

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

**Andijon Mashinasozlik instituti
„Umumtexnika fanlari” kafedrası**

„MATERIALLAR QARSHILIGI” fanidan

Mustaqil ish

*Bajardi: „YeUTT “yo’nalishi II kurs I guruh
talabasi*

Qosimov D

*Tekshirdi: **Xadjiyeva S.***

Andijon 2015.

**MAVZU: ENG KATTA URINMA KUCHLANISH.
YEMIRILISH NAZARIYASI**

REJA:

***I KIRISH:** Materiallar qarshili fanning tarixi, vazifalari va boshqa fanlar bilan bog'liqligi.*

II ASOSIY QISM:

1. Materiallar qarshili fanning tarixi, vazifalari va boshqa fanlar bilan bog'liqligi.

2. Asosiy gipotezalar

*3. Eng katta urinma kuchlanish.
Yemirilish nazariyasi*

4. Masalalar ishlash.

III XULOSA

Materiallar qarshili fanning tarixi, vazifalari va boshqa fanlar bilan bog'liqligi.

Xozirgi zamon fan-texnika taraqqiyotining jadallashuvi natijasida yangi jixozlar va mashinalarni hisoblash va loyixalash konstruksiyalarni yasash uchun va undan qanday maqsadda foydalanishga qarab materiallar tanlanadi. Kam material ishlatilib uning pishiqligi puxtaligi va chidamliligini ta'minlashda materiallar qarshiligi fanini roli ancha kattadir. Materiallar qarshiligi, inshoot va konstruksiya elementlarini mustashkam, bikr, ustivor, hamda tejamli qilib loyishalash usullarini o'rganadi. Mashina va inshoot qismlarini yemirilishiga qarshilik qilish qobiliyati mustashkamlik deyiladi. Mashina va inshootlarni hamda ularning elementlarini deformatsiyalanishiga qarshilik qilish qobiliyati bikrlik deyiladi. Mashina va inshootlarning muvozanatlik holatini saqlash qobiliyati ustivorlik deyiladi.

Mustashkam bikr va ustivor bo'lib eng kam material sarflangan konstruksiya yoki uning elementi tejamli konstruksiya deyiladi. Har qanday mashina yoki inshoot qurilmasin konstruktor yoki quruvchi oldida ularning qismlarini ta'minlash masalasi turadi.

Bino yoki inshoot qurishdan avval 3ta talabga rioya qilinadi
mustahkamlikka,
ustivorlikka,
bikrlikka.

Materiallar qarshiligi fani o'z tarixiga ega. Bir qancha olimlarni tadqiqotlari tufayli "Materiallar qarshiligi" fani yuzaga keldi. Fandagi yozma tadqo'qotlarni Galiley(1564-1642)yillarda o'tkazgan. U birinchi bo'lib tashqi kuchlar ta'siridagi sterjenlarning qarshilik ko'rsata olishini baholash uchun analitik hisoblashlarini kashf qilgan. So'ng 1676 yili R.Guk (1635-1703)yilda cho'zilishda kuch bilan uzayish orasidagi proporsional bog'lanishni aniqladi. Bu bog'lanish Guk qonuni bilan mashhur bo'lib materiallar qarshiligi fanida juda muhim ahamiyatga ega.

Fandagi yozma ma'lumotlar esa G.Galileyning XVII asrdagi ishlari bilan bog'lanadi. So'ngra R.Guk, D.Bernulli, L.Eyler, D.Juravskiy, F.S.Yasinskiy, Nove, Sen-Venan tadqiqotlari bilan materiallar qarshiligi fan sifatida shakllangan. I.G.Bubnov, S.S.Timoshenko, V.L.Kirpichev, A.N.Dinik, B.G.Galerkin, N.M.Musxelishili, L.S.Lebenzon, A.A.Ilyushkin, V.Z.Vlasov va boshqalar g'oyat katta ishlar qilgan. O'zbek olimlaridan X.A.Raxmatulin, N.T.O'rozboev, V.Q.Qobulov, T.Sh.Shirinqulov, F.B.Badalov va boshqalar ilmiy maktablar yaratishgan. F.A.Raxmatulin, M.T.O'rozboev va F.K.Qobulov ishlaridan namunalar. Mashina va inshootlar qanday vazifa bajarishidan qat'iy nazar ularning tarkibiga qismlar asosan egri, to'g'ri sterjenlar, bruslar, yupqa plastinkalar, qobo'qlar va boshqalardan iborat.

Asosiy gipotezalar

Mashina va inshoot qismlarini ko'tarib turish uchun xizmat qiladigan yosto'qchalar tayanchlar deyiladi. Materiallar qarshiligi fanida hisoblash ishlarini yengillashtirish maqsadida bir qancha gipotezalar yani cheklanishlar qabul qilinadi. Bu cheklanishlarni hisobga olib, loyihalangan konstruksiya yoki inshootlarni qo'llash mumkinligini amalda isbotlagan. Shu cheklanishlar bilan tanihamiz.

