6-MA'RUZA KUCHLANISHLAR CHO'ZILISH VA SIQILISH DEFORMATSIYASI. GUK QONUNI.

REJA

1. *Kuchlanish va uning turlari.*
2. *Cho'zilish va siqilish deformatsiyasi*
3. *Guk qonuni*

Tashki kuch ta'sirida muvozanatda turgan jismni biror *mn* tekislik bilan fikran kesib (6.1-shakl), bir qismining muvozanatini tekshiramiz. Masalan, *A* qismining kesim yuzasi bo'yicha biror qonun bilan yoyilgan elastik kuchlar ta'sir kiladi. Elastik kuchning yuza birligidagi miqdori **kuchlanish** deyiladi. Tekshirilayotgan kesim yuzasining biror *M* nuqtasi atrofida cheksiz kichik ΔA yuzacha ajratamiz. Bu yuzachadagi ichki kuchlarning teng ta'sir etuvchisi ΔF ni ΔA ga bo'lgan nisbatini o'rtacha kuchlanish deyiladi, ya'ni

$$P^{ypm} = \frac{\Delta F}{\Delta A} \tag{6.1}$$

Endi ΔA yuzachani kichraytira boramiz, natijada yuzacha *M* nuqtaga yaqinlashib, uning kiymati nolga intiladi. ΔF ham mikdorini va yo'nalishini o'zgartirib, ma'lum limitga intiladi, ya'ni

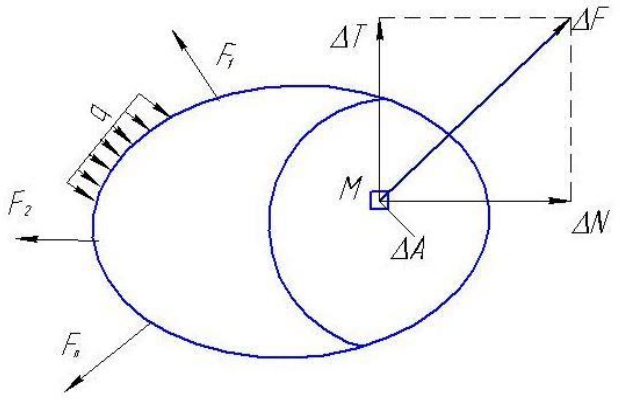
$$P = \underset{\Delta A \to 0}{Lim} \frac{\Delta F}{\Delta A} = \frac{dF}{dA} \tag{6.2}$$

o'rinli bo'ladi. Bu kattalik *M* nuqtadagi xaqiqiy kuchlanish deyiladi.

Jismning biror *M* nuqtasidagi kuchlanishini topish uchun bu nuqtadan bitta tekislik o'tkazishimiz kerak. Ammo bu *M* nuqta orqali cheksiz ko'p tekislik o'tkazish mumkin. Har kaysi tekislikka tegishli kesim yuzalaridagi kuchlanishlarning turlicha bo'lishi tabiiydir. Demaq jismning biror nuqtasidagi kuchlanishni aniqlashda bu nuqtaning kaysi u kesimdagi yuzaga oid ekanligini oldindan bilish zarur. Tekshirilayotgan kesim yuzasi bo'yicha kuchlanishning qanday qonun bilan yoyilgani ma'lum bo'lsa, (6.2) ifodadan foydalanib, ichki kuchlarning bosh vektori aniqlaymiz:

$$\vec{P} = \int_F \Delta F dA \tag{6.3}$$

Elementar ΔF yuzachadagi ichki kuchlarning teng ta'sir etuvchisi ΔF kesim yuzasining normali bo'yicha va yuza bo'yicha yo'nalgan tuzuvchilariga ajratib, ularni mos ravishda ΔN va ΔT deb belgilasak (6.1-shakl) bu kuchlarga tegishli o'rtacha normal va tangentsial kuchlanishlarni topgan bo'lamiz.



6.1-shakl.

$\sigma = \dfrac{\Delta N}{\Delta A}$ o'rtacha normal kuchlanish;

$\tau = \dfrac{\Delta T}{\Delta A}$ o'rtacha tangentsial kuchlanish.

