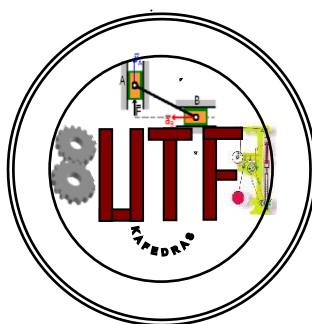


O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI

ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI

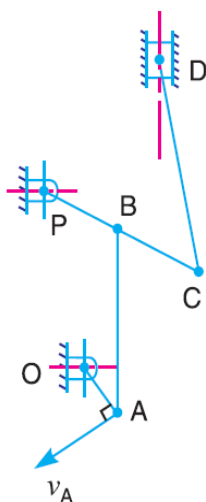
«MASHINASOZLIK» FAKULTETI

«UMUMTEXNIKA FANLARI» KAFEDRASI

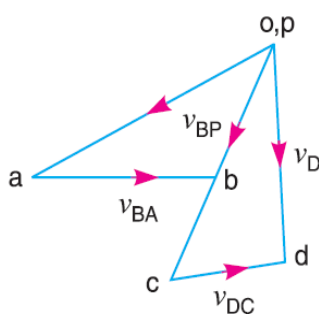


MEXANIZM VA MASHINALAR NAZARIYASI

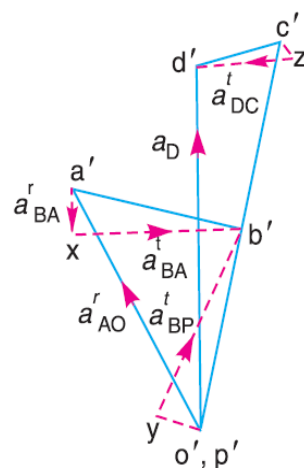
fanidan ma'ruzalar kursi



(a) Space diagram.



(b) Velocity diagram.



(c) Acceleration diagram.

Andijon– 2017 yil

«TASDIQLAYMAN»

Andijon mashinasozlik intituti
o'quv-uslubiy Kengashida ko'rib chiqilgan
va tasdiqlangan

Kengash raisi Q.Ermatov

«21» 06 2017 y.

«MA'QULLANGAN»

«Mashinasozlik» fakulteti kengashida
muhoqama qilingan va maqullangan

Kengash raisi M.Qo'chqarov

«5» 06 2017 y.

«TAVSIYA ETILGAN»

«Umumtexnika fanlari» kafedrasi
majlisida muhoqama qilingan va tavsiya etilgan

Kafedra mudiri X.Sobirov

(kafedra majlisining 11-sonli bayonnomasi

«20» 06 2017 y.)

Taqrizchilar:

AQXI dotsenti t.f.n. K.Atabayev

«Gidropnevmoymoyuritmalar»

kafedrasi mudiri t.f.n dotsent
S.Maxmudov

Tuzuvchilar:

t.f.n. dotsent. X.A.Sobirov

katta o'qitvchi K.Yuldashev

assistent M.Xakimov

«Mexanizm va mashihalar nazariyasi» fanidan ma'ruzalar
kursi. – A.: AndMI, 2017 y.

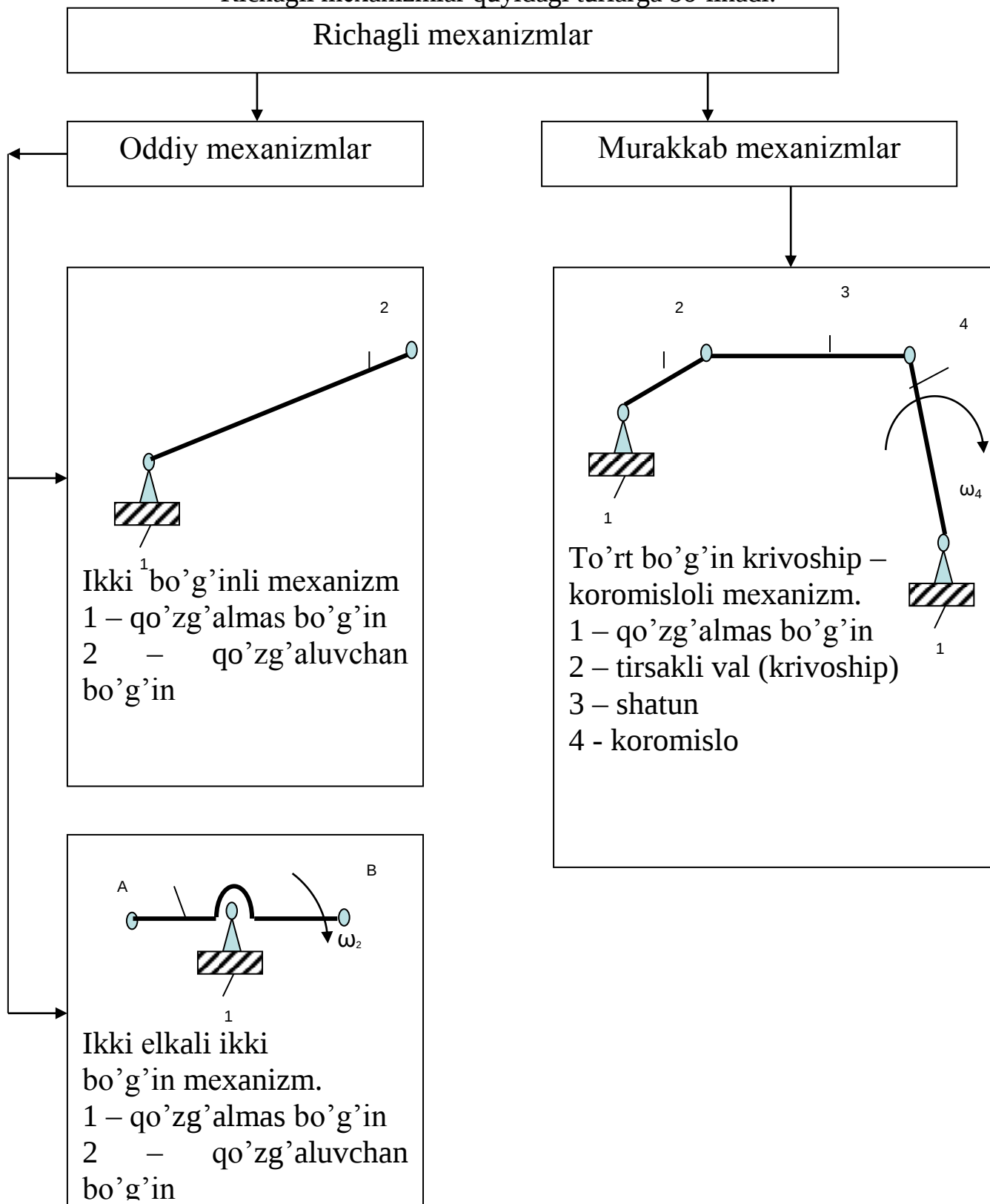
M U N D A R I J A

№	Ma'ruza mashg'ulotlari	bet
1 - mavzu	Kinematik juftlar, ularning klassifikatsiyalari.	
2 - mavzu	Kinematik zanjir, ularning turlari. Assur guruxlari	
3 - mavzu	Tekis va fazoviy mexanizmlarni strukturaviy taxlili. Mexanizmlarning klassifikatsiyasi.	
4 - mavzu	Mexanizmlarni kinematik analizi. Masshtab koeffitsiyenti. Mexanizmni kinematikasini grafik usulda tekshirish	
5 - mavzu	Polyar planlar mexanizm kinematikasini tekshirish	
6 - mavzu	Analitik usulda mexanizm kinematikasini tekshirish	
7 - mavzu	Mexanizmlar dinamikasi. Mexanizm zvenolariga ta'sir etuvchi kuchlar. Inertsia kuchlari va momentlari	
8 - mavzu	Mexanizmni kinetostatik hisoblash. Jukovskiy richagi	
9 - mavzu	Mexanizmlarni dinamik modeli. Keltirilgan kuchlar va massalar. Mashinaning harakat rejimlari. Kinetik energiya va differensial tenglama ko'rinishida mashinaning harakat tenglamasi	
10 - mavzu	Tishli mexanizmlar, ularning turlari. Ilashmaning asosiy qonuni	
11 - mavzu	Evolventa va uning xossalari. Tslindrik tishli g'ildiraklarning geometrik parametrlari	
12 - mavzu	Evolventali ilashma va uning xossalari	
13 - mavzu	Tisli g'ildiraklarni tayyorlash usullari. Rekkali ilashma. Tishli g'ildiraklarni korreksiyalash	
14 - mavzu	Qo'zg'almas o'qli tishli uzatmalarning kinematikasi. Planetar va differensial mexanizmlar. Villis formulasi	
15 - mavzu	Kulachokli mexanizmlarning ularning turlari. Kulachokli mexanizmlarning turlari. Kulachokli mexanizmlarning taxlili, bosim va uzatish burchaklari. Kulachokning faza burchaklari. Turtkichning harakat qonuni tanlash	
16 - mavzu	Rolikli va tekis turtkichli kulachokli mexanizmning minimal radiusini aniqlash va profilini aniqlash va profilini loyihalash	
17 - mavzu	Turtkichi tebranma harakat qiluvchi kulachokli mexanizmlarning minimal radiusini aniqlash va profilini loyihalash	
18 - mavzu	Robotlar va manipulyator.	
JAMI		

MA'RUZA-1

Ma'ruza mavzusi:	Kinematik juftlar va ularning klassifikatsiyasi
Reja	1. Mexanizmlar tuzilishi va bo'g'inlari 2. Oily va quyi kinematik juftlar 3. Kinematik juftlarning sinflari

Richagli mexanizmlar quyidagi turlarga bo'linadi.



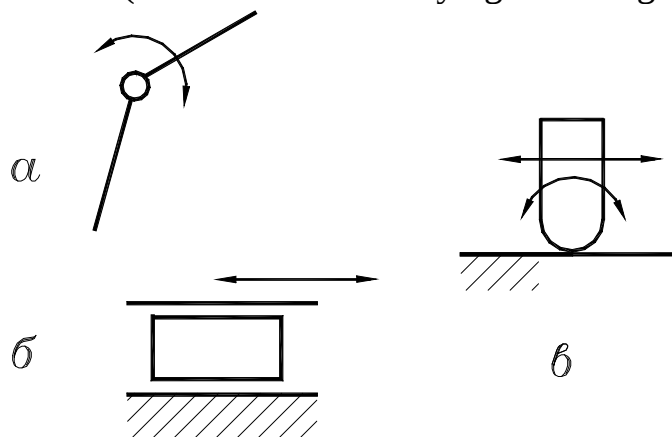
Murakkab mexanizmlarga, sharnirli parallelogramm mexanizmi, sharnirli antiparallelogramm mexanizmi, ikki koromisloli mexanizm va boshqalar misol bo'lishi mumkin.

Zvenoning harakatida juftlik vujudga keltiradigan bog'lanish shartlari soni bo'yicha kinematik juftlar bo'linadi. Zveno fazoda oltita erkinlik darajasiga ega, bu degani, dekart koordinat sistemasida 6 ta harakat qiladi. Agarda bu zvenoni kinematik juft yordamida boshqasi bilan bog'langanda, uning harakati ma'lum miqdorda cheklanadi. Bu cheklanishlarni bog'lanish, qolgan harakatni harakatchanlik deyiladi.

Bog'lanishlar soni va harakatchanlik yig'indisi oltiga teng. Kinematik juftlar bog'lanishlar soniga qarab klasslarga bo'linadi, misol, zveno harakatiga bitta bog'lanish qo'yilgan bo'lsa birinchi klass kinematik juft, agarda ikkita bog'lanish qo'yilgan bo'lsa, ikkinchi klass kinematik juft deyiladi va h.k.

Alohida olingan zveno tekislikda uchta erkinlik darajasiga yoki uchta harakat kilishi mumkin – ikkita koordinat o'qi bo'ylab siljishi va tekislikda aylanishi. SHu sababli yuqorida keltirilgan klassifikatsiyani buncha tadbqiq qilib bo'lmaydi. Bunda kinematik juftlarni quyi va oliyga bo'lamiz quyi kinematik juftlarda ikki zvenoning o'zaro bog'lanishi butun yuza bo'yicha, oliyda nuqta yoki bir chiziqda bo'ladi. SHu nuqta nazardan kinematik juftlar I va II klassga 1.1-jadvaldan oliy, qolganlari quyiga ajraladi.

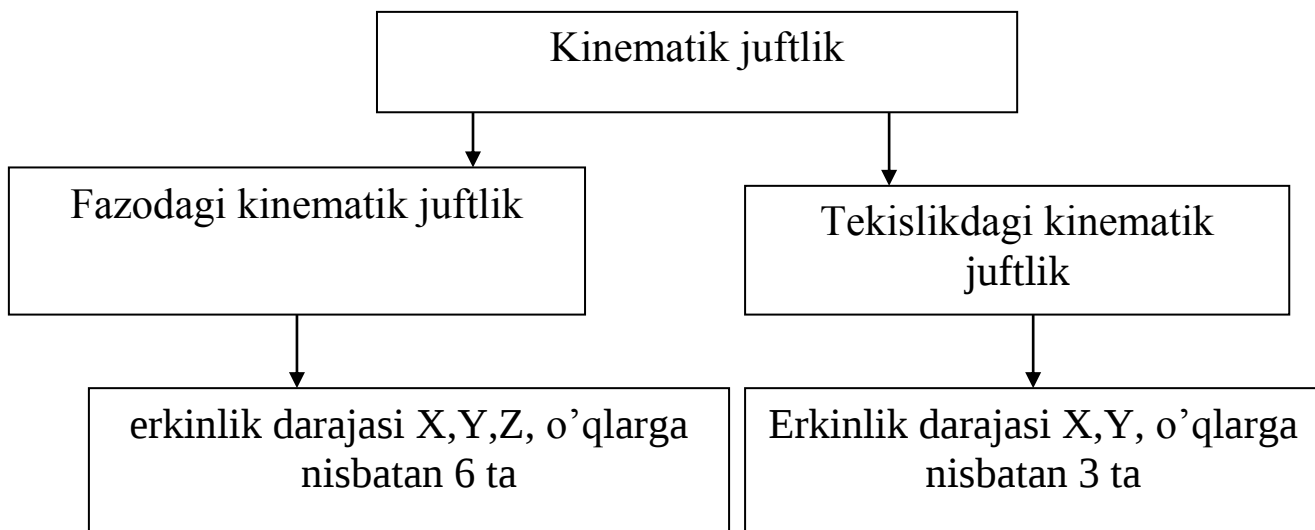
2.1-rasmda tekis mexanizmlarda qo'llanadigan kinematik juftlar ko'rsatilgan. 2.1a-rasmda quyi aylanma kinematik juft ko'rsatilgan; u zvenoga faqat bitta boshqa zvenoga nisbatan aylanma harakat beradi. 2.1 b-rasmda quyi ilgarilanma kinematik juft ko'rsatilgan – zveno boshqa zvenoga nisbatan fakat ilgarilanma harakatlanadi. (bunda harakatlanmaydigan zvenoga nisbatan).



2.1-rasm

2.1 b-rasmda ikkita harakat qiluvchi oliy kinematik juft keltirilgan (ilgarilanma va aylanma harakat) bir zveno ikkinchisiga nisbatan (bunda harakatlanmaydigan zvenoga nisbatan). Bunday kinematik juftlar asosan kulachokli va tishli mexanizmlarda qo'llaniladi.

Kinematik juftlar, bu biri ikkinchisiga yoki aksincha, ikkinchisi birinчисiga nisbatan harakat qila oladigan ikki bo'g'in qo'shilmasidir.

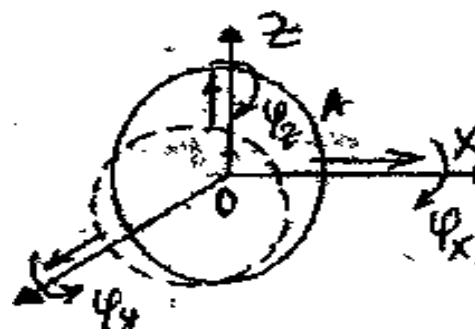


Jismga nisbatan ikki no`qtaning bog`lanish formulasi quyidagicha bo`ladi:

$$(X_2 - X_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 = \ell^2 - \text{tekislikda}$$

$$(X_2 - X_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (Z_2 - Z_1)^2 = \ell^2 - \text{fazoda}$$

Agar bo'g'nlar koordinatalari bir – biri bilan xech qanday bog`lanish orqali cheklanmagan bo`lsa ularning erkinlik darajasi –
 tekislikda - $4n-n$
 fazoda $9n - n$ bo`ladi.
 n – bo'g'in soni



Fazodagi erkin jism

Kinematik juftlar, tarkibidagi bo'g'inlarning nisbiy harakatiga qo'yilgan soniga qarab, 5 ta sinfga bo`linadi.

Bunda bog`lanishlar soni quyidagicha aniqlanadi.

$$C = 6 - H$$

H – bo'g'inning nisbiy harakatidagi erkinlik darajasi.

Birinchi klass kinematik juft zveno harakatiga bitta bog`lanishni qo'yib, beshta harakati qoldiriladi. Jadvalda shunday kinematik juft keltirilgan, uni «shar-

tekislik» deyiladi va uning konstruktiv tuzilishi oxiri sferik ko'rinishidagi yumaloq sterjen richag bilan kontaktda bo'ladi. Zveno qismlari kinematik juft bilan kontaktda bo'lsa, buni kinematik juft elementlar deyiladi. Xozirgi holatda – bu shar va tekislik. Tablitsada beshta harakatchanlik ko'rsatilgan, ya'ni, sterjenni richagga nisbatan mumkin bo'lgan beshta harakati: uchta Dekart o'qlari aylanishi va ikkita gorizontall o'qlarda siljishi. Richagni tekislikda tik o'q bo'yicha siljishi chegaralangan, sterjenni yuqoriga siljishi kinematik juftni yo'g'otishga olib keladi. Oxiri ustunda kinematik juftlarning sxematik ko'rinishi keltirilgan bo'lib, bular mexanizmlar tuzulishi va kinematikasini o'qishda foydalaniladi.

Ikkinchi klass kinematik juft zveno harakatiga ikkita bog'lanish qo'yib, to'rtta harakatchanlikni qoldiradi. Jadvalda misol tariqasida kinematik juft keltirilgan, uni «tsilindr-tekislik» deyiladi.

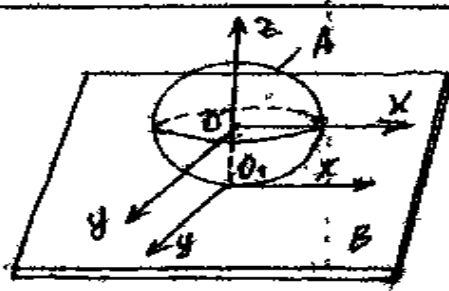
Bu juftning konstruktiv bajarilishi oldingiga o'xshash bo'lib, unda oxiri sfera ko'rinishida bulgan tsilindrik sterjen o'rniga oxiri tsilindrik bo'lgan prizmatik sterjen qo'yilgan. Bu kinematik juft sterjenga pastki richagga nisbatan to'rtta mumkin bo'lgan harakatni qoldiradi: gorizontall o'q bo'yicha ikkita siljish, tik o'q atrofida aylanish va gorizontall o'q atrofida aylanish, ikkinchi gorizontall o'q atrofida aylanish mumkin emas, bunda zvenolarning kontakti buziladi.

Uchinchi klass kinematik juftda zvenoga uchta bog'lanish qo'yilib va boshqa zvenoga nisbatan uchta harakat qilishi mumkin. Bunday juftlardan – sferali yoki sharovoy sharnir. Zvenoning yuqorisidagi shar, tablitsada ko'rsatilganidek, pastdagi zvenoning ichki sferasiga kiradi. Konstruktsiya buyicha istalgancha tayyorlanishi mumkin, printsip bo'yicha shunday. Yuqoridagi zveno uchta dekart o'qlari atrofida aylanishi mumkin.

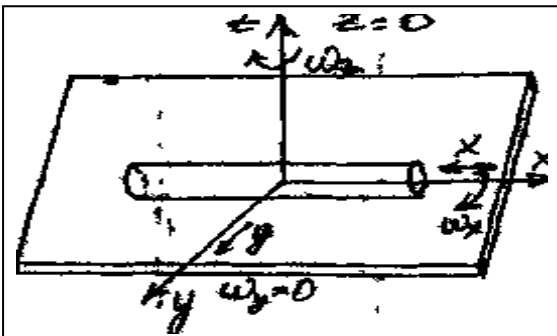
Turtinchi klas kinematik juft to'rtta bog'lanish qo'yib, zvenoga ikkita harakatchanlikni qoldiradi. Bulardan biri – tsilindrik.

Konstruktiv bu jadvaldagi rasmda ko'rsatilgandek tasvirlangan – yumaloq sterjen richagning tsilindrik teshikchasiga kirgizilgan. Richag tsilindrik teshikcha bo'ylab siljiydi va uning atrofida aylanadi.

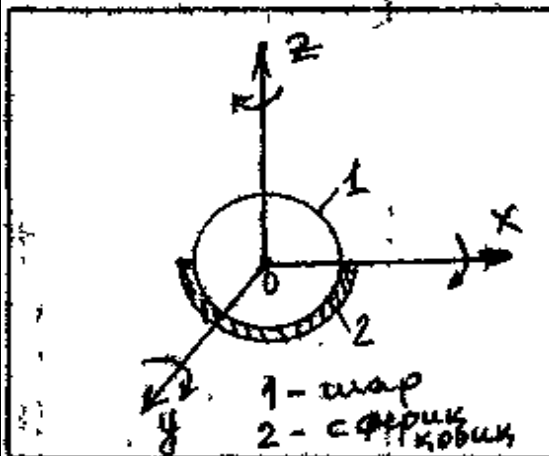
Beshinchi klass kinematik juft zvenoga beshta bog'lanish qo'yib, bitta harakatchanlikni qoldiradi. Bulardan tablitsada ikki xili ko'rsatilgan – ilgarilanma va aylanma. Ilgarilanma juftlarning konstruktiv bajarilishi tablitsada ko'rsatilganidek, prizmatik yunalishda ikki zvenoning bog'lanishi, natijada bir zveno boshqasiga bitta harakat beradi. (misol, metalga ishlov beruvchi stanoklarning yunaltiruvchisi).



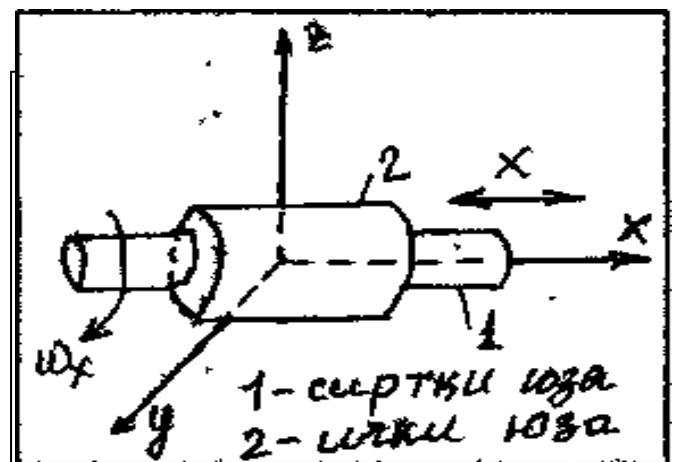
I sinf kinematik juft
 $C = 6 - H = 6 - 5 = 1$



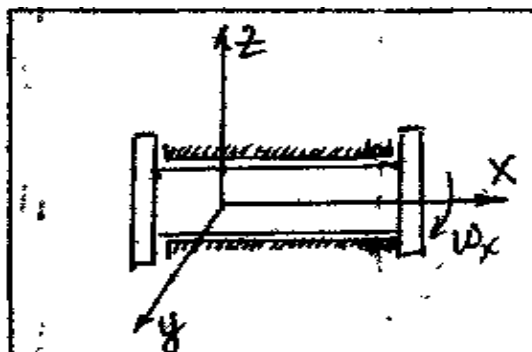
II klass kinematik juft
 $C = 6 - H = 6 - 4 = 2$



III sinf kinematik juft
 $C = 6 - H = 6 - 3 = 3$

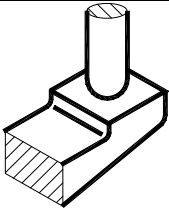
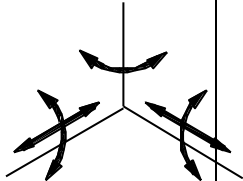
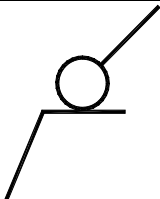
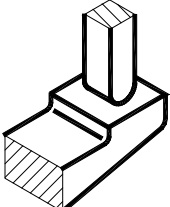
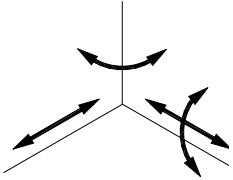
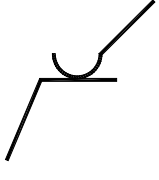
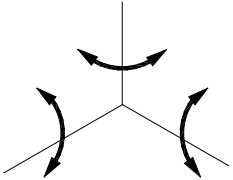
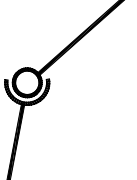
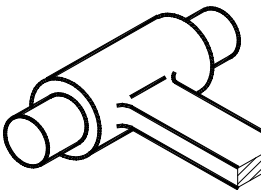
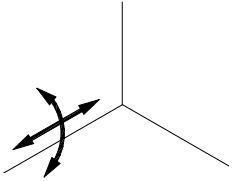
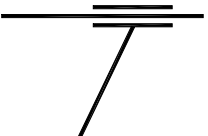
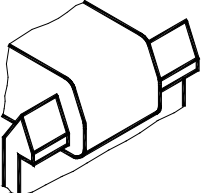
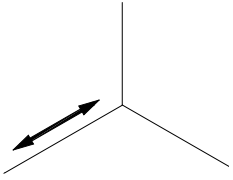
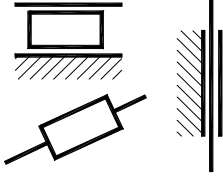
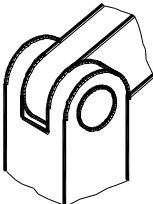
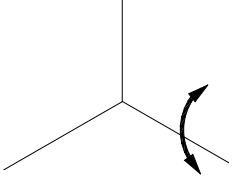
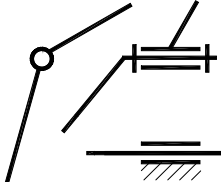


IV sinf kinematik juft
 $C = 6 - H = 6 - 2 = 4$



V sinf kinematik juft
 $C = 6 - H = 6 - 1 = 5$

2.1 jadval

Klass	Bog'lanish miqdori	Harakatchanlik miqdori	Kinematik juft nomi	Kinematik juftning ko'rinishi	Bir zvenoning ikkinchisiga nisbatan bo'lish mumkin bo'lgan harakatlar	Kinematik juftlarning sxematik ko'rinishi
I	1	5	Shar- tekislik			
I I	2	4	Silindr- tekislik			
I I I	3	3	Sferik			
I V	4	2	Silindrik			
V	5	1	Ilgarilanuvc hi			
V	5	1	Aylanuvchi			

--	--	--	--	--	--	--

XULOSA

1. Mexanizmlarni loyixalash mexanizmlarning analiz va sintezidan boshlanadi.
2. Mexanizm kinematikasi va dinamikasi uning strukturaviy sinteziga asoslanadi.
3. Mexanizmlar turli shakllarda keng tarqalgan bulib, ular bo'g'inlardan va kinematik juftlardan tashkil topadi.

SAVOLLAR

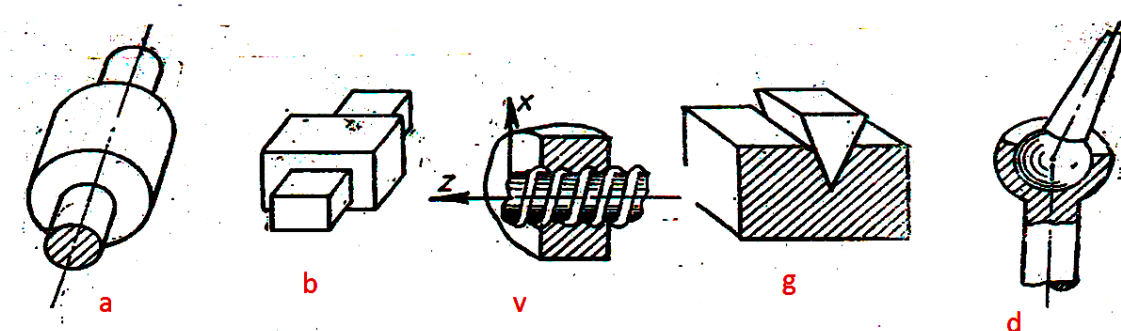
1. Mexanizmga ta'rif bering.
2. Mashina va mexanizmni ma'nosi va farqini ayting.
3. Mexanizmning qanday turlari mavjud?
4. Richagli mexanizmga izoh bering.
5. Kinematik juft deb nimaga aytiladi?
6. 5 sinf kinematik juft qanday aniqlanadi?
7. Chebishev formulasini yozib bering.
8. Somov-Malishev formulasini yozib bering.

MA'RUZA-2

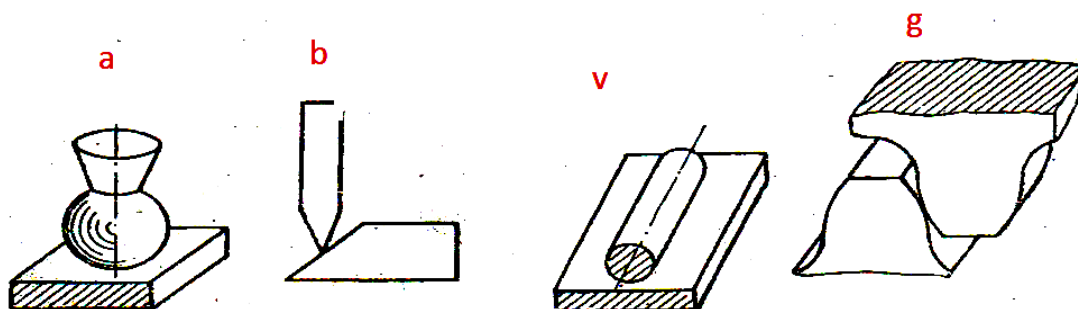
Ma'ruza mavzusi:	Kinematik zanjir, ularning turlari. Assur guruxlari
Reja	1. Kinematik zanjirlar tuzlishi 2. Assur guruxlari va sinflari

Kinematik juft

Ikkita bo'g'inning bir-biri bilan xarakat imkoniyati bilan bog'lanishiga kinematik juft deyiladi. Bog'lanish elementlari sirt, chiziq, yoki nuqta bo'lishi mumkun. Bog'lanishga qarab kinematik juftlar quyi va oliy kinematik juftlarga bo'linadi. Agar bog'lanish elementi sirtdan iborat bo'lsa quyi kinematik juft, agar nuqta yoki chiziq orqali amalgam oshsa oliy kinematik juft bo'ladi.



1-shakl (a,b,v,g,d) quyi kinematik juftlar



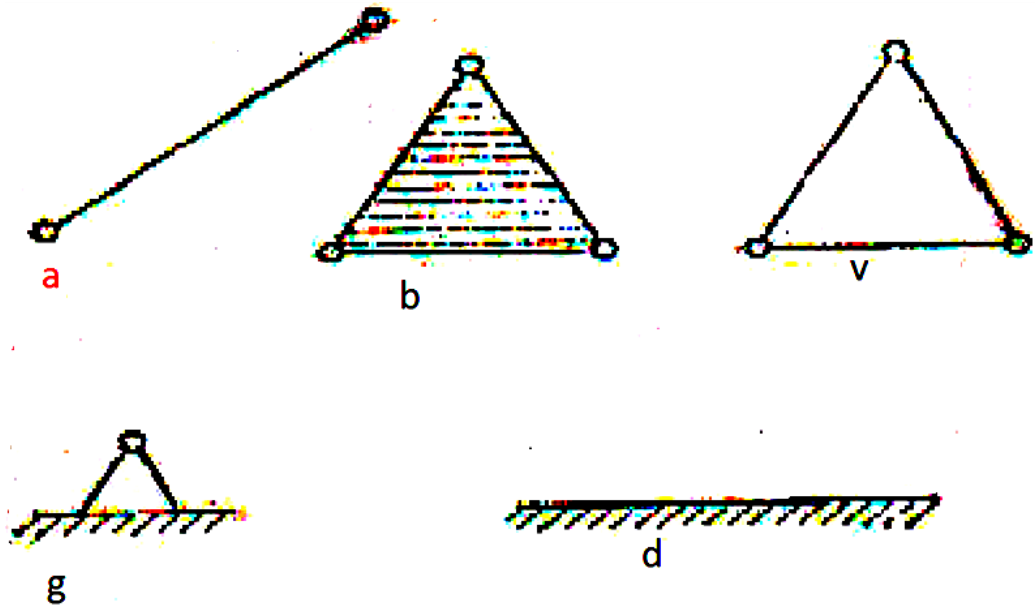
2-shakl (a,b,v,g)—oliy.kinematik juftlar

1-shakl d da III sinf kinematik juftni tashkil qiladi.

2-shakl v da II sinf kinematik juftni tashkil qiladi.