1.Cheklanish- jism materiali yahlit (g'ovaksiz) deb qabul qilinadi. Bu gipotezada material uning hajmini butunlay to'ldiradi, jism mutlaqo yahlit, unda hech qanday bo'shlo'qlar yo'q. Mayda zarrachali jismlar uchun juda qo'l keladi.

2.Cheklanish-jism materiali bir jinsli izotrop deb olinadi.Bu cheklanishda hamma zarralari bir hil hossalarga ega. Metall bir jinsli materialdan bo'liib, beton, g'isht va toshning bir jinsli hususiyati kamroqdir.

3.Cheklanish-jism yuklanishdan oldin unda boshlang'ich zo'riqish kuchlari bo'lmaydi deb faraz qilinadi. Po'lat detallarning notekis sovushi, yog'ochning notekis qurishi, betonning notekis qotishi natijasida ularda boshlang'ich zo'riqish kuchlari paydo bo'ladi.

4. Cheklanish-kuchlar ta'sirining mustaqillik qoidasi(ustiga qo'yish qoidasi). Bu cheklanishda nazariy mexanika da keng qo'lamda foydalanilsa, ham deformatsiyalanuvchi jismlar uchun undan quyidagi 2 Har t.

1)kuch qo'yilgan nuqtaning ko'chishi jism o'lchamlariga nisbatan juda ham kichik bo'lishi shart.

2)ko'chishlar, deformatsiyalarning natijasi bo'lganligidan, u ta'sir qiluvchi kuchlarga proposional, ya'ni chiziqli bog'langan bo'lish Har ti bajarilgan taqdirdagina foydalanish mumkin.

5. Cheklanish-Sen Venan prinsipi. Bu prinsip asosida, jismga u qadar katta bo'lmagan yuzalarda taqsimlangan kuchlar shu kuchlarning teng ta'sir etuvchisini ifodolovchi bitta to'plangan kuch bilan almashtirilishi mumkin.Buning natijasida hisoblash ishi osonlashadi.

6.Cheklanish-yassi kesimlar gipotezasi(Bernulli gipotezasi). Deformatsiyaga qadar yassi va go'la o'qiga normal bo'lgan ko'ndalang kesimlar deformatsiyadan keyin ham yassi va go'la o'qiga normalligicha qoladi.

7.Cheklanish-zo'riqmaganlik haqidagi cheklanish.Yuk qo'yilganga qadar jismda kuchlanish bo'lmaydi, deb taxmin qiladi.

Eng katta urinma kuchlanish. Yemirilish nazariyasi

1. Hajmiy zo'riqish.

Bu holatida bir o'qli cho'zilish (siqilish) da hosil kioingan chegaraviy kuchlanishlardan foydalanish uchun materialning havfli holatga o'tish jarayoniga biror omilning ko'proq ta'sir qilishi haqidagi bir qator faraz taklif qilingan. Hisoblar uchun qabul qilingan farazlar mustahkamlik nazariyalari deyiladi. Chiziqli kuchlanish, ya'ni oddiy cho'zilish yoki siqilish holatida bo'lgan sterjenning mustahkamlik Har ti

$$\sigma_1 \leq [\sigma]$$

Bunda mo'rt materiallar uchun $[\sigma] = \frac{\sigma_M}{k_M}$

plastik materiallar uchun $[\sigma] = \frac{\sigma_{ok}}{k_{ok}}$

Namuna materialining mustahkamlik chegarasi G_M bilan oquvchanlik chegarasi σ_{ok} tajriba yordamida topiladi. Ammo murakkab kuchlanish holati, ya'ni tekis va hajmiy kuchlanish holatlari uchun laboratoriyalarda bunday tajribalarni o'tkazib bo'lmaydi.

Mustahkamlik Har tlarini to'zi shda uchta bosh kuchlanish bilan chekli kuchlanishlar (σ_M yoki σ_{ok}) orasidagi bog'lanish funksiyalarini turini aniqlovchi gipotezalarga asoslanadi.

2.XVII asrda Galiley maydonga tashlangan. Bu nazariyaga ko'ra, murakkab kuchlanish holatidagi detalning emirilishi quyidagi Har t bajarilgandagina boshlanadi;

mo'rt materiallar uchun $\sigma_1 = \sigma_M$

plastik materiallar uchun $\sigma_1 = \sigma_{ok}$

Detalni mustahkamlik Har tini yozish uchun yuqoridagi ikkala formulani o'ng tomonini ehtiyot koeffisientiga bilish kerak.

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_M}{k} \quad \text{yoki} \quad \sigma_1 \leq [\sigma]$$

Plastik materialdan yasalgan namuna har tomonlama Siqilganda oddiy chizilgan sterjen bardosh bera oladigan kuchlanishga qaraganda bir necha marta orto'q kuchlanishga bardosh bera olishi tajribada isbotlangan. Bu nazariya plastik materiallar uchun to'g'ri kelmaydi, mo'rt materiallar uchun to'g'ri keladi.

