

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

URGANCH DAVLAT UNIVERSITETI

MATERIALLAR QARSHILIGI

FANIDAN HISOB GRAFIK ISHLARINI BAJARISH

UCHUN USLUBIY QO'LLANMA

URGANCH 2014 y.

Uslubiy qo'llanma texnika fanlari bakalavr yo'nalishlarida tahsil olayotgan talabalarga «Materiallar qarshiligi» fanidan hisob-grafik ishlarini bajarishda yordam berish uchun mo'ljallangan.

Uslubiy qo'llanma « Materiallar qarshiligi» fani bo'yicha cho'zilish (siqilish)dagi deformatsiya holatlariga doir qismlarni o'z ichiga olgan.

Har bir bobda qisqa nazariy ma'lumotlar bilan bir qatorda zo'riqish xolatida bo'lgan konstruksiya elementlari uchun masalalarni yechish tartibi ko'rsatilgan. Bunda sanoatda va qurilish sohasida qo'llaniladigan inshoot hamda mexanizm va uskunalarning asosini tashkil etuvchi umumiy bo'lgan konstruksiya elementlari, ularning kuch (yuklanish) ta'sirida deformatsiyalanish xolati, kuchlanganlik xolati batafsil keltirilgan. Zo'riqishda bo'lgan konstruksiya elementiga oid Guk qonunining mohiyatlari sodda va ravon qilib yoritilgan. Bundan tashqari zo'riqishdagi konstruksiya elementlarini mustahkamlik shartidan foydalanib, ularning ko'ndalang kesim o'lchamlarini aniqlash usullari ko'rsatilgan.

Mazkur qo'llanmada « Materiallar qarshiligi » kursi bo'yicha mustaqil ishlash uchun berilgan hisob- grafik ishlari (cho'zilish-siqilish, deformatsiyasiga oid) masalalarining yechilish tartibi va topshiriqlar berilgan.

Bundan maqsad talabalarni materiallar qarshiligi kursi bo'yicha olgan nazariy bilimlarini yanada mustahkamlash va chuqurlashtirishdan iboratdir.

Tuzuvchi: t.f.n. I.S. Ruziyev

Taqrizchilar: t.f.n. Xojayev O.X.-Transport tizimlari kafedrası katta o'qituvchisi.

Niyozov M.- Urganch avtomobil va yo'llar KXX
“Maxsus fanlar” kafedrası mudiri

MATERIALLAR QARSHILIGI FANINING MOHIYATI

Har bir inshoot yoki mashina loyihaviy hujjatlar asosida quriladi. Demak, inshoot qurilishidan avval loyiha-konstruktorlik ishlari olib boriladi va mazkur inshoot uchun loyiha hujjatlari tayyorlanadi. Loyihalash jarayonida inshootlarga qo'yiladigan asosiy talablardan biri ularning ishlash muddatida chidamli bo'lishi, xavf xatarli holatlardan ma'lum darajada kafolatlangan bo'lishidir. Inshoot va mashinalar mustahkam bo'lishi bilan birga biktir bo'lishi ham zarur, ya'ni konstruksiya yoki uning ayrim qismlarida tashqi kuchlar ta'sirida katta deformatsiyalar sodir bo'lmasligi kerak. Masalan, mustahkam qilib qurilgan ko'priklarni ishlash davrida haddan tashqari egilib ketishi natijasida ko'ngilsiz hodisalar ro'y berishi mumkin. Inshoot, uning qismlaridagi deformatsiyalanishning ustivor muvozanatini yo'qotilishi ham inshoot uchun xavfli hisoblanadi, chunki buning natijasida inshoot yuk ko'tarish, qarshilik ko'rsatish qobiliyati yuqotadi va emiriladi. Inshoot va uning konstruksiyalarini mustahkam, biktir va ustivor qilishning turli yo'llari mavjud: ulardan konstruksiya ko'ndalang kesimlarini kattalashtirish eng oddiy hisoblanadi. Ammo bu hol materialning ko'p sarflanishiga, inshootning tan narxining ortib ketishiga olib keladi. Har qanday inshoot, mashina qurish uchun mehnat ham, material ham eng kam sarflanishi lozim.

Muhandis-konstruktorlar tegishli hisoblar bajarish natijasida loyihaning turli variantlarini tuzadilar va ular ichidan yuqorida qo'yilgan 3 ta asosiy talabga javob beradigan eng maqul (optimal) variantni tanlaydilar. Inshootlarni loyihalashda bajariladigan hisoblarning asosiy qismi inshoot qismlardagi zo'riqlash va deformatsiyalarni aniqlashdan iborat bo'lganligi sababli materiallar qarshiligi fanini quyidagicha tariflash mumkin: **materiallar qarshiligi inshoot konstruksiyalari, mashina qismlarining mustahkamlikka, biktirlikka va ustivorlikka hisoblash uchun zarur bo'lgan zo'riqlash va deformatsiyalarni aniqlash usullarini o'rgatuvchi fandir**

