

O`zbekiston Respublikasi oliy va o`rta maxsus
ta`lim vazirligi

Buxoro Oziq-ovqat va yengil sanoat
texnologiyasi instituti

“Mexanika” kafedrası

“Nazariy mexanika”
fanidan

“FAZODA IXTIYORIY JOYLASHGAN KUCHLAR
SISTEMASI” **mavzusida**

REFERAT

Bajardi:

2-08 MYSMT guruh
talabasi Raxmonova Z.

Qabul qildi:

dots.G'aybullayev Z.X.

Buxoro 2010

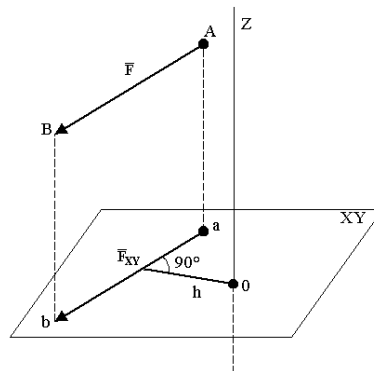
**FAZODA IXTIYORIY JOYLASHGAN KUCHLAR
SISTEMASI. O`QQA NISBATAN KUCH MOMENTI
REJA:**

1. Kuchni o`qqa nisbatan momenti.
2. Kuchni o`qqa nisbatan momenti bilan shu o`qdagi nuqtaga nisbatan momenti orasidagi bog`lanishni hisoblash uchun formulalar .
3. Fazoda ixtiyoriy yo`nalgan kuchlar sistemasini berilgan markazga keltirish. Kuchlar sistemasining bosh vektori va bosh momenti .
4. O`qqa nisbatan kuch momentini analitik ifodalash
5. Fazodagi kuchlar sistemasining bosh vektori va bosh momenti

Kuchni o`qqa nisbatan momenti

Fazoda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasiga oid statika masalalarini yechishda kuchning o`qqa nisbatan momenti tushunchasidan foydalaniladi.

Jismning **A** nuqtasiga qo`yilgan  $\vec{F}$  kuchi va **Z** o`qi berilgan bo`lsin (1-rasm). Kuchning shu o`qqa nisbatan momentini aniqlaymiz. Buning uchun **Z** o`qiga perpendikulyar qilib (**xy**) tekisligini o`tkazamiz $\vec{F}$ kuchini shu tekislikka proektsiyalaymiz.



1-rasm

Buning uchun boshidan va uchidan tekislikka perpendikulyar tushiramiz (1-rasm).

$\vec{a}b = \vec{F}_{xy} - \vec{F}$ kuchining **xy** tekislikdagi proektsiyasi vektor kattalik chunki **y** qiymatga va yo`nalishiga ega. Kuchning proektsiyasidan kuch bilan **Z** o`qiga kesishgan nuqtasiga (0) nisbatan moment olamiz. $\vec{F}$ kuchining **Z** o`qiga nisbatan momentini  $m_z(\vec{F})$  bilan belgilaymiz. Kuchning **Z** o`qiga nisbatan momenti quyidagi formula bilan topiladi.

$$m_z(\vec{F}) = m_0(\vec{F}_{xy}) = \pm \vec{F}_{xy} \cdot h \quad (1)$$

bunda, **h** F_{xy} kuchining **0** nuqtaga nisbatan yelkasi. (1) - formula quyidagicha ta`riflanadi.

Kuchning o`qqa nisbatan momenti kuchning shu o`qqa perpendikulyar tekislikdagi proektsiyasidan o`q bilan tekislikning kesishgan nuqtasiga nisbatan olingan momentiga teng bo`ladi.

Agar kuch jismni o`q atrofida soat strelkasi yo`nalishiga qarama-qarshi aylantira musbat, soat strelkasi yo`nalishi bo`yicha aylantirsa manfiy ishora bilan olinadi.

O nuqta bilan **a, b** nuqtalarni tutashtiramiz (2-rasm) natijada oab uchburchak hosil bo`ladi.

