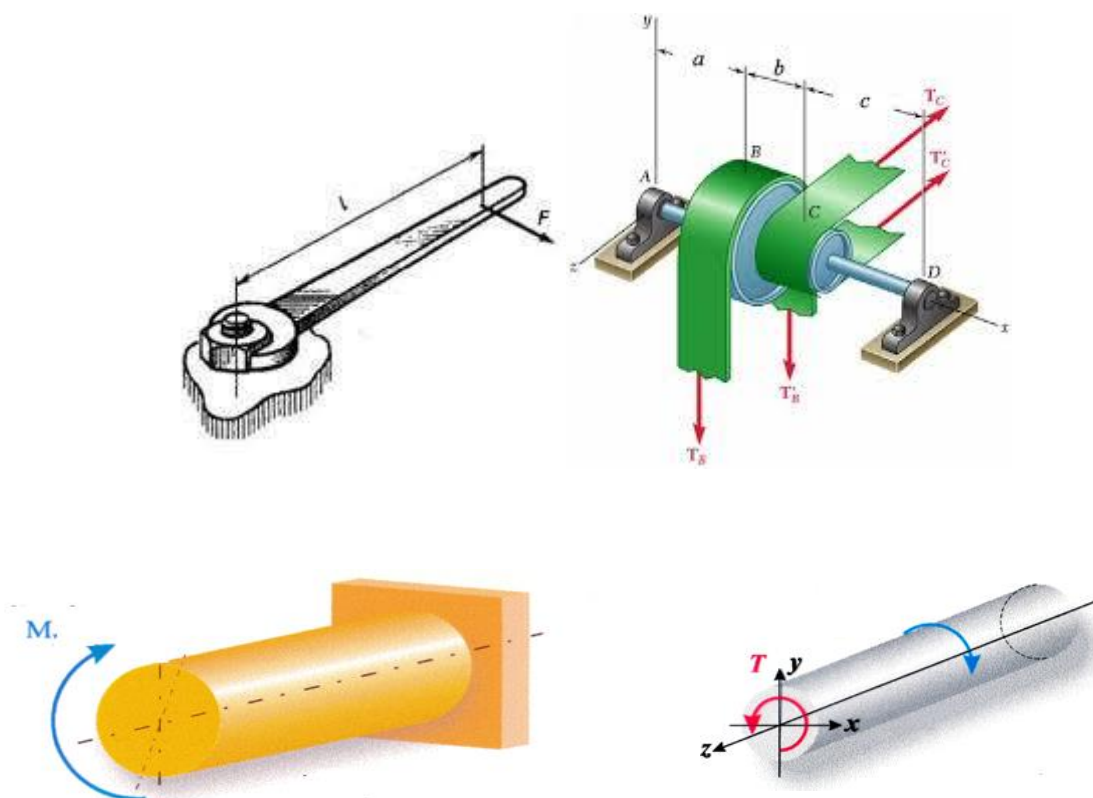


Mavzu: **BURALISH, BURALISH BURCHAGI.**

REJA:

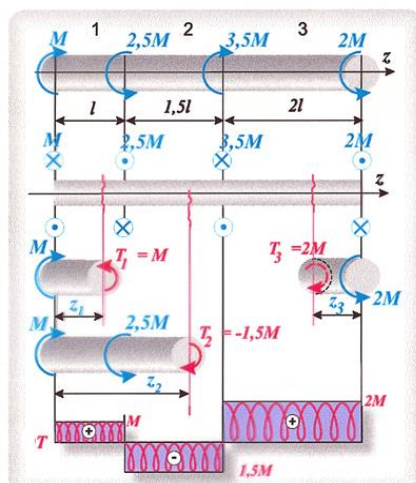
1. Buralish deformatsiyasi, burovchi moment epyurasi.
2. Buralish burchagi haqida tuchuncha.
3. Buralishdagi mustahkamlik va bikrlilik shartlari.

