

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
NAVOIY KON-METALLURGIYA KOMBINATI**

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI
ENERGO-MEXANIKA FAKULTETI**

**«MASHINASOZLIK TEXNOLOGIYASI VA
MASHINASOZLIKISHLAB CHIQRISHNI
AVTOMATLASHTIRISH»
KAFEDRASI**

**«MATERIALLAR QARSHILIGI»
fanidan
AMALIY MASHG'ULOTLARNI
BAJARISH UCHUN**

USLUBIY QO'LLANMA

5320200--«Mashinasozlik texnologiyasi, mashinasozlik ishlab
chiqarishini jihozlash va avtomatlashtirish»
ta'lim yo'nalishi bakalavrlari uchun



Navoiy-2017

«**Materiallar qarshiligi**» fanidan amaliy mashg'ulotlar bajarish uchun uslubiy qo'llanma texnika oliy ta'lim muassasalarining dasturlariga mos ravishda tuzilgan bo'lib, Materiallar qarshiligi fanidan reyting nazorat tizimi asosida, na'munaviy masalalar yechilish berilgan bo'lib mustaqil ishlash uchun talabalarga qulaylik yaratadi.

**Navoiy davlat konchilik instituti o'quv-uslubiy Kengashi_____ 201_ yildagi
__ sonli qaroriga asosan nashr etishga tavsiya etildi.**

Tuzuvchilar: Mangliyeva J. X. "MT va MICHA" kafedra dotsenti
Beknazarov J. X. "MT va MICHA" kafedra assistenti

Taqrizchilar: Toshov B.R. NavDKI "Konchilik elektr mexanikasi"
kafedrasi, dotsenti
Axmedov X.I. "Mashinasozlik texnologiyasi"
kafedrasi, dotsent

KIRISH

Mashinasozlik sanoat va qishloq xo'jaligining taraqqiy etishi uchun zarur bo'lgan texnikaviy baza yaratadi. Shunday ekan, har bir ishchi, injener hamda olimning vazifasi zamonamiz talabiga to'la javob beradigan, yuqori unumli, mustahkam va foydali ish ko'effitsienti yuqori bo'lgan yangidan-yangi mashinalar yaratishdan iborat. Buning uchun mashinalar loyihalashda ular materiallarining mumkin qadar yengil, yetarli darajada mustahkam, ishqalanishga chidamli, shakli oddiy, ishlatilishi qulay va xavfsiz, shuningdek, davlat standartlari (GOST) da quyilgan talablarni to'la qondiradigan bo'lishiga erishish kerak. Bundan tashqari, materiallarishdan chiqqanda yangisiga tez va oson almashtiriladigan bo'lishi ham zarur.

Tabiiyki, bunday vazifani yuqori malakali mutaxassislargina hal qila oladi. Ana shunday mutaxassislar tayyorlashda «**Materiallar qarshiligi**» fanidan amaliy mashg'ulotlarni o'tish uchun **uslubiy qo'llanma** alohida o'rin tutadi.

Bu fan nazariy mexanika, mexanizm va mashinalar nazariyasi, metallar texnologiyasi va chizmachilik kabi fanlarga asoslanadi. Shu bilan birga, u mashinasozlik ixtisosliklarini o'rganuvchi maxsus fanlarning asosi hisoblanadi.

Uslubiy qo'llanmada «**Materiallar qarshiligi**» fanidan masalalar yechishning bakalaviriyatlar uchun zaruriy bo'lgan, hozirgi zamon talablariga javob beradigan, shuningdek, bu yo'nalishdagi o'zgarishlar va bu fan qamrab olgan ayrim masalalarni yechish atroflicha yoritib berilgan.

1-AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: Statika. Kuchlarni qo'shish, bog'lanish reaksiyalari va bir nuqtada uchrashuvchi kuchlar tizimining muvozanatiga doir masalalar yechish

REJA:

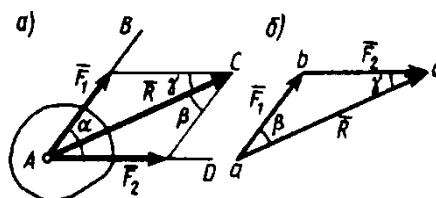
1. Nazariy ma'lumot.
2. Mavzuga doir masalalarni yechish uchun na'munalar.
3. Muammoli mustaqil yechish uchun masala va topshiriqlar.
4. Mustaqil ishlash ushun savollar.

1. Nazariy ma'lumot

Nazariy mexanikaning statikabo'limida jismlarningmuvozanati va kuchlar haqidagi asosiy tushunchalar o'rganiladi.

Mexanikadamoddiyjismlarningbir-birigao'zarota'sirikuchbilan o'lchanadi. Kuch vektor miqdor bo'lib, uning jismga ta'siri: kuch qo'yilgan nuqta, kuchning yo'nalishi, kuchning miqdori bilan aniqlanadi. Quyida kuchlarni qo'shish usullari bilan tanishamiz.

1)Ikkita kuchni qo'shish. Parallelogramm aksiomasi.Jismning biror nuqtasiga qo'yilgan turliyo'nalishdagi ikki kuchning teng ta'sir etuvchisi mazkur kuchlarga qurilganparallelogramm dioganaliga miqdor jihatidan teng bo'lib, shu diogonal bo'ylabyo'naladi (1-shakl):

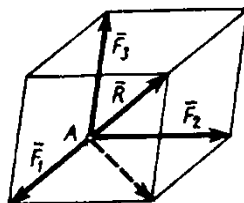


1.1-shakl.Ikkita kuchni qo'shish

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 F_2 \cos \alpha} \quad (1.1)$$

$$\frac{F_1}{\sin \gamma} = \frac{F_2}{\sin \beta} = \frac{F_3}{\sin \alpha} \quad (1.2)$$

2) Bir tekislikda joylashmagan uchta kuchni qo`shish.

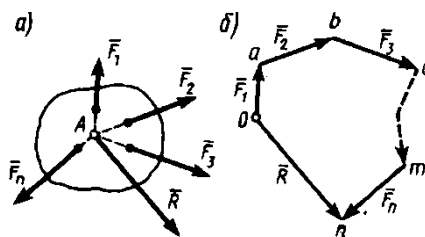


1.2-shakl. Uchta kuchni qo`shish

Bir nuqtaga qo`yilgan lekin bir tekislikda joylashmagan ixtiyoriy  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  va  $\vec{F}_3$  kuchlar sistemasining teng ta`sir etuvchisi $\vec{R}$, shu kuchlarga qurilgan parallelopedning diagonaliga teng bo`lib (paralleloped usuli bilan) ularni ketma – ket qo`shish orqali yoki kuch ko`pburchagi orqali aniqlanadi.

3) Uchrashuvchi kuchlar sistemasini qo`shish.

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n \text{ yoki } \vec{R} = \sum \vec{F}_k \quad (1.3)$$



1.3-shakl. Kuchlar sistemasini qo`shish

Kuchlarni tashkil etuvchilarga ajratish. Kuchlarni tashkil etuvchilarga ajratish deb, shunday bir necha vektorlardan iborat kuchlar sistemasini tuzish mumkinki, berilgan kuch vektori ushbu kuchlarning teng ta`sir etuvchisidan iborat bo`lishi shart ekan. Nazariy mexanikada barcha jismlar ikki guruhga ajraladi.

1. Erkin jismlar

2. Erksiz jismlar

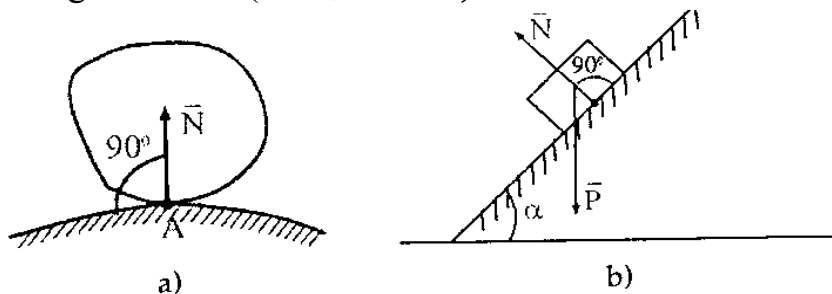
Agar jism fazoda istalgan tomonga qarab harakatlana olsa, bunday jismga erkin jism deb ataladi.

Masalan. havoda uchayotgan samolyot, shar.

Agar jismning biror tomonga qarab bo`ladigan harakati cheklangan bo`lsa, bunday jismga erkinmas yoki bog`lanishdagi jism deyiladi. Jismning harakatini cheklovchi to`siqqa bog`lanish deyiladi. Masalan, Relsda turgan vagon, stol ustidagi yuk, ipga osilgan yuk va shu kabilar misol bo`la oladi. Relsda turgan

vagonning vertikal yo'nalishdagi harakati cheklangan. Bunda relslar vagon uchun bog'lanish vazifasini o'taydi, vagon esa bog'lanishdagi jismdir. Bog'lanishning jismga ko'rsatadigan ta'sirini belgilovchi kuchga bog'lanish reaksiya kuchi yoki reaksiya kuchi deyiladi. Bog'lanish jismni qaysi tomonga ko'chishga yo'l qo'ymasa, reaksiya kuchi shu tomonga qarama-qarshi yo'naladi. Statikada masala yechishda bog'lanish reaksiyasining yo'nalishini to'g'ri topish juda katta ahamiyatga ega. Shu sababli bog'lanishlarning asosiy turlarida reaksiya kuchlari qanday yo'nalganligini ko'rib chiqamiz.

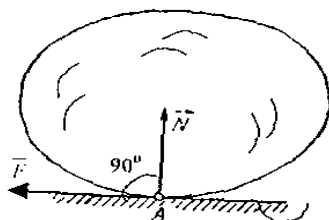
1. Silliq qo'zg'almas tekislik. Ishqalanishni e'tiborga olinmaydigan darajada silliq bo'lgan sirt odatda silliq sirt deb hisoblanadi. Jism silliq qo'zg'almas tekislik ustida muvozanatda tursa, yoki shu tekislikka nisbatan harakatlansa, sillik qo'zg'almas tekislik jismni tekislikka perpendikulyar bo'lgan yo'nalishda harakat qilishiga to'sqinlik ko'rsatadi. Silliq qo'zg'almas tekislikning reaksiya kuchitekislikka perpendikulyar bo'lib, jism qaysi tomonga harakat qila olmasa, shunga teskari yo'nalgan bo'ladi (1.4 a, b-shakl).



1.4-shakl. Silliq qo'zg'almas tekislikning reaksiya kuchi

Bunda $\vec{N}$ - Silliq qo'zg'almas tekislikning reaksiya kuchi yoki normal reaksiya kuchi deb ataladi, $\vec{P}$ - jism og'irligi.

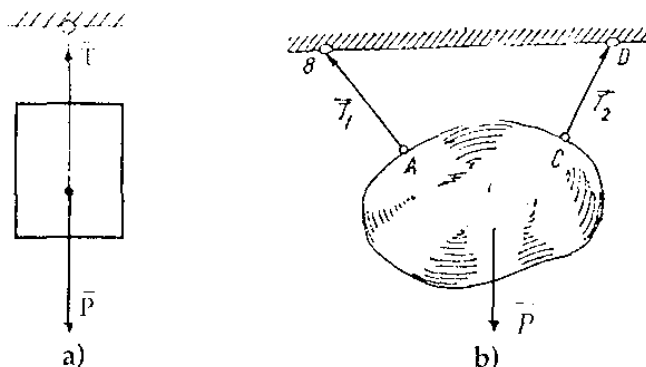
Agar silliq sirt bo'lmasa, A nuqtada normal reaksiya kuchidan tashqari urinma reaksiya kuchi $\vec{F}$ ham bo'ladi (1.5-shakl). Bu $\vec{F}$ kuchga ishqalanish kuchi deb ataladi. Bunda $\vec{N}$ - normal reaksiya kuchi, $\vec{F}$ - ishqalanish kuchi.



1.5-shakl. Urinma reaksiya kuchi

2. Egiluvchan yoki elastik jismlar. Jismlar cho'zilmaydigan ip, arqon, tros, zanjir, qayishlar, vositasida osilgan bo'lsa, ularda hosil bo'ladigan reaksiya

kuchlari mos ravishda egiluvchan jismlar bo'ylab yo'nalgan bo'ladi (1.6 a, b-shakl). Egiluvchan jismlarda hosil bo'ladigan reaksiya kuchlari $\vec{T}, \vec{T}_1, \vec{T}_2$ bilan belgilanadi va taranglik kuchi deb ataladi.

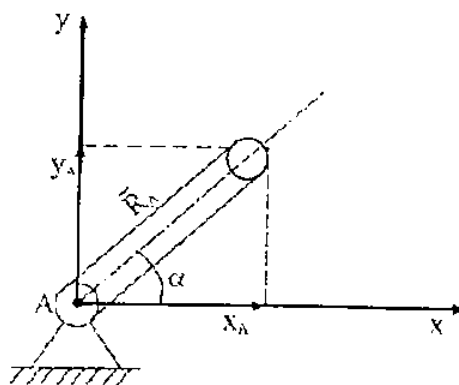


1.6-shakl. Reaksiya kuchlari

Bunda $\bar{P}$ ipga osilgan yukning og'irligi.

Reaksiya kuchining miqdor va yo'nalishi jismga ta'sir qiluvchi kuchga bog'liq bo'ladi.

3. Sharnirli qo'zg'almas tayanch. Bu tayanch jismning ilgarilanma harakat qilishiga to'sqinlik qiladi, jism sharnir atrofida aylanadi. Ikkita jismning o'zaro birlashgan joyiga sharnir deyiladi. Sharnir atrofida jismlarning biri ikkinchisiga nisbatan erkin aylanadi. Bolt - sharnirli qo'zg'almas tayanchga misol bo'la oladi. Sharnirli qo'zg'almas tayanchning belgisi (1.7-shaklda) ko'rsatilgan.



1.7-shakl. Sharnirli qo'zg'almas tayanch

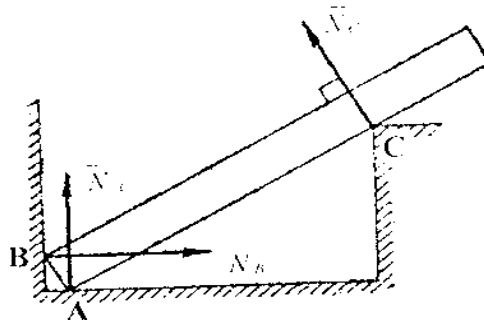
Sharnirli qo'zg'almas tayanchdagi reaksiya kuchining miqdori va yo'nalishi noma'lum bo'lgan masalani yechishda, sharnirli qo'zg'almas tayanchning reaksiya kuchini koordinata o'qlari bo'ylab yo'nalgan ikkita tashkil etuvchilarga ajratish kerak. (1.7-shakl).

$$\bar{R}_A = \bar{X}_A + \bar{Y}_A \quad (1.4)$$

Bunda $\bar{R}_A$ - to'la reaksiya kuchi, $\bar{X}_1, \bar{Y}_1$ lar $\bar{R}_1$ kuchining tashkil etuvchilari. $\bar{R}_A$ kuchining miqdori va yo'nalishi quyidagiga teng.

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} \quad (1.5)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Y_A}{X_A} \quad (1.6)$$

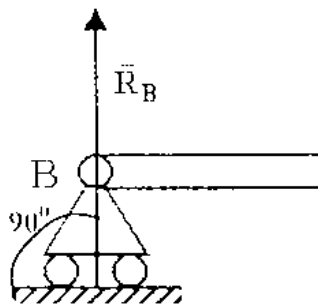


1.8-shakl.Balka

Balka A nuqtada silliq polga, V nuqtada vertikal devorga va S nuqtada ikki yoqli burchak qirrasiga tayanadi deb faraz qilsak (1.8-shakl). Pol va vertikal devorning reaksiya kuchlari, A va V nuqtalarda mos ravishda pol va devorga $\bar{N}_A, \bar{N}_B$ o'tkazilgan perpendikulyar bo'yicha yo'naladi. Ikki yoqli burchakdan tashkil topgan qirraning reaksiya kuchi $\bar{N}_C$ esa S nuqtada balkaga o'tkazilgan perpendikulyar bo'yicha yo'naladi.

4. Sharnirli qo'zg'aluvchan tayanch. Sharnirli qo'zg'aluvchan tayanchning pastiga yumalaydigan g'ildiraklar qo'yiladi. Sharnirli qo'zg'aluvchan tayanchning reaksiya kuchi $\bar{R}_B$ g'ildirak harakat qilayotgan tekislikka perpendikulyar yo'nalgan bo'ladi (1.9-shakl).

Sharnirli qo'zg'aluvchan tayanchning belgisi;



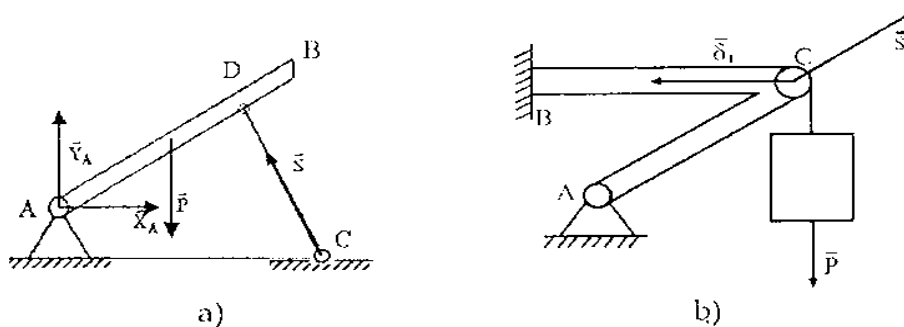
1.9-shakl. Sharnirli qo'zg'aluvchan tayanchning belgisi

Bunda $\bar{R}_B$ - reaksiya kuchi

5. Muvozanat tekshirilayotgan jism og'irligini hisobga olmas ham bo'ladigan qat'iy sterjen bilan bog'langan bo'lsa,

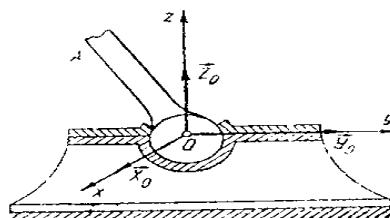
sterjenning reaksiya kuchlari sterjen bo'ylab yo'nalgan bo'ladi (1.10-a, b-shakl)

Bunda $\bar{S}_1, \bar{S}_2$ - S_D , V_S va A_S sterjenlarning reaksiya kuchlari.



1.10-shakl. Sterjenlarning reaksiya kuchlari

6. Jism sferik sharnir vositasi yordamida bog'langan bo'lsa (1.11-shakl), bu sharnir o'z markazi 0 dan o'tadigan haar qanday o'q atrofida jismni aylanishiga to'sqinlik qilmaydi. Sferik sharnirning reaksiya kuchi 0 nuqtasidan o'tadi, lekin qaysi tomonga yo'nalganligi noma'lum bo'lgan, masalani yechishda bunday reaksiya kuchini tanlab olingan koordinata o'qlari bo'ylab yo'nalgan tashkil etuvchilarga ajratish kerak.

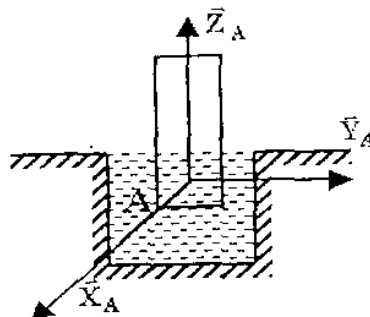


1.11-shakl. Sharnir vositasi yordamida bog'langan.

Bunda $\bar{X}_A, \bar{Y}_A, \bar{Z}_A$ reaksiya kuchlari.

7. O'qlar qo'zg'almas tayanchga maqamlangan. Asos ustunlarni mustahkamlash uchun xizmat qiladi va jismning faqat ustun atrofida aylanishiga yo'l qo'yadi.

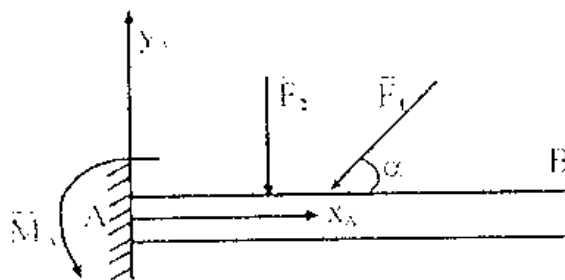
Asosining reaksiyasi $\bar{Z}_A$ vertikal bo'ylab yuqoriga yo'nalgan, devorning reaksiyasi esa X va Y o'qlari bo'ylab yunalgan va ustunning o'qiga tik bo'lgan holatda kuchlarni $\bar{X}_A, \bar{Y}_A$ tashkil etuvchilarga ajratish kerak (1.12 -shakl).



1.12-shakl. Tashkil etuvchilarga ajratish

8. Bir uchi devorga qisib mahkamlangan balka. Agar (1.13-shakl) AV balkaning A uchi devorga qisib mahkamlangan bo'lsa, A nuqtadagi bog'lanish

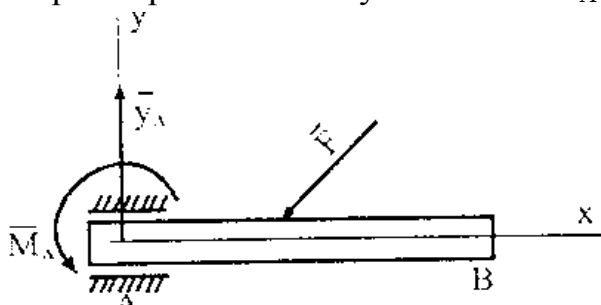
reaksiyasining ikkita tuzuvchisidan tashqari, balkaning A nuqta atrofida to'sqinlik qiluvchi reaksiya momenti M_A ham mavjud bo'ladi.



1.13-shakl. Mahkamlangan balka.

Bunda $\bar{X}_A, \bar{Y}_A$ reaksiya kuchlari, M_A reaktiv momenti.

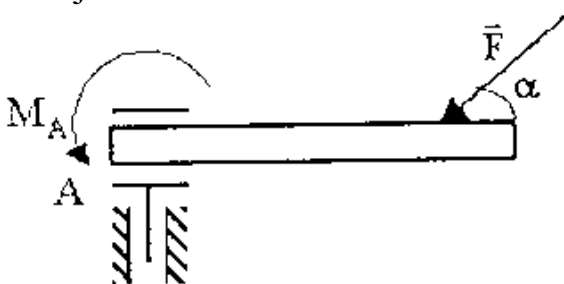
9. Bir uchi gorizontal bo'ylab siljishga yo'l qo'yadigan qilib mahkamlangan balka. 1.14-shaklda ko'rsatilgan AV balkaning A uchi gorizontal bo'ylab siljishga yo'l qo'yadigan qilib mahkamlangan bo'lsa, bunday bog'lanish reaksiyasi siljish tekisligiga perpendikulyar bo'lgan reaksiya kuchida, hamda balkaning A nuqta atrofida aylanishiga to'sqinlik qiluvchi reaksiya momenti M_A dan iborat bo'ladi.



1.14-shakl. Mahkamlangan balka.

reaksiya kuchi, M_A -reaksiya momenti.

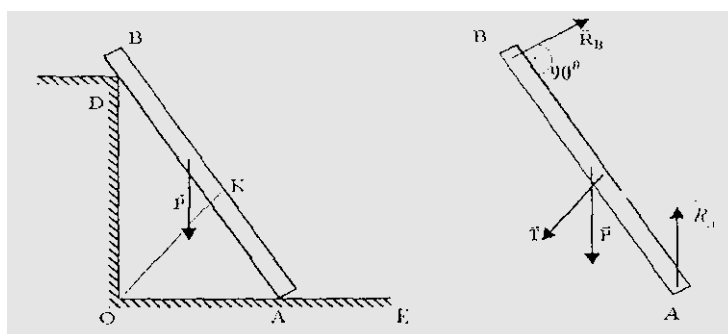
10. Bir uchi gorizontal ham vertikal bo'ylab siljishga yo'l qo'yadigan qilib mahkamlangan balka. 1.15-shaklda ko'rsatilgan AV balkaning uchi ham gorizontal, ham vertikal bo'ylab siljishga yo'l qo'yadigan qilib mahkamlangan. Bu xolda Anuqtada faqat balkaning A nuqta atrofida aylanishiga qarshilik qiluvchi M_A reaksiya momenti mavjud bo'ladi.