3. Bu nazariyani birinchi bo'lib Mariott taklif qilgan.

Ikkinchi nazariya eng katta nisbiy chizilishga asoslanadi. Murakkab kuchlanish holatidagi detalda havfli holat uning eng katta nisbiy chizilishi (siqilishi) shu detal materialdan yasalgan na'munani oddiy chizilishdagi havfli holatga tegishli nisbiy chizilishga yetganda boshlanadi. Hajmiy kuchlanish holatidagi eng katta nisbiy chizilish quydagicha

$$\varepsilon_{max} = \varepsilon_1 = \frac{1}{E} [\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)]$$

Chiziqli kuchlanish holatida na'munani yemirilishi paytidagi eng katta nisbiy chizilishi esa bunday,

$$\varepsilon_{max} = \frac{\sigma_M}{E}$$

Agar hajmiy va chiziqliy kuchlanish holatlari uchun elastikli modullari bir hil bo'ladi deb hisoblasak, u holda murakkab kuchlangan sterjinlarni yemirilish Har ti bunday,

Mustakamlik Har ti quydagicha,

$$\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3) \leq [\sigma]$$

Bu nazariyani natijalari ba'zi tajribalarni natijalariga ziddir. Birinchidan, elastik moduli E ikkala kuchlanish holatida bir hil bo'lmaydi. Ikkinchidan, bu nazariyada real materiallarni to'zi lishi hisobga olinmaydi.

4. Plastik holatda bo'lgan va yemirilishi siljish tufayli vujudga kenladigan materiallar uchun birinchi va ikkinchi nazariyalar to'g'ri kelmaydi. Shu sababli Qo'l on uchinchi nazariyani taklif etdi. Bu nazariyaga ko'ra, murakkab kuchlanish holatidagi detalda havli vaziyat undagi maksimal urinma kuchlanish shu detal materialidan yasalgan na'munaning oddiy chizilishidagi havfliy vaziyatiga tegishli urinma kuchlanishga yetganda boshlanadi.

Hajmiy kuchlanish holatida maksimal urinma kuchlanish

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$

formuladan, chiziqli kuchlanish holtida esa maksimal urinma kuchlanish

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1}{2}$$

formuladan hisoblab topilgani uchun chunonchi nazariya quydagicha yoziladi. (Ikkala kuchlanish holatidagi plastik deformatsiyalarning boshlanish davri).

$$\tau_{max} \leq [\tau]$$

Bunda τ_{max} - bo'lganligidan mustahkamlik Har ti bunday yoziladi,

Uchinchi nazariyaning kamchiligi shundaki, bu nazariyada ham, birinchi va ikkinchi nazariyadagi kabi detal materialining to'zi lishi (strukturasi) hisobga olinmaydi.

Bundan tashqari, o'rtacha kuchlanish $[\sigma_2]$ ning ta'siri ham hisobga olinmaydi. Materialning ishlash Har oitini o'zgartirmay, σ_2 ni σ_1 bilan σ_3 orasida istagancha o'zgartira beramiz, bu hol albatta shubha tug'diradi. Bu nazariyaning natijalari ham tajribalarda ko'pincha tasdo'qlanmaydi.

5. Bu nazariya detal shaklining o'zgartirishdangina hosil bo'lgan deformasiyaning SOLISHTIRMA potensial energiyasiga asoslangan bo'lib, u quydagicha tariflanadi: murakkab kuchlanish holatidagi detalda havfli vaziyat undagi deformasiyaning SOLISHTIRMA potensial energiyasi shu detal materialidan yasalgan na'munaning oddiy chizilishidagi havfli vaziyatiga tegishlidir deformasiyaning SOLISHTIRMA potensial energiyasiga yetganda boshlanadi.

Murakkab kuchlanish holati uchun deformasiyaning SOLISHTIRMA potensial (faqat detal shaklini o'zgartirish uchun sarf bo'lgan) energiyasi (avvalgi bobdagi) formuladan, chiziqli qo'l anish holatida faqat shakilni o'zgartirish uchun sarf bo'lgan SOLISHTIRMA potensial energiyasi (avvalgi bobdagi) formuladan topilgani uchun bu nazariya formulasi quydagicha yoziladi:

$$a_{\max} \leq [a],$$

$$\frac{1}{4E} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2] \leq \frac{[\sigma^2]}{2E}$$

$$\sqrt{\frac{1}{2} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]} \leq [\sigma]$$

Bu bog'lanish materialning yemirilish holatini ifodalaydi, chunki u materialda plastik deformasiya borayotgan payitga to'g'ri keladi.

