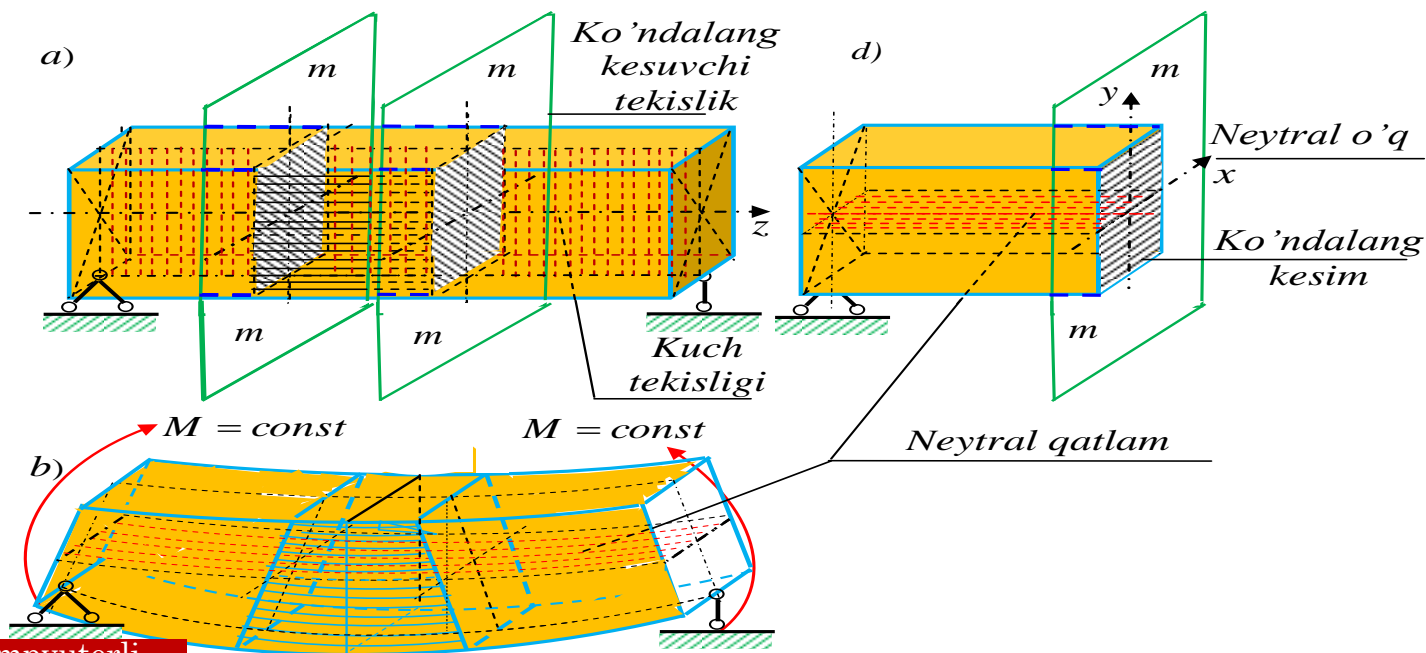
1 Umumiy qoidalar

Agar tashqi yuklamalar ta'sirida sterjen ko'ndalang kesimlarida shu ko'ndalang kesimga tik ichki kuchlar momenti hosil bo'lsa *egilish* yuzaga keladi. Agar sterjen kesimlarida faqat ichki kuchlar momenti - M hosil bo'lsa, *sof egilish*, momentdan tashqari ko'ndalang kuch Q ham hosil bo'lsa *ko'ndalang egilish* deyiladi.

Agar eguvchi moment tekisligi ko'ndalang kesim bosh inertsiya o'qlari biri bilan ustma - ust tushsa *to'g'ri egilish*, ustma - ust tushmasa *qiyshiq egilish* deyiladi. Egri egilish holi «*Murakkab qarshilik*» bo'limida ko'riladi, bu bo'limda to'g'ri egilish o'rganiladi.

