Fan: NAZARIY MEXANIKA

2-MAVZU: KESISHUVCHI KUCHLAR TIZIMI, GEOMETRIK VA ANALITIK MUVOZANAT

Reja:

1. Statikaning asosiy tushunchalari va aksiomalari
2. Kesishuvchi kuchlar tizimi. Kuchlar parallelogrammi va uchburchagi
3. Kesishuvchi kuchlarni geometrik usulda qo‘shish. Geometrik muvozanat sharti
4. Kuchning o‘qdagi proyeksiyasi. Analitik usul va analitik muvozanat shartlari
5. Masalalar yechish tartibi va misollar
6. Mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligida qo‘llanilishi

GLOSSARY (ГЛОССАРИЙ)

O‘zbekcha	Ruscha	Inglizcha	Mazmuni
Nazariy mexanika	Теоретическая механика	Theoretical mechanics	Jismlar harakati va muvozanatining umumiy qonunlarini o‘rganuvchi fan.
Moddiy nuqta	Материальная точка	Material point / Particle	Massasi bor, lekin o‘lchamlari hisobga olinmaydigan jism.
Absolyut qattiq jism	Абсолютно твёрдое тело	Rigid body	Ikki nuqtasi orasidagi masofa o‘zgarmas bo‘lgan jism.
Mexanik sistema	Механическая система	Mechanical system	O‘zaro ta’sirlashuvchi moddiy nuqtalar yoki jismlar to‘plami.
Kuch	Сила	Force	Jismga boshqa jismlar ta’sirini ifodalovchi vektor kattalik.
Kuch momenti	Момент силы	Moment of force	Kuchning nuqta yoki o‘qqa nisbatan aylantirish ta’sirini xarakterlovchi kattalik
Juft kuchlar	Пара сил	Couple	Moduli teng, yo‘nalishi qarama-qarshi bo‘lgan parallel kuchlar sistemasi.
Bog‘lanish	Связь	Constraint	Jism harakatini cheklovchi shart.
Bog‘lanish reaksiyasi	Реакция связи	Constraint reaction	Bog‘lanishning jismga ta’sir etuvchi kuchi.
Erkinlik darajasi	Степень свободы	Degree of freedom	Sistemaning holatini aniqlovchi mustaqil koordinatalar soni.

1. Statikaning asosiy tushunchalari

Statika – nazariy mexanikaning kuchlar tizimini soddaroq ko‘rinishga keltirish va jismlarning muvozanat shartlarini o‘rganadigan bo‘limi. Muvozanat deganda jismning boshqa jismlarga nisbatan tinch holatda bo‘lishi yoki tekis va to‘g‘ri chiziqli harakatlanishi tushuniladi.

Kuch – jismlarning bir-biriga mexanik ta’sirining o‘lchovi bo‘lib, vektor kattalikdir. U uch elementi bilan aniqlanadi: son qiymati (moduli), yo‘nalishi va qo‘yilish nuqtasi. Xalqaro birliklar tizimida kuch nyutonda (N) o‘lchanadi; amalda kN ham ishlatiladi.

Kuchlar tizimi deb bir jismga bir vaqtda ta’sir etuvchi kuchlar to‘plamiga aytiladi. Agar ikki kuchlar tizimi jismga bir xil mexanik ta’sir ko‘rsatsa, ular ekvivalent (teng kuchli) tizimlar deyiladi. Berilgan tizimning barcha kuchlari ta’sirini bitta kuch bilan almashtirish mumkin bo‘lsa, shu kuch tizimning teng ta’sir etuvchisi (R) deb ataladi. Jismni muvozanatda saqlovchi tizim muvozanatlashuvchi tizim, deb yuritiladi.

Jism erkin bo‘lmasa, uning harakati boshqa jismlar (tayanch, ip, sterjen, sharnir) bilan cheklangan bo‘ladi. Harakatni cheklovchi jismlar bog‘lanishlar deb, ularning jismga ko‘rsatgan ta’siri esa bog‘lanish reaksiyalari deb ataladi. Reaksiya kuchi doimo bog‘lanish tomonidan yo‘qotiladigan siljish yo‘nalishiga teskari yo‘naladi.

