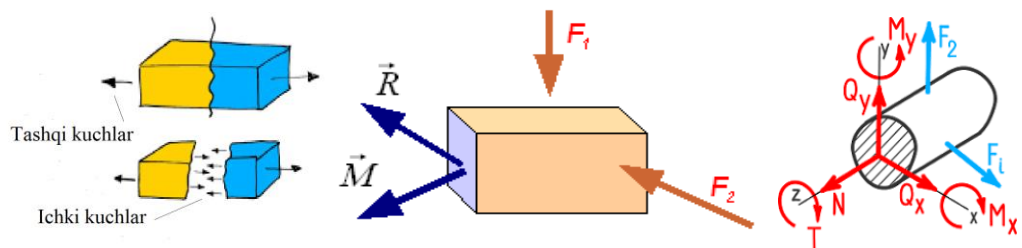


## Mavzu: ICHKI KUHLAR VA ULARNING TURLARI.

### REJA:

1. Ichki kuchlarni aniqlashning kesich usuli.
2. Ichki kuchlardan hosil bo'ladigan oddiy deformatsiyalar.
3. Kuchlanish. To'la, normal va urinma kuchlanish.
4. Markaziy siqilish va cho'zilish. Bo'yлама va ko'ndalang deformatsiyalar, Guk qonuni. Puasson koeffitsienti. Elastiklik moduli.

Ikkita jismning o'zaro mexanik ta'siri natijasida tashqi kuch vujudga keladi. Tashqi kuchlar ta'siridan mashina va inshoot qismlarining kesimlarida hosil bo'ladigan kuchlar ichki kuchlar deyiladi. Ichki kuchlar jismni tashkil qiluvchi zarrachalar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlaridan va tashqi kuch ta'siridan hosil bo'ladigan reaksiya kuchlaridan iboratdir. Reaksiya kuchlari jismning deformatsiyalanishga zarrachalarning bir-biridan qochishga yoki o'zaro yaqinlashishga qarshilik ko'rsatuvchi muvozanatini saqlovchi kuchdir. Reaksiya kuchi materiallar qarshiligi fanida ichki kuch yoki zo'riqish kuchi deb yuritiladi (1-rasm).

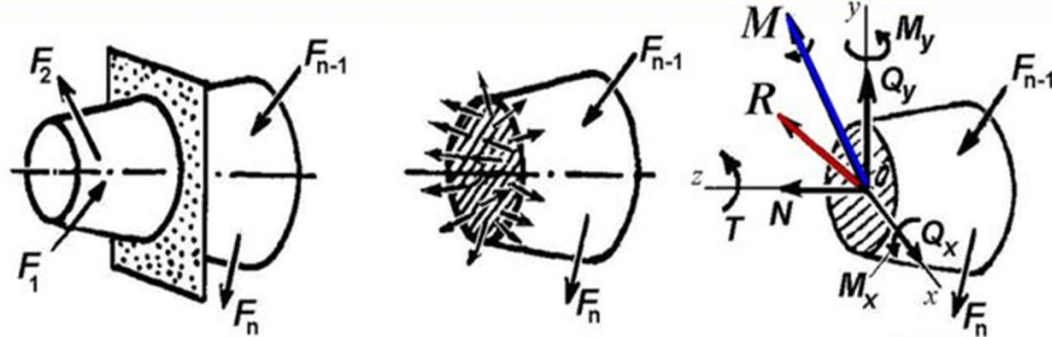


1-rasm. Tashqi va ichki kuchlar.

Agar tashqi kuch ichki kuchdan ortib ketsa, brus muvozanati buziladi va brus shu kesimda (ichki kuch katta qiymatga erishgan kesimda) uziladi va sinadi.