Egilishning cho'zilish va buralishga nisbatan o'ziga hos jihati birinchidan deformatsiyada sterjen bo'ylama o'qi to'g'ri chiziq holida qolmaydi, ikkinchidan sterjen ko'ndalang kesimlarida turli ishorali siquvchi va cho'zuvchi normal kuchlanishlar albatta hosil bo'ladi. Qoida bo'yicha, egilayotgan sterjenlar ko'ndalang kesimida kamida bitta simmetriya o'qiga ega bo'ladi, shuning uchun hisoblashlarda tashqi yuklama yo'nalishi sterjen ko'ndalang kesimi simmetriya o'qi bilan ustma - ust tushadi deb faraz qilinadi.

To'g'ri o'qli bruslarning markaziy cho'zilishi, siqilishi va buralishida dastlabki to'g'ri o'qi, deformatsiyadan keyin ham to'g'riligicha qolishi **materiallar qarshiligi fani** cho'zilish (siqilish) va buralish boblaridan ma'lum. Bu deformatsiyalar turlaridan farqli ravishda, bruslar egilganda ko'ndalang kesim og'irlik markazlarini tutashtiruvchi to'g'ri o'q ustida yotgan barcha nuqtalar shu o'qqa vertikal yo'nalish bo'yicha ko'chadi va ko'ndalang kesimlar biri biriga nisbatan ma'lum bir burchakka og'adi, natijada to'g'ri chiziqli o'q egri chiziqqa o'tadi.



Tashqi yuklarning qo'yilish va to'sinlarning tayanchlarga mahkamlanish usullari bo'yicha **egilish quyidagi turlarga bo'linadi:**

-tekis ko'ndalang egilish deb, to'sinning o'qiga tik yo'nalgan va uning simmetriya tekisligida yotgan tashqi yuklar ta'siridan egilishiga aytiladi;

-sof egilish deb, to'sinning ko'ndalang kesimlarida ichki zo'riqish kuch omili ko'ndalang kuch nolga teng bo'lgan va faqat o'zgarmas miqdorli eguvchi moment hosil bo'lgan egilishiga aytiladi.

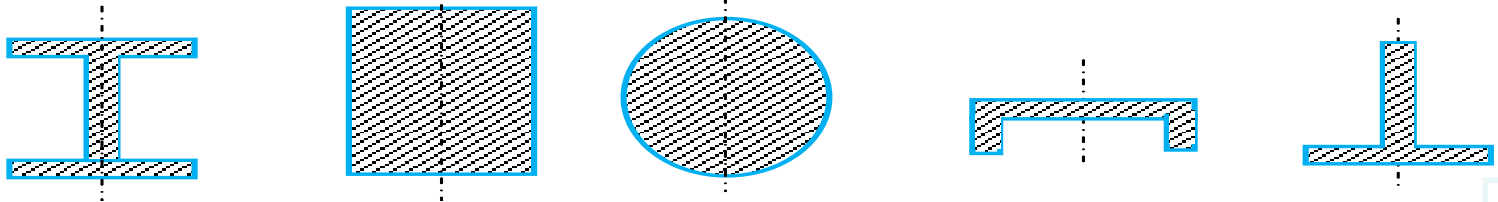
-qiyshiq egilish deb, to'sinning o'qiga tik yo'nalgan va uning birorta simmetriya tekisligida yotmagan tashqi yuklar ta'sirida egilishiga aytiladi;

-qiyshiq sof egilish deb, to'sinning o'qiga tik yo'nalgan va uning birorta simmetriya tekisligida yotmagan tashqi yuklar ta'siridan barcha ko'ndalang kesimlarida faqat o'zgarmas miqdorli eguvchi moment hosil bo'lgan egilishiga aytiladi.

Ushbu bobda qaraladigan sterjen masalalari quyidagi shartlarni qanoatlantirishi lozim:

1. ko'ndalang kesimlari hech bo'lmaganda bitta simmetriya o'qiga ega bo'lishi lozim (2-chizma);

2. barcha tashqi kuchlar simmetriya tekisligida yotishi lozim.