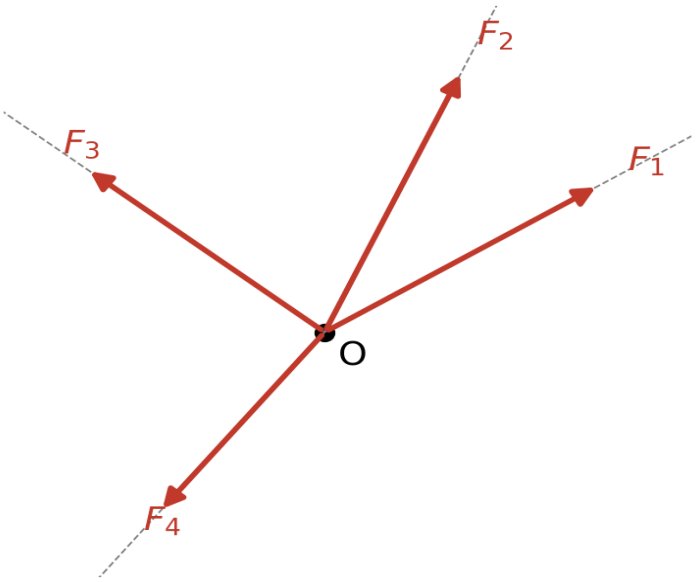
Statikaning asosiy aksiomalari:

1. **Inersiya aksiomasi.** Jismga ta’sir etuvchi kuchlar muvozanatlashgan bo‘lsa, u tinch yoki tekis to‘g‘ri chiziqli harakat holatini saqlaydi.
2. **Ikki kuchning muvozanati.** Ikki kuch bitta to‘g‘ri chiziq bo‘ylab, qarama-qarshi tomonga yo‘nalgan va modullari teng bo‘lgandagina erkin qattiq jismni muvozanatda saqlaydi.
3. **Muvozanatlashuvchi kuchlarni qo‘shish va olib tashlash.** Qattiq jismga ta’sir etuvchi kuchlar tizimiga muvozanatlashgan kuchlar tizimini qo‘shish yoki undan olib tashlash jismning holatini o‘zgartirmaydi. Natija: kuchni o‘z ta’sir chizig‘i bo‘ylab istalgan nuqtaga ko‘chirish mumkin.

4. **Kuchlar parallelogrammi aksiomasi.** Jismning bir nuqtasiga qo‘yilgan ikki kuchning teng ta’sir etuvchisi shu kuchlarga qurilgan parallelogrammning diagonaliga teng.
5. **Ta’sir va aks ta’sir aksiomasi.** Ikki jism o‘zaro modullari teng, yo‘nalishlari qarama-qarshi kuchlar bilan ta’sirlashadi (Nyutonning III qonuni).
6. **Qotish aksiomasi.** Deformatsiyalanuvchi jism muvozanatda bo‘lsa, u qotib qolgandan keyin ham muvozanatini saqlaydi.

2. Kesishuvchi kuchlar tizimi

Kesishuvchi kuchlar tizimi deb, ta’sir chiziqlari bir nuqtada kesishadigan kuchlar tizimiga aytiladi. Qattiq jismga qo‘yilgan kuchni o‘z ta’sir chizig‘i bo‘ylab siljitish mumkinligi sababli, bunday tizimning barcha kuchlarini ta’sir chiziqlarining kesishish nuqtasi O ga ko‘chirib, jismning bitta nuqtasiga qo‘yilgan deb qarash mumkin (1-rasm). Kesishuvchi kuchlar tizimi tekislikda joylashgan (tekis) yoki fazoda joylashgan (fazoviy) bo‘lishi mumkin.