Bu nazariyaga binoan detalning mustahkamlik Har tini yozish uchun bu formulaning tomonini extiyot koeffisienti K ga bo'lish kerak.

$$\sqrt{\frac{1}{2} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]} \leq [\sigma]$$

Bu formula to'rtinchi nazariyaga asosan detalning mustahkamlik Har tidir.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, to'rtinchi nazariya ba'zi materiallar uchun qanoatlanarli natijalar beradi. Bu nazariyadan hususan plastik materiallar uchun to'g'ri natijalar olinadi. Ammo to'rtinchi nazariyaa ham, uchinchi nazariyadagi kabi, ba'zi bir kamchiliklar bor: unda birinchidan, materialning to'zi lish hususiyati, ikkinchidan, detal xajmining elastik o'zgarishlari hisobga olinmaydi.

So'ngi vaqitlarda mustahkamlik nazariyalarini haqo'qatga yaqinlashtirish sohasida N.N. Davidenkov, B.Ya. Fridman va I.I. Tarasenko kabi olimlarning o'ylagan ishlari do'qqatga sazovordir.

Masalalar ishlash.

1-masala.

MAVZU: Cho'zilish yoki siqilishda statik anik masala.

Reja:

1. Bir tomondan qistirib maxkamlangan po'lat sterjen uchun bo'ylama kuch N , kuchlanish δ ni aniqlang.
2. Berilgan po'lat sterjen uchun mutloq deformatsiya Δl ni toping.
3. Topilgan qiymatlar asosida bo'ylama kuch, kuchlanish va mutloq deformatsiya epyuralari qurilsin.

Berilgan :

$$F_1 = 1,6 \text{ t} = 16 \text{ kN}$$

$$F_2 = 2 F_1 = 32 \text{ kN}$$

$$A_1 = 1,1 \text{ sm}^2 = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_2 = 1,2 \text{ sm}^2 = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

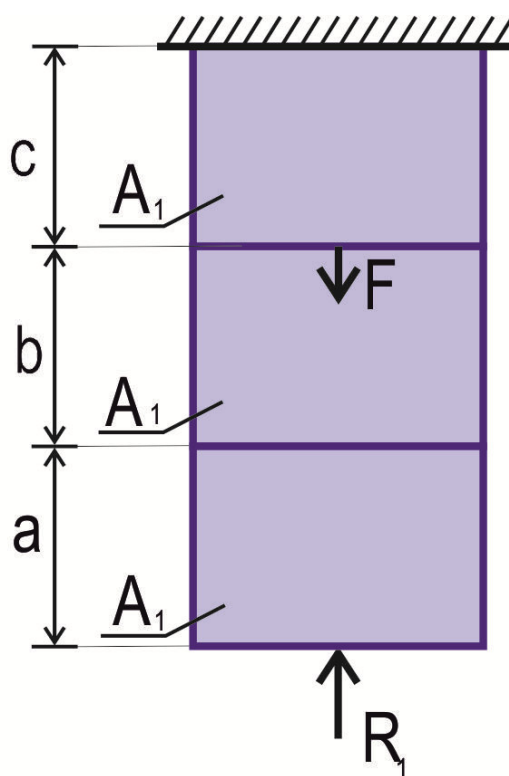
$$a = 1,4 \text{ m}$$

$$b = 1,2 \text{ m}$$

$$c = 1,6 \text{ m}$$

$$E = 2 \cdot 10^8 \text{ Pa}$$

t/k N-?, δ -?, Δl -?



Yechish.

$$F_2 = 2 F_1 = 32 \text{ kN}$$

$$1) \text{ I-I } \text{ky } \sum y=0 \quad N_1 - F_1 = 0$$

$$N_1 = F_1 = 16 \text{ kN}$$

$$\text{II-II } \text{ky } \sum y=0 \quad N_2 - F_1 = 0$$

$$N_2 = F_1 = 16 \text{ kN}$$

$$\text{III-III } \text{ky } \sum y=0 \quad N_3 - F_1 + F_2 = 0$$

$$N_3 = F_1 - F_2 = 16 - 32 = -16 \text{ kN}$$

$$2) G = \frac{N}{A} \quad \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\text{I-I } G_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{16}{1,1 \cdot 10^{-4}} = 1,45 \cdot 10^5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{II-II } G_2 = \frac{N_2}{A_1} = \frac{16}{1,1 \cdot 10^{-4}} = 1,45 \cdot 10^5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{III-III } G_3 = \frac{N_3}{A_1} = - \frac{16}{1,2 \cdot 10^{-4}} = -1,45 \cdot 10^5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$3) \Delta l = \frac{N \cdot l_0}{E \cdot A}$$

$$\text{I-I } \Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot c}{E \cdot A_1} = \frac{16 \cdot 10^3 \cdot 1,6}{2 \cdot 10^8 \cdot 1,1 \cdot 10^{-4}} = 16,36$$

$$\text{II-II } \Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot b}{E \cdot A_1} = \frac{16 \cdot 10^3 \cdot 1,2}{2 \cdot 10^8 \cdot 1,1 \cdot 10^{-4}} = 16,36$$

$$\text{III-III } \Delta l_3 = \frac{N_3 \cdot a}{E \cdot A_1} = - \frac{16 \cdot 10^3 \cdot 1,4}{2 \cdot 10^8 \cdot 1,1 \cdot 10^{-4}} = -16,36$$

2-masala.