Bu uchburchakning yuzi

$$\Delta S_{oab} = 1/2 F_{xy} h \quad (2)$$

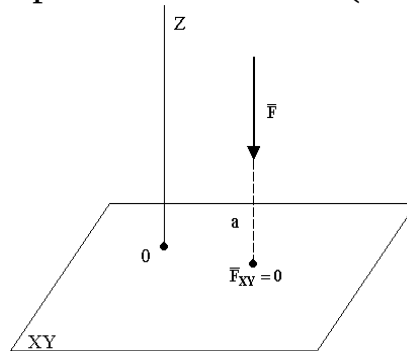
$$2 \cdot \Delta S_{oab} = F_{xy} \cdot h = m_z(\bar{F})$$

$$m_z(F) = 2 \cdot \Delta S_{oab}$$
(3)

Demak, o`qqa nisbatan kuch momenti **0** nuqtadan va $\bar{F}_{xy}$ kuchdan tuzilgan uchburchak yuzining ikkilanganiga teng.

Quyidagi hollarni o`qqa nisbatan kuch momenti **0** ga teng bo`ladi.

- 1) $\bar{F}$ kuchi **Z** o`qiga parallel bo`lsin (2-rasm)

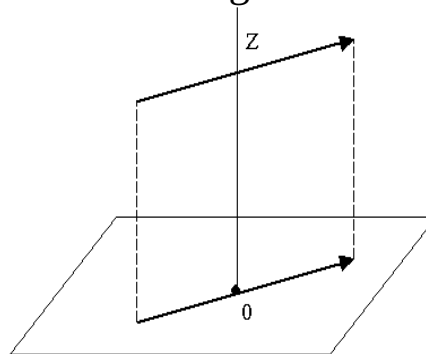


2- rasm

bu holda kuchning **Z** o`qiga perpendikulyar bo`lgan tekislikdagi proektsiyasi 0 ga teng bo`ladi.

$$F_{xy}=0$$

- 2) $\bar{F}$ kuchi **Z** o`qi bilan kesishgan bo`lsa



3- rasm

bu holda kuchning yelkasi nolga teng bo`ladi. **h=0**.

Bu ikki holni quyidagicha birlashtirish mumkin.

Kuch bilan o`q bir tekislikda yotgan bo`lsa kuchning shu o`qqa nisbatan momenti nolga teng bo`ladi. Bu ikki holda ham $\bar{F}$ kuchi jismni **Z** o`qi atrofida aylantira olmaydi. Kuch jismni faqat o`q bo`ylab siljitadi. O`qqa nisbatan kuch momentining mexanik ma`nosi quyidagicha ta`riflanadi:

O`qqa nisbatan kuch momenti kuchning jismni shu o`q atrofida aylantirish effektini xarakterlaydi.

O`qqa nisbatan kuch momentini aniqlash uchun;

1. O`qqa perpendikulyar tekislik o`tkazish kerak.
2. Kuchni shu tekislikka proektsiyalash kerak ya`ni proektsiyani modulini hisoblash kerak.

3. O`q bilan tekislikning kesishgan nuqtasidan kuchning proektsiyasiga perpendikulyar tushirib, kuchning yelkasini aniqlaymiz h ni topamiz.

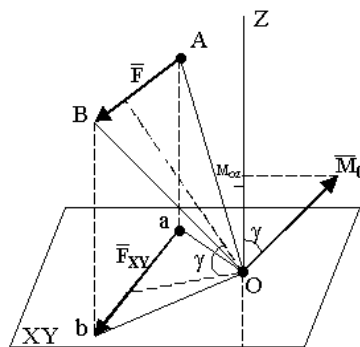
4. $F_{xy} \cdot h$ ni hisoblash kerak.

5. O`qqa nisbatan kuch momentini ishorasini aniqlash kerak.

Nuqtaga nisbatan kuch momenti bilan shu nuqtadan o`tgan o`qqa nisbatan kuch momenti orasidagi munosabat.