1-rasm. Kesishuvchi kuchlar tizimi (F_1, F_2, F_3, F_4 kuchlarning ta’sir chiziqlari O nuqtada kesishadi)

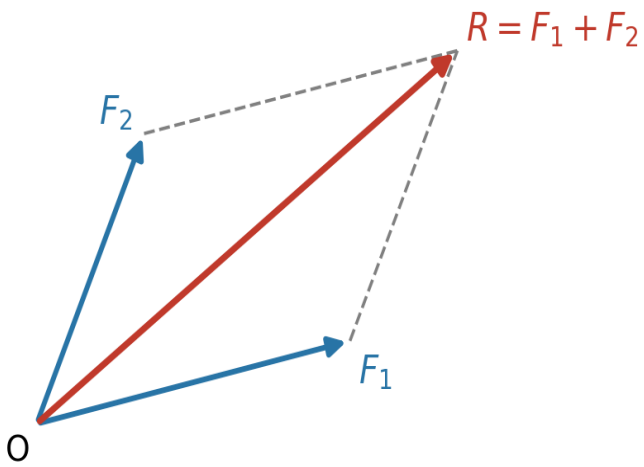
Statikaning asosiy teoremasi: kesishuvchi kuchlar tizimi, umumiy holda, bitta teng ta’sir etuvchiga keltiriladi. Bu teng ta’sir etuvchi kuchlar kesishgan nuqtadan o‘tadi va kuchlarning geometrik (vektor) yig‘indisiga teng:

$$R = F_1 + F_2 + \ldots + F_n = \Sigma F_k$$

Demak, kesishuvchi kuchlar tizimining teng ta’sir etuvchisi shu kuchlarning vektor yig‘indisiga teng bo‘lib, tizim qo‘yilgan nuqtadan o‘tadi. Uni topishning ikki xil usuli mavjud: geometrik va analitik usullar.

3. Geometrik usul

3.1. Ikki kuchni qo‘shish. Bir nuqtaga qo‘yilgan F_1 va F_2 kuchlarning teng ta’sir etuvchisi ularga qurilgan parallelogrammning diagonali bo‘yicha aniqlanadi (2-rasm). Uning moduli kosinuslar teoremasi bilan topiladi:



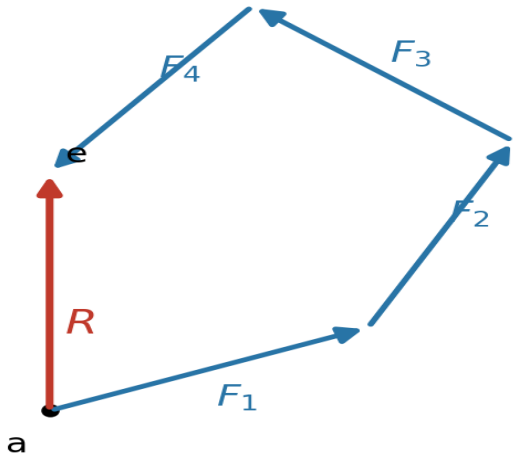
2-rasm. Kuchlar parallelogrammi qoidasi

$$R = \sqrt{(F_1^{\,2} + F_2^{\,2} + 2F_1F_2 \cdot \cos\varphi)}$$

bu yerda φ – kuchlar orasidagi burchak. Xususiy hollar: φ = 0° bo‘lsa, R = F_1 + F_2 (eng katta qiymat); φ = 180° bo‘lsa, R = |F_1 − F_2| (eng kichik qiymat); φ = 90° bo‘lsa, R = $\sqrt{(F_1^2 + F_2^2)}$. Yo‘nalishi sinuslar teoremasi orqali aniqlanadi. Amalda parallelogrammning o‘rniga yarmi – kuchlar uchburchagidan foydalaniladi: F_1 kuchning oxiriga F_2 kuchi ko‘chirilib qo‘yiladi, birinchi kuchning boshini ikkinchisining oxiri bilan tutashtiruvchi vektor R bo‘ladi.

3.2. Kuch ko‘pburchagi. Kuchlar soni ikkitadan ko‘p bo‘lsa, kuchlar uchburchagi qoidasi ketma-ket qo‘llanadi. Tanlangan masshtabda F_1 vektor chiziladi, uning oxiridan F_2 vektor, F_2 ning oxiridan F_3 vektor va hokazo qo‘yiladi. Birinchi

vektorning boshini oxirgi vektorning oxiri bilan tutashtiruvchi vektor teng ta’sir etuvchi R ni beradi (3-rasm). Hosil bo‘lgan ochiq shakl kuch ko‘pburchagi deyiladi.