Bu kattaliklarni haqiqiy qiymatini ifodalash uchun biror qiymatga cheksiz yaqinlashtirish keraq ya'ni

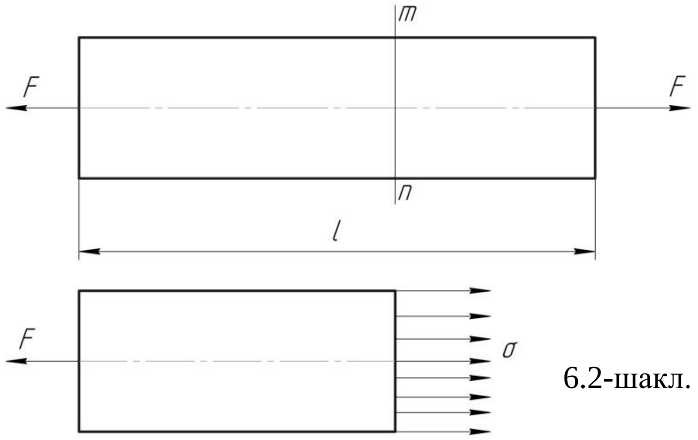
$$\sigma = \lim_{\Delta A \to 0} \frac{\Delta N}{\Delta A} = \frac{dN}{dA}; \qquad \tau = \lim_{\Delta A \to 0} \frac{\Delta T}{\Delta A} = \frac{dT}{dA};$$

To'la kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$P = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}\ .$$

CHo'zilish va siqilish deformatsiyasi

Prizmatik sterjen o'zining uchlariga qo'yilgan va o'qi bo'ylab yo'nalgan qarama-qarshi $\vec{F} = -\vec{F}$ kuchlar ta'sirida muvozanatda tursin (6.2-shakl). Bu tarzdagi qo'yilgan kuchlar ta'siridan prizmatik sterjen cho'ziladi. Uning ko'ndalang kesimida hosil bo'ladigan zo'riqishlarni topish uchun, kesish usulidan foydalanamiz. Sterjenni uning o'qiga tik biror *mn* tekislik bilan fikran ikki kiemga ajratib, bir qismini tashlaymiz va boshqa qismining muvozanatini tekshiramiz. Masalan, yuqori qismini tashlab pastki qismini qoldiramiz.



6.2-шакл.

Tekislik *mn* ko'ndalang kesim yuzasi bo'yicha ta'sir qiluvchi ichki kuchlar sterjenning pastki uchiga qo'yilgan tashqi F kuchi bilan muvozanatlashadi. Tekislik *mn* kesim yuzasidagi ichki kuchlar yuzaga tik yo'nalgan bo'ladi. Ularning yuza birligidagi qiymatini, ya'ni kuchlanishni "σ" bilan belgilaymiz. U holda muvozanat sharti quyidagicha yoziladi:

$$F = \int \sigma \, dA \tag{6.4}$$

Agar kuchlanish ko'ndalang kesim yuzasi bo'yicha tekis tarqalgan deb karalsa, σ ni integral ostidan chiqarishimiz mumkin. U holda (6.4) ifoda quyidagicha yoziladi:

$$F = \sigma A \tag{6.5}$$

Bundan cho'zuvchi sterjenning ko'ndalang kesimidagi kuchlanish uchun quyidagicha formulani olamiz:

$$\sigma = \frac{F}{A} \tag{6.6}$$

Prizmatik sterjendagi cho'zuvchi kuch va uning ko'ndalang kesim yuzi ma'lum bo'lsa, undagi kuchlanishni (6.6) formuladan topish mumkin. Endi mustahkamlik sharti tenglamasini (6.5) ifodaga muvofiq chiqaramiz. F kuch ta'siridan cho'zluvchi sterjenning ko'ndalang kesimida hosil bo'ladigan σ kuchlanish sterjenning materiali uchun belgilangan ruxsat etilgan kuchlanish $[\sigma]$ dan oshmasligi lozim, ya'ni

$$\sigma = \frac{F}{A} \le [\sigma] \tag{6.7}$$

shartni qanoatlantirish kerak. Bu ifoda mustahkamlik sharti deyiladi. Bundan, F kuchga bardosh beradigan bo'lishi uchun sterjenь ko'ndalang kesimining yuzi qanday bo'lishi kerakligini aniqlash mumkin:

$$A \ge \frac{F}{\sigma} \tag{6.8}$$

CHo'zuvchi sterjenning materiali va ko'ndalang kesimining yuzi ma'lum bo'lsa, unga qo'yilishi mumkin bo'lgan cho'zuvchi kuchning miqdorini aniqlash mumkin.