Fazodagi biror A nuqtaga $\vec{F}$ kuchi qo`yilgan bo`lsin (4- rasm).

Bu kuchni O nuqtaga nisbatan moment M_O shu nuqtaga qo`yilgan vektor kattalik bo`lib uning moduli quyidagi formula bilan topiladi;



4- rasm

$$M_O = 2 \cdot \Delta OAB \text{ yuzi} \quad (4)$$

O nuqtadan Z o`qini o`tkazib, $\vec{F}$ kuchini shu o`qqa nisbatan momentini aniqlaymiz. Buning uchun  $Z$  o`qiga perpendikulyar qilib xu tekisligini o`tkazamiz. Kuchni shu tekislikka proektsiyalaymiz. Hosil bo`lgan F_{xy} proektsiyadan Z o`qi bilan  $xy$  tekisligining  $O$  nuqtasiga nisbatan moment olamiz. Ma`lumki, $\vec{F}$ kuchining Z o`qiga nisbatan moment (4) asosan,

$$m_O(\vec{F}) = 2 \Delta S_{OAB} \quad (5)$$

Uchburchak OAB , OAB uchburchakning (xy) tekisligidagi proektsiyasi bo`ladi. Proektsiyaning ta`rifiga asosan,

$$\Delta S_{Oab} = \Delta S_{OAB} \cos \gamma$$

bu formulaning ikkala qismini ikkiga ko`paytiramiz,

$$2\Delta S_{Oab} = 2 \Delta S_{OAB} \cos \gamma \quad (6)$$

(6)-formulani (4) va (5) ga asoslanib quyidagicha yozamiz;

$$m_z(\vec{F}) = M_O \cos \gamma \quad (7)$$

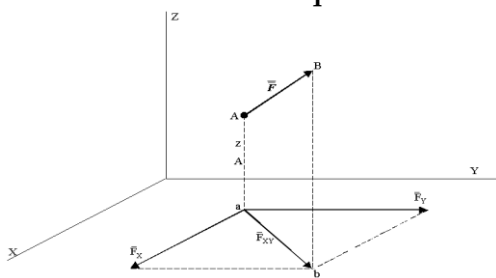
bunda $M_{oz} = M_O \cos \gamma$ -bu $\vec{F}$ kuchning O nuqtaga nisbatan olingan momentining shu nuqtadan o`tgan  $Z$  o`qidagi proektsiyasi. (7) ni quyidagicha yozish mumkin;

$$m_z(\vec{F}) = M_{oz} \quad (8)$$

Demak, (66) yoki (8) -formulalar nuqtaga nisbatan kuch momenti bilan shu nuqtadan o'tgan o'qqa nisbatan kuch momenti haqidagi munosabatni ifodalaydi: Nuqtaga nisbatan kuch momentining shu nuqtadan o'tgan o'qdagi proektsiyasi kuchning shu o'qqa nisbatan olingan momentiga teng.

Koordinata o'qlariga nisbatan kuch momentini hisoblash uchun formulalar

Agar $(\vec{F})$ kuchning koordinata o'qlaridagi proektsiyalari F_x , F_y va shu kuch qo'yilgan A nuqtaning x , y koordinatalari berilgan bo'lsa (5-rasm) $\vec{F}$ kuchning x , y va z o'qlariga nisbatan momentini quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

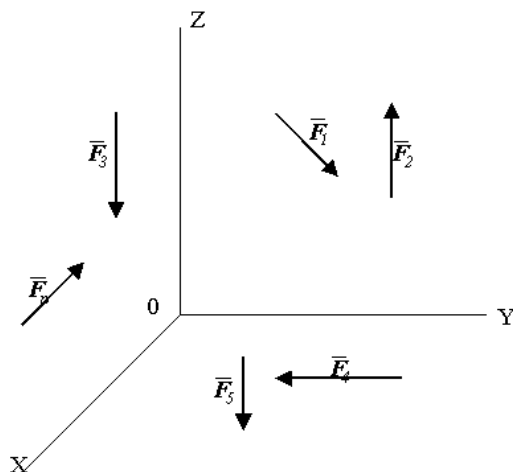


5-rasm

$$\begin{aligned} m_x(F) &= yF_z - zF_y \\ m_y(F) &= zF_x - xF_z \\ m_z(F) &= xF_y - yF_x \end{aligned} \quad (9)$$