1. Bo'g'inlarni belgilash.

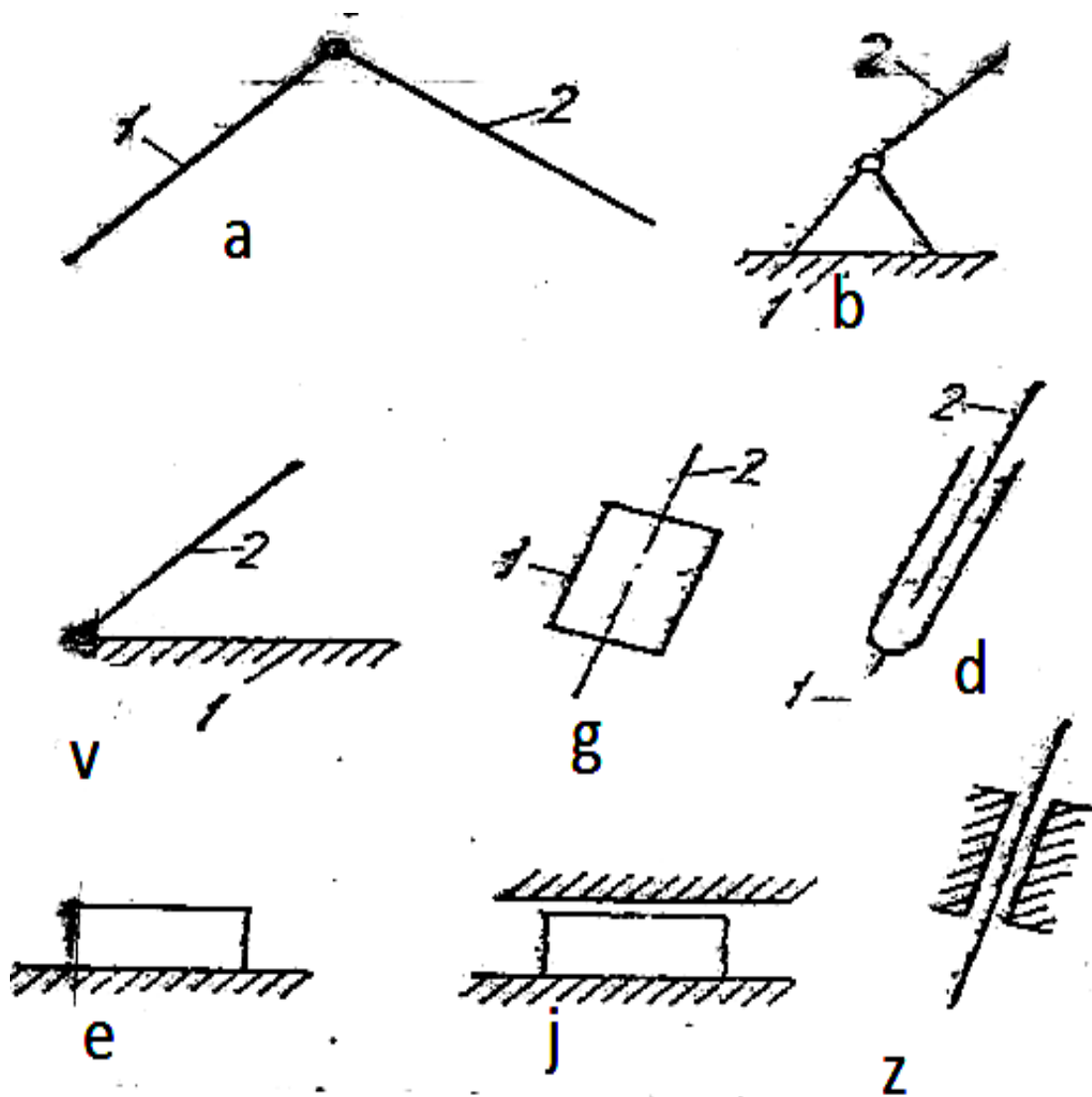
- 1) Ikki kinematik juft xosil qiluvchi xarakatlanuvchi zveno (3-shakl, *a*);
- 2) Uchta kinematik juft xosil qiluvchi xarakatlanuvchi zveno (3-shakl, *b,v*);
- 3) qo'zg'almas zveno (3-shakl, *g,d*).



3-shakl

2. Quyi kinematik juftlarning belgilanishi.

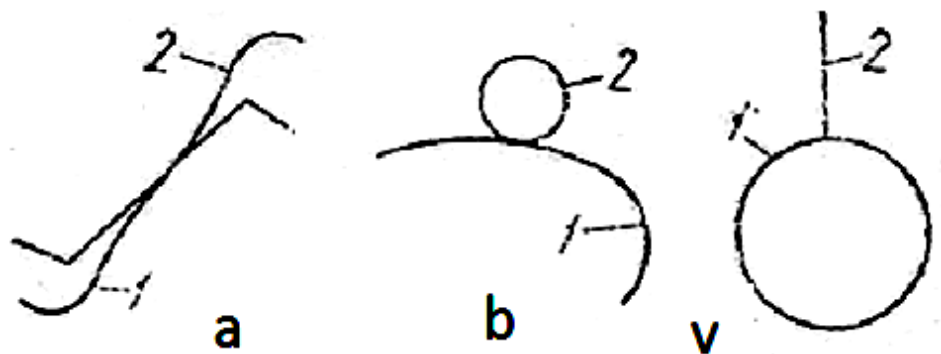
- 1) Ikkita xarakatlanuvchi zvenoning aylanma kinematik juft xosil qilishi (4-shakl, *a*);
- 2) Qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan aylanma kinematik juft xosil qilishi (4-shakl, *b,v*);
- 3) Qo'zg'aluvchan zvenolarning ilgarilanma kinematik juft xosil qilishi (4-shakl, *g,d*);
- 4) Qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas bo'g'inlarning ilgarilanma kinematik juft xosil qilishi (4-shakl, *e,j,z*-)



4-shakl

3) Oliy kinematik juftlarning belgilanishi.

- 1) Tishli g'ildiraklarda tishlarning kinematik bog'lanishi (5-shakl, a);
- 2) Kulochokli mexanizmlarda bo'g'inlarning kinematik bog'lanishi (5-shakl b, v).



5- shakl

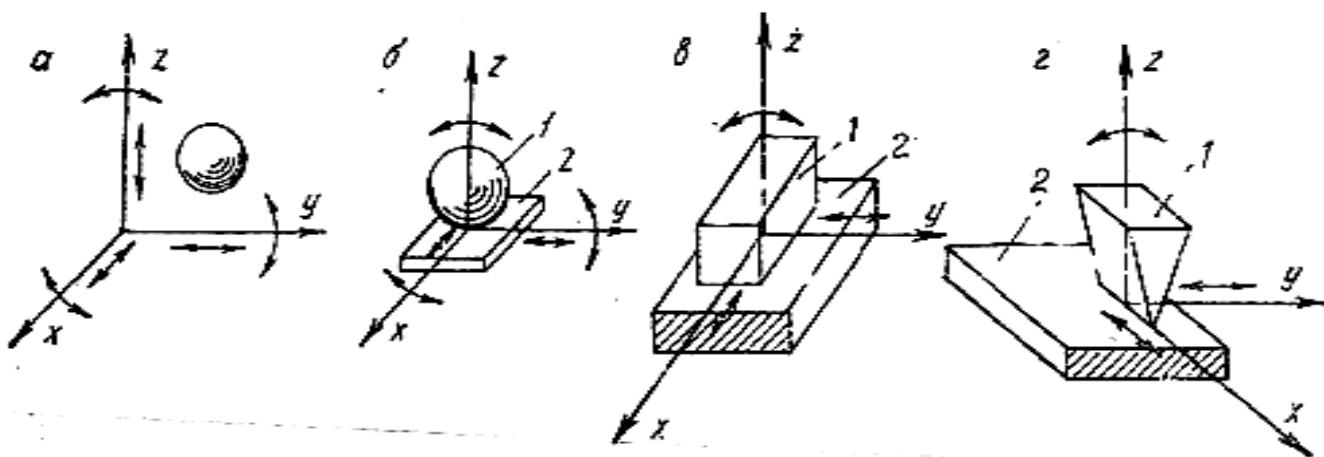
Ma'lumki erkin jism fazoda xarakatlanganda uning erkinlik darajalari soni 6 ga teng bo'ladi, yani jism x, y, z koordinata o'qlari bo'ylab bog'liqsiz uchta

ilgarilanma va shu o'qlar atrofida uchta aylanma xarakat qila oladi. Uning erkinlik darajalari soni $H=6$ va bog'lanish shartlari soni S no'lga teng (6-shakl, *a*). Bog'liqsiz mumkun bo'lgan xarakatlar strelkalar bilan ko'rsatilgan. Agar sharni tekislik bilan bog'lasa, u kinematik juft xosil qilib, 5 ta bog'liqsiz xarakatlanishi mumkin, yani uning erkinlik darajalari soni $H=5$ bo'ladi.

Shar tekislikda x, y, z o'qlar atrofida 3 ta aylanma va x, y o'qlar bo'ylab ikkita ilgarilanma xarakat qiladi (6-shakl, *b*). Demak, sharning tekislikdagi nisbiy xarakatiga qo'yilgan bog'lanish shartlari soni.

$$S = 6 - H = 6 - 5 = 1$$

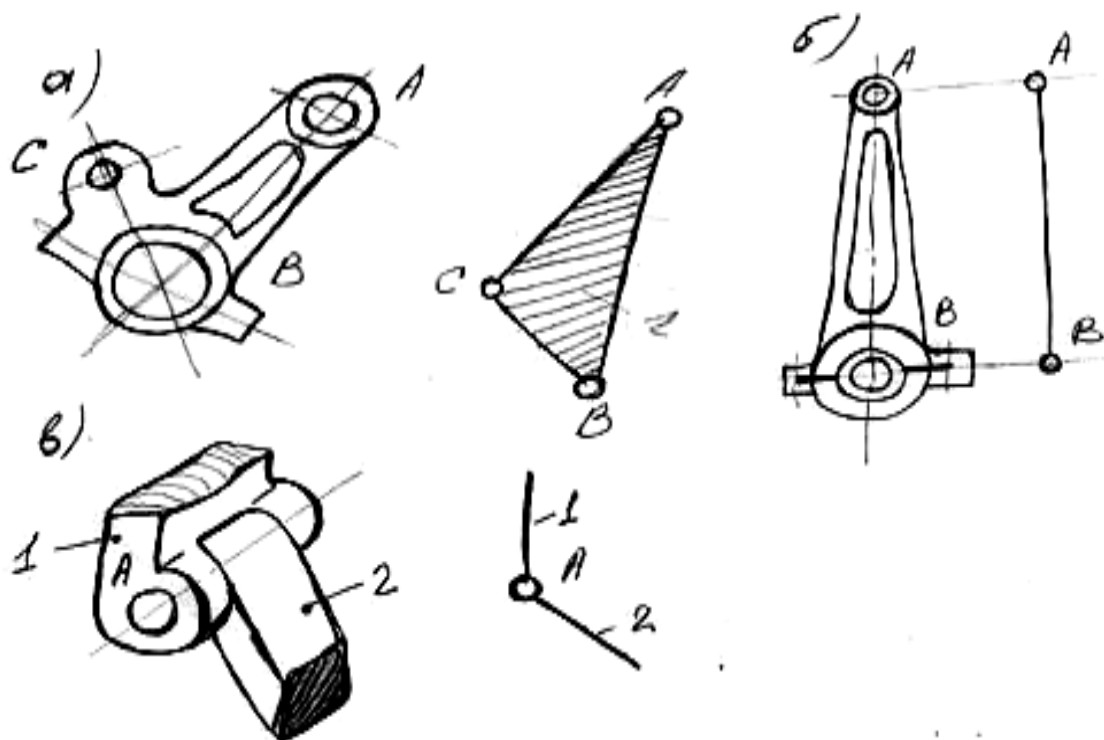
bo'ladi. U I sinf oliy kinematik juftdir.



.6-shakl

Mexanizmning kinematik sxemasi

Mexanizm sxemasi struktur va kinematik bo'ladi. O'lchamlari ko'rsatilmay chizilgan sxema mexanizmning struktur sxemasi deb ataladi. U mexanizmning strukturasi tekshirish maqsadida chiziladi. Mexanizmning kinematikasini va dinamikasini tekshirish maqsadida bo'g'inlarni uzunligi xamda joylanishi ko'rsatib chizilgan sxema kinematik sxema deyiladi.

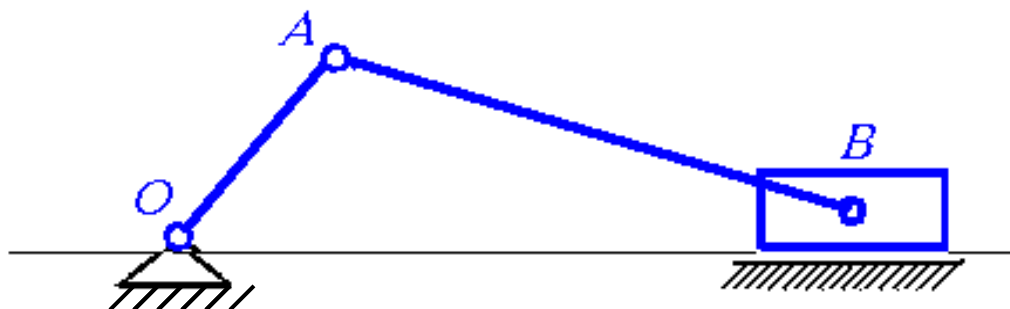


Yuqoridagi *a* va *b* da berilgan sxemani ko'rsatishda uni tashkil qilgan barcha detallarni chizmay, vtulka o'qlarining xolati, yani aylanma kinematik juftlar sharnir shaklida, ularni birlashtiruvchi qattiq jism esa chiziq tarzida tasvirlanadi. Xuddi shuningdek *b* sxemada xam sharnir yordamida tasvirlanadi.

MA'RUZA-3

Ma'ruza mavzusi:	Tekis va fazoviy mexanizmlarni strukturaviy taxlili. Mexanizmlarning klassifikatsiyasi.
Reja	1. Chebishev formulasi. 2. Somov-Malishev formulasi 3. Assur guruhlari

Ma'lumki, har qanday mexanizm detallardan tashkil topgan bo'ladi. Ularning qattiq birikmasini mexanizm va mashinalar nazariyasi fanida bo'qin deb ataladi. Bo'g'inlar qanday shaklga ega bo'lishidan qat'iy nazar ma'lum bir sxematik shaklga keltiriladi. Bu sxematik shakl shartli belgi deb ataladi. Bu shartli belgilar asosida mexanizmlarning kinematik sxemalari chiziladi. Quyida krivoship polzunli mexanizmning kinematik sxemasi tasvirlangan (3.1 —rasm).



(3.1 —rasm).

Ikki yoki undan ortiq bo'g'inlarning bir-biriga nisbatan harakatlanish imkoniyati bilan bog'lanish natijasida kinematik zanjirlar hosil bo'ladi.

Mexanizmlarning kinematik sxemasini chizish uchun μ_e uzunlik masshgabi tanlab olinadi va u asosida chiziladi. Har qanday mexanizm ma'lum bir qo'zg'aluvchanlik darajasiga ega. Tekis mexanizmlarning qo'zg'aluvchanlik darajasi Chebishev formulasi yordamida aniqlanadi:

$$W = 3n - 2P_5 - P_4$$

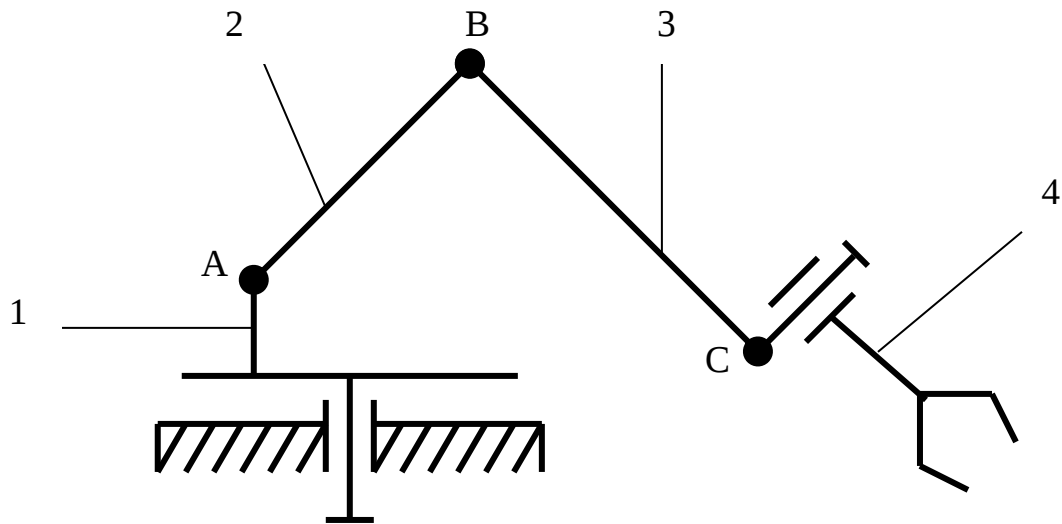
bu yerda, n —qo'zg'aluvchan bo'g'inlar soni, P_4 —4-sinf kinematik juftlari soni, P_5 —5-sinf kinematik juftlari soni. Fazoviy mexanizmning bo'g'in va kinematik juft hosil qilgan nuqtalarini kinematik taxlil qilish bir necha usullarda bajariladi. Ularning erkinlik darajasi Somov Malishev formulasi yo'rdamida bajariladi

$$W = 6n - 5 P_5 - 4 P_4 - 3P_3 - 2P_2 - P_1$$

Bu erda n – qo'zg'aluvchan bo'g'inlar soni

P_1 – I sinf kinematik juftlar soni, P_2 –II sinf kinematik juftlar soni, P_3 – III sinf kinematik juftlar soni, P_4 – IV sinf kinematik juftlar soni, P_5 – V sinf kinematik juftlar soni

Quyidagi maketda fazoviy mexanizm qo'llanilgan. Uning strukturaviy sxemasi quyidagicha chizilgan (3.2 - rasm).



3.2 —rasm

Chizilgan sxemaga ko'ra

$$n=4$$

$$P_1=0$$

$$P_2=0$$

$$P_3=0$$

$$P_4=0$$

$$P_5=4$$

$$W=6*4 - 5*4 - 0 = 4$$

Demak, mexanizmning erkinlik darajasi 4 ga teng ekan

SAVOLLAR

1. Mexanizm deb nimaga aytiladi?

2. Fazoviy mexanizm deb nimaga aytiladi?
3. Tekis mexanizm deb nimaga aytiladi?
4. Ferma deb nimaga aytiladi?
5. Bazis deb nimaga aytiladi?
6. 1- sinf kinematik jufti deb nimaga aytiladi?
7. 2 -sinf kinematik jufti deb nimaga aytiladi?
8. 3 -sinf kinematik jufti deb nimaga aytiladi?
9. 4 -sinf kinematik jufti deb nimaga aytiladi?
10. 5 -sinf kinematik jufti deb nimaga aytiladi?

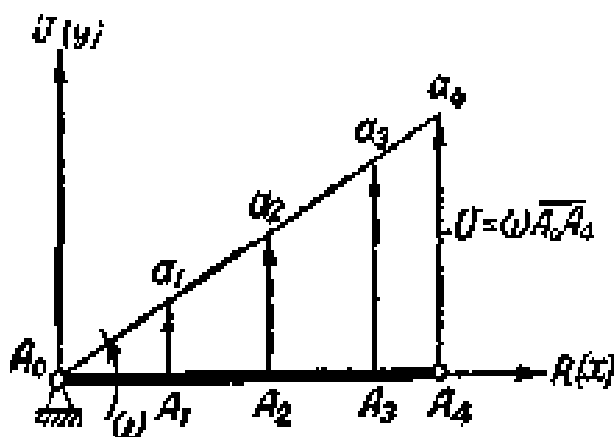
MA'RUZA – 4

Ma'ruza mavzusi:	Mexanizmlarni kinematik analizi. Masshtab ko'effitsiyenti. Mexanizmni kinematikasini grafik usulda tekshirish
REJA:	1. Mexanizmlar uchun tezliklar plani 2. Mexanizmlar uchun tezlanishlar plani

1. Mexanizmlar uchun tezliklar plani.

Tezlik va tezlanishlar planini tuzishda vektor tenglamalardan foydalanamiz. Buning uchun tekislikda harakatlanuvchi kinematik zanjir uchun Assur klassifikatsiyasidan foydalanamiz.

Umuman olganda mashina va mexanizmlar tarkibidagi bo'g'inlarning 3 xil tekis harakatini ko'rishimiz mumkin. Bular quzg'almas o'q atrofida aylanma harakat, to'g'ri chiziqli ilgarlanma-qaytar harakat va ikkalasi ham mavjud bo'lgan tekis parallel harakat. Aylanma harakatda bo'lgan bo'g'inlarning chiziqli tezligi aylanish o'qidan shu nuqtagacha bo'lgan masofaga proporsionaldir. Shuni bilishimiz kerakki bo'g'inlardagi nuqtalarda burchakli tezlik bir xil bo'ladi, chiziqli tezlik esa nuqtalarda turlicha bo'ladi. Burchak tezligi ω va burchak tezlanish ε bo'lib faqat bo'g'inga taalluqligini bilamiz, ya'ni



Atrofida aylanuvchi A_0 A_4 bo'g'inidagi ayrim nuqtalarning chiziqli tezligi A_0 A_4 to'g'ri chiziq qonuni bilan o'zgaradi.

$$V_{A1} = \omega \cdot \overline{A_0 A_1}; V_{A2} = \omega \cdot \overline{A_0 A_2} \text{ va xakazo.}$$

Bu tezliklar qo'zg'almas o'q atrofida aylanuvchi nuqta tezliklari bo'lganda ular absolyut tezliklar deb ataladi. Bu tezliklar $V_{A4} > V_{A3} > V_{A2} > V_{A1}$ tensizliklarga ega bo'ladi.

Bo'g'inlarning burchak tezligi va tezlanishi uning uchun asosiy qabul etilgan aylanish nuqtasiga bog'liq emas.

Tezliklar vektor kattalik bo'lib, uning ma'lum masshtabida, ya'ni tezlikning xaqiqiy kattaligini o'zidan bir necha marta kichik, katta yoki o'ziga teng

vektor kesmalar bilan ifodalash mumkin. Agar tezlik masshtabi μ_v yordamida tezliklarni kesmalar bilan ifodalasak, u holda birinchi modifikatsiya Assur gruppasi

uchun A va S nuqtalarning (sharnirlarning) tezliklari berilgan bo`lsa, S nuqtaning tezlik kesmasi, grafik uzunligi quyidagicha topiladi.

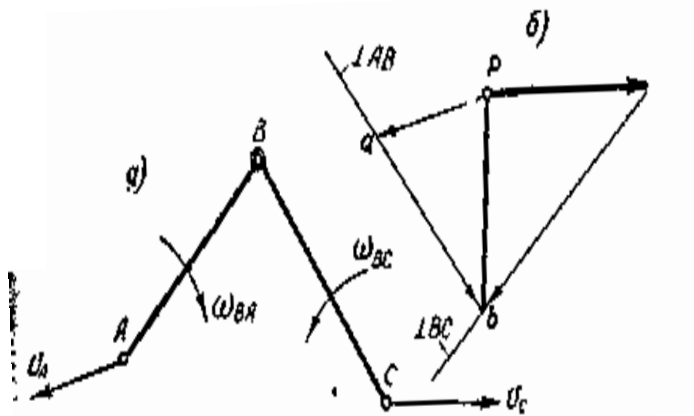
$$RS = \frac{\rho_c}{\mu_v} [\text{mm}]$$

Shunday qilib, p_a va p_c kesmalar μ_v masshtabda mos ravishda A va C nuqtalarning tezliklarini bildiradi. Bizga B sharnirning tezligini topish kerak bo`lsa, tezliklar planini tuzishdan oldin, noma'lum bo`lgan B nuqta tezligini v_B deb quyidagi vektor tenglamalarni tuzamiz:

$$\vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA}$$

$$\vec{V}_B = \vec{V}_C + \vec{V}_{BC}$$

Vektor tenglamalari geometrik usulda echib (v_v) ni topamiz.



II sinf 1 – tur grupp (a) ning
tezliklar plani (b)

Ixtiyoriy P nuqtani belgilab, uni tezliklar planini kutbi deymiz.

Tezlikni xaqiqiy qiymatini topish uchun shu kesma uzunligini tezlik masshtabiga ko`paytirish kerak

$$v_v = \mu_v \cdot \overline{PB}$$

Hosil qilingan ko`p burchak (shakl 3,2) AVS Assur gruppasining tezliklar plani deyiladi. Bundan quyidagilar kelib chiqadi:

1. $v_v = \mu_v \cdot R_b$ – V nuqtaning absolyut tezligi
2. $v_{AV} = \mu_v \cdot b_a$ – V nuqtani A nuqtaga nisbatan tezligi

3. $v_{VS} = \mu_V \cdot b_s - V$ nuqtaning C nuqtaga nisbatan tezligi

4. $\omega_{BA} = V_{BA} / l_{BA}$ – AV bo'g'inining oniy burchak tezligi

5. $\omega_{BC} = V_{BC} / l_{BC}$ – VS bo'g'inining oniy burchak tezligi.

2. Mexanizmlar uchun tezlanishlar plani.

Tezlanishlar planini tuzishda mexanizm yetaklovchi bo'g'inini burchak tezligini o'zgarmas deb qabul qilamiz.

$$\omega = \pi n / 30 = \text{const}$$

Burchak tezlanishi esa burchak tezligidan vaqt bo'yicha olingan hosilaga tengdir.

$$\varepsilon = d\omega / dt = 0$$

Burchak tezlanishi bo'lmaganligi uchun B nuqtaning tengentsial tezlanishi ham bo'lmaydi,

$$a_b^t = 0$$

shunga ko'ra $\bar{a}_B = \bar{a}_B^n + \bar{a}_B^t = \bar{a}_B^n$

Normal tezlanish hamma vaqt oniy, nisbiy yoki absolyut aylanish markazlariga qarab yo'nalganligi nazarga olinsa, uning skalyar kattaligi quyidagicha bo'ladi:

$$a_b^n = \frac{g_b^2}{l_{AB}} = \frac{(\omega \cdot l_{AB})^2}{l_{AB}} = \omega^2 \cdot l_{AB} \frac{m}{c^2}$$

Tezalanish masshtabi

$$\mu_a = a_b^n / \pi b \text{ (m / s}^2\text{)}$$

Bu erda

π – tezlanishlar planini qutbi

πb – millimetr hisobidagi kesma uzunligi

μ_a – tezlantirish masshtabi.

Tezlanishlar plani ikki pavoqkali ASSUR gruppasining birinchi modifikatsiyasidan boshlaymiz, ABC ikki pavoqkali gruppaga berilgan bo'lsin, A va C nuqtalarining tezlanishlari bizga ma'lum.

Dastlabki μ_v masshtabda tezlik planini tuzamiz. Tezliklar planidan tezlanishlar planini tuzishda foydalanamiz.

Sharnirning (B - nuqtaning) tezlanishini topish uchun a_A va a_C tezlanishlar bilan vektor tenglamalari orqali quyidagicha bog'laymiz.

$$\bar{a}_B = \bar{a}_A + \bar{a}_{BA} = \bar{a}_A + \bar{a}_{BA}^n + \bar{a}_{BA}^t$$

$$\bar{a}_B = \bar{a}_C + \bar{a}_{BC} = \bar{a}_C + \bar{a}_{BC}^n + \bar{a}_{BC}^t$$

tenglamadagi $\bar{a}_{BA}^n$ va $\bar{a}_{BC}^n$ ni tezlik vektorlari orqali topamiz.

$$a_{va}^n = v_{va}^2 / L_{AB} = (\mu_v * b_a)^2 / L_{AB} \quad a_{vc}^n = v_{vc}^2 / L_{AC} = (\mu_v * b_c)^2 / L_{AC}$$

Bularni vektor kesmalar bilan ifodalaymiz.

$$n_{ba} = a_{BA}^n / \mu_a \text{ (mm);}$$

$$n_{bc} = \frac{a_{BC}^n}{\mu_a}; [mm]$$

Tenglamaning birinchisiga binoan n_{ba} ni π_a vektor kesma uchidan BA ga parallel qilib, V dan A ga tomon, n_{bs} ni esa, π_s vektor kesma uchidan BC ga parallel qilib, B dan C ga tomon yo'naltiramiz, b ni topish uchun n_{ba} va π_{bc} normal kesmalarning uchidan shu kesmalarga tik chiziqlar o'tkazamiz. Ular B nuqtada kesishadi. π_b kesma μ_a masshtabda V nuqtaning absolyut tezlanishi bo'ladi, t_{bA} va t_{VA} kesmalar μ_a masshtabda V nuqtaning A va S atrofida aylanishida hosil bo'lgan tangentsial tezlanishlarining haqiqiy kattaliklaridir. AB va BC bo'g'inlari burchak tezlanishlariga tegishli tangentsial tezlanishlarni o'z radiuslariga bo'lish yo'li bilan topiladi.

$$\varepsilon_{BC} = a_{BA}^t / L_{BA} = \mu_a * t_{VA} / L_{VA}$$

$$\varepsilon_{BC} = a_{VS}^t / L_{VS} = \mu_a * t_{VS} / L_{VS}$$

Tezlanishlarning xaqiqiy qiymatlari quyidagicha topiladi:

$a_V = \mu_a \cdot \pi_b$ - B nuqtaning absolyut tezlanishi.

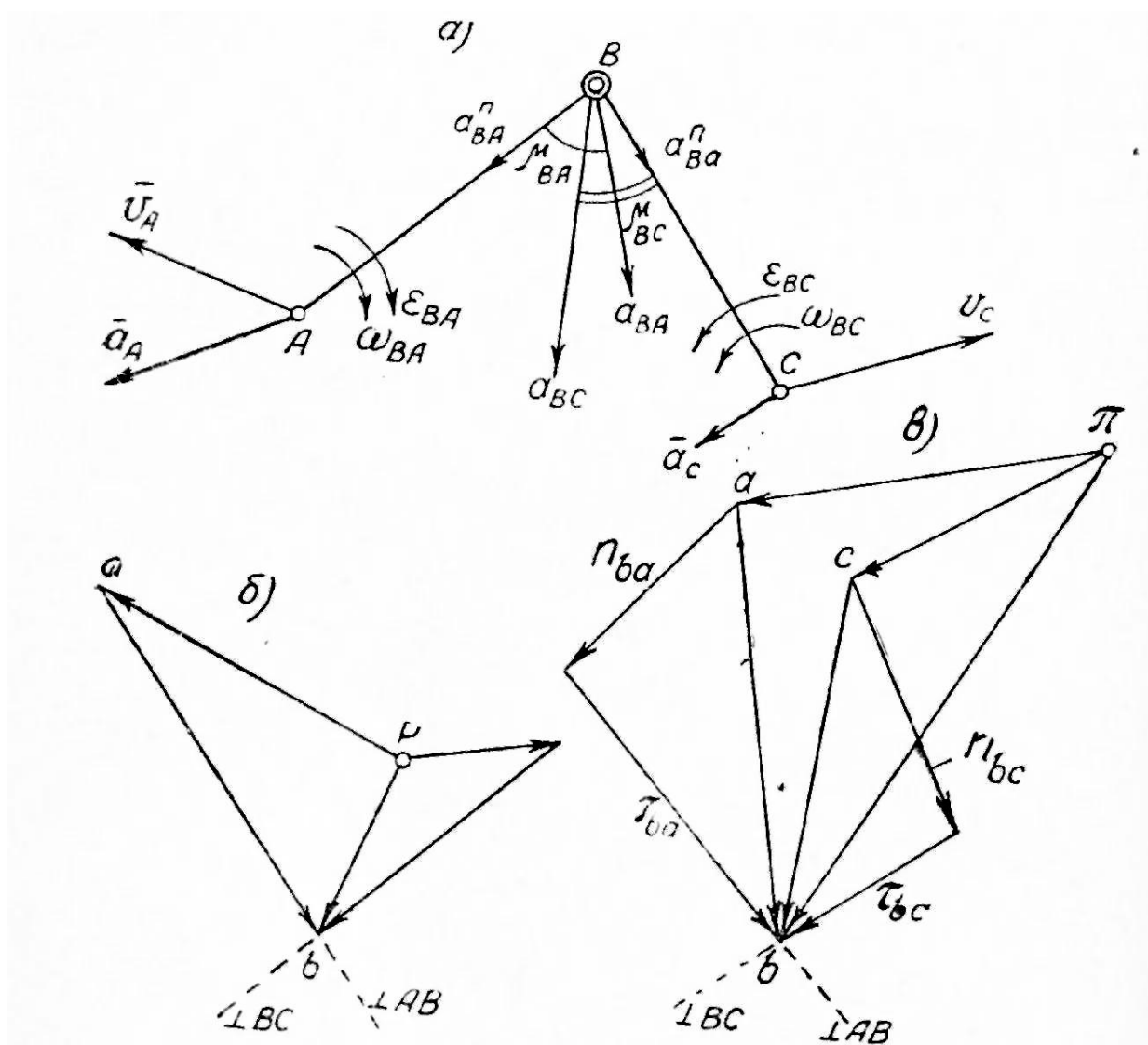
$a_{BA}^n = \mu_a \cdot n_{ba}$ - nuqtaning normal tezlanishi

$a_{BA}^t = \mu_a \cdot t_{ba}$ - B nuqtaning tangentsial tezlanishi

$a_{BA} = \mu_a \cdot \overline{ab}$ - B nuqtaning A nuqta atrofida aylanishidagi to'la nisbiy tezlanishi.

$a_{VS} = \mu_a \cdot \overline{bc}$ - B nuqtaning C nuqta atrofidagi aylanishidagi to'la nisbiy tezlanish.

$a_{BC}^t = \mu_a \cdot t_{bc}$ - B nuqtaning C atrofida aylanishdagi tangentsial tezlanishi.



4.2 – shakl. a – ikki bo'g'inli Assur guruppasining 1 – modifikatsiyasi (1 – turi); b – tezliklar plani; v – tezlanishlar plani.

XULOSA

1. Tezlikning xaqiqiy qiymatini aniqlash uchun masshtabdan foydalaniladi.
2. Absolyut va nisbiy tezlik uning qutbi R dan qanday masofada joylashganligiga bog`liq.
3. Tezlanish plani tezlik planiga bog`liq.

SAVOLLAR

1. Absolyut tezlik nima?
2. Tezlik planida masshtab qanday tanlanadi?
3. Tezlanishlar plani qutbi qanday olinadi?
4. Tezlik plani qanday usulda quriladi?
5. Tezlanishlar plani qanday usulda quriladi?
6. Absolyut tezlanish nima?
7. Tezlanishlar planida masshtab qanday tanlanadi?
8. Nisbiy tezlik deganda nimani tushinasiz?