Sterjenning ko'ndalang kesimi yuzalarida faqat burovchi momentlarga hosil bo'ladigan deformatsiyalanish holatiga buralish deformatsiyasi deyiladi. Buralish deformatsiyasi amalda juda ko'p uchraydi. Masalan: mashina detallari, inshoot elementlari, vagonlarning o'qlari, tirsakli vallar, fazoviy konstruktsiya elementlari, prujinalarning o'ramlari, boltlar va shunga o'xshashlar buralish deformatsiyasiga qarshilik ko'rsatadi (1-rasm). Mashina va inshoot elementlari buralishga ishlashi bilan birga ayrim hollarda egilish yoki siqilishga ham ishlaydi. Ko'ndalang kesim yuzasi turlicha bo'lgan buralishga ishlaydigan sterjenlar ichida texnikada ko'p uchraydigan doiraviy va xalqasimon ko'ndalang kesim yuzasiga ega bo'lgan sterjenlar muhim o'rinni egallaydi. Bir uchi bilan mahkamlangan tsilindrik sterjenning, ikkinchi uchining ko'ndalang kesimiga juft kuch ta'sir ettirilsa, sterjenninng erkin ko'ndalang kesimi mahkamlangan kesimga nisbatan aylanib natijada sterjen buraladi. Sterjenning ko'ndalang kesimiga qo'yilgan juft kuch momenti burovchi moment deyiladi va T bilan belgilanadi (1-rasm).



1-rasm. Buralish deformatsiyasi.

Sterjen buralganda uning ixtiyoriy ko'ndalang kesimidagi burovchi moment kesish usulidan foydalanib aniqlanadi. Buralishga ishlovchi tsilindrik sterjenlarga **val** deyiladi. Valning mustahkamligini tekshirish, ya'ni uning xavfli kesimini topish uchun sterjen o'qi bo'ylab burovchi momentning o'zgarish qonunini ifodalovchi grafik chizish kerak. O'zgarmas ko'ndalang kesimli sterjenlarning maksimal burovchi moment hosil bo'lgan kesimi xavfli hisoblanadi. Burovchi momentni sterjen o'qi o'ylab o'zgarish qonunini ko'rsatuvchi grafikka burovchi moment epyurasi deyiladi.

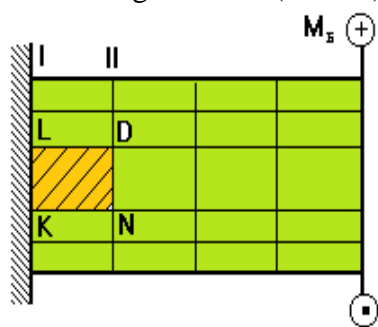


1. Valni uchta uchastkaga ajratiladi.
2. Kesish usulidan foydalanib, ko'ndalang kesimdagi burovchi moment topiladi.

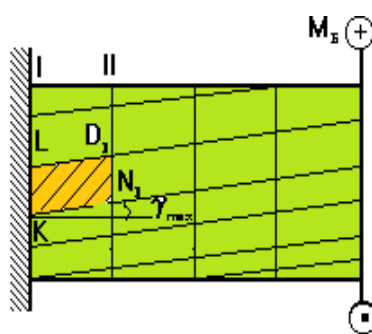
- ① $0 \leq z_1 \leq l, \quad T_1 = M;$
- ② $l \leq z_2 \leq 2,5l, \quad T_2 = M - 2,5M = -1,5M;$
- ③ $0 \leq z_3 \leq 2l, \quad T_3 = 2M.$

2-rasm. Burovchi moment epyurasi.