Fazoda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasini berilgan markazga keltirish. Kuchlar sistemasining bosh vektori va bosh momenti.

Fazoda ixtiyoriy joylashgan $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ kuchlar sistemasi berilgan bo'lsin (6-rasm). Shu kuchlarni O nuqtaga keltirish kerak. Fazoda ixtiyoriy joylashgan kuchlarni tekislikda ixtiyoriy joylashgan kuchlarga o'xshash bosh vektor $\vec{R}$ ga teng bo'lgan bitta kuchga va momenti bosh moment M_o ga teng bo'lgan bitta juft kuchga keltirish mumkin. Bosh vektor berilgan kuchlarning geometrik yig'indisiga teng;

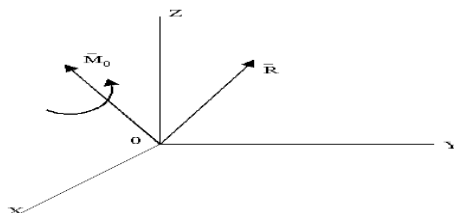


6-rasm

$$\begin{aligned} \vec{R} &= \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \dots + \vec{F}_n = \sum \vec{F} \\ \vec{R} &= \sum \vec{F} \end{aligned} \quad (10)$$

Bosh moment esa keltirilishi kerak bo'lgan kuchlarning keltirish markaziga nisbatan olingan momentlarning geometrik yig'indisiga teng;

$$\begin{aligned} \vec{M}_o &= \vec{m}_o(\vec{F}_1) + \vec{m}_o(\vec{F}_2) + \dots + \vec{m}_o(\vec{F}_n) = \sum \vec{m}_o(\vec{F}) \\ \vec{M}_o &= \sum \vec{m}_o(\vec{F}) \end{aligned} \quad (11)$$



7-rasm

Fazoda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasining bosh vektori va bosh momentini hisoblash.

1. Bosh vektorni hisoblaymiz. Buning uchun (10) -chi vektor tenglamaning ikkala qismini koordinata o'qlariga proektsiyalaymiz;

$$\begin{aligned} R_x &= x_1 + x_2 + \dots + x_n = \sum x \\ R_y &= y_1 + y_2 + \dots + y_n = \sum y \\ R_z &= z_1 + z_2 + \dots + z_n = \sum z \end{aligned} \quad (12)$$

(71) - formula bilan bosh vektorning koordinata o'qlaridagi proektsiyalari topiladi.

Bosh vektorning moduli quyidagi formula bilan topiladi;

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2} \quad \text{yoki} \\ R &= \sqrt{(\sum X)^2 + (\sum Y)^2 + (\sum Z)^2} \end{aligned} \quad (13)$$

Bosh vektorning yo'nalishi esa quyidagi formula bilan aniqlanadi;

$$\cos \alpha = \frac{R_x}{R}; \quad \cos \beta = \frac{R_y}{R}; \quad \cos \gamma = \frac{R_z}{R} \quad (14)$$

bunda, α, β, γ , $\bar{R}$ bilan $\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{z}$ o'qlari orasidagi burchak.