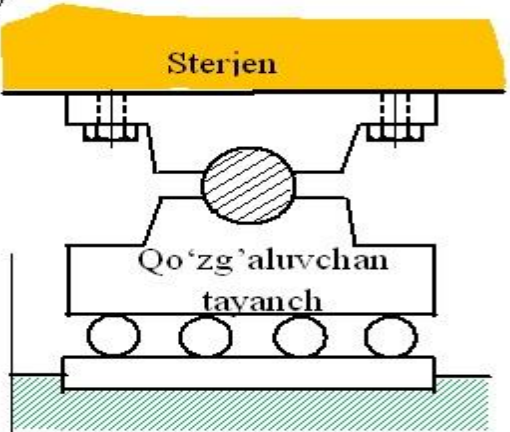
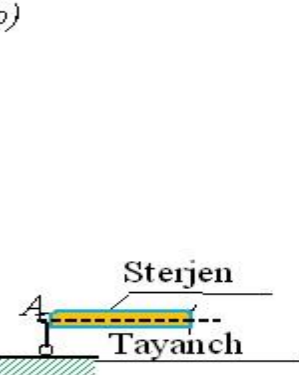
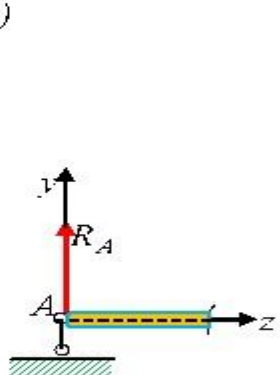
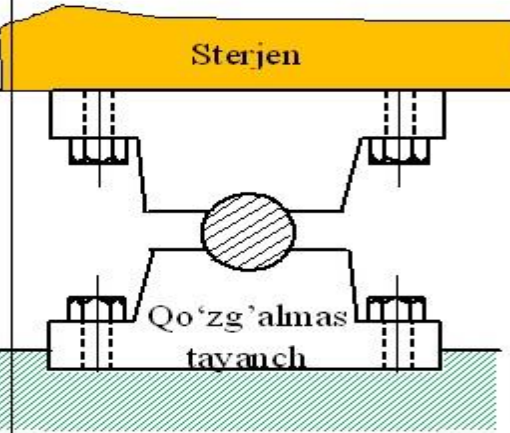
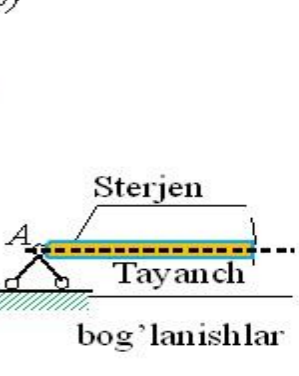
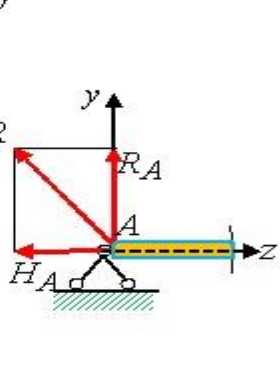
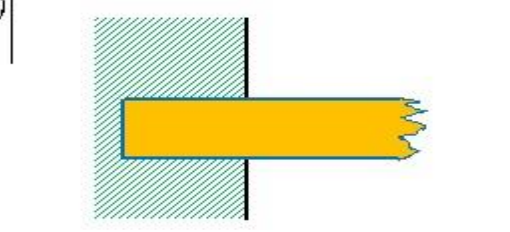
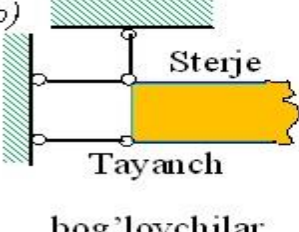
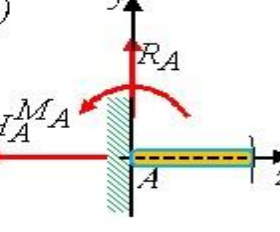


2. Sterjen va tayanch turlari

1. **Sharnirli qo'zg'aluvchan tayanch 3,a-chizma.** Bunday tayanch, sterjenning tayanch ustidagi uchining tayanch bog'lanishiga perpendikulyar bo'yicha ko'chishga va ko'ndalang kesimning sharnir atrofida aylanishga imkon beradi, lekin tayanch bog'lanishi bo'yicha ko'chishga yo'l qo'ymaydi. Sharnirli qo'zg'aluvchan tayanch sxema tasviri **3,b-chizmada** ko'rsatilgan va tayanch R_A reaksiya kuchi tayanch bog'lanishi bo'ylab, ya'ni asosga perpendikulyar yo'naladi **3,d-chizmada**.