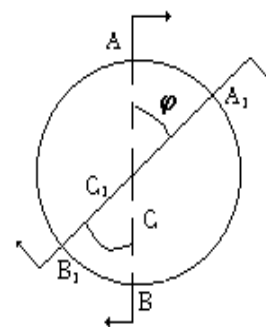
Buralish epyurasini qurish bo'ylama kuch epyurasini qurishdan farq qilmaydi. Burovchi momentni hisoblash qoidasidan foydalanib burovchi moment epyurasi quriladi. Buralishda g'o'lachaning ko'ndalang kesimlarida burovchi momentlar T vujudga keladi. Buralishda hosil bo'ladigan deformatsiyalarni aniqlashdan oldin bu sohada o'tkazilgan tajribalarning natijalari bilan tanishib chiqamiz. Agar tsilindrik sterjen sirtiga to'g'ri to'rtburchak shaklida to'r chizib uni buralishga sinasak (3-rasm):



3 - rasm



4 - rasm



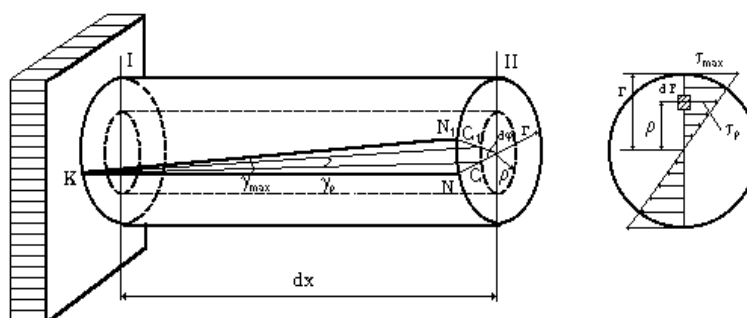
5 - rasm

1. To'g'ri to'rtburchakli to'r (4-rasm) parallelogram shaklidagi to'rga aylanadi. Demak, sterjenning ko'ndalang kesimlarida urinma kuchlanishlar hosil bo'ladi. Urinma kuchlanishlarning juftlik qonuniga asosan sterjenning bo'ylama kesimlarida ham urinma kuchlanishlar hosil bo'lishi kerak.

2. Sterjenning I va II kesimlari orasidagi masofa va bu kesimlarning diametri uzunliklari ham o'zgarmaydi, bu esa sterjenning ko'ndalang va bo'ylama kesimlarida normal kuchlanish paydo bo'lmasligidan dalolat beradi. SHunday qilib, buralgan sterjenlarning ko'ndalang va bo'ylama kesimlarida faqat urinma kuchlanishlargina hosil bo'lib, buralgan sterjen sof siljish kuchlanish holatida bo'ladi.

3. Sterjenning erkin uchidagi ko'ndalang kesim diametri AB to'g'ri chiziqlicha qolib, faqat o'zining dastlabki holatiga nisbatan biror burchakka aylanadi, ya'ni A nuqta AA₁ yoyi C nuqta esa undan kichikroq CC₁ yoyi bo'yicha ko'chadi (5 –rasm).

Yuqoridagilardan ko'rinadiki burilgan sterjenning ko'ndalang kesimlarida siljish deformatsiyasi va urinma kuchlanish kesimning og'irlik markazidan olingan masofaga proportsional ravishda o'zgarar ekan(6 –rasm).



6 – rasm. Kesimlarda urinma kuchlanishning o'zgarishi.

Urinma kuchlanishni ko'ndalang kesim yuza bo'yicha o'zgarish qonuni ya'ni epyurasi 5 - rasmda ko'rsatilgan. Doiraviy kesimli sterjenning og'irlik markazida urinma kuchlanish 0 ga teng bo'lib uning chetida (konturida) maksimal qiymatga erishadi.

Buralishda hosil bo'ladigan urinma kuchlanish quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\tau_{max} = \frac{T}{W_{\rho}} \quad (1)$$

by yerda, T -burovchi moment

W_{ρ} -ko'ndalang kesim qutb qarshilik momenti

Agar burovchi moment va sterjen bikrligi o'zgarmas bo'lsa, kesimning buralish burchagi quyidagicha topiladi:

$$\varphi = T \cdot \frac{x}{G \cdot I_{\rho}} \quad (2)$$

by yerda, T -burovchi moment

I_{ρ} - ko'ndalang kesim inertsia momenti

G -buralishdagi elastiklik moduli

Bu formuladan ko'rinadiki, sterjenning buralish burchagi uning mahkamlangan kesimidan olingan masofaga proportsional ravishda, ya'ni chiziqli qonun asosida o'zgaradi. Eng katta burilish burchagi sterjenning erkin uchida hosil bo'lib, ushbu formula yordamida topiladi:

$$\varphi_{max} = \frac{T \cdot l}{G \cdot I_{\rho}} \text{ yoki, } \varphi_{max} = \frac{T \cdot l}{G \cdot I_{\rho}} \cdot \frac{180^{\circ}}{\pi} \quad (3)$$