MAVZU: Cho'zilish yoki siqilishda statik noanik masala.

Reja:

1. Ikki tomondan qistirib maxkamlangan po'lat sterjen uchun bo'ylama kuch N , kuchlanish δ ni aniqlang.
2. Berilgan po'lat sterjen uchun mutloq deformatsiya Δl ni toping.
3. Topilgan qiymatlar asosida bo'ylama kuch, kuchlanish va mutloq deformatsiya epyuralari qurilsin.

Berilgan:

$$F = 25 \text{ t} = 250 \text{ kN}$$

$$A_1 = 12 \text{ sm}^2 = 12 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_2 = 24 \text{ sm}^2 = 24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_3 = 3 * A_1 = 36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

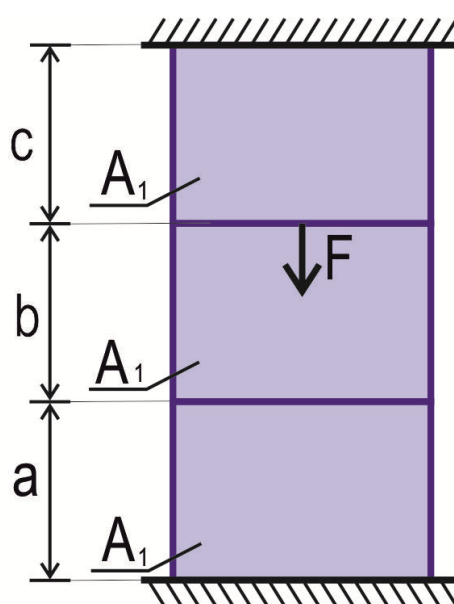
$$a = 1,4 \text{ m}$$

$$b = 1,8 \text{ m}$$

$$c = 2,2 \text{ m}$$

$$E = 2 \cdot 10^8 \text{ Pa}$$

t/k R -?, N -?, δ -?, Δl -?



Yechish.

$$1) \sum y = 0 \quad R_1 + R_2 - F = 0 \quad R_2 = F - R_1$$

$$\Delta l = 0 \quad \Delta l = \frac{N * l_0}{E * A} \quad \Delta l = \Delta l_F + \Delta l_{R_1} = 0$$

$$\Delta l_F = \frac{F * c}{E * A_1}$$

$$\Delta l_{R_1} = - \frac{R_1 * a}{E * A_3} - \frac{R_1 * b}{E * A_2} - \frac{R_1 * c}{E * A_1}$$

$$\frac{F * c}{E * A_1} - \frac{R_1 * a}{E * A_3} - \frac{R_1 * b}{E * A_2} - \frac{R_1 * c}{E * A_1} = 0$$

$$\frac{F * c}{E * A_1} = \frac{R_1 * a}{3 * E * A_1} + \frac{R_1 * b}{E * A_2} + \frac{R_1 * c}{E * A_1}$$

$$R_1 = \frac{c * A_2}{\frac{a}{3} * A_2 + b * A_1 + c * A_2} * F$$

$$R_1 = \frac{2,2 * 24 * 10^{-4}}{0,47 * 12 * 10^{-4} + 1,8 * 12 * 10^{-4} + 2,2 * 24 * 10^{-4}} * 250 = \frac{52,8}{80,04} * 250 = 165 \text{ kN}$$

2) I-I ky $\sum y = 0 \quad N_1 + R_1 = 0$

$$N_1 = - R_1 = - 165 \text{ kN}$$

II-II ky $\sum y = 0 \quad N_2 + R_1 = 0$

$$N_2 = - R_1 = - 165 = - 165 \text{ kN}$$

III-III ky $\sum y = 0 \quad N_3 + R_1 - F = 0$

$$N_3 = F - R_1 = 250 - 165 = 85 \text{ kN}$$

3) $G = \frac{N}{A} \quad \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$

$$\text{I-I } G_1 = \frac{N_1}{A_3} = \frac{N_1}{3 * A_1} = - \frac{165}{3 * 12 * 10^{-4}} = - 0,458 \cdot 10^5 \frac{kN}{m^2}$$

$$\text{II-II } G_2 = \frac{N_2}{A_2} = - \frac{165}{24 * 10^{-4}} = - 0,6875 \cdot 10^5 \frac{kN}{m^2}$$

$$\text{III-III } G_3 = \frac{N_3}{A_1} = \frac{85}{12 * 10^{-4}} = 0,708 \cdot 10^5 \frac{kN}{m^2}$$

$$4) \Delta l = \frac{N * l_0}{E * A}$$

$$\text{I-I } \Delta l_1 = \frac{N_1 * a}{E * A_3} = \frac{-165 * 10^3 * 1,4}{2 * 10^8 * 36 * 10^{-4}} = - 0,595$$

$$\text{II-II } \Delta l_2 = \frac{N_2 * b}{E * A_2} = \frac{46 * 10^3 * 1,8}{2 * 10^8 * 24 * 10^{-4}} = 0,1725$$

$$\text{III-III } \Delta l_3 = \frac{N_3 * c}{E * A_1} = \frac{46 * 10^3 * 2,2}{2 * 10^8 * 12 * 10^{-4}} = 0,4225$$

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 = 0$$

$$\Delta l = -0,595 + 0,1725 + 0,4225 = 0$$

Demak, shart bajarildi.