Ma'lumki, turli materiallar tashqi kuchlar ta'siriga turlicha qarshilik ko'rsatadi. Shuning uchun mashina yoki inshoot qismlari qo'yilgan yuklar ta'siriga bardosh berib turishi, ularning o'lchamlariga bog'liq bo'lishi bilan birga, qanday materialdan tayyorlanganligiga ham bog'liqdir. Mazkur ob'yektlar qismlarida tashqi yuk ta'siridan hosil bo'ladigan zo'riqlashlarni hamma vaqt ham statika tenglamalari

yordamida aniqlash mumkin bo'lvaymaydi. Bunday paytlarda zo'riqishlarni qabul qiluvchi qismlarning deformatsiyalarini, ya'ni geometrik o'lchamlari o'zgarishini va bu o'zgarishlar bilan zo'riqishlar orasidagi munosabatlarni ifodalamasdan qo'shimcha tenglamalar tuzib bo'lmaydi. Demak, mashina yoki mexanizmlarni loyihalash uchun zarur bo'lgan materiallarning ba'zi fizik va mexanik xossalarini ifodalovchi parametrlarni oldindan bilish zarur.

Materiallar qarshiligi fanida nazariy mexanika fanining qattiq jismlarga (nazariyasiga) oid umumiy natijalaridan keng foydalanib, bu nazariyani bir necha yangi tushunchalar bilan boyitadi. Bulardan eng muhimi kuchlanish va deformatsiyadir. Oddiy hollarda kuchlanishni absolyut qattiq jism mexanikasining usullaridan foydalanib, deformatsiyadan qat'iy nazar aniqlash mumkin, bunday masalalar **statik aniq masalalar** deyiladi.

Kuchlanishni deformatsiyasiz aniqlash imkoniyati bo'lmasa, bunday masalalar **statik aniqmas masalalar** deb ataladi.

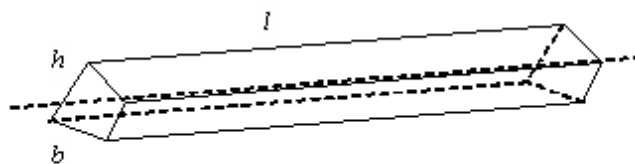
Konstruksiya elementlari

Har bir mashina yoki mexanizm va qurilmalar asosan sterjen, balka, brus, qobiq, rama, plastinkalardan tashkil topadi.

Ko'ndalang kesim o'lchamlari bo'y o'lchamiga qaraganda bir necha marta kichik bo'lgan prizmatik yoki silindrik shakldagi konstruksiya elementlariga **sterjen** deb aytiladi. Geometrik o'qlari egri chiziq bo'lsa **egri sterjenlar**(1-shakl), to'g'ri chiziq bo'lsa **to'g'ri sterjenlar** deyiladi (2-shakl). Egilishga ishlaydigan sterjenlarga **balka** deb ataladi.

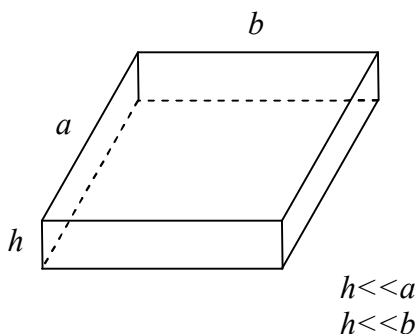


1-shakl.

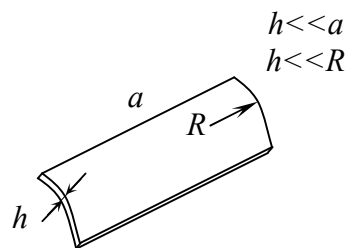


2-shakl.

Qattiq jism ikkita tekis sirt bilan chegaralangan qalinligi, qolgan ikkita o'lchamiga qaraganda juda ham kichik bo'lgan konstruksiya elementlariga **plastina** deb ataladi (3-shakl). Egri sirt bilan chegaralangan plastinalarni esa **qobiq** deb ataladi(4-shakl).



3-shakl.



4-shakl.

Deformatsiya va uning turlari

Har qanday qattiq jismga tashqi kuch ta'sir qilganda uning geometrik shakli va o'lchamlari o'zgaradi, bunday o'zgarishga **deformatsiya** deb ataladi. Masalan, silindrik prujina o'z o'qi bo'ylab yo'nalgan kuchlar ta'siridan cho'ziladi yoki siqiladi ikki tayanchda yotuvchi balka, ustidagi yuk ta'siridan egiladi. Bo'y va en o'lchamlarining o'zgarishiga **chiziqli deformatsiya** deb, to'g'ri burchakning o'zgarishi esa **burchak yoki siljish deformatsiyasi** deb ataladi. Jismning har qanday deformatsiyasi ana shu ikki asosiy deformatsiyadan iboratdir. Chiziqli deformatsiya natijasida bo'yi uzaysa, jism cho'ziladi,

qisqarsa jism siqiladi. Ularni bir-biridan farq qilishi uchun jism (sterjen) cho'zilganda musbat, siqilganda esa manfiy ishora qo'yiladi.

Aytaylik, uzunligi l bo'lgan sterjenga tashqi F kuch ta'sir etayotgan bo'lsin (5-shakl). Natijada sterjen ko'ndalang kesimining yuzasi o'z-o'ziga parallel ravishda ko'chadi, ya'ni sterjenning absolyut cho'zilishi

$$\Delta l = |l - l_1| \quad \text{ga teng bo'ladi.}$$

Uzunlik birligiga to'g'ri keladigan deformatsiya **nisbiy deformatsiya** deb ataladi. Nisbiy deformatsiyani ε bilan belgilasak, u holda;

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

ko'rinishda bo'lib, o'lchovsiz kattalikdir.