$$F \le [\sigma] \, A \tag{6.9}$$

CHo'zuvchi kuchlarni statika tenglamalaridan foydalanib aniqlash mumkin bo'lgan xollarda, tegishli sterjenlar uchun mustahkamlik shartining bajarilishini (6.7) tenglama yordamida tekshirish mumkin.

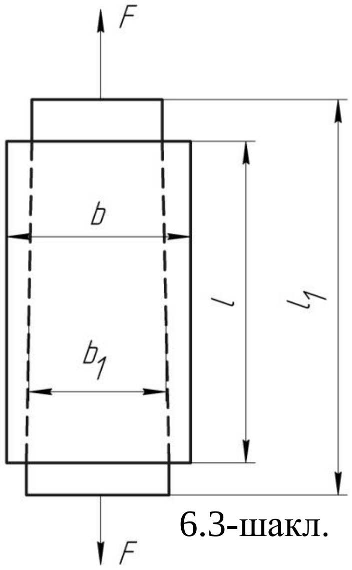
Prizmatik sterjenь bir jinsli parallel tolalardan tuzilgan deb faraz kilinsa, qo'yilgan kuch ta'siridan barcha tolalari bir xilda cho'zilib, sterjenь ko'ndalang kesimining yuzasi o'ziga parallel ravishda ko'chadi(6.3-shakl). Natijada uning l boshlangich uzunligi uzayib, l_1 ga aylanadi. Sterjenning absolyut cho'zilishi quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta l = l_1 - l \tag{6.10}$$

Bu mikdor cho'zilish uchun musbat, siqilish uchun esa manfiy bo'ladi. Deformatsiyani sterjenь uzunligining qiymatiga bog'lamaslik uchun uzunlik birligiga to'g'ri keladigan deformatsiyani tekshiramiz. Uzunlik birligiga to'g'ri keladigan deformatsiyaga **nisbiy deformatsiya,** ya'ni **nisbiy cho'zilish** yoki **nisbiy siqilish** deyiladi. Nisbiy deformatsiyani ε bilan belgilasaq u

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \tag{6.11}$$

ko'rinishida yoziladi. Sterjenning uzunligi va absolyut cho'zilishi uzunlik birligida o'lchangani uchun nisbiy cho'zilish o'lchovsiz son bo'ladi. O'tkazilgan tajribalar prizmatik sterjenь bo'yiga cho'zilganda uning kesimi siqilib, bo'yiga siqilganda ko'ndalang kesimi kengayishini ko'rsatadi. Demak, sterjenь cho'zilganda bo'y uzayish bilan birga ko'ndalang kesimi ingichkalashadi (6.3-chizma). Prizmatik sterjenlar ko'ndalang kesim o'lchamlarining o'zgarishi **ko'ndalang deformatsiya** deyiladi. Ko'ndalang kesim o'lchami oldin b bo'lib, deformatsiyadan keyin b_1 bo'lsa, ko'ndalang deformatsiyani ε_1 deb belgilab, uning uchun:



6.3-шакл.

$$\varepsilon_1 = \frac{b - b_1}{b} \tag{6.12}$$

formula hosil qilamiz. Prizmatik sterjen cho'zilsa (+); sikilsa (—) ishorali bo'ladi.

Tajribalar shuni kursatadiki, ε_1 ko'ndalang deformatsiya ε ning bo'ylama deformatsiyaga nisbati o'zgarmas son bo'lib, u faqat sterjenning materialiga bog'liqdir. Bu nisbatning absolyut kiymati μ bilan belgilanadi va **Puasson koeffitsienti** deb ataladi:

$$\mu = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon} \tag{6.13}$$

Ba'zi materialar uchun Puasson koeffitsientining qiymatlari jadvallarida berilgan bo'ladi. Barcha materiallar uchun $0 \le \mu \le 0{,}5$ bo'ladi.