Bu formula cho'zilish yoki siqilishdagi kabi absolyut cho'zilishni topish formulasiga juda o'xshab ketadi.

Sterjenning birlik uzunligiga to'g'ri kelgan burilish burchagiga nisbiy burilish burchagi deyiladi va u quyidagi formulaorqali topiladi:

$$\theta = \frac{\varphi}{l} = \frac{T}{G \cdot I_{\rho}} \quad (4)$$

Buralgan sterjenlar mustahkam bo'lishi bilan birga biki bo'lishi ham talab qilinadi, ya'ni sterjenning uzunlik birligiga to'g'ri kelgan buralish burchagi shu sterjen materiali uchun ruxsat etilgan, buralish burchagidan ortib ketmasligi kerak. Aks holda sterjen prujinalanishi mumkin. Demak, buralgan sterjenning birlik sharti quyidagida yoziladi:

$$\theta = \frac{T}{G \cdot I_{\rho}} \leq [\theta] \quad (5)$$

bunda $[\theta]$ -sterjenning birlik uzunligiga to'g'ri kelgan ruxsat etilgan buralish burchagi, radianda o'lchanadi.

Ko'pincha sterjenning birlik uzunligiga to'g'ri kelgan nisbiy burilish burchagi gradus qiymati beriladi. U holda yuqoridagi formula ushbu ravishda yoziladi:

$$\theta^{\circ} = \frac{180^{\circ}}{\pi} \cdot \frac{T \cdot 100}{G \cdot I_{\rho}} \leq [\theta^{\circ}] \quad (6)$$

Bu formula ko'pincha vallarni hisoblashda ishlatilganidan, o'rtada o'lchamdagi vallar uchun uning 1 m uzunligiga to'g'ri kelgan ruxsat etilgan buralish burchagi $0,5^{\circ}$ teng qilib olinadi.

Odatda, vallarning diametri mustahkamlik va bikrlilik shartlaridan topilib, chiqqan qiymatning kattasi olinadi.

Doiraviy kesimli sterjenning buralishdagi mustahkamlik sharti quyidagida ifodalanadi:

$$\tau_{\max} = \frac{T}{W_{\rho}} \leq [\tau]$$

Agar sterjen kesimi doira rasmida bo'lsa, u holda

$$W_{\rho} = \frac{I_{\rho}}{r} \approx \frac{0,1d^4}{\frac{d}{2}} \approx 0,2d^3 \quad \text{bo'ladi, chunki } I_{\rho} \approx 0,1d^4.$$

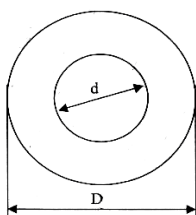
Halqasimon kesimli sterjen uchun (9-rasm)

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

bo'ladi, chunki

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

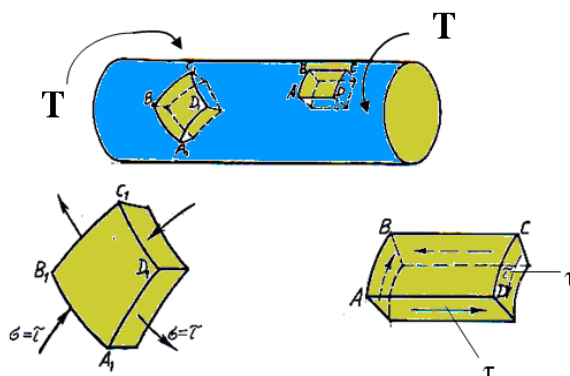
Bu yerda shuni ta'kidlash lozimki, halqaning qarshilik momentini tashqi va ichki doiralarning qarshilik momentlarini ayirmasi sifatida topish mumkin emas.