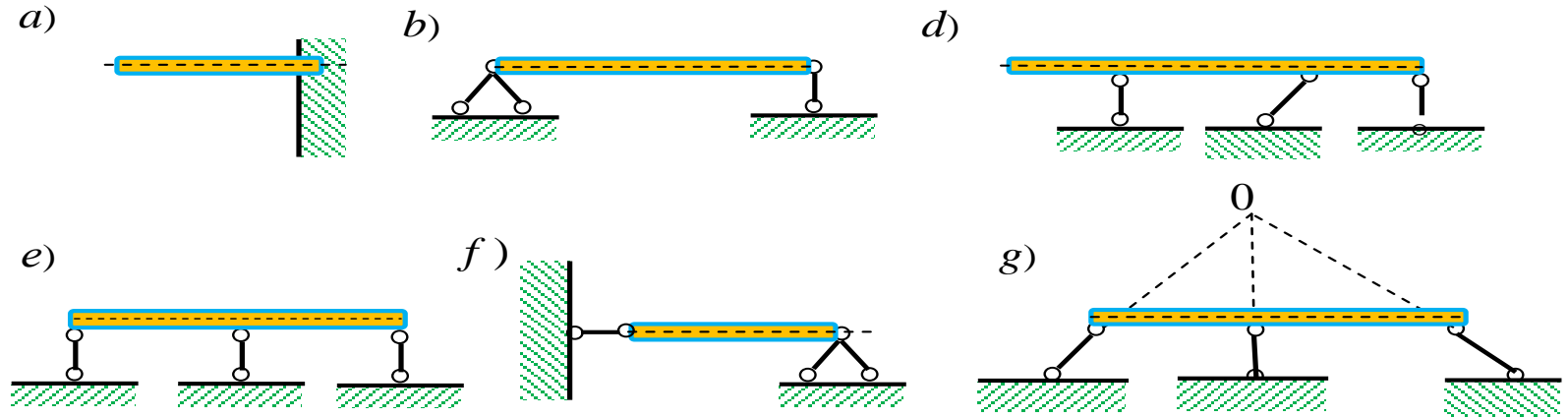
2. **Sharnirli qo'zg'almas tayanch 4,a-chizma).** Bunday tayanch, to'sinning tayanch ustidagi ko'ndalang kesimning sharnir atrofida aylanishga imkon beradi, lekin to'sin uchining chiziqli ko'chishlariga yo'l qo'ymaydi. Sharnirli qo'zg'almas tayanch sxema tasviri **4,b-chizmada** ko'rsatilgan va tayanch R reaksiyasini vertikal R_A va gorizontal H_A tashkil etuvchi tayanch reaksiya kuchlariga ajratish mumkin **4,d-chizmada**.

3. **Qistirib mahkamlangan tayanch 5,a-chizma).** Bunday tayanchda, qistirilgan uchining chiziqli ko'chishlariga va qistirilgan ko'ndalang kesimning aylanishiga yo'l qo'ymaydi. Qistirib mahkamlangan tayanch sxema tasviri **5,b-chizmada** ko'rsatilgan. Qistirib mahkamlangan A tayanchda vertikal chiziqli ko'chishga qarshilik ko'rsatuvchi vertikal R_A , gorizontal chiziqli ko'chishga qarshilik ko'rsatuvchi gorizontal H_A tayanch reaksiya kuchlari va ko'ndalang kesimning

№	Tayanchlar turlari	Tayanchlar sxemasi	Tayanchlar reaksiya kuchlari
3-chizma. Sharmirli qo'zg'aluvchan tayanch	<p>a)</p> 	<p>b)</p> 	<p>d)</p> 
4-chizma. Sharmirli qo'zg'almas tayanch.	<p>a)</p> 	<p>b)</p> 	<p>d)</p> 
5-chizma. Qistirib mahkamlangan tayanch	<p>a)</p> 	<p>b)</p> 	<p>d)</p> 

Yuqorida keltirilgan tayanch sxema tasvir chizmalardan ko‘rinadiki, sterjen geometrik