Sterjenning tashqi kuchlar ta'sirida ko'ndalang kesim o'lchamlarining o'zgarishiga **ko'ndalang deformatsiya** deyiladi. 5-shaklda ko'rsatilganidek, ko'ndalang kesim o'lchami b bo'lib,

deformatsiyadan keyin b_1 bo'lsa, ko'ndalang deformatsiyani ε_1 deb belgilab,

$$\varepsilon_1 = \frac{|b - b_1|}{b}$$

tenglikni hosil qilamiz.

Ko'ndalang deformatsiya ε_1 ni, bo'ylama deformatsiya ε ga nisbati ***Puasson koeffitsienti*** deb ataladi. Puasson koeffitsientini μ bilan belgilasak,

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

hosil bo'ladi.

Bu nisbat o'zgarmas son bo'lib, u faqat sterjen materialning turiga bog'liqdir. Turli materiallar uchun Puasson koeffitsientining qiymati jadvallarda berilgan bo'lib, u hamisha $\mu < 0,5$ bo'ladi.

Kuchlanish

Muvozanatlashuvchi tashqi kuchlar ta'siridagi qattiq jism zo'riqish holatida turadi. Bu zo'riqish jismni tashkil qiluvchi zarralar orasidagi ichki kuchlardan iboratdir. Qattiq jismga tashqi kuch qo'yilmaganda ham, unda ichki kuchlar mavjuddir. Qattiq jismda ichki kuchlar mavjud bo'lmasa, uning zarralari ma'lum hajmni qoplovchi bir butun shaklni hosil qilmagan bo'lar edi. Jismni hosil qiluvchi zarralar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari *boshlang'ich ichki kuchlar* deyiladi.

Qattiq jismlarda hosil bo'ladigan ichki kuchlar va deformatsiyalar XIX asrdan buyon jismning molekulyar tuzilishi nazariyasi asosida izohlab kelinmoqda. Hozirgi zamon fizikasi atomlarning tuzilishini tekshirishda g'oyat katta muvaffaqiyatlarga erishdi. Atomda ham ichki tortishish kuchlari yuqorigi tajriba yo'li bilan aniqlandi. Tashqi kuchlar ta'siridan hosil bo'ladigan deformatsiyalarni molekulyar nazariyasi yetarli darajada takomillashtiradi.

Tashqi kuchlar ta'sirida muvozanatda turgan jismni biron *mn* tekisligi bilan fikran kesib (6-shakl), bir qismining muvozanatini tekshiramiz, ichki kuchni topish uslubiga ko'ra qoldirilgan qismining kesimiga ta'sir qilayotgan ichki kuchlar tartibsiz yo'nalishda bo'lib, tashqi kuchlarning qo'yilishiga bog'liqdir. Ichki kuch vektor kattalik bo'lib, yo'nalishi aniq emas.

Tekshirilayotgan kesim yuzasining har-bir elementar ΔA yuzasiga ΔF ichki kuch ta'sir etadi. Elementar ΔF kuchining ΔA yuzagacha bo'lgan nisbatiga **kuchlanish** deyiladi. U **R** harfi bilan belgilanadi, yo'nalish esa ichki kuch yo'nalishida bo'ladi:

$$P = \frac{\Delta F}{\Delta A}$$

Masalan, A qismining kesim yuzasi bo'yicha biror qonun bilan yoyilgan elastik kuchlar ta'sir qilsin. 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 nisbati **o'rtacha kuchlanish** ^{6-shakl.} deyiladi, ya'ni

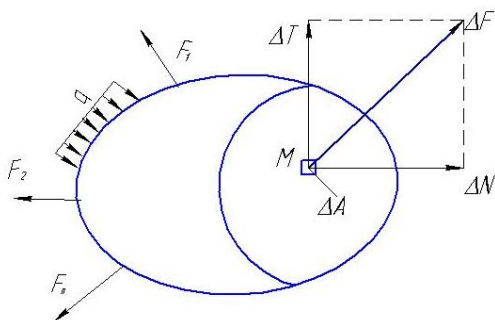
$$F^* = \frac{\Delta F}{\Delta A} \quad (1)$$

Agar ΔA yuzachani kichraytirib borsak, natijada yuzacha M nuqtaga, uning qiymati esa nolga intiladi. F^* ham miqdori va yo'nalishini o'zgartirib, ma'lum limitga intiladi, ya'ni

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

bo'ladi. Bu kattalik M nuqtadagi **haqiqiy 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 qaysi tekislikka tegishli kesim yuzalaridagi kuchlanishlarning turlicha bo'lishi tabiiydir. Demak, jismning biror nuqtasidagi kuchlanishni aniqlashda bu nuqtaning qaysi kesimdagi yuzaga oid ekanligini oldindan bilish zarur. Tekshirilayotgan kesim yuzasi bo'yicha F kuchlanishning qanday qonun bilan yoyilgani ma'lum bo'lsa, (2) ifodadan foydalanib, ichki kuchlarning bosh vektori ΔF ni aniqlaymiz.



$$\bar{F} = \int_A \Delta \bar{F} dA \quad (3)$$

Elementar ΔA yuzachadagi ichki kuchlarning ΔF teng ta'sir etuvchisini kesim yuzasining normali bo'yicha va

yuza bo'yicha yo'nalgan tashkil etuvchilariga ajratib, ularni mos ravishda N va T deb belgilasak (7-shakl), bu kuchlarga tegishli o'rtacha normal va tangensial kuchlanishlarni topgan bo'lamiz.