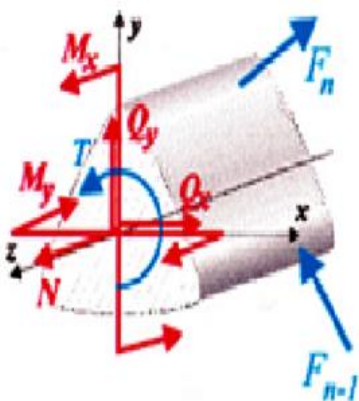
Jismlar tashqi kuchlar ta'siridan deformatsiyalanganda uni hosil qiluvchi atom va molekulari deformatsiyalanishiga qarshilik qiladi. Bu qarshilik jismdagi ichki kuchlar (atom va molekular orasidagi tortilish kuchlari) hisobiga bo'ladi. Ichki kuchni aniqlash kesich usuli bo'yicha quyidagi tartibda bajariladi:

- a) tekshirilayotgan jism fikran ikki qismga ajratiladi. (2-rasm)
- b) bir qismi olib qolinib ikkinchi qismi fikran tashlab yuboriladi.
- v) qoldirilgan qismga tashlab yuborilgan qismning ta'siri noma'lum ichki kuchlar sifatida va tashqi kuchlar ta'sir ettiriladi.
- g) qoldirilgan jismning muvozanati tekshirilib, noma'lumlar aniqlanadi. Bunda statikaning fazodagi muvozanat tenglamalaridan foydalaniladi.



2-rasm. Ichki kuchlarni aniqlash

Qoldirilgan o'ng qismning fazodagi muvozanat sharti yoziladi.



$$\sum X = Q_x + \sum (F_e)_x = 0;$$

$$\sum Y = Q_y + \sum (F_e)_y = 0;$$

$$\sum Z = N + \sum (F_e)_z = 0;$$

$$\sum M_x = M_x + \sum M_x(F_e) = 0;$$

$$\sum M_y = M_y + \sum M_y(F_e) = 0;$$

$$\sum M_z = T + \sum M_z(F_e) = 0;$$

$$Q_x = -\sum (F_e)_x;$$

$$Q_y = -\sum (F_e)_y;$$

$$N = -\sum (F_e)_z;$$

$$M_x = -\sum M_x(F_e);$$

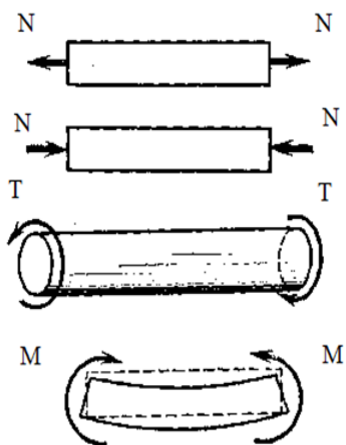
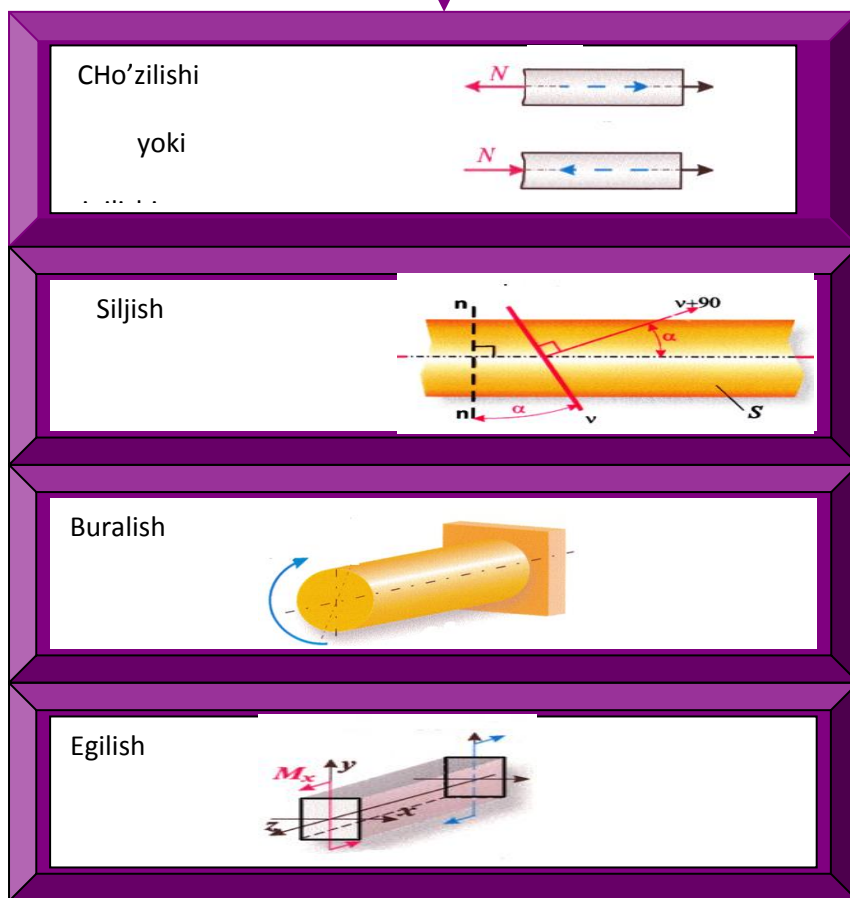
$$M_y = -\sum M_y(F_e);$$