1.15-shakl. M_A reaksiya momenti

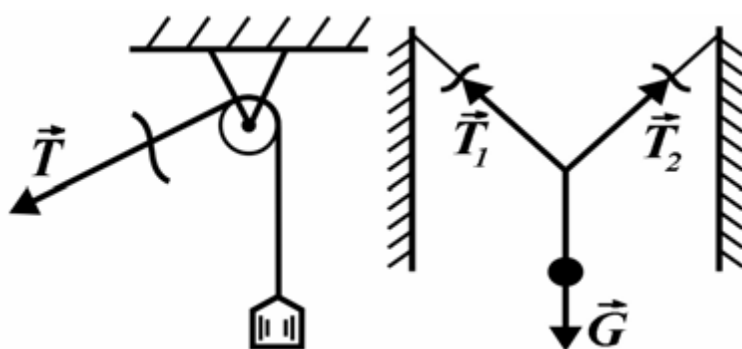
Masalalar yechishda Bog'lanishda bo'lgan jismni erkin jism deb qarash uchun Bog'lanishni reaksiya kuchi bilan almashtirish kerak.
Bu aksioma yordamida Bog'lanishdagi jismlarning muvozanati tekshiriladi.

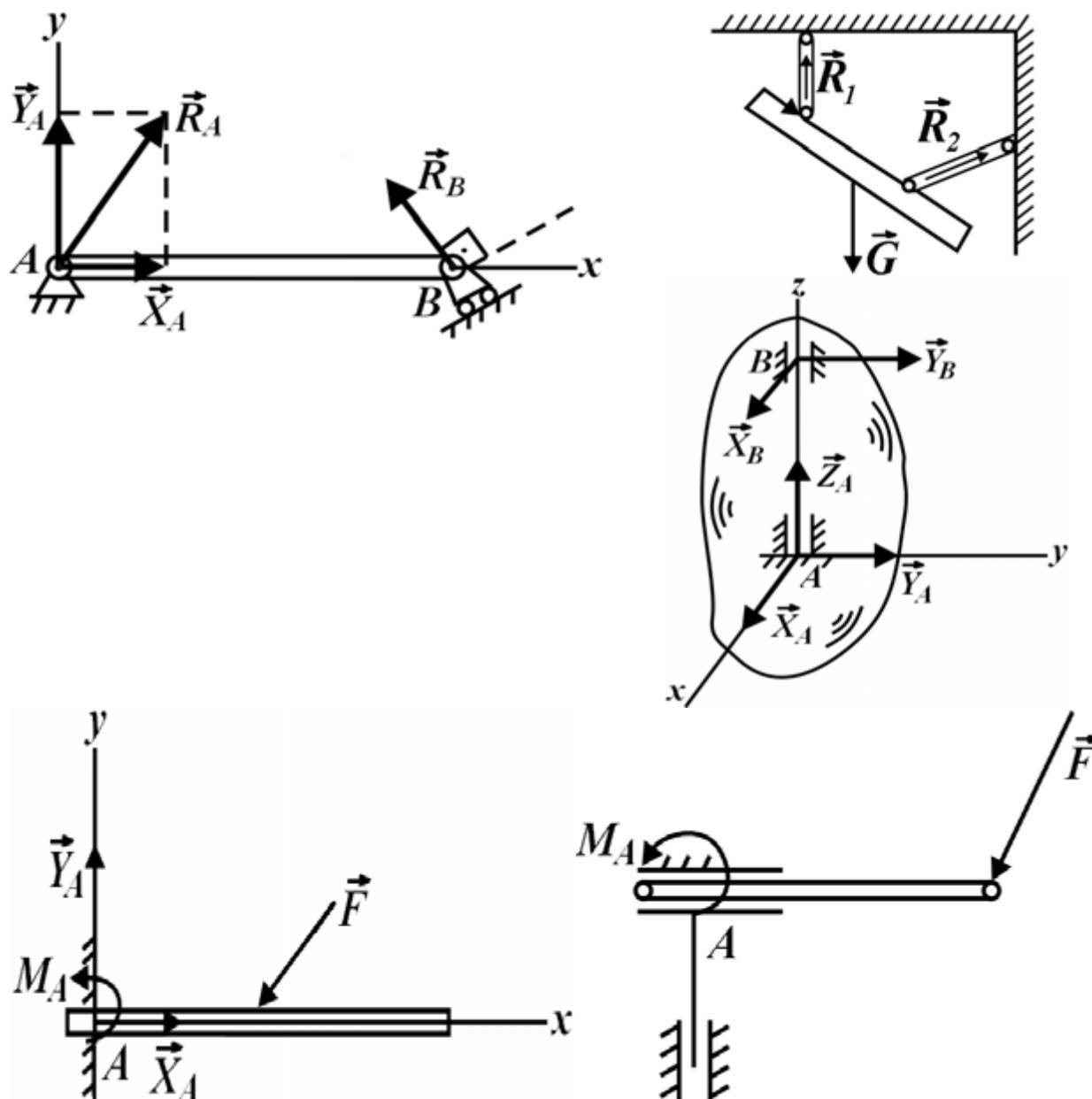
Misol: AB balka uchun R og'irlik (1.16 a-shakl). OE Silliqlik tekislik, D tayanch va OK tros orasidagi bog'lanish xizmat qiladi 1.16- b-shakldagi balka erkin bo'ladi.



1.16-shakl.Silliqlik tekislik

Bog'lanishlarning turli ko'rinishlari.





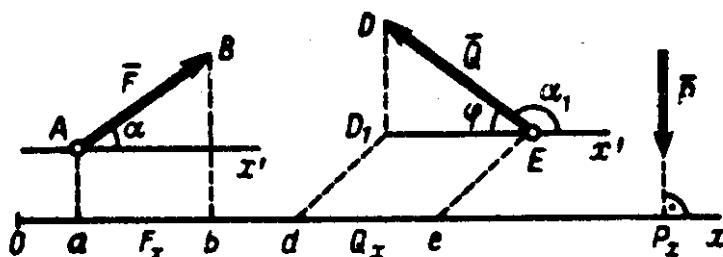
1.17-shakl. Bogʻlanishlarning turli koʻrinishlari.

Kuchning oʻqqa va tekislikka proyeksiyasi.

Kuchlarning analitik usulda berilishi va ularni qoʻshish

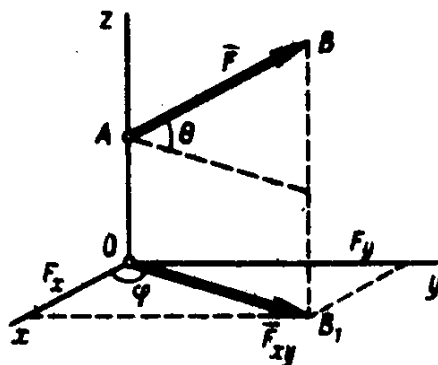
Statika masalarini analitik usulda yechish, kuchni oʻqqa proyeksiyalash tushunchasiga asoslangan. Kuchning (yoki har qanday vektorning) biror oʻqqa proyeksiyasi, shu kuchning modulini oʻqning musbat yoʻnalishi bilan kuch vektori orasidagi burchakning kosinusiga koʻpaytmasiga teng boʻlgan algebraik qiymatiga aytiladi. Agar shu burchak oʻtkir boʻlsa, - proyeksiya musbat ishorali buladi, oʻtmas boʻlsa proyeksiya manfiy ishorali boʻladi. Agar shu kuch oʻqqa perpendikulyar holda yoʻnalgan boʻlsa, uning proyeksiyasi nolga teng boʻladi.

$$F_x = F \cdot \cos \alpha = ab, \quad Q_x = Q \cdot \cos \alpha_1 = -Q \cdot \cos \varphi = -de, \quad P_x = 0.$$



1.18-shakl. Kuchning o`qqa va tekislikka proyeksiyasi.

Demak, kuch o`qning musbat yo`nalishi bilan o`tkir burchak hosil qilsa, uning proyeksiyasi musbat; agar o`tmas burchak tashkil etsa manfiy bo`ladi.



1.19-shakl. Kuchning ishoralari.

$$F_x = F_{xy} \cdot \cos \varphi = F \cdot \cos \theta \cdot \cos \varphi,$$

$$F_y = F_{xy} \cdot \sin \varphi = F \cdot \cos \theta \cdot \sin \varphi,$$

$\vec{F}$ - kuchning Oxy tekislikka proyeksiyasi deb, $\vec{F}$ - vektorining boshi va oxiridan shu tekislikka tushirilgan proyeksiyalarining orasidagi $\vec{F}_{xy} = \vec{O_1B_1}$ vektorga aytiladi. (1.19- shakl). Shunday qilib, kuchning o`qqa proyeksiyasidan farqli ravishda, kuchning tekislikka proyeksiyasi vektor qiymat ekan, chunki uning son qiymatidan tashqari. Shu Oxy tekislikda ma`lum yo`nalishga ega bo`ladi. Kuchning tekislikka proyeksiyasining moduli

$F_{xy} = F \cdot \cos \theta$, buyerda θ - berilgan kuch vektori $\vec{F}$ - bilan, uning Oxy tekislikdagi $\vec{F}_{xy}$ proyeksiyasi orasidagi burchak (1.19- shakl)

Bir nuqtada uchrashuvchi kuchlar tizimining muvozanati

Ta'sir chiziqlari bir nuqtada kesishuvchi kuchlar to'plamiga uchrashuvchi kuchlar sistemasi deyiladi. Bir nuqtada uchrashuvchi kuchlar tizimi shu nuqtaga

qo'yilgan kuchlarni geometrik yig'indisidan iborat bosh vektorga teng ta'sir etuvchiga ega.

Bir nuqtada uchrashuvchi kuchlar tizimi muvozanatda bo'lishi uchun shu kuchlarni bosh vektori nolga teng bo'lishi shart va zarurdir:

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{k=1}^n \vec{F}_k = \vec{O}$$

Qaralayotgan tizim muvozanatining geometrik sharti, shu sistema kuch vektorlari bo'yicha qurilgan ko'pburchak yopiq bo'lishi bilan ifodalanadi. To'g'ri burchakli koordinata o'qlaridagi proeksiyalari orqali esa:

$$\sum F_{kx} = \sum x_k = 0; \quad \sum F_{ky} = \sum Y_k = 0; \quad \sum F_{kz} = \sum Z_k = 0$$

Sistemani tashkil etuvchi hamma kuchlarni ta'sir chizig'i bir tekislikdayotuvchi bir nuqtada uchrashuvchi tekis kuchlar sistemasini uchun esa:

$$\sum F_{kx} = \sum x_k = 0; \quad \sum F_{ky} = \sum Y_k = 0;$$

Uchrashuvchi kuchlar sistemasiga doir statika masalalarini yechish.

Aksariyat hollarda tegishli bog'lanishlar bilan bog'langan, birorta qattiq jism beriladi, va shu jismga qo'yilgan aktiv kuchlar ham berilgan bo'lib, shu jismga qo'yilgan bog'lanishlarning reaksiya kuchlarini aniqlash so'raladi.

Agar jismga qo'yilgan aktiv kuchlar fazoda joylashgan bo'lsa, uchta muvozanat tenglamalar sistemasini tuzishimiz mumkin, shunga ko'ra uchta nomalum reaksiya kuchlarini aniqlashimiz mumkin, agar ular tekislikda joylashgan bo'lsalar, ikkita muvozanat tenglamalar sistemasini tuzishimiz mumkin, shunga ko'ra faqat ikkita nomaalum reaksiyalarni aniqlashimiz mumkin xolos.

Agar uchrashuvchi fazoviy kuchlar ta'sir etgan jismda to'rtta va undan ortiq nomaalum reaksiya kuchlari paydo bo'lsa, yoki tekislikda joylashgan uchrashuvchi kuchlar ta'siridagi jismga uchta va undan ortiq reaksiya kuchlari qo'yilgan bo'lsa, bunday masalalar statik noaniq masalalar deyiladi.

Bunday masalalarni biz faqat nazariy mexanika tenglamalari orqali yecha olmaymiz. Bu bilan, demak, bunday masalalarni yechish mumkin emas ekan degan xulosa chiqmasligi kerak, aslida bunday masalalar keyinroq, ya'ni materiallar qarshiligi fanida, qo'shimcha tenglamalar tuzish yo'li bilan yechiladi.

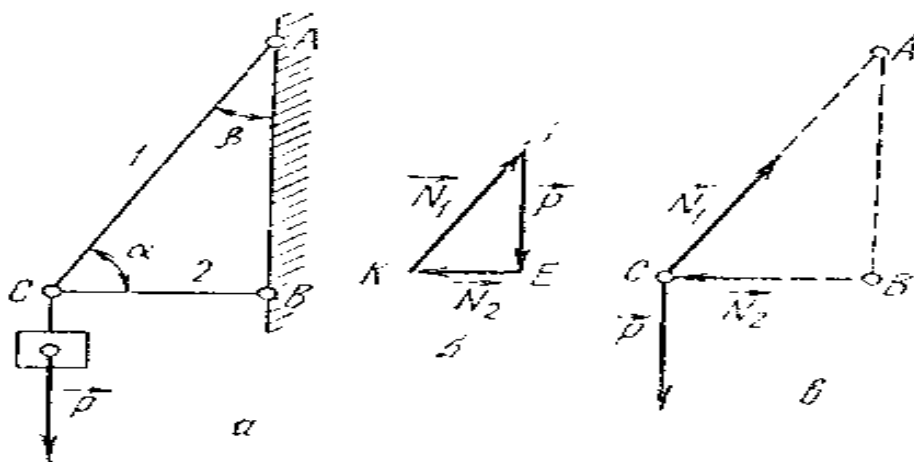
Umuman olganda, shuni ta'kidlash lozimki, hozirgi kunda, ya'ni kompyuterlar rivojlangan davrda, mexanika sohasida birorta yechilmaydigan real masalalar qolgan emas.

2. Masalalar yechish tartibi bo'yicha uslubiy tavsiyalar

- 1) Shakl chiziladi, jismga ta'sir etayotgan aktiv kuchlar vektor shaklida tegishli yo'nalishda ko'rsatiladi.
- 2) Bog'lanishlarning reaksiya kuchlari ham vektorshaklida ifodalanadi.
- 3) Koordinata o'qlari tanlab olinadi, o'qlar shunday tanlanib olinishi lozimki iloji boricha noma'lum bo'lgan reaksiya kuchlari faqat bitta o'qqa proektsiyalanishi ta'minlansin, aks holda masalani yechish murakkabroq bo'lishi mumkin.
- 4) Bog'lanishlarni tashlab yuboriladi va yuqoridagitenglamalar sistemasidan foydalanib, muvozanat tenglamalari tuziladi.
- 5) Agar geometrik yo'lni tanlagan bo'lsangiz, uch kuch teoremasidan foydalanib, kuch uchburchagi quriladi va sinuslar teoremasi orqali tegishli tenglamalar tuziladi.
- 6). Tuzilgan tenglamalar sistemasini noma'lum reaksiya kuchlariga nisbatan yechib noma'lum kuchlar aniqlanadi.

3. Mavzuga doir masalalarni echish uchun na'munalar

1.1-masala. AC va BC sterjenlar o'zaro va vertikal devor bilan sharnirlar vositasida biriktirilgan (1.1 a-shakl). C sharnirga og'irligi $P=1000\text{N}$ bo'lgan yuk osilgan. Agar sterjenlar orasidagi burchak $\alpha = 60^\circ$ va AC sterjen bilan devor orasidagi burchak $\beta = 30^\circ$ bo'lsa, sterjinlarining og'irligini hisobga olmay ularda hosil bo'ladigan zo'riqishlar aniqlansin.



1.1-shakl. Sharnir

Izoh. Sterjen bo'ylab yo'nalgan cho'zuvchi yoki siquvchi kuch sterjendagi zo'riqish deb ataladi. Cho'zuvchi kuchdan farq qilish uchun siquvchi kuchni

manfiy son bilan ifodalaymiz. Sterjendagi zo'riqish miqdor jihatidan shu sterjenning reaksiya kuchi N ga teng bo'ladi.

Yechish. C sharnirni moddiy nuqta deb qarab uning muvozanatini tekshiramiz. C nuqtaga $P=1000\text{ N}$ bo'lgan vertikal pastga yo'nalgan og'irlik kuchi qo'yilgan. AC va BC sterjenlarning reaksiya kuchlari shu sterjenlar bo'ylab yo'nalgan bo'lib, ularni mos ravishda $\vec{N}_1$ va $\vec{N}_2$ bilan belgilaymiz. Natijada $\vec{P}, \vec{N}_1, \vec{N}_2$ kuchlar C nuqtada kesishuvchi kuchlar sistemasini tashkil etadi. Reaksiya kuchini aniqlash uchun kesishuvchi kuchlar sistemasi muvozanatining geometrik shartidan foydalanamiz. Unga ko'ra $(\vec{P}, \vec{N}_1, \vec{N}_2)$ kesishuvchi kuchlar sistemasi ta'siridagi C nuqta muvozanatda bo'lishi uchun ularning geometrik yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak.

$$\vec{P} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2 = 0$$

Ya'ni $\vec{P}, \vec{N}_1, \vec{N}_2$ kuchlarga qurilgan kuch uchburchagi yopiq bo'lishi kerak. Kuch uchburchagini chizish uchun biror masshtabda ixtiyoriy D nuqtadakuchni o'ziga parallel ravishda o'tkazamiz (1.1 b-shakl). $\vec{P}$ kuchning boshi D va uchidaginuqtalardan AC va BC sterjenlarga parallel chiziqlar o'tkazamiz. Bu chiziqlarning kesishgan nuqtasini K bilan belgilasak, hosil bo'lgan DEK uchburchak izlanayotgan yopiq kuch uchburchagini ifodalaydi. Bunda KD va KE vektorlamos ravishda N_1 va N_2 reaksiya kuchlarini ifodalaydi. DEK uchburchakning KD va KE tomonlarini berilgan masshtab birligida o'lchab, $\vec{N}_1$ va $\vec{N}_2$ kuchlarning modullarini aniqlaymiz.

$\vec{N}_1$ va $\vec{N}_2$ larni DEK uchburchakdan trigonometrik yo'l bilan ham aniqlash mumkin. Haqiqatan ham, yasashga ko'ra $AB \parallel DE$, $AC \parallel DK$ va $BC \parallel EK$ bo'lgani uchun, $KDE = \beta = 30^\circ$ va $EKD = \alpha = 60^\circ$ binobarinto'g'ri burchakli burchakdan

$$\frac{N_1}{\sin 90^\circ} = \frac{N_2}{\sin 30^\circ} = \frac{P}{\sin 60^\circ}$$

$$N_1 = \frac{P}{\sin 60^\circ} = \frac{1000}{\sqrt{3}/2} = 1154\text{H}$$

$$N_2 = P \operatorname{ctg} 60^\circ = 1000 \sqrt{3} = 577\text{H}$$

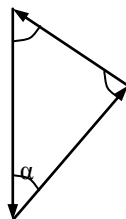
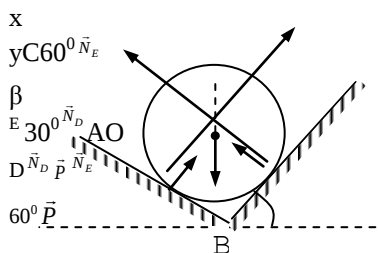
munosabatlarni olamiz.

$\vec{N}_1$ va $\vec{N}_2$ lar AC va CB sterjenlarning C sharnirga ta'sir kuchini, ya'ni mazkur sterjenlarning reaksiya kuchlarini ifodalaydi. Sterjenlardagi zo'riqishlarni topish uchun sterjenlarning siqilish yoki cho'zilishini aniqlaymiz. Agar reaksiya kuchi C sharnirdan sterjen bo'ylab yo'nalsa, sterjen cho'ziladi; reaksiya kuchi C sharnirga yo'nalsa, sterjen siqiladi. Buni nazarda tutib, topilgan kuchlarni S

sharnirga qoʻysak, (1.1 v-shakl), ACsterjen choʻzilishi va CB sterjen siqilishini koʻramiz. Shu sababli

$$S_1 = N_1 = 1154 H, \quad S_2 = -N_2 = 577 H.$$

1.2-masala Bir-biriga tik boʻlgan ikkita silliq AB va BC ogʻma tekisliklarda ogʻirligi $60N$ boʻlgan bir jinsli shar turibdi. BC tekislik bilan gorizontal tekislik orasidagi burchak 60° . Sharning har qaysi tekislikka koʻrsatadigan bosimi aniqlansin (1.2-shakl).



1.2 (a)-shakl

1.2(b)-shakl

Yechish. Koordinatalar sistemasini boshini shar markazi O nuqtada olib, koordinata oʻqlarini shaklda korsatilganday yonaltiramiz. muvozanat tenglamalarini tuzamiz

$$\sum_{i=1}^3 F_{ix} = N_D - P \cos \beta = 0, \quad \sum_{i=1}^3 F_{iy} = N_E - P \cos \alpha = 0. (a)$$

Shaklga asosan: $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 30^\circ$. (a) tenglamalardan

$$N_D = P \cos 30^\circ = 60 N \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 52 N,$$

$$N_E = P \cos 60^\circ = 60 N \cdot \frac{1}{2} = 30 N.$$

Endi masalani geometrik usul bilan yechamiz. Kuchlarni oʻz-oʻziga parallel ravishda koʻchirib, kuch uchburchagini tuzsak (1.2,bshakl), bu uchburchakdan

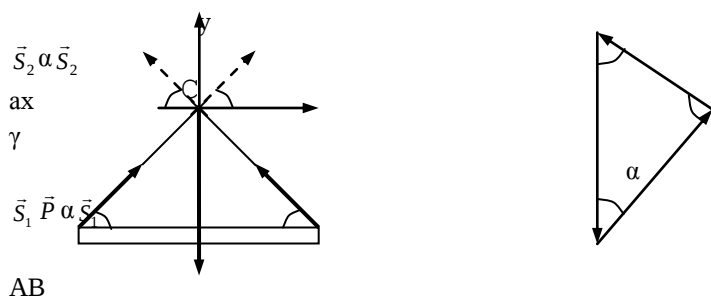
$$\frac{N_E}{\sin 30^\circ} = \frac{P}{\sin 90^\circ} = \frac{N_D}{\sin 60^\circ}.$$

Shunday qilib

$$N_E = P \cdot \sin 30^\circ = 60 N \cdot \frac{1}{2} = 30 N,$$

$$N_D = P \cdot \sin 60^\circ = 60 N \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 52 N.$$

1.3-masala. Ogʻirligi $160N$, uzunligi $1,2m$ boʻlgan bir jinsli AB sterjen ikkita AC va CB trosalar bilan C nuqtaga osib qoʻyilgan. Ikkala trosning uzunligi $1m$ dan. Troslardagi taranglik kuchlari aniqlansin. (1.3-shakl)



1.3(a)-shakl 1.3(b)-shakl

Berilgan: $P=160N$, $AB=1,2m$, $AC=BC=1m$.

Topishkerak: S_1 , S_2 .