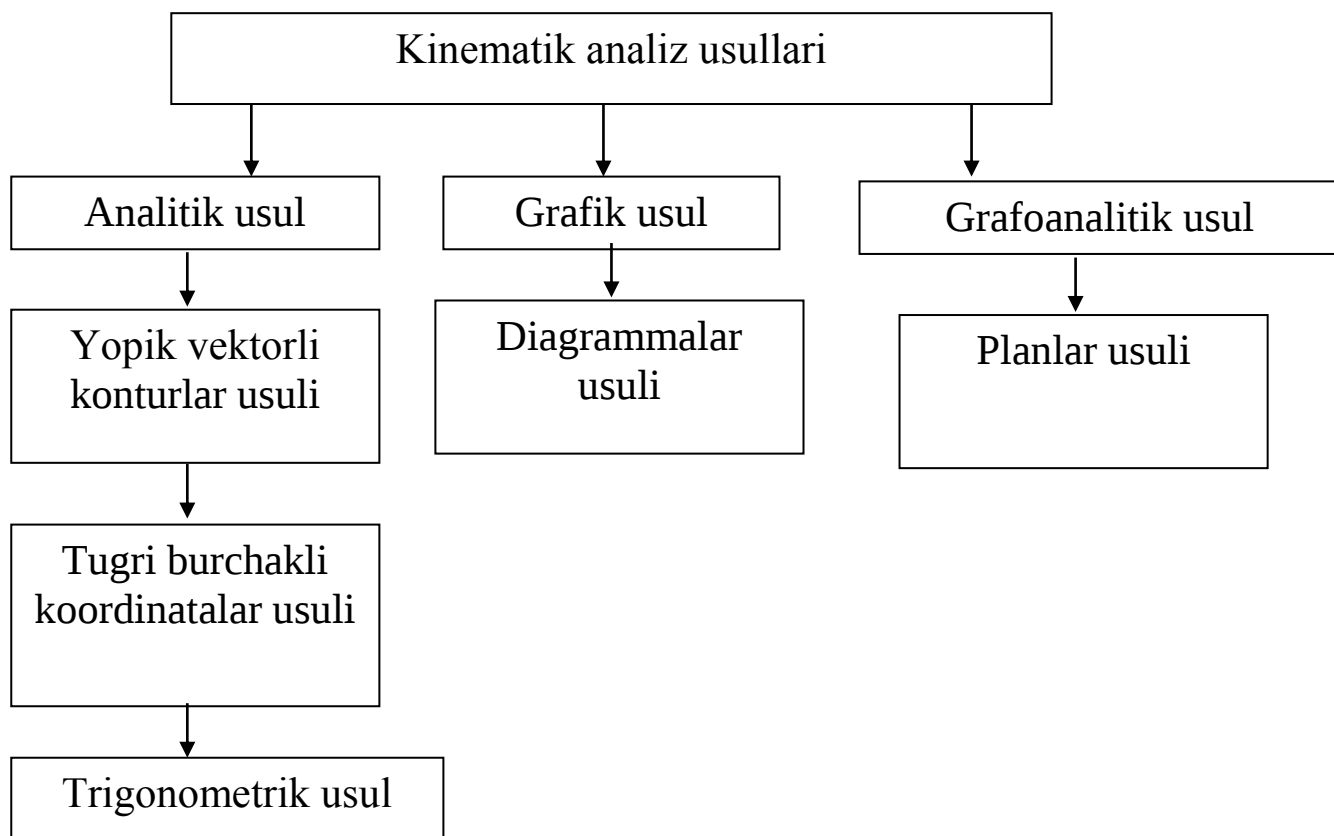
MA'RUZA - 5

Ma'ruza mavzusi:	Polyar planlar usulida mexanizmlar kinematikasini tekshirish
Reja:	1. Kinematikani o`rganish usullari.</li><li>2. Mexanizmlarni turli xolatlardagi planlarini chizish.</li><li>3. Tekis mexanizm bo`g`in nuqtalarining tezlik va tezlanishlarini topish</li><li>4. Kinematik diagrammalar yordamida mexanizmlar harakatini o`rganish.

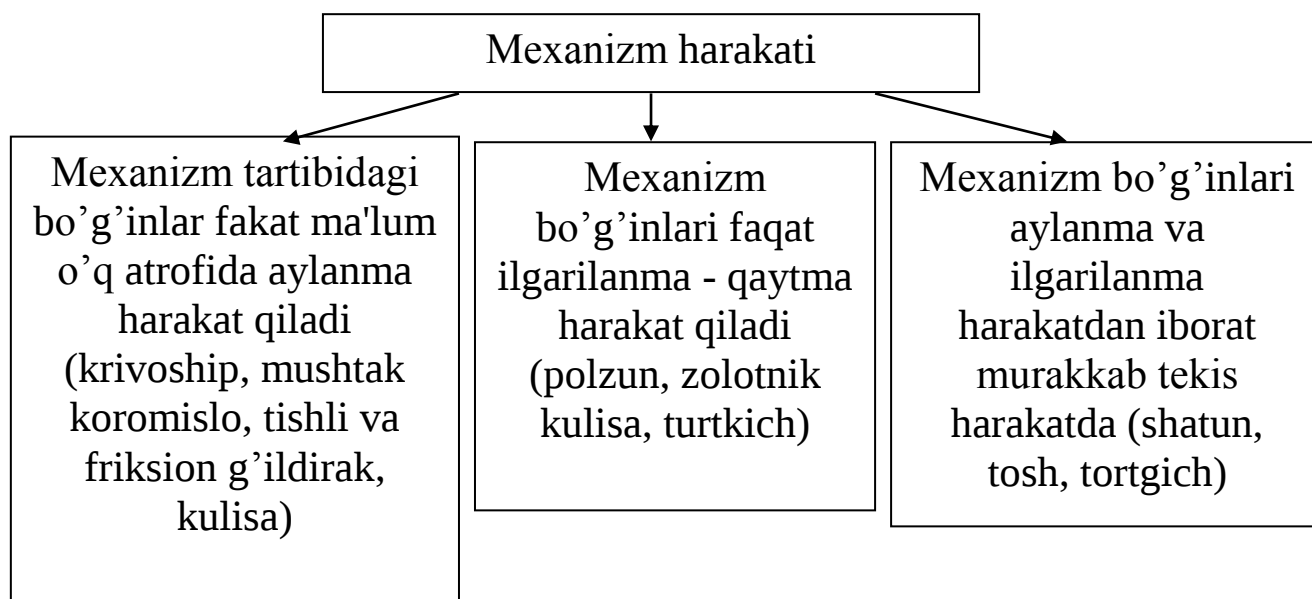
Mexanizmning kinematik analizida, mexanizm xolatlar plani tuziladi va mexanizm bo`g`inlari nuqtalarining chiziqli ko`chishi, tezligi va tezlanishlari, bo`g`inlarining aylanish burchagi, burchak tezligi va tezlanishlari aniqlanadi. Bunda bo`g`inlarga ta'sir etuvchi kuchlar hisobga olinmaydi.

Mexanizmlar asosan yetaklovchi, uzatuvchi va etaklanuvchi bo`g`inlardan tashkil topadi.

Har qanday mexanizm ma'lum tartibda harakat qiladi, bu harakat yetaklovchi bo`g`indagi harakat qonuniga bog`liq. Mexanizmlardagi shu harakat qarshiligini o`rganish mexanizm kinematikasini asosiy masalasidir



Tekislikda harakat qiluvchi ko'p bo'g'inli mexanizmlarda harakat 3 xil bo'ladi.



Misol uchun 4 bo'g'inli sharnirli mexanizmni ko'rib chiqamiz. Bu bo'g'inlar nomlari: O_1O_2 -qo'zg'almas bo'g'in (O) O_1A -krivoship (2), AB -shatun (3) O_2B -koromislo(4).

Krivoshipni oniy aylanish markazi O_1 nuqtada yotadi, uni R_{21} bilan belgilaymiz va absolyut oniy markaz deymiz. Shunga o'xshash 4-bo'g'inli absolyut oniy aylanish markazi O_2 nuqta bo'lib, uni R_{41} deb belgilaymiz.

Bu erda 2-chi va 4-chi bo'g'inlar qo'zg'almas bo'g'in 1 ga nisbatan harakatlanmoqda. 3-chi bo'g'inning 2-chi bo'g'inga nisbatan oniy aylanish markazi A nuqtada bo'ladi, bu markaz nisbiy harakatdagi oniy aylanish markazi bo'ladi (R_{32}) 4-chi bo'g'inli koromislarning 3-chi bo'g'in shatunga nisbatan oniy aylanish markazi B nuqtada bo'ladi uni R_{43} orqali belgilaymiz. Nazariy mexanika kursidan foydalanib AB -bo'g'inning R_{31} oniy aylanish markazini hosil qilamiz.

Mexanizm bo'g'inlarining absolyut oniy aylanish markazi qo'zg'almasdir, nisbiysi esa bo'g'in xolatiga qarab o'zgaradi.

Shaklda ko'rsatilgan AB bo'g'inning R_{31} oniy markaz atrofida aylanishidagi oniy burchak tezligi.

$$\omega_3 = \frac{v_A}{AP_{31}} = \frac{v_B}{BP_{31}} (c^{-1}) \text{ bo'ladi.}$$

AB bo'g'inning ixtiyoriy S nuqtasidagi tezligi esa

$$v_S = \omega_{31} \cdot \overline{P_{31}S} (m/c) \text{ bo'ladi.}$$

bu erda: $\overline{P_{31}S} - P_{31}$ oniy aylanish markazidan S nuqtagacha bo'lgan masofa.

2. Mexanizmlarning turli xolatlardagi planlarni tuzish.

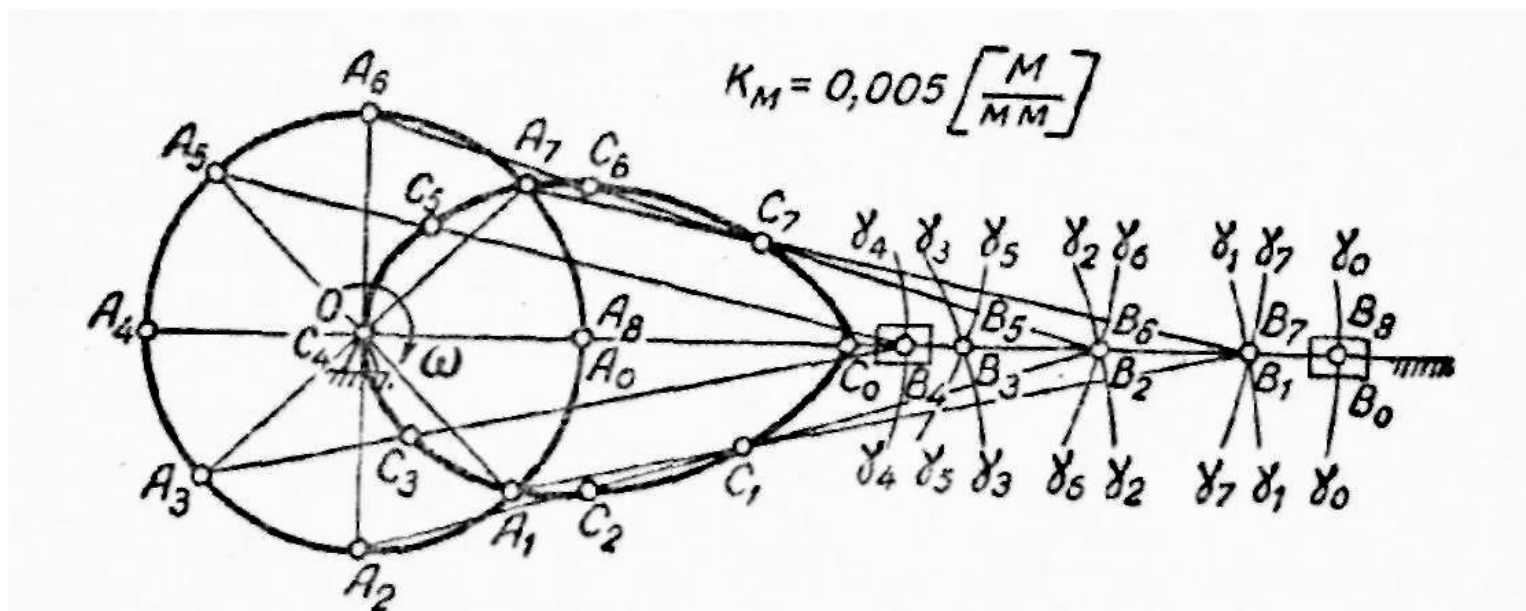
Mexanizm bo'g'inlarini kattalashtirib yoki kichaytirib chizish uchun ma'lum masshtab talab qilinadi. Quyidagi shakl – 5.2 da aksial krivoshipli – shatunli mexanizmni ko'rib chiqsak.

Bu mexanizm bo'g'inlarini o'lchovlari quyidagicha

$L_{OA} = 95 \text{ mm} = 0,095 \text{ m}$ —krivoshipning xaqiqiy uzunligi

$L_{AB} = 0,340 \text{ m}$ —shatunning xaqiqiy uzunligi

$L_{AS} = 100 \text{ mm} = 0,1 \text{ m}$ —shatun og'irlik markazi S va A nuqta orasidagi masofa.



Shakl 5.2 – Krivoshipli shatunli mexanizm

Mexanizm bo'g'inlarini uzunlik masshtabi μ_L bo'yicha shakldagidek chizamiz.

Uzunlik masshtabi quyidagicha topiladi.

$$\mu_l = \frac{\ell_{AB}}{AB};$$

Bu erda AB – shatunning grafik uzunligini, (buni shu kesma chiziladigan qog'oz o'lchamiga qarab tanlaymiz). Bizda $AB = 68 \text{ mm}$, u xolda

$$\mu_l = \frac{0.34}{68} = 0.005 \text{ yoki } \mu_l = 0,005 \left[\frac{M}{MM} \right]$$

Buni AB kesmaning xar 1mm uzunligiga 5 mm xaqiqiy uzunlik bor deb tushunamiz. Shunga ko`ra krivoshipning grafik uzunligi, ya'ni qog`ozga chiziladigan uzunligi quyidagicha bo`ladi.

$$OA = \frac{l_{OA}}{\mu_l} = \frac{0.095}{0.005} = 19.MM$$

Mexanizmni boshlang`ich (nol) vaziyati quyidagicha topiladi.

$$L = OA + AB = 19mm + 68 mm = 0,087m.$$

Demak mexanizm krivoshipning aylanish markazi (0) dan o`ng tamonga L = 87mm uzunlikdagi radius bilan yoy chizib XX o`qi bilan kesishuv nuqtasida B₀ nuqtani belgilaymiz va boshlang`ich OA<sub>0</sub>B<sub>0</sub> (nol) vaziyat topiladi. Qolgan nuqtalarni shunga o`xshash qilib belgilaymiz.

3. Tekislikda aylanuvchi mexanizmlar bo`g`in nuqtalarining tezlik va tezlanishlarini topish.

Bu masalaning yechimini krivoship-polzunli mexanizm misolida ko`rib chiqamiz. Masalaning berilgan qiymati mexanizmning geometrik parametrlari hisoblanib, u  $\mu_l$  knematik sxemasi qurilgan (5.3-rasm) va uning kirish kinematik parametri  $\omega_1$  qo`zg`almas o`zgarmas burchak tezlikka egadir. Krivoship B nuqtasining chiziqli tezligi ma`lum formuladan topish mumkin.

$$v_B = AB\omega_1 \quad (3.2)$$

Bu tezlik vektori istalgan tezlik masshtablarda qurilgan tezlik rejasidir. Tezlik masshtabi

$$\mu_v = \frac{v}{\bar{v}} \left(\frac{M}{C \cdot MM} \right) \quad (3.3)$$

bu yerda: v – xaqiqiy chiziqli tezlik m/s da;

$\bar{v}$ – bu tezlik vektorining chizmadagi ifodasi mm da .

Qurilishni va hisoblashni yengillashtirish maqsadida tezlik masshtabini istalganicha olmasdan, uni krivoship B nuqtasining tezlik vektorini chizmadagi ifodasini mexanizm sxemasidagi krivoship uzunligiga teng qilib olinsa maqsadga muvofiq bo`ladi., ya'ni $\bar{v} = \overline{AB}$. Unda (3.2) ni hisobga olganda tezlik masshtabi:

$$\mu_v = \frac{v_B}{v_B} = \frac{AB\omega_1}{AB}$$

(3.1) ni xisobga olib, quyidagini hosil qilamiz:

$$\mu_v = \mu_l \omega_l \left(\frac{M}{C \cdot MM} \right) \quad (3.4)$$

Bu holatda aylanuvchi zveno nuqtasining chizmadagi ifodasi zvenodagi bu nuqtaning radius-vektorining joylashuv ifodasiga teng bo'lsa, bunday tezlik masshtabini bosh zveno masshtabi krivoship masshtabi deyiladi. Tezliklar rejasini ko'rsatilgan masshtabda quramiz (5.3-rasm). Qutb p dan krivoship B nuqtaning tezlik vektorini, uning burchak tezligi yo'nalishiga mos ravishda o'tqazamiz. Bu vektor yuqorida aytilganidek mexanizm sxemasidagi krivoship uzunligiga teng va perpendikulyar bo'ladi, ya'ni $\overline{pb} = \perp \overline{AB}$. SHatunga o'tamiz. B nuqta krivoshipga tegishli bo'lmasdan shatunga ham tegishlidir, shuning uchun shatundagi B nuqtaning tezligi, krivoshipdagi V nuqtaning tezligi hamdir. V nuqtaning kinematik parametrlari bir xil. SHatun tekislikda murakkab harakalanadi, ya'ni, uning harakati B nuqtaning ko'chirma, ilgarilanma va B nuqta atrofida aylanma harakatidan iborat. SHatundagi C nuqtaning tezligini aniqlash uchun quyidagi vektor tenglamani yechish kerak:

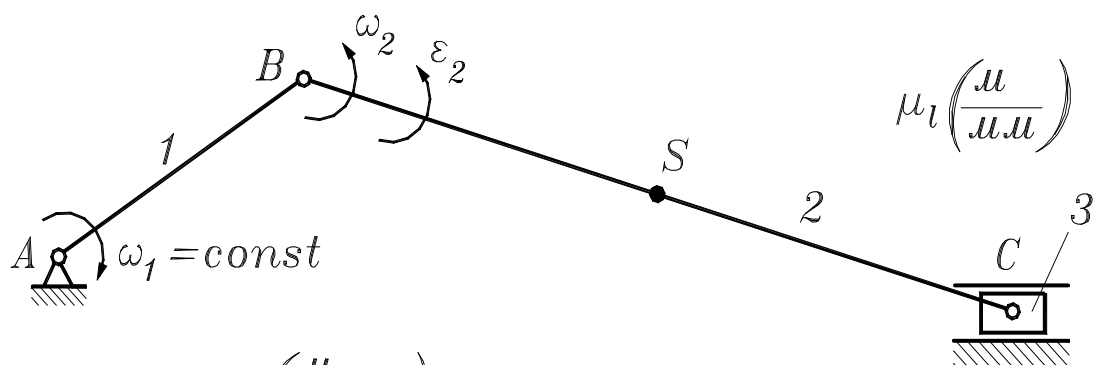
$$\overline{v_C} = \overline{v_B} + \overline{v_{CB}} \quad (3.5)$$

C nuqta shatunga tegishli bo'lish bilan birga polzunga ham tegishli, shuning uchun ularning tezligi bir xildir. Polzun yo'naltiruvchi bo'lib, ilgarilanma harakatlanadi, shu sababli B nuqtaning tezlik ta'sir chizig'i gorizental yo'nalgan bo'ladi. Bu tezlik absolyut, shu sababli qutb p dan gorizental o'tqazamiz. v_{CB} nisbiy tezlik shatunga perpendikulyar, u nisbiy harakatda B nuqta atrofida aylanadi. SHuning uchun (3.5) vektor tenglamaga asosan grafik qo'shishni bajarib, tezliklar rejasidagi B nuqtadan shatunga perpendikulyar o'tqazamiz. Bu ikki chiziqni uchrashish nuqtasida qaralayotgan nuqta topiladi. SHunday qilib, $\overline{pC}$ – bu S nuqtaning absolyut tezlik vektori, $\overline{bC}$ esa B nuqtaning C nuqtaga nisbatan nisbiy tezlik vektori. Tezliklar rejasida C nuqtani topish uchun o'xshashlik teoremasidan foydalanamiz, bunga asosan, zvenodagi nuqtalarning nisbiy tezlik vektorlaridan qurilgan figura zvenolaridan qurilgan figuraga o'xshash bo'lishi kerak. Bunda zveno kesmalari va nisbiy tezliklar proporsionaldir. Agar C nuqta BC shatunning o'rtasida joylashgan bo'lsa, u holda tezliklar rejasida C nuqta BC nuqtalarning o'rtasida topiladi: $\overline{pS}$ – S nuqtaning absolyut tezlik vektori.

Ko'rilgan tezliklar rejasi yordamida mexanizmga tegishli zveno va nuqtalarning tezlik qiymat va yo'nalishi tezlik yo'nalishidan ko'rinib turadi, uning qiymatini mm larda olingan vektor uzunligini tezlik masshtabiga ko'paytirib topiladi. Masalan, C nuqtaning tezligi (yoki polzunning tezligi):

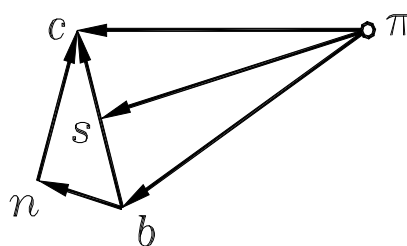
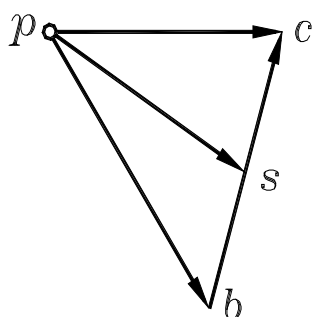
$$v_C = pC \mu_l \text{ (m/s)}$$

SHatunning burchak tezligini topamiz. SHatun tekislikda murakkab harakatlanadi, har bir vaqt momentida markazdagi aylanma harakat yoki B nuqta atrofidagi nisbiy harakatga bo'lish mumkin. Bu tezlik mexanizm sxemasi va tezliklar rejasi yordamida aniqlanadi. Ya'ni shatunning nisbiy tezligini shatun nisbiy tezligiga bo'lib topiladi:



$$\mu_v = \mu_l \omega_1 \left(\frac{\mu}{c \cdot \mu \mu} \right)$$

$$\mu_a = \mu_l \omega_1^2 \left(\frac{\mu}{c^2 \cdot \mu \mu} \right)$$



$$\overline{v_B} = \overline{pb} \perp \overline{AB}$$

$$\overline{a_B^n} = \overline{\pi b} \parallel \overline{AB}$$

$$\overline{v_{CB}} = \overline{bc} \perp \overline{BC}$$

$$\overline{a_{CB}^n} = \overline{bn} \parallel \overline{BC}$$

$$\overline{v_C} = \overline{pc} \parallel \overline{hanp}$$

$$\overline{a_{CB}^\tau} = \overline{nc} \perp \overline{BC}$$

$$\left. \begin{array}{l} \overline{a_{CB}^n} = \overline{bn} \parallel \overline{BC} \\ \overline{a_{CB}^\tau} = \overline{nc} \perp \overline{BC} \end{array} \right\} \overline{a_{CB}} = \overline{bc}$$

$$\overline{v_S} = \overline{ps}$$

$$\overline{a_C} = \overline{\pi c} \parallel \overline{hanp}$$

$$\overline{a_S} = \overline{\pi s}$$

5.3-rasm

$$\omega_2 = \frac{v_{CB}}{BC} = \frac{\overline{v_{CB}} \mu_v}{\overline{BC} \mu_l} = \frac{\overline{bc} \mu_l \omega_1}{\overline{BC} \mu_l}$$

Formula elementlari qisqartirilgandan keyin quyidagini olamiz:

$$\omega_2 = \frac{\overline{bc}}{\overline{BC}} \omega_1 \text{ (rad/s)} \quad (3.6)$$

Burchak tezlik yo'nalishini aniqlash uchun, shartli ravishda tezliklar rejasidan $\overline{bc}$ vektorni mexanizm sxemasidagi C nuqtaga ko'chiramiz va shu vektor yo'nalishidan V nuqtaga nisbatan moment olamiz, shu momentning yo'nalishi ω_2 ning yo'nalishini beradi.

Zveno va nuqtaning tezlanishini aniqlash

Tezliklar mexanizmda tezlik rejasi yordamida topilsa, tezlanishlar mexanizmda tezlanishlar rejasi yordamida topiladi. Tezlanish rejasi – bu nuqtaning absolyut va nisbiy tezlanish vektoridan qurilgan ko'pburchakdir. Tezlanishlarini topish uchun berilganlar mexanizmning kinematik sxemasi va tezliklar rejasi (3.10-rasm). Krivoshipning burchak tezligi o'zgarmas bo'lganligi sababli, uning har bir nuqtasi normal (markazga intilma) tezlanishga, qiymati esa quyidagi formuladan topiladi:

$$a_B^n = AB\omega_1^2 \quad (3.7)$$

Istalgan tezlanish masshtabida ko'rsatilgan, bu tezlanish vektori, tezlanish rejasini qurish uchun berilgandir. Tezlanish masshtabi:

$$\mu_a = \frac{a}{a} \left(\frac{M}{C^2 MM} \right) \quad (3.8)$$

bu yerda a – haqiqiy chiziqli tezlanish m/s^2 da;

$\bar{a}$ – bu tezlanish vektorining chizmadagi ifodasi mm da.

Tezliklar rejasini qurishni osonlashtirilganidek, bu masshtabni ham ixtiyoriy olmasdan, uni krivoship V nuqtasining tezlanish vektorini mexanizm sxemasidagi krivoship uzunligiga teng qilib olinsa, ya'ni $\bar{a} = \overline{AB}$, unda tezlanishning masshtabi (3.7) hisobga olgan holda quyidagicha bo'ladi:

$$\mu_a = \frac{a_B}{a_B} = \frac{AB\omega_1^2}{AB}$$

(3.1)ni hisobga olib, hosil qilamiz:

$$\mu_a = \mu_l \omega_1^2 \left(\frac{M}{C \cdot MM^2} \right) \quad (3.9)$$

Bu holatda aylanuvchi zveno nuqtasi normal tezlanishning chizmadagi ifodasi zvenodagi bu nuqtaning radius-vektorining joylashuv ifodasiga teng bo'lsa, bunday tezlanish masshtabini bosh zveno masshtabi yoki krivoship masshtabi deyiladi.

Tezlanishlar rejasini ko'rsatilgan masshtabda quramiz (5.3-rasm). Qutb π dan krivoship B nuqtasining normal tezlanish vektorini aylanish markaziga yo'naltirib, ya'ni B nuqtadan A nuqtaga qarab o'tqazamiz. Bu vektor yuqorida aytilganidek mexanizm sxemasidagi krivoship uzunligiga teng va parallel bo'ladi, ya'ni $\overline{\pi b} = \overline{AB}$. SHatunga o'tamiz. B nuqta krivoshipga tegishli bo'lmasdan shatunga ham tegishlidir, shuning uchun shatundagi B nuqtaning tezlanishi, krivoshipdagi B nuqtaning tezlanishi hamdir. SHatun tekislikda murakkab harakalanadi, ya'ni, uning harakati B nuqtaning ko'chirma, ilgari lanma va B nuqta atrofida aylanma harakatidan iborat. SHunday qilib, C nuqtaning shatundagi B

nuqtaga nisbatan tezlanishi nisbiy normal va tangentsial tezlanishini aniqlash uchun quyidagi vektor tenglamani yechish kerak:

$$\overline{a_C} = \overline{a_B} + \overline{a_{CB}} = \overline{a_B} + \overline{a_{CB}^n} + \overline{a_{CB}^\tau}$$

S nuqta shatunga tegishli bo'lish bilan birga polzunga ham tegishli, shuning uchun ularning tezlanishi bir xildir. Polzun yo'naltiruvchi bo'lib, ilgari lanma harakatlanadi, shu sababli S nuqtaning tezlanish ta'sir chizig'i gorizontal yo'nalgan bo'ladi. Bu tezlanish absolyut, shu sababli qutb C nuqtaning B nuqtaga nisbatan normal tezlanishi, uning B nuqta atrofida nisbiy harakatdagi burchak tezligi ma'lumlighi tufayli aniqlanadi. Bu vektorning chizmadagi ifodasini, ya'ni tezlanishlar rejasida ko'rsatilganidek vektor uzunligini aniqlaymiz. Vektor tenglamaga asosan grafik qo'shishni bajarib, bu vektorni B nuqta tezlanish vektorlarining oxiridan qo'yib, ya'ni, B nuqtadan shatunga parallel ravishda C nuqtadan B nuqtaga yo'nalishda – nisbiy aylanish markaziga ($\overline{bn}$ 3.10-rasmda). (3.6) ni hisobga olib, vektor uzunlikni quyidagicha topamiz:

$$\overline{a_{CB}^n} = \overline{bn} = \frac{\overline{a_{CB}^n}}{\mu_a} = \frac{BC\omega_2^2}{\mu_l\omega_1^2} = \frac{\overline{BC}\mu_l(\overline{bc})^2\omega_1^2}{(\overline{BC})^2\mu_l\omega_1^2}$$

Qisqartirilgandan keyin quyidagini hosil qilamiz:

$$\overline{bn} = \frac{(\overline{bc})^2}{\overline{BC}} (\text{mm}) \quad (3.10)$$

Tangentsial nisbiy tezlanishning harakat chizig'ini vektor tenglamaga asosan grafik qo'shish natijasida, shatunga perpendikulyar qilib, $\overline{bn}$ vektorni o'tqazamiz. S nuqtaning tezlanish ta'sir chizig'i gorizontal chiziq bilan bu chiziqning uchrashish nuqtasida qidirilayotgan nuqta S $\overline{\pi c}$ vektorning oxiri (S nuqtaning absolyut tezlanishi) va $\overline{nc}$ (nuqtaning tangentsial tezlanishi) topiladi. $\overline{bn}$ normal va $\overline{nc}$ tangentsial nisbiy tezlanish vektorining yig'indisi $\overline{bc}$ to'la nisbiy tezlanish vektorini beradi. S nuqtaning tezlanishi esa yuqorida tezliklar rejasida ko'rsatilganidek, s nuqta tezlanishlar rejasida $\overline{bc}$ kesmaning o'rtasida joylashgan bo'ladi.

Tezlanishlar rejasi mexanizmdagi chiziqli tezlanishning yo'nalishi va proporsiyasini ko'rsatadi. Chiziqli va burchak tezlanishlar qiymati tezlanishlar rejasidan formula orqali topiladi. Chiziqli tezlanish – tezlanish masshtabini hisobga olib (polzun tezlanishi) quyidagicha topiladi:

$$a_3 = a_C = \overline{\pi c} \mu_a \text{ (m/s}^2\text{)}$$

SHatunning burchak tezlanishini nisbiy harakatdagi tangentsial tezlanishni shatun uzunligiga teng radius-vektorga bo'lib topamiz. O'aqiqiy tezlanishlarni tezlanish rejasi va mexanizm sxemasidagi qiymatlarga almashtirib quyidagini hosil qilamiz:

$$\varepsilon_2 = \frac{a_{CB}^\tau}{BC} = \frac{\overline{nc} \mu_l \omega_l^2}{\overline{BC} \mu_l}$$

Qisqartirilgandan keyin olamiz:

$$\varepsilon_2 = \frac{\overline{nc}}{\overline{BC}} \omega_l^2 \text{ (rad/s)} \quad (3.11)$$

SHatunning burchak tezlanish yo'nalishini $\overline{nc}$ vektor ko'rsatadi, shartli ravishda mexanizm sxemasining S nuqtasiga tezlanishlar rejasidan ko'chiriladi. Berilgan holatda shatunning burchak tezlanishi soat strelkasiga qarama-qarshi yo'naltirilgan, burchak tezlik singari, bunda tezlanuvchan harakatlanadi.

Hulosa qilganda, zveno va nuqtalarning tezlanish va qiymatlari mexanizmlarni kuchga hisoblashga inertsia kuch va momentlarni topishda foydalaniladi.

4. Kinematik diagrammalar.

Yo'l diagrammalari berk trayektoriyalar bo'yicha harakat qilayotgan nuqtalar uchun quriladi. Oraliq diagrammalari harakat qaytar qilayotgan nuqtalar uchun quriladi, masalan B nuqta uchun, Ko'chish diagrammalari Belgilangan trayektoriyalarning tegishli kesimlarni ulash yo'li bilan quriladi. (5.4 rasm)

Ilgarilanma – qaytar harakat qiladigan B nuqta uchun oraliq diagrammasini ko'ramiz. Bu ma'lum bir ulash boshidan harakat qilayotgan B nuqtagacha masofaning o'zgarishini vaqt bo'yicha grafik bog'lanish. Qabul qilamiz, eng chetdagi B_0 holatdan. Bu $S_{B_0B_1}$, $S_{B_0B_2}$ va h.k kesmalar uzunliklari chizmadagi ularga tegishli kesmalar : B_0B_1 , B_0B_2 va h.k.

Diagrammani qurishga o'tamiz.

1). OS, Ot o'zaro perpendicular sistemada absisa o'qini teng 6 bo'lakga bo'lamiz.

Vaqt masshtabi

$$\mu_t = \frac{T}{X_T} = \frac{60}{n_1 \cdot X_T} = \frac{60}{100 \cdot 240} = 0,0025 \text{ s/mm}$$

Bu erda

T – krivoshipning bir aylana vaqti, bir sikil davri.

X – krivoshipning bir aylanish vaqtiga to'g'ri keladigan absisa o'qi bo'yicha kesma uzunligi (240 mm).