$\sigma = \frac{\Delta N}{\Delta F}$ - o'rtacha normal kuchlanish,

$\tau = \frac{\Delta T}{\Delta F}$ - o'rtacha tangensial kuchlanish.

Demak, yuza birligiga to'g'ri keladigan kuchga **kuchlanish** deb ataladi. U xalqaro birliklar sistemasida $\frac{N}{mm^2} = MPa$ o'lchanadi.

Cho'zuvchi N kuch ta'sirida sterjen ko'ndalang kesimida hosil bo'ladigan normal σ kuchlanish sterjenning materiali uchun belgilangan ruxsat etilgan $[\sigma]$ normal kuchlanishdan oshmasligi lozim, ya'ni

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq [\sigma] \quad MPa$$

Bu ifoda cho'zilish (siqilish) deformatsiyasi holatidagi konstruksiya elementining **mustahkamlik sharti** deyiladi.

Mustahkamlik shartidan foydalanib, material turiga ko'ra, sterjenning ko'ndalang kesim o'lchamini yoki sterjenning yuk ko'tara olish qobiliyatiga, ya'ni tashqi qo'yilgan kuchni aniqlash mumkin va aksincha, qo'yilgan tashqi N kuchi ta'sirida qanday bo'lishi kerakligini aniqlash mumkin, ya'ni

$$A \geq \frac{N}{[\sigma]} \quad mm^2.$$

Sterjenning materiali va ko'ndalang kesimining yuzasi ma'lum bo'lsa, unga qo'yilishi mumkin bo'lgan eng katta cho'zuvchi kuchning miqdorini aniqlash mumkin, ya'ni

$$N \leq [\sigma] \cdot A \quad N.$$

Cho'zilishdagi (siqilishdagi) Guk qonuni

Tashqi kuch ta'sirida sterjenlarda hosil bo'ladigan fizik hodisalarni tajribada kuzatish mumkin. Cho'zuvchi (siquvchi) kuchlanish $\sigma = \frac{N}{A}$ sterjenning materiali uchun aniqlangan ma'lum chegaradan oshmasa sterjen elastiklik xossasiga ega bo'ladi, ya'ni sterjendan cho'zuvchi (siquvchi) kuch ta'siri olinsa, u o'zining avvalgi shakliga qaytadi. Shu chegaraga tegishli σ_p kuchlanish **proporsionallik chegarasidagi**

kuchlanish deyiladi. Proporsionallik chegarasigacha bo'lgan kuchlanish nisbiy cho'zilish (siqilish) deformatsiyasiga to'g'ri proporsionaldir:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

bu yerda: E – cho'zilishdagi elastiklik moduli deyiladi. Uning qiymati turli materiallar uchun tajriba yo'li bilan aniqlanilib, jadvallarda beriladi.

Sterjenga ta'sir etayotgan tashqi bo'ylama kuch bilan uning geometrik o'lchamlarining o'zgarishi orasidagi munosabatni Guk qonunidan foydalanib topamiz. Bunda absolyut bo'ylama deformatsiya

$\Delta l = \varepsilon \cdot l$ bo'lib, nisbiy deformatsiya ε ni elastiklik moduli orqali $\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$ ifodalab, quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$\Delta l = \frac{\sigma}{E} \cdot l$$

$\sigma = \frac{N}{A}$ tenglikdan foydalanib, absolyut bo'ylama deformatsiya formulasi quyidagicha ifodalanadi.

$$\Delta l = \frac{N \cdot l}{E \cdot A}$$

bu yerda: $E \cdot A$ – sterjenning cho'zilishidan bikrligi deyiladi.

Demak, sterjenning absolyut cho'zilishi (siqilishi) cho'zuvchi (siquvchi) kuchga va sterjenning uzunligiga to'g'ri proporsional bo'lib, sterjen materialining elastiklik moduliga va ko'ndalang kesim yuzasiga, ya'ni sterjenning bikrligiga teskari proporsionaldir.

Materiallar qarshiligi masalalarini yechish tartibi

Qurilma qismlari uchun materiallar va qismlarning o'lchamlari shunday tanlanishi kerakki, natijada qurilma qismlariga qo'yiladigan kuchlar ta'siridan yemirilmay qolishgina emas, balki ularda qoldiq deformatsiyalar ham hosil bo'lmasligi kerak. Buning uchun qurilma qismlarining o'lchamlarini tanlashda, ularni mustahkamlik chegarasiga mos qilib olmay, balki ehtiyot choralari ham birmuncha ta'min etadigan qilib olish lozim, ya'ni mashina ishlash vaqtida uning qismlarida hosil bo'ladigan eng katta kuchlanishdan (qoldiq chegaraviy deformatsiyalar hosil qiluvchi) kuchlanishlardan kamroq bo'lishi kerak.