Echish. Koordinatalar sisemasinishaklda ko'rsatilgan-dek qilib tanlaymiz. Tanlagan Cxy koordinatalar sistemasiga nisbatanmuvozanat tenglamalarini tuzamiz

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^3 F_{ix} &= S_1 \cos \alpha - S_2 \cos \alpha = 0, \\ \sum_{i=1}^3 F_{iy} &= S_1 \sin \alpha + S_2 \sin \alpha - P = 0. \end{aligned} \quad (a)$$

Shakldan

$$\cos \alpha = \frac{AB/2}{AC} = \frac{3}{5}, \sin \alpha = \frac{4}{5}.$$

(a) tenglamalardan

$$\begin{cases} S_1 = S_2, \\ \frac{4}{5} S_1 + \frac{4}{5} S_1 = P, \end{cases} \Rightarrow S_1 \frac{5}{8} P = \frac{5}{8} 160N = 100N.$$

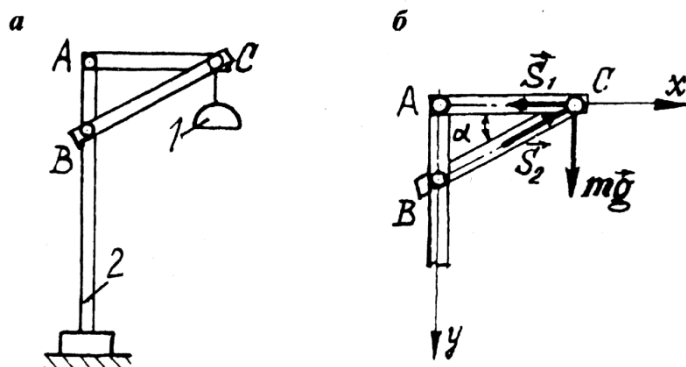
Endi masalani kuch uchburchagidan foydalanib yechamiz (21-shakl).

$$\frac{S_1}{\sin \alpha} = \frac{S_2}{\sin \alpha} = \frac{P}{\sin \gamma}, \gamma = 180^\circ - 2\alpha,$$

$$\sin \gamma = \sin(180^\circ - 2\alpha) = \sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha = 2 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = \frac{24}{25}.$$

$$\text{Natijada } S_1 = S_2 = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} P = \frac{4}{5} \cdot \frac{25}{24} \cdot 160N = \frac{5}{6} \cdot 160N = 100N.$$

1.4-masala. Karer yoritish qurilmasining lampasi (1) ko'chma ustun (2)ga AC gorizont va BC qiya tirgak yordamida o'rnatilgan (1.4 a-shakl). Agar lampaning massasi $m=53,7$ kg; $l_{AC}=0,85$ m, $l_{BC}=1,0$ m ga teng, hamda A,B va C tugunlar sharnirli bog'langan bo'lsa, AC va BC sterjenlardagi zo'riqishlar aniqlansin.



1.4-shakl. Yoritish qurilmasi

Yechish. C tugunni ushlab turuvchi sterjenlarni mos ravishda $\vec{S}_1$ ba $\vec{S}_2$ zo'riqish va lampa massasini uning og'irlik kuchibilan almashtiramiz. (1.4 b-shakl.). Shu holatda C tugunni muvozanatini qarasak, tugunga ta'sir qiluvchi hamma kuchlar bir tekislikda joylashadi va bitta C nuqtada kesishadi.

Koordinat boshini A nuqtaga joylashtirsak va xu koordinatalarni 1.4 b-shakldagidek yo'naltirsak, bir nuqtada kesishuvchi kuchlar sistemasini muvozanat

$$\begin{aligned} \sum X_k &= -S_1 + S_2 \cdot \cos \alpha = 0 \\ \sum Y_k &= mg - S_2 \cdot \sin \alpha \end{aligned}$$

tenglamasi quyidagicha bo'ladi.

ABC uchburchakdan $\cos \alpha = \frac{l_{AC}}{l_{BC}} = 0,85$ ekanligi kelib chiqadi.

$$\text{bundan } \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,85^2} = 0,5268$$

4. Muammoli mustaqil yechish uchun masala va topshiriqlar

1. Tekislikda joylashgan $\vec{F}_1 = 3\vec{i} + 4\vec{j}$; $\vec{F}_2 = 5\vec{j}$ ba $\vec{F}_3 = 2\vec{j}$ kesishuvchi kuchlar sistemasini uchun teng ta'sir etuvchining qiymatini hisoblang.

($R = \sqrt{130}$)

2. $\vec{F} = 3\vec{i} + 4\vec{j} + 5\vec{k}$ kuchning vektori Oz o'qi bilan orasidagi burchak kosinusini aniqlang.

(0,707)

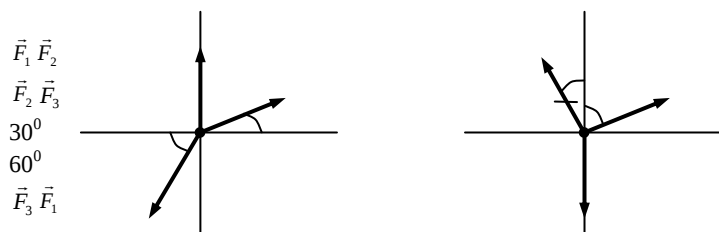
3. $\vec{F}_1 = 3\vec{i} + 5\vec{j}$, $\vec{F}_2 = \vec{i} - 2\vec{j}$ kuchlar teng ta'sir etuvchisining moduli va yo'nalishi topilsin.(5)

4. Gorizont tekislik ustida turgan sharning tekislikka ko'rsatadigan bosimi topilsin. Sharning og'irligi P ga teng bo'lib, uning markaziga qo'yilgan.

5. Og'irligi P ga teng bo'lgan yuk bir xil uzunlikdagi ikkita cho'zilmaydigan arqonga osilgan holatda muvozanatda turadi. Arqonlar o'zaro 60° li burchak tashkil qiladi. Arqonlarning tortilish kuchlari topilsin.

6. Uchta kesishuvchi kuch proeksiyalari bilan berilgan, $F_{1x} = 10\text{ N}$; $F_{1y} = 2\text{ N}$; $F_{2x} = -4\text{ N}$; $F_{2y} = 3\text{ N}$; $F_{3x} = -6\text{ N}$; $F_{3y} = -5\text{ N}$ kuchlar sistemasi muvozanatda bo'ladimi? (Ha)

7. Shaklda tasvirlangan kuchlar sistemasining teng ta'sir etuvchisi topilsin; $F_1 = F_3 = 3\text{ N}$, $F_2 = \sqrt{3}$.

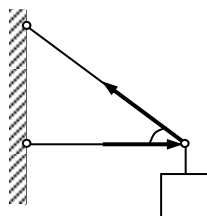


7-masala 8-masala

8. Shaklda tasvirlangan kuchlar sistemasi muvozanatlashgan kuchlar sistemasini hosil qiladi. $F_2 = 15\text{ N}$ bo'lsa, $\vec{F}_1$ va $\vec{F}_2$ kuchlarining modullari topilsin.

9. Yuk A, B va C nuqtalarda sharnirlar vositasida biriktirilgan AC va BC sterjenlarda ushlab turiladi. BC sterjenning tortilish kuchi $F_2 = 45\text{ N}$ va $\alpha = 60^\circ$ bo'lsa, AC sterjenlarning siqilish kuchi va yukning og'irlik kuchi topilsin.

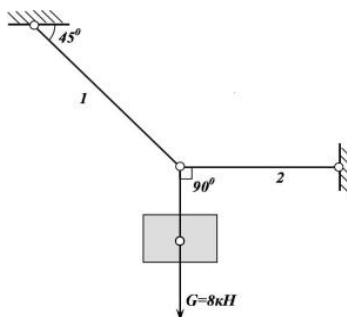
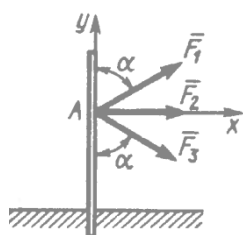
B
 α
 $\vec{F}_1$ A
C



9 -masala

10. Vertikal sim yog'ochning A nuqtasiga uchta kuch ta'sir etadi: $F_1 = F_2 = F_3 = 10\text{ N}$. Agar bu kuchlar bir tekislikda joylashgan bo'lib, F_1 va F_3 kuchlari horizontal Ax o'qqa $\alpha = 60^\circ$ burchak ostida qo'yilgan bo'lsa, bu kuchlar yig'indisining gorizontal tashkil etuvchisini toping.

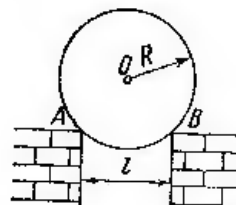
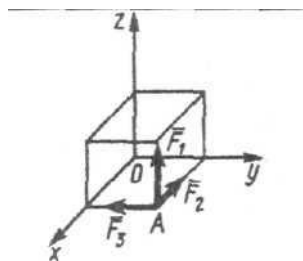
(27,3N)



10-masala 11-masala

11. Og'irligi G bo'lgan yuk tros1 ga osilgan va 2 tros bilan bog'langan. 2 trosning taranglik kuchi R_2 topilsin

Javob: 8 kN



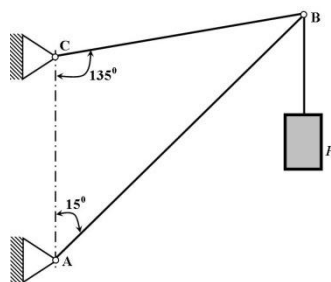
12-masala 13-masala

12. A nuqtaga qo'yilgan $F_1=12\text{N}$, $F_2=10\text{N}$ va $F_3=9\text{N}$ kuchlarning teng ta'sir etuvchisining modulini aniqlang.

Javob: (18,0)

13. Radiusi $R=1\text{m}$, uzunligi bo'yicha tekis taralgan og'irligi $P=40\text{kN}$ bo'lgan qozon g'isht devorning chiqiqlarida turadi. Devorlar orasidagi masofa $l=1,6\text{m}$. Ishqalanishni hisobga olmay, A va B nuqtalarga qozondan tushadigan bosim topilsin.

Javob: $N_A=33.3\text{ kN}$ $N_B=33.3\text{ kN}$



14-masala

14. Machta krani AB strela va CB zanjirdan iborat; AB strela macgtaga A sharnir vositasida biriktirilgan. Strelaning B uchiga $P = 2\text{ kN}$ yuk osilgan; burchaklar: $BAC = 15^\circ$, $ACB = 135^\circ$ CB zanjirdagi T taranglik kuchi va AB streladagi Q zo'riqish aniqlansin.

Javob: $T = 1,04\text{ kN}$; $Q = 2,83\text{ kN}$.

5. Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Qanday kuchlar sistemasiga bir nuqtada kesishuvchi kuchlar sistemasi deyiladi?
2. Qanday ko'pburchakka kuch ko'pburchagi deyiladi?
3. Bir nuqtada kesishuvchi kuchlar sistemasining teng ta'sir e'tuvchisi qanday topiladi?
4. Kuch ko'pburchagida teng ta'sir etuvchi qanday tasvirlanadi?
5. Kuchlar sistemasining teng ta'sir etuvchisi qanday hisoblanadi?
6. Teng ta'sir etuvchining proeksiyalari qanday hisoblanadi?
7. Bir tomonga yo'nalgan ikki parallel kuch teng ta'sir etuvchisining moduli nimaga teng?
8. Bir tomonga yo'nalgan ikki parallel kuch teng ta'sir etuvchisining ta'sir chizig'i qaysinuqtadano'tadi?

2-AMALIY MASHG'ULOT

Mavzu: TEKIS SHAKLNING GEOMETRIK XARAKTERISTIKALARI

REJA:

1. Nazariy ma'lumot
2. Mavzuga doir masalalarni echish uchun na'munalar
3. Muammoli mustaqil yechish uchun masala va topshiriqlar
4. Mustaqil ishlash ushun savollar

1. Nazariy ma'lumot.

Tekis kesimlarning statik momentlari

Ma'lumki, ixtiyoriy kesim yuzasini aniqlash uchun uni elementar dF yuzachalarga bo'linadi. Unda kesim yuzasi tekis kesimni tashkil qiluvchi elementar yuzachalarning butun yuza bo'yicha yigindisiga teng bo'ladi

$$F = \sum_{i=1}^n F_i$$
$$F = \int_F dF. \quad m^2, sm^2$$

Tekis kesimning biror o'qqa nisbatan statik momenti deb, tashkil qiluvchi elementaryuzachalarning ulardan tegishli o'qqacha masofalarga ko'paytmalarining butun yuza bo'yicha yigindisiga aytiladi.

$$S_x = \int_F y \cdot dF; \quad S_y = \int_F x \cdot dF \quad m^3, sm^3$$
$$x_c = \frac{S_y}{F}; \quad y_c = \frac{S_x}{F}$$

Tekis kesimlarning inerstiya momentlari.

Tekis kesimning inerstiya momentlari o'qqa nisbatan (ekvatorial), qutb va markazdan qochma bo'lishlari mumkin.

Tekis kesimning biror o'qqa nisbatan (ekvatorial) inerstiya momenti deb, tashkil qiluvchi elementar yuzachalarning ulardan tegishli o'qqacha masofalar kvadratlarining ko'paytmalarining butun yuza bo'yicha yigindisiga aytiladi:

$$I_x = \int_F y^2 dF \quad I_y = \int_F x^2 dF \quad m^4, sm^4$$

Tekis kesimning qutb inerstiya momenti deb, tashkil qiluvchi elementar yuzachalarning ulardan koordinata boshigacha masofalar kvadratlariga ko'paytmalarining butun yuza bo'yicha yigindisiga aytiladi:

$$I_p = \int_F \rho^2 dF . m^4 , sm^4$$

TEKIS KESIM YUZALARINING GEOMETRIK XARAKTERISTIKALARI

Jismlarni mustahkamligiuning materialidan tashqari qo'yilish holatiga, ko'ndalang kesim shakliga ,fazoda joylashishiga bog'liq.

Jismlarning geometrik xarakteristikalarini o'rganish deganda ular ko'ndalang kesimlarining geometrik markazini aniqlash,o'qlarga nisbatan statik momentlar,inersiya momentlari hisoblash,bosh yuzalarning holatini aniqlash,markaziy bosh o'qlarga nisbatan inersiya momentlari hisoblash tushuniladi.

Yuzaning geometrik markazi.Statik moment.

Nazariy mexanikadan ma'lumki jism og'irlik markazi

$$x_c = \frac{\sum P_k x_k}{\sum P_k}; \quad y_c = \frac{\sum P_k y_k}{\sum P_k}; \quad z_c = \frac{\sum P_k z_k}{\sum P_k}$$

formulalar bilan ifodalanadi. Agar $P_k = m_k g$; $m_k = V_k \rho$;

$$V = a_k * b_k * h_k = F_k h_k$$

ekanligini hisobga olsak, biror xytekisligida yotuvchi tekis shakl uchun quyidagini yoza olamiz.

$$x_c = \frac{\sum F_k x_k}{\sum F_k}; \quad y_c = \frac{\sum F_k y_k}{\sum F_k}; (4)$$

Endi tekis shaklning OXY o'qlarga nisbatan statik momentlarini hisoblaylik(5-shakl).Tekis shakldan ajratilgan dF elementar yuzachadan o'qlargacha bo'lgan masofalarni dF ga ko'paytirib, elementar yuzachaning statik momentlarini hisoblaymiz.

$$dS_x = y dF; dF_y = x dF;$$

Tekis shakl uchun bo'lakchalarning statik momentlarini qo'shib, statik momentlar hisoblaymiz.

$$S_x = \int_F y dF \quad S_y = \int_F x dF$$

S_x, S_y lar mos ravishda x, y o'qlariga nisbatan statik momentlar deyiladi va sm^3, m^3 birliklarda o'lchanadi.

(4) formulani statik momentlar orqali quyidagicha ifodalash mumkin.

$$x_c = \frac{\int_F x dF}{\int_F dF} = \frac{S_y}{F}; \quad y_c = \frac{\int_F y dF}{\int_F dF} = \frac{S_x}{F}$$

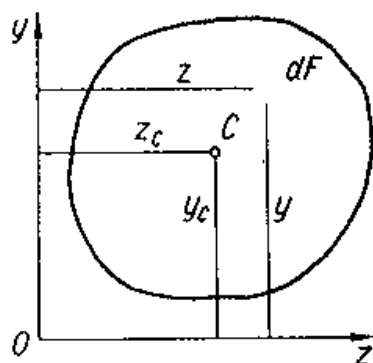
Agar x, y koordinata o'qlari tekis shakl massa markazidan o'tsa x, y o'qlari markaziy o'qlar deyiladi.

(5) formuladan ko'rinadiki markaziy o'qlarga nisbatan statik momentlar nolga ($x_c=y_c=0$) teng.

Murakkab shaklning statik momentlarini hisoblashda uni oddiy shakllarga ajratiladi:

$$S_x = \sum F_K y_K \quad S_y = \sum F_K x_K$$

Tekis shakllarning inersiya momentlari.



2.1-shakl. Tekis shakllarning inersiya momentlari.

Nazariy mexanikadan ma'lumki m massali nuqtaning biror z o'qqa nisbatan inersiya momenti deb z o'qqacha bo'lgan masofa kvadratining nuqtamassasi bilan ko'paytmasiga aytiladi. Tekis shakl uchun x, y o'qlariga nisbatan inersiya momentlari :

$$J_x = \int y^2 dF \quad J_y = \int x^2 dF$$

formula bilan xisoblanadi. Biror nuqtaga nisbatan inersiya momenti qutbinersiya momenti deyiladi.

$$J_\rho = \int_F \rho^2 dF = \int_F (x^2 + y^2) dF = J_x + J_y$$

F elementar yuza bilan o'ngacha bo'lgan koordinata o'qlarigacha bo'lgan masofalardan hosil bo'lgan yuza ko'paytmasidan olingan integralga markazdan qochma inersiya momenti deyiladi.

$$J_{xy} = \int_F xy dF$$

I_{xy} - uzunlik birligining 4-darajasi bilan o'lchanadi.

I_{xy} , musbat ham, manfiy ham bo'lishi mumkin.

$I_{xy} = 0$ bo'lgan o'qlarga inersiya bosh o'qlari deyiladi.

Biri simmetriya o'qi bo'lgan ikki perpendikulyar o'q shaklining bosh inersiya o'qlari bo'ladi.

Massa markazidan o'tuvchi bosh o'qlar markaziy bosh o'qlar deyiladi.

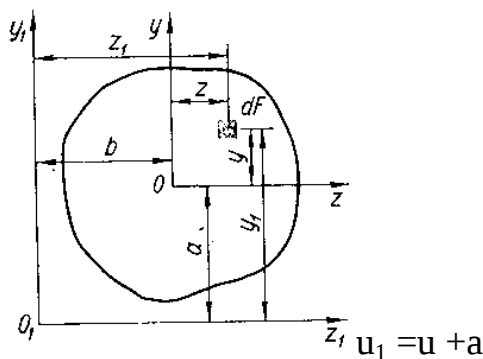
Markaziy bosh o'qlarda $I_{xy} = 0$, $S_x = S_y = 0$ bo'ladi.

PARALLEL O'QLARGA NISBATAN INERSIYA MOMENTLARI .

Tekis shaklning x, y markaziy o'qlarga nisbatan inersiya momentlari ma'lum bo'lsin. x, y o'qlardan a, b masofada joylashgan x_1, y_1 parallel o'qlarga nisbatan inersiya momentlarini hisoblaylik (6-shakl).

$$J_{x_1} = \int_F y_1^2 dF; J_{y_1} = \int_F x_1^2 dF; J_{y_1 x_1} = \int_F x_1 y_1 dF;$$

Shakldan $x_1 = x + a$



2.2-shakl

$$J_{x_1} = \int_F (y + b)^2 dF = J_x + 2S_x + b^2 F$$

$$S_x = 0$$

$$J_{x_1} = J_x + b^2 F$$

$$J_{y_1} = J_y + a^2 F$$

Markaziy o'q (x,y) larga parallel (x_1,y_1) o'qlarga nisbatan inersiya momenti markaziy o'qlarga nisbatan inersiya momenti bilan shakl yuzasini o'qqacha bo'lgan masofa kvadrati ko'paytmasining yig'indisiga teng.

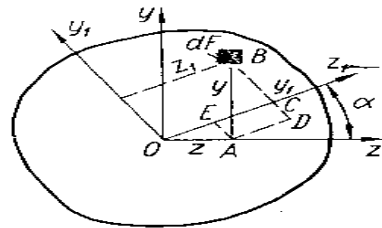
$$J_{x_1y_1} = \int_F (x+a)(y+b)dF = J_{xy} + abF \quad (11)$$

KOORDINATA O'QLARINI BURGANDA INERSIYA

MOMENTLARINI O'ZGARISHI.

F yuzaning Ozy o'qlarga nisbatan inersiya momenti ma'lum bo'lib, Oz_1y_1 o'qlarga nisbatan inersiya momentlarini hisoblash talab etilsin. Koordinata o'qlari orasidagi burchak mos ravishda α bo'lsin (2.3-shakl).

Shakldan : $Y_1 = OS = OYE + EC = y \cos \alpha + z \sin \alpha$



$$z_1 = AC = AD - CD = z \cos \alpha - y \sin \alpha$$

$$J_{y_1} =$$

$$\int_F z_1^2 dF = \int_F (z \cos \alpha - y \sin \alpha)^2 dF; \quad J_{y_1} = J_y \cos^2 \alpha - J_{zy} \sin 2\alpha + J_z \sin^2 \alpha$$

$$J_{z_1} = J_z \cos^2 \alpha + J_{zy} \sin 2\alpha + J_y \sin^2 \alpha$$

$$J_{z_1y_1} = \frac{J_y - J_z}{2} \sin 2\alpha + J_{yz} \cos 2\alpha$$

. α ning o'zgarishi bilan inersiya momentlarining qiymatlari ham o'zgaradi. Shunday $\alpha = \alpha_0$ topaylikki J_{y_1} , J_{z_1} larekstremal qiymatga erishsin. Buning uchun J_{y_1} yoki J_{z_1} dan α bo'yicha hosila olib nolga tenglashtiramiz va α ga nisbatan quyidagi formulani hosil qilamiz.

$$\frac{J_z - J_y}{2J_{zy}} = \operatorname{tg} 2\alpha_0 \quad (14)$$

α_0 burchak bilan aniqlanuvchiu, v o'qlar bosh markaziy o'qlar deyiladi. Bosh markaziy o'qlarga nisbatan inersiya momentlari bosh inersiya momentlari deyiladi.

$$J_{U,V} = J_{\max,\min} = \frac{1}{2} \left[J_y + J_z \pm \sqrt{(J_y - J_z)^2 + 4J_{yz}^2} \right]$$

Inersiya momentlari koordinata o'qlariga nisbatan invariant kattalikdir:

$$I_u + I_v = I_u + I_z = I_v = \text{const}$$

Bosh markaziy o'qlarga nisbatan inersiya radiuslari quyidagicha hisoblanadi.

$$i_u = \sqrt{\frac{J_u}{F}};$$

$$i_v = \sqrt{\frac{J_v}{F}}; \quad (15)$$

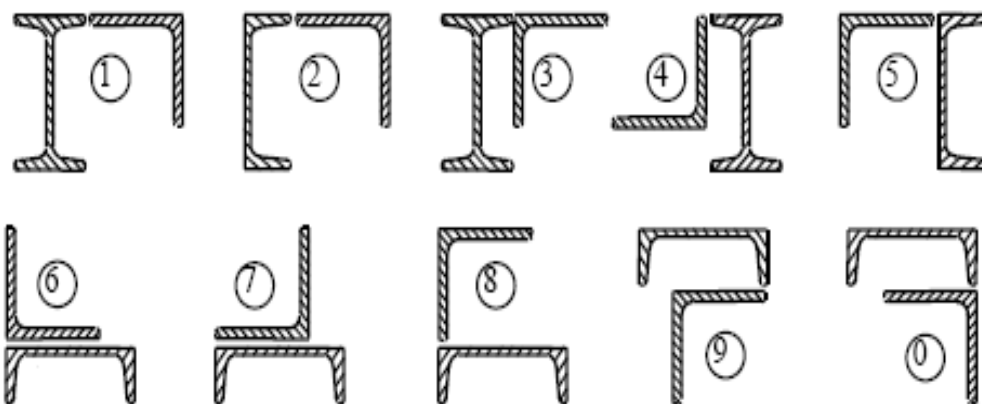
Tekis shaklning geometrik xarakteristiklari bo'icha masalalar echishga oid mustaqil ish topshiriqlari

2-topshiriq

Shvellervaburchaklik dan tuzilgan kesim yuzasi (1-shakl) uchun.

Aniqlansin:

1. Og'irlik markazining koordinatalarini aniqlansin.
 2. Og'irlik markazidagi o'tadigan o'qlarga nisbatan qochma inersiya momentlari topilsin.
 3. Bosh markaziy o'qlarning yo'nalishini aniqlansin.
 4. Bosh markaziy o'qlarga nisbatan inersiya momentlarining qiymati topilsin.
- Berilganlar: burchaklik, shveller va qo'shtavrlarni 2-jadvaldan olinsin.



2-shakl

2-jadval

№	№	Швеллер	Burchaklik	Qo'shtavr
1	1	14	80 × 80 × 6	12
2	2	16	80 × 80 × 8	14
3	3	18	90 × 90 × 6	16
4	4	20	90 × 90 × 7	18
5	5	22	90 × 90 × 8	20
6	6	24	100 × 100 × 8	20a
7	7	27	100 × 100 × 10	22
8	8	30	100 × 100 × 12	22a
9	9	33	125 × 125 × 10	24
0	0	36	125 × 125 × 20	24a
	e	г	д	в

Tekis shaklning geometrik tavsifnomalarini aniqlashga doir masala echish
№ 16- shveller va № 90 × 90 × 9 burchaklik dan tuzilgankesim yuzasi (2-shakl) uchun.