7-rasm. Halqasimon valning ko'ndalang kesimi.

Buralishdagi mustahkamlik shartidan foydalanib tashqi kuch va material berilgan valning kerakli diametrini aniqlash, berilgan diametr va material asosida ruxsat etilgan tashqi buruvchi moment kattaligini topish, tashqi kuch va ko'ndalang kesimi o'lchamlari asosida sterjenning materialini tanlash mumkin.

Agar buralishga ishlayotgan sterjendan ikki juft tik bo'ylama va ko'ndalang kesimlar o'tkazib $ABCD$ elementni ajratsak (10-rasm), bu element qirralarida faqat urinma kuchlanishlar hosil bo'ladi. Bu esa buralishda sterjenning barcha elementlari sof siljish holatida bo'lishini ko'rsatadi.



10-rasm. Doiraviy kesimli valgata'sir etayotgan tashqi kuchlar va ajratib olingan element.

Agar kesimning holati siljish tekisligiga nisbatan 45^0 ga burilsa, u holda yangi yuzadalarida qiymati τ ga teng bo'lgan normal (σ) kuchlanishlar hosil bo'lishini oldingi bo'limda ko'rgan edik. Ulardan biri cho'zuvchi, ikkindisi esa – siquvchi kuchlanishlar edi. SHungaasosan sterjenning ko'ndalang o'qiga 45^0 burchak ostida o'tkazilgan vintli kesimlarida, ya'ni $A_1B_1C_1D_1$ element qirralarida (10-rasm) qiymati τ ga teng bo'lgan normal kuchlanish σ lar hosil bo'ladi.

Bu mo'rt materiallardan (masalan cho'yandan) yasalgan vallarning buralishda buzilish sababini asoslab beradi, dunki mo'rt materiallar cho'zuvchi normal kuchlanishga deyarli ishlamaydi. Bu buzilish odatda bosh cho'zuvchi kuchlanishlar traektoriyasi bilan mos keluvchi murakkab vintli sirt bo'ylab yuzaga keladi (11-rasm).



11-rasm. Doiraviy kesimli valning buzilish traektoriyasi

Xuddi shu kabi buzilishlar yog'ochli sterjenlar buralganida ham paydo bo'ladi (12-rasm).



12-rasm. Doiraviy kesimli yog'ochning buralish deformatsiyasidagi buzilishi.

Ammo, ba'zi mualliflar vintli yoriqlarning paydo bo'lishiga urinma kuchlanishlar sabab deb tushuntirishadi, ya'ni bu holdayog'ochning ayrim tolalari tutashishini urinma kuchlanishlar buzadi deb ta'kidlanadi. Aslida bu buzilishga yuqorida ko'rsatilgan hodisa sabab bo'ladi.

Tekshirish savollari

1. Buralishda urinma kuchlanishlar nima bilan xarakterlanadi?.
2. Buralish burchagi qanday soddalashtirishlarga asoslaniladi?
3. Nisbiy buralish burchagi qanday tasavvur qilasiz?.
3. Buralishda bikrlilik qanday topiladi?.
4. Mustahkamlik va bikrlilik shartlari qanday topiladi?.
5. Buralishda statik noaniq masalalar qanday topiladi?
6. Sof siljish. To'g'ri sterjenning buralishi qanday topiladi?.
7. Sof siljishda bosh kuchlanishlar qanday topiladi?.
8. Siljish uchun Guk qonuni. Siljish moduli nima?.
9. Izotrop jism uchun uchta doimiylar orasidagi bog'lanish qanday aniqlanadi?.
10. Siljishda hajmning o'zgarmasligi. Siljishda deformatsiyaning potensial energiyasini aniqlash formulasini kelting.