Materialni ishdan chiqaradigan xavfli kuchlanish **mustahkamlik chegarasi** deyiladi. Mustahkamlik chegarasi σ_s bilan belgilanadi. Qurilma qismlarini yemirilish xavfidan saqlash uchun ulardagi

kuchlanishlarning qiymati mustahkamlik chegarasining shu qism materiali uchun aniqlangan ma'lum qismdan oshmasligi lozim. Mashina yoki qurilma qismlari tayyorlangan materialdagi zo'riqish mustahkamlik chegarasining ma'lum qismiga teng bo'lishi kerak. Mustahkamlikni ta'minlovchi bunday kuchlanish ***ruxsat etilgan kuchlanish*** deyiladi. Ruxsat etilgan kuchlanish $[\sigma]$ bilan belgilanib, quyidagicha aniqlanadi:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{np}}{n} \quad - \text{ elastik materallar uchun,}$$

$$[\sigma] = \frac{\sigma_e}{n} \quad - \text{ mo'rt materiallar uchun.}$$

n – ehtiyot ko'effitsienti. Bu esa muayyan material uchun ruxsat etilgan kuchlanish o'sha material uchun aniqlangan chegaraviy kuchlanishdan qancha marta kam bo'lishini ko'rsatadi. Qurilmaning qanday sharoitda ishlashiga qarab turib ehtiyotlik ko'effitsienti $n=1,5-5$ orasida olinadi. Loyihalalanayotgan mexanizmning ma'lum qismida hosil bo'ladigan maksimal kuchlanishning qiymati σ_{max} hamisha mazkur qism materiali uchun berilgan kuchlanishning ruxsat etilgan qiymatidan kichik yoki unga teng bo'lishi kerak, ya'ni $\sigma_{max} \leq [\sigma]$ bu tengsizlik ***mustahkamlik sharti*** deb ataladi.

Materiallar qarshiligi masalalarini yechish usullari mustahkamlik sharti asosida tuzilgan bo'lib:

1. Loyihalalanayotgan mexanizm qismlariga qo'yiladigan barcha aktiv va passiv kuchlarning xarakterini va miqdorini aniqlash.
2. Mexanizm qismlarining bajaradigan vazifasiga va qo'yiladigan kuchlarning xarakteriga mos keladigan materiallarni tanlash.
3. Mexanizm qismlarining ko'ndalang kesim o'lchamlari ma'lum bo'lgan qismlarida hosil bo'ladigan kuchlanishlarni aniqlash yoki ko'ndalang kesim o'lchamlari bilan kuchlanishlar orasidagi munosabatni tuzish.
4. Mexanizm qismlarida hosil bo'lgan haqiqiy kuchlanishni ruxsat etilgan kuchlanish bilan solishtirib, mustahkamlik shartining bajarilganligiga ishonch hosil qilish va mustahkamlik shartidan foydalanib, qismlarning ko'ndalang kesim o'lchamlarini aniqlash.

Cho'zilish (siqilish) deformatsiyasiga doir masala

1-topshiriq. *Bir uchi bilan qistirib mahkamlangan pog'onali doiraviy kesimli po'lat sterjen chizmada ko'rsatilganidek o'q bo'ylab ta'sir etuvchi to'plangan kuch, ya'ni bo'ylama kuch sistemasi bilan yuklangan bo'lsin.*

shartlari:

1. Sterjenning har bir qismidagi bo'ylama kuchlarni aniqlash va $N = f(x)$ epyurasini qurish;

2. Sterjenning har bir qismidagi kuchlanishni aniqlash va $\sigma = f(x)$ epyurasini qurish;

3. Sterjenning har bir qismidagi ko'chishlarini aniqlash va $\lambda = f(x)$ epyurasini qurish;

4. Mustahkamlik shartidan foydalanib, sterjenning har bir pog'onasidagi ko'ndalang kesim o'lchamlarini aniqlash.

Berilgan: Sterjenga ta'sir etuvchi kuch $F=40 \text{ kN}$, uzunligi $l=2\text{m}$, ruxsat etilgan kuchlanish $[\sigma]=140 \text{ MPa}$, sterjen materialining elastiklik moduli $E=2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$.

Topshiriqni echish uchun yuqorida keltirilgan kesish usulidan foydalanamiz. Bunda berilgan sterjenni qismlarga (uchastkalarga) ajratamiz.

Yechish:

Qism (uchastka) deb tashqi kuch qo'yilgan nuqtadan, kuch qo'yilgan nuqtagacha yoki ko'ndalang kesim o'lchamlari o'zgargan oraliqqa aytiladi. Berilgan sterjen to'rtta qismdan iborat bo'lib, chizmada belgilab olinadi (8, a), b), c), d) shakl).

Topshiriqni birinchi shartini bajarishga kirishamiz.