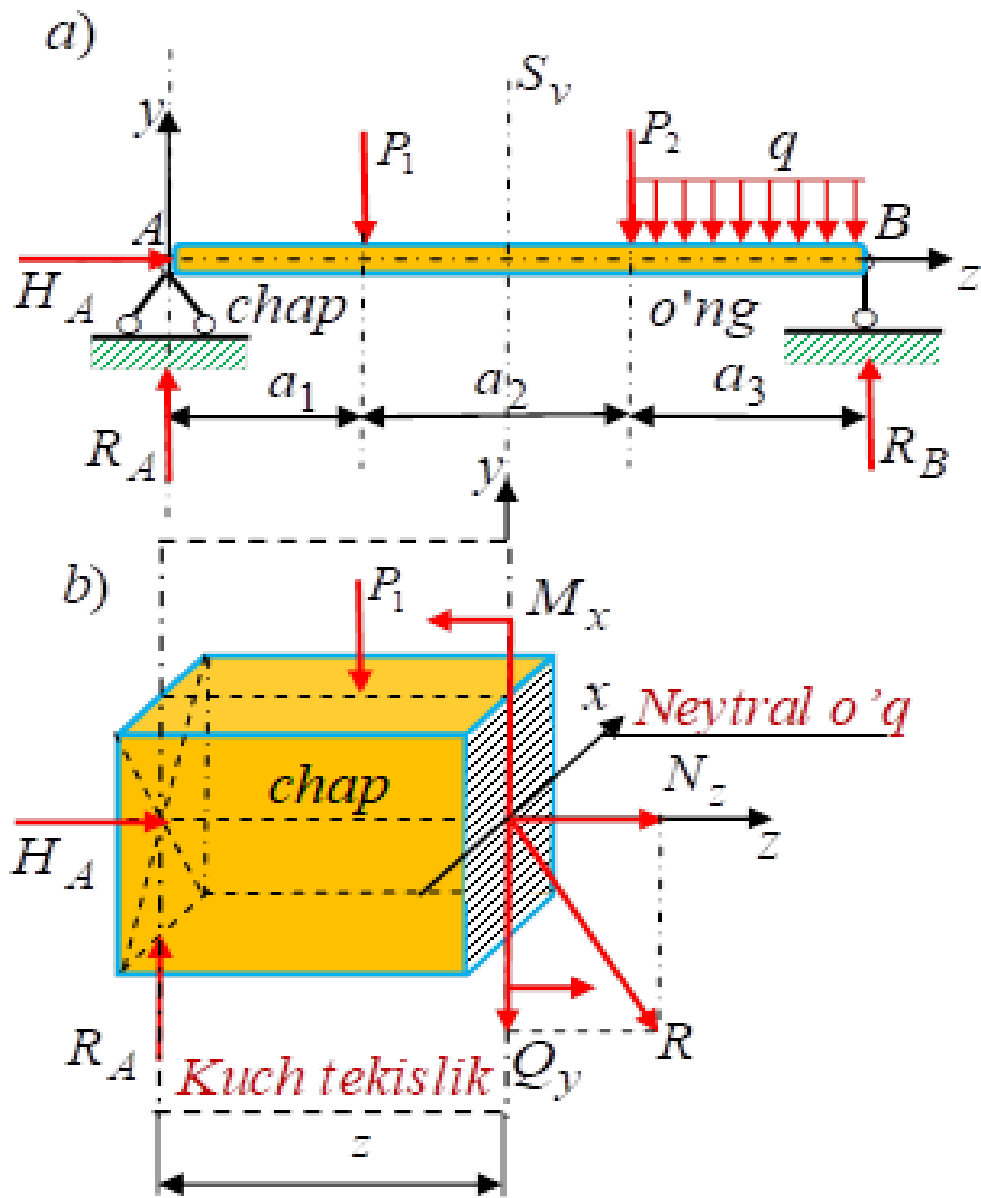
o‘zgarmas bo‘lishi uchun, uning tayanch reaksiya kuchlari tashkil etuvchilari soni nechta bo‘lsa, tayanch bog‘lanishlar soni ham shuncha bo‘lishi shart.