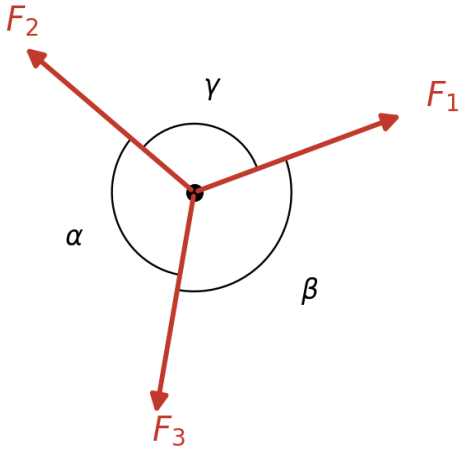
3-rasm. Kuch ko‘pburchagini qurish (ochiq ko‘pburchak – tizimning teng ta’sir etuvchisi R mavjud)

Kuchlarni qo‘shish tartibi natijaga ta’sir qilmaydi, chunki vektorlarni qo‘shish o‘rin almashtirish qonuniga bo‘ysunadi. Geometrik usul soddaligi va ko‘rgazmaliligi bilan qulay, biroq aniqligi chizma masshtabi va chizish aniqligiga bog‘liq bo‘ladi.

3.3. Geometrik muvozanat sharti. Kesishuvchi kuchlar tizimi muvozanatda bo‘lishi uchun teng ta’sir etuvchi nolga teng bo‘lishi zarur va yetarli: $R = \Sigma F_k = 0$. Geometrik nuqtai nazardan bu kuch ko‘pburchagi yopiq bo‘lishini bildiradi, ya’ni oxirgi kuchning oxiri birinchi kuchning boshi bilan ustma-ust tushadi.

Geometrik shart: kuch ko‘pburchagi yopiq

Uchta kuch muvozanati uchun quyidagi teoremalar o‘rinli. Uch kuch haqidagi teorema: bir tekislikda joylashgan, o‘zaro parallel bo‘lmagan uchta kuch ta’siridagi qattiq jism muvozanatda bo‘lsa, bu kuchlarning ta’sir chiziqlari bir nuqtada kesishadi. Lami teoremasi: bir nuqtaga qo‘yilgan uchta kuch muvozanatda bo‘lsa, har bir kuchning moduli qolgan ikki kuch orasidagi burchak sinusiga proporsional (4-rasm):

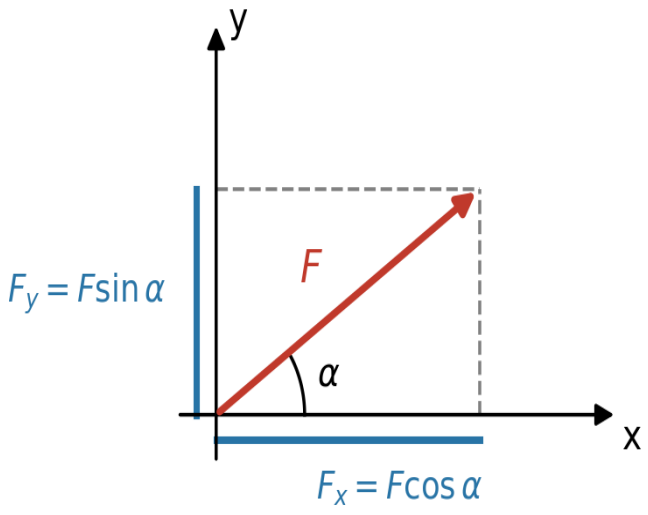


4-rasm. Lami teoremasi uchun burchaklar: γ – F_1 va F_2, α – F_2 va F_3, β – F_3 va F_1 orasida

$$F_1 / \sin\alpha = F_2 / \sin\beta = F_3 / \sin\gamma$$

4. Analitik usul

4.1. Kuchning o‘qdagi proyeksiyasi. Geometrik usulning aniqligi cheklanganligi sababli masalalar asosan analitik usulda yechiladi. Bu usul kuchning koordinata o‘qlaridagi proyeksiyasiga asoslanadi. Kuchning o‘qdagi proyeksiyasi – kuch vektorining boshi va oxiridan o‘qqa tushirilgan perpendikulyarlar orasidagi kesma bo‘lib, u skalyar kattalik: kuch bilan o‘q orasidagi burchak o‘tkir bo‘lsa – musbat, o‘tmas bo‘lsa – manfiy, to‘g‘ri burchak bo‘lsa – nolga teng (5-rasm).