Aniqlansin:

1. Og'irlik markazining koordinatalarini aniqlansin.
2. Og'irlik markaziorqali o'tadigano'qlarga nisbatanqochmainertsia momentlari topilsin.
3. Bosh markaziyo'qlarning yo'nalishianiqlansin.
4. Bosh markaziy o'qlarganisbatan inertsiamomentlarining qiymatitopilsin.

Berildanlar: **burchaklik № 90 × 90 × 9; Shveller № 16.**

$$z_0^b = 2,55 \text{ sm} \quad z_0^{sh} = 1,97 \text{ sm}$$

$$F^b = 15,6 \text{ sm}^2 \quad F^{sh} = 18,1 \text{ sm}^2 \quad J_x^{sh} = 750 \text{ sm}^4 \quad J_y^b = 118 \text{ sm}^4$$

$$J_y^{sh} = 72,8 \text{ sm}^4$$

Hisoblash

(GOST 8509– 72)dan **№ 16- shveller** va **№ 90 × 90 × 9 burchaklik**dan tuzilgankesim yuzasi (2-shakl)uchun o'lchamlarni olamiz

$$J_y = 72,8 \text{ cm}^4;$$

$$J_{xy} = 0. \quad x_1 = \frac{F^{sh} \times b_1}{F^{sh} + F^b} \quad y_1 = \frac{F^{sh} \times b_2}{F^{sh} + F^b}$$

$$b_1 = (b^b - z_0^b) + (b^{sh} - z_0^{sh}) b_2 = \frac{h^{sh}}{2} - z_0^b$$

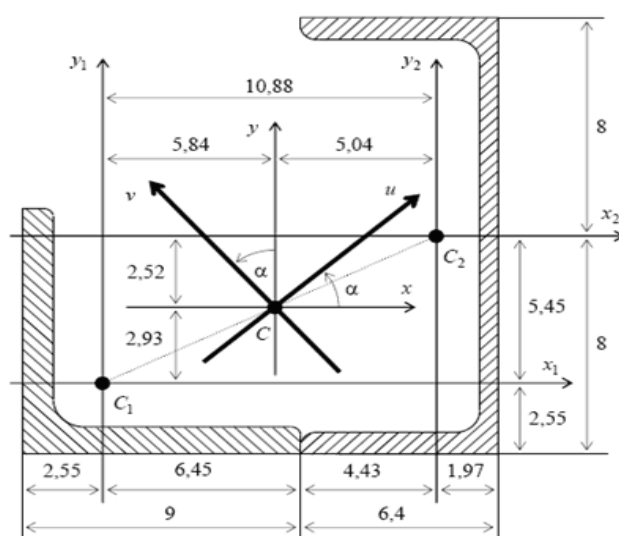
$$x_1 = \frac{18,1 \cdot 10,88}{15,6 + 18,1} = 5,84 \text{ cm};$$

$$y_1 = \frac{18,1 \cdot 5,45}{15,6 + 18,1} = 2,93 \text{ cm}.$$

$$S_x = 18,1 \cdot 2,52 + 15,6 \cdot (-2,93) = 45,612 - 45,708 = -0,096 \approx 0; (\Delta = 0,2 \%);$$

$$S_y = 18,1 \cdot 5,04 + 15,6 \cdot (-5,84) = 91,224 - 91,104 = 0,12 \approx 0; (\Delta = 0,13 \%).$$

x, y o'qlariganisbatanstatikmomentlarinolgayaqin. $x,$
 y o'zarokesishgannuqtalariog'irlikmarkazi, $x,$
 y berilgankesimdagio'qlarmarkaziydeyladi. $x,$
 y o'qlariganisbataninertsiyamomentlarinihisoblaymiz:



2-shakl

$$J_x = 118 + 15,5 \cdot (-2,93)^2 + 750 + 18,1 \cdot 2,52^2 \approx 1117 \text{ cm}^4;$$

$$J_y = 118 + 15,5 \cdot (-5,84)^2 + 72,8 + 18,1 \cdot 5,04^2 \approx 1183 \text{ cm}^4;$$

$$J_{xy} = -68 + 15,5 \cdot (-2,93) \cdot (-5,84) + 18,1 \cdot 2,52 \cdot 5,04 \approx 429 \text{ cm}^4.$$

$J_{xy} \neq 0$, shunday bo'lsa bosh markaziy o'qlarning holatini aniqlaymiz

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2J_{xy}}{J_y - J_x} = \frac{2 \cdot 429}{1183 - 1117} = 13; \alpha = 42,8^\circ;$$

$$\sin \alpha = 0,6794; \cos \alpha = 0,7337; \sin 2\alpha = 0,9971; \cos 2\alpha = 0,0767; \sin^2 \alpha = 0,4616; \cos^2 \alpha = 0,5384.$$

x, y o'qlarinisoatstrelkasigateskaria =

42,8° burchakka aylantirib bosh markaziy o'qlarni $u,$

v ni hamda markaziy inertsiya momentlarini topamiz

$$J_u = J_x \cos^2 \alpha + J_y \sin^2 \alpha - J_{xy} \sin 2\alpha ;$$

$$J_u = 1117 \cdot 0,5384 + 1183 \cdot 0,4616 - 429 \cdot 0,9971 = 720 \text{ cm}^4 ;$$

$$J_v = J_x \sin^2 \alpha + J_y \cos^2 \alpha + J_{xy} \sin 2\alpha ;$$

$$J_v = 1117 \cdot 0,4616 + 1183 \cdot 0,5384 + 429 \cdot 0,9971 = 1580 \text{ cm}^4 .$$

tekshirish

$$I_u + I_v = I_x + I_y ;$$

$$720 + 1580 = 2300; 1117 + 1183 = 2300; 2300 = 2300$$

$$I_{uv} = \frac{I_x - I_y}{2} \sin 2\alpha + I_{xy} \cos 2\alpha$$

$$I_{uv} = \frac{1117 - 1183}{2} 0,9971 + 429 \times 0,0767 = -32,9 + 32,9 = 0$$

Masala.

Berilgan kesim yuzalarining geometrik o'lchamlari bo'yicha quyidagilar aniqlansin:

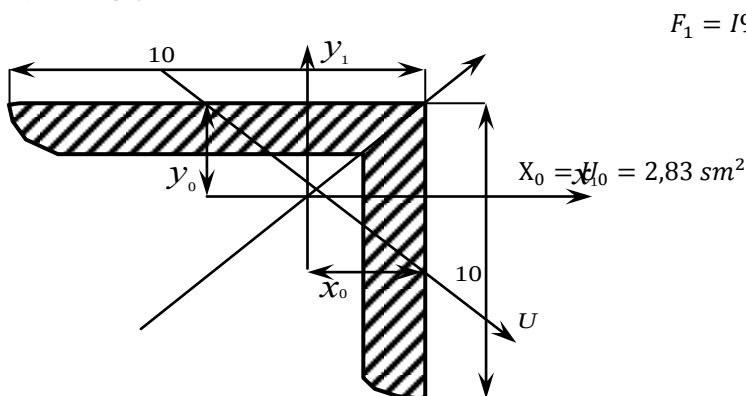
- 1) Og'irlik markazining koordinatalari aniqlansin.
- 2) Og'irlik markazi orqali o'tadigan o'qlarga nisbatan ekvatorial va markazdan qochma inertsia momentlari topilsin.
- 3) Bosh markaziy o'qlarning yo'nalishi aniqlansin.
- 4) Bosh markaziy o'qlarga nisbatan inertsia momentlarining qiymati topilsin.
- 5) Bosh inertsia radiuslari orqali inertsia ellipsi chizilsin.
- 6) Bosh inertsia o'qlari va bosh inertsia momentlari grafik usullari aniqlansin.

Chizma.

Kesim yuzalari quyidagilardan iborat bo'lsin: burchaklik №10 (100x10) vertikal list 200x10 va shveller №20

- 1) Geometrik shakl yuzalarining xarakteristikalarini aniqlash uchun ularni nomerlab chiqamiz va o'z o'lchamlari bo'yicha hisoblaymiz:

- 1) Teng yonli burchaklik №10 (100x10)



$$F_1 = 19,2 \text{ sm}^2$$

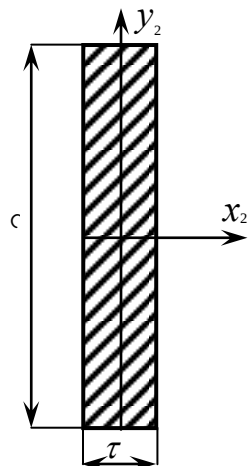
$$J_{x1} = J_{y1} = 179 \text{ sm}^4$$

$$J_u = J_{min} = 74,1 \text{ sm}^4$$

$$J_v = J_{max} = 284 \text{ sm}^4$$

21-rasm

Teng yonli burchaklik uchun markazdan qochma inertsia momentini aniqlaymiz:



$$J_{x,y} = \frac{J_u - J_v}{2} \cdot \sin 2\alpha = \frac{74,1 - 284}{2} \cdot \sin 90^\circ = 105 \text{ sm}^4$$

2. Vertikal list (200x10)

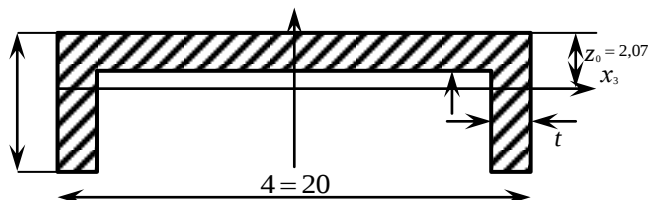
$$F_2 = 20 \cdot 1 = 20 \text{ sm}^2$$

$$J_{x2} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{1 \cdot 20^3}{12} = 666,6 \text{ sm}^4$$

$$J_{y2} = \frac{bh^3}{12} = \frac{20 \cdot 1^3}{12} = 1,66 \text{ sm}^4$$

22-rasm

3.Shveller



$$F_3 = 23,4 \text{ sm}^2$$

$$Z_0 = 2,07 \text{ sm}$$

$$J_{x3} = 113 \text{ sm}^4$$

$$J_{y3} = 1520 \text{ sm}^4$$

$$h = 20 \text{ sm} \quad b = 7,6 \text{ sm} \quad d = 0,52 \text{ sm} \quad t = 0,9 \text{ sm} \quad Z_0 = 2,07 \text{ sm}$$

23-rasm.

2. Berilgan kesim og'irlik markazini OX_0 va OY_0 o'qlarga nisbatan topamiz:

$$X_c = \frac{\sum S y_i}{\sum F_i} = \frac{F_1 \cdot X_1 + F_2 \cdot X_2 + F_3 \cdot X_3}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{19,2 \cdot 7,17 + 20 \cdot 10,5 + 23,4 \cdot 21}{19,2 + 20 + 23,4} = 13,4 \text{ sm}$$

$$Y_c = \frac{\sum S x_i}{\sum F_i} = \frac{F_1 \cdot Y_1 + F_2 \cdot Y_2 + F_3 \cdot Y_3}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{19,2 \cdot 17,17 + 20 \cdot 10 + 23,4 \cdot 5,53}{19,2 + 20 + 23,4} = 10,5 \text{ sm}$$

3. Kesim yuzining markaziy SX va SU o'qlarga nisbatan inertsia momentlarini topamiz.

$$J_{xc} = J_{x1}^1 + a_1^2 \cdot F_1 + J_{x2} + a_2^2 \cdot F_2 + J_{x3} + a_3^2 \cdot F_3$$

$$J_{yc} = J_{y1} + b_1^2 \cdot F_1 + J_{y2} + b_2^2 \cdot F_2 + J_{y3} + b_3^2 \cdot F_3$$

Bunda:

$$a_1 = 17,17 - 10,5 = 6,67 \text{ sm} \quad b_1 = -13,4 + 7,17 = -6,23 \text{ sm}$$

$$a_2 = -10,5 + 10 = -0,5 \text{ sm} \quad b_2 = -13,4 + 10,5 = -2,9 \text{ sm}$$

$$a_3 = -10,5 + 5,53 = -4,97 \text{ sm} \quad b_3 = 21 - 13,4 = 7,6 \text{ sm}$$

$$J_{xc} = 179 + (6,67)^2 \cdot 19,2 + 666,666 + (-0,5)^2 \cdot 20 + 113 + (-4,97)^2 \cdot 23,4 = 2395,85 \text{ sm}^4$$

$$J_{yc} = 179 + (-6,23)^2 \cdot 19,2 + 1,66 + (-2,9)^2 \cdot 20 + 1520 + (7,6)^2 \cdot 23,4 = 3965,64 \text{ sm}^4$$

4. Kesimning markazidan qochma inertsia momentini o'qlarga nisbatan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} J_{xcyc} &= J_{x_1y_1} + a_1 b_1 F_1 + J_{x_2y_2} + a_2 \cdot b_2 \cdot F_2 + J_{x_3y_3} + a_3 \cdot b_3 \cdot F_3 \\ &= -705 + (6,67) \cdot (-6,23) \cdot 19,2 + (-0,5) \cdot (-2,9) \cdot 20 + 0 + (-4,97) \cdot (7,6) \cdot 23,4 \\ &= -902,84 + 29 - 883,86 = -1757,7 \text{ sm}^4 \end{aligned}$$

5. Kesim markaziy bosh o'qlarining yo'nalishini topamiz:

$$\operatorname{tg} 2\alpha_0 = -\frac{2J_{xcyc}}{J_{xc} - J_{yc}} = -\frac{2(-1757,7)}{2395,85 - 3965,64} = -2,2394$$

α_0 -Burchak markaziy bosh o'q U -ning $\alpha_0 + 90^\circ$ burchak esa markaziy bosh o'q V -ning yo'nalishini aniqlaydi.

6. Bosh markaziy U va V o'qlarga nisbatan inertsia momentlarini hisoblaymiz:

$$\begin{aligned} J_{uv} &= \frac{J_{\max}}{\min} = \frac{J_{xc} + J_{yc}}{2} \mp \frac{1}{2} \sqrt{(J_{xc} - J_{yc})^2 + 4J_{xcyc}^2} \\ &= \frac{2395,85 + 3965,64}{2} \mp \frac{1}{2} \sqrt{(2395,85 - 3965,64)^2 + 4 \cdot (1757,7)^2} \\ &= 3180,745 \pm 1624,99 \\ J_v &= J_{\max} = 3180,75 + 1624,99 = 4805,74 \text{ sm}^4 \\ J_u &= J_{\min} = 3180,75 - 1624,99 = 1555,76 \text{ sm}^4 \end{aligned}$$

Tekshirish:

$$J_v + J_u = J_{xc} + J_{yc}$$

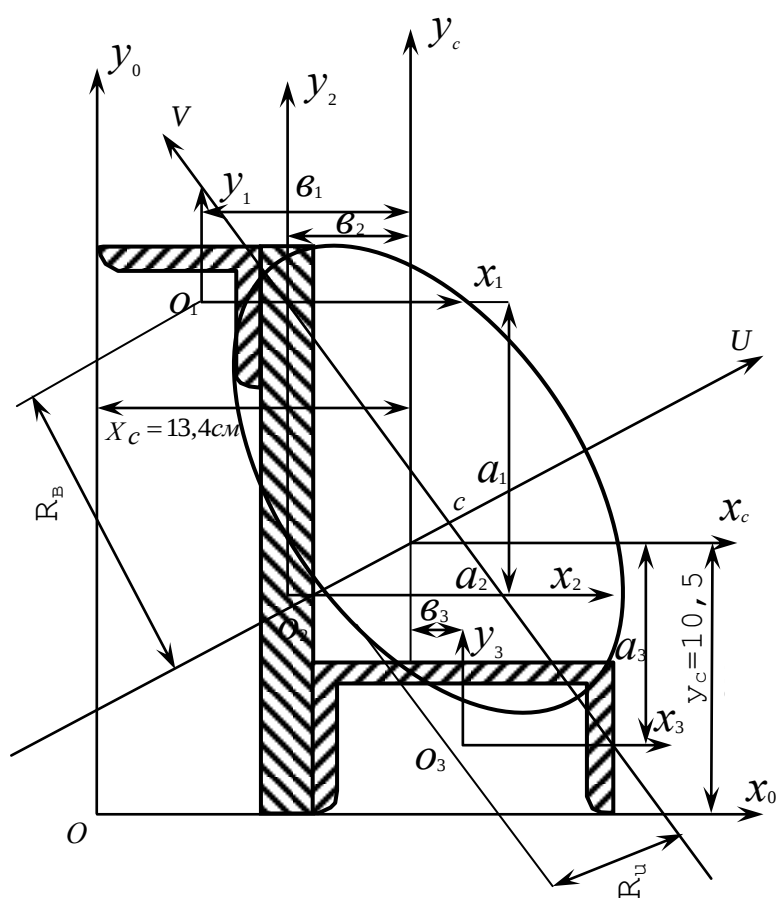
$$4805,74 + 1555,76 = 2395,85 + 3965,64 = 6361,49$$

Bu tekshirish natijasi hisobni to'g'ri qilinganligidan dalolat beradi.

7. Endi bosh inertsia radiuslarini hisoblaymiz.

$$\tau_v = \sqrt{\frac{J_v}{F}} = \sqrt{\frac{4805,74}{62,6}} = 8,76 \text{ sm}$$

$$\tau_u = \sqrt{\frac{J_u}{F}} = \sqrt{\frac{1555,76}{62,6}} = 4,98 \text{ sm}$$



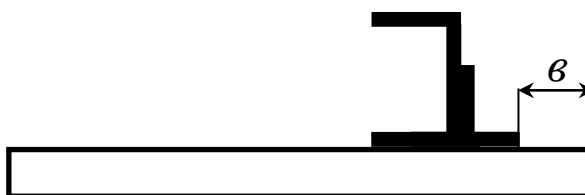
Topshiriqqa tegishli son qiymatlari

№ ustun	8-rasm bo`yicha shakl tanlash	Qirqim nomeri			List		Masofa	
		Burchaklik GOST 8510-57		Kushtovr GOST 8240-56 yoki Shveller GOST 8239-56	Uzun -ligi cm	Eni cm	a	B
							cm	cm
1	I	8/5	(5)	10	26	I,0	0	0
2	II	9/5,6	(6)	12	28	I,2	I	I
3	III	10/6,3	(6)	14	30	I,4	2	2
4	IV	10/6,3	(10)	16	32	I,6	3	3
5	V	11/7	(6,5)	18	34	I,8	4	0
6	VI	11/7	(8)	20	40	2,0	I	I
7	VII	12,5/8	(8)	22	42	2,2	2	2
8	VIII	9/5,6	(8)	24	44	2,4	3	3
9	IX	10/6,3	(7)	27	46	2,6	4	0
0	X	12,5/8	(10)	30	48	2,8	2	4

①



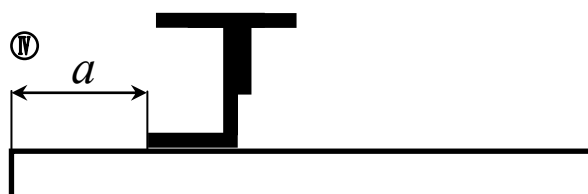
②



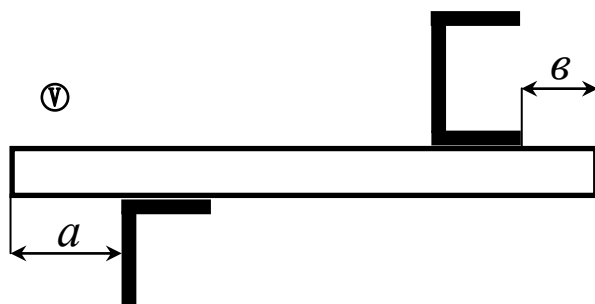
③



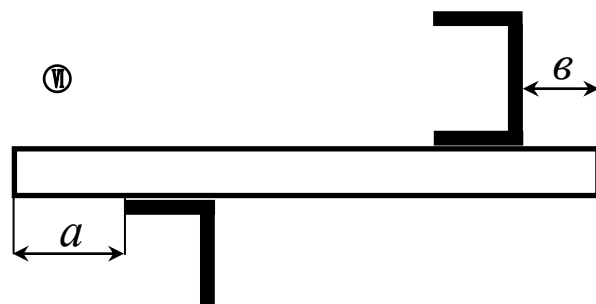
④



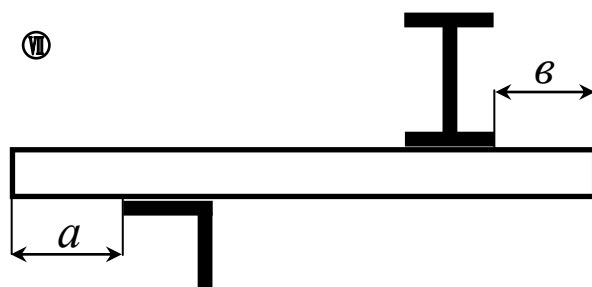
⑤



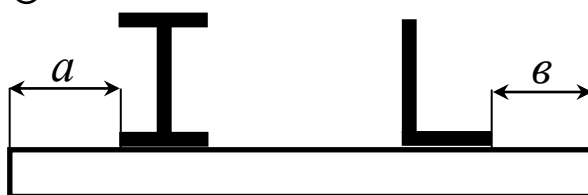
⑥



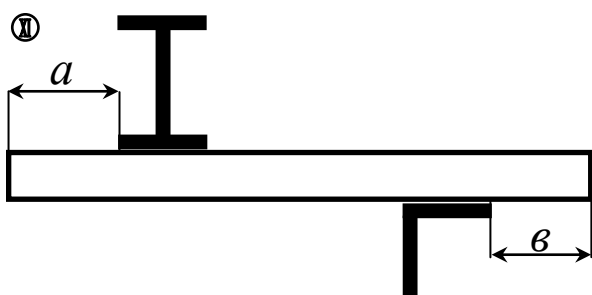
⑦



⑧



⑨



⑩



Nazorat savollari

1. Tekis shakl yuzining statik momenti deb nimaga aytiladi? Uning o'lchov birligi nima?
2. Tekis shakl yuzining statik momentlari qanday o'qlarga nisbatan nolga teng bo'ladi?
3. Murakkab shakl yuzining statik momenti qanday formula bilan topiladi?
4. Murakkab shakl yuzining ogirlik markazining koordinatalari qanday formulalar orqali topiladi?
5. Tekis shakl yuzining ekvatorial va polyar (qutb) inerstiya momentlari deb nimaga aytiladi va ular nima bilan o'lchanadi?
6. Ekvatorial va qutb inerstiya momentlari manfiy qiymatga ega bo'la oladimi?
7. Tekis shakl yuzalarining markazdan qochma inerstiya momentlari deb nimaga aytiladi va u qanday qiymatlarga ega bo'lishi mumkin?
8. O'zaro tik o'qlarga nisbatan ekvatorial inerstiya momentlarining yigindisi va bu o'qlar kesishgan nuqtagacha nisbatan qutb inerstiya momentlari bir – birlariga qanday boglanganlar?

3-Amaliy mashg'ulot

CHO'ZILISH YOKI SIQILISH, CHO'ZILISH YOKI SIQILISH DEFORMATSIYASI.

REJA:

1. Nazariy ma'lumot
2. Mavzuga doir masalalarni echish uchun na'munalar
3. Muammoli mustaqil yechish uchun masala va topshiriqlar
4. Mustaqil ishlash ushuncha savollar

Nazariy ma'lumot

Tayanch iboralar: deformatsiya, siqilish, moyillik koeffitsienti.

Adabiyotlar: 1; 2; 3; 5.

Sterjenning cho'zilish yoki siqilishi uning bo'ylama o'qi bo'yicha ta'sir etayotgan kuchlar ta'sirida sodir bo'ladi. Bunda sterjen kesimlarida oltita ichki kuch omillaridan faqat bitta bo'ylama zo'riqish kuchi (N) hosil bo'ladi.

Sterjen ko'ndalang kesimidagi kuchlanishlarni aniqlaymiz.

Sterjenni ko'ndalang kesim bilan mos tekislik bilan kesib, uning bir qismining muvozanatini ko'raylik. Masalaning statik tomoni ma'lum

$$N = \int_F \sigma dF \quad (3.1) \text{ tenglama bilan ifodalanadi. Ammo normal kuchlanish } \sigma \text{ ning}$$

taqsimlanish qonuni noma'lum. Masalaning geometrik tomonini ko'rib chiqamiz.