6-chizma. Sterjenlar hisob sxemasi.

Bunga bitta qistirib mahkamlash bilan (6,a-chizma, konsol) yoki bitta sharnirli qo‘zg‘almas va sharnirli qo‘zg‘aluvchi tayanch bilan (6,b-chizma) yoki reaksiyalar yo‘nalishlari bitta nuqtada kesishmaydigan uchta sharnirli qo‘zg‘aluvchi tayanchlar bilan (6,d-chizma) erishish mumkin. 6,e-chizmada ko‘rsatilgan sistema uchta tayanch bog‘lanishlari bir-biriga parallel bo‘lganda to‘sin o‘zi yo‘nalishi bo‘yicha ko‘chishi mumkin, (6,f,g-chizmada) ko‘rsatilgan tizimlarning uchala tayanch bog‘lanishlari bitta (misol uchun O) nuqtada kesishsa, to‘sin shu nuqta atrofida aylanishga ega bo‘lishi mumkin, demak bu tizimlar geometrik o‘zgaruvchi tizimlardir.

Balkalardagi zuriqish kuchlarni topamiz



7-chizma. Muvozanatdagi oddiy balka

7a-chizma ikkita vertikal P_1 , P_2 kuchlar bilan yuklangan balka keltirilgan 7b-chizmada esa kesish usulidan foydalanib ikki qismga ajratilgan balkaning chap qismi muvozanat holati keltirilgan. Bunda tashlab yuborilgan o'ng qism ta'siri bir bosh vektor va zo'riqishlar bilan almashtirilgan. Bosh vektor bo'ylama va ko'ndalang kuch bilan almashtiriladi (7b-chizmada kuch omillari musbat yo'nalishlari keltirilgan). Bo'ylama kuch cho'zuvchi bo'lsa ishorasini musbat deb qabul qilamiz, aks holda manfiydir.

bu yerda: Q_x – kundalang (kesuvchi) kuch, N – buylama kuch.

Balkaning ixtiyoriy kesimida hosil bo‘ladigan ichki kuchlarni aniqlash uchun statika muvozanat tenglamalarini qaralayotgan qism uchun tuzamiz:

1. $\sum_{chap} Z = 0; \quad -H_A - N_z = 0.$ **bundan:** $N_z = N = -H_A.$

2. $\sum_{chap} Y = 0; \quad R_A - P_1 - Q_y = 0.$ **bundan:** $Q_y = R_A - P_1.$

Demak, bular asosida quyidagi qoidalarni qabul qilish mumkin:

Balkaning ixtiyoriy kesimida hosil bo‘ladigan **eguvchi moment**, shu kesimdan chap tomonda ta’sir etayotgan barcha kuchlardan shu kesimdan o‘tuvchi neytral o‘qqa nisbatan olingan momentlarning algebraik yig‘indisiga teng bo‘ladi.

Balkaning ixtiyoriy kesimida hosil bo‘lgan **ko‘ndalang kuch**, shu kesimdan chap tomonda ta’sir etayotgan barcha kuchlardan to‘sin o‘qiga tik o‘qqa nisbatan olingan proyeksiyalarining algebraik yig‘indisiga teng bo‘ladi.