3-masala.

MAVZU: Yassi kesimning geometrik xarakteristikalarini.

REJA:

- 1) Tarkibiy nosimmetrik kesim uchun bosh inertsiya momentlari topilsin, buning uchun :
 - a) og'irlik markazining koordinatalari topilsin,
 - b) og'irlik markazi orqali o'tadigan X_c va Y_c oqlarga nisbatan markazdan qochirma inertsiya momentlari topilsin,
 - c) bosh markaziy o'qlarning yo'nalishi aniqlansin,
 - d) bosh markaziy o'qlarga nisbatan inertsiya momentlarining qiymati topilsin,
 - e) inertsiya radiuslari topilsin,
 - f) tekshirish.

Berilgan :

- 1) E –vertikal to'rtburchak

$$b_1 = 0,6 \text{ sm} , h_1 = 16 \text{ sm} , A_1 = b_1 * h_1 = 9,6 \text{ sm}^2 ,$$

$$I_{x_1} = \frac{b_1 * h_1^3}{12} = \frac{0,6 * 16^3}{12} = 204,8 \text{ sm}^4 ,$$

$$I_{y_1} = \frac{h_1 * b_1^3}{12} = \frac{16 * 0,6^3}{12} = 0,288 \text{ sm}^4 .$$

- 2) A-shveller

$$b_2 = 6,4 \text{ sm} , h_2 = 16 \text{ sm} , d_2 = 0,5 \text{ sm} ,$$

$$A_2 = 18,1 \text{ sm}^2 , z_{o_3} = 1,8 \text{ sm} ,$$

$$I_{x_2} = 74,7 \text{ sm}^4 ,$$

$$I_{y_2} = 63,6 \text{ sm}^4 .$$

- 3) D-gorizontal to'rtburchak

$$b_3 = 12 \text{ sm} , h_3 = 0,5 \text{ sm} , A_3 = b_3 * h_3 = 12 * 0,5 = 6 \text{ sm}^2 ,$$

$$I_{x_3} = \frac{b_3 * h_3^3}{12} = \frac{12 * 0,5^3}{12} = 0,125 \text{ sm}^4 ,$$

$$I_{y_3} = \frac{h_3 * b_3^3}{12} = \frac{0,5 * 12^3}{12} = 72 \text{ sm}^4 .$$

Yechish.

$$\text{a) } d_1 = d_3 = \frac{b_3}{2} = 0,5 * b_3 = 0,5 * 12 = 6 \text{ sm}$$

$$d_2 = \frac{b_3}{2} + \frac{b_1}{2} + z_{o_3} = 6 + 0,3 + 1,8 = 8,1 \text{ sm}$$

$$d_3 = \frac{b_3}{2} = 0,5 * b_3 = 0,5 * 12 = 6 \text{ sm}$$

$$k_1 = \frac{h_1}{2} = \frac{16}{2} = 8 \text{ sm}$$

$$k_2 = k_1 = \frac{h_1}{2} = \frac{16}{2} = 8 \text{ sm}$$

$$k_3 = h_1 + \frac{h_3}{2} = 16 + 0,25 = 16,25 \text{ sm}$$

$$\text{b) } X_c = \frac{d_1 A_1 + d_2 A_2 + d_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{6 * 9,6 + 8,1 * 18,1 + 6 * 6}{9,6 + 18,1 + 6} = 7,128 \text{ sm ,}$$

$$\text{c) } Y_c = \frac{k_1 A_1 + k_2 A_2 + k_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{8 * 9,6 + 8 * 18,1 + 16,25 * 6}{9,6 + 18,1 + 6} = 9,469 \text{ sm}$$

$$\text{d) } c_1 = d_1 - X_c = 6 - 7,128 = -1,128 \text{ sm}$$

$$c_2 = d_2 - X_c = 8,1 - 7,128 = 0,972 \text{ sm}$$

$$c_3 = d_3 - X_c = 6 - 7,128 = -1,128 \text{ sm}$$

$$m_1 = k_1 - Y_c = 8 - 9,469 = -1,469 \text{ sm}$$

$$m_2 = k_2 - Y_c = 8 - 9,469 = -1,469 \text{ sm}$$

$$m_3 = k_3 - Y_c = 16,25 - 9,469 = 6,781 \text{ sm}$$

e)