To'g'ri sterjen sirtiga uning o'qiga parallel va tik yo'nalgan to'g'ri chiziqlar yordamida to'r chizamiz. Endi sterjenni statik kuch ta'sirida markaziy cho'zsak,

cho'zilgan sterjen sirtidagi bo'ylama va ko'ndalang chiziqlar bir - birlariga tikligicha qolganini va faqat ularning oraliqlari o'zgarganini ko'ramiz. Sterjenning bunday deformastiyalanishi tekis kesimlar gipotezasining to'g'riligini isbotlaydi:

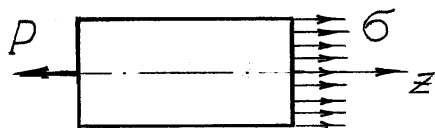
sterjenning deformastiyasigacha tekis va sterjen o'qiga tik bo'lgan kesimlari deformastiyadan keyin xam tekis va sterjen o'qiga tikligicha qoladi (**Ya. Bernulli gipotezasi**). Demak, sterjenni tashkil qiluvchi barcha tolalar bir xil qiymatga cho'ziladi, ya'ni

$$\varepsilon = \Delta l / l - \text{sonst} \quad (3.2)$$

Masalaning fizik tomoni **Guk qonuni**

$$\sigma = \varepsilon E \quad (3.3)$$

bilan ifodalanadi. Bu erda E - proporsionallik koeffitsienti bo'lib, birinchi darajali elastiklik moduli yoki Yung moduli deb yuritiladi. U materialning elastiklik xossalarini ifodalaydigan fizik doimiylardan biri bo'lib, kuchlanish birliklarida o'lchanadi. Umuman E materiallarning deformatiyalarga qarshilik ko'rsatish qobiliyatini ifodalaydi. Uning kattaliklari spravochniklarda turli materiallar uchun berilgan. Endi 3.2 va 3.3 - lar asosida



3.1 - shakl.

$$\sigma = \varepsilon E \text{ (sonst)} \quad (3.4)$$

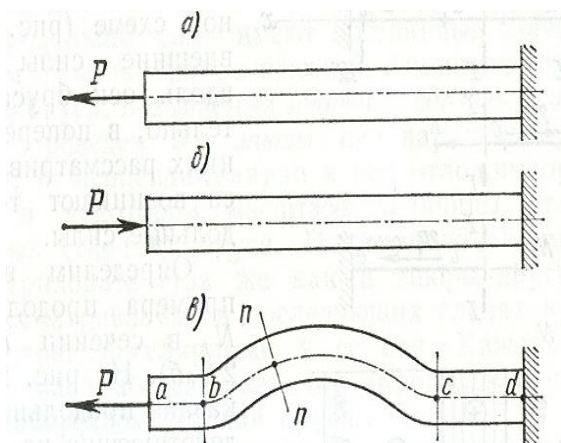
(3.4) ni (3.1) ga qo'yamiz:

$$N = \int_F \varepsilon E dF = \varepsilon E \int_F dF = \varepsilon E \cdot F = \sigma F. \quad (5)$$

$$\text{Bundan } \sigma = \frac{N}{F}. \quad (3.6)$$

teng bo'ladi.

Agar sterjengafakatuning o'qibo'ylab yo'nalgan kuchlarga siresa, bu kuchlarga siridasterjenfakatcho'zilishdayokisiqilishdabo'ladi. Sterjenning ko'ndalang kesimlaridabo'ylama zo'riqishlar hosil bo'ladi. Buylama zo'riqishlarni hisoblashda kesish metodidan foydalanamiz. Kesimda hosil bo'ladigan bo'ylama (kuch) zo'riqishni kesimdan tashqariga yo'naltiramiz va kesimdan bir tomonning muvozanatini tekshiramiz (3.2-shakl):



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

3.2-shakl.

Nmusbatchiqsasterjencho'ziluvchi, aksholdasiqiluvchidebhisoblaymiz.

Bo'ylama kuch deb sterjenning ko'ndalang kesimida hosil bo'ladigan normal kuchlanishlarning teng ta'sir etuvchisiga aytiladi:

$$N = \int_F \sigma_x dF$$

Brusning har qaysi ko'ndalang kesimida hosil bo'ladigan bo'ylama kuchlarni grafigi bo'ylama kuchlarning epyurasi deyiladi:

$$N=N(x)$$

Brusning mustahkamligi tekshirilganda N ning maksimal qiymati olinadi.

BO'YLAMA DEFORMATSIYA.GUK QONUNI.

Sterjening bo'ylama kuch ta'siridagi deformatsiyasini o'rganaylik.Sterjening deformatsiyasigacha bo'lgan o'zunligini l bilan, deformatsiyadan keyingi o'zunligi esa l_1 belgilaylik. Sterjenning absolyut cho'zilishi

$$\Delta e = e_1 - e$$

bo'ladi va uzunlik birligida o'lchanadi.

Sterjening uzunligiga to'g'ri kelgan absalyut bo'ylama deformatsiya nisbiy bo'ylama deformatsiya deyiladi.

$$\varepsilon = \Delta e / e$$

Elastiklik yo'qolguncha absolyut Δl deformatsiya cho'zuvchi kuchga to'g'ri proporsionaldir. Buni birinchi marta ingliz fizigi Robert Guk aniqlagan va shuning uchun Guk qonuni deyiladi:

$$\Delta e = Pe/EF(3.7)$$

EF - cho'zilish yoki siqilishda sterjen bikrligi. Ye - Elastiklik moduli, N/m^2 , MN/m^2 birliklardao'lchanadi.Elastiklik moduli materialning cho'zilish yoki siqilishga qarshilik ko'rsatish xususiyatini bildiradi. F - ko'ndalang kesim yo'zi.

$$\text{Bikrlik koefitsentis} = EF / e$$

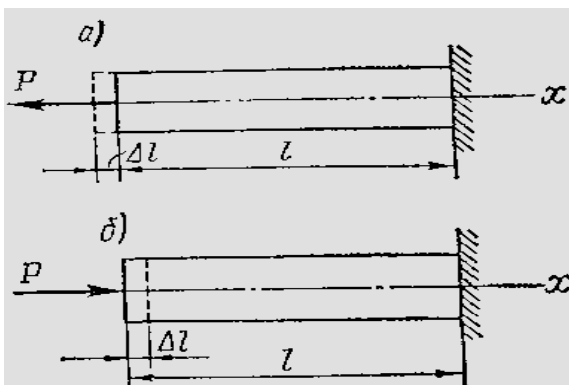
Sterjenni 1 smgacha cho'zuvchi S kuch bikrlik koefitsenti deyiladi.

Bikrlik koefitsentiga teskari kattalik moyillik koefitsenti deyiladi.

$$\beta = 1/s = e/ EF$$

KO'CHISHLAR.

Sterjenlar deformatsiyalanganda ularning ko'ndalang kesimlari sterjen o'qi bo'ylab ko'chadi.



3.3-shakl.

Rkuchta'siridasterjenningAVkismideformatsiyalanadi, VSkismiesako'chadi.Buko'chishAVkisminingdeformatsiyasigatengbo'ladi. Mahkamlanganjoydanxmasofadagiko'chish

$\delta_x = \Delta e_x = Px / EF$ formula bilan aniqlanadi.

Agar δ_x ni $F(x)$ tarzida ifodalansa bu ifoda ko'chish epyurasi deyiladi.

Demak, ko'chish sterjen o'qi bo'ylabto'g'ri chiziqli qonuniyatda o'zgaradi.

CHO'ZILGANYOKISIQILGAN STERJENLARNINGMUSTAHKAMLIK SHARTI.

Mashina - mexanizmlar detallari mustahkam bo'lishi uchun uning xavfli ko'ndalang kesimlarida hosil bo'ladigan eng katta normal kuchlanishlar shu jism material uchun ruxsat etilgan normal kuchlanishdan ortib ketmasligi kerak.Ruxsat etilgan normal kuchlanishni $[\sigma]$ bilan belgilaymiz.

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma] \quad (3.8)$$

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

(3.17) tengsizlikdan quyidagi uch ishni amalga oshirish mumkin.

1. Mustahkamlikka tekshirish (3.17) formulabilanbajariladi ular orasidagi farq +- 5% ortmasligi kerak,5%dan ortik bo'lsa, sterjen xavfli holatda bo'ladi.
2. Ko'ndalang kesimni tanlash. (3.17) dan

$$F \geq \frac{N_{\max}}{[\sigma]} \quad (3.9)$$

3. Sterjenko'taraoladigankuchnitopish.

$$N_{\max} \leq F[\sigma] \quad (3.10)$$

KO'NDALANGDEFORMATSIYA.PUASSONKOEFFITSENTI.

Sterjencho'zilgandayokisiqilgandako'ndalangkesimulchamlario'zgaribko'ndalangdeformatsiyasodirbo'ladi.

$\Delta F = F - F_1$ ko'ndalangabsolyut deformatsiya deyiladi.

$\Delta F/F = \varepsilon^1$ nisbiy ko'ndalang deformatsiya deyiladi.

$\nu = \varepsilon^1 / \varepsilon$ - nisbiy ko'ndalang deformatsiyaning nisbiy bo'ylama deformatsiyaga nisbati ko'ndalang deformatsiya koeffitsenti deyiladi yoki Puasson koeffitsenti deyiladi.

$$0 \leq \nu \leq 0.5$$

CHO'ZISH VA SIQILISHDA POTENSIAL ENERGIYA.

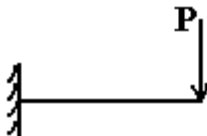
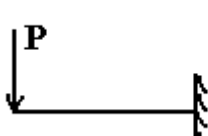
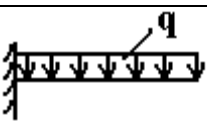
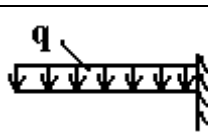
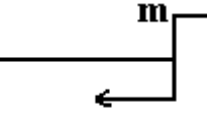
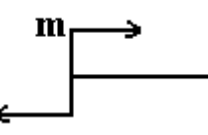
Cho'zilish yoki siqilishga ishlaydigan bruslarga qo'yilgan kuchlar deformatsiya jarayonida ish bajaradi. Elastik chegarasida jismga qo'yilgan kuch olingandan keyin deformatsiya uchun sarf bo'lgan ish potensial energiyasiga aylanadi. Energiyaning saqlanishi qono'nga asosan

$$A = T + U$$

Kuchlar statik ravishda qo'yilgani uchun $T = 0$

Q va M ishoralari quyidagi jadvalda keltirilgan (1 – jadval.)

1 – jadval.

Kesim chapda	Ishoralar		Kesim o'ngda	Ishoralar	
	+Q	- M		- Q	- M
	+Q	- M		- Q	- M
	Q=0	- M		Q=0	+M

Cho'zilish yoki siqilishda ko'ndalang kuch va normal kuchlanishni epyurasini qurishga oid mustaqil ish topshiriqlari

Markaziy bo'lgan cho'zilish va siqilishdagi statik aniq masalalar.

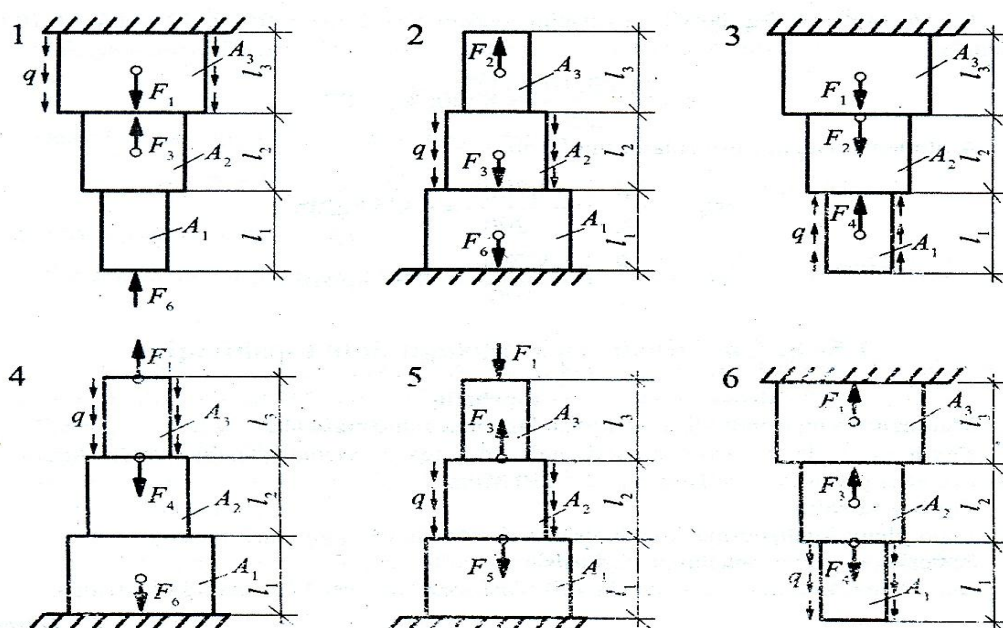
Berilganlar: Po'latdan yasalgan pog'onali sterjenga bo'ylama F_i kuchlar ta'sir etmoqda 1-shakl.

Topish kerak:

Bo'ylama kuch, normal kuchlanish hamda deformatsiya qiymatlari topilsin va epyuralari qurilsin; (e , A , F) qiymatlari 1-jadvaldan olinsin

1-jadval

№	Uchastka uzunligi, sm			Ko'ndalang kesim yuza, sm ²			Tashqi kuchlar, kN						Taralgan kuch, kN/sm
	e_1	e_2	e_3	A_3	A_2	A_1	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	
1	30	40	50	12	10	8	40	80	70	50	60	70	20
2	40	50	60	10	8	6	60	70	80	70	50	80	20
3	50	60	70	8	6	5	50	80	60	80	70	60	10
4	60	70	40	8	5	4	70	60	50	60	80	70	20
5	70	40	50	10	7	5	80	50	70	50	60	80	10
6	30	50	60	12	9	7	40	70	80	70	50	60	20
7	40	60	70	10	8	5	60	80	40	80	70	50	20
8	50	70	40	12	10	8	50	40	60	40	80	70	10
9	60	40	50	12	9	7	70	60	50	60	40	80	20
10	70	50	60	10	8	6	80	50	70	50	60	40	10



3.4-shakl.

Topshiriqqa oid masala echish

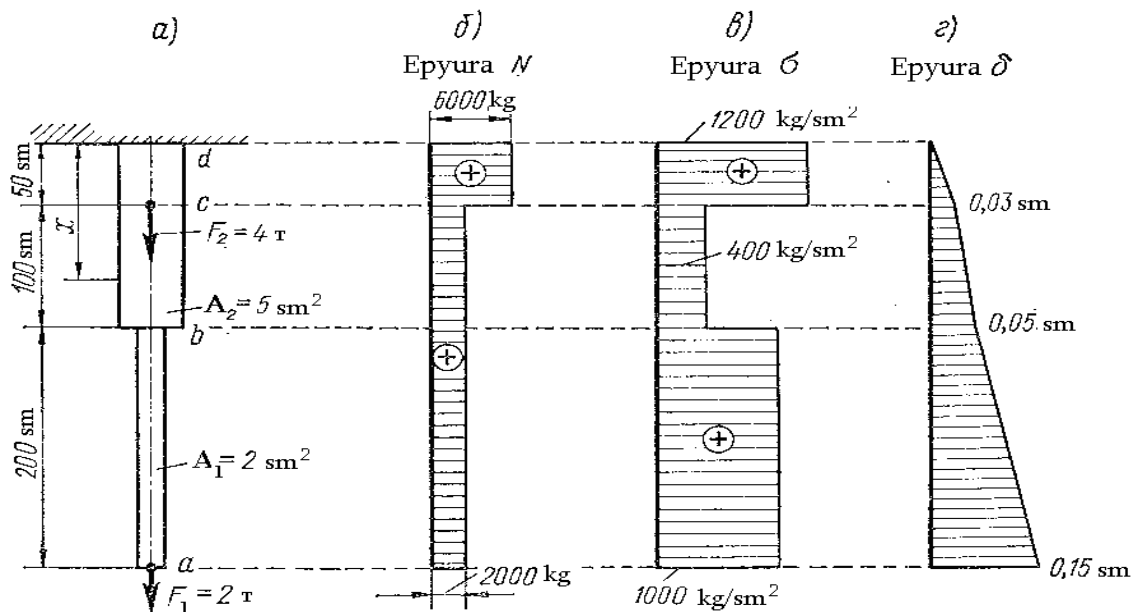
Masala 1.

Markaziy bo'lgan cho'zilish va siqilishda bo'lgan statik aniq masalalar oid masala echish.

Berilganlar: Po'latdanyasalangan pog'onnalisterjengabo'ylama F_1 kuchlarta'siret moqda. Ruksat etilgan normal kuchlanish $[\sigma] = 1600 \text{ kg/sm}^2$; $E = 2 \cdot 10^6 \text{ kg/sm}^2$

Topish kerak: Bo'ylama kuch, normal kuchlanish va deformatsiya qiymatlari aniqlansin hamda epyuralari qurilsin; (1-rasm)

Berilgan: $F = q \times a = 2 \text{ T}$; $a = 1 \text{ m}$; $q = 2 \text{ T/m}$; $[\sigma] = 1600 \text{ kg/sm}^2$; $E = 2 \cdot 10^6 \text{ kg/sm}^2$



1.3-shakl

Hisoblash: Kesish usulidan foydalanib har bir uchastka uchun muvozanat tenglamasini tuzamiz.

$$N_{AB} = F_1 = 2 \text{ T.}$$

$$N_{CB} = F_1 = 2 \text{ T ;}$$

$$N_{CD} = F_1 + F_2 = 6 \text{ T ;}$$

σ -normal kuchlanishlarning qiymatlarini topib har bir uchastka uchun epyuralarini quramiz

$$\sigma = \frac{N}{F}$$

$$\sigma_{CD} = \frac{N_{CD}}{F_2} = \frac{6}{5} = 1,2 \text{ T/sm}^2 ;$$

$$\sigma_{CB} = \frac{N_{CB}}{F_1} = \frac{2}{5} = 0,4 \text{ T/sm}^2 ;$$

$$\sigma_{AB} = \frac{N_{AB}}{F_1} = \frac{2}{2} = 1,0 \text{ T/sm}^2$$

Deformatsiya qiymatlari aniqlanib ko'chish epyurasini quramiz. Bo'lama kuchva ko'ndalang kesim AB, BC, CD uchastkalar uchun o'zgarmas. Shuning uchun har bir uchastkada ko'chish – absolyut uzayish **Guk** qonuniga asosan aniqlanadi. Ko'ndalang kesimi qistirib mahkamlangan brus uchidan x masofada bo'lgan qismi uchun ko'chish qo'dagicha topiladi. $\Delta l_x = \frac{N_x}{EF}$

$$\Delta l_{\bar{a}} = 0; \Delta l_{\bar{a}\bar{n}} = \frac{N_{\bar{n}\bar{a}} \bar{n}\bar{a}}{EF_2} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot 50}{2 \cdot 10^6 \cdot 5} = 0,03 \text{ s}$$

$$\Delta l_{\bar{a}\bar{a}} = \Delta l_{\bar{a}\bar{n}} + \Delta l_{\bar{n}\bar{a}} = 0,03 + \frac{N_{CB} \cdot 100}{2 \cdot 10^6 \cdot 5} = 0,05 \text{ s}$$

$$\Delta l_{\bar{a}\bar{a}} = \Delta l_{\bar{a}\bar{a}} + \Delta l_{\bar{a}\bar{a}} = 0,05 + \frac{N_{\bar{a}\bar{a}} \cdot 200}{2 \cdot 10^6 \cdot 2} = 0,15 \text{ s}$$

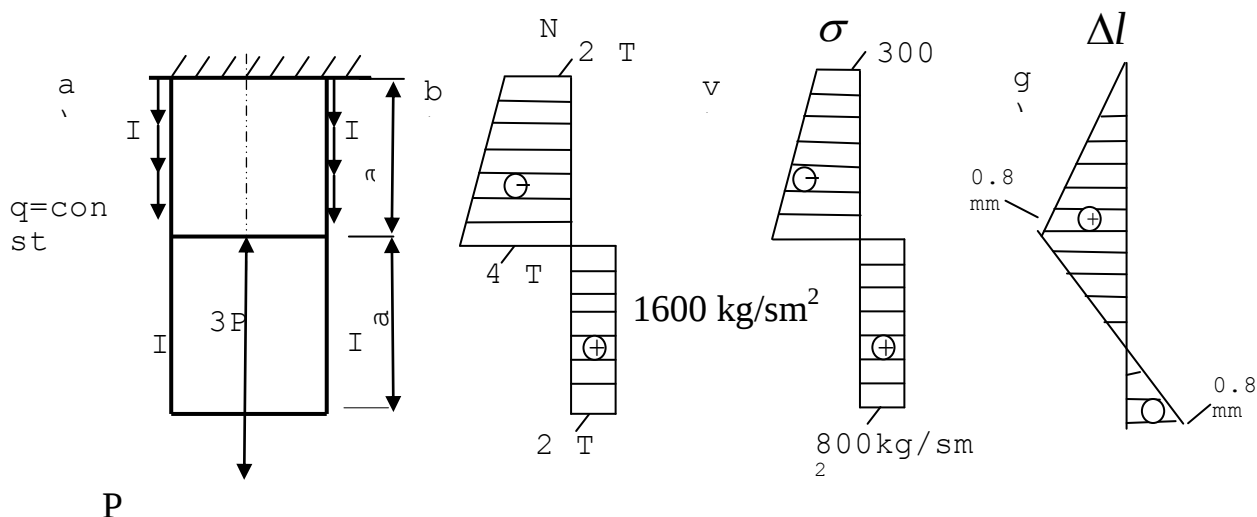
TOPSHIRIQ -2

Ichkikuchfaktorlariningepyuralariniqurish.

Masala 2.

Berilgan brus (2.2-rasm) uchun bo'ylama kuch, normal kuchlanish va ko'chish epyuralariqurilsin.

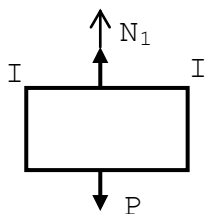
Berilgan: $P = q$ $a=2 \text{ T}$; $a=1\text{m}$; $q= 2 \text{ T/m}$; $[\sigma]=1600 \text{ kg/sm}^2$;



(2.2-rasm)

Brusning erkin uchidanboshlab ikkita alohida uchastkalarga bo'lamiz uchastkalarning chegaralari sifatida tashqi kuchlar qo'yilgan kesimlar olinadi(bu uchastkalar 2.2-rasmda rim raqamlarida belgilangan).

1. Birinchi uchastkada ixtiyoriy kesim I-I ni o'tkazamiz va brusning yuqori uchastkani olib tashlab, qoldirilgan (ostki) qismning muvozanat shartini qaraymiz, u 13-rasmda alohida tasvirlangan qoldirilgan uchastkaga P kuch va izlanayotgan bo'ylama kuch ta'sir qiladi. Bu uchastkaga ta'sir etuvchi kuchlarni X o'qiga proyeksalab quyidagilarni yozamiz



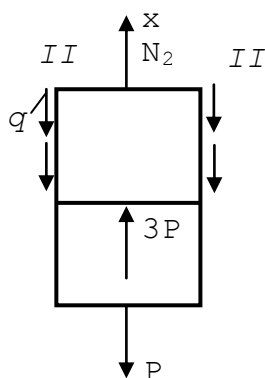
$$\sum X = 0; \quad N_1 - P = 0; \quad N_1 = P$$

$$N_1 = qa = 2T$$

2.3-rasm

Bo'ylama kuch musbat ishora bilan hosil bo'ldi, demak u haqiqatdan ham brusni cho'zadi.

2. Ikkinchi uchastkada ixtiyoriy II-II kesimni o'tkazamiz, brusning yuqori uchastkani olib tashlab (2.4-rasm) qolgan ostki qismini muvozanatini qaraymiz. Qoldirilgan qismga P , $2P$, q va N kuchlar ta'sir qiladi. Bu kuchlarni X o'qiga proyeksiyalab, quyidagilarni hosil qilamiz:



$$\sum X = 0, \quad N_2 - qx + 3P - P = 0$$

$$N_2 = qx - 3P + P: \quad 0 < x < a$$

$$x = 0, \quad N_2^1 = 0 - 3 \cdot 2 + 2 = -4T$$

$$x = 1, \quad N_2^{11} = 2 \cdot 1 - 3 \cdot 2 + 2 = -2T$$

14 -

Bo'ylama kuchning epyurasi 2.2-rasm, b dako'rsatilgan.