$$T = -\sum M_z(F_e);$$

Qoldirilgan qismdagi barcha noma'lumlar yuqoridagi tenglamalar yordamida aniqlansa, masala statik aniq, aks holda statik noaniq deyiladi. Kesish usullarini ( $v$ ) bandi bajarilaytganda tashlab yuborilgan qismning qoldirilgan qismga ta'sirini bir bosh vektor  $R$  va bosh moment  $M$  bilan almashtiriladi. Bosh vektor kuch va bosh momentlarining fazoviy kordinata sistemasidagi tashkil qiluvchilaridan ichki kuchlarning turlari belgilanadi.  $R$  kuchning jism  $z$  o'qidagi proeksiyasi  $N$  bo'ylama kuch deyiladi.  $R$  kuchning  $oy$  va  $ox$  o'qlaridagi proeksiyalar mos ravishda  $Q_y$  va  $Q_x$  lar orqali belgilanib, ko'ndalang yoki kesuvchi kuchlar deyiladi. Kesuvchi yoki ko'ndalang kuchlar siljish deformatsiyasida vujudga keladi. Bosh moment  $M$  ning  $oz$  o'qi atrofida tashkil qiluvchisi  $M_b$  yoki  $T$  bilan belgilanib, burovchi moment deyiladi. Bunday holatda konstruksiya elementida buralish deformatsiyasi sodir bo'ladi. Bosh moment  $ox$  va  $oy$  o'qi atrofida harakatlanuvchi tashkil qiluvchilaridan egilish deformatsiyasi hosil bo'ladi va tashkil qiluvchilar mos ravishda  $M_x, M_y$  eguvchi momentlar deyiladi.

Tashqi kuchlar ta'siriga bo'g'liq ravishda, ichki kuchlar natijasida quyidagi oddiy defirmatsiyalar kuzatiladi:

Ichki kuchlardan hosil bo'ladigan oddiy



Ichki kuchlarning jadalligini (intensivligini) baholash uchun kuchlanish tushunchasi kiritiladi. Kuchlanish topilishi zarur bo'lgan K nuqta atrofida elementar  $\Delta F$  yuzacha ajratamiz (3 - rasm). U holda, o'rtacha kuchlanish quyidagicha tipiladi:

$$p_{or} = \frac{\Delta F}{\Delta A}, \quad (1)$$

bu yerda,  $\Delta F$  - ushbu  $\Delta A$  elementar yuzachadagi ichki zo'riqish kuchlarining teng ta'sir etuvchisi.



3-rasm. Kuchlanish va uning tashkil etuvchilari

Ajratilgan elementar yuzacha qancha kamaytirilsa, kesim nuqtasidagi ichki kuch intensivligi shuncha aniqroq topiladi. Ajratilgan elementar yuzacha nolga intilganda (nuqtaga tortilganda) nuqtadagi kuchlanish haqiqiy kuchlanish deyiladi.

$$p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta A}. \quad (2)$$

Kuchlanish vektorini ikkita tashkil etuvchilarga ajratamiz (3 -rasm):