2. Bosh momentni hisoblash.

Buning uchun vektor tenglamaning ikki qismini koordinata o'qlariga proektsiyalaymiz va nuqtaga nisbatan kuch momenti bilan shu nuqtadan kuch momenti orasidagi munosabatdan foydalanib bosh momentning koordinata o'qlaridagi proektsiyalarini aniqlaymiz.

$$\begin{aligned} M_{0x} &= m_x(\bar{F}_1) + m_x(\bar{F}_2) + \dots + m_x(\bar{F}_n) = \sum m_x(\bar{F}) \\ M_{0y} &= m_y(\bar{F}_1) + m_y(\bar{F}_2) + \dots + m_y(\bar{F}_n) = \sum m_y(\bar{F}) \\ M_{0z} &= m_z(\bar{F}_1) + m_z(\bar{F}_2) + \dots + m_z(\bar{F}_n) = \sum m_z(\bar{F}) \\ M_{0x} &= \sum m_x(\bar{F}) \\ M_{0y} &= \sum m_y(\bar{F}) \\ M_{0z} &= \sum m_z(\bar{F}) \end{aligned} \quad (15)$$

bunda, $\mathbf{M}_{0x}$, $\mathbf{M}_{0y}$, $\mathbf{M}_{0z}$ - bosh moment $\mathbf{M}_0$ ning $\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{z}$ o'qlaridagi proektsiyasi.

Bosh momentning koordinata o'qlaridagi proektsiyasi kuchlardan shu o'qqa nisbatan olingan momentlarning yig'indisiga teng.

Bosh momentning miqdori quyidagi formula bilan topiladi;

$$\begin{aligned} M_0 &= \sqrt{M_{0x}^2 + M_{0y}^2 + M_{0z}^2}; \text{ yoki} \\ M_0 &= \sqrt{[\sum m_x(\bar{F})]^2 + [\sum m_y(\bar{F})]^2 + [\sum m_z(\bar{F})]^2} \end{aligned} \quad (16)$$

Bosh momentning yo'nalishi quyidagi formula bilan topiladi;

$$\cos \alpha_1 = \frac{M_{0x}}{M_0}; \quad \cos \beta_1 = \frac{M_{0y}}{M_0}; \quad \cos \gamma_1 = \frac{M_{0z}}{M_0} \quad (17)$$

bunda, α, β, γ - bosh moment M_0 ning mos ravishda $\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{z}$ o'qlari bilan tashkil etgan burchagi.

Fazoda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasining analitik

muvozanat shartlari.

Fazoda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasi muvozanatda bo'lishi uchun bosh vektor va bosh moment bir vaqtda nolga teng bo'lishi zarur va yetarli;

$$\bar{R} = \mathbf{0} \quad \bar{M}_0 = 0 \quad (18)$$

(18)-tenglik kuchlarning geometrik ko'rinishdagi muvozanatlik shartini ifodalaydi. (13) va (16) formulalardan

foydalanib kuchlarning analitik muvozanat sharti quyidagi ko`rinishda yoziladi.

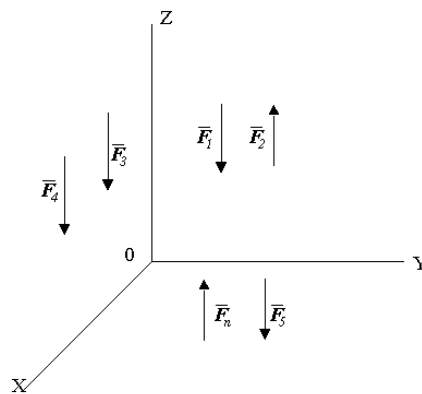
$$\begin{aligned}\sum x = 0 \quad \sum m_x(\bar{F}) &= 0 \\ \sum y = 0 \quad \sum m_y(\bar{F}) &= 0 \\ \sum z = 0 \quad \sum m_z(\bar{F}) &= 0\end{aligned}\quad (19)$$

(19)-formula fazoda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasining analitik muvozanatlik shartini ifodalaydi. Bu shart quyidagicha ta'riflanadi.

Fazoda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasi muvozanatda bo'lishi uchun bu kuchlarning **x,y,z** o'qlaridagi proektsiyalarining yig'indisi va shu o'qlarga nisbatan olingan momentlarning yig'indisi nolga teng bo'lishi zarur va yetarli shartdir.