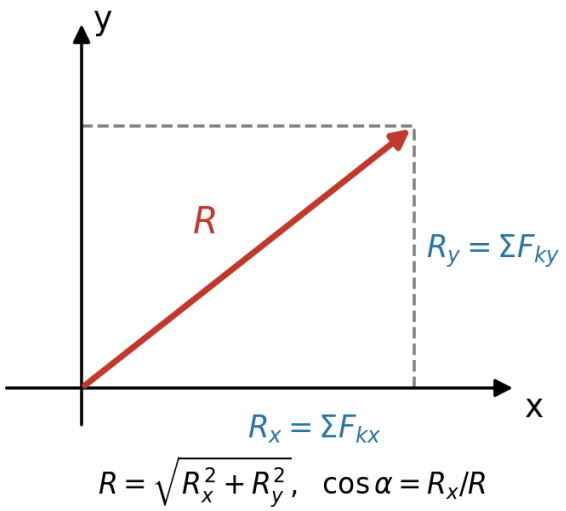
5-rasm. Kuchning x va y o‘qlaridagi proyeksiyalari

$$F_x = F\cdot\cos\alpha, \quad F_y = F\cdot\sin\alpha$$

Kuchning moduli va yo‘nalishi proyeksiyalar bo‘yicha teskari aniqlanadi: $F = \sqrt{(F_x^2 + F_y^2)}$, $\cos\alpha = F_x/F$. Fazoviy holda uchta proyeksiya F_x, F_y, F_z bo‘ladi va $F = \sqrt{(F_x^2 + F_y^2 + F_z^2)}$.

4.2. Vektor yig‘indining proyeksiyasi haqidagi teorema. Vektorlar yig‘indisining biror o‘qdagi proyeksiyasi qo‘shiluvchi vektorlarning shu o‘qdagi proyeksiyalarining algebraik yig‘indisiga teng. Shu sababli teng ta’sir etuvchining proyeksiyalari quyidagicha topiladi (6-rasm):

$$R_x = \Sigma F_{k\,x}, \quad R_y = \Sigma F_k y, \quad R_z = \Sigma F_k z$$



6-rasm. Teng ta’sir etuvchining analitik aniqlanishi

Teng ta’sir etuvchining moduli va yo‘nalishi (yo‘naltiruvchi kosinuslar) tekis tizim uchun:

$$R = \sqrt{(R_x{}^2 + R_y^2)}, \quad cos(R,x) = R_x/R, \quad cos(R,y) = R_y/R$$

4.3. Analitik muvozanat shartlari. R = 0 bo‘lishi uchun uning barcha proyeksiyalari nolga teng bo‘lishi zarur. Shuning uchun kesishuvchi kuchlar tizimining muvozanat shartlari: tekis tizim uchun ikkita, fazoviy tizim uchun uchta tenglama:

Tizim turi	Muvozanat tenglamalari	Noma’lumlar soni
Tekis kesishuvchi	$\Sigma F_{kx} = 0$; $\Sigma F_k y = 0$	≤ 2
Fazoviy kesishuvchi	$\Sigma F_{kx} = 0$; $\Sigma F_k y = 0$; $\Sigma F_k z = 0$	≤ 3