2). Absisa o'qining bo'linish nuqtalaridan ordinatalar chiqaramiz va ularda tegishli $S_{B_0B_i}$ masofalarini qo'yib chiqamiz. Lekin ular doim ortiqcha uzun yoki kalta bo'ladi. Shuning uchun ularni masshtab bo'yicha o'zgartiramiz.

a) Oldindan grafikning maksimal ordinatalarini qabul qilamiz - $Y_{S_{\max}}^B = 110$ s/mm

b) Diagramma masshtabini hisoblaymiz.

$$\mu_s^B = \frac{S_{\max}^B}{Y_{S\max}^B} = \frac{0,3}{110} = 0,0027 \text{ m/mm}$$

$S_{\max}^B$ - maksimal oraliqning haqiqiy miqdori. Bu holatda

$$S_{\max}^B = S_{B_0 B_3} = \mu_e \cdot B_0 B_3$$

$Y_{S\max}^B$ - qabul qilingan maksimal ordinate uzunligi. Diagramma ordinatalarining qiymatlari.

$$Y_{S_1}^B = \frac{S_{B_0 B_1}}{\mu_s^B} = \frac{\mu_e \cdot B_0 B_1}{\mu_s} = \frac{0,003 \cdot 32}{0,0027} = 35,5 \text{ mm}$$

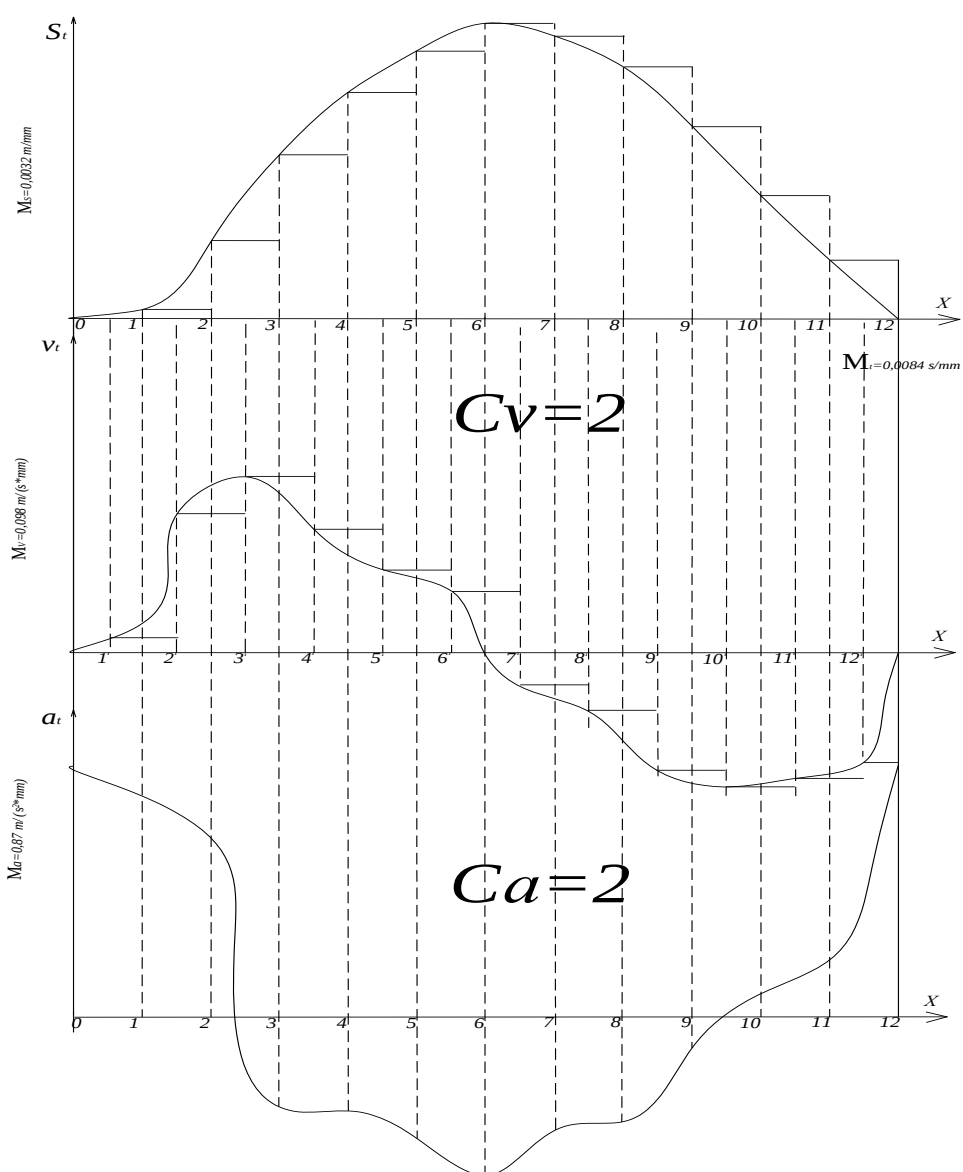
$$Y_{S_2}^B = \frac{S_{B_0 B_2}}{\mu_s^B} = \frac{\mu_e \cdot B_0 B_2}{\mu_s} = \frac{0,003 \cdot 71}{0,0027} = 79 \text{ mm}$$

$$Y_{S_3}^B = \frac{S_{B_0 B_3}}{\mu_s^B} = \frac{\mu_e \cdot B_0 B_3}{\mu_s} = \frac{0,003 \cdot 100}{0,0027} = 111 \text{ mm}$$

Odatda, grafikning optimal o'lchamlarni taminlash uchun ΔY_s ni C_v marta kattalashtirib yoki kichiklashtirib qo'yish mumkin

$$Y_v = C_v \Delta Y_s$$

KINEMATİK DIAGRAMMALAR



5.4-rasm

Bizning qurilmalarimizda tezlik diagramasining ordinatasi

$$Y_{vi} = C_v \cdot \Delta Y_{Si}$$

Bunda

$$\Delta Y_{Si} = \frac{Y_{vi}}{C_v} \quad (3)$$

(3) ni (2) ga qo'yib topamiz

$$V_i = \frac{\mu_s}{\mu_t \cdot \Delta x_t} \cdot \Delta Y_{Si} = \frac{\mu_s}{\mu_t \cdot \Delta x_t} \cdot \frac{Y_{vi}}{C_v} = \mu_v \cdot Y_v$$

Bunda

$$\mu_v = \frac{\mu_s}{\mu_t \cdot \Delta x_t \cdot C_v} = \frac{0,0027}{0,0025 \cdot 40 \cdot 1} = 0,027 \quad \frac{m/s}{mm}$$

μ_v - tezliklar diagrammasining masshtabi,

Δx_t - bir interval vaqt uzunligi

C_v - ortirmani o'zgartirish koeffitsenti

μ_s - ko'chish masshtabi

μ_t - vaqt masshtabi

Analogik yo'l bilan tezlanish diagrammasi quriladi.

Tezlanish masshtabi:

$$\mu_a = \frac{\mu_v}{\mu_t \cdot \Delta x_t \cdot C_a} = \frac{0,027}{0,0025 \cdot 40 \cdot 1} = 0,27 \quad \frac{m/s^2}{mm} \quad (5)$$

XULOSA

1. Mexanizm kinematikasini o'rganish usullari turlicha va ularning har biri o'z afzalliklariga ega.
2. Tabiatda absolyut harakat mavjud emas, barcha harakatlar nisbiydir.
3. Mexanizmning turli xolatdagi planini tuzishda masshtab tanlash muhimdir.

SAVOLLAR

1. Mexanizm kinematikasi nimani o'rgatadi?
2. Mexanizm qanday bo'g'inlardan tashkil topgan?
3. Tekislikda harakatlanuvchi ko'p bo'g'inli mexanizmlar harakati necha xil bo'ladi?
4. Mexanizmlar kinematikasini o'rganishni necha xil usullari bor?
5. Mexanizm xolatlar plani qanday quriladi?
6. Analitik kinematika qanday usul?
7. Uzunlik masshtabi qaysi formula orqali aniqlanadi?
8. Nuqtalarning tezlik va tezlanishlari qanday aniqlanadi?

Ma'ruza mavzusi:	Analitik usulida mexanizm kinematikasini tekshirish
Reja:	1. Analitik usul turlari va qo'llanilishi 2. Richagli mexanizmlar analitik kinematikasi

Sxema bosqichida mexanizmlarni loyihalash uch xilga bo'linadi:

- strukturaviy;
- kinematik yoki geometrik;
- dinamik;

Strukturaviy loyihalash – bu mexanizmning struktura sxema- sini ishlash, ya'ni uning sxemasini zveno o'lchamlarisiz aniqlash.

Kinematik (geometrik) loyihalash berilgan geometrik va kinematik parametrlar bo'yicha berilgan tipdagi mexanizm zveno o'lchamini aniqlash tushuniladi.

Dinamik loyihalashda mexanizmning dinamik parametrlari (kuch va inertsiya) hisobga olinadi.

Oddiy sterjenli mexanizmning strukturaviy sxemalari 2-bobda keng yoritilgan. Dinamik loyihalash ba'zi bir maxsus holatlarda qo'llaniladi. Asosan kinematik loyihalash, keng ishlab chiqilgan olib boriladi.

Kinematik loyihalash quyidagi xillarga bo'linadi:

- kirish va chiqish zvenolarning berilgan holatlari bo'yicha;
- chiqish zvenoning o'rtacha tezligi bo'yicha;
- chiqish zvenoning o'rtacha tezligini o'zgarish koefitsienti bo'yicha;
- boshqa xillar.

Mexanizmni istalgan loyihalash usulida ba'zi bir konstruktiv shartlarga rioya qilish kerak, xususiyl holda krivoshipli mexanizmga krivoshipning mavjudlik shartiga rioya qilish kerak, bu tug'rida keyinroq gapiriladi.

Kinematik loyihalashning ba'zi-bir xillarini ko'rib chiqamiz.

Polzunning o'rtacha tezligi bo'yicha markaziy krivoship-polzunli mexanizmni loyihalash

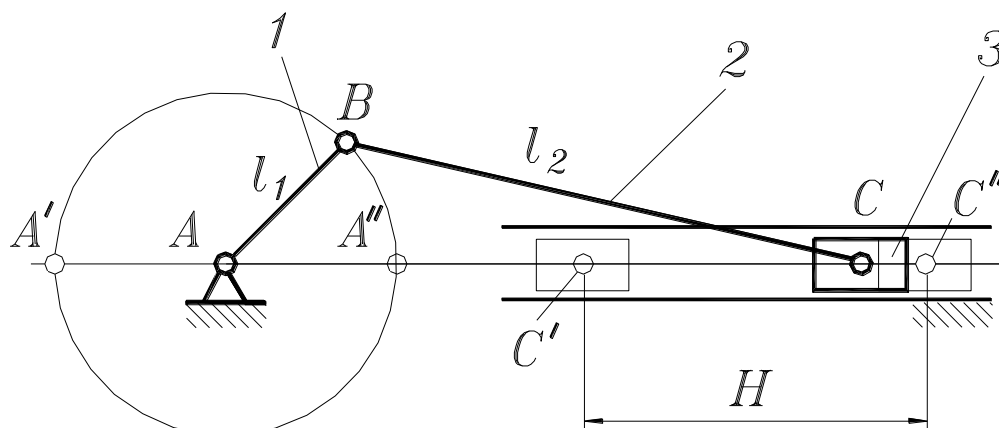
Bu holatda, berilganlar quyidagicha:

- polzunning o'rtacha tezligi $V_{30'r}(m/c)$;
- krivoshipning aylanish chastotasi n , (ayl./min.);
- shatun uzunligini krivoshipga nisbati $\lambda = l_2 / l_1$.

Krivoship va shatun uzunligini topish talab etiladi.

Markaziy krivoship-polzunli mexanizmni ishlashida 1-2-3 (11.1-rasm) zvenolar ikkita chetki holatdan o'tadi, ya'ni krivoship va shatun bir to'g'ri chiziqqa tushib qoladi AB'S' holat va AB''C'' 3.16rasmda ko'rsatilgan, polzun esa chetki pozitsiyani egallaydi. Mexanizm sxemasini ko'rib chiqib ikkita xulosaga kelish mumkin: birinchidan polzun chap chetgi holatdan 'ng chetki holatga krivoshipning 180° ga aylangan vaqtda siljishi mumkin, ya'ni, yarim aylanada AB' holatdan AB'' holatga; ikkinchidan, polzunning yurgan yuli krivoship uzunligining ikkilanganiga teng.

SHunday qilib quyidagi tenglik:



11.1-rasm

$$H = v_{3yp} t \quad (3.45)$$

Bu yerda t – krivoshipning yarim aylanaga burishdagi vaqti.

$$l_1 = 0,5 H \quad (3.46)$$

Krivoshipning yarim aylanishi uchun ketgan vaqtni topish uchun, proportsiya tuzib yechish kifoyadir: 1 minut – 60 sekundda krivoship n marta aylanadi, yarim aylanani esa u t sekundda o'tadi:

$$n \quad - \quad 60$$

$$0,5 \quad - \quad t$$

Bundan

$$t = \frac{0,5 \cdot 60}{n} \quad (s) \quad (3.47)$$

(3.47) ni (3.45) ga qo'yib olamiz:

$$H = \frac{30 v_{3yp}}{n} \quad (m) \quad (3.48)$$

(3.48) ni (3.46) ga qo'yib krivoship uzunligini topamiz:

$$l_1 = \frac{15v_{3yp}}{n} \text{ (m)}$$

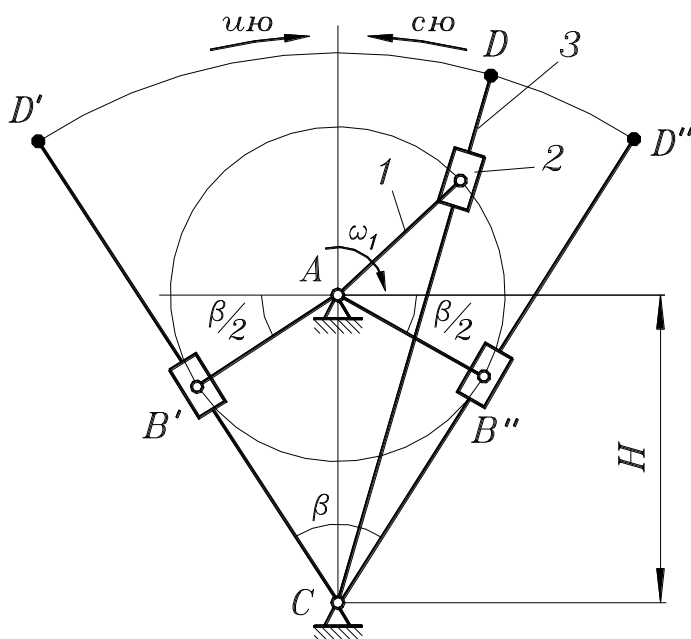
SHatun uzunligi:

$$l_2 = \lambda l_1 \text{ (m)}$$

Kulisaning o'rtacha tezligining o'zgarish koefitsienti bo'yicha krivoship-kulisali mexanizmni loyihalash

Krivoship-kulisali mexanizm (11.2-rasm) krivoship 1-ning tekis aylanma harakatini kulisa 3 ning o'zgaruvchan tezlikdagi silkinish harakatiga aylantirib beradi. Krivoshipning bir marta aylanishida kulisa bitta silkinib harakatlanadi, ya'ni soat strelkasi buyicha β burchakka aylanma harakatlanadi va shu burchakka teskari yo'nalishda ko'rsatilgan sxemada krivoshipning aylanish yo'nalishida, kulisa soat strelkasi yo'nalishida CD' holatdan, CD'' holatga aylanadi, bu krivoshipning $(180^\circ + \beta)$ burchakka aylanishiga to'g'ri keladi. Kulisaning teskari harakatlanishi, ya'ni CD'' holatdan CD' holatga aylanganda krivoship $(180^\circ - \beta)$ burchakka mos ravishda aylanadi. Bundan kelib chiqadiki, kulisaning soat strelkasi bo'yicha aylanishi kichik burchak tezlikda o'tadi, teskari yunalishdagi aylanishi esa – katta tezlikda o'tadi.

Ko'pincha, kichik tezlikda harakatlanuvchi zveno harakatini ishchi yurish deyiladi, katta tezlikdagisini esa salt yurish deyiladi. Yoki to'g'ri va teskari yurish deyiladi.



11.2-rasm

Berilganlar bu holat uchun quyidagilar:

- kulisaning o'rtacha tezligining o'zgarish koefitsienti – o'rtacha tezlikning salt va ishchi yurishdagi nisbati;

- krivoshipning aylanish markazi va kulisaning silkinish nuqtasi H masofa.

Kulisaning o'rtacha tezligining o'zgarish koefitsienti:

$$k = \frac{\omega_{3c}}{\omega_{3u}} > 1 \quad (3.49)$$

Bu yerda: ω_{3s} – salt yurishdagi kulisaning o'rtacha burchak tezligi;

ω_{3i} – ishchi yurishdagi kulisaning o'rtacha burchak tezligi;

Kulisaning o'rtacha burchak tezligini topamiz:

$$\omega_{3c} = \frac{\beta}{t_c}; \quad \omega_{3u} = \frac{\beta}{t_u}$$

Kulisaning ishchi va salt yurishdagi vaqti krivoshipning $(180^\circ + \beta)$ va $(180^\circ - \beta)$ burchakka burilishdagi vaqtiga teng, unda:

$$t_c = \frac{180 - \beta}{\omega_1}; \quad t_u = \frac{180 + \beta}{\omega_1}$$

Bu qiymatlarni oldingiga qo'yib, olamiz:

$$\omega_{3c} = \frac{\beta \omega_1}{(180 - \beta)}; \quad \omega_{3u} = \frac{\beta \omega_1}{(180 + \beta)}$$

Bu qiymatlarni (3.49)ga qo'yib, o'rtacha tezlikning o'zgarish koefitsientini hisoblash formulasini keltirib chiqazamiz:

$$k = \frac{180 + \beta}{180 - \beta} \quad (3.50)$$

β ga nisbatan (3.50)ni yechib, berilgan o'rtacha tezlikning o'zgarish koefitsientiga nisbatan kulisaning silkinish burchagini hisoblash uchun formulani keltirib chiqamiz.

$$\beta = 180 \frac{k - 1}{k + 1} \quad (3.51)$$

(3.51) ifoda hisoblashgan, berilgan β va H qiymati buyicha AB'C tug'ri burchakli uchburchakdan krivoship uzunligini topamiz.

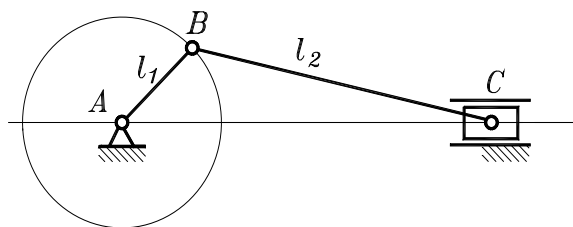
$$l_1 = H \sin \frac{\beta}{2} = H \sin 90^\circ \frac{k - 1}{k + 1}$$

Krivoshipning mavjudlik sharti

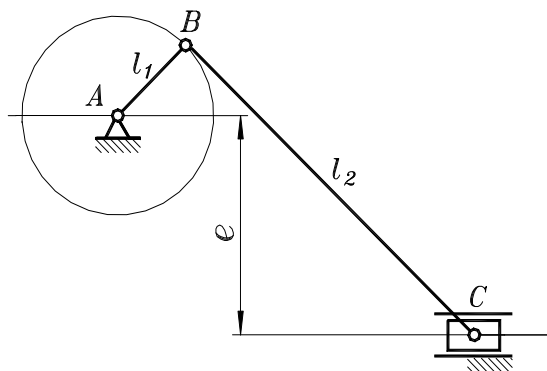
Tarkibida krivoship bo'lgan mexanizmlarni loyihalashda, shunga e'tibor berish kerakki krivoship zvenosi to'la aylanma harakat qilishi kerak. Mexanizmda shunday zvenoning borligi aniq shartlarini bajarishi kerak, har xil oddiy sterjenli mexanizmda krivoshipning mavjudlik shartini ko'rib chiqamiz.

Krivoship-polzunli mexanizm.

Markaziy krivoship-polzunli mexanizmda harakat chizig'i krivoshipning aylanish markazidan o'tadi va markaziy bo'lmagan mexanizmni ekstsentrikli yoki dezaksial deyiladi.



11.3-rasm



11.4-rasm

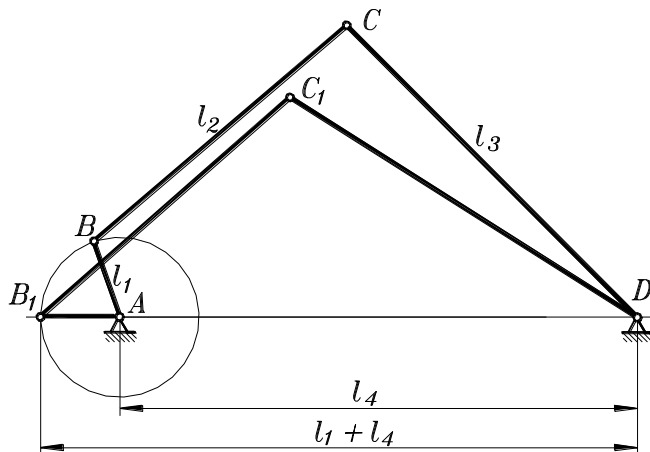
11.4-rasmdan ko'rinib turibdiki, AB zveno krivoship bo'lishligi uchun, u to'la aylanishi kerak, bunda BC zveno AB zvenodan katta bo'lishi kerak

$$l_2 > l_1.$$

Markaziy bo'lmagan mexanizmda polzunning harakat chizig'i krivoshipning aylanish markazidan o'tmaydi, e ekstsentrisitet deb ataluvchi masofa uzoqligida bo'ladi. Bu holatda AB zveno krivoship bo'lishligi uchun, BC zveno AB va yening summasidan katta bulishi kerak:

$$l_2 > l_1 + e$$

Krivoship-koromisloli mexanizm.



Bunday mexanizm sxemasi 3.20-rasmda ko'rsatilgan, bunda shartlar bajarilishi kerak:

$$l_1 < l_2 < l_3 < l_4$$

Krivoshipning mavjudlik shartini, mexanizmning AB_1S_1D holatida, bunda krivoship qo'zg'almas nuqta bilan birlashtirilib tug'ri chizig'ida yotishidan topamiz.

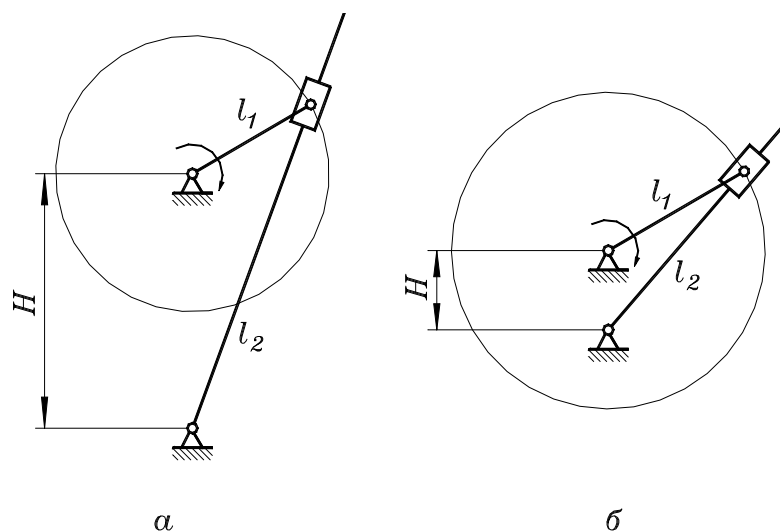
Rasmdan ko'rinadiki: AB zveno aylanishi uchun, ya'ni krivoship bo'lishi uchun, zveno o'lchamlari shunday bo'lishi kerak, bunda S_1 nuqta ko'rsatilgan xolatda AD tug'ri chizig'ida yotmasligi kerak, B_1S_1D figura hamma vaqt uchburchakdan iborat bo'lishi kerak. Bu quydagi shartni bajarilishida bo'ladi:

$$l_1 + l_4 < l_2 + l_3$$

Krivoship mavjudligini ko'rish mumkin: sharnirli turt zvenoli mexanizmدا eng qisqa zveno krivoshipdir, bunda eng qisqa va eng uzun zvenolar yig'indisi qolgan ikki zveno yig'indisidan kichik bo'lishi kerak.

Krivoship-kulisali mexanizm.

Krivoship-kulisali mexanizmlar silkinuvchi va aylanuvchi kulisalilarga bo'linadi. Kulisasi silkinuvchi krivoship-kulisali mexanizmدا (11.5a-rasm) krivoshipning aylanish markazi va kulisaning silkinish nuqtasi oralig'idagi H masofa krivoship uzunligidan katta bo'lishi kerak ($H > l_1$), kulisali aylanuvchi krivoship-kulisali mexanizmدا (11.5 b-rasm) bu masofa krivoship uzunligidan kichik bo'lishi kerak ($H < l_1$).



11.5-rasm

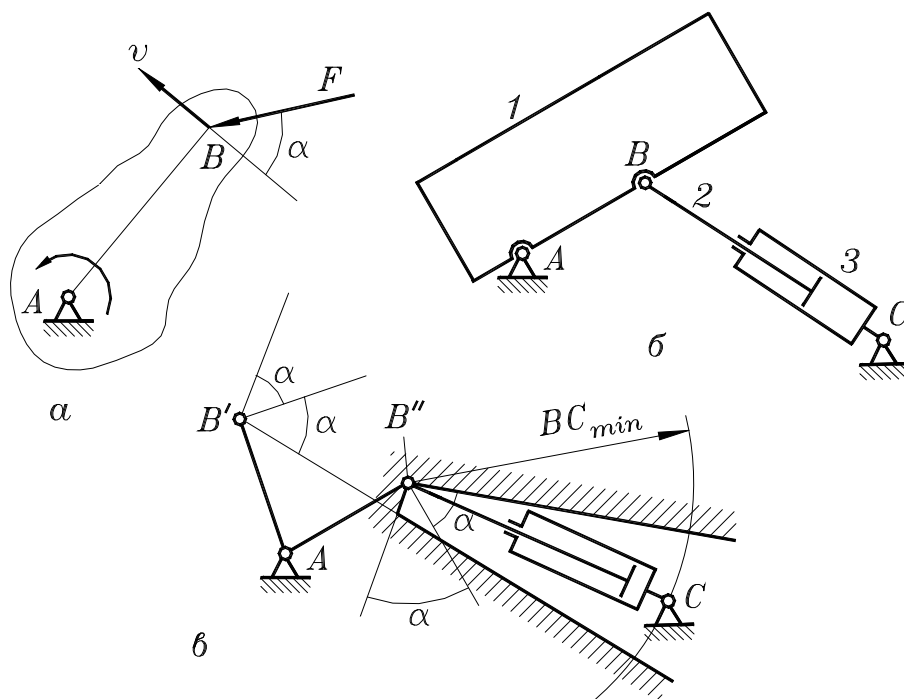
SHunday qilib, krivoshipning mavjudlik sharti kulisali mexanizmlarda shunday ifodalanadi:

$$H \neq l_1$$

Ba'azi bir mexanizmlarni loyihalashda, ruxsat etilgan bosim burchagini hisobga olib, zvenolar o'rtasida kuchlarni uzatish sharti ni bajarilishini ta'mirlanishi kerak. Bu misolda ko'rib chikamiz.

Ruxsat etilgan bosim burchagini hisobga olib
koromislo-kulisali mexanizmni loyihalash

Bosim burchagi – bu 17.6 a-rasmda ko'rsatilganidek kuch vektori va bu kuch qo'yilgan nuqtaning tezlik vektori orasidagi o'tkir burchak. Rasmdan ko'rinib turibdi, eng yaxshi kuchni uzatish sharti kuch harakati chizig'i va tezlikni ustma-ust tushishida, ya'ni $\alpha = 0$. Bosim burchagi qancha katta bo'lsa, shuncha kuchni uzatish sharti yomonlashadi, uning tashkil etuvchisi zveno harakatiga qarshilik ko'rsatadi. Bu tashkil etuvchi harakatga qarshilik ko'rsatib, A sharnirda ishqalanish hosil qiladi (11.6-rasm). Agar $\alpha = 90^\circ$ harakatlanish bo'lmaydi; A sharnirdagi ishqalanishni hisobga olmaganda. Agar uni hisobga olsak, u holda kuchni uzatish va zveno harakati orasidagi bosim burchagi 90° minus ishqalanish burchagi bo'lsa, zveno harakatdan to'xtaydi. (ko'pincha ishqalanuvchi material va moylanishiga qarab ishkalanish burchagi $\varphi_t = (3 \div 5)^\circ$ oralig'ida bo'ladi).



11.6-rasm

Sterjenli mexanizmlarni ishlash davrida bosim burchagining qiymati kuchni bir zvenodan ikkinchi zvenoga uzatishda o'zgaradi, mexanizmni loyihalashda berilgan ruxsat etilgan bosim burchagi $[\alpha]$ oshmasligi kerak.

Cilkinuvchi gidrotsilindrli mexanizmni loyihalashda bu burchak qanday hisobga olinishini ko'rib chiqamiz. 11.6 b-rasmda ko'rsatilganidek bu mexanizm kuzovni ag'darish mexanizmi hisoblanadi (samolyot oyoqlarini olishni loyihalash ham shunga o'xshashdir). Uni loyihalashda shtok 2 dan gidrotsilindr 3 kuzov 1 ga kuchni uzatish shartini hisobga olish kerak. Bu shartlar silkinuvchi gidrotsilindr S nuqtasining joylashish joyiga qarab o'zgarishi mumkin. Bu nuqtaning holatini aniqlash metodi 17.6 v-rasmda berilgan. Berilgan qiymatlar quyidagicha:

- AB zvenoning uzunligi;
- AB zvenoning burilish burchagi, ya'ni, uning chetki AB' va AB'' holatlari;
- gidrotsilindrning silkinish nuqtasi va B nuqta orasidagi minimal masofa, ya'ni BC_{min} ;
- B nuqtadagi ruxsat etilgan bosim burchagi $[\alpha]$.

Silkinuvchi gidrotsilindr S nuqta holatini aniqlash talab etiladi.

Mexanizmni chetki holatlarida kuchni uzatish sharti eng murakkab bo'lganligi uchun, zvenoning AB' va AB'' holatlarini ko'ramiz. Gidrotsilindr shtoki AB zvenoga B nuqtada bo'lganligi sababli, kuch gidrotsilindrdan zvenoga bu nuqta orqali uzatiladi. Kuch vektori tezlik vektori bilan B nuqtada istalgan burchak hosil qiladi, ruxsat etilgan bosim burchagi oralig'ida. B' nuqtadan tezlik ta'sir chizigini zvenoga perpendikulyar qilib o'tkazamiz, va bu chiziqdan soat strelkasi yunalishida $[\alpha]$ burchakni qo'yamiz. Bu ikkilangan burchakning ichida

gidrotsilindrning kuch vektori yotadi, yoki B'C kesma, B' nuqta bilan gidrotsilindr silkinish nuqtasining uchrashgan nuqtasidir. B'' nuqtada o'xshash qurilishlarni qilib, B' va B'' nuqtadan ikkita ikkilangan $[\alpha]$ burchakni qo'yib, 17.6 – rasmda shtrixlangan umumiy zona chegaralarini hosil qilamiz. Agar kuch gidrotsilindrdan zvenoga B nuqta orqali bu zonaning ichida joylashib o'tqazilsa, bu kuchni uzatish sharti zvenoning ikki chetki holati uchun yaxshi bo'ladi. Bu zonaning ichida gidrotsilindrning silkinish nuqtasi B' nuqtadan $BC_{\min}$ oralig'ida joylashadi.

Konkret C nuqtaning o'rni $BC_{\min}$ radiusida qo'shimcha konstruktiv shartlarni berib topiladi, agarda ular yuq bo'lsa, ixtiyoriy tanlanadi.

Xulosa

1. Sterjenli mexanizm – mexanizm zvenolari asosan sterjen ko'rinishida bo'ladi.
2. Koromislo – qo'zg'almas nuqtaga nisbatan tebranma harakatlanadigan zveno.
3. Tosh – qo'zg'aluvchan yo'nalishda harakatlanadigan zveno.
4. Kulisa – tosh uchun qo'zg'aluvchan yo'nalish.
5. SHarnirli mexanizm – mexanizm tarkibidagi knematik juftlar sharnirdan iborat.
6. Polzunli mexanizm – bitta polzunga ega mexanizm.
7. Kulisali mexanizm – bitta kulisaga ega mexanizm.
8. Absolyut tezlik – bu stoykaga nisbatan nuqtaning tezligi.
9. Nisbiy tezlik – bu zvenodagi bir nuqtaning boshqa nuqtasiga nisbatan tezligi (shatun uchun).
10. Relyativ tezlik – bu bir zvenodagi nuqtaning boshqa zvenodagi mos ravishda tushgan nuqtasiga nisbatan tezligi (kulisali mexanizmlar uchun).
11. Tezlik rejasi – absolyut, nisbiy va relyativ tezlik vektorlaridan qurilgan ko'pburchak; absolyut tezlik vektorlari tezliklar rejasidan qutb «p» dan chiqadi, bu vektorlarning oxirlarini birlashtiruvchi vektorlar nisbiy va relyativ tezlik hisoblanadi.
12. Massa – ilgarilanma harakatlanuvchi jism o'lchovi.
13. Inersiya momenti – aylanma yoki silkinma harakatlanuvchi jism o'lchovi.
14. Dalamber printsiipi: harakatlanuvchi mexanik sistemaga tashqi kuchlar bilan birga, zvenoning inersiya kuchlarini qo'ysak, uni muvozanatda deb qarash mumkin.
15. Reaktsiya – kinematik juftdagi ikki zvenoning o'zaro ta'sir kuchi.
16. Muvozanatlovchi kuch – dvigatel kuchi, shartli krivoshipga qo'yilib, tashqi va inersiya kuchini muvozanatlaydi.
17. Sterjenli mexanizmlarni loyihalash – bu berilgan talabalarga ko'ra zveno uzunliklarini va ko'zQalmas nuqtaning joylashish o'rnini aniqlash.

18. Krivoshipning mavjudlik sharti – bu zveno uzunliklarining shunday nisbatiki, unda eng qisqa zveno to'la aylanma harakat qiladi.

19. Bosim burchagi – bu kuch qo'yilgan nuqtaning tezlik vektori bilan kuch vektori orsidagi o'tkir burchak.

Nazorat savollari

1. Sterjenli mexanizm nima?
2. Oddiy sterjenli mexanizm nechta zvenodan tashkil topadi?
3. Oddiy sterjenli mexanizmning nomlanishi qanday?
4. Silkinuvchi gidrotsilindrli mexanizm qanday hosil qilinadi?
5. Sterjenli mexanizmlarning kinematik tekshirish masalasi qanday?
6. Mexanizmlarning absolyut, nisbiy va relyativ kinematik parametrlari qanday far³lanadi?
7. Uzatish nisbati nima va sterjenli mexanizmlarda uning xillari?
8. Sterjenli mexanizmlarda tezlik, tezlanish va uzatish nisbatini aniqlash metodi qanday?
9. Tezlik va tezlanish rejasi nima?
10. Koromislo nuqtasining tezlanishini topish uchun vektor tenglamasini yozing?
11. Koriolis tezlanish yo'nalishi qanday topiladi?
12. Kulisa zvenosi burchak tezlik yo'nalishi qanday topiladi?
13. Sterjenli mexanizmlarni kuchga hisoblash masalasi qanday?
14. Mexanizmni kuchga hisoblash metodlari qanday?
15. Ilgarilanma, aylanma va murakkab harakatlanuvchi zvenolarda inersiya kuchi qanday aniqlanadi?
16. Zveno harakatida tezlikni yo'g'ligini va tezlanishning bo'lishini qanday tushuntirish mumkin?
17. Mexanizmni kuchga hisoblashda statika shartlaridan qaysinidan foydalanilgan?
18. Kinematik juftlarda reaksiya qanday aniqlanadi?
19. Sterjenli mexanizmlarni loyihalashning qanday xillari bor?
20. Polzunning o'rtacha tezligi bo'yicha krivoship-polzunli mexanizmni loyihalashdan qanday xulosa chiqarish mumkin?
21. Sterjenli mexanizm chiqish zvenosining o'rtacha tezlikning o'zgarish koeffitsienti nima?
22. Sterjenli mexanizmlarni kinematik loyihalashda qanday geometrik parametrlar topiladi?