Guk qonuni.

Cho'ziluvchi (siqiluvchi) sterjenlarda hosil bo'ladigan fizik xodisalarni tajribada kuzatish mumkin. Cho'zuvchi kuchlanish sterjenning materiali uchun aniqlangan ma'lum chegaradan oshmasa, sterjenь elastiklik xossasiga ega bo'ladi, ya'ni sterjendan cho'zuvchi (siquvchi) kuch ta'siri olinsa, u o'zining avvalgi holiga qaytadi. SHu chegaraga tegishli kuchlanish **proportsionallik chegarasi** deyiladi. Bu chegaragacha nisbiy cho'zilish ε bilan cho'zuvchi (siquvchi) kuchlanish σ o'zgarmas nisbatda bo'ladi:

$$\frac{\sigma}{\varepsilon} = E$$

Boshqacha qilib aytganda, proportsionallik chegarasiga to'ri kelgan kuchlanish nisbiy cho'zilishga proportsionaldir:

$$\sigma = E\,\varepsilon \tag{6.14}$$

Bu formula bilan ifodalangan xulosa **Guk qonuni** deyiladi.

Tajribalardan chiqarilgan (6.14) munosabat materiallar qarshiligi fanining asosidir. Proportsionallik koeffitsienti Ye cho'zilishdagi (siqilishdagi) **elastiklik moduli** deyiladi. Kuchlanish σ MPa hisobida o'lchanadi, ε esa o'lchovsiz kattalik bo'lganidan Ye ham kuchlanish kabi MPa hisobida o'lchanadi. Agar $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ bo'lsa,

$\sigma = E$ bo’ladi. Demaq elastiklik moduliga elementning deformatsiyasidan keyingi uzunligi deformatsiyadan oldingi uzunligidan ikki barobar katta bo’lgandagi holatida hosil bo’ladigan kuchlanish ekan. Bu koeffitsient ma’lum materiallar uchun qat’iy qiymatga ega bo’lib, uning qiymatlari turli materiallar uchun tajriba yo’li bilan aniqlanadi.

Guk qonundan foydalanib, F cho’zuvchi kuch, sterjenning geometrik o’lchamlari *A* va absolyut cho’zilish Δl orasidagi munosabatni topamiz:

$$\Delta l = \varepsilon\, l; \quad \varepsilon = \frac{\sigma}{E} \tag{6.15}$$

bo’ladi. (6.14) dan ε ning qiymatini yuqoridagi formulaga qo’yamiz. U holda kuchlanishni (6.6) dan keltirib qo’ysak

$$\Delta l = \frac{Fl}{EA} \tag{6.16}$$

formulani hosil qilamiz. Demak, prizmatik sterjenning cho’zilishi (siqilishi) cho’zuvchi (siquvchi) kuchga va sterjenning uzunligiga proportsional, elastiklik moduliga va sterjenь ko’ndalang kesim yuzasiga teskari proportsionaldir.

EA – miqdor prizmatik sterjenning cho’zilishdagi (siqilishdagi) **bikrligi** deyiladi. Bikrlik tushunchasini teskari ma’nosida tushunish lozim. Ya’ni sterjenь qancha cho’zilishga moyil bo’lsa, shunchalik uning bikrligi kam bo’ladi va aksincha.

Nazorat savollari

1.Cho’zilgan va siqilgan sterjenlarning ko’ndalang kesimlaridagi bo’ylama kuchlar qanday topiladi?

2. Absolyut cho’zilish nima?
3. Guk qonuni nimadan iborat va uning matematik ifodasi qanday yoziladi?
4. Puasson koeffitsienti nima?
5.Ehtiyotlik koeffitsienti nima?
6. Mustahkamlik sharti nima?

Tayanch so’z va iboralar

Cho’zilish, siqilish, bo’ylama kuch, epyura, mustahkamlik sharti, ruxsat etilgan kuchlanish, absolyut cho’zilish, nisbiy bo’ylama deformatsiya, elastiklik moduli, guk qonuni, ko’ndalang deformatsiya, Puasson koeffitsienti.