1. Koordinata o'qlarini chizmada tasvirlaymiz.

2. Tayanchni hayolan olib, uni reaksiya kuchi bilan almashtirib, sterjen uchun statika muvozanat tenglamasini tuzamiz va reaksiya kuchining qiymatini topamiz. Agar reaksiya kuchining qiymati musbat chiqsa qo'yilgan reaksiya kuchining yo'nalishi to'g'ri, ya'ni bevosita roordinata o'qlari yunalishiga mos deb, aksincha bo'lsa teskarisiga almashtiriladi.

$$\sum F_{ix} = 0$$

$$2F + F - 5F + 3F - R = 0$$

$$R = F$$

Agarda ta'sir etayotgan kuch brusni cho'zishga intilsa *musbat*, siqsa *manfiy* deb qabul qilinadi.

3. Bo'ylama kuchlarni aniqlash va $N=f(x)$ epyurasini quramiz.

1-kesim. $0 \leq x_1 \leq l$ oraliqda

$N_1 = 2F$, (cho'zuvchi)

2-kesim. $0 \leq x_2 \leq 2l$ oraliqda

$$N_2 = 2F + F = 3F, \text{ (cho'zuvchi)}$$

3-kesim. $0 \leq x_3 \leq 4l$ oraliqda

$$N_3 = 2F + F - 5F = -2F \text{ (siquvchi)}$$

4-kesim. $0 \leq x_4 \leq l$ oraliqda

$$N_4 = R = F, \text{ (cho'zuvchi)}$$

Muayyan masshtab tanlab topilgan qiymatlarga ko'ra bo'ylama kuch $N=f(x)$ epyurasini quramiz. Bunda $F=10$ mm deb olinadi.(8-shakl. 1-epyura).

4. Kuchlanishlarni aniqlash va $\sigma = f(x)$ epyurasini qurish. Sterjen qismida kuchlar doimiy ta'sirda bo'lganligi uchun har bir qismidagi normal kuchlanishning kesim bo'yicha ta'siri o'zgarmasdir.

$$\sigma_{1-1} = \frac{N_1}{A_1} = \frac{2F}{A};$$

$$\sigma_{2-2} = \frac{N_2}{A_2} = \frac{3F}{A};$$

$$\sigma_{3-3} = \frac{N_3}{A_3} = -\frac{2F}{2A};$$

$$\sigma_{4-4} = \frac{N_4}{A_4} = \frac{F}{3A}.$$

Topilgan qiymatlarga ko'ra muayyan masshtab tanlab olinadi, ya'ni $\frac{F}{A} = 30$ mm deb $\sigma = f(x)$ epyurasini quramiz(8-shakl. 2 – epyura).

5. Ko'ndalang kesimlar ko'chishini aniqlash va $\lambda = f(x)$ epyurasini qurish. Xarakterli nuqtalarni bosh harflar bilan belgilaymiz.

Mahkamlangan joyida, ya'ni K nuqtada ko'chish nolga teng. $\lambda_K = 0$. Qolgan kesimlarning ko'chishini qo'zg'almas nuqtaga nisbatan aniqlaymiz.

4-kesim. $0 \leq x_4 \leq l$ oraliqda

$$\lambda_B(x_4) = \lambda_K + \frac{N_4 \cdot x_4}{3EA} = \frac{F \cdot x_4}{3EA}$$

oraliqning chegaraviy qiymatlarini qo'ysak, u holda

$$\lambda_B(0) = \lambda_K = 0 \qquad \lambda_B(l) = \frac{Fl}{3EA}$$

3-kesim. $0 \leq x_3 \leq 2l$ oraliqda

$$\lambda_C(x_3) = \lambda_B + \frac{N_3 x_3}{2EA} = \frac{F \cdot l}{3EA} - \frac{2F \cdot x_3}{2EA} = \frac{Fl}{3EA} - \frac{Fx_3}{EA}$$

oraliqning chegaraviy qiymatlarini qo'ysak, u holda

$$\lambda_c(0) = \lambda_B = \frac{Fl}{3EA} \quad \lambda_c(2l) = -\frac{5Fl}{3EA}$$

2-kesim. $0 \leq x_2 \leq l$ oraliqda

$$\lambda_D(x_2) = \lambda_c + \frac{N_2 x_2}{EA} = -\frac{5F \cdot l}{3EA} + \frac{3F \cdot x_2}{EA}$$

oraliqning chegaraviy qiymatlarini qo'ysak, u holda

$$\lambda_D(0) = \lambda_c = -\frac{5F \cdot l}{3EA} \quad \lambda_D(l) = \frac{4Fl}{3EA}$$

1-kesim. $0 \leq x_1 \leq l$ oraliqda

$$\lambda_E(x_1) = \lambda_D + \frac{N_1 x_1}{EA} = \frac{4F \cdot l}{3EA} + \frac{2F \cdot x_1}{EA}$$

oraliqning chegaraviy qiymatlarini qo'ysak, u holda

$$\lambda_E(0) = \lambda_D = \frac{4F \cdot l}{3EA} \quad \lambda_E(l) = \frac{10Fl}{3EA}$$

Aniqlangan natijalarga ko'ra muayyan masshtab tanlab, ya'ni $\frac{Fl}{EA} = 10 \text{ mm deb, } \lambda = f(x) \text{ epyurasini quramiz. (8-shakl. 3-epyura).}$