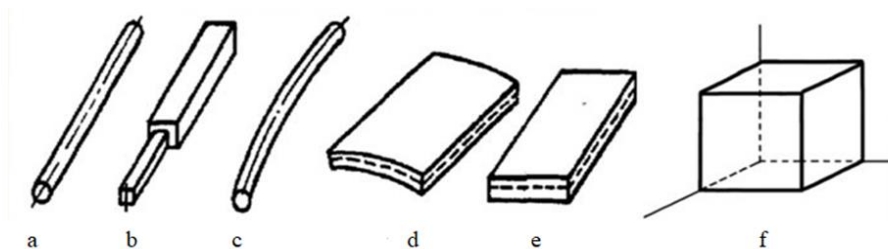
kesim yuziga tik yo'nalgan normal kuchlanish ( $\sigma$ ) va kesim yuziga parallel yo'nalgan urinma kuchlanish ( $\tau$ ). Nuqtadagi to'la kuchlanish

$$p = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}. \quad (3)$$

Yuqoridagilardan ko'rinadiki, ichki kuchlarning kesim yuzasi birligiga to'g'ri kelgan kattaligi kuchlanishdir. Uning o'lchov birligi Paskal ( $1 \text{ Pa} = 1 \text{ n/m}^2$ ). Bu birlik juda kichikligidan amaliy hisoblarda kuchlanish megapaskallarda o'lchanadi ( $1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$ ).

Markaziy cho'zilish yoki siqilish deb, bir-biriga teng va o'qi bo'ylab qarama –qarshi tomonlarga yo'nalgan kuchlar ta'siridagi sterjenlarning deformatsiyasiga aytiladi.

Asosiy konstruksiya elementlari turlari quyidagilar (4-rasm): a,b,c-bruslar, d-qobiqlar, e-plastina, f-massiv.



4-rasm. Konstruksiya elementlari turlari.

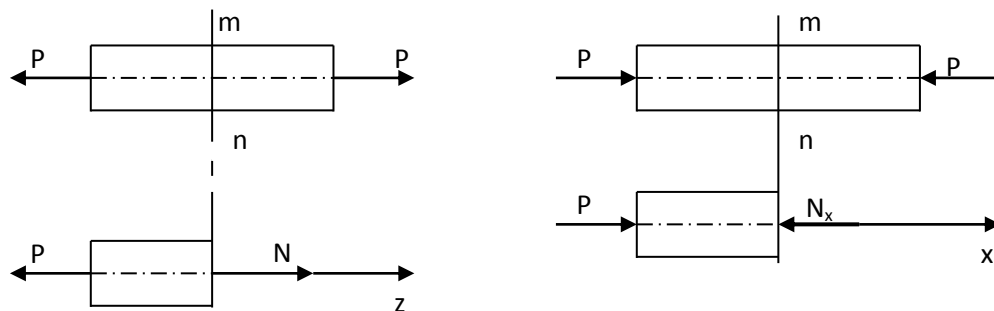
Qurilish konstruktsiyalari va mashina qismlari ichida cho'zilish va siqilish deformatsiyalariga ishlaydigan bruslar juda ko'p uchraydi. Cho'zilish va siqilishga qarshilik ko'rsatadigan to'g'ri o'qli bruslar sterjenlar deb ataladi. Masalan, har qanday yuk ko'targichlarning troslarida cho'zilish, fabrika va zavod trubalarida siqilish deformatsiyasi hosil bo'ladi va hokazo.

Cho'zilish va siqilish qurilish konstruktsiyalari va mashina elementlarida tez-tez uchraydi. Sterjenlarning mahkamlanish turiga va nagruzkalarning ta'sir etishiga qarab turli hil cho'zilish va siqilish paydo bo'lishi mumkin. Sterjen cho'zilganda uning uzunligi ortadi, ko'ndalang o'lchamlari qisqaradi, siqilishda esa aksincha, sterjen uzunligi qisqarib, ko'ndalang kesim o'lchamlari ortadi. Cho'zilish va siqilish deformatsiyasi sterjenning uzunligi va ko'ndalang

kesimlari o'zgarishidan iborat. Brusning ko'ndalang kesimida hosil bo'lgan normal kuchlanishlarning teng ta'sir etuvchisiga **bo'ylama kuch deyiladi**.