3. Mustahkamlik sharti yordamida ko'ndalang kesim tanlaymiz:

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

$$F \geq \frac{N_2}{[\sigma]} \geq \frac{4 \cdot 10^3}{1600} = 2.5 \text{ sm}^2$$

Demak brusning ko'ndalang kesim yuzi $F = 2.5 \text{ sm}^2$ ekan.

4. Normal kuchlanishni epyurasini 12-rasm v da ko'rsatilgan.

5. Ko'chish epyurasini qurish, buning uchun mahkamlangan uchdan boshlab ko'rish kerak:

$$\Delta l_x = \frac{N x}{EF}$$

$$x = 0: \quad \Delta l = 0$$

$$x = a: \quad \Delta l = \frac{-N_2^1 a}{EF} = \frac{-4 \cdot 10^3 \cdot 10^2}{2 \cdot 10^6 \cdot 2.5} = -\frac{1}{12.5} = -0.08 \text{ sm}$$

$$x = 2a: \quad \Delta l = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^2}{2 \cdot 10^6 \cdot 2.5} = \frac{2}{25} = \frac{1}{12.5} = 0.08 \text{ sm}$$

Ko'chishning epyurasi 2.2-rasmda ko'rsatilgan.

Topshiriqqa tegishli mustaqil masalalar

Berilgan brusga (2.1-rasm)

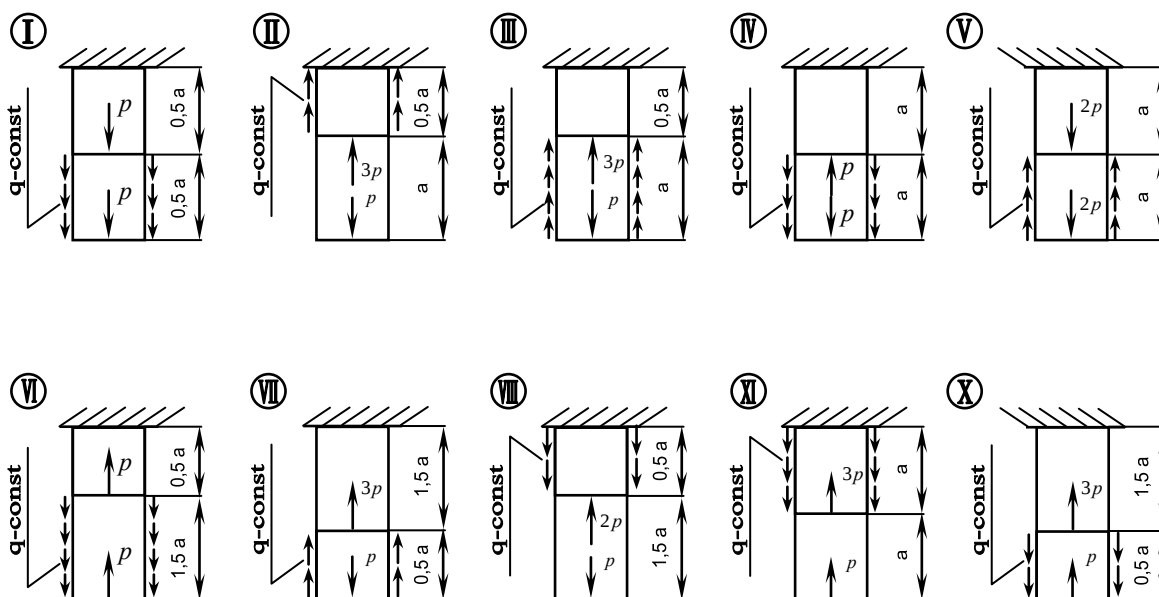
ta'siretayotgan tashqi kuchlar va berilgan geometriko'lchamlar bo'yicha qo'yidagilarni iqlansin:

- 1) Bo'ylama kuch N epyurasi qurilsin.
- 2) Sterjen uzunligi bo'ylab normal kuchlanish epyurasi qurilsin.
- 3) Brusning ko'ndalang kesim yuzasi topilsin.
- 4) Brusning absolyut uzayishi (qisqarishi) aniqlanib epyurasi qurilsin.

Bashlang'ich ma'lumotlar

2.1-jadvaldan olinsin

N ^o ustun	shakl tanlash	a m	q t/m	E kg/sm ²	[σ] kg/sm ²
1.	I	0,5	1,0	$2 \cdot 10^6$	2100
2.	II	1,0	0,5	$2 \cdot 10^6$	2000
3.	III	1,5	2,0	$2,1 \cdot 10^6$	2100
4.	IV	2,0	1,5	$1 \cdot 10^6$	2000
5.	V	2,5	3,0	$2 \cdot 10^6$	1900
6.	VI	3,0	2,0	$2,1 \cdot 10^6$	1800
7.	VII	2;5	2;5	$2,2 \cdot 10^6$	2000
8.	VIII	2,0	1,5	$1 \cdot 10^6$	2100
9.	IX	1,5	1,0	$1 \cdot 10^6$	2000
0.	X	1,0	2,0	$1,8 \cdot 10^6$	1900
	g	B	v	g	v



Nazorat savollari

1. Bo'ylama kuchning fizik ma'nosini tushuntiring.
2. Bo'ylama kuch tenglamasi qanday tuziladi? Bunda ishoralar tartibi qanday?
3. Bo'ylama kuch epyurasi nima?
4. Bo'ylama kuch epyurasining to'griligi qanday tekshiriladi?
5. Burovchi moment epyurasi nima?
6. Burovchi moment tenglamasi qanday tuziladi? Bunda ishoralash tartibini tushuntiring.
7. Burovchi momentlar epyurasining to'griligini qanday tekshirish mumkin?
8. Kesimdagi ko'ndalang (kesuvchi) kuch nima va u qanday topiladi?
9. Ko'ndalang kuching miqdor va ishoralari qanday qoidalarga binoan aniqlanadi?
10. Balka ixtiyoriy kesimidagi eguvchi moment qanday topiladi?

4-AMALIYMASHG'ULOT

Mavzu: BURALISH DEFORMATSIYASI. GUK QONUNI. BURALISHDA ICHKI ZO'RIQISH

REJA:

1. Nazariy ma'lumot
2. Mavzuga doir masalalarni echish uchun na'munalar
3. Muammoli mustaqil yechish uchun masala va topshiriqlar
4. Mustaqil ishlash ushun savollar

1. Nazariy ma'lumot

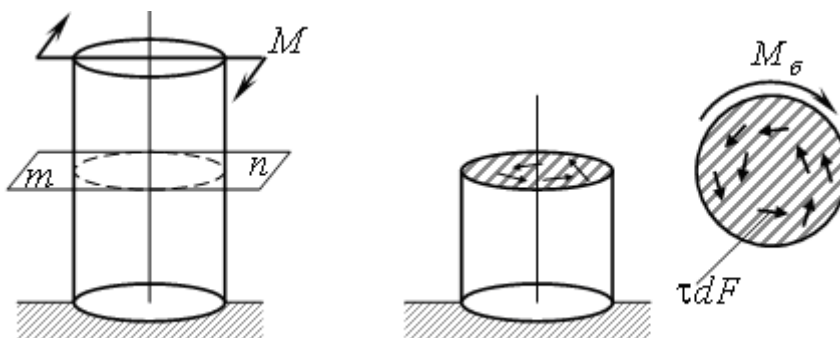
Tayanch iboralar: Silindrik,sterjen, siljish, val, deformatsiya, burovchi moment, Guk qonuni.

Adabiyotlar: 1; 2,3,5.

Silindrik sterjenning bir uchi mahkamlanib, ikkinchi uchiga juft kuch ta'sir ettirilsa, sterjen buraladi, ya'ni uning ko'ndalang kesimlari mahkamlangan kesimga nisbatan aylanadi. Juft kuchning sterjen o'qiga nisbatan momenti burovchi moment deyiladi.

Buralgan sterjenning istalgan kesimdagi burovchi momentni topishda kesish metodidan foydalaniladi:

Sterjen biror kesimining bir tomonidan qolgan tashqi momentlar algebrik yig'indisiga shu kesimdagi burovchi moment deyiladi. Silindrik sterjen buralishga ishlasa u val deyiladi. Valning mustahkamligini tekshirish uchun burovchi momentning val o'qi bo'ylab o'zgarishini ifodalovchi funksiya grafigini chizish kerak. Bunday grafik burovchi moment epyurasi deyiladi. Fazoviy ko'rinishdagi val vashkivlar bir tekislikda quyidagicha tasvirlanadi



4.1-shakl.

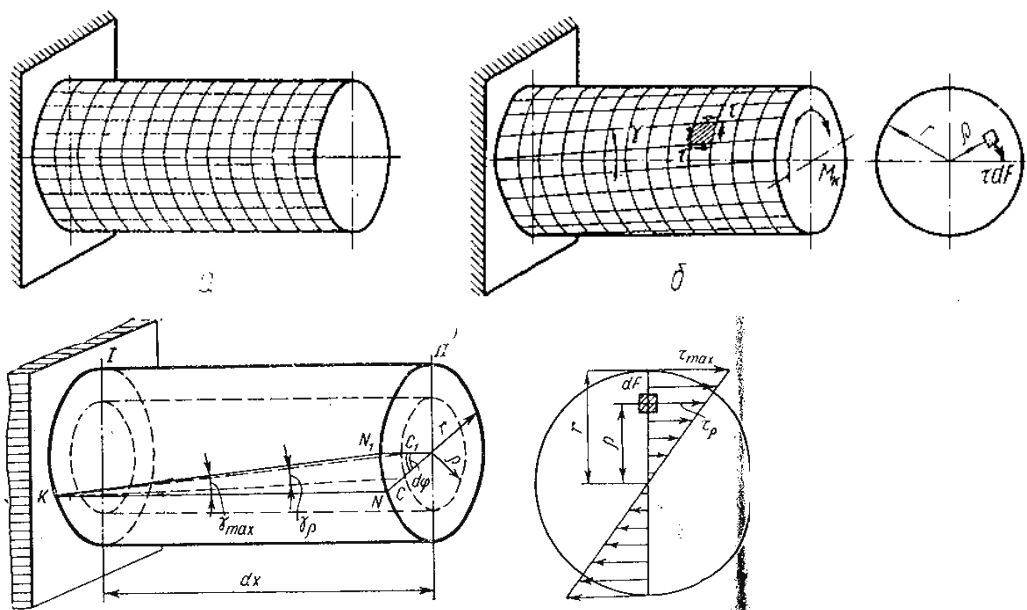
Vallar, val o'qi bo'ylab yo'nalgan qalin tog'ri chiziq bilan shkiqlar- ni, o'rnatilgan kesimda val o'qiga perpendikulyar kesmalar bilan burovchi momentlaruchida aylanalardagi + yoki - ishoralari bilan belgilanadi. Aylana ichida (-)ishorasi bo'lsa juft kuch vektorining strelka uchi bizga tomon yo'nalgan, (+) ishorasi bo'lsa strelka uchi bizdan shakl tomon yo'nalganligini bildiradi.

Burovchi momentlar ishoralar qoidasini quyidagicha tanlaymiz:

Agar kesim tomonidan qaraganda tashqi burovchi momentval qaralayotgan qisminisoat strelkasi yo'nalishi bo'ylabaylantirsa musbat, strelkaning harakat yo'nalishigaaylantirsa, manfiy deb olamiz.

BURALISHDA KUCHLANISHLARNI HISOBLASH

Agar buralishga ishlaydigan sterjenning sirtiga to'r chiziqlar chizilsa , turtburchak shaklidagi to'r, parallelogram shaklidagi to'rga aylanadi(19-shakl). Vertikal chiziqlar vertikalligicha qolib, ular orasidagi masofa o'zgarmaydi,gorizontal chiziqlar esa ma'lum burchakka og'adi. Demak, Bernulli gipotezasi buralishda ham o'rinli bo'ladi.sterjenning ko'ndalang kesimlarida urinma kuchlanishlar, juftlik qonunidan ko'ndalang kesimga perpendikulyar kesimlarda ham urinma kuchlanishlar hosil bo'ladi deya olamiz.Vertikal chiziqlar orasidagi masofa o'zgarmaydi, bundan esa ko'ndalang va bo'ylama kesimlarda normal kuchlanishlar hosil bo'lmaydi deb xulosa qilish imkonini beradi.



4.2-shakl.

dxuzunlikdagi element uchun siljish burchagini og'ish burchagi bo'lgani uchun quyidagicha yoza olamiz:

$$\gamma = NN' / dx \quad (4.1)$$

r radiusli sterjenning buralishini NN' markaziy $d\varphi$ burchak yoyi uchund $\varphi = NN' / r$ deb yoza olamiz. Demak,

$$\gamma = r d\varphi / dx$$

Buralish sterjen har bir ko'ndalang kesim siljish deformatsiyalari-ning yig'indisi bo'lganligidan ixtiyoriy ρ radiusli doiraviy kesimga urinma kuchlanish uchun Guk qonunini quyidagicha yoza olamiz.

$$\tau_\rho = G \gamma_\rho = G \rho d\varphi / dx \quad (4.2)$$

Karalayotgan element muvozanatini tekshiramiz: $M = M_b$
(3) integral bog'lanishdan

$$M_b = \int_F \rho \tau_\rho dF = G J_\rho \frac{d\varphi}{dx} \quad (4.3)$$

(4.3) da $J_\rho = \int_F \rho^2 dF$ qutb inersiya momentini ifodalaydi.

$$(4.3) \text{ dan } \frac{d\varphi}{dx} = \frac{M_b}{G J_\rho} \quad (4.4)$$

$$(4.4) \text{ ni } (4.2) \text{ ga qo'yib } \tau_\rho = \frac{M_b}{J_\rho} \rho \quad (4.5)$$

Tekshirilayotgan kesim uchun M_b / J_ρ o'zgarmas kattalik bo'lgani uchun urinma kuchlanish kesim sirtida eng katta bo'ladi.

$$\tau_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_r} \quad (4.6)$$

(4.6) formulada $W_r = J_r / r$ - qutb qarshilik momenti deyiladi.

$$\tau_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_r} = [\tau] \quad (4.7)$$

Xavfli kesim M_b burovchi moment eng katta bo'lgan kesimda bo'ladi. Demak, valning mustahkamligi taminlangan bo'lishi uchun uning xavfli kesimidagi eng katta kuchlanish jism materiali uchun qo'yilgan ruxsat etilgan kuchlanishdan oshmasligi shart. Doiraviy kesim uchun

$$W_r = \frac{J_r}{r} = 0,2d^3 ;$$

(4.8) mustahkamlik shartidan foydalansak

$$d = 1,723 \sqrt[3]{\frac{M_{\sigma \max}}{[\tau]}} ; \quad (4.9)$$

$$d \geq \sqrt[3]{1,72^3 M_{b \max} / [\tau] (1-c^4)} \quad \text{g'ovak vallar uchun}$$

(4.5) formuladan buralish burchagini hisoblash formulasini chiqara olamiz.

$$\varphi = \int_0^l \frac{M_{\sigma}}{GJ_{\rho}} dx \quad (4.10)$$

O'zgarmas kesimli vallar uchun tashqi kuchlardan hosil bo'lgan burovchi moment o'zgarmas bo'lsa (75) ning integralini analitik hisoblash mumkin.

l

$$\varphi = \frac{M_{\sigma}}{GJ_{\rho}} l \quad (4.11)$$

$\theta = \varphi / l$ nisbatga nisbiy buralish burchagi deyiladi. (4.11) dan

$$\theta = \frac{M_{\phi}}{GJ_{\rho}}$$

Buralayotgan sterjenlar uchun bikrlilik sharti

$$\theta_{\max} \leq [\theta] \quad \text{yoki} \quad \frac{M_{\phi \max}}{GJ_{\rho}} \leq [\theta] \quad (4.12)$$

(4.12) formuladan val diametrini aniqlash mumkin.

$$d \geq 15,3 \sqrt{M_{\phi \max} / G[\theta]} \quad (4.13)$$

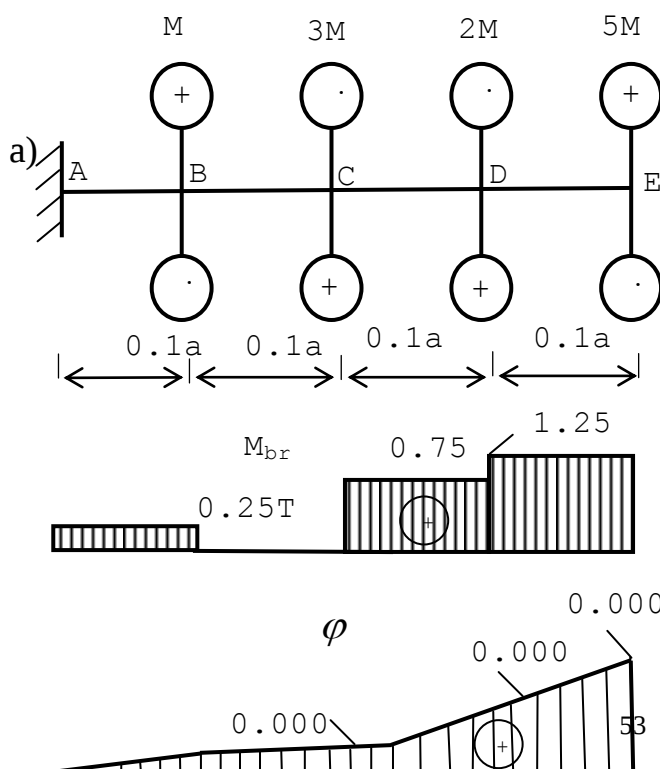
$$J_r = 0,1 d^4$$

Vallarni mustahkamlikka tekshirishda (4.12) va (4.13) formulalar yordamida d diametr hisoblanadi.

Buralish deformatsiya. Qo'shimcha harakatni shkvlar g'ildiraklar yordamida uzatishda val kesishmalarida buralish sodir bo'ladi. Kerakli quvvatni burovchi mayatnik orqali ifodalash mumkin.

Masala

Chizmada ko'rsatilgan bryusning ko'ndalang kesim tanlanib burovchi moment va buralish epyuralari qurilsin.



Berilgan

$$a = 0.5 \text{ m}$$

$$q = 1 \text{ T/m}$$

$$P = q a = 0.5 \text{ T}$$

$$M = q a^2 = 0.25$$

$$\text{T.m}$$

$$E = 1 \times 10^6 \text{ kg/sm}^2$$

$$[\tau] = 1000 \text{ kg/sm}^2$$

Yechish;

I. M_{br} - epyurasini qurish

Burusni to'rtta uchastkaga bo'lib ,
har biri uchun M_b ni hisoblaymiz

DE-uchastka uchun :

$$M_b = 5M = 5 \times 0.25 = 1.25 \text{ T m}$$

SD-uchastka uchun

$$M_{b2} = 5M - 2M = 3M = 3 \times 0.25 = 0.75 \text{ T m}$$

BC-uchastka uchun

$$M_{b3} = 5M - 2M - 3M = 0$$

AB-uchastka uchun

$$\begin{aligned} M_{b4} &= 5M - 2M - 3M + M = \\ &= 6M - 5M = 1M = 0.25 \text{ T m} \end{aligned}$$

2 - brusning diametrini mustahkamlik shartidan foydalanib aniqlaymiz.

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

Epyuradan $M_{b\max} = 1.25 \text{ Tm}$ ga teng.

$$W_p \geq \frac{M_{b\max}}{[\tau]} \text{ yoki } \frac{\pi d^3}{16} \geq \frac{M_{b\max}}{[\tau]}$$

bundan:

$$d = 1.72 \sqrt[3]{\frac{M_b}{[\tau]}} = 1.72 \sqrt[3]{\frac{1.25 \cdot 10^3}{1000}} = 8.6 \text{ sm} \text{ Demak: } d = 8.6 \text{ sm}$$

3. Brusning buralish burchagi epyurasini chizish.

Avval brusning polyar inertsia momentini hisoblaymiz:

$$J_p = \frac{\pi d^4}{32} = 0.1 d^4 = 0.5 \cdot 8.6^4 = 547 \text{ sm}^4$$

Buralish burchaklarini hisoblashda qo'zg'almas tayanchdan boshlab hisoblaymiz :

AB uchastka uchun: $0 \leq x \leq 0.1a$

$$\varphi_{VA} = \frac{M_{br} \cdot 0.1a}{G \cdot J_p} = \frac{0.25 \cdot 10^5 \cdot 0.1 \cdot 0.5 \cdot 10^2}{1 \cdot 10^6 \cdot 547} = 0.00023 \text{ rad}$$

BC uchastka uchun: $0 \leq x \leq 0.2a$

$$\varphi_{CA} = \varphi_{VA} + 0 = 0.00023 \text{ rad}$$

CD uchastka uchun: $0.02a \leq x \leq 0.3a$

$$\varphi_{DA} = \varphi_{CA} + \frac{M_{br} \cdot 0.3a}{G \cdot j_p} = 0.00023 + \frac{0.25 \cdot 10^5 \cdot 0.3 \cdot 0.5 \cdot 10^2}{1 \cdot 10^6 \cdot 547} =$$

$$= 0.00023 + .000206 = 0.00229 \text{ rad}$$

DE uchastka uchun : $0.3a < x \leq 0.4a$

$$\varphi_{EA} = \varphi_{DA} + \frac{M_{br} \cdot 0.4a}{G \cdot J_P} = 0.00229 + \frac{1.25 \cdot 10^5 \cdot 0.4 \cdot 0.5 \cdot 10^2}{1 \cdot 10^6 \cdot 547} =$$

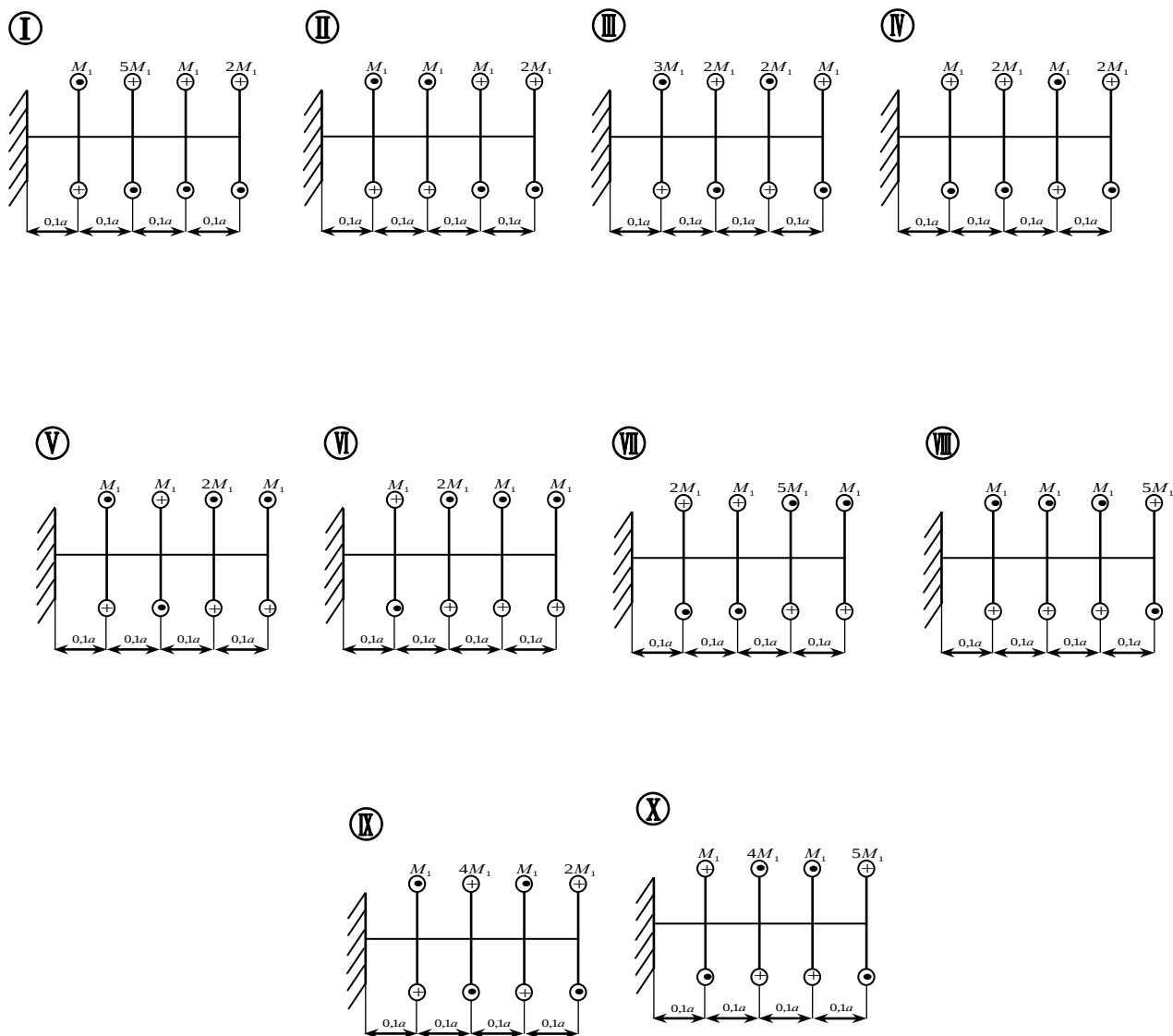
$$= 0.00229 + .000457 = 0.00686 \text{ rad}$$

Topshiriqqa tegishli mustaqil masalalar

berilgan val uchun qo'yidagilar aniqlansin:

- 1) qistirib mahkamlangan yuzaning reaktiv buralish momenti aniqlansin.
 - 2) valning uchastkalaridagi Buralish momentlari hisoblanib epyurasi qurilsin.
 - 3) $[\tau]$ ning berilgan qiymatiga ko'ra (mustahkamlanlik shartiga asosan) val diametri d aniqlansin.
 - 4) valning Buralish Burchagi aniqlansin va buralish burchagi epyurasi qurilsin.
- boshlang'ich ma'lumotlar

№ ustun	1-5 rasm buyicha shakl tanlash	a m	q t/m	E kg/sm ²	$[\sigma]$ kg/sm ²	$[\tau]$ kg/sm ²	$[\alpha]$ gradus
1.	I	0,5	1,0	$2 \cdot 10^6$	2100	1000	45^0
2.	II	1,0	0,5	$2 \cdot 10^6$	2000	1000	30^0
3.	III	1,5	2,0	$2,1 \cdot 10^6$	2100	1000	60^0
4.	IV	2,0	1,5	$1 \cdot 10^6$	2000	900	45^0
5.	V	2,5	3,0	$2 \cdot 10^6$	1900	900	60^0
6.	VI	3,0	2,0	$2,1 \cdot 10^6$	1800	1000	30^0
7.	VII	2;5	2;5	$2,2 \cdot 10^6$	2000	1100	45^0
8.	VIII	2,0	1,5	$1 \cdot 10^6$	2100	1000	30^0
9.	IX	1,5	1,0	$1 \cdot 10^6$	2000	900	60^0
0.	X	1,0	2,0	$1,8 \cdot 10^6$	1900	1100	45^0
	g	B	v	g	v	B	g



Nazorat savollari.