$$I_{X_c} = I_{X_1} + c_1^2 A_1 + I_{X_2} + c_2^2 A_2 + I_{X_3} + c_3^2 A_3 = 204,8 + (-1,128)^2 * 9,6 +$$

$$+ 74,7 + (0,972)^2 * 18,1 + 0,125 + (-1,128)^2 * 6 = 316,56 \text{ sm}^4$$

$$I_{Y_c} = I_{Y_1} + m_1^2 A_1 + I_{Y_2} + m_2^2 A_2 + I_{Y_3} + m_3^2 A_3 = 0,288 + (-1,469)^2 * 9,6 +$$

$$+ 63,6 + (-1,469)^2 * 18,1 + 72 + 6,781^2 * 6 = 471,56 \text{ sm}^4$$

$$I_{X_c Y_c} = I_{X_1 Y_1} + c_1 m_1 A_1 + I_{X_2 Y_2} + c_2 m_2 A_2 + I_{X_3 Y_3} + c_3 m_3 A_3 =$$

$$I_{x_1y_1} = 0, I_{x_2y_2} = 0, I_{x_3y_3} = 0,$$

$$= (-1,128) * (-1,469) * 9,6 + 0,972 * (-1,469) * 18,1 + (-1,128) * 6,781 * 6 =$$
$$= - 55,84 \text{ sm}^4$$

$$\text{tg}2\alpha = \frac{2 * I_{x_c y_c}}{I_{y_c} - I_{x_c}} = \frac{2 * (-55,84)}{471,56 - 316,56} = - \frac{111,68}{155} = - 0,72$$

$$I_{U,V} = \frac{I_{x_c} + I_{y_c}}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{I_{y_c} - I_{x_c}}{2}\right)^2 + I_{x_c y_c}} = 394,06 \pm 77,14$$

$$I_{U,V}^{\text{max}} = 394,06 + 77,14 = 471,2 \text{ sm}^4$$

$$I_{U,V}^{\text{min}} = 394,06 - 77,14 = 316,92 \text{ sm}^4$$

Tekshirish. $I_{x_c} + I_{y_c} = I_{U,V}^{\text{max}} + I_{U,V}^{\text{min}}$

$$316,56 + 471,56 = 471,2 + 316,92$$

$$788,12 = 788,12$$

$$1=1$$

Demak shart bajarildi !

4-masala.

MAVZU: Yassi kesimning geometrik xarakteristikalarini.

REJA:

1) Murakkab kesim uchun :

- a) og'irlik markazining koordinatalari topilsin,
- b) og'irlik markazi orqali o'tadigan X_c va Y_c oqlarga nisbatan markazdan qochirma inertsia momentlari topilsin,
- c) bosh markaziy inertsia o'qlarning yo'nalishi aniqlansin,
- d) bosh markaziy inertsia momentlari qiymati topilsin,
- e) qarshilik momentlari hisoblansin,
- f) tekshirish.

Berilgan :

4) E –vertikal to'rtburchak

$$b_1 = 2a = 20 \text{ sm} , h_1 = a = 10 \text{ sm} , A_1 = b_1 * h_1 = 200 \text{ sm}^2 ,$$

$$I_{x_1} = \frac{b_1 * h_1^3}{12} = \frac{20 * 10^3}{12} = 1666,7 \text{ sm}^4 ,$$

$$I_{y_1} = \frac{h_1 * b_1^3}{12} = \frac{10 * 20^3}{12} = 6666,7 \text{ sm}^4 .$$

5) A-to'g'ri burchakli uchburchak

$$b_2 = a = 10 \text{ sm} , h_2 = a = 10 \text{ sm} ,$$

$$A_2 = \frac{b_2 * h_2}{2} = 0,5 * 100 = 50 \text{ sm}^2 ,$$

$$I_{x_2} = \frac{b_2 * h_2^3}{12} = \frac{10 * 10^3}{12} = 833,3 \text{ sm}^4 ,$$

$$I_{y_2} = \frac{b_2 * h_2^3}{36} = \frac{10 * 10^3}{36} = 277,8 \text{ sm}^4 .$$

6) D-gorizontal to'rtburchak

$$b_3 = a = 10 \text{ sm} , h_3 = a = 10 \text{ sm} , A_3 = b_3 * h_3 = 10 * 10 = 100 \text{ sm}^2 ,$$

$$I_{x_3} = \frac{a^4}{12} = \frac{10000}{12} = 833,3 \text{ sm}^4 ,$$

$$I_{y_3} = \frac{a^4}{12} = \frac{10000}{12} = 833,3 \text{ sm}^4 .$$

Yechish.