$$N = \int \sigma dA \quad (4)$$

Cho'zilgan yoki siqilgan to'g'ri bruslarda ko'ndalang kesimlarida bo'ylama zo'riqish kuchlari hosil bo'ladi, ya'ni  $N$ . Masalan, cho'zilgan yoki siqilgan bruslarning eng oddiysini ko'rib chiqamiz. Ulardan biri cho'zigan, ikkinchisi esa siqilgan. Cho'zilgan yoki siqilganligini bilish uchun kesish metodi orqali aniqlaymiz. Agar  $N$  yo'nalishi brusning tashqi tomoniga yo'nalgan bo'lsa ishorasi musbat, esa aksincha bo'ylama kuchning yo'nalishi brusga tomon yo'nalgan bo'lsa ishorasi manfiy bo'ladi.

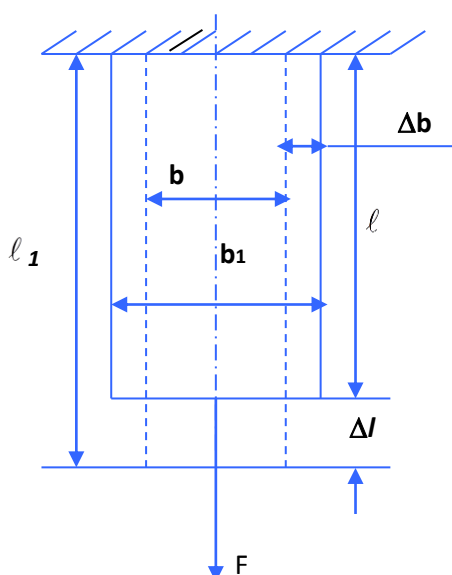


5-rasm. Bo'ylama kuch ishoralari.

Agar brusning har qaysi ko'ndalang kesimida hosil bo'ladigan bo'ylama kuchlarning qiymatlari turlicha bo'lsa, ularning brus o'qi bo'yicha o'zgarish qonunini ko'rsatuvchi grafik bo'ylama kuch epyurasi deyiladi.

$$N = f(z) \quad (5)$$

Cho'zilish yoki siqilishda ko'riladigan asosiy masalalar mutloq deformatsiya, bo'ylama kuch, normal kuchlanishlarga aloxida e'tibor berish kerak. Masalan: Bir tomondan qistirib mahkamlangan erkin uchiga o'qi bo'yicha kuch bilan yuklangan uchun (sterjen)ni tekshiramiz.



Agar chizmadagi sterjenni kuch ta'sir qilguncha holatini  $l$  bilan, deformatsiyadan keyingi holati  $l_1$  desak, sterjenning mutloq o'zgarishi:

$$\Delta l = l_1 - l \quad (6)$$

$\Delta l$ -mutloq bo'ylama deformatsiya deyiladi.

Mutloq bo'ylama deformatsiyaning sterjenning dastlabki uzunligiga nisbati nisbiy bo'ylama deformatsiya deyiladi.

Sterjen cho'zilganda ko'ndalang kesim o'lchamlari kamayadi, siqilishda esa ortadi. Bunga ko'ndalang deformatsiya deyiladi. Agar cho'zilish (siqilish) vaktida ko'ndalang kesimlarda o'lchami  $\Delta b = b_1 - b$  qiymatga o'zgarsa u holda nisbiy ko'ndalang deformatsiya

$$\varepsilon' = \frac{\Delta b}{b_1} \quad (7)$$

Sterjenning uzunligi, eni, absolyut bo'ylama va ko'ndalang deformatsiyalari uzunlik birligida o'lchangaligi uchun  $\varepsilon$  va  $\varepsilon'$  deformatsiyalar o'lchovsiz son bo'ladi. Sterjen cho'zilsa,  $\varepsilon > 0$ ,  $\varepsilon' > 0$ ; siqilsa  $\varepsilon < 0$ ,  $\varepsilon' < 0$  bo'ladi.