6. Mustahkamlik shartidan foydalanib, sterjenning har bir pog'onasidagi ko'ndalang kesim o'lchamlarini aniqlash.

Har bir qismdagi kuchlanishni aniqlashda, berilgan masalaning 2-qismida maksimal kuchlanish sodir bo'lar ekan. Demak mustahkamlik shartidan foydalanib, sterjen pog'onalarining ko'ndalang kesim yuzasi o'lchamlarini aniqlaymiz:

$$\sigma_{\max} = \frac{3F}{A} \leq [\sigma]$$

$$\text{CE pog'ona uchun } A \geq \frac{3F}{[\sigma]} = \frac{3 \cdot 40 \cdot 10^3}{140} = 857 \text{ mm}^2;$$

$$\text{CB pog'ona uchun } A_3 = 2 \cdot A_1 = 2 \cdot 857 = 1714 \text{ mm}^2;$$

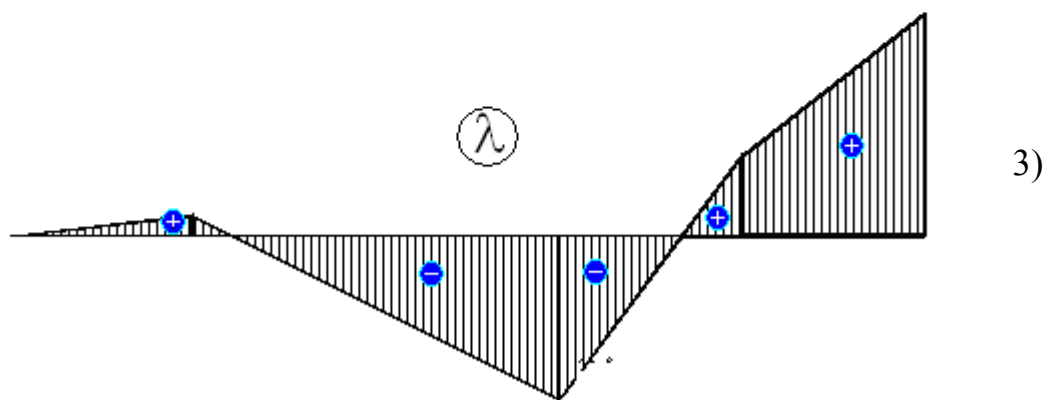
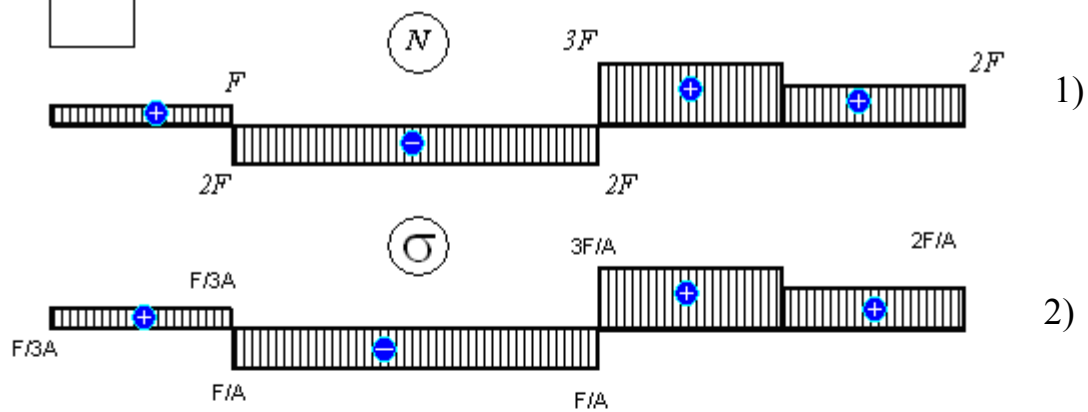
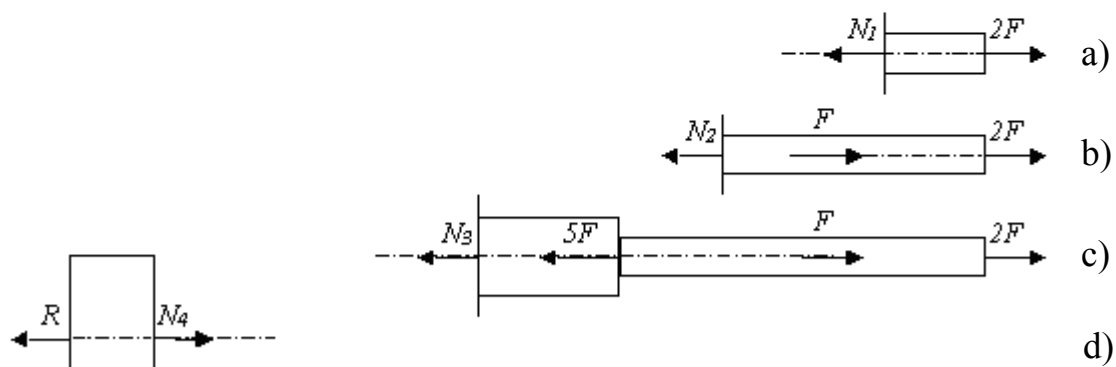
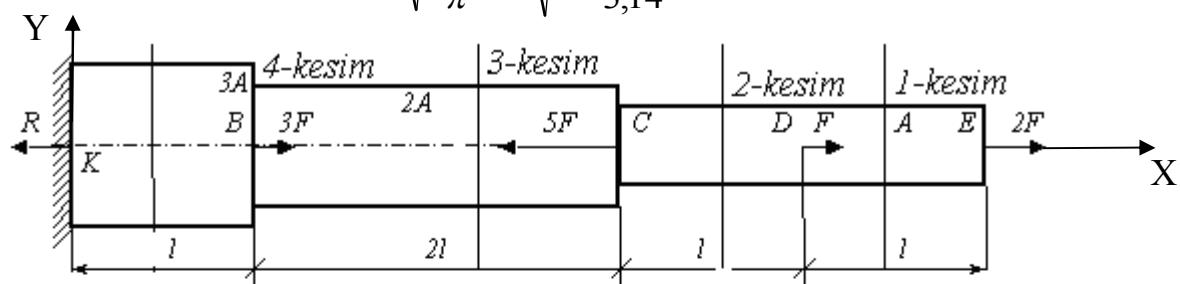
$$\text{BK pog'ona uchun } A_4 = 3 \cdot A_1 = 3 \cdot 857 = 2571 \text{ mm}^2;$$