$$\text{a) } d_1 = a = 10 \text{ sm}$$

$$d_2 = 2a - \frac{a}{3} = \frac{5a}{3} = 16,7 \text{ sm}$$

$$d_3 = 2a + 0,5a = 20 + 5 = 25 \text{ sm}$$

$$k_1 = \frac{a}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ sm}$$

$$k_2 = a + \frac{a}{3} = \frac{4a}{3} = 13,3 \text{ sm}$$

$$k_3 = a + \frac{a}{2} = 10 + 5 = 15 \text{ sm}$$

$$\text{e) } X_c = \frac{d_1 A_1 + d_2 A_2 + d_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{10 * 200 + 16,7 * 50 + 25 * 100}{200 + 50 + 100} = 15,25 \text{ sm ,}$$

$$\text{f) } Y_c = \frac{k_1 A_1 + k_2 A_2 + k_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{5 * 200 + 13,3 * 50 + 15 * 100}{200 + 50 + 100} = 9 \text{ sm}$$

$$\text{g) } c_1 = d_1 - X_c = 10 - 15,25 = -5,25 \text{ sm}$$

$$c_2 = d_2 - X_c = 16,7 - 15,25 = 1,45 \text{ sm}$$

$$c_3 = d_3 - X_c = 25 - 15,25 = 9,75 \text{ sm}$$

$$m_1 = k_1 - Y_c = 5 - 9 = -4 \text{ sm}$$

$$m_2 = k_2 - Y_c = 13,3 - 9 = -4,3 \text{ sm}$$

$$m_3 = k_3 - Y_c = 15 - 9 = 7 \text{ sm}$$

$$\text{e) } I_{X_c} = I_{X_1} + c_1^2 A_1 + I_{X_2} + c_2^2 A_2 + I_{X_3} + c_3^2 A_3 = 1666,7 + (-5,25)^2 * 200 +$$

$$+ 833,3 + (1,45)^2 * 50 + 833,3 + (9,75)^2 * 100 = 18457,18 \text{ sm}^4$$

$$I_{Y_c} = I_{Y_1} + m_1^2 A_1 + I_{Y_2} + m_2^2 A_2 + I_{Y_3} + m_3^2 A_3 = 6666,7 + (-4)^2 * 200 +$$

$$+ 277,8 + (-4,3)^2 * 50 + 833,3 + 7^2 * 100 = 16802,3 \text{ sm}^4$$

$$I_{X_c Y_c} = I_{X_1 Y_1} + c_1 m_1 A_1 + I_{X_2 Y_2} + c_2 m_2 A_2 + I_{X_3 Y_3} + c_3 m_3 A_3 =$$

$$I_{X_1 Y_1} = 0, I_{X_2 Y_2} = 0, I_{X_3 Y_3} = 0,$$

$$\begin{aligned}
 &= (-5,25) \cdot (-4) \cdot 200 + 1,45 \cdot (-4,3) \cdot 50 + 9,75 \cdot 7 \cdot 200 = \\
 &= 17538,25 \text{ sm}^4
 \end{aligned}$$

$$\text{tg}2\alpha = \frac{2 \cdot I_{x_c y_c}}{I_{y_c} - I_{x_c}} = \frac{2 \cdot 17538,25}{16802,3 - 18457,18} = - \frac{35076,5}{1654,88} = - 21,2$$

$$I_{U,V} = \frac{I_{x_c} + I_{y_c}}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{I_{y_c} - I_{x_c}}{2}\right)^2 + I_{x_c y_c}} = 17629,74 \pm 837,97$$

$$I_{U,V}^{\text{max}} = 17629,74 + 837,97 = 18467,71 \text{ sm}^4$$

$$I_{U,V}^{\text{min}} = 17629,74 - 837,97 = 16791,77 \text{ sm}^4$$

Tekshirish. $I_{x_c} + I_{y_c} = I_{U,V}^{\text{max}} + I_{U,V}^{\text{min}}$

$$18457,18 + 16802,3 = 18467,71 + 16791,77$$

$$35259,48 = 35259,48$$

$$1=1$$

Demak shart bajarildi !

Фойдаланилган адабиётлар.

1. Набиев А Хасанов С Материаллар қаршилиги. Олий ўқув юртлари учун дарслик. –Т.: Фан ва технология, 2005.
2. Мансуров К.М. Материаллар қаршилиги курси. Техн. Ўқув юрт. Студ. Учун дарслик.-Т.: Ўқитувчи, 1983.
3. В.К. Качурин Материаллар қаршилигидан масалалар тўплами.-Т.: Ўзбекистон, 1993.
4. Смиронов А.Ф. Материаллар қаршилиги –Т.: Ўқитувчи, 1988
5. Қорабоев Х Т Материаллар қаршилигидан лаборатория ишлари Т.Ўқитувчи, 1983.
6. Ўрозбоев М Т Материаллар қаршилиги асосий курси Олий ўқув юртлари учун дарслик –Т.: Ўқитувчи, 1973.
7. Корабоев Б., Лексашев Ю. Материаллар қаршилиги қисқача курс. Олий ўқув юртлари учун дарслик –Т.Ўзбекистон, 1998.
8. www.uz.net