MA'RUZA – 7

Ma'ruza mavzusi:	Mexanizmlar dinamikasi. Mexanizm zvenolariga ta'sir etuvchi kuchlar. Inertsia kuchlari va momentlari
REJA:	1. Mexanizmga ta'sir qiladigan kuchlar. 2. Dinamik model. 3. Dalamber prinsipi bo'yicha inersiya kuchlarini hisoblash. 4. Keltirilgan massa va keltirilgan kuch

Mexanizmlarga harakat paytida quyidagi tashqi kuchlar ta'sir qilishi mumkin:

1. Bo'g'inning o'z og'irligi, uning vektori doimo yer markazi tomonga bo'ladi - $\vec{G}$; 2. Bo'g'in o'zgaruvchan tezlik bilan ilgariylanma harakat qilsa, inersiya kuchi paydo bo'ladi, buni $\vec{P}_u$ bilan belgilaymiz.
3. Bo'g'in o'zgaruvchan tezlik bilan murakkab harakat qilsa $\vec{P}_u$ kuchdan tashqari yana inersiya kuchining momenti M_u ham paydo bo'ladi.
4. Mexanizmlar bo'g'inlari oliy va quyi kinematik juftlar hosil qiladi.

Shuning uchun bu juftlarda harakat vaqtida reaksiya kuchlari paydo bo'ladi – $R_{12}; R_{23}; R_{34} \dots$

Kuchning ta'siri ish bilan aniqlanadi. Mashina va mexanizmlar dinamik analizida asosan quyidagi masalalar yechiladi:

1. Kinematik juftlardagi reaksiya kuchlarini inersiya kuchlarini hisobga olib aniqlash, ya'ni kinetostatika.
2. Mashina va mexanizmlarga berilgan energiyaning tarqalish qonuni, ya'ni energetik balans orqali mashina yoki mexanizmlarning FIK ni topish.
3. Mashina va mexanizmlardagi ayrim bo'g'inlarning berilgan kuchlar ta'siridagi xaqiqiy harakat qonunlarini topish.
4. Mashina va mexanizmlar harakatining bir tekisda amalga oshirilishi.
5. Mashina va mexanizmlardagi bo'g'inlarni muvozanatlash masalalari.

Mexanizmga yoki mashinaga ta'sir etayotgan barcha kuchlarni 5 ta gruppaga bo'lib o'rganamiz.

1. Mexanizm va mashinalarni harakatlantiruvchi kuchlar.
2. Mashinaga ta'sir qiladigan foydali qarshilik kuchlar.
3. Mashina harakati vaqtida paydo bo'ladigan zararli qarshilik kuchlar.
4. Mashina bo'g'inlarining og'irlik kuchlari.

5. Mashina harakati paytida P_u inersiya kuchlari va M_u inersiya kuchi momentlari.

Inertsiya kuchi – fiktiv kuch, tabiatda bo'lmaydi, hisoblashni osonlashtirish uchun kiritilgan. Hqiqatda bunday jismning ikkita holati mavjud – tinch va tekis to'g'ri chiziqli harakati, unda jismga hech qanday kuch ta'sir etmaydi. Agar jismga reaksiya kuchi ta'sir etsa, uning holati buziladi; bu kuch aks ta'sir etadi, uni inertsiya kuchi deyiladi.

Ilgarilanma, aylanma va murakkab harakat qiluvchi zvenolarda inertsiya kuchining momentini aniqlashni ko'rib chiqamiz.

Ilgarilanma harakatlanuvchi zveno. «m» massali polzun a tezlanish bilan harakatlenganda (6.1 a-rasm), Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan, unga F_I inertsiya kuchini qo'yilgan, kuchning yo'nalishi tezlanishga teskari yo'nalgan. Bu kuchning qiymati shunday topiladi:

$$F_I = m a \text{ (N)}$$

Aylanuvchi zveno. Qo'zg'almas a nuqta atrofida ω burchak va ε tezlanish bilan harakatlanuvchi m massali zvenoda: massa massalar markaziga yig'ilgan (6.1 b-rasm) va inertsiya momenti I massalar markaziga nisbatan olingan massalar markazi a^n normal va a^t tangentsial tezlanishga ega. Nyutonning ikkinchi qonuni qo'llanilganda zvenoga normal va tangentsialdan iborat inertsiya kuchi va inertsiya kuchining momenti ta'sir etadi, bu kuchlar va moment yo'nalishi kinematik parametrlar yo'nalishiga teskari yo'nalgandir. Ular qiymati shunday topiladi:

F_I^n – normal inertsiya kuchi

$$F_I^n = m a^n = m AS \omega^2 \text{ (N)} \quad (3.42)$$

F_I^t – tangentsial inertsiya kuchi:

$$F_I^t = m a^t = m AS \varepsilon \text{ (N)} \quad (3.43)$$

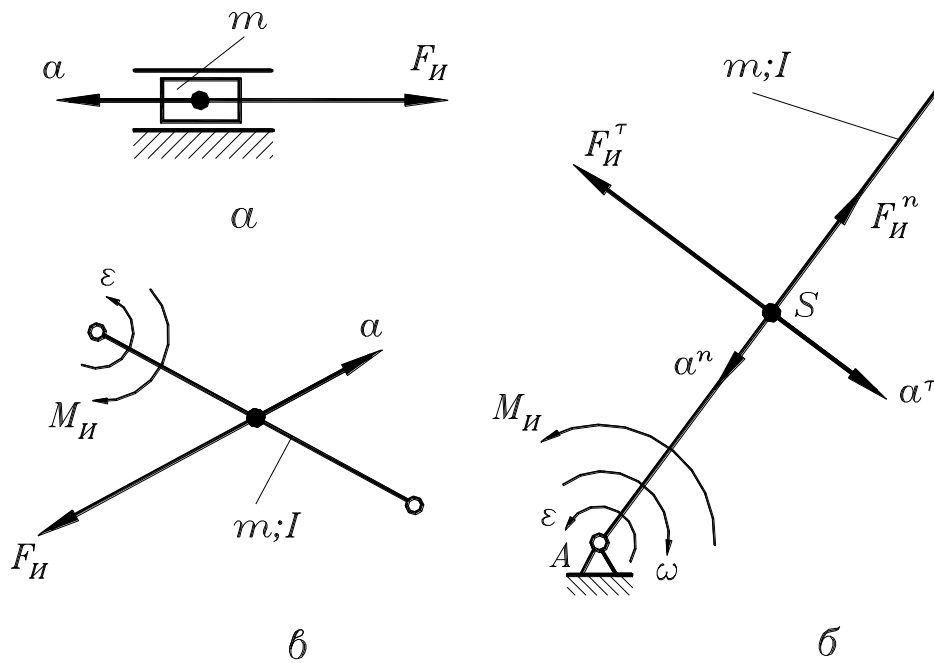
M_I – inertsiya kuchining momenti:

$$M_I = I \varepsilon \text{ (Nm)} \quad (3.44)$$

Aylanma harakatlanayotgan zvenoda hususiy holatda inertsiya kuchi va uning momenti nolga teng bo'lish hollarini ko'rib chiqamiz.

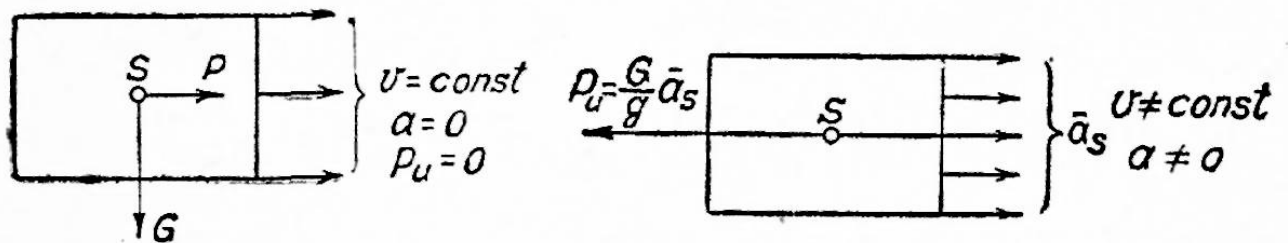
1. Massalar markazi aylanish markazi bilan ustma-ust tushmagan holatda, zvenoning burchak tezligi o'zgarmas: $AS \neq 0$; $\omega \neq 0$; $\varepsilon = 0$, unda (3.42),

(3.43) va (3.44)ni hisobga olganda, $F_I^n \neq 0$; $F_I^t = 0$; $M_I = 0$. Bunda zvenoga faqat normal (markazga intilma inertsiya kuchi ta'sir etadi).



6.1-расм

$$dP_u = -dm \cdot a$$



Mexanizm bo'g'inariga ta'sir etuvchi kuchlar orasida inersiya kuchlari katta ahamiyatga ega. Tezlanish natijasida bo'g'inda hosil bo'ladigan kuch inersiya kuchi deyiladi. Agar bo'g'in o'zgarmas tezlik bilan harakatlansa inersiya kuchi ham bo'lmaydi, bo'g'inni dm massasining inersiya kuchini hisoblasak inersiya kuchi

$dR_u = -dm \cdot a$ bo'ladi va

$$\bar{P}_u = - \int dm a = -ma : \quad \text{бунда} \quad m = \frac{G}{g}$$

bu erda: R_u – inersiya kuchi; a – og'irlik markazining tezlanishi;
 m – bo'g'in massasi; G – bo'g'in og'irligi:

g – og'irlik kuchining tezlanishi.

Inersiya kuchlari: aylanma harakatda – $R_u = -ma^n$
urinma harakatda: $-R = -ma^t$ bo'ladi.

Inersiya kuchlari moment $M_u = -J \cdot \varepsilon$ H·M

ε – nuqtaning burchak tezlanishi

F – ishqalanish kuchi; $F_{ishqq} = G \cdot f$ – ilgarilanma harakatda
(f – ishqalanish koefitsienti)

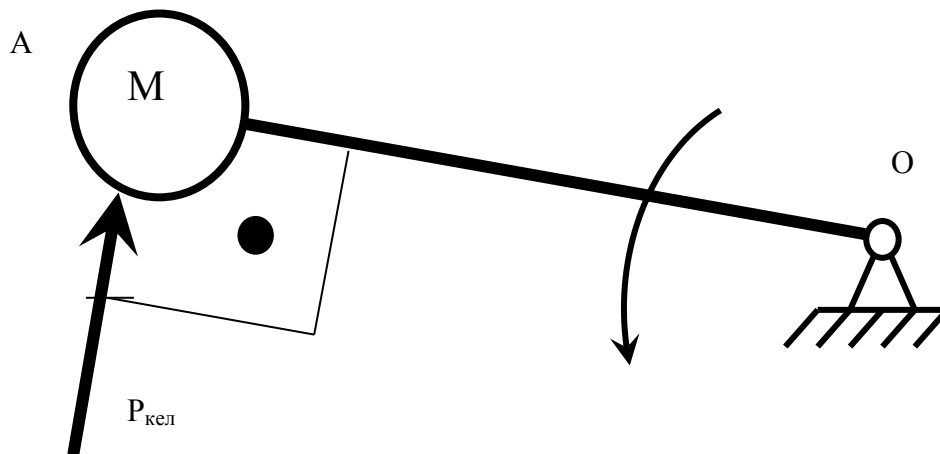
ishqalanish momenti $M_p = G \cdot f \cdot r$ (r – ishqalanish radiusi).

R – ta'sir kuchi.

Mexanizm va mashinalarga ta'sir etuvchi kuchlarni o'rganishda quyidagicha ish tartibini bajarish maqsadga muvofiq:

1. Mexanizm kinematik sxemasini chizish.
2. Mexanizmni Assur guruhlariga ajratish.
3. Mexanizmga ta'sir qilayotgan ma'lum kuchlarni va ajratilgan kinematik juftlardagi reaksiya kuchlarini qo'yish (hisob-sxema chizish).
4. D'alamber prinsipi bo'yicha mexanizm uchun muvozanat tenglamalarini tuzish.
5. Agar vektor tenglamada 2 tadan ortiqcha noma'lum kuchlar bo'lsa, momentlar tenglamasidan foydalanib ortiqcha no'malum kuchlarni topish.
6. Kuchlar planidan foydalanib qolgan no'malum kuchlarni aniqlash.

Механизмнинг динамик модели



6.2-rasm

Modelda

M – mexanizmning keltirilgan massasi

$\overline{P_{kel}}$ – mexanizmning keltirilgan kuchi

Keltirilgan massa M – etaklovchi bo'g'inga qo'yilgan faraz qilinadigan yagona massa bo'lib uning barcha bo'g'inlarining massalarini almashtiradi. Keltirilgan

kuch $P_{\text{кел}}$ – etaklovchi bo'g'inga qo'yilgan yagona faraz qilinadigan kuch bo'lib mexanizmga ta'sir qiluvchi barcha kuchlarni almashtiradi.

Kuchlar plani usulidan foydalanib faqat ikkita noma'lumni aniqlash mumkin. Shatun uchun B nuqta nisbatan momentlar tenglamasini yozamiz.

$$\sum M_B = 0; \quad R_{1,2}^{\tau} \cdot AB - Mu_2 + G_2 \cdot h_{G_2} - Pu_2 \cdot hp_{u_2} = 0$$

(Hamma elkalarni chizmadan o'lchab olamiz)

$$\overline{R_{1,2}^{\tau}} = \frac{Mu_2 - G_2 \cdot h_{G_2} + Pu_2 \cdot hp_{u_2}}{AB};$$

Agar R_{12} qiymati manfiy chiqsa, yo'nalish teskari tomonga o'zgaradi. Eng katta kuchni olib ixtiyoriy uzunlikka bo'lsak M_r ni beradi.

$$M_r = \frac{P_{\max}}{\text{uxmuëpu} \quad \text{uzunlik}} \quad (\text{Metodik qo'llanmada } M_r=100 \text{ n/mm}) \text{ ixtiyoriy kesma } 200\text{-}300 \text{ mm tavsia etiladi.}$$

Hamma ma'lum kuchlarni masshtabga bo'lib vektor uzunliklarni aniqlaymiz. Kuchlar planini chizib natijalarini jadvalga kiritamiz.

$R_{12} = P - 21 \cdot M_r \cdot N$ va $R_{03} = 1/6-7/\cdot M_p$. Hva xokazo.1,2 (·) da $\overline{R_{12}^{\tau}}$ ga $\perp$ o'tkazib R_{03} bilan kesishgan nuqtasi 7 nuqtani beradi. (7 - 2) kesmani tutashtirish R_{12} ni beradi.

XULOSA:

Kinematikada barcha kuchlar hisobga olinishi shart. Dalamber prinsip ini qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi. Kinetostatikada kuchlar planini chizish muhim rol o'ynaydi.

SAVOLLAR

1. Mexanizmga ta'sir etuvchi kuchlarni keltiring?
2. Inersiya kuchi qanday aniqlanadi?
3. Reaksiya kuchi qanday aniqlanadi?
4. Kinetostatika nimani o'rgatadi?
5. Inersiya kuchlari momenti qanday aniqlanadi?
6. Mexanizm uchun Dalamber prinsipi bo'yicha vektor tenglama tuzing?

MA'RUZA – 8

Ma'ruza mavzusi:	Mexanizmni kinetostatik hisoblash. Jukovskiychagi
REJA:	1. Muvozanat tenglamalarini tuzib urinma reaksiya kuchlarini topish 2. Kuchlar planini qurib normal reaksiya kuchlarini topish 3. Jukovskiyning qattiq richagi to'g'risidagi teoremasi. 4. Muvozanatlovchi kuchni topish

Aylanma kinematik juftli Assur strukturaviy guruhining kinetostatik hisoblash usuli

Berilgan: krivoship - koromisloli mexanizmning kinematik sxemasi (8.1-rasm), bo'g'inlarning o'lchamlari, kirish bo'g'ining harakat qonuni, tashqi kuchlar. Kirish bo'g'in o'zgarmas burchak tezligi bilan harakat qiladi, burchak tezlanishi $\varepsilon_1=0$.

Talab qilinadi: reaksiya kuchlarini B, C, D kinematik juftlarda aniqlash

Hisoblarni o'tkazishda ma'lum tartibga rioya qilish kerak. Topshiriqda berilgan xolatida mexanizmning kinematik sxemasi chizma varag'ining yuqori qismida masshtab hisoblanib chiziladi. Berilgan tashqi kuchlarni va og'irlik kuchlarining vektorlari ta'sir qilgan nuqtalarga o'z yo'nalishlari bo'yicha qo'yiladi. (Chizma gabariti 200-300 mm).

Ushbu xolat uchun bittadan tezliklar va tezlanishlar planlari quriladi (1-topshiriqda qilingan usulda).

Bo'g'inlarning inersiya kuchlari P_i hisoblanadi va mexanizm sxemasida bo'g'inlarning S_i massalar markazlariga shu nuqtalarning tezlanishlar yo'nalishlari a_{Si} -ga qarama-qarshi qilib qo'yiladi.

$$P_1 = m_1 \cdot a_{s1} \quad [H];$$

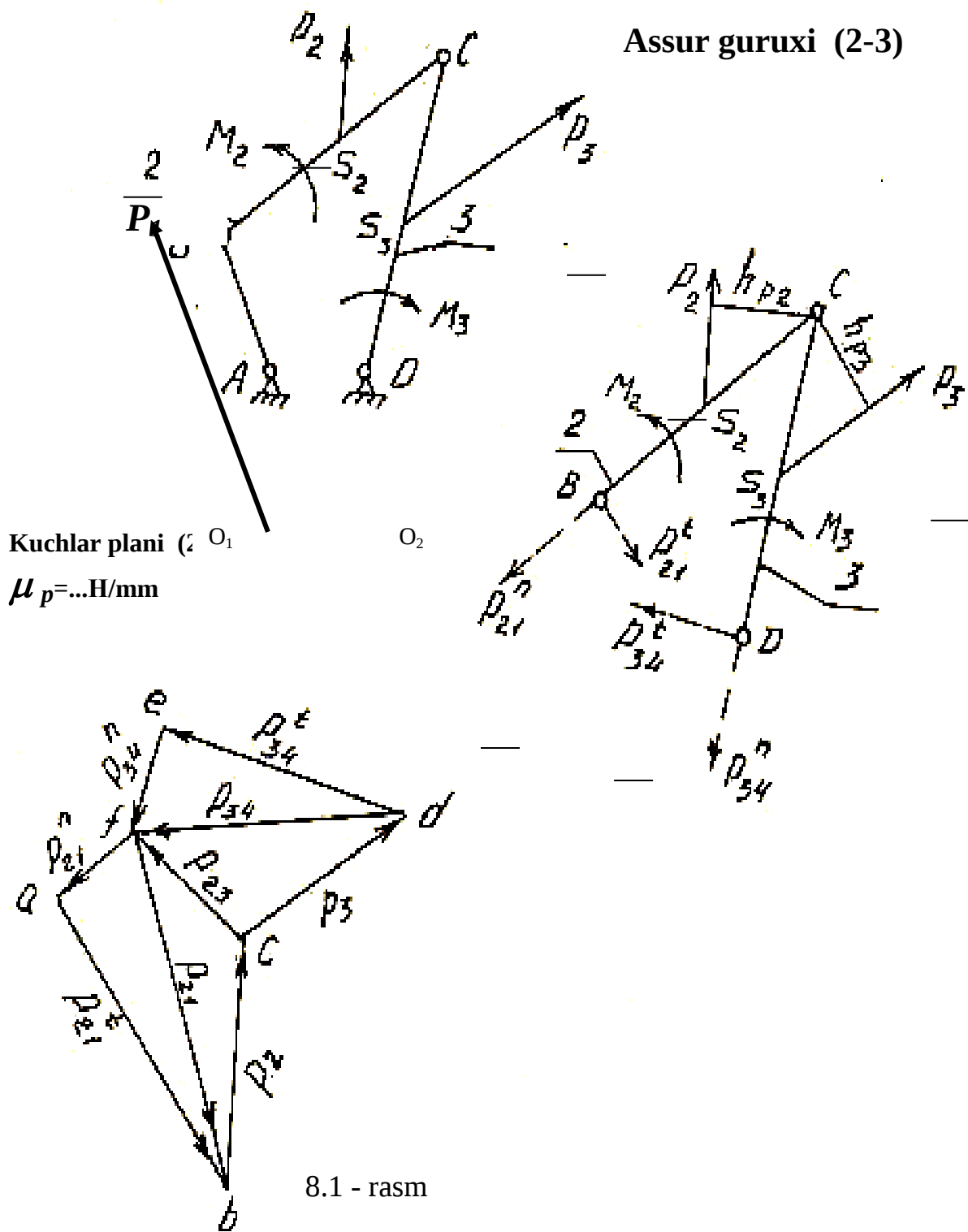
$$P_2 = m_2 \cdot a_{s2} \quad [H];$$

$$P_3 = m_3 \cdot a_{s3} \quad [H];$$

Mexanizm plani

$\mu_l = \dots \text{m/mm}$

Assur guruxi (2-3)



Inersiya kuchlarining momentlari M_i aniqlanib, tegishli i bo'g'inlarga bo'g'inning burchak tezlanishlari ε_i - ga qarama - qarshi yo'nalishda quyib chiqiladi.

$$M_1 = I_{S1} \cdot \varepsilon_1 \quad \text{chunki } \varepsilon_1=0.$$

$$M_2 = I_{S2} \cdot \varepsilon_2 \quad [H \cdot M]$$

$$M_3 = I_{S3} \cdot \varepsilon_3 \quad [H \cdot M]$$

Assur guruhlarini ketma - ket ajratish usulini qo'llaymiz. Mexanizmdan 2 va 3 bo'g'indan tarkib topgan guruhni ajratib olamiz va shu bo'g'inlarga ta'sir qilayotgan kuchlarni ham qo'yib chiqamiz (8.1-rasm). Bo'g'inlar mexanizmdagi xolatlarida chiziladi.

Kerakli muvozanatni saqlab qolish uchun kinematik juftlarda bog'lanish reaksiyalarini quyib chiqamiz. Bu kuchlarni ikkita indeks raqami bilan belgilashni kelishib olamiz. Bunda birinchi raqam kuch ta'sir qilayotgan bo'g'inni ko'rsatadi, ikkinchi raqam - qaysi bo'g'in tomonidan ta'sir etayotganini ko'rsatadi.

P_{21} - ikkinchi bo'g'inga birinchi bo'g'in tomonidan ta'sir qilayotgan reaksiya kuchi (raqam 2 - ikkinchi bo'g'inga kuch ta'sir qilmokda, raqam 1- birinchi bo'g'in tomonidan kuch ta'sir qilmokda).

P_{34} – uchinchi bo'g'inga to'rtinchi bo'g'in tomonidan ta'sir qilayotgan reaksiya kuchi.

Ushbu raqamlash tartibiga qat'iyon rioya qilish talab qilinadi. Masalan P_{12} kuch

P_{21} kuchdan farklanadi. P_{12} kuch birinchi bo'g'inga ikkinchi bo'g'in

tomonidan ta'sir qilayotgan reaksiya kuchi. Ushbu kuchlar vektor kattaliklar

bo'lib qarama – qarshi yo'nalgan, miqdorlari esa teng $P_{12} = P_{21}$.

P_{21} reaksiya kuchini ikkita tuzuvchiga bo'lamiz: BC bo'g'inga parallel (bo'g'in buylab) yo'nalgan normal tuzuvchi P_{21}^n ($\parallel BC$) va BC bo'g'inga perpendikulyar yo'nalgan tangensial tuzuvchi P_{21}^t ($\perp BC$) -

$$\vec{P}_{21} = \vec{P}_{21}^n + \vec{P}_{21}^t \quad (1)$$

P_{34} reaksiya kuchining normal P_{34}^n ($\parallel BC$) va tangensial P_{34}^t ($\perp BC$) tuzuvchilariga bo'lamiz (15-rasm).

$$\vec{P}_{34} = \vec{P}_{34}^t + \vec{P}_{34}^n \quad (2)$$

1) 2- va 3- bo'g'inlardan tuzilgan Assur strukturaviy guruhi uchun ta'sir qilayotgan barcha kuchlarning (inersiya kuchlarini ham qo'shib) muvozanat vektor tenglamasini tuzamiz:

$$\vec{P}_{21} + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \vec{P}_{34} = 0 \quad (3)$$

yoki

$$\vec{P}_{21}^n + \vec{P}_{21}^t + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \vec{P}_{34}^t + \vec{P}_{34}^n \quad (4)$$

Tenglamani tuzishga tavsiya: noma'lum kuchlar va ularning tuzuvchilari tenglamaning boshida va oxirida yozilishi kerak.

Vektor tenglamada vektorlarni ikkita parametri hisobga olinadi: yo'nalishi va qiymati. Shuning uchun agar vektor to'liq ma'lum bo'lsa tagiga ikkita chiziq chizib qo'yamiz, agar bir marta ma'lum bo'lsa, yani yo'nalishi yoki qiymati, bir marta chizib qo'yamiz. (4)- tenglamada $\underline{P}_2, \underline{P}_3$ kuchlar to'liq ma'lum, $\underline{P}_{21}^n, \underline{P}_{21}^t, \underline{P}_{34}^t, \underline{P}_{34}^n$ kuchlarning yo'nalishlari ma'lum, qiymatlari noma'lum.

Demak tenglamada 4-ta noma'lumlik mavjud. Bitta vektor tenglamadan faqat 2-ta noma'lumlikni topish mumkin. Shuning uchun kuchlarning tangensial tuzuvchilarini $\underline{P}_{21}^t, \underline{P}_{34}^t$ momentlar muvozanat tenglamalaridan topamiz.

2). "S" nuqtaga nisbatan ikkinchi bo'g'in uchun kuchlar momentlarining muvozanat tenglamasini tuzamiz:

$$(\sum M_C)_2 = 0; - P_{21}^t l_{BC} - M_2 + P_2 h_{p2} \mu_l = 0 \quad (5)$$

Eslatma. Moment, yoki kuchning xosil qilgan momenti S nuqtaga nisbatan soat strelkasining aylanish yo'nalishi bo'yicha yo'nalgan bo'lsa u «+» ishora bilan olinadi, aksida «-» ishora bilan olinadi.

Kuchlar elkalari h_p [mm] birlikida chizmadan o'lchab olinadi, μ_l –xolatlar planining uzunlik masshtabi, [mG`mm].

(5) dan,

$$P_{21}^t = \frac{P_2 h_{P2} \mu_l - M_2}{l_{BC}}, \quad [H]$$

3). “S” nuqtaga nisbatan uchinchi bo`g`inga ta'sir qilayotgan momentlar muvozanat tenglamasini tuzamiz-

$$(\sum M_C)_3 = P_{34}^t l_{CD} + M_3 - P_3 h_{P3} \mu_l = 0, \quad (6)$$

bundan

$$P_{34}^t = \frac{P_3 h_{P3} \mu_l - M_3}{l_{CD}}, \quad [H].$$

4). Reaksiya kuchlarining P_{21}^n va P_{34}^n normal tuzuvchilarini kuchlar muvozanat tenglamasi (4) bo`yicha qurilgan kuchlar planidan topamiz (11-rasm).

Kuchlar planining masshtabini tanlaymiz—

$$\mu_P = \frac{P_{21}^t}{ab}, \quad [H/MM],$$

ab - kuchlar planida P_{21}^t kuchni tasvirlovchi kesma, uzunligi ixtiyoriy olinadi, [mm].

Qolgan kuchlarni tasvirlovchi masshtab kesmalarni hisoblab topamiz:

$$bc = \frac{P_2}{\mu_P}; \quad cd = \frac{P_3}{\mu_P}; \quad de = \frac{P_{34}^t}{\mu_P}; \quad [MM].$$

Hisoblangan kesmalarni P_{21}^t kuchning ab kesmasidan boshlab ketma - ket tegishli kuchlarning yo`nalishlari bo`yicha chizib kuchlar planini quramiz. Lekin ushbu chizmada P_{21}^n va P_{34}^n kuchlar xali chizilmagan.

P_{21}^n va P_{34}^n kuchlarni ifodalaydigan kesmalarning yo`nalish chiziqlarini kuchlar planini qurish oxirida tegishli tangensial tuzuvchilarning uchi yoki boshidan o`tkazamiz. P_{21}^n yo`nalish chizig`ini kuchlar planining «a» nuqtasidan o`tkazamiz.  $P_{34}^n$  yo`nalish chizig`ini kuchlar planining «e» nutasidan o`tkazamiz.

Shu chiziqlarni kesishgan “ f ” nuqtasi P_{21}^n va P_{34}^n kuchlarni tasvirlovchi fa va ef kesmalarni aniqlaydi. Kuchlar qiymatlarini hisoblaymiz-

$$P_{21}^n = \mu_P \cdot fa, [H]$$

$$P_{34}^n = \mu_P \cdot ef, [H]$$

P_{21} va P_{34} to'liq kuchlar fb va df kesmalar bilan tasvirlangan; kuchlarning qiymatlarini hisoblaymiz -

$$P_{21} = \mu_P \cdot fb, [H]$$

$$P_{34} = \mu_P \cdot df, [H]$$

5) «S» kinematik juftda 2- va 3- bo'g'inlar o'rtasidagi P_{23} va P_{32} bog'lanish reaksiya kuchlarini aniqlash uchun ikkinchi yoki uchinchi bo'g'in uchun kuchlar muvozanat tenglamasini tuzish kerak. 2- bo'g'inga ta'sir etayotgan kuchlardan tuzilgan muvozanat tenglamasi-

$$\vec{P}_{21}^n + \vec{P}_{21}^t + \vec{P}_2 + \vec{P}_{23} = 0 \quad (7)$$

Ushbu tenglama bo'yicha alohida kuchlar plani qurish shart emas, chunki tarkibiga kirgan barcha kuchlar ko'rsatilgan ketma-ketlik bo'yicha 15-rasmda keltirib bo'lingan.

P_{23} kuchning masshtab kesmasini aniqlash uchun kuchlar planida «c» va «f» nuqtalarni tutashtirsak yetarli bo'ladi. P_{23} kuchning qiymati:

$$P_{23} = \mu_P \cdot cf, [H]$$

P_{32} reaksiya kuchi P_{23} reaksiya kuchiga qiymati bo'yicha teng, lekin yo'nalishi qarama - qarshi yo'nalgan:

$$\vec{P}_{23} = -\vec{P}_{32}$$

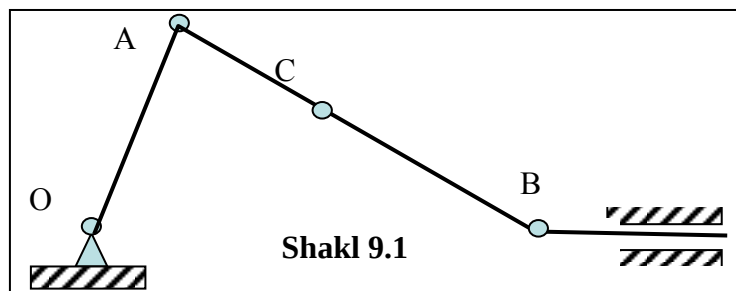
Jukovskiyning qattiq richagi to'g'risidagi teoremasi

Jukovskiy teoremasi bo'yicha 90° ga burilgan tezliklar plani o'z qutbi P ga nisbatan aylanuvchi qattiq richag deyiladi, shu tezliklar plani Jukovskiy richagi deb ham ataladi. Bularning barchasi $W=1$ uchun taalluqlidir. Jukovskiy teoremasi : (shakl 9,1)

Agar qo'zg'aluvchanlik darajasi 1 bo'lgan har qanday mexanizm

bo'g'inlarining $A_1, S_1, V...$ nuqtalariga qo'yilgan R_A, R_S, R_V kuchlar ta'sirida muvozanatda bo'lsa, u xolda shu mexanizumni 90° ga burib tuzilgan ixtiyoriy masshtabdagi tezliklar plani ham o'zining $a, s, v..$ nuqtalariga keltirilgan R_a, R_c, R_v kuchlar ta'sirida muvozanatda bo'ladi.

Bunda tezliklar plani richag bo'lib, uning aylanish nuqtasi tezliklar plani qutbidir.



Bu yerda: P_m – inersiya momenti kuchi
 R_{ur} – muvozanatlovchi kuch.

$$M_p = 0$$

$$P_{yp} \cdot h_{yp} + P_{m1} \cdot P_{h1} + R_{12} \cdot h_{R12} + G_2 \cdot h_{G12} + P_{u2} \cdot h_{Pu2} + (-P_{\phi k} + P_{u3}) P_B - P_{m2} \cdot h_{pm2} = 0$$

bundan

$$P_{yp} = - \frac{P_{m1} \cdot h_{m1} + R_{12} \cdot h_{R12} - G_2 \cdot h_{G12} - P_{u2} \cdot h_{pu2} + (-P_{\phi k} + P_{u3}) \cdot P_B + P_{m2} \cdot h_{m2}}{h_{yp}}$$

Jukovskiy teoremasidan foydalanib ixtiyoriy bo'g'inga qo'yilgan muvozanatlovchi kuchni topish mumkin.

Asosan mexanizmning yetaklovchi bo'g'iniga muvozanatlovchi kuch qo'yiladi, chunki har qanday quvvat yetaklovchi bo'g'in orqali uzatiladi. Umumiy xolda yetaklovchi bo'g'indagi kuch

$$\sum_{i=1}^K P_i \cdot h_i + P_{yp} h \cdot P_{yp} = 0$$

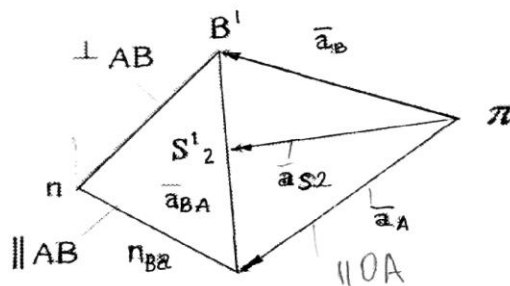
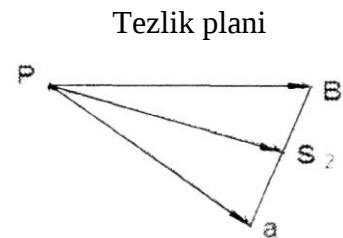
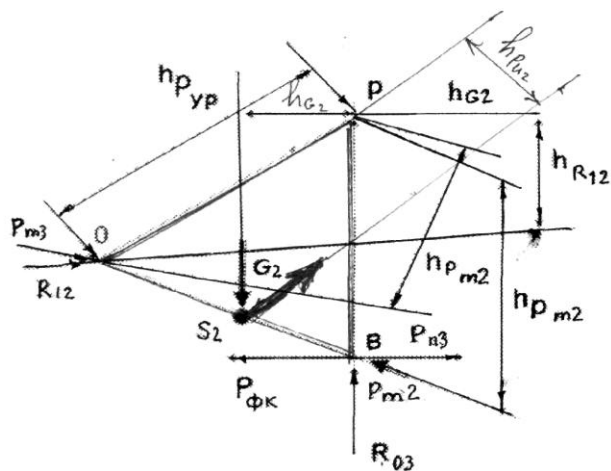
bunda

$$P_{yp} = - \frac{\sum_{i=1}^K P_i \cdot h_i}{h_{py}} \quad \text{bo'ladi.}$$

Agar tenglamadan chiqqan natija manfiy bo'lsa $\bar{P}_{ur}$ vektori yo'nalishi 180° ga burib qo'yiladi.