Kesimlardagi diametrlar tengligidan $A_1 = A_2 = 857 \text{ mm}^2$. Sterjenning ko'ndalang kesimini diametr orqali ifodalab, ya'ni doiraviy

$A = \frac{d^2 \pi}{4}$ deb, bundan sterjen diametrini topamiz:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4A_1}{\pi}} = \sqrt{4 \cdot \frac{857}{3,14}} = 33 \text{ mm}, \quad d_3 = \sqrt{\frac{4A_2}{\pi}} = \sqrt{4 \cdot \frac{1714}{3,14}} = 46,7 \text{ mm},$$

$$d_4 = \sqrt{\frac{4A_3}{\pi}} = \sqrt{4 \cdot \frac{2571}{3,14}} = 57,2 \text{ mm}.$$



8-shakl.

Mustaqil bajariladigan hisob grafik ishlarining boshlang'ich
ma'lumotlari

Hisob grafik ishlarini bajarish uchun topshiriqlar va variantlar

№	Kattaliklarning nomlanishi va belgilanishi	birligi										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Uzunligi l	m	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	0,5	0,6	0,8
2.	Yuklanishni uzunlik birligida taqsimlanishi q	kN/m	40	35	30	25	20	15	10	60	50	40
3.	Brus o'qiga perpendikulyar juft kuch m	kNm	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4.	To'plangan kuch F	kN	$F = ql$									
5.	Chizma tekisligidagi juft kuch m	kNm	$m = ql^2$									
6.	Normal kuchlanishning ruxsat etilgan qiymati $[\sigma]$	MPa	$[\sigma] = 160 \text{ MPa}$									
7.	Kontakt kuchlanishning ruxsat etilgan qiymati $[\tau]$	MPa	$[\tau] = 80 \text{ MPa}$									
8.	Elastiklik moduli E	MPa	$E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$									
9.	Siljishdagi elastiklik moduli G	MPa	$G = 8 \cdot 10^4 \text{ MPa}$									
10.	To'g'ri burchakli kesimda o'lchamlar nisbati $\Delta = h/\hat{a}$	-	3	2.8	2.6	2.5	2.4	2.2	2.0	1.8	1.5	1.4

1		5		9	
2		6		10	
3		7		11	
4		8		12	
13		16		19	
14		17		20	
15		18		21	

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. **M.T.O'rozboev.** *Materiallar qarshiligi*, Toshkent, «O'qituvchi», 1973 yil, 491 b.
2. **K.M.Mansurov.** *Materiallar qarshiligi kursi*, Toshkent. «O'qituvchi» 1983 y., 504 b.
3. **P.A.Stepen.** *Soprotivlenie materialov*. Moskva, «Visshaya shkola» 1983 god 303 s.
4. **B.A.Obodovskiy, S.E.Xanin.** *Materiallar qarshiligidan misol va masalalar*. Toshkent, «O'qituvchi», 1980 yil, 400 b.
5. **E.F.Vinokurov i drugie.** *Soprotivlenie materialov. Raschetno-proyektirovochnie raboti*, Moskva, «Visshaya shkola», 1987 god, 227 s.
6. **P.A.Felman.** *Osnovi raschet prochnostnoy nadejnosti elementov konstruksiy v samostoyatelnoy rabote studentov. Uchebnoe posobie dlya nemexanicheskix spetsialnostey*, Tashkent, 1988 god, 86 s.
7. **S.A.Yo'ldoshbekov.** *Materiallar qarshiligi*. Toshken, «O'qituvchi», 1995 yil 192 b.

MUNDARIJA

Kirish. Materiallar qarshiligi fanining mohiyati	3
Konstruksiya elementlari	4
Deformatsiya va uning turlari	5
Kuchlanish	6
Cho'zilishdagi (Siqilishdagi) Guk qonuni	8
Materiallar qarshiligi masalalarini yechish tartibi	9
Cho'zilish (siqilish) deformatsiyasiga doir masala	10
Mustaqil bajariladigan hisob chizma ishlarining boshlang'ich ma'lumotlari Hisob chizma ishlarini bajarish uchun topshiriqlar ...	15
Foydalanilgan adabiyotlar	17