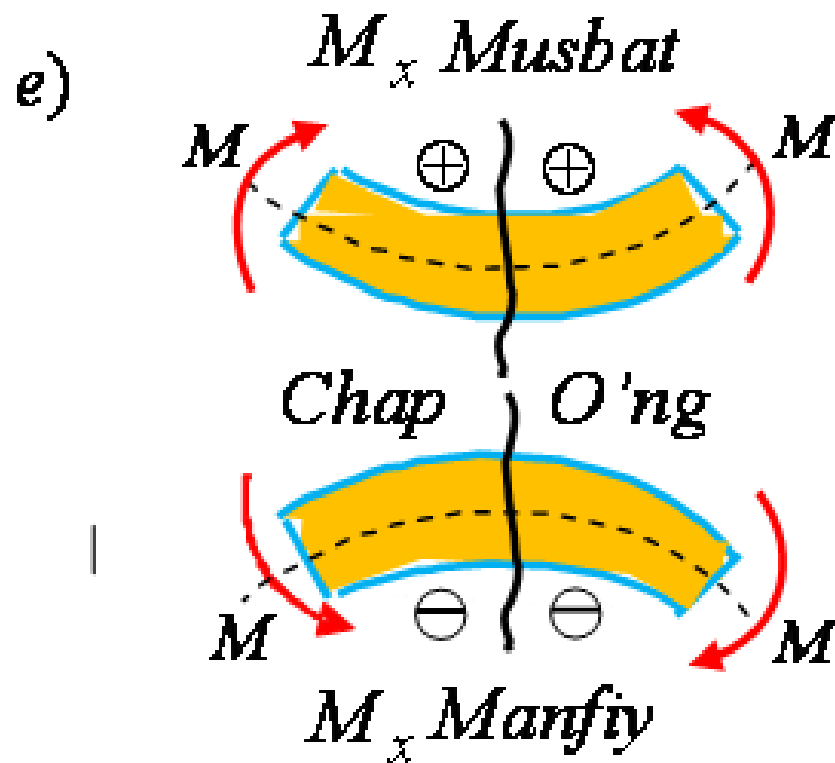
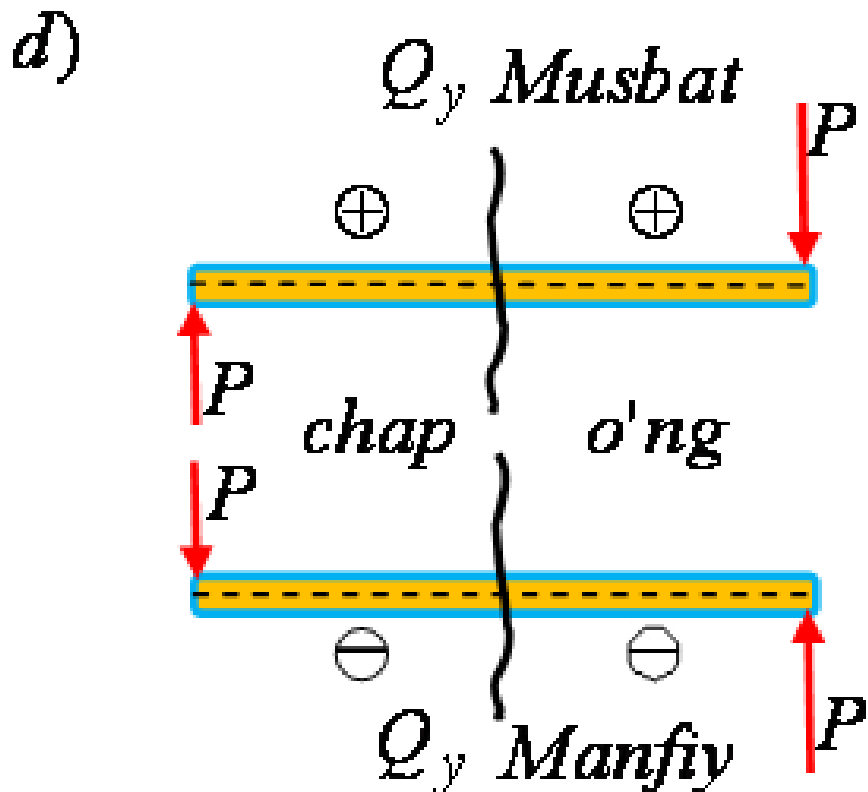
3. $\sum_{chap} mom_0 = 0; \quad R_A z - P_1(z - a_1) - M_x = 0.$ **bundan:**

$$M_x = R_A z - P_1(z - a_1).$$

3. Kindalang kuch va Eguvchi momentning ishoralari

Q – kundalang (kesuvchi) kuch,

M – eguvchi moment



Nazorat savollari va topshiriqlar:

1. Tekis ko'ndalang egilish - deb qanday egilishga aytiladi?
2. Sof egilish - deb qanday egilishga aytiladi?
3. Qanday tayanch turlarini bilasiz?
4. Eguvchi moment ishorasi qanday qabul qilingan?
5. Ko'ndalang kuch ishorasi qanday qabul qilinadi?
6. Eguvchi moment ko'ndalang kuch epyuralari qanday maqsadda 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.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