1. Vallar uchun burovchi moment epyurasi qanday quriladi?
2. Buralishda Guk qonunini yozing.
3. Buralish burchagi qanday hisoblanadi?
4. Bikrlik shartini yozing.

5-AMALIYMASHG'ULOT

Mavzu: EGILISH. EGILISH DEFORMASIYASI

REJA:

1. Nazariy ma'lumot
2. Mavzuga doir masalalarni echish uchun na'munalar
3. Muammoli mustaqil yechish uchun masala va topshiriqlar
4. Mustaqil ishlash ushun savollar

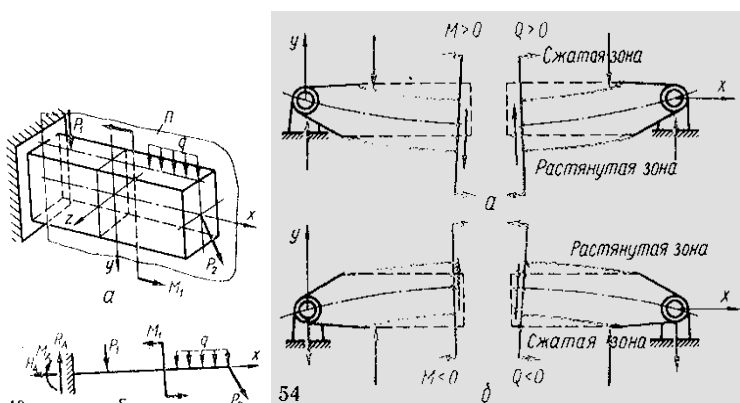
1. Nazariy ma'lumot

Tayanch iboralar: Brus, ko'ndalang kesim, egilish, *Ichki zo'riqish*

Adabiyotlar: 1; 2,3,5.

Brus (balka) o'z o'qidan o'tuvchi bir tekislikda yotgan kuchlar ta'sirida bo'lsin. Bu kuchlar ta'sirida balka egiladi. Uning ko'ndalang kesimlarida eguvchi moment, ko'ndalang kuch, bo'ylama kuchlar hosil bo'ladi. Agar simmetriya tekisligida yotuvchi kuchlar brus o'qiga perpendikulyar bo'lsa, ko'ndalang kesimda $N=0$ bo'ladi. Bunday egilish ko'ndalang egilish deyiladi. Ko'ndalang kesimda faqat eguvchi moment hosil bo'lsa, balkaning egilishi sof egilish deyiladi.

Balkaning ko'ndalang kesimida hosil bo'ladigan ichki zo'riqishlar (M, Q, N) ning balka uzunligi bo'ylab o'zgarishini ifodalovchi funksiya grafigi shu ichki zo'riqishlarning epyurlari deyiladi. Ichki zo'riqishlar epyurlarini ko'rishda kesish usullaridan qo'llanilib, chap yoki o'ng kesimning muvozanati tekshiriladi. 5.1-shakl.



5.1-shakl. Ichki zo'riqishlar (M, Q, N)

Eguvchi moment epyurasini qurishda balka pastki tolalarini cho'zuvchi tashqi kuch eguvchi momenti musbat, ustki tolalarini cho'zuvchi tashqi kuch eguvchi momenti

manfiy ishora bilan olinadi. Musbat ishorali eguvchi moment epyurasi balka o'qidan yuqoriga, manfiyishorali eguvchi moment epyurasi balka o'qidan pastkiquriladi (5.1-shakl). Ko'ndalang kuch epyurasini qurishda kesimdan qaragandachap yoki o'ng qismni soat strelkasi yo'nalishiga teskari aylantiruvchi tashqi kuch manfiy ishora bilan soat strelkasi yo'nalishi bo'ylab aylantiruvchi tashqi kuch musbat ishora bilan balka o'qiga perpendikulyar o'qqa proyeksiyalanadi. Musbat ishorali ko'ndalang kuch epyurasi balka o'qidan yuqoriga, manfiy ishorali ko'ndalang kuch epyurasi balka o'qidan pastda tanlangan masshtabda quriladi.

Eguvchi moment, ko'ndalang kuch va yoyilgan kuch intensivligi orasida quyidagi differensial munosabat mavjud

$$\frac{d^2 M}{dx^2} = \frac{dQ}{dx} = q \quad (5.1)$$

Bu differensial munosabatdan foydalanib, bir necha xulosalarni chiqarish mumkin.

Eguvchi moment epyurasini chegaralovchi chiziqqa o'tkazilgan urinmaning epyura o'qi bilan tashkil etgan burchak tangensi ko'ndalang kuch qiymatiga teng.

Ko'ndalang kuch musbat bo'lgan balka oraliqlarida eguvchi moment o'suvchi (chapdan o'ngga), manfiy bo'lgan balka oraliqlarida kamayadi.

Ko'ndalang kuch o'zgarish qiymatiga ega bo'lgan oraliqqa eguvchi moment tog'ri chiziq bilan chegaralangan bo'ladi.

Agar ko'ndalang kuch epyurasi oraliqlar chegarasida sakrashga ega bo'lmasa, bu oraliqlardagi M eguvchi moment epyuralari sinmasdan tutashadi.

Eguvchi moment ekstremumga erishgan kesimlarda ko'ndalang kuch nol qiymatga erishadi.

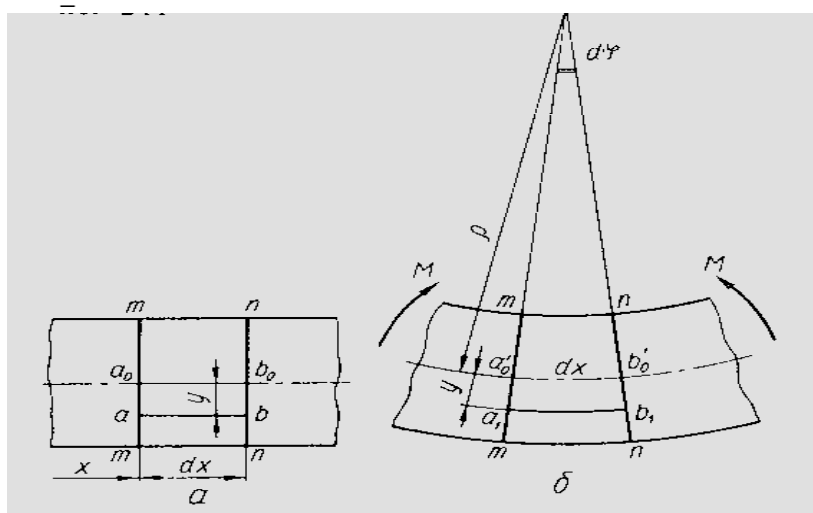
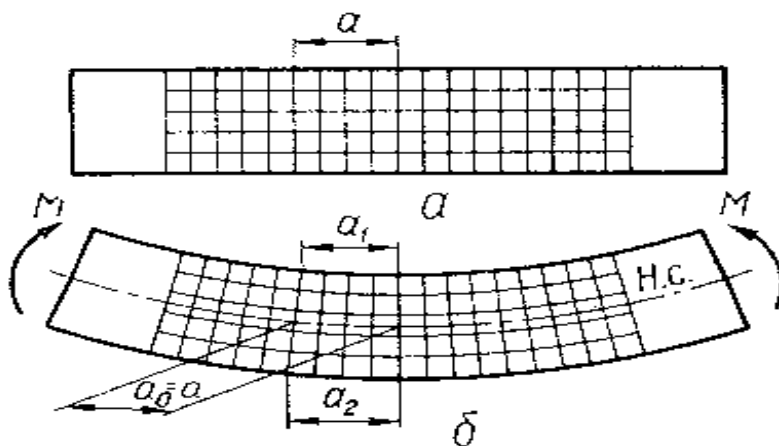
Juft kuch qo'yilgan balka kesimida eguvchi moment epyurasi sakrashga erishadi. Sakrash qiymati juft kuch momentiga teng bo'ladi. To'plangan kuch qo'yilgan balka kesimida ko'ndalang kuch sakrashga ega bo'ladi. Sakrash qiymati to'plangan kuch qiymatiga teng bo'ladi.

Yoyilgan kuch qo'yilgan balka oraliqlarida eguvchi moment, ko'ndalang kuch epyurasi egri chiziqli qonuniyat bilan o'zgaradi. Agar yoyilgan kuch bir tekis taqsimlangan bo'lsa eguvchi moment epyurasi ikkinchi tartibli egrichiziq bilan, ko'ndalang kuch epyurasi to'g'ri chiziq bilan chegaralangan bo'ladi. Balkaga yoyilgan kuch qo'yilmagan bo'lsa eguvchi moment, ko'ndalang kuch epyurasi to'g'ri chiziq bilan chegaralangan bo'ladi.

Egilishda ishlaydigan balka ko'ndalang kesimlarida faqat eguvchi moment hosil bo'lsin. Balkaning sirtiga to'r chiziqlar chizilsa, egilishda dastlab gorizantal bo'lgan chiziqlar aylana yoyi bo'ylab egiladi. Vertikal chiziqlar esa vertikaligicha qolib dastlabki holatidan ma'lum burchakka og'adi.

Bu esa quyidagi xulosalarni chiqarishga dalolat beradi.

1. Egilishda tekis kesimlar gipotezasi o'rinli bo'ladi.
 2. Balkaning ustki tolalari siqilsa pastki tolalari cho'ziladi. Demak shunday qatlam (tola) mavjudki u cho'zilmaydiham siqilmaydi ham. Bunday qatlamga neytral qatlam deyiladi. Neytral qatlam bilan ko'ndalang kesim tekisligining kesishish chizig'ini esa neytral chiziq yoki neytral o'q deyiladi.
- Neytral qatlamdan u masofada yotgan qatlam tolalarining deformatsiyasini hisoblaylik.



5.2-shakl. Normal kuchlanish

$$\varepsilon = \frac{y}{\rho} \text{ formula bilan aniqlanadi.}$$

Demak har bir tolaning cho'zilishdagi normal kuchlanishi

$$\sigma = E\varepsilon = E \frac{y}{\rho} \quad (5.2)$$

Normal va urinma kuchlanishlar bilan ichki zo'riqish kuchlari orasidagi (5.2) integral munosabatdan foydalanamiz.

$$N = \int_F \sigma dF = \frac{E}{\rho} S_z = 0$$

$S_z = 0$, ya'ni statik moment nolga teng.

Demak, neytral o'q kesim markazidan o'tadi.

$$M_z = \int_F \sigma y dF = \frac{E}{\rho} \int_F y^2 dF = \frac{E}{\rho} J_z \quad (5.3)$$

$$\frac{1}{EJ_z} M_z = \frac{1}{\rho}$$

$$(5.2), (5.3) \text{ dan } \sigma = \frac{M_z}{EJ_z} y \quad (5.4)$$

$$M_y = \int \sigma z dF = EJ_{zy} / \rho = 0$$

$J_{zy}=0$ dan z, y o'qlari markaziy bosh o'qlar ekanligi kelib chiqadi. (5.4) dan normal kuchlanish aynan bir kesimda uning chegarasida eng katta qiymatga erishishi ko'rinadi.

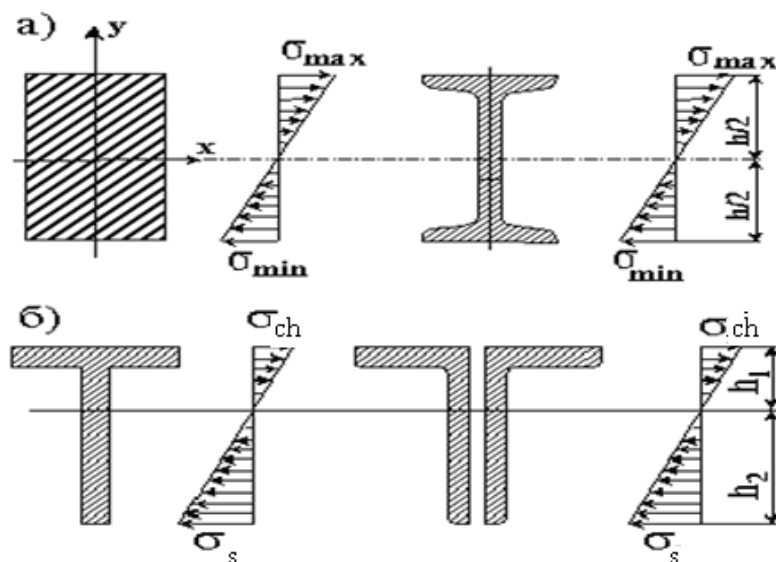
$$\sigma_{\max} = M_{z \max} \frac{y_{\max}}{J_z} = \frac{M_{z \max}}{W_z} \quad (5.5)$$

$$(5.5) \text{ da } W_z = \frac{J_z}{y_{\max}} - \text{qarshilik momentini ifodalaydi.}$$

Eguvchi moment eng katta bo'lgan kesim xavfli kesim deyiladi. Xavfli kesimda mustahkamlik ta'minlangan bo'lishi uchun undagi eng katta normal kuchlanish material uchun qo'yilgan ruxsat etilgan normal kuchlanishdan oshmasligi shart.

$$\sigma_{z \max} = \frac{M_{z \max}}{W_z} \leq [\sigma] \quad (5.6)$$

Balka mustahkam bo'lishi uchun uning xavfli kesimida hosil bo'luvchi maksimal normal kuchlanishlar balka materiali uchun ruxsat etilgan kuchlanishdan ortib ketmasligi kerak.



5.3 – shakl

Agar balka cho'zilish va siqilish uchun bir xilda qarshilik ko'rsatuvchi materiallardan yasalgan va kesim shakli neytral o'qqa nisbatan simmetrik (5.1-shakl, a dagi kabi) bo'lsa, balkaning mustahkamlik sharti formula asosida bunday yoziladi:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma],$$

bunda $M_{\max}$ - balka xavfli kesimidagi eguvchi moment; $[\sigma]$ - balka materiali uchun ruxsat etilgan kuchlanish.

Agar balka materiali cho'zilish va siqilish uchun har xil qarshilik ko'rsatadigan, chunonchi, mo'rt materiallardan yasalgan bo'lsa va kesim shakli neytral o'qqa nisbatan nosimmetrik bo'lsa (1-shakl, b), balka cho'ziluvchi va siqiluvchi zonalar uchun alohida - alohida tekshirilishi kerak:

$$(\sigma_{ch})_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_1} \leq [\sigma_{ch}],$$

$$(\sigma_s)_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_2} \leq [\sigma_s],$$

bunda σ_{ch} - cho'zilishdagi normal kuchlanish; σ_s - siqilishdagi normal kuchlanish. Qarshilik momentlari quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$W_1 = \frac{J_x}{h_1} \text{ va } W_2 = \frac{J_x}{h_2}$$

Balkaning mustahkamlik shartiga muvofiq, quyidagi uch xil masala halqilinishi mumkin:

1. Agar balkaga qo'yilgan kuchlar va balkaning ko'ndalang kesim o'lchamlari ma'lum bo'lsa, xavfli kesimlarning eng katta kuchlanishlari topilib, balkaning mustahkamligi tekshiriladi:

$$\sigma_{\frac{\max}{\min}} = \pm \frac{M_{\max}}{W_x}.$$

Bu kuchlanishlar balka materiali uchun ruxsat etilgan kuchlanishdan $\pm 5\%$ gina farq qilishi mumkin, aks holda balkaning mustahkamligi yoki materialning tejalishi ta'minlanmay qoladi.

2. Agar balka materiali va ko'ndalang kesim o'lchamlari ma'lum bo'lsa, balka ko'tara oladigan kuchni topish mumkin bo'ladi.

$$M_{\max} \leq [\sigma] \cdot W_x$$

Xavfli kesimning eguvchi momenti $M_{\max}$ ni balkaga qo'yilgan kuchlar bilan bolab, qo'yilishi mumkin bo'lgan tashqi kuchlar aniqlanadi.

3. Agar balka materiali va unga qo'yilgan kuchlar ma'lum bo'lsa, balkaning mustahkamligini ta'minlovchi ko'ndalang kesimni tanlash va uning o'lchamlarini topish uchun qarshilik momentini qo'dagicha aniqlanadi

$$W_x \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]}.$$

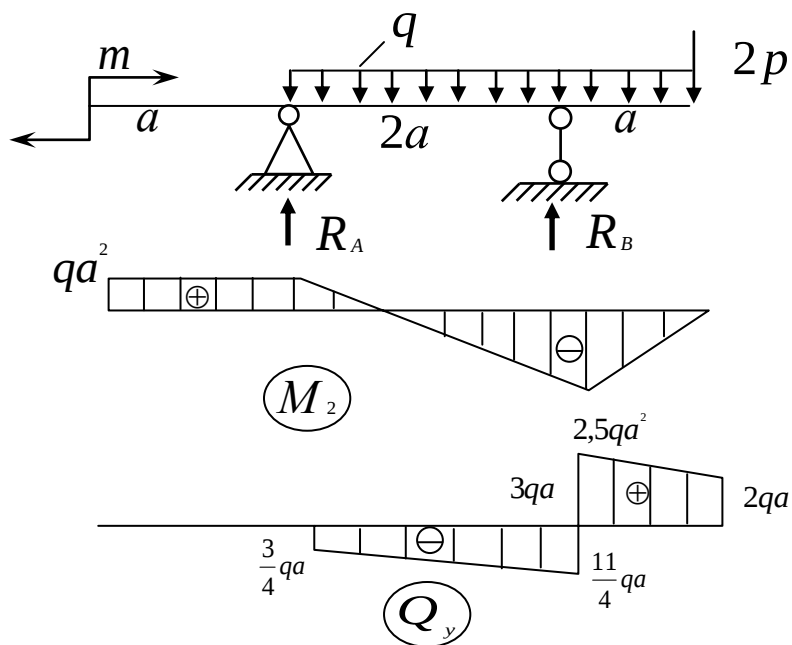
Topilgan qarshilik momenti bo'yicha kesimning shakliga qarab, yuqoridagi formulaga shu shakl qarshilik momentining geometrik ifodasi qo'yiladi va undan kerakli o'lchamlar aniqlanadi. Agar balka prokat po'latdan yasalgan bo'lsa yuqorida keltirilgan formuladan hosil bo'lgan qarshilik momenti W_x ning qiymatiga ko'ra balkaning ko'ndalang kesim o'lchamlari GOST jadvalidan olinadi (qo'shtavr, shveller va boshqalar).

ЭГИЛИШДА ИЧКИ ЗУРИКИШ ЭПЮРАЛАРИНИ КУРИШ

Масала: Берилган таъсир этувчи кучлар таъсирида эгилаётган балка мустаҳкамликка ҳисоблансин. Балка профили-швеллер танлансин.

$$[\sigma] = 120 \text{ МПа.}$$

$$P = qa; m = qa^2; a = 1,5 \text{ м}; q = 2 \cdot 10^4 \text{ Н/м} \quad P = qa = 1,5 \cdot 2 \cdot 10^4 = 30 \text{ кН}$$



Ечиш.

1. Таянч реакцияларини аниқлаймиз.

$$\sum M_A(F_K) = -m - 3a \cdot 2P - 2aR_B - \frac{3}{2}aq \cdot 3a = 0$$

$$R_B = 5,75qa$$

$$\sum M_B(F_K) = -m - 2Pa - \frac{3}{2}a \cdot qa - 2aR_A = 0$$

$$R_B = -0,75qa$$

$$\text{Текшириш: } \sum (F_{gx}) = 0 \quad R_A + R_B - 2P - 3qa = 0$$

$$5,75qa - 0,75qa - 2qa - 3qa = 0$$

2. Эгувчи момент эпюрасини курамиз

$$M_1(x) = m = qa^2; [0, a]$$

$$M_2(x) = m + R_A x - \frac{qx^2}{2}; [0, 2a]$$

$$M_2(0) = qa^2 \quad M_2(2a) = -2,5qa^2$$

$$M_2^1(x) = R_A - qx = 0 \quad x = -3a/4 \notin [0; 2a]$$

$$M_3(x) = -2P \cdot x - \frac{qx^2}{2} \quad [0 : a]$$

$$M_3(0) = 0 \quad M_3(a) = -2,5qa^2;$$

$$M_3^1(x) = -2P - qx = 0 \quad x = -2a \notin [0 : a]$$

$$M_{\max} = 2,5 \cdot qa^2$$

3. Кундаланг куч эпюрасини курамиз.

$$Q_1(x) = 0$$

$$Q_2(x) = R_A - qx \quad [0, 2a]$$

$$Q_2(0) = -\frac{3qa}{4} \quad Q_2(2a) = -2,75qa$$

$$Q_3(x) = 2P + qx \quad [0 : a]$$

$$Q_3(0) = 2qa \quad Q_3(a) = 3qa$$

Мустахкамлик шартидан профил аниқлаймиз.