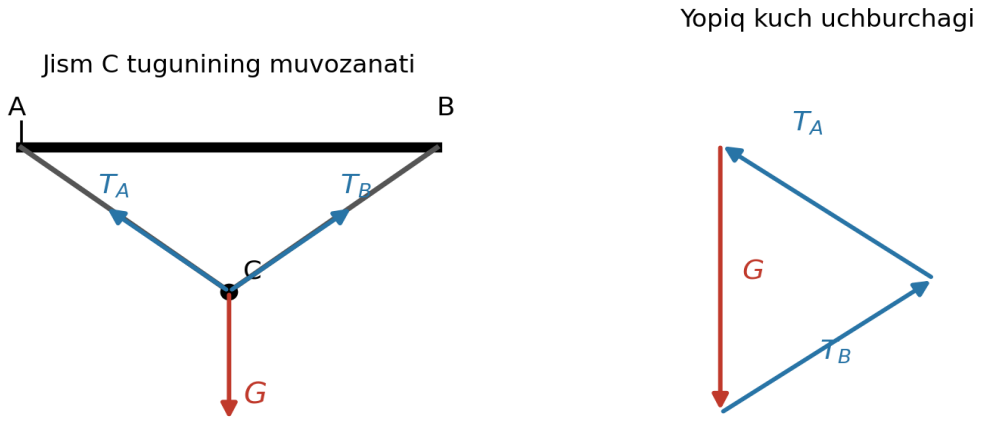
Agar masalada noma’lumlar soni tenglamalar sonidan oshsa, masala statik aniqmas bo‘ladi va uni statika tenglamalari bilan yechib bo‘lmaydi (jismning deformatsiyasini hisobga olish talab etiladi).

5. Masalalar yechish tartibi va misollar

Statikaning kesishuvchi kuchlar haqidagi masalalari quyidagi ketma-ketlikda yechiladi:

1. muvozanati tekshirilayotgan jism (yoki tugun) tanlanadi;
2. jismga ta’sir etuvchi faol kuchlar (og‘irlik, yuk) tasvirlanadi;
3. bog‘lanishlar tashlab yuborilib, ularning reaksiyalari qo‘yiladi (ip taranglik kuchi tugundan ip bo‘ylab chiqib ketuvchi qilib yo‘naltiriladi);
4. koordinata o‘qlari qulay tanlanadi (noma’lum kuchlardan biri o‘qqa perpendikulyar bo‘lsa, tenglama soddalashadi);
5. muvozanat tenglamalari tuziladi va yechiladi;
6. natija tekshiriladi (masalan, geometrik usul bilan yoki boshqa o‘qlarga proyeksiyalab).

1-misol. Og‘irligi G = 1000 N bo‘lgan yuk C tugunda ikkita ip (CA va CB) yordamida osilgan. Ipning har biri gorizontal bilan 30° burchak hosil qiladi (7-rasm). Iplarning taranglik kuchlari T_A va T_B ni toping.



7-rasm. C tugun muvozanati va yopiq kuch uchburchagi

Yechish. Muvozanati o‘rganiladigan jism – C tugun. Unga G (pastga), T_A va T_B (iplar bo‘ylab yuqoriga) kuchlari ta’sir etadi. O‘qlarni gorizontal (x) va vertikal (y) tanlab, tenglamalarni tuzamiz:

$$\Sigma F_{kx} = 0: \quad -T_A \cdot \cos 30^\circ + T_B \cdot \cos 30^\circ = 0 \;\Rightarrow\; T_A = T_B = T$$

$$\Sigma F_{ky} = 0: \quad T_A \cdot \sin 30^\circ + T_B \cdot \sin 30^\circ - G = 0$$

$$2T \cdot \sin 30^\circ = G \;\Rightarrow\; T = G / (2 \cdot \sin 30^\circ) = 1000 / (2 \cdot 0{,}5) = 1000\ N$$

Javob: T_A = T_B = 1000 N. Yopiq kuch uchburchagi (7-rasm, o‘ngda) bu natijani geometrik usulda ham tasdiqlaydi: uchburchak teng yonli, uning asoslaridagi burchaklar 60°, demak T = G.

2-misol. Tugunga bir nuqtada uchta kuch qo‘yilgan: F_1 = 10 N (x o‘qi bo‘ylab, 0°), F_2 = 20 N (x o‘qi bilan 60°), F_3 = 15 N (x o‘qi bilan 150°). Teng ta’sir etuvchini toping.