Xususiyl hol. $\bar{F}_1, \bar{F}_2, \dots, \bar{F}_n$ kuchlari fazoda joylashgan va o'zaro parallel bo'lsin (8-rasm). Shu kuchlarning muvozanat shartini aniqlaymiz. Buning uchun koordinata o'qlarini birini masalan **Z** o'qini kuchlarga parallel qilib yo'naltiramiz. Parallel kuchlarga fazoda ixtiyoriy yo'nalgan kuchlarning analitik muvozanat shartini tadbiiq qilamiz.

$$\begin{aligned}\sum Z &= 0 \\ \sum m_x(\bar{F}) &= 0 \\ \sum m_y(\bar{F}) &= 0\end{aligned}\quad (20)$$



8-rasm

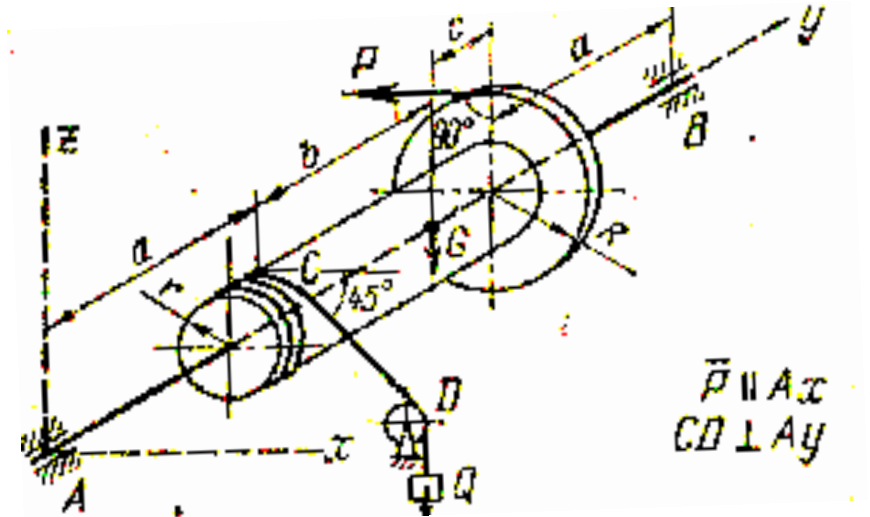
(20)-formula fazoda parallel yo'nalgan kuchlar sistemasining analitik muvozanat shartini ifodalaydi.

Fazoda parallel yo'nalgan kuchlar sistemasi muvozanatda bo'lishi uchun shu kuchlarga parallel bo'lgan o'qdagi proektsiyalarining yig'indisi va qolgan ikkita o'qqa nisbatan momentlarining yig'indisi nolga teng bo'lishi zarur va yetarli shartdir.

QATTIQ JISM (VALLARGA)LARGA QO'YILGAN TAYANCH REAKSIYA KUCHLARINI ANIQLASH.

Qattiq jismlar (vallar) mashina transport vositalarida ko'p ishlatilishi sababli bu vallarga qo'yilgan tayanch reaksiya kuchlarini aniqlash katta ahamiyatga ega.

SHunday vallarning biriga qo'yilgan tayanch reaksiya kuchlarini aniqlaymiz.



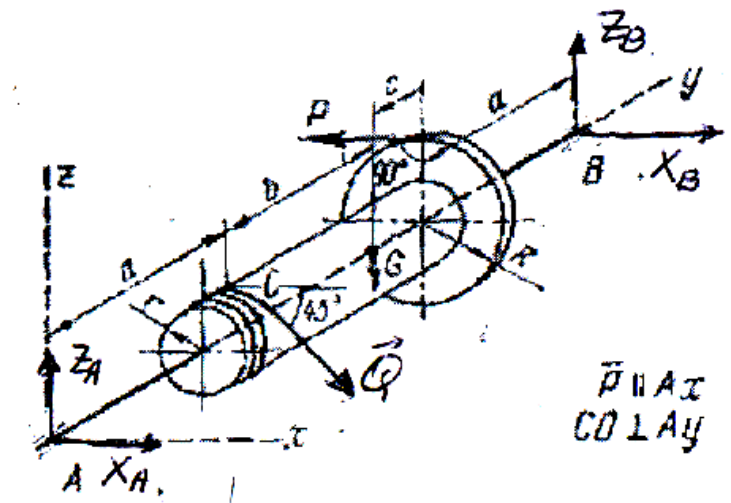
Berilgan:

$R=4\text{kN}$, $G=10\text{kN}$.

$a=10\text{sm}$, $b=15\text{ sm}$.

$c=4\text{ sm}$, $R=8\text{ sm}$.

Valning A va V nuqtalariga qo'yilgan tayanch reaksiyalarini va Q-ni aniqlash:



Yechish:

AB valga qo'yilgan kuchlar va reaksiya kuchlarini ko'rsatamiz. Noma'lumlarni topish uchun fazoda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasining muvozanat tenglamalarini tuzamiz.

$$\Sigma X_i = 0 : \quad x_A + x_B - p + Q \cos 45^\circ = 0; \quad (1)$$

$$\Sigma Y_i = 0 : \quad 0 = 0; \quad (2)$$

$$\Sigma z_i = 0 : \quad Z_A - G + Z_B - Q \sin 45^\circ = 0; \quad (3)$$

$$\Sigma m_x = 0 : \quad -Q \sin 45^\circ - G(f + b) + Z_B(2a + b + c) = 0; \quad (4)$$

$$\Sigma m_y = 0 : \quad -P R + Q r = 0; \quad (5)$$

$$\Sigma m_z = 0 : \quad -Qa \cos 45^\circ + P(a + b) - X_B(2a + b + c) = 0; \quad (6)$$

Bu tenglamalardan noma'lumlarni aniqlaymiz:

$$(5)\text{- tenglamadan} \quad Q = \frac{P \cdot R}{r} = 16 \text{ kH};$$

$$(6)\text{- tenglamadan} \quad X_B = \frac{p(a + b) - Q a \cos 45^\circ}{2a + b + c} = -0,31 \text{ kH}$$

$$(4)\text{- tenglamadan} \quad Z_B = \frac{Q a \sin 45^\circ + G(a + b)}{2a + b + c} \approx 9,28 \text{ kH}$$

$$(3)\text{- tenglamadan} \quad Z_A = G - Z_B + Q \sin 45^\circ \approx 11,92 \text{ kH}.$$

$$(9)\text{- tenglamadan} \quad X_A = P - X_B - Q \cos 45^\circ \approx -6,9 \text{ kH}$$

Adabiyotlar:

Asosiy:

1. P.Shohaydarova, Sh.Shoziyotov, Sh.Zoirov «Nazariy mexanika» darslik. Toshkent, 1991 yil.
2. T.R.Rashidov, Sh.Shoziyotov, K.B.Mo'minov «Nazariy mexanika asoslari» darslik. Toshkent, 1990 y.
3. S.M.Targ «Kratkiy kurs teoreticheskoy mexaniki» «Visshaya shkola» 2002 g.
4. I.V.Meshcherskiy. Nazariy mexanikadan masalalar to'plami. O'quv qo'llanmasi Toshkent. 1989 y.

Qo'shimcha:

1. Murodov M.M., Usnatdinov K.U., Inoyatova X. "Nazariy mexanika"
2. Murodov M.M., Gaybullayev Z.X.. "Nazariy mexanika" fanidan ma'ruzalar matni 1999 y.
3. S.K.Azizqoriev, Yangurazov Sh. Nazariy mexanikadan masalalar yechish o'quv qo'llanmasi. Toshkent, 1980 y.
4. Murodov M.M., Usnatdinov K.U. "Nazariy mexanikadan nazorat savollari" 2001y.