Muvozanatlovchi kuchning momenti quyidagicha topiladi.

$$M_{ur} = P_{yp} \cdot l_{OA}$$



XULOSA

Jukovskiy teoremasi bo'yicha tezliklar planini Jukovskiy richagi deyish mumkin.

Tezliklar plani ixtiyoriy masshtabda qurilishi mumkin.

Ba'zi mexanizmlarni statik muvozanatlash yetarli.

Mexanizmlarni muvozanatlash ular bo'g'inlarining ishlash muddatlarini oshiradi.

Mexanizmlarni muvozanatlashda grafik usuldan foydalaniladi.

SAVOLLAR

1. Jukovskiy richagi deb nimaga aytiladi?
2. Jukovskiy richagini qurishdan maqsad nima?
3. Jukovskiy teoremasi bo'yicha muvozanatlovchi kuch P_{ur} qanday aniqlanadi?
4. Muvozanatlovchi kuchga tarif bering.

MA'RUZA – 9

Ma'ruza mavzusi:	Dinamik modelning harakat tenglamalarini tuzish va echish: Dinamik modelning kinetik energiya hamda differensial tenglamalar formasidagi harakat tenglamalari. Mashinaning harakat rejimlari. Harakat tenglamalarini yechish. Mexanizmlarni notekis harakati.
Reja:	1. Dinamik modelning kinetik energiyasi 2. Yetaklovchi bo'g'in kinetostatikasini o'rganish. 3. Mexanizmga ta'sir qiluvchi P kuch bilan bajarilgan ish va quvvat. 4. Mexanizmlarning notekis harakati va maxovik hisobi

1. Dinamik modelning kinetik energiyasi quyidagicha topiladi.

$$K = K_1 + K_2 + \dots + K_n = \sum K$$

Bu erda K - dinamik modelning kinetik energiyasi

K_1, K_2, K_n – bo'g'inlarning kinetik energiyalari

n – bo'g'inlar soni

$$K = \frac{M_{kel} \cdot V_A^2}{2}$$

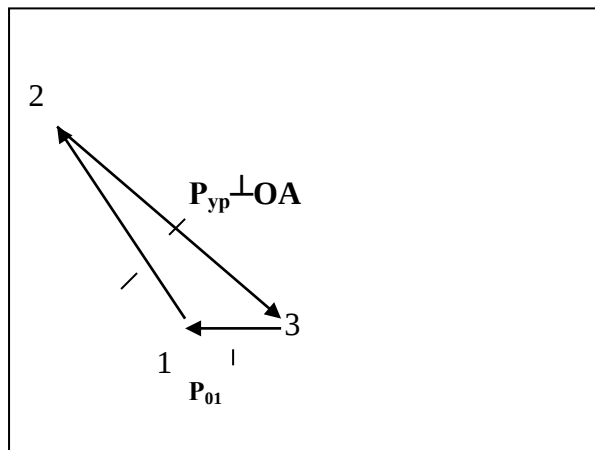
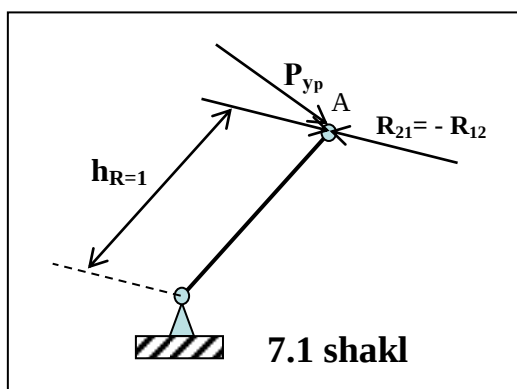
V_A – keltirilgan massaning chiziqli tezlanishi

2. Yetaklovchi bo'g'in kinetostatikasi.

Ko'rsatilgan shaklda yetaklovchi bo'g'in OA va unga ta'sir qiluvchi $\bar{R}_{12} = -\bar{R}_{21}$ kuchlar berilgan. Yetaklovchi bo'g'inning kinetostatikasini o'rganishda, O_1 nuqtadagi reaksiya kuchi bilan muvazanatlovchi kuchni topish talab etiladi.

Muvazanatlovchi kuchni R_u bilan belgilaymiz va uni quyidagi momentlar muvozanatidan aniqlaymiz.

$$M_o = R_{21} \cdot h_{R_{12}} - P_{\gamma} \cdot OA; \quad P_{\gamma} = \frac{R_{21} \cdot h_{R_{12}}}{OA}$$



7.2 shakl. Etaklovchi bo'g'in kuchlar plani

N.V. Jukovskiyning qattiq

N.V. Jukovskiy xar qanday mexanizmni muvozanatini richag muvozanati haqidagi masalaga taqqoslab o'rganishni tavsiya etadi. Bu richagni quyidagi muloxazalar bilan ko'rib chiqamiz:



Bu bo'g'inning A nuqta da $\bar{V}_A$ tezlik va α burchak ostida ta'sir etuvchi R kuch ma'lum bo'lsin.

A nuqtaning P ta'siri ostida bajargan ishi $d_A = P \cdot dS_A \cdot \cos \alpha$ bo'ladi quvvat esa

$$N \frac{dA}{dt} = P \frac{dS_A}{dt} = P \cdot g_A \cdot \cos \alpha$$

bo'ladi

6.3. Shakldagidek U_A tezlikni tezlikni qandaydir qutbdan (R_{dan}) $\bar{P} \perp U_A$ qilib qo'yamiz va $\bar{P}_a$ kesmani uchi a dan R kuchini o'ziga $\parallel$ qilib qo'ysaq $\bar{P}$ kuchning qutbga nisbatan momenti $M_r = R \cdot h$ bo'ladi.

$g_A = K_g \cdot P_\alpha$ ekanini hisobga olsak

$$M_r = P \cdot \frac{g_A}{K_g} \cdot \cos \alpha$$

Mexanizm bo'g'inlari ga R_1, R_2, R_K kuchlar ta'sir etib, bu kuchlar ta'sirida u muvozanatda bo'lsa, bajarilgan ish yoki quvvatlar yig'indisi nol bo'ladi.

$$\sum_{i=1}^K P_i \cdot dS_i \cdot \cos(P_i \cdot dS_i) = 0$$

yoki

$$\sum_{i=1}^K P_i \frac{dS_i}{dt} \cos\left(P_i \frac{dS_i}{dt}\right) = \sum_{i=1}^K P_i \cdot g_i \cdot \cos(P_i \cdot g_i) = 0$$

P_1, P_2, P_K kuchlar qo'yilgan tezliklar planini 90^0 ga burib tegishli kuchlarni joyiga qo'ysak u xolda shu kuchlar tezliklar planini qutbi P ga nisbatan momentlarining yig'indisi ham nol bo'ladi.

$$\sum_{i=1}^K P_i \frac{dS_i}{K_g} \cos(P_i \cdot \mathcal{G}_i) = \sum_{i=1}^K P_i \cdot h_i = 0$$

Yetaklovchi bo'g'inda muvozanatlovchi kuch shu bo'g'inga perpendikulyar bo'lishi shart.

Jukovskiychi richagini har qanday richagli mexanizmga qo'llash mumkin.

Maxovikning hisobi

Agar δ ning hisoblab topilgan qiymati notekislik koeffitsienti qiymatlarining berilgan mashina uchun tavsiya etilgan doirasiga kirsak yoki kichik bo'lsa, mashina qoniqarli ishlaydi deb hisoblanadi. Agarda notekislik koeffitsientining hisoblab topilgan qiymati tavsiya etilgan qiymatlardan katta bo'lsa, mashina asosiy valining aylanish ravonligini oshirishga qaratilgan maxsus choralar ko'rilishi zarur.

Mashinaning ish jarayonini takomillashtirish bilan bog'liq chora tadbirlar bilan bir qatorda mashinani konstruktiv jihatdan – maromiga yotkazishning quyidagi ko'rinishlaridan ham foydalaniladi:

- a) dinamik so'ndirgichlardan foydalanish;
- b) tsikllik yuksizlantirgichlarni qo'llash;
- v) maxovik o'rnatish.

Dinamik so'ndirgichdan foydalanilganda mashina konstruksiyasiga elastik tarzda o'rnatilgan ko'shimcha massa kiritilgan. Bu massaning tebranishlar chastotasi va fazasi shunday hisoblanadiki, bunda ular tsikllik g'alayonlanishlar tufayli yuzaga kelgan tezlik tebranishlari bilan qo'shib, ularni ma'lum darajada neytrallaydi [15].

TSikllik yuksizlantirgichlar konstruksiyasining asosida kuch ta'sirida ishlovchi kulachokli mexanizmlar yotadi. Bunday mexanizmlar mashinaning asosiy vali bilan kinematik bog'langan bo'lib, o'zining kuch ta'siri bilan tsikllik g'alayonlanishlarning mashina harakatining xususiyatiga ta'sirini kompensatsiyalaydi [10].

Mashina ishining dinamikasini yaxshilashning ko'rib chiqilgan ushbu konstruktiv usullari keng qo'llanilmaydi, chunki bunda foydalaniladigan mexanizmlar ancha murakkab bo'lib, mashina tezligi va dinamik parametrlarning kichik doirasidagina ijobiy natija beradi.

Aylanish ravonligini oshirishning hammabop va keng tarqalgan usuli maxovik o'rnatishdir. Maxovik aylanayotganda kinematik energiyani jamg'aradi. U o'zining harakat tezlashganda kinetik energiyani jamg'arish va harakat sekinlashganda kinematik energiyani besh xususiyati tufayli aylanma harakatni tekislaydi. Masalan, agar vaqtning qandaydir oralig'ida mashinaning asosiy vali tsikllik g'alayonlantirishlar ta'sirda o'zining aylanishini tezlashtirsa, unga o'rnatilgan maxovik bu tezlanishga t'sqinliq qiladi, chunki mashina kinematik energiyasining bir qismi uni aylantirishga sarf bo'ladi. Valning aylanishi sekinlashganda maxovik o'zining inertsionligi tufayli mazkur sekinlanishga t'sqinliq qiladi.

Maxovik, odatda, mashinaning asosiy valida o'rnatilib, dinamik modelning parametrlarini hisoblashda keltirish bo'g'ini hisoblanadi. SHuning uchun maxovikning keltirilgan inersiya momenti emas, balki maxovikning inersiya momenti deymiz, chunki ikkalasi ham bir ma'noni anglatadi. Mashinaning asosiy valiga o'rnatilgan maxovikning inersiya momenti I_M notekislik koeffitsientining berilgan qiymati bo'yicha yoki berilgan mashina turi uchun tavsiya etilgan doiradagi qiymatlaridan biri – $[\delta]$ bo'yicha aniqlanadi. Bunday dinamik modelning inersiya momenti I_M kattalikka ortgan deb hisoblanadi.

Demak, agar (9.16), (9.17) va (9.18) ifodalardagi δ ni $[\delta]$ ga almashtirsak hamda I_M ni kiritsak, so'ngra ularni I_M ga nisbatan ochsak, maxovik inersiya momentni aniqlashning kuyidagi formulalarini hosil qilamiz:

- ikkala tsikllik g'alayonlantirishlar hisobga olingan hol uchun

$$I_M = \frac{\overline{\Delta(A - T_{II})} \mu_A}{[\delta] \omega_{yp}^2} - \frac{(\overline{I^{kel'}} + \overline{I^{kel''}}) \mu_I}{2} \quad (9.9)$$

- faqat uchun ta'siridan g'alayonlanish hisobga olingan hol uchun

$$I_M = \frac{\Delta A}{[\delta] \omega_{yp}^2} - I_{min}^{kel} \quad (9.20)$$

- faqat inersiya ta'siridan g'alayonlanish hisobga olingan hol uchun

$$I_M = \frac{I_{max}^{kel} - I_{min}^{kel}}{2[\delta]} - \frac{I_{max}^{kel} + I_{min}^{kel}}{2} \quad (9.21)$$

Maxovik po'lat yoki ch'yandan yasaladi. Maxovikning massasi, shakli o'lchamlari I_M ning qiymati hamda konstruktiv fikr-mulo-hazalardan kelib chiqib aniqlanadi. Zalvorli t'g'in ko'rinishida bo'lgan hamda val bilan kegaylar (spitsalar) yoki disk yordamida birikkan maxovik eng samarali bo'ladi. Agar mazkur biriktiruvchi qismlar (kengaylar yoki disk) ning inersiya momentini

hisobga olmasak, u holda bunday maxovikning inersiya momenti uning massasi va o'lchamlari bilan bog'lovchi formula quydagi ko'rinishda bo'ladi [15]:

$$I_M = \frac{m_M}{8}(D^2 + d^2)$$

bu yerda: m_M – maxovikning massasi, kg;

D va d – maxovikning tashqi va ichki diametrlari, m.

Maxovik massasi uning o'lchamlari bilan qo'yidagicha bog'langan:

$$m_M = \frac{\rho \pi b}{4}(D^2 - d^2) \quad (9.22)$$

bu yerda: ρ – maxovik materialining zilchiga, t/m³;

b – maxovik bo'qinining qalinligi, m.

Natijaviy formula qo'yidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$I_M = \frac{\rho \pi b}{4}(D^2 + d^2)(D^2 - d^2) \quad (9.23)$$

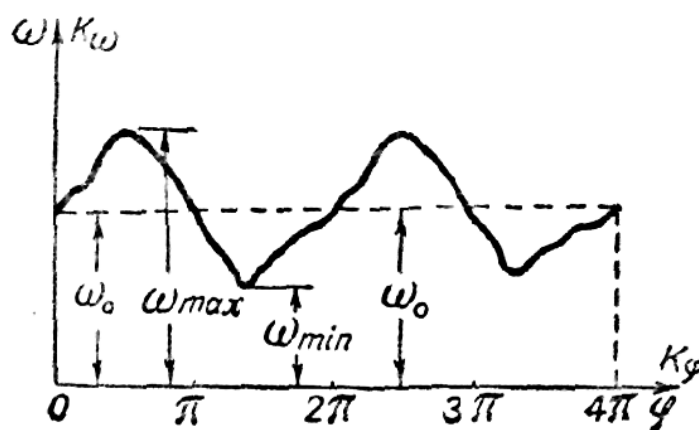
Ushbu formulada D , d va b lar noma'lum (uch noma'lumli tenglama). Ulardan ikkitasi maxovikning mumkin bo'lgan o'lchamlaridan kelib chiqib beriladi va uchinchi noma'lum aniqlanadi.

Keyingi punktlarda dvigatel mexanik tavsifining maxovik inersiya momentiga ta'sirini, shuningdek, maxovikning o'rnatilish joyi bilan bog'liq masalani ko'rib chiqamiz.

Mashinaning notekis aylanish koefitsienti

Mashinaning asosiy vali notekis aylanadi degan xulosaga keldik. Xar qanday mashinaning o'rtacha tezligi bo'ladi. 7.2-shaklda asosiy val burchak tezliginnng 4π ichida o'zgarishi $\omega = \omega(\varphi)$ grafigi tarzida berilgan. O'rtacha burchak tezligi quyidagicha topiladi

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{\omega_{\max} + \omega_{\min}}{2}$$



7.2 Shakl.

bu yerda, ω —davr ichidagi oʻrtacha integral ' burchak tezligi, uni quyidagicha topsa maqsadga muvofiq boʻladi:

$$\omega = \frac{\int_0^{4\pi} \omega d\varphi}{4\pi}$$

Shunday qilib, mashina bosh valining oʻrtacha burchak tezligi 20 cek^{-1} boʻlsa, xaqiqatan esa aylanish davrida xaqiqiy burchak tezligi undan katta yoki kichik boʻladi.

Bunday hollarda, shu notekis aylanishni qandaydir son orqali xarakterlash maqsadga muvofiq boʻladi. Mana shu son mashinaning notekis aylanish koefitsienti deb ataladi va u maksimal hamda minimal burchak tezliklari ayirmasining oʻrtacha burchak tezligiga nisbati bilan xarakterlanadi.

Notekis aylanish koefitsientini δ bilan belgilab, uni quyidagicha topamiz:

$$\delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega}$$

(13. 5) va (13. 6) tenglamalardan $\omega_{\max}$ va $\omega_{\min}$ ni topamiz:

$$\omega_{\max} = \omega \left(1 + \frac{\delta}{2} \right) \quad \omega_{\min} = \omega \left(1 - \frac{\delta}{2} \right)$$

Mashinaning notekis aylanish koeffitsienti texnologik protsessning bajarilish talabiga qarab, turli mashinalar uchun turlicha bo`ladi va oldindan beriladi.

Mashinalarning notekis harakatini tekislashda odatda maxoviklardan foydalaniladi. Maxovik katta massaga ega bulgan va biror bo`g`inga mustaxkam biriktirilgan jismdir.

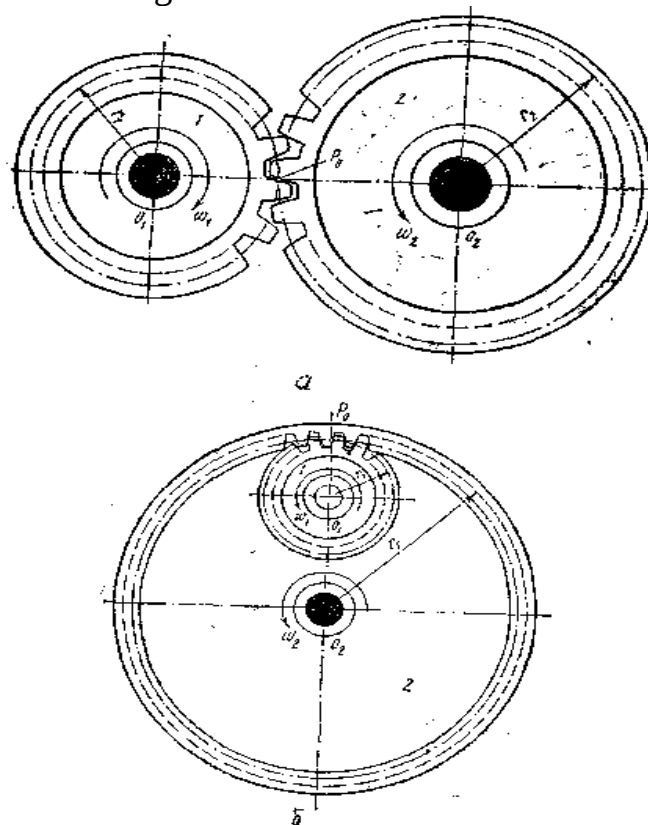
SAVOLLAR

1. Yetaklovchi bo`g`in kuchlar plani qanday tuziladi?
2. Muvozanatlovchi kuch qanday aniqlanadi?
3. Jukovski qattiq richagi qanday xosil qilinadi?
4. Ixtiyoriy bo`g`inda P kuch ta'siridagi bajarilgan ish qanday aniqlanadi?
5. P kuch ta'siridagi quvvat qanday aniqlanadi?

Ma'ruza mavzusi:	Tishli mexanizmlar, ularning turlari. Ilashmaning asosiy qonuni
Reja:	1. Tishli mexanizmlar 2. Tishli mexanizmning geometrik elementlari va kinematikasi 3. Shesternyalari pog'onali qatorda joylashgan murakkab mexanizm 4. Episiklik mexanizmlar

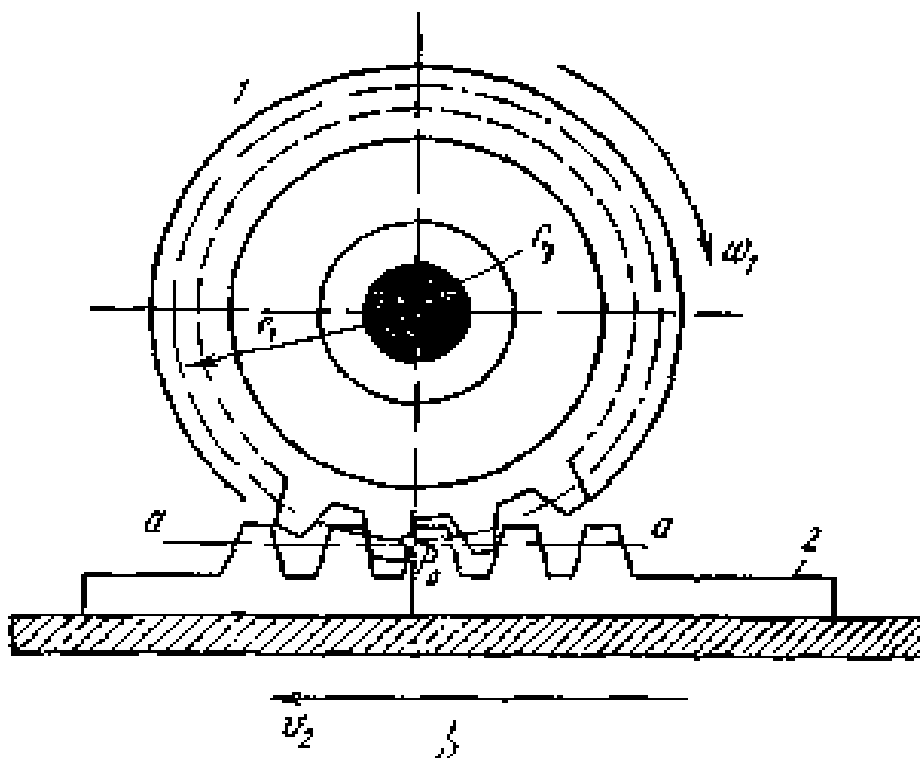
1. Tishli mexanizmlar.

Tarkibida tishli bo'g'ini bo'lgan mexanizmlar tishli mexanizmlar deyiladi. Tishli mexanizmlar etakchi va etaklanuvchi bo'g'inlarning aylanish tezliklari o'zgarmas bo'lishi talab qilinadigan xollarda ishlatiladi va texnikada juda ko'p qo'llaniladi. Bu mexanizmning



14.1 a,b shakl

asosiy ko'rinishi 14.1-shakl, a da berilgan, u ikkita tishli g'ildirak va stoykalardan iborat. Bo'g'in 2 (etakchi) ning soat strelkasi yo'nalishiga teskari aylanishi yetaklanuvchi bo'g'in 1 ni soat strelkasi aylanishida aylantiradi. Demak bu



14.2 shakl

xoldagi tishli ilashishda yetakchi va yetaklanuvchi g'ildiraklar qarama-qarshi tomonga aylanadi. Bunday mexanizm *tashqi ilashishli mexanizm* deyiladi.

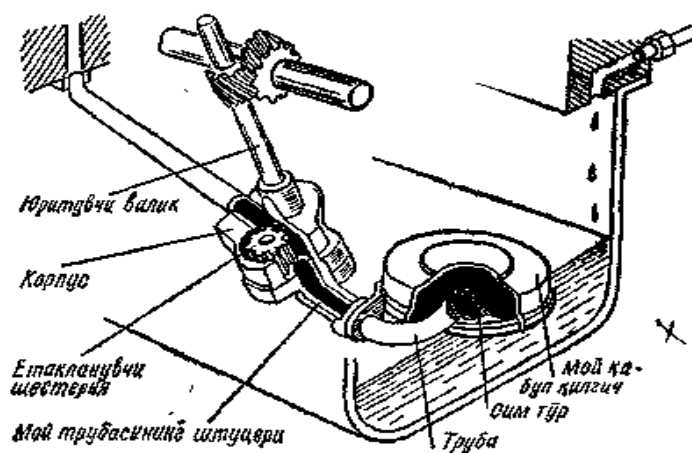
Agar bitta g'ildirakning tishlari silindr tashqi sirtida, ikkinchisiniki ichki sirtida ilashib harakatlansa (14.1-shakl, b), etakchi va etaklanuvchi g'ildiraklar bir tomonga aylanadi va bunday mexanizm *ichki ilashishli mexanizm* deyiladi.

Agar tishli g'ildiraklardan birining o'lchamlari juda katta bo'lgani xolda g'ildirak aylanasi to'g'ri chiziqqa yaqin bo'lsa, bunday birikma reykali mexanizm deyiladi (14.2- shakl).

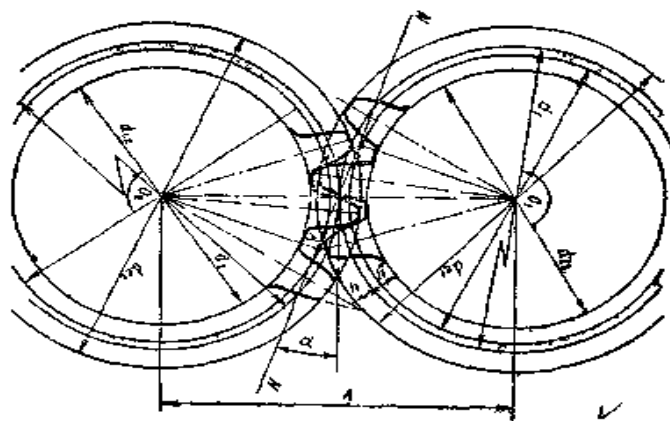
14. 2. Tishli mexanizmning geometrik elementlari va kinematikasi

Tishli mexanizmدا g'ildiraklar tishlarining evolventa sirti bir- birining ustida sirpanmasdan, faqat dumalaydigan qilib joylashtirilishi kerak. Buning uchun tishlar g'ildiraklarning boshlangich aylanalari bo'ylab ishlashishi kerak (14.3 b-shakl). Uning diametri D bo'lsin. Shesternya tishining boshlanrich aylanadan chiqib turgan qismi (h') ga tish kallagi, botib turgan qismi (h'') ga tish oyoqchasi deyiladi.

Tish kallagidan o'tgan aylanaga tashqi, oyoqchasidan o'tgan aylanaga ichki aylana deyilib, tashqi aylana diametri D_e va ichki aylana diametri D_i bilan belgilanadi.



14.3. а,б шакл



Shesternyali mexanizm o`qlarini tutashtirish natijasida, boshlangich aylanalar ( $D_1$  va  $D_2$ ) ning kesishgan nuqtasi  $P$  ga ilashish nuqtasi va unga o`tkazilgan normal, NN ga ilashish chizigi deyiladi. Ilashish chizigi evolventa sirtiga normal hisoblanib, sirt shu chiziq orqali olinadi.

Ilashish normal chizigi g`ildirak markazlarini tutashtiruvchi  $O_1 O_2$  chizigiga  $P$  nuqtadan o`tgan tik tt ga α burchak qiyaligida o`tkaziladi.  $\alpha$  burchagiga ilashish burchagi deyiladi va normal ilashishdagi tishli g`ildiraklarda $\alpha = 20^\circ$ qilib olinadi (GOST 21354 — 75).

Tishli g`ildirakning bo`luvchi aylana bo`ylab bir chikigi va botig`i to`g`ri kelgan oraliq uzunligiga tish qadami (t) deyiladi.

G`ildirakning bo`luvchi aylana uzunligi qadam va tishlar soni z orqali tz ga teng bo`lib, bo`luvchi diametr esa quyidagicha topiladi:

$$\pi D = tz$$

bundan

$$D = \frac{t}{\pi} z$$

Bunda $\frac{t}{\pi}$ berilgan tishli g'ildirak va

shesternya jufti uchun o'zgarmas bo'ladi. Tishli g'ildiraklar $t/\pi = t$ (mm) bo'yicha standartlashtiriladi va t ga ilashish moduli deyiladi. Demak bo'luvchi aylana diametri $D = t z$ ga teng bo'lib, modullar soni bilan aniqlanar ekan, ya'ni $t = D/z$ mm. Tishli G'ildirakning xamma asosiy o'lchamlari STSEV 310 — 76 da modul « m » (mm) orqali standartlashtirilgan. Modulning qiymati quyidagi qatorda keltirilgan bo'lib, 0,5... 100 mm oralig'ida bo'ladi.

$t = 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 16; 20$ (mm) va x.. k. Modul qiymatining kattalashishi g'ildirak ulchamlarini kattalashtiradi va mustahkamligini oshiradi.

Normal tishli g'ildirak uchun tish kallagining balandligi $h^1 = t$, tish oyoqchasining balandligi $h'' = 1,20 m$ qilib qabul qilinadi. Tishning balandligi esa $h = K + h'' = 2,20 t$ bo'lib, ikkita g'ildirak tishlarining ilashishi natijasida $s = 0,2 t$ zazor hosil bo'ladi. Zazor « s » birinchi g'ildirak tishlarining ikkinchi g'ildirak botig'ida bimalol siljishini ta'minlaydi.

g'ildirak tishining qalinligi S va botiqning uzunligi S' boshlang'ich aylana buyicha nazariy jihatdan teng $S=S'$ deb olinadi.

$$S + S' = 2S = t$$

bunda

$$t = \pi m$$

demak

$$S = \frac{t}{2} = \frac{\pi m}{2} ;$$

Shunday qilib, tishli g'ildirak va mexanizmlarning asosiy o'lchamlari quyidagicha topilishi mumkin.

G'ildirakning bo'luvchi aylanasi diametri:

$$D = mz$$

Tish kallagi aylanasiining diametri:

$$D_e = D + 2h' = mz + 2m = m(z + 2)$$

Tish botig'i aylanasiining diametri:

$$D_i = D - 2h'' = mz - 2.4m = m(z - 2.4)$$

Agar shesternya va g'ildiraklarning tegishli diametrlarini D_1 va D_2 hamda tishlar sonini z_1 , va z_2 lar bilan belgilasak shesternya va g'ildiraklarning o'qlar oralig'i

$$A = \frac{D_1}{2} + \frac{D_2}{2} = \frac{mz_1}{2} + \frac{mz_2}{2} = \frac{m}{2}(z_1 + z_2)$$

bo'ladi.

Tishli mexanizmlar kinematikasi.

Tishli g'ildiraklar yordamida aylanma harakat bir bo'g'indan ikkinchi bo'g'inga utish davrida tishlar bo'luvchi aylana bo'ylab barobar masofani bosib o'tadi, ya'ni ularning qadami (t) bir xil bo'ladi. Demak aylanma harakatdagi urinma tezlik

$$v_1 = v_2$$

(1) bo'ladi.

Agar shesternyaning burchak tezligi ω_1 (yoki n_1) G'ildirakning burchak tezligi ω_2 (yoki n_2) bo'lsa,

$$v_1 = \omega_1 \frac{D_1}{2} \quad \text{va} \quad v_2 = \omega_2 \frac{D_2}{2} \quad (2)$$

bo'ladi.

$v_1 = v_2$ ekanini e'tiborga olsak va ularning qiymatlarini (2) formuladan keltirib qo'ysak:

$$\omega_1 \frac{D_1}{2} = \omega_2 \frac{D_2}{2}$$

Bundan

$$\omega_1/\omega_2 = D_2/D_1$$

Etakchi shesternyani burchak tezligi ω_1 ning etaklanuvchi g'ildirak burchak tezligi ω_2 ga nisbati mexanizmning uzatish soni deyiladi va i harfi bilan belgilanadi:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

14.2. Shesternyalari pog'onali qatorda joylashgan murakkab mexanizm

Yetaklovchi va yetaklanuvchi vallar oraligi katta bo'lganida aylanma harakatni bir juft tishli g'ildirak yordamida uzatish mumkin bo'lmay qoladi, chunki bunda g'ildiraklarni o'lchamlari kattalashadi va massalari ortadi.

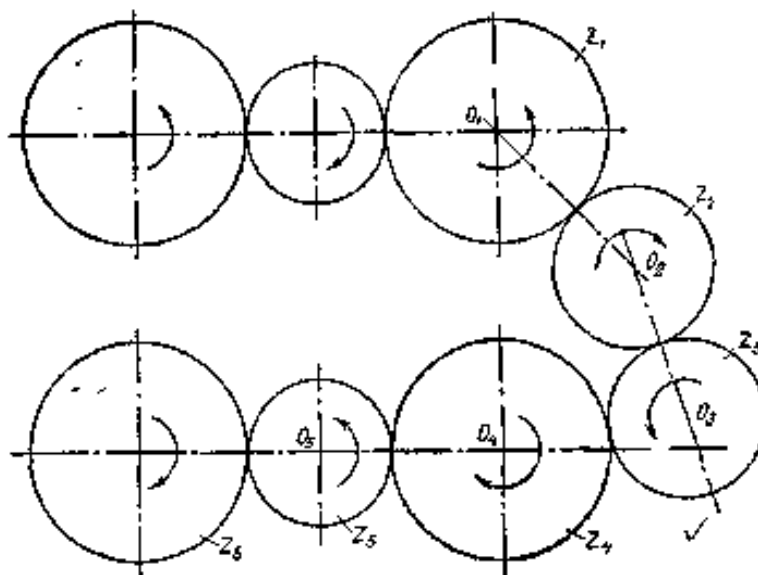
Mexanizmni engil va ixcham qilish maqsadida yetakchi va yetaklanuvchi shesternyalar oralig'iga, ularning harakat tezligiga halal bermaydigan qilib oraliq, shesternyalar o'rnatiladi.

Agar tishli g'ildiraklar bir tekislikda yotib, o'zaro kinematik juft tashkil qilib harakatlansa, qatorli birikma deyiladi. Bunga misol tariqasida paxta terish apparati barabanlarining harakatga kelishini ko'rish mumkin (14.3-shakl). Orqa o'ng qatordagi baraban shesternyasi ($z_1 = 90$) dan ikkita oraliq shesternyalar ($z_2 = z_3 = 40$) yordamida chap baraban shesternyasi ($z_4 = 90$) ga va oraliq, shesternya ($z_5 = 30$) orqali chap old baraban shesternyasi ($z_6 = 90$) ga aylanma harakat uzatiladi.

Agar birinchi shesternya bilan to'rtinchi shesternya oralig'idagi uzatish sonini topish kerak bo'lsa, har bir juft shesternyalarning uzatish sonlarini ketma-ket ulanishi bo'yicha topamiz.