O'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatadiki, oddiy cho'zilish (siqilish)da  $\varepsilon'$  ko'ndalang nisbiy deformatsiyaning  $\varepsilon$  bo'ylama nisbiy deformatsiyaga nisbati o'zgarmas miqdor bo'lib, u faqat sterjenning materialiga bog'liq bo'ladi va uning absolyut qiymati  $\mu$  bilan belgilanib Puasson koeffitsenti deb ataladi. Nisbiy ko'ndalang deformatsiyasi nisbiy ko'ndalang bo'ylama deformatsiyaga nisbati Puasson koeffitsenti deyiladi.

$$\mu = \left| \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \right| \quad (8)$$

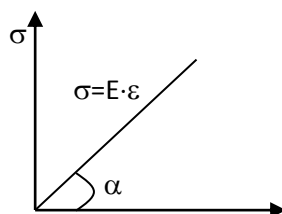
$\mu$  – ko'ndalang deformatsiya koeffitsenti yoki Puasson koeffitsenti deb atalib, materialning elastiklik xossalarini tasvirlaydi. Puasson koeffitsenti turli materiallar uchun turlichadir. Masalan: po'lat uchun:  $\mu = 0,28-0,33$ . Umuman, Puasson koeffitsentining  $0 < \mu < 0,5$  oraliqda o'zgaradi.

Normal kuchlanish bilan nisbiy bo'ylama deformatsiya orasidagi bog'lanishni ingliz olimi R.Guk 1660 yili tajribalar yordamida quyidagicha formula bilan ifodalanishni aniqlagan. Guk qonuni deb ataladi va quyidagicha ta'riflanadi: "proportsionallik chegarasigacha, cho'zilgan sterjenlarda normal kuchlanish nisbiy cho'zilishga to'g'ri proportsionaldir".

$$\frac{\sigma}{E} = \varepsilon \quad \text{yoki} \quad \sigma = E \cdot \varepsilon \quad (9)$$

bu yerda, E- birinchi tur elastiklik moduli yoki Yung moduli deb ataladi.

Ya'ni oddiy cho'zilish siqilishda hosil bo'ladigan normal kuchlanish nisbiy bo'ylama deformatsiyaga proportsional ravishda o'zgaradi. Bu Guk qonuni deyilib, materiallar qarshiligi faninig asosiy bog'lanishlaridan biridir. Bu qonun barcha materiallar uchun elastik deformatsiya chegarasida bajariladi. Formuladagi E birinchi tartibli elastik modulidir. U ham Puasson koeffitsienti singari materiallarning fizik karakteristikasi bo'lib tajribalar yordamida aniqlanadi va maxsus jadvallarda keltiriladi. Masalan: po'lat materiali uchun  $E = 2 \cdot 10^8$  Mpa uning o'lcham birligi kuchlanish o'lcham birligidir. SHaklda E ning grafik miqdori ko'rsatilgan.



$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

Guk qonunidan foydalanib, cho'zuvchi kuch, sterjenning ko'ndalang kesim o'lchamlari va absalyut deformatsiyalari orasidagi bog'lanishni topamiz. Agar  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$  formulaga Guk qonunidan  $\varepsilon$  va  $\sigma = \frac{N}{A}$  formulaga  $\sigma$  qiymatlarini qo'yib quyidagi qiymatga ega bo'lamiz.

$$\Delta l = \frac{Nl}{EA}$$

Oxirgi ifoda Guk qonuning matematik ifodasi yoki mutloq bo'ylama cho'zilishini tashqi kuch, elementi uzunligi va bikrligi orqali ifodalanishidir. Formuladagi EA ko'paytma cho'zilishi yoki siqilishidagi bikrlilik deyiladi. EA qanchalik katta bo'lsa deformatsiyalanish shunchalik kichik va aksincha.

### **Tekshirish savollari**

1. Ichki kuchlar to'g'risida tuchuncha bering.
2. Bo'ylama kuchni tushuntiring.
3. Oddiy deformatsiyani tushuntiring.
4. Normal va urinma kuchlanishni tushuntiring.
5. Absolyut deformatsiya nima?
6. Bo'ylama va ko'ndalang deformatsiyani tushuntiring.
7. Guk qonunini tushuntiring.
8. Puasson koeffitsientini tushuntiring.
9. Elastiklik moduli nima?
10. Konstruksiya elementlari turlari to'g'risida ma'lumot bering.