Yechish. Proyeksiyalarni hisoblaymiz:

Kuch	Modul, N	Burchak	F_x, N	F_y, N
F_1	10	0°	10,00	0,00
F_2	20	60°	10,00	17,32
F_3	15	150°	−12,99	7,50
Σ			R_x = 7,01	R_y = 24,82

$$R = \sqrt{(7{,}01^2 + 24{,}82^2)} \approx 25{,}8\ N; \quad tg\theta = 24{,}82 / 7{,}01 \approx 3{,}54 \;\Rightarrow\; \theta \approx 74{,}2^\circ$$

Javob: teng ta’sir etuvchi R ≈ 25,8 N bo‘lib, x o‘qi bilan taxminan 74,2° burchak hosil qiladi. Tizimni muvozanatlash uchun shu kattalikdagi teskari yo‘nalgan kuch qo‘yish kerak.

6. Mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligida qo‘llanilishi

Kesishuvchi kuchlar tizimi nazariyasi xavfsiz mehnat sharoitlarini ta’minlashda bevosita qo‘llaniladi. Eng muhim misollar yuk ko‘tarish va tashish ishlari bilan bog‘liq: kran, tal (polispast) va arqon-stropli (sling) bilan yuk ko‘tarishda har bir shoxobchaga tushadigan kuch shoxobchalar orasidagi burchakka bog‘liq. 1-misoldagi yechimga ko‘ra, ikki shoxobchali strop uchun bitta shoxobchadagi taranglik:

$$T = G / (2 \cdot \cos\beta) \quad (\beta - \text{shoxobchaning vertikal bilan hosil qilgan burchagi})$$

Shoxobcha va vertikal orasidagi burchak β	T / G	Xulosa
0°	0,50	Eng qulay holat
30°	0,58	Ruxsat etiladi
45°	0,71	Ehtiyotkorlik talab etiladi
60°	1,00	Chegaraviy (yuk og‘irligiga teng)
75°	1,93	Xavfli, ruxsat etilmaydi

Demak, shoxobchalar orasidagi burchak kattalashgani sari taranglik keskin ortadi va strop uzilishi mumkin. Shu sababli xavfsizlik qoidalari shoxobchalar orasidagi burchakni, odatda, 90° dan oshirmaslikni talab qiladi, strop tanlashda esa ruxsat etilgan yuk shoxobcha burchagiga qarab kamaytiriladi.

Shuningdek, kuchlar muvozanati qoidalari qurilishda tayanch va tirgaklarni hisoblashda, elektr uzatish liniyasi simlarining tortilishini baholashda, iskala va tayanch konstruksiyalarning turg‘unligini tekshirishda, mashina mexanizmlarining tugunlarida ish xavfsizligini baholashda ishlatiladi. Mehnat muhofazasi mutaxassisi bunday hisoblarni tushunishi va ruxsat etilgan yuklamalar oshib ketishining oldini olishi lozim.

Xulosa

Kesishuvchi kuchlar tizimi teng ta’sir etuvchiga keltiriladi, u kuchlarning vektor yig‘indisiga teng va kesishish nuqtasidan o‘tadi. Geometrik usulda teng ta’sir etuvchi kuch ko‘pburchagi orqali, analitik usulda esa proyeksiyalar orqali topiladi. Muvozanat sharti: geometrik – kuch ko‘pburchagi yopiq; analitik – tekislikda $\Sigma F_{kx} = 0$, $\Sigma F_k y = 0$, fazoda qo‘shimcha $\Sigma F_k z = 0$. Ushbu bilimlar yuk ko‘tarish, konstruksiyalar va mexanizmlar xavfsizligini baholashning asosidir.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Kuch nima va u qanday elementlar bilan aniqlanadi?
2. Qanday kuchlar tizimi kesishuvchi deyiladi?
3. Kuchlar parallelogrammi va kuch ko‘pburchagi qoidalarini tushuntiring.
4. Geometrik muvozanat sharti nimadan iborat?
5. Kuchning o‘qdagi proyeksiyasi qachon musbat, manfiy va nolga teng bo‘ladi?