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} \leq [\sigma]$$

$$W_z \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{270 \cdot 10^3}{120 \cdot 10^6} = 2,25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 2250 \text{ см}^3;$$

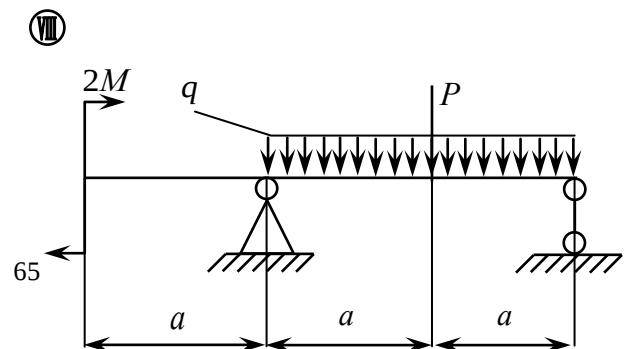
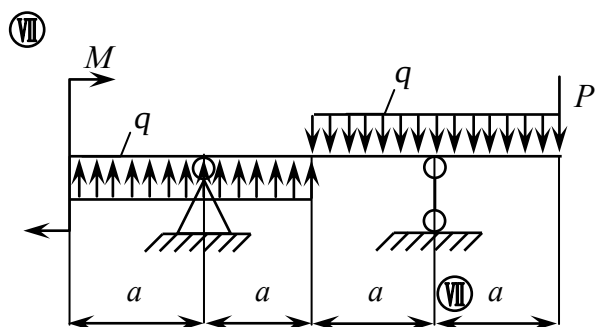
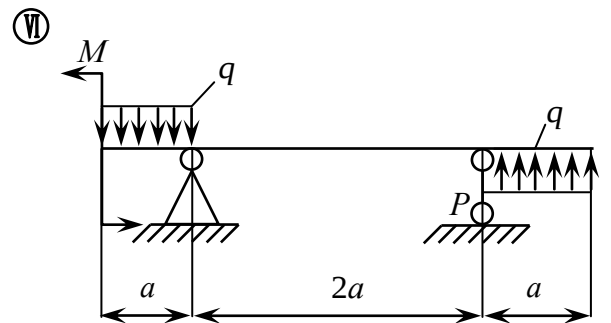
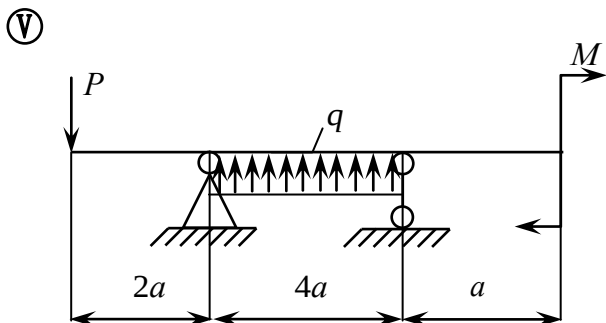
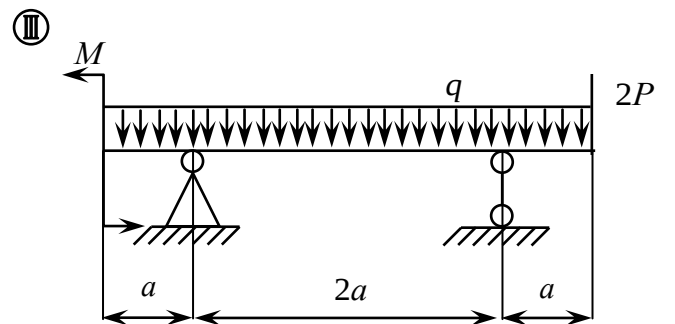
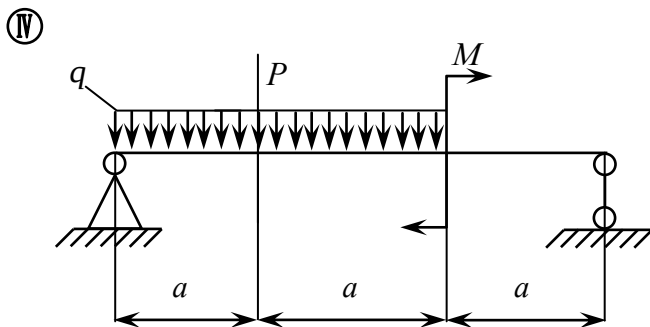
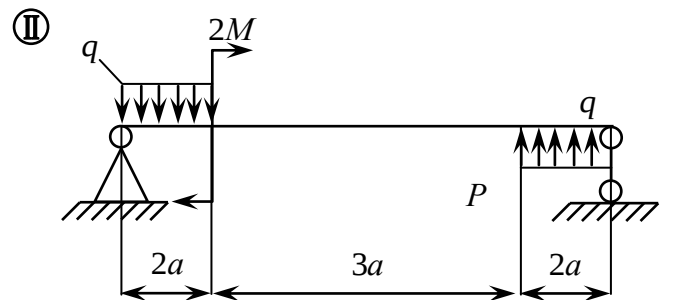
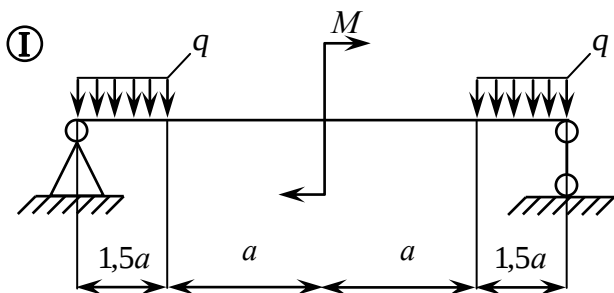
Topshiriqqa tegishli mustaqil masalalar

Berilgan balka uchun qo'yidagilar aniqlansin:

- 1) Balkaning tayanch reaksiya kuchlari aniqlansin.
 - 2) kesuvchi kuch Q va eguvchi moment M epyurasi qurilsin.
- Boshlang'ich ma'lumotlar jadvaldan olinsin.

№ ustun	buyicha shakl tanlash	a m	q t/m	E kg/sm ²	[σ] kg/sm ²	[τ] kg/sm ²	[α] gradus
1.	I	0,5	1,0	2 · 10 ⁶	2100	1000	45 ⁰
2.	II	1,0	0,5	2 · 10 ⁶	2000	1000	30 ⁰
3.	III	1,5	2,0	2,1 · 10 ⁶	2100	1000	60 ⁰
4.	IV	2,0	1,5	1 · 10 ⁶	2000	900	45 ⁰

5.	V	2,5	3,0	$2 \cdot 10^6$	1900	900	60^0
6.	VI	3,0	2,0	$2,1 \cdot 10^6$	1800	1000	30^0
7.	VII	2;5	2;5	$2,2 \cdot 10^6$	2000	1100	45^0
8.	VIII	2,0	1,5	$1 \cdot 10^6$	2100	1000	30^0
9.	IX	1,5	1,0	$1 \cdot 10^6$	2000	900	60^0
0.	X	1,0	2,0	$1,8 \cdot 10^6$	1900	1100	45^0
	g	B	v	g	v	B	g



**Egilishda moment M va ko'ndalang kuch Q epyuralarini qurishga oid
mustaqil ish topshiriqlari**

Topshiriq. Egilishda moment M va ko'ndalang kuch Q epyuralarini qurish. Ikkita yanchdayotgan, qoyilgankuch moment M va P kuchta'sir qilayotganto'grito'rtburchak, doira va qo'shtavr kesimli po'lat balkaning (1-shakl) mustahkamligitekshirilsin.

Jadval-4

№	№ схема	$a, \text{м}$	$b, \text{м}$	$c, \text{м}$	$M, \text{кН} \cdot \text{м}$	$q, \text{кН/м}$	$P, \text{кН}$
1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
2	2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
3	3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
4	4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
5	5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
6	6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
7	7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
8	8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
9	9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
0	0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	е	а	б	в	г	д	е



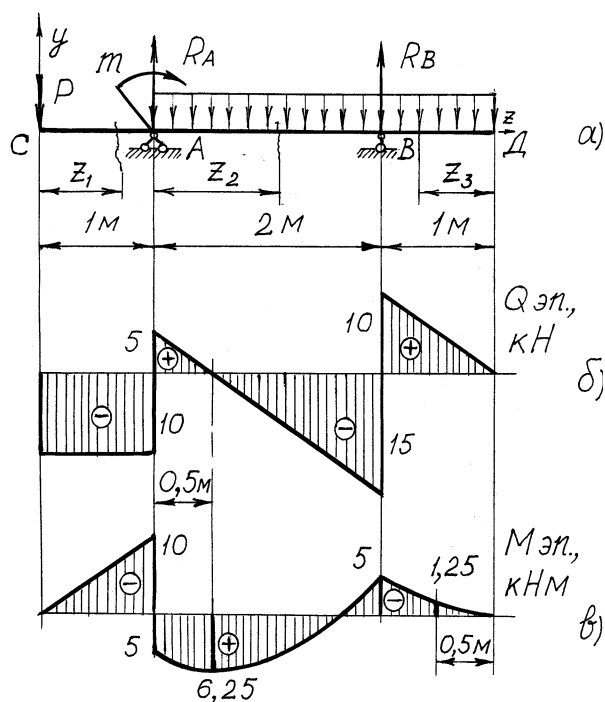
Egilishda moment M va ko'ndalang kuch Q epyuralarini qurishga oid masalalar echish

1-masala. Umumiy holda yuklangan konsolli ikki tayanchda yotgan balkaning (1 - shakl, a) Q va M epyuralari qurilsin. $P=10 \text{ kN}$; $M=15 \text{ kN}\cdot\text{m}$ va $q=10 \text{ kN/m}$ bo'lsin.

Echish. Oldin balking tayanch reaksiyalarini aniqlab olamiz.

$$\sum M_A = 0. -R \cdot 1 + m + 3q \cdot 1,5 - R_B \cdot 2 = 0.$$

$$R_B = \frac{-P \cdot 1 + m + 4,5q}{2} = \frac{-10 \cdot 1 + 15 + 4,5 \cdot 10}{2} = 25 \text{ kH}.$$



1- shakl

$$\sum M_V = 0. -R \cdot 3 + m + R_A \cdot 2 - 3q \cdot 0,5 = 0.$$

$$R_A = \frac{3P - m + 1,5q}{2} = \frac{3 \cdot 10 - 15 + 1,5 \cdot 10}{2} = 15 \text{ kH. Tekshirish.}$$

$$\sum Y = 0.$$

$$-R + R_A - 3q + R_B = 0.$$

$$-10 + 15 - 3 \cdot 10 + 25 = 0.$$

$$-40 + 40 = 0$$

$$0 = 0.$$

Balka yuklanish xarakteri bilan farqlanuvchi uchta qism (uchastka) dan (CA, AB, BD) iborat.

Balka qismi yoki uchastkasi deyilganida tuzilgan ichki kuch tenglamalari chegarasida o'zgarmas bo'lgan balka bo'laklari tushuntiriladi. Uchastka chegaralarini to'plangan kuch va momentlar, jumladan tayanch reaksiyalarini,

qo'yilgan kesimlar, taqsimlangan yuk ta'siri boshlangan yoki tamomlangan, yoki uning intensivligi yangi qonun bo'yicha o'zgaradigan kesimlar tashkil qiladi.

1 - *qism*. Koordinata boshi (C nuqta) dan Z_1 masofada balkani kesib, o'ng tomonni tashlab yuboraylik. Uchastka C va A nuqtalari bilan chegaralangan:

$$0 \leq Z_1 \leq 1 \text{ m.}$$

$Q = -P$ (sonst) - absstissa o'qiga parallel to'g'ri chiziq.

$M = -P \cdot Z_1$ - koordinata boshidan o'tgan to'g'ri chiziq

$$Z_1 = 0 \text{ da } M = 0;$$

$$Z_1 = 1 \text{ m da } M = -10 \text{ kNm.}$$

2 - *qism*, A va B tayanch kesimlari bilan chegaralangan. A kesimni koordinat boshi sifatida qabul qilingani ma'qul. Undan uchastkani Z_2 masofada kesib, balkaning o'ng qismini tashlab yuboraylik.

$$0 \leq Z_2 \leq 2 \text{ m}$$

$$Q = -P + R_A - qZ_2;$$

$$M = -R(Z_2 + 1) + M + R_A \cdot Z_2 - q \times Z_2 \times Z_2 \times 2/2.$$

Ko'ramizki, Q epyurasi koordinata boshidan o'tmagan to'g'ri chiziq, M epyurasi - kvadratik parabola ko'rinishida. Absstissaning chegaraviy qiymatlarida Q va M kattaliklarini topamiz.

$$Z_2 = 0 \text{ da } Q = 5 \text{ kN; } M = 5 \text{ kNm.}$$

$$Z_2 = 2 \text{ m da } Q = -15 \text{ kN; } M = -5 \text{ kNm.}$$

Eguvchi momentning ekstremal kattaligini topish uchun Q va M orasidagi differensial boglanishga ko'ra, ko'ndalang kuch epyurasi absstissa o'qini kesib o'tgan nuqta koordinatasini hisoblaymiz.

$$Q = 0. \quad -R + R_A - q Z_2 = 0.$$

$$Z_2 = \frac{-P + R_A}{q} = \frac{-10 + 15}{10} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Endi } Z_2 = 0,5 \text{ m da } M = 6,25 \text{ kNm.}$$

3 - *qism*. Balkaning B va D nuqtalar bilan chegaralangan o'ng konsol qismidan iborat. Hisoblarni engillashtirish maqsadida koordinata boshini D nuqtada deb qabul qilib, kesimdan o'ng tomonning muvozanatini ko'raylik.

$$0 \leq Z_3 \leq 1 \text{ m.}$$

$Q = qZ_3$ - koordinata boshidan o'tgan to'g'ri chiziq;

$M = -qZ_3 \cdot Z_3/2$ - kvadratik parabola.

$$Z_3 = 0 \text{ da } Q = 0; \quad M = 0.$$

$$Z_3 = 1 \text{ m da } Q = 10 \text{ kN; } M = -5 \text{ kNm.}$$

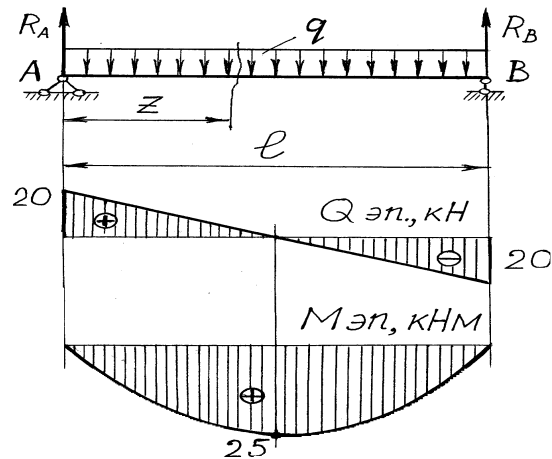
2-

masala. Ikkitayanchdayotgan vaq = 8 kN/myoyilgankuchta sirqilayotgano'g'rito'rtbu

rchakkesimliqarag'aybalkaning (2.1-shakl) mustahkamligitekshirilsin. Balkaning uzunligi $\ell = 5$ m, ko'ndalang kesimining o'lchamlari:

$b=18$ sm, $h = 30$ sm, ruxsat etilgan normal kuchlanish $[\sigma] = 10$ MPa.

Yechish. Balka simmetrik yuklangani uchun



2.1 - shakl.

$$R_A = R_B = \frac{ql}{2} = \frac{8 \cdot 5}{2} = 20 \text{ kH}.$$

Balka kesimlaridagi ichki kuchlar: ko'ndalang kuch (Q) va eguvchi moment (M) qiymatlarini kesish usulida topamiz.

$$0 \leq Z \leq \ell = 5 \text{ m}$$

$$Q = R_A - qz = 20 - 8z$$

$$M = R_A \cdot Z - q z \frac{z}{2}$$

$$Z = 0 \text{ da } Q = 20 \text{ kN}; \quad M = 0$$

$$Z = 5 \text{ m da } Q = -20 \text{ kN}; \quad M = 0$$

$$Q = 0 \text{ kesim absstissasini topamiz: } 20 - 8z = 0$$

$$z = \frac{20}{8} = 2,5 \text{ m}.$$

$$Z = 2,5 \text{ m da } M_{\max} = \frac{ql^2}{8} = 25 \text{ kHm}$$

Hisob natijalari asosida ko'ndalang kuch va eguvchi momentlar epyuralarini quramiz. Keyingi epyuradan xavfli kesim uchun

$$M_{\max} = 25 \text{ kNm}$$

Balka to'g'ri to'rtburchak kesimining qarshilik momenti

$$W_x = \frac{bh^2}{6} = \frac{18 \cdot 30^2}{6} = 2700 \text{ cm}^3.$$

Xavfli kesimdagi maksimal normal kuchlanish

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{25}{2700} \cdot 10^3 = 9,3 \text{ MPa}$$

Bu erda 10^3 - o'lchov birliklarni kelishtiruvchi koeffitsient.

Ko'ramizki, $\sigma_{\max} = 9,3 \text{ MPa} < [\sigma] = 10 \text{ MPa}$.

Demak, balka mustahkamligi ta'minlangan.

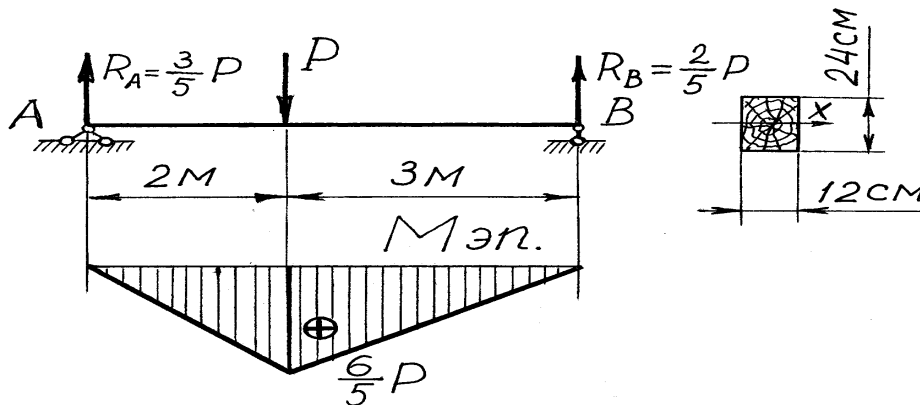
3-masala. To'g'ri burchak kesimli balkaga 2 - shakldagidek qo'yiladigan kuch kattaligi topilsin. Ruxsat etilgan normal kuchlanish $[\sigma] = 10 \text{ MPa}$.

Yechish. Balkadagi ruxsat etilgan eguvchi momentni egilishdagi mustahkamlikasosan hisoblaymiz.

$$M_{\max} \leq W_x [\sigma] = \frac{bh^2}{6} [\sigma] = \frac{12 \cdot 24^2}{6} \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 11,52 \text{ kNm}$$

Bu yerda 10^{-3} - o'lchov birliklarni muvofiqlashtiruvchi koeffitsient.

Balkaga qo'yilishi mumkin bo'lgan to'plangan kuch qiymatini topish uchun eng katta eguvchi moment va qo'yilayotgan kuch orasidagi munosabatni aniqlash



3.1- shakl.

lozim. Buning uchun esa eguvchi momentlarni epyurasini quramiz. Undan $M_{\max} = \frac{6}{5} P$.

Ushbu ifodani yuqoridagi kattalik bilan solishtirsak:

$$M_{\max} = \frac{6}{5} P \leq 11,52 \text{ kNm}$$

$$\text{Bundan } P \leq \frac{5 \cdot 11,52}{6} \approx 9,6 \text{ kN}$$

2-masala. 1 - shakldagidek yuklangan balka uchun $\ell = 1,6 \text{ m}$; $q\ell = 100 \text{ kN}$ bo'lsa, qo'shtavr kesim tanlansin. Ruxsat etilgan normal kuchlanish $[\sigma] = 160 \text{ MPa}$.

Echish. Eng katta eguvchi moment qiymati

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{8} = \frac{ql \cdot l}{8} = \frac{100 \cdot 1,6}{8} = 20 \text{ kNm}.$$

Balka ksimining zarur qarshilik momenti (18.5) asosida

$$W_x \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{20 \cdot 10^3}{160} = 125 \text{ cm}^3.$$

Sortamentlar jadvalidan bunga xos qo'shtavr №18 bo'lib, uning uchun $W'_x = 143 \text{ cm}^3$.

Unda kuchlanishlar farqi

$$\frac{W_x - W'_x}{W'_x} \cdot 100 = \frac{125 - 143}{143} \cdot 100 = -12,6\% \text{ (kamligi)}.$$

Ushbu kattalikning ± 5 foizidan ortmasligi tavsiya etiladi. (Bundan oldingi qo'shtavr №16 uchun $W''_x = 109 \text{ cm}^3$ bo'lib, kuchlanishning ko'pligi 14,68 foizni tashkil etadi - xavfli).

Nazorat savollari

1. Ko'ndalang kuch va eguvchi moment epyuralari nimaga kerak?
2. Ko'ndalang kuch va yoppa kuch intensivligi orasida qanday differentsial boglanish bor?
3. Eguvchi moment va ko'ndalang kuch orasida qanday differentsial boglanish bor?
4. Eguvchi moment va yoppa kuch intensivligi orasida qanday differentsial boglanish bor?
5. Ko'ndalang kuch va eguvchi moment epyuralari orasida qanday boglanish mavjud?
6. Eguvchi momentning egri chiziq ko'rinishidagi epyurasining qavariq tomoni taqsimlangan yuk yo'nalishiga nisbatan qanday yo'naladi?
7. Balkaga qo'yilgan to'plangan kuch va juft kuch momenti ta'siri ko'ndalang kuch va eguvchi moment epyuralarida qanday aks etadi?
8. Balkaning chap uchiga to'plangan kuch, o'ng uchiga juft kuch ta'sir etadi. Ularning ko'ndalang kuch va eguvchi moment epyuralariga ta'siri qanday ko'rinishda bo'ladi?
9. Qurilgan ko'ndalang kuch va eguvchi moment epyularining to'griligini qanday belgilar bo'yicha tekshirishni bilasiz?
10. Kvadratik parabola ko'rinishidagi eguvchi moment epyurasining xarakterli nuqtalari qanday topiladi?

ADABIYOTLAR

Asosiy

1. Nabiyeu A, Xasanov S. Materiallar qarshiligi. Oliy o'quv yurtlari uchun darslik. T.; Fan va texnologiya .2005. -380 b.
2. Mansurov K.M. Materiallar qarshiligi kursi. Texn. O'quv yurt. studentlari uchun darslik. –T.; O'qutuvchi, 1983. -504 b.
3. V.K. Kachurin. Materiallar qarshiligidan masalalar tuplami. –T.; Uzbekiston, 1993, -336 b.
5. Смирнов А.Ф. Материаллар каршилиги. –Т.; Уктувчи, 1988.-464 б.

Qo'shimcha

1. Феодосьев В.И. Избранные задачи и вопросы по сопротивлению материалов. –М.; Наука, 1973, -184 с
 2. Коробоев Х.Т Материаллар каршилигидан лаборатория ишлари. -Т.; Укитувчи, 1983.-176 б.
 7. Materiallarning mexanik sinoviga doir laboratoriya ishlari. Amanov K, Abduraxmonov Sh, Xamzaev I. 2005y 141b.
 8. Elektron darsliklar: Svidetelstvo №DGU 00612 (RUz) ob ofitsialnoy registratsii programm dlya EVM. Nazvaniye prog. "BALKA2.PAS" // Turayev F.T., Karimov A.R., 27.02.2003.
Svidetelstvo №DGU 20003 0047 (RUz) obofitsialnoy registratsii programm dlya EVM. Nazvaniye prog. "VNEKUL.BAS" // R.I. Karimov, F.T. Turayev, A.X. Umurzakov, 19.09.2003
Svidetelstvo №DGU 00516, 00517, 00518 (RUz) obofitsialnoy registratsii programm dlya EVM. Nazvaniye prog.
"UZKN1.PAS", "UZKN2.PAS", "UZKN3.PAS" // R.I. Karimov, A.S. Nurmatov, 25.09.2002.
- Oquv jarayonida IVM va Pentium tipidagi shaxsiy kompyuterlarda animatsion modellar, kinofilm, diafilm, kurgazmali kurollar, uzbek va rus tilidagi plakatlardan keng qo'llaniladi.

www.ilm.uz

www.ziyo.net

MUNDARIJA

1. Kirish.....	
2. Statika. Kuchlarni qo'shish, bog'lanish reaksiyalari va bir nuqtada uchrashuvchi kuchlar tizimining muvozanatiga doir masalalar yechish....	
3. Cho'zilish yoki siqilish, cho'zilish yoki siqilish deformatsiyasi.....	
4. Tekis shaklning geometrik xarakteristikalar	
5. Buralish deformatsiyasi. guk qonuni. buralishda ichki zo'riqish.....	
6. Egilish. egilish deformatsiyasi.....	
7. Adabiyotlar.....	