Birinchi juftning uzatish soni:

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_2}{D_1}$$



14.3 Shakl.

Ikkinchi juftning uzatish soni:

$$i_{23} = z_3 / z_2$$

Uchinchi juftning uzatish soni:

$$i_{34} = z_4 / z_3$$

Alohida topilgan uzatish sonlarini ko'paytirib,

$$\begin{aligned} i_{12} i_{23} i_{34} &= \omega_1 \omega_2 \omega_3 / (\omega_2 \omega_3 \omega_4) = z_2 z_3 z_4 / (z_1 z_2 z_3) = \\ &= \omega_1 / \omega_4 = z_4 / z_1 \end{aligned}$$

ni olamiz.

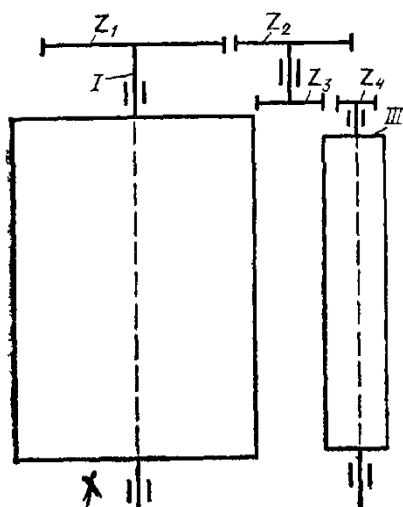
Bu qiymat qatorli birikmaning umumiy uzatish sonini beradi. Demak qatorli murakkab mexanizmدا umumiy uzatish soni alohida olingan oddiy shesternyali mexanizmlarning uzatish sonlarining ko'paytmasiga teng bo'lar ekan:

$$i_{14} = z_4 / z_1 = 90 / 90 = 1$$

Birinchi va beshinchi shesternyalarning uzatish soni esa

$$i_{15} = z_5 / z_1 = 30 / 90 = 1/3$$

bo`lib ,beshiichi shesternyaning birinchiga nisbatan 3 marta tez aylanishini ko`rsatadi.



14.4 Shaxl

Yuqoridagi misollardan ko`rinadiki, oraliq shesternyalar mexanizmning umumiy uzatish soniga xalal bermaydi, lekin ularning aylanish yo`nalishini o`zgartirishi mumkin. qator shesternyalar soni juft bo`lganida aylanish yo`nalishi o`zgaradi, tok bo`lganida esa o`zgarmaydi.

Shesternyali murakkab mexanizm qatorli bo`lmay pogonali bo`lishi ham mumkin. Bunda oraliq vallarga ikkitadan shesternya biriktirilib, uzatish sonini bir necha marotaba oshirish mumkin bo`ladi.

Pog`onali uzatmaga misol tarikasida yuqorida keltirilgan paxta terish apparati barabani shesternyasi ( $z_1 = 90$ ) dan paxtani ajratish chetki barabani shesternyasining aylanma harakat olishini ko`raylik (14.4-shaxl). z_1 , z_2 , z_3 va z_4 qator va

pog`onali shesternyalar tishlari soni: $z_1 = 90$, $z_2 = 39$,
 $z_3 = 19$, $z_4 = 12$.

Umumiy uzatish soni yuqoridagi singari I va III vallarning tezliklari nisbatida topiladi:

$$\omega_1 / \omega_3 = i_{13}$$

Agar poronalarining uzatish sonini alohida- alohida topsak:

$$i_{12} = \omega_1 / \omega_2 = z_2 / z_1 ; \quad i_{23} = \omega_2 / \omega_3 = z_4 / z_3$$

Bularni o`zaro ko`paytirsak quyidagini olamiz:

$$i_{13} = i_{12} * i_{23} = \omega_1 / \omega_3 = z_2 * z_4 / (z_1 * z_3)$$

z_1 , z_2 , z_3 va z_4 larning o`rniga son qiymatlarini qo`ysak

$$i_{13} = z_2 * z_4 / (z_1 * z_3) = 39 * 12 / (90 * 18) = 3 * 2 / (15 * 1) = 6 / 15 = 2 / 5 = 0,4$$

Demak chetki baraban vali terish baraban valiga nisbatan 2,5 marta tez aylanar ekan.

Ko`p pog`onali tishli mexanizmning umumiy uzatish soni mexanizm tarkibiga kiruvchi pog`onalar uzatish sonlarining ko`paytmasiga teng bo`ladi.

14.4. Epitsiklik mexanizmlar

Biz yuqorida koʻrgan qator shesternyalı mexanizmlarda qoʻzgʻalmas oʻq atrofida bir necha shesternya aylanma harakat qilib, maʼlum ish bajarar edi. Agar shu qator shesternyalardan bir yoki bir nechtasining oʻqi qoʻzgʻaluvchan boʻlsa, unga epitsiplik mexanizm deyiladi. Epitsiplik mexanizmlar planetar yoki differensial boʻlishi mumkin. Mexanizmning planetar yoki differensialligi uning erkinlik darajasi orqali aniqlanadi. Erkinlik darajasi esa tekis mexanizmlar uchun Chebishev formulasi asosida topiladi.

Agar berilgan epitsiklik mexanizmning erkinlik darajasi birga teng ($W = 1$) boʻlsa, planetar mexanizm, erkinlik darajasi ikkiga teng ($W = 2$) boʻlsa, differensial mexanizm boʻladi.

Eng oddiy epitsiklik mexanizm (14.5-shakl) ikkita shesternya va bitta vodilodan tashkil topgan boʻladi.

Bunda 1 va 2 — shesternyalar (tishlar soni z_1 va z_2), sterjen N vodilo boʻlib, ularning hammasi harakatda boʻlishi mumkin. 1 shesternya markaziy, 2 shesternya satellit deyiladi. U vaqtda Chebishev formulasiga asosan erkinlik darajasi quyidagicha topiladi:

$$W = 3k - 2P_5 - P_4$$

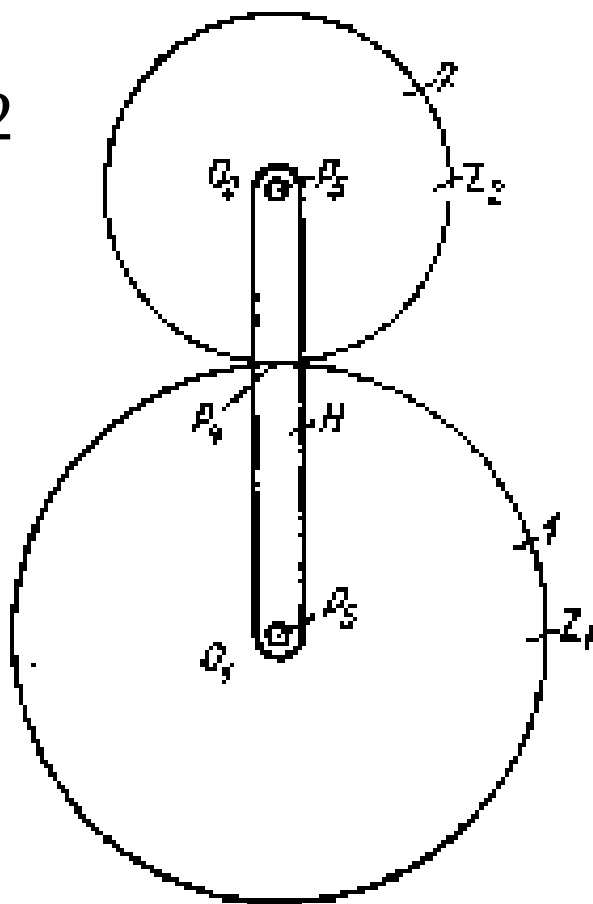
Bu mexanizmlarda uchta qoʻzgaluvchan boʻgʻin mavjud, yaʼni $k = 3$. Tishli gʻildirak va vodilo oʻz oʻqlari atrofida aylanadi, yaʼni $R_5 = 3$. 1 va 2 shesternyalar esa bir-biriga tish chiziqlari boʻylab tishlashib, oliy kinematik juft hosil qilib harakatlanadi, yaʼni $R_4 = 1$, oʻrniga qoʻysak:

$$W = 3 * 3 - 2 * 3 - 1 = 2$$

Demak differensial mexanizmning erkinlik darajasi 2 ga teng ekan.

Agar yuqoridagi epitsiplik mexanizmning 1 boʻgʻinini qoʻzgʻalmas qilib olinsa, qoʻzgʻaluvchan boʻgʻinlar soni 2 ta boʻlib, erkinlik darajasi

$$W = 3n - 2P_0 - 1P_4 = 3 * 2 - 2 * 2 - 1 * 1 = 1$$



14.5 Shakl

Demak, planetar mexanizmni harakatga keltirish uchun bitta bo'g'inni harakatlantirish kifoya.

Planetar va differensial mexanizmlar mashina va asboblarda turli vazifalarni bajarish — harakatlarini birlashtirish yoki ajratish kerak bo'lganida qo'llaniladi. Masalan, avtomobil yetakchi g'ildiragining (chap yoki ung) turlicha aylanishiga imkon beradigan differensial mexanizm shpindelli barabanda shpindelning baraban atrofida satellit vazifasida aylanma harakatda bo'lishi — planetar mexanizmni eslatadi.

Epitsiklik mexanizmlarning kinematikasi va uzatish soni*

Epitsiklik mexanizmlarning kinematikasi ikki xil — analitik va grafoanalitik usullar bilan tekshiriladi.

Planetar mexanizm uchun uzatish soni va satellitning burchak tezligini topish uncha qiyin emas. Differensial mexanizmda 3 ta qo'zgaluvchan bo'g'indan 2 tasining harakat qonuni ma'lum bo'lishi talab etilishi tufayli uchinchi bo'g'inning tezligini va uzatish sonini topish bir muncha qiyin. Shuning uchun yuqorida keltirilgan differensial mexanizmni kinematik tekshirish xamda uzatish sonini topish bilan tanishamiz. Vodiloning minutiga aylanish soni p_n va birinchi shesternyaning minutiga aylanish soni p_1 berilgan bo'lib, satellitning aylanish soni p_2 hamda mexanizmning uzatish soni i_{21} topish talab qilinsin.

Analitik usulida sistemani bika deb qarab, uni O o'qi atrofida soat ctrelkasiga teskari yunalishda minutiga p_n (vodilo) tezligida aylantiramiz. U vaqtda go'yo vodilo aylanmasdan, z_2 shesternyani aylanish soni p_n ga kamayadi, ya'ni $p_2^h = p_2 - p_n$ satellitning keltirilgan soni olinadi.

Bu xolda differensial mexanizm oddiy shesternyali mexanizm bo'lib, z_1 shesternyaning aylanish soni xam keltirilgan aylanish soniga ega bo'ladi. $p_1^h = p_1 - p_n$

Bunday xolda oddiy shesternyali mexanizm uchun z_2 shesternya tishlari soni bilan z_1 shesternya tishlar soni orasidagi boglanish — uzatish soni quyidagicha bo'ladi:

$$i_{21} = \frac{n_2^h}{n_1^h} = \frac{n_2 - n_H}{n_1 - n_H} \quad \text{ëku} \quad i_{21} = z_1 / z_2$$

Epitsiklik mexanizm uchun umumiy uzatish soni vodiloni fikran to'xtatish metodi bilan topiladi.

Bundan satellitning minutiga aylanish tezligi p_2 quyidagicha topiladi:

$$\frac{n_2 - n_H}{n_1 - n_H} = i_{21} \quad ; \quad n_2 - n_1 = i_{21}(n_1 - n_H)$$

$$n_2 = i_{21} \cdot (n_1 - n_H) + n_H \quad ;$$

$$n_2 = i_{21} \cdot n_1 - i_{21} \cdot n_H + n_H = i_{21} \cdot n_1 - n_H (i_{21} - 1)$$

yoki etakchi shesternyaning etaklanuvchi shesternyaga nisbatidan quyidagicha olinishi mumkin:

$$i_{12} = \frac{n_1^h}{n_2^h} = \frac{n_1 - n_H}{n_2 - n_H} \quad \text{ëku} \quad i_{12} = z_2 / z_1$$

Bundan satellitning minutiga aylanish soni quyidagicha topiladi:

$$\frac{n_1 - n_H}{n_2 - n_H} = i_{12} \quad \text{yoki} \quad (n_2 - n_H) \cdot i_{12} = n_1 - n_H$$

$$i_{12} \cdot n_2 - i_{12} \cdot n_H = n_1 - n_H$$

$$i_{12} \cdot n_2 = i_{12} \cdot n_H + n_1 - n_H$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{12}} + n_H - \frac{n_H}{i_{12}} = \frac{n_1}{i_{12}} + n_H \left(1 - \frac{1}{i_{12}}\right)$$

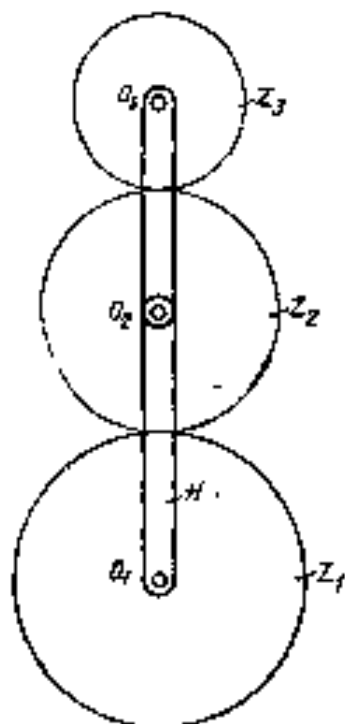
Agar murakkab harakat qiluvchi satellit bir nechta (masalan, 2 ta) bo`lsa, (14.4-shakl) z_3 shesternyaning aylanish soni yuqoridagi formulalarga binoan quyidagicha topiladi:

$$i_{13} = \frac{n_1^h}{n_2^h} = \frac{n_1 - n_H}{n_3 - n_H}$$

Bundan

$$n_3 = \frac{n_1}{i_{13}} + n_H \left(1 - \frac{1}{i_{13}}\right)$$

Bu formula epitsiplik mexanizmlarning universal formulasi yoki Villis formulasi deyiladi.



1. Tishli mexanizmlarni aylanma harakatni aniq uzatishda keng qo'llash mumkin
2. Tishli uzatma va mexanizmlarni hisoblashda standartdan foydalanish lozim.
3. Friksion va tasmali mexanizmlar aniq mexanizmlarda qo'llanilmaydi.
4. Tishli qatorda oraliq shesternyalar uzatish soniga ta'sir qilmaydi.
5. Uzatishlar sonini oshirishda tishli pog'onalaridan foydalanish ma'qul.

SAVOLLAR:

1. Tishli bo'g'inlarga misollar keltiring.
2. Bo'luvchi diametr nima?
3. Tish moduliga ta'rif bering.
4. Tish qadamiga ta'rif bering.
5. Ichki ilashishga ta'rif bering.
6. Tashqi ilashishga ta'rif bering.
7. Friksion mexanizmga ta'rif bering.
8. Egiluvchan bo'g'inli mexanizmga ta'rif bering.
9. Uzatish soni qanday topiladi.
10. Shesternyalar qanday o'rnatiladi?
11. Epitsiklik mexanizmga ta'rif bering.
12. Planetar mexanizmga ta'rif bering.
13. Differensial mexanizmga ta'rif bering.
14. Analitik va grafoanalitik usullar deganda nimani tushinasiz?
15. Villis formulasini yozib bering.

Ma'ruza mavzusi:	Evolventa va uning xossalari. Tsilindrik tishli g'ildiraklarning geometrik parametrlari
Reja:	1. Evolventali tishli nolinchi g'ildirakning geometrik parametrlari 2. Evolventaning xossalari

Evolventali tishli nolinchi g'ildirakning geometrik parametrlari

Evolventali tishli g'ildirakni hosil qilish uchun, ya'ni tishli g'ildirak tish profillari evolventa bo'yicha chizilgan asosiy aylana markazini tishli g'ildirak markaziga almashtiriladi. Texnikada keng tarqalgan tishli g'ildiraklardan normal yoki nolinchi g'ildiraklar (nolinchi g'ildirakdan tashqari musbat va manfiy g'ildiraklar ham bo'ladi, ular to'g'risida keyinroq yoziladi).

Evolventali tishli g'ildirakning geometrik parametrlari standartlashtirilgan. Bu parametrlarni normal g'ildiraklar uchun ko'rib chiqamiz.

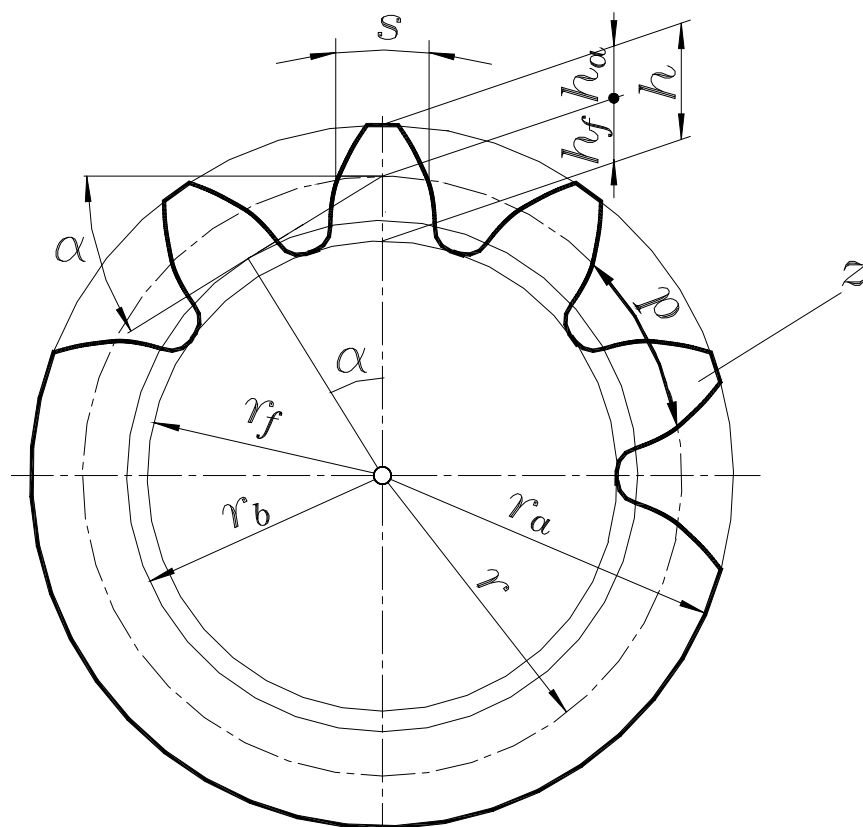
Haqiqiy tishli g'ildirak parametrlariga quyidagilar kiradi: z tishlar soni, evolventali chizilgan yon tomonlar; r_a g'ildirak bosh aylana radiusi; r_f g'ildirak oyoq aylana radiusi. Qolgan parametrlar hisoblanuvchi hisoblanadi. Tish balandligi shartli ravishda ikki qismga bo'linadi – r bo'luvchi aylana radiusi yordamida bosh va oyoq qismga. Tish balandligi ya'ni bosh va oyoq aylanalari orasidagi masofa h harfi bilan belgilanadi, h_a – tish bosh balandligi, h_f – tish oyoq balandligi standartga asosan,

$$h_f = 1,25 h_a \quad (5.1)$$

r_b – evolventa yasaladigan asosiy aylana radiusi. Bu aylana tishli g'ildirak tishlariga qarab oyoq aylanadan katta yoki kichik bo'lishi mumkin. Tishning evolventasi bosh aylanada o'tkir qirra yasaydi, tish asosida esa evolventa silliq oyoq aylanasi yordamchi egrilik orqali o'tadi, uni galtel deyiladi.

Tishli g'ildirak asosiy parametrlaridan biri bo'luvchi aylana bo'yicha olingan r tish qadami hisoblanadi – bu ikki siljiydigan bir xil tish profillari aylanada o'lchanadigan masofa. Jadamning yarmisi bo'luvchi aylanada s – tish qalinligini tashkil etadi, ya'ni $s = 0,5p$. (5.2)

Tish profilini yasovchi uchun foydalanadigan evolventa, asosiy aylanadan boshlanib, bosh aylanadi kesiladi. Evolventaning bu qismi α profil burchagidan aniqlanadi. Bu bo'luvchi aylananing bitta nuqtasidan bo'luvchi va asosiy aylanalarga o'tqazilgan urunmalar orasidagi burchak. Standart tishli G'ildirak uchun $\alpha = 20^\circ$.



2-rasm

Yuqorida sanab o'tilgan parametrlardan bitta standartni tanlash kerak, u qolganlari bilan boqlangan bo'lishi kerak. Bu parametr shunday bo'lishi kerakki, uning qiymati tishni aniqlashi kerak. Bunga ko'pincha tish qadami to'g'ri keladi:

$$p = \frac{2\pi r}{z} \quad (5.3)$$

Biroq qadam qiymati ifodasiga π irratsional son kiradi, u o'nli kasrda cheksizlikka ega. Shuning uchun qadamni standartlashtirib bo'lmaydi. π sonini qatnashtirmasdan bu ifodani bir qismini standartlashtirish mumkin. Bu qiymatni m tish moduli deyiladi:

$$m = \frac{2r}{z} \quad (5.4)$$

Modul tish qiymati bilan boqlangan, ya'ni modul son qiymati bo'yicha tish bosh balandligiga teng,

$$m = h_a \quad (5.5)$$

Modul standart qiymat hisoblanib, «mm»da o'lchanadi, shuning uchun tishli G'ildirakning hamma o'lchamlari «mm» da o'lchanadi. Standartga asosan qator mavjud modullar millimetrning yarmidan 100 mm gacha qiymatni qabul qiladi.

Modulning ba'zi bir qiymatlari: $m = 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5 \dots 100 \text{ mm}$. Tishli G'ildirak geometrik parametrlari uning tishlar soni, standart modul va standart profil burchagi $\alpha = 20^\circ$ larni boqlovchi formulalarni yozamiz:

(5.4) ni hisobga olib, bo'luvchi aylana radiusi

$$r = \frac{mz}{2} \quad (5.6)$$

(5.5) va 2-rasmni hisobga olib, bosh aylana radiusi

$$r_a = r + m \quad (5.7)$$

(5.2) va 2-rasmni hisobga olib, oyoq aylana radiusi

$$r_f = r - 1,25m \quad (5.8)$$

2-rasmdan, asosiy aylana radiusi

$$r_b = r \cos \alpha \quad (5.9)$$

(5.1) va (5.5) hisobga olib, tish balandligi

$$h = 2,25m \quad (5.10)$$

(5.3) va (5.4) ni hisobga olib, bo'luvchi aylanada tish qadami

$$p = \pi m \quad (5.11)$$

bo'luvchi aylana bo'yicha tish qalinligi

$$s = \frac{p}{2} \quad (5.12)$$

Bu formulalarni kuzatib: standart normal tishli G'ildirakning hamma geometrik o'lchamlarini aniqlash uchun ikkita qiymatni bilish kifoya – z tishlar soni va m moduli.

To'g'ri tishli tashqi uzatmali tishli uzatmaning ISO tavsiyanomasidan foydalanib hisoblash va uni loyihalash.

Berilgan:

Tishlar uchun $m = 40\text{mm}$;

$\alpha = 20^\circ$;

Tishlar soni: $z_1 = 24$; $z_2 = 32$;

Yuqorida berilgan qiymatlardan foydalanib tishli g'ildiraklarimizning bo'luvchi aylana radiuslari hisoblab topiladi

$$r_{\omega_1} = \frac{mZ_1}{2} = \frac{40 * 24}{2} = 480\text{mm};$$

$$r_{\omega 2} = \frac{mZ_1}{2} = \frac{40 * 32}{2} = 640\text{mm};$$

Bo'luvchi aylanalar orasidagi masofa topiladi

$$A = m \frac{Z^1 + Z^2}{2}; \quad A = 40 \frac{24 + 32}{2} = 1120 \text{ mm};$$

Tish balandligi:

$$h_1 = h_2 = 2.25 \text{ m} = 2.25 * 40 = 90\text{mm}$$

Tish boshchasining balandligi:

$$h_{a1} = h_{a2} = m = 40\text{mm}$$

Tish oyoqchasining balandligi:

$$h_{fa1} = h_{fa2} = 1.25 \text{ m} = 1.25 * 40 = 50\text{mm}$$

Tish boshchalaridan o'tgan aylana radiuslari:

$$r_{a1} = r_{\omega 1} + h_{a1} = 480 + 40 = 520\text{mm}$$

$$r_{a2} = r_{\omega 2} + h_{a2} = 640 + 40 = 680\text{mm}$$

Tish oyoqchalaridan o'tgan aylana radiuslari:

$$r_{f1} = r_{\omega 1} - h_{fa1} = 480 - 50 = 430\text{mm}$$

$$r_{f2} = r_{\omega 2} - h_{fa2} = 640 - 50 = 590 \text{ mm}$$

Asosiy aylana radiuslari:

$$r_{b1} = r_{\omega 1} \cos \alpha_0 = 480 \cos 20^\circ = 451\text{mm}$$

$$r_{b2} = r_{\omega 2} \cos \alpha_0 = 640 \cos 20^\circ = 601\text{mm}$$

Tish qadami:

$$P_{\omega} = \pi m = 3.14 * 40 = 125.6\text{mm}$$

Qadam burchagi:

$$\gamma_1 \frac{360^\circ}{Z_1} = \frac{360^\circ}{24} = 15^\circ; \quad \gamma_2 \frac{360^\circ}{Z_2} = \frac{360^\circ}{32} = 11.25^\circ;$$

Tishning boshlang'ich aylana yoyi bo'yicha qalinligi:

$$S_{\omega 1} = S_{\omega 2} = 0.5 * P_{\omega} = 0.5 * 125.6 = 62.8 \text{ mm}$$

Ikki tishning boshlang'ich aylana yoyi bo'yicha oralig'i:

$$e_{\omega_1} = e_{\omega_2} = 0.5 * P_{\omega} = 0.5 * 125.6 = 62.8 \text{mm}$$

Yumaloqlanish radiusi

$$\rho_f = 0.38 * m = 15.2 \text{mm}$$

Chizmada uzunlik masshtabi “ μ_l ” ni tanlaymiz, bunda tishning chizmadagi balandligi $h > 50 \text{ mm}$ bo’lishi kerak

$$\mu_l = \frac{h}{h} = \frac{90}{50} = 1.8 \text{ mm/mm}$$

G’ildirakning O_1 va O_2 markazlari orasidagi masofani topamiz:

$$a_w = \frac{a_w}{\mu_l} = \frac{1120 \text{mm}}{1.8} = 622 \text{mm}$$

O_1 va O_2 markazlar to’g’ri chiziqli bilan tutashtiriladi bu markazlardan

$$r_{w_1} = \frac{r_{w_1}}{\mu_l} = \frac{480 \text{ mm}}{1.8} = 266 \text{mm}$$

$$r_{w_2} = \frac{r_{w_1}}{\mu_l} = \frac{640 \text{ mm}}{1.8} = 356 \text{mm}$$

Bo’luvchi aylana radiuslari chiziladi.

Ikki aylananing urinish nuqtasidan O_1 va O_2 aylana markazlarini tutashtiruvchi chiziqliga tik yo’nalishda bo’ladi.

O_1 va O_2 markazlardan

$$r_{b_1} = \frac{r_{b_1}}{\mu_l} = \frac{451 \text{mm}}{1.8} = 250.5 \text{mm}$$

$$r_{b_2} = \frac{r_{b_2}}{\mu_l} = \frac{601 \text{mm}}{1.8} = 334 \text{mm}$$

radiuslar bilan asosiy aylanalar chiziladi.

Qutb nuqtasi “P” dan O_1 va O_2 ga nisbatan otkazilgan perpendikulyarga 20° burchak ostida asosiy aylanalar urinyirib N-N to’g’ri chiziqli o’tkaziladi. bu

urinma chiziq asosiy aylanalar r_{b_1} va r_{b_2} da urinish nuqtalari M va L ni beradi.
Bunda AB kesma nazariy aylanish chizig'i bo'ladi.

G'ildirakning O_1 markazidan

$$r_{a_1} = \frac{r_{a_4}}{\mu_l} = \frac{520mm}{1.8} = 288mm$$

radius bilan g'ildirak tishlarining tishlarining chiqiqlari aylanasi,

$$r_{f_1} = \frac{r_{f_4}}{\mu_l} = \frac{430mm}{1.8} = 238mm$$

radiusi bilan esa g'ildirak tishlarining botiqlati aylanasi chiziladi. Ilashish chizig'i N-N ikki g'ildirakning asosiy aylanalarida dumalatib qutb nuqtasi P dan o'tuvchi evolventa profili chiziladi. Tish profili chizishning grafikaviy va grafoanalitik usullarini ko'rib chiqamiz. Chizmadagi MP kesmani teng qismlarga bo'lamiz. Masalan MP kesmani 5ta teng qismga bo'lib $P4, 43, 32, 21, 1M$, kesmalarni olamiz. Ilashish chizig'ining davomida $M5, M6, M7, va M8$, teng kesmalarni ham belgilaymiz. M nuqtadan boshlab, asosiy aylanada bu kesmalarga teng $M1 = M1', M2 = M2', M3 = M3', M4 = M4'$, shuningdek $M5 = M5', M6 = M6', M7 = M7', M8 = M8'$ yoylarni belgilaymiz. Belgilangan $1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', 8'$, nuqtalarni g'ildirak markazi O_1 bilan tutashtiramiz. Bu nuqtalardan radius chiziqlariga tik, yani asosiy aylanaga urinma chiziqlar o'tkazamiz. Evolventaning evolventadan o'tazilgan normal chiziqning uzunligi asosiy aylanasi "yoyining uzunligiga teng" degan xossasiga asoslanib, evolventa egri chizig'ini chizamiz. Buning uchun birinchi urinma chiziqda bitta $1' - 1''$ kesma, ikkinchi urinmachiziqning 2- nuqtasidan $2 - 2''$ kesma, uchinchi urinmaning 3- nuqtasidan $3 - 3''$ kesma belgilaymiz va hokazo. Berilgan $1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', 8'$, nuqtalarni ketma-ket (silliq chiziq bilan) tutashtirib, evolventa chizig'ini hosil qilamiz. Ikkinchi g'ildirak tishining profilini ham huddi shu tarzda chizamiz. Tish botiqligi aylanasi kata- kchikligidan qat'iy nazar, tish profilining evolventa qismi bilan tish botiqligi aylanasi birlashtiruvchi qismda burilish radiusi bo'lishi kerak. Agar $r_f \geq r_b$ bo'sa, tish asosi aylanasi evolventa bilan $\rho_f = 0.3 * m$ ga teng galtel radiusi bilan tutashtiramiz.

$$\rho_f = 0.38 * 40 = 15.2mm$$

Endi buni qiymatini ham μ_l chizma masshtabiga bo'lamiz

$$\rho_f = \frac{\rho_f}{\mu_l} = 8.4mm$$

Tishning bir tomonining evolviyentasi yasaldi. Endi tishning simetriya oqini o'tkazish kerak. Buning uchun tish qadamini to'rtga bo'lamiz

$$P = \frac{\pi * m}{4} = \frac{3.14 * 40}{4} = 31.4mm$$

Endi bu yoy uzunligini ham μ_l chizma masshtabiga bo'lamiz.

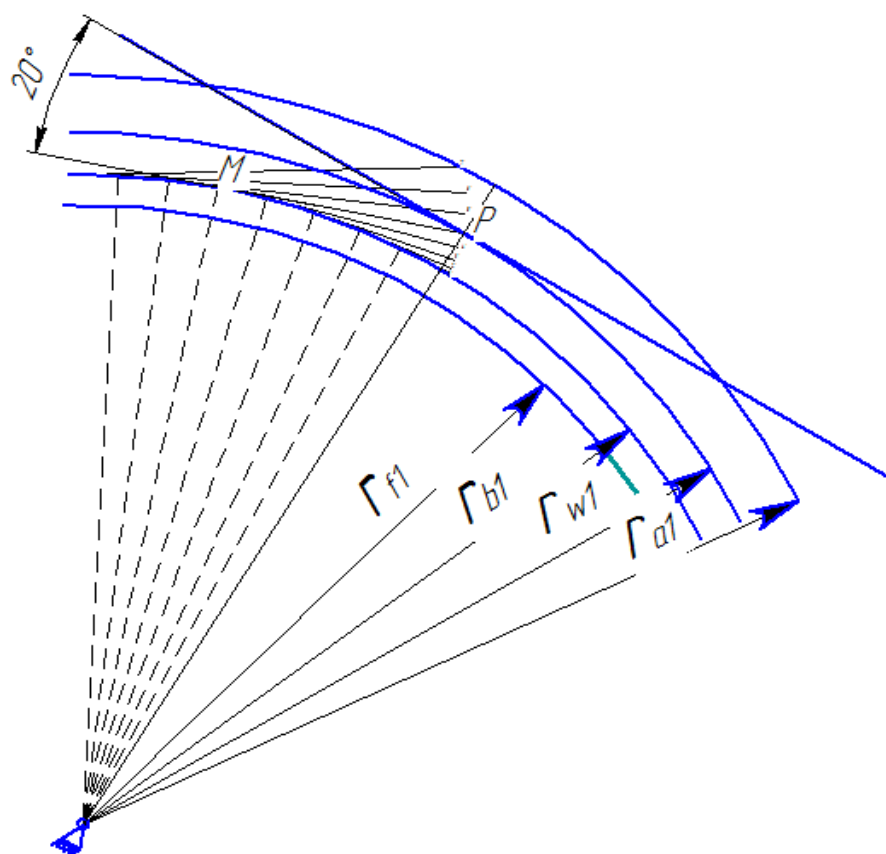
$$P = \frac{31.4mm}{1.8} = 17.4mm$$

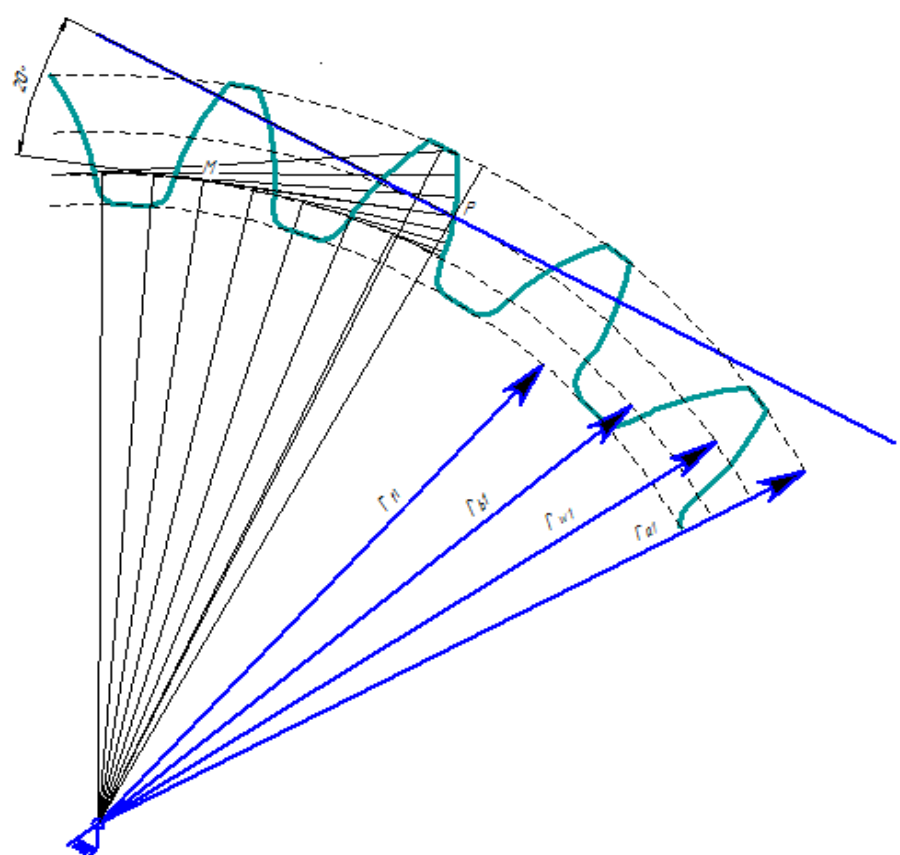
Ushbu qiymatdan foydalanib simetriya o'qi P nuqtaga nisbatan o'tkaziladi. Shu o'qqa nisbatan evalventamizni simetrik ikkinchi tomonga olib o'tamiz. Mana endi bitta tishning tishning haqiqiy shakli paydo bo'ldi.

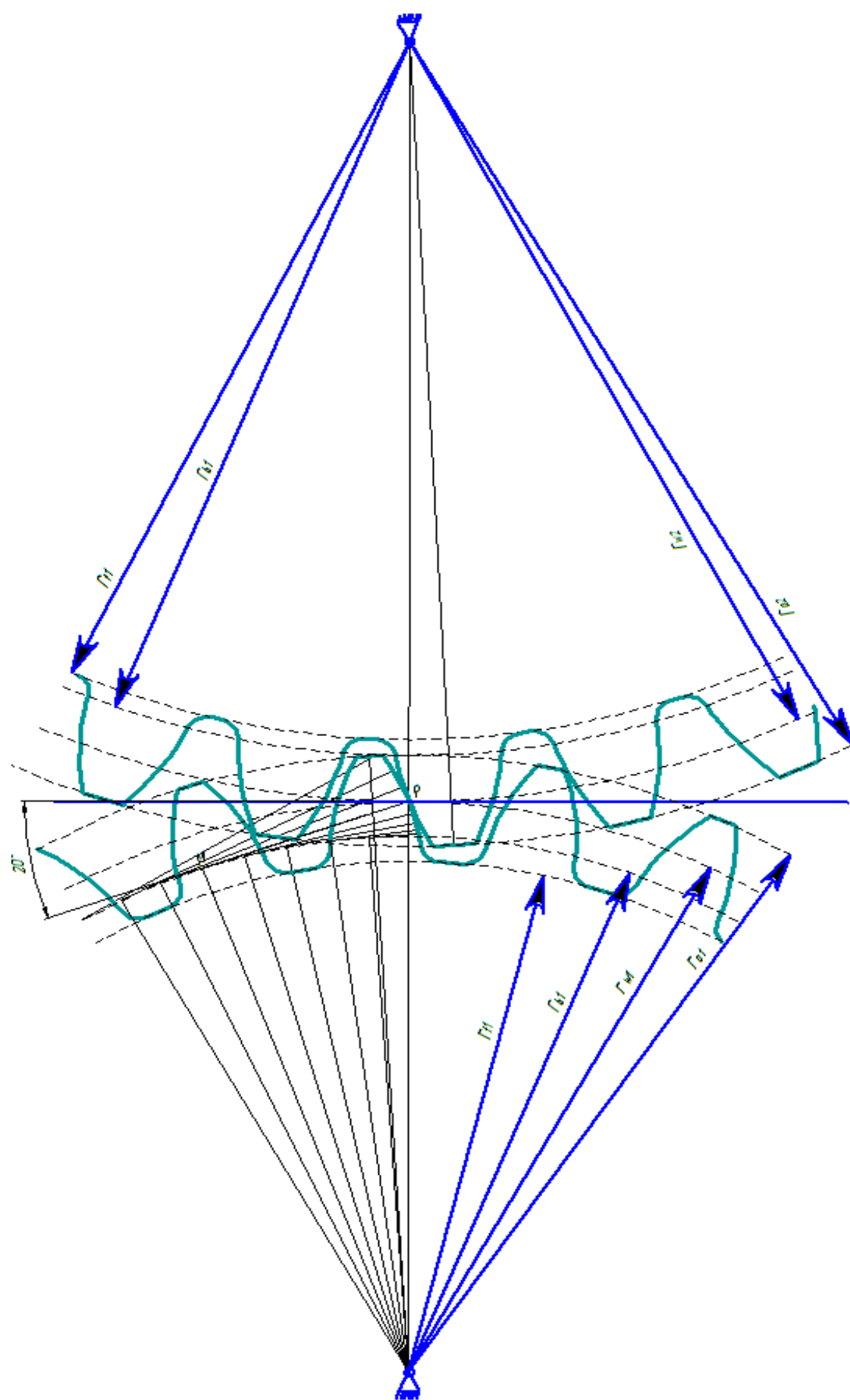
Birinchi tishli g'ildiragimizda nechta tish bo'lsa bir xil o'lchamda joylashtirib chiqamiz.

$$\alpha = \frac{360^\circ}{24} = 15^\circ$$

Demak simetriya o'qimizga nisbatan tishlarimizni har 15° burchak ostida joylashtirib chiqamiz. Ikkinchi tishli g'ildiragimizning profilini ham huddu shu usul bilan yasaymiz.







Ma'ruza mavzusi:	Evolventali ilashma va uning xossalari
Reja:	1. Evolventali ilashma turlari 2. Tish qirqish turlari

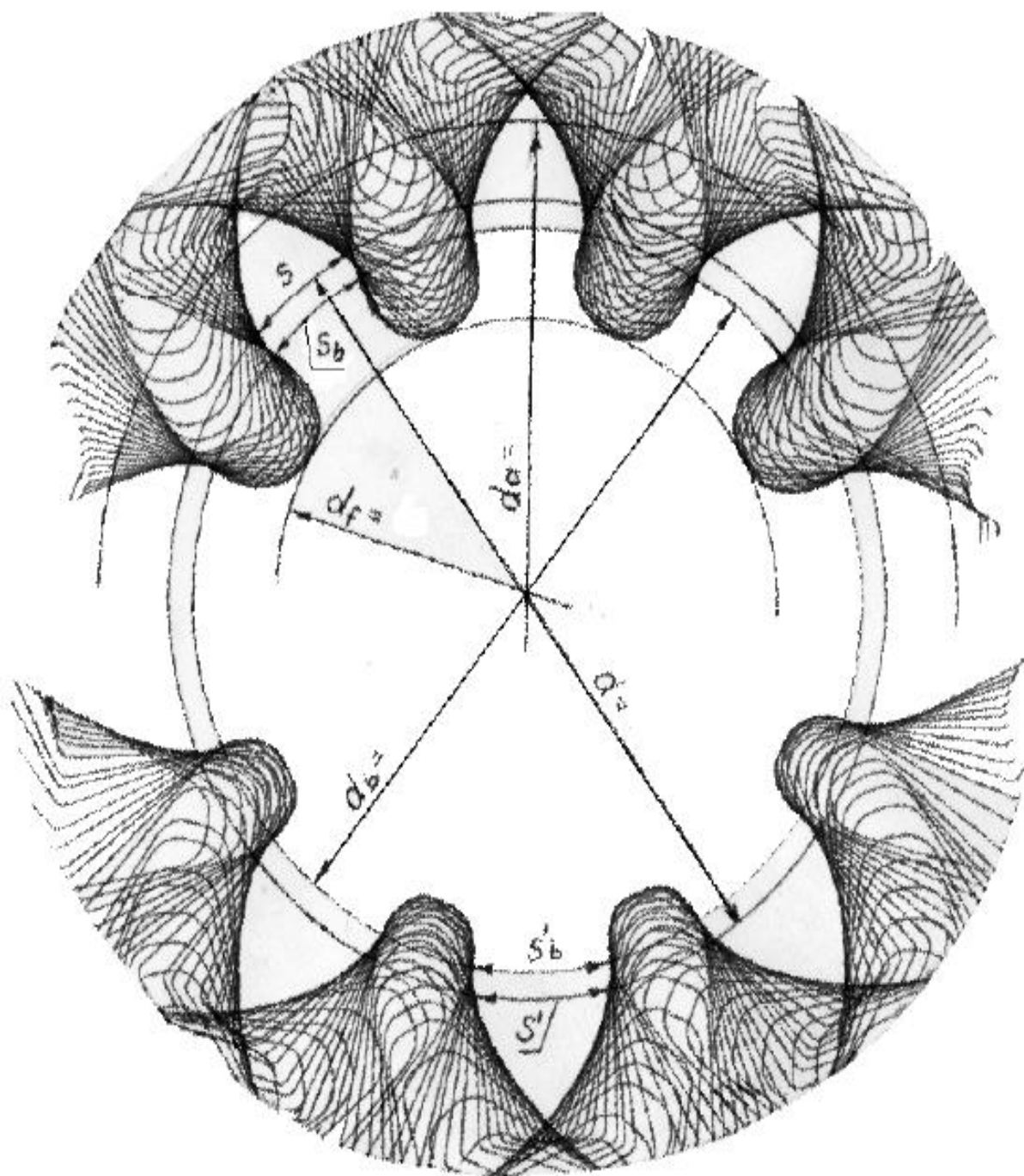
Tishli g`ildiraklarning zagotovkasini shakli va o`lchamiga qarab, quyma, shtampovka yoki pokovka tarzida olinadi, g`ildirak tishlari nakatlash, kamroq hollarda quyish va qirqish usullari bilan tayyorlanadi. Nakatlash usuli keyingi vaqtlarda ko`plab g`ildiraklar ishlab chiqarishda keng ko`lamda qo`llanilmoqda. Silindrik va konus g`ildiraklarda qizdirib nakatlash yordamida tish shakllari hosil qilinadi. Po`lat zagotovka gardishi yuqori chastotali tok bilan  $\approx 1200^{\circ}\text{C}$  gacha qizdirilib, so`ngra tishlar nakatlanadi. Shunda g`ildirak gardishida tishlar hosil bo`ladi. Yuqori aniqlik bilan ishlovchi g`ildirak tishlari qo`shimcha ravishda mexanikaviy ishlanadi. Ilashish moduli 1mm gacha bo`lgan g`ildirak tishlari g`izdirilmasdan nakatkalanadi. G`ildirak tishlarini nakatkalash yo`li bilan yasash usuli yuqori unumli bo`lib, metall qirindiga juda kam chiqadi. Quyish yo`li bilan tayyorlangan tishli g`ildiraklar, asosan, aylana tezligi 2 m|sek dan kam bo`lgan sekin yurar uzatmalarda, qo`l bilan harakatlantiriluvchi lebedkalar va ayrim qishloq ho`jalik mashinalarida ishlatiladi.

Mashinasozlikda, asosan, g`ildirak tishlari maxsus stanoklarda frezalash va randalash usullari bilan tayyorlanadi. Hozirgi vaqtda tishli g`ildiraklar asosan ikki usul:

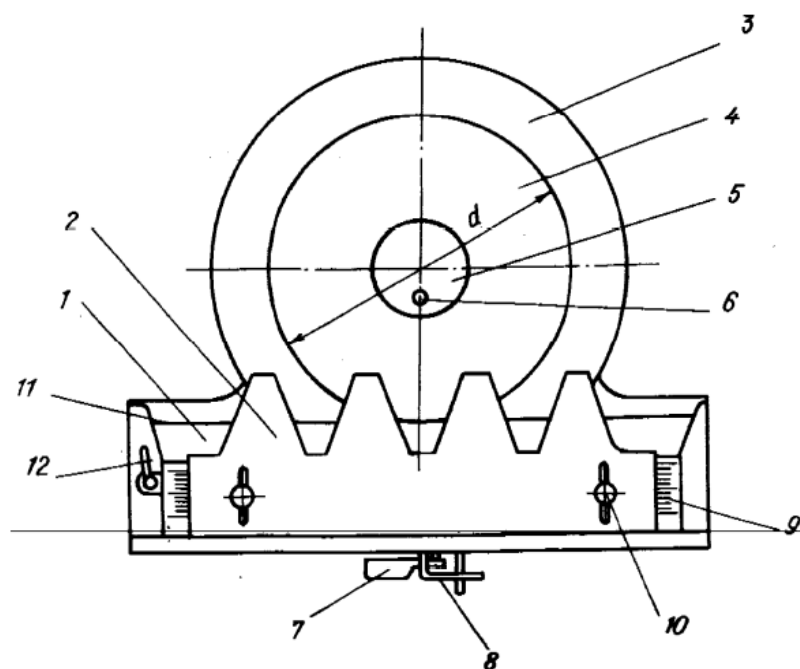
1) bo`lish kopirlash usuli, 2) obkatlash usuli bilan yasaladi.

1. Bo`lish usulida, asosan, bo`lish moslamasi yordamida frezalash yoki tish qirqish stanoklarida faqat nol (normal) tishli g`ildiraklar qirqiladi. Bu usul tayyorlanish aniqligi yuqori bo`lmagan tishlar qirqishda, yakkalab g`ildiraklar yasashda va ayrim remont ishlarida qo`llaniladi. Bu usulning ish unumi va qirqish aniqligi past va har bir g`ildirak tishlarini qirqish uchun alohida freza bo`lishi kerak.

2. Obkatlash usulida qirqish tishlar jufti ilashmasiga o`xshash protsessni takrorlashga asoslanadi. Uning asosiy mohiyati quydagidan iborat. Zagotovkani tishlar qirqish protsessida qirqish asbobi bilan tishlar qirqilayotgan zagotovka o`zaro ilashma harakatda bo`ladi. Shunda asbobni kesish qirrasi tishli juftning ilashish chizig`ida harakat qilib, birin-ketin turli holatlarni egallaydi va zagotovkaning ikki tishi oralig`idan ma'lum qirindini kesib oladi, tishlarni yon profilini hosil qiladi. Tish qirqish protsessida asbob bilan zagotovka harakati ikki g`ildirak tishlarining ilashishiga mos harakatda bo`lgani uchun bu usul obkatlash usuli deb ataladi.

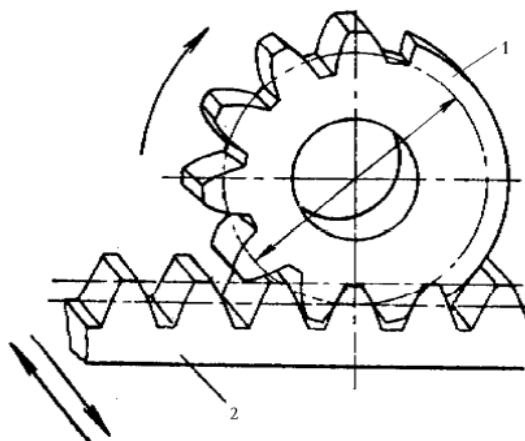


7.1 – rasm. Evolventali tishli g'ildirak profilini obkatka usulida chizish.



Evolventali tishli g'ildiraklarni profilini yasovchi TMM-42 markali uskuna sxemasi.

1-asosi, 2-reyka, 3- disk, 4- bo'luvchi aylana, 5- shayba, 6- vint, 7- richag, 8- fiksator, 9- shkala, 10-vintlar, 11- sim, 12- dastak.



Instrumental reyka yordamida tishli g'ildiraklarni kesish jarayoni.

1. Modelda ko'rsatilgan disk 3 ning diametriga moslab, qog'oz doira qirqiladi. U qisish shaybasi 5 yordamida modelga o'rnatiladi. Doira yuzasi uch bo'lakka bo'linadi. Reykaning nol chizig'i modelning «0» chizig'iga moslab o'rnatiladi. Buning uchun mahkamlash vint 7ni bo'shatib, reykadagi chiziqcha

model korpusidagi «0» raqamga to`g`rilanib, reykaning vintlari burab qotiriladi. Shunda reyka g`ildirakning normal (nol) tishini qirqishga o`rnatilgan bo`ladi. Simni taranglovchi richag 9 buralab, reyka 2 o`ng tomonga suriladi. Richag buralib, sim taranglanadi va doira qog`ozga tish profili chizishga tayyorlanadi. Xrapovikli mexanizmning richagi bosilib, reyka o`ngdan chapga suriladi. Har surilganda qog`oz ustida turgan reyka tishlarining konturi bo`ylab qog`ozga chiziladi. Reyka chap tomonga butunlay surilguncha uning konturi bo`ylab qog`ozga chiziladi. G`ildirakning 2-3 ta tishining qirqilish jarayoni modelda ko`rsatilgan.

2.Reykada yozilgan modul m va bo`lish aylanasi diametri  $d$  qiymatlari bo`yicha g`ildirakning tishlari soni quydagi formula yordamida topiladi:

$$Z = \frac{d}{m}$$

Agar hisoblash natijasida tishlar soni 17 tadan kam chiqsa, g`ildirakning tish osti qirqilmasligi uchun reyka ma`lum Δ oraliqqa suriladi va g`ildirakning korreksiyalangan tishi qirqiladi.

Buning uchun:

a) siljish koeffisienti x formula yordamida aniqlanadi;

b) reykaning siljish qiymati $\Delta = xm$ formula bilan topiladi;

v) modelni korpusida ko`rsatilgan bo`linma yordamida reyka oraliqqa surilib, musbat korreksiyalangan g`ildirak tishini qirqishga sozlanadi. Reyka o`ng tomonga suriladi va zagotovka 120^0 surilib, qog`ozning ikkinchi qismida g`ildirakning 2-3 tishining qirqilishi chiziladi.

3. Reyka zagotovka markazi tomoniga $\Delta = -xm$ surilib qog'ozning uchinchi qismiga g'ildirakning korreksiyalangan manfiy 2-3 tishining qirqilishi chiziladi.

4. Tishli g'ildirakning asosiy o'lchamlari (d bo'lish, d_b asosiy, d_a tish kallagi va d_f tish oyog'i aylanasi diametrlari) formulalar yordamida hisoblanadi.

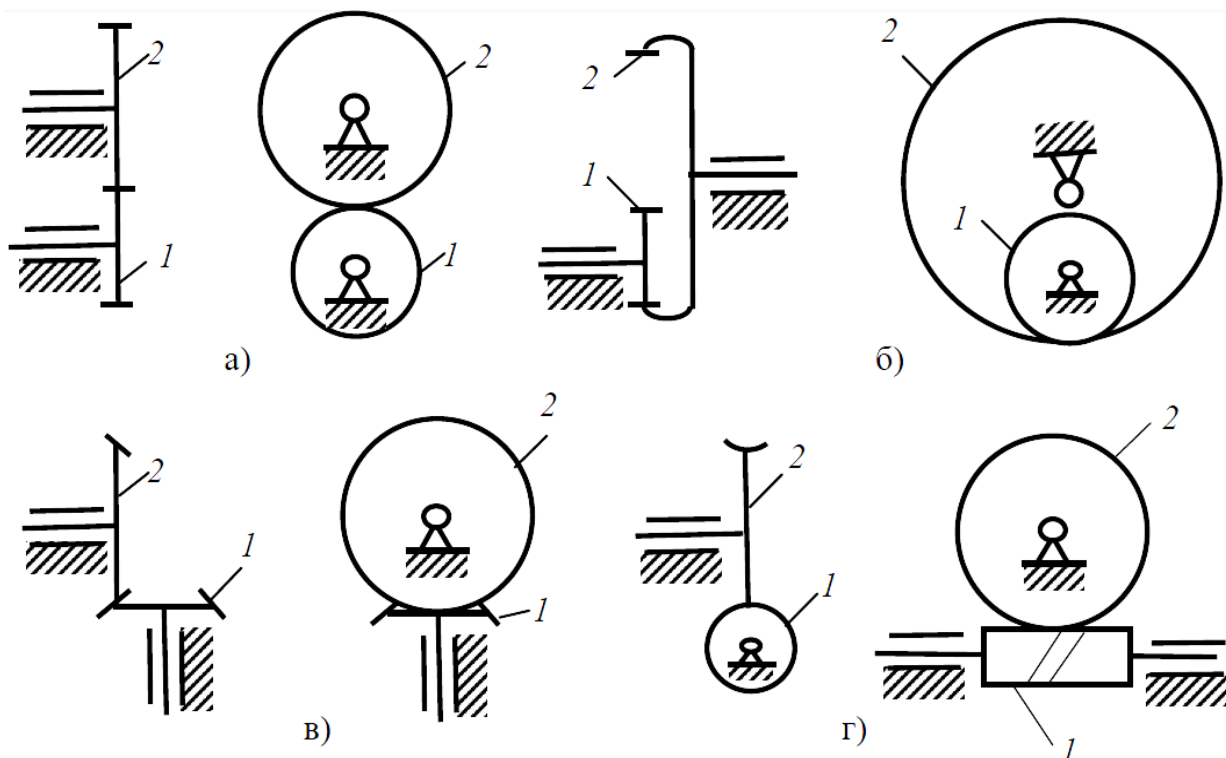
$$d = \dots \qquad d_a = \dots \qquad d_f = \dots$$

5. Modeldan g'ildirak tishlari chizilgan qog'oz doirani olib, har bir chorakdagi g'ildirakka hisoblangan d , d_b , d_a , d_f diametrlar bo'yicha aylanalar chiziladi.

6. Chizilgan aylanalar bo'yicha tishlarning S , S_f , S_a qalinligi o'lchanadi va ular formulalar yordamida hisoblangan qiymatlar bilan taqqoslanadi.

$$S = \dots \qquad S_f = \dots \qquad S_a = \dots$$

Uzluksiz aylanma harakatni bir valdan boshqasiga berilgan nisbat bilan uzatish ko'pincha tishli bo'g'inli mexanizmlar yordamida amalga oshiriladi. Tishli mexanizmlar ishonchli, yuqori darajada ishlashi, hamda berilgan harakat qonunini aniq bajarishi tufayli mashinasozlik va asbobsozlikda juda keng qo'llaniladi. Ular shakliga, o'qlarining bir—biriga nisbatan joylashuviga, tishlar profilining shakliga va konstruksiyasiga ko'ra bir necha turlarga bo'linadi; silindrsimon, konussimon, chervyakli va boshqalar. Quyida eng sodda silindrsimon tishli uzatmaning icki va tashqi ilashmali hamda konussimon tishli uzatma va chervyakli uzatmalarning kinematik sxemalari keltirilgan



— ilashish moduli $m = \frac{d}{z+2}$; (mm): z — tishlar soni, (izoh; $m = 0,5 \div 100$ mm),

— tish qadamini nazariy hisoblash: $t = m\pi$; $\pi=3,14$,

— tish balandligi: $h = 2.25m$,

— g`ildirak tishining qalinligi: $S = \frac{t}{2} = \frac{m\pi}{2}$,

— bo`luvchi aylana diametri: $d = mz$.

2. Nazariy hisoblashlar modellarning tishli bo`g`inlarini o`lchov asboblari yordamida o`lchash yo`li bilan tekshiriladi.

3. Modellardagi uzatishlar soni tajriba usulida aniqlanadi va nazariy hisoblar bilan taqqoslanadi. Oradagi farq quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\Delta i = \frac{i_a - i_H}{i_H} \cdot 100\%$$

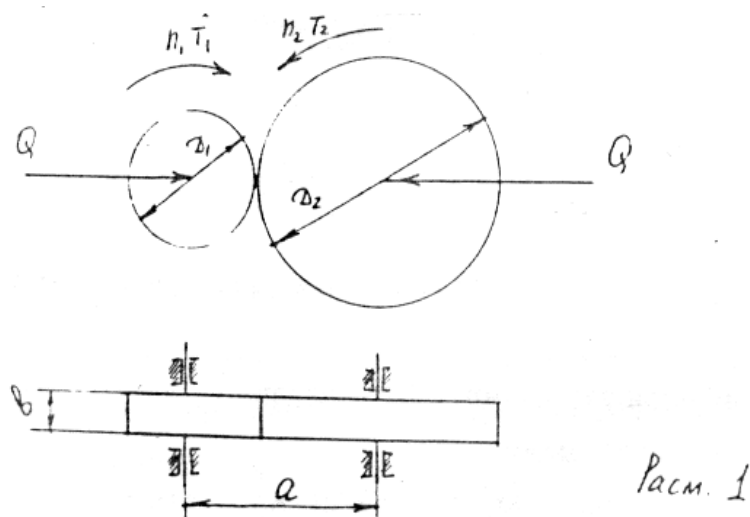
bu erda, i_a - amaliy aniqlangan uzatishlar soni, i_H - nazariy aniqlangan uzatishlar soni.

Tekshirish uchun savol va topshiriqlar:

1. G`ildirak tishlarini qirqish usullarini aytib bering.
2. Qirqish asbobi- reykaning asosiy parametrlarini aytib bering.
3. Nol va korreksiyalangan g`ildirak tishlari bir-biridan nimalar bilan farq qiladi?
4. Nima uchun g`ildirak tishlari korreksiyalanib qirg`iladi?
5. Tish asosi nima sababdan qirqiladi va uni qanday yo`qotish mumkin?
6. Tish qalinliklarini hisoblash formulalarini yozing.
7. G`ildirak aylanalarining nom iva ularni hisoblash formulalarini yozing.
8. Evolventa nima va uning asosiy xossalari nimalardan iborat?
9. Tishli mexanizmlarning turlarini aytib bering?
10. Tishli g`ildirakning diametrlarini aytib bering?
11. Tish necha qismdan iborat?
12. Tish qadami deganda nimani tushunasiz?
13. Uzatishlar soni qanday aniqlanadi?
14. Bo`luvchi, tish uchidan va tubidan o`tgan aylanalar diametrlarining farqlarini tushuntirib bering?

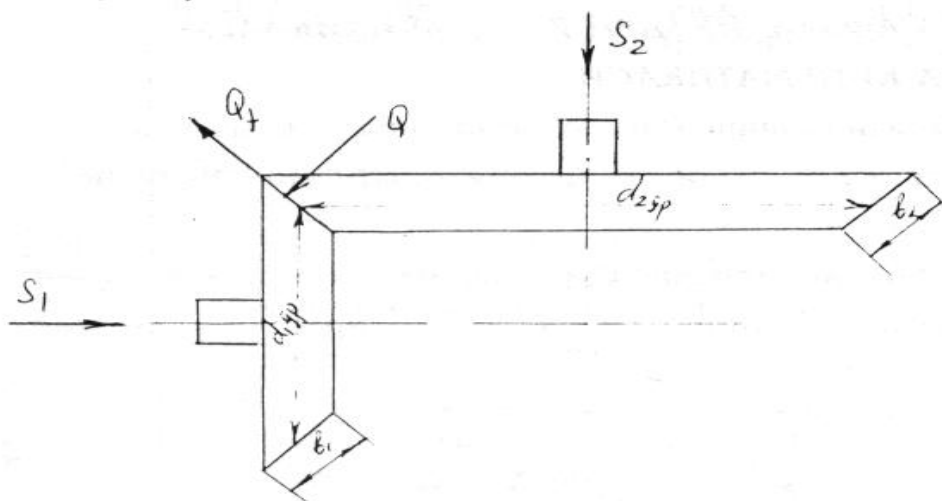
Ma'ruza mavzusi:	Tisli g'ildiraklarni tayyorlash usullari. Rekkali ilashma. Tishli g'ildiraklarni korreksiyalash
Reja:	1. Tishli g'ildiraklar turlari 2. Korreksiyalash turlari

Agar yetaklovchi valning xarakati yetaklanuvchi valga ishqalanish kuchi vositasida uzatilsa, bunday uzatmalar friktsionuzatmalar deyiladi. Bu uzatmalarning eng oddiysi bir-biriga ma'lum kuch bilansiqlgan tekis sirtli ikkita gildirak- katokdan tuzilgan.



12.1-rasm. Silindrik gildirakli friktsion uzatma.

Yetaklovchi val aylanganda gildiraklarning jipslashgan joyida ishqalanish kuchi xosil bo'ladi. Bu kuch yetaklanuvchi valni aylantiradi. Shaklda ko'rsatilgan friktsion uzatma g'ildirak vallari o'zaro parallel bo'lgan xolda qo'llaniladi. Agar kesishuvchi vallarning biridan ikkinchisiga xarakatni uzatish kerak bo'lsa, konussimon g'ildiraklardan foydalaniladi (12.2-rasm). Ishqalanuvchi g'ildiraklarning birini radiusi o'zgaradigan qilinsa, u xolda, uzatish soni o'zgaruvchan friktsion uzatma xosil bo'ladi. Bunday uzatmalar variatorlar deb ataladi.



12.2- rasm .Konussimon gildirakli friksion uzatma.

Friksion uzatmalarda uzatish soni 10 gacha , uzatiladigan quvvatning qiymati esa 300 kVt gacha bo'lishi mumkin. Lekin, ko'pincha, bu uzatmalar aylanish tezligi 25 m/s, quvvati esa 25 kVt gacha bo'lgan mexanizmlarda ishlatiladi.

Friksion uzatmalarning kinematikasi va ularda xosil bo'ladigan kuchlar bilan tanishamiz.

Agar D_1 - yetaklovchi g'ildirak diametri, p - yetaklovchi g'ildirak aylanishlar soni, D_2 - yetaklanuvchi g'ildirak diametri, p_2 - yetaklanuvchi g'ildirak aylanishlari soni bo'lsa, u xolda uzatmaning uzatish soni quyidagicha aniqlanadi:

$$U = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1(1-\varepsilon)} \approx \frac{D_2}{D_1}$$

bu erda, $\varepsilon=(0,01-0,03)$ - sirpanishni xisobga oluvchi koeffitsient. G'ildiraklarni bir-biriga siqib turuvchi kuch quyidagicha topiladi:

$$Q = \frac{\kappa \cdot F}{f}$$

bu erda, f - ishqalanish koeffitsienti

F - yetaklovchi gildirakdan yetaklanuvchi g'ildirakka uzatilayotgan kuch.

K - ilashishdagi extiyotlik koeffitsienti.

Friksion uzatmani xisoblash tartibi bilan tanishib chiqamiz.

a) Tsilindrik g'ildirakli uzatmalar xisobi.

Yetaklovchi g'ildirak diametri quyidagicha topiladi:

$$D \geq (4 \div 5) \cdot d_1$$

bu erda, d_1 - yetaklovchi val diametri. U quyidagicha aniqlanadi:

$$d_1 = (130 \dots 150) \sqrt[3]{\frac{N_1}{n_1}}, \text{ mm}$$

bu erda, N_1 - yetaklovchi valdagi quvvat
 n_1 - aylanishlar soni

Yetaklanuvchi g'ildirak diametri quyidagicha topiladi:

$$D_2 = U \cdot D_1 (1 - \varepsilon) \approx D_1 \cdot U$$

Talab etilgan siquvchi kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = \frac{2T/2}{f} = \frac{\kappa \cdot 19100 \cdot N_1}{f \cdot D_1 \cdot n_1} = \frac{\kappa \cdot 19100 \cdot N_2}{f \cdot D_2 \cdot n_2}$$

So`ngra esa g'ildiraklar eni quyidagicha topiladi:

$$e = \frac{Q}{[p]}$$

bu erda, $[p]$ - gildirak materialini xisobga oluvchi koeffitsient.

Lekin, $e_{\max} \leq D_1$ shart saqlanishi zarur.

b) Konussimon gildirakli uzatmalarni xisoblash tartibi bilan tanishib chiqamiz.
 Odatda, gildiraklarning konus yasovchi burchaklari yigindisi 90° ni tashkil qiladi, ya`ni:

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 = 90^\circ$$

bu erda, δ_1 - yetaklovchi gildirak konuslik burchagi

δ_2 - yetaklanuvchi gildirakning konuslik burchagi

Uzatmaning uzatish soni quyidagicha aniqlanadi:

$$U = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{d_{2o'r}}{d_{1o'r}} = tg \delta_2 = ctg \delta_1$$

Etaklovchi gildirakning o'rtacha diametri quyidagicha topiladi:

$$d_{10'r} = (2...6) \cdot d_{v1}$$

bu erda, d_{v1} - etaklovchi valning diametri. U esa quyidagicha aniqlanadi:

$$d_{e1} = (130...150) \cdot \sqrt[3]{\frac{N_1}{n_1}}$$

Aylanishlar tezligi quyidagicha topiladi:

$$\vartheta = \frac{\pi \cdot d_{10'r}}{60 \cdot 1000}; m./s$$

Tasmali uzatmalar yetaklovchi va yetaklanuvchi shkivlardan va ularga taranglik bilan kiydirilgan tasmadan tashkil topadi.

Yetaklovchi shkivdvn xarakat va energiya yetaklanuvchi shkivga tasma orqali tasma bilan shkiv orasida xosil bo'ladigan ishqalanish kuchi xisobiga uzatiladi. Tasmaning tarangligi, qamrov burchagi xamda ishqalanish koeffitsienti qancha katta bo'lsa, tasmali uzatmaga shuncha katta nagruzka qo'ysa bo'ladi. Odatda, taranglik tasmaning elastik deformatsiyasi hisobiga hosil qilinadi. Biroq, vakt o'tishi bilan tasma cho'zilib qolganligidan uning tarangligi kamayadi. Tasmali uzatma quyidagi afzalliklarga ega:

1. Tasmali uzatma xarakatni uzoq masofaga (15 metrgacha) uzatish imkonini beradi.

2. Uzatma tekis va shovqinsiz ishlaydi.

3. Tasmali uzatma qo'llanilganda detallar o'ta nagruzkada ishlashdan saqlangan bo'ladi, chunki nagruzkaning qiymati ortib ketganda tasma shkivlar ustida sirpanib nagruzkani uzatmaydi.

4. Uzatma detallari oddiy va arzon.

Tasmali uzatma quyidagi kamchiliklarga ega:

1. Tasmaning shkivlarda sirpanishi natijasida uzatish soni doimiy bo'lmaydi, ya'ni: $u = \text{const}$

2. Tasmaning chidamliligi nisbatan kichik.

3. Tasmaning tarangligidan valga tushadigan kuch katta.

4. Tasma bilan shkivlarning tutash sirtlarini moy tushishidan saqlash kerak, chunki moy uzatmaning ishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Tasmali uzatmalar bir necha belgilar bo`yicha tasniflanadi.