6. Tekis va fazoviy kesishuvchi kuchlar uchun analitik muvozanat tenglamalarini yozing.

7. Lami teoremasini ta’riflang.

Tavsiya etiladigan adabiyotlar

1. Targ S.M. Nazariy mexanikaning qisqa kursi. – Toshkent: O‘qituvchi.

2. Meshcherskiy I.V. Nazariy mexanikadan masalalar to‘plami.

3. Yablonskiy A.A., Nikiforova V.M. Nazariy mexanika kursi. I qism: Statika, kinematika.

4. Nazariy mexanika fanidan o‘quv-uslubiy qo‘llanmalar (OTM kutubxonasi).

MUSTAQIL ISH MAVZULARI

1. Kuchlar sistemasining geometrik va analitik usulda qo‘shilishi.
2. Tekislikdagi ixtiyoriy kuchlar sistemasining muvozanat shartlari.
3. Fazoviy kuchlar sistemasi va uning muvozanati.
4. Juft kuchlar nazariyasi va kuch momentlari.
5. Jism og‘irlik markazini aniqlash usullari.
6. Fermalarni hisoblash: tugunlarni kesish va Ritter usullari.
7. Ishqalanish hisobga olingan muvozanat masalalari.
8. Suyuqlik va gazlardagi jism muvozanati. Arximed qonuni.
9. Bog‘lanishlar va ularning reaksiyalarini aniqlash.
10. Statik jihatdan aniq va noaniq sistemalar.

INFORMATSION-METODIK TA’MINOT

1. Targ S.M. Kratkiy kurs teoreticheskoy mexaniki. – M.: Vysshaya shkola, 2010.
2. Yablonskiy A.A. Kurs teoreticheskoy mexaniki. – SPb.: Lan, 2010.
3. Butenin N.V., Lunts Ya.L., Merkin D.R. Kurs teoreticheskoy mexaniki. – M.: Nauka, 2011.
4. Meshcherskiy I.V. Sbornik zadach po teoreticheskoy mexanike. – M.: Lan, 2010.
5. Landau L.D., Lifshits E.M. Mexanika. – M.: Nauka, 1988.

6. O‘zbek tilidagi “Nazariy mexanika” darsliklari va o‘quv qo‘llanmalari (OTMlar tomonidan tavsiya etilgan nashrlar).

INTERNET VA ELEKTRON RESURSLAR

1. www.ziyonet.uz – ZiyoNET ta’lim portali.
2. www.edu.uz – Oliy ta’lim tizimi rasmiy portali.
3. www.natlib.uz – Alisher Navoiy nomidagi Milliy kutubxona.
4. www.arxiv.org – Ilmiy maqolalar arxivi (physics.class-ph).
5. www.scholar.google.com – Ilmiy qidiruv tizimi.
6. www.mitopencourseware.mit.edu – MIT ochiq kurslari.

O‘Z-O‘ZINI NAZORAT ETISH TESTLARI

TEST SAVOLLARI

STATIKA

1. Statika bo‘limi nimani o‘rganadi?

A) Jismlar harakatini kuchlarni hisobga olmasdan

B) Kuchlar ta’sirida jismlarning muvozanatini

C) Energiya almashinuvini

D) Tebranish harakatini

Javob: B

2. Absolyut qattiq jism deb qanday jismga aytiladi?

A) Massasi nolga teng jism

B) Deformatsiyalanuvchi jism

C) Ikki nuqtasi orasidagi masofa o‘zgarmas jism

D) Faqat aylanuvchi jism

Javob: C

3. Kuch vektor kattalik sifatida qanday kattaliklar bilan aniqlanadi?

A) Modul, yo‘nalish va qo‘yilish nuqtasi

B) Faqat modul

C) Faqat yo‘nalish

D) Massa va tezlik

Javob: A

4. Nuqtaga nisbatan kuch momenti formulasi qaysi?

A) M=F·d$M=F\cdot d$

B) M=r×F$M=r\times F$

C) M=mv$M=mv$

D) M=Iω$M=I\omega$

Javob: B

5. Juft kuch momenti qanday aniqlanadi?

A) M=F/d$M=F/d$

B) M=F·d$M=F\cdot d$

C) M=mv2$M=mv2$

D) M=Iε$M=I\varepsilon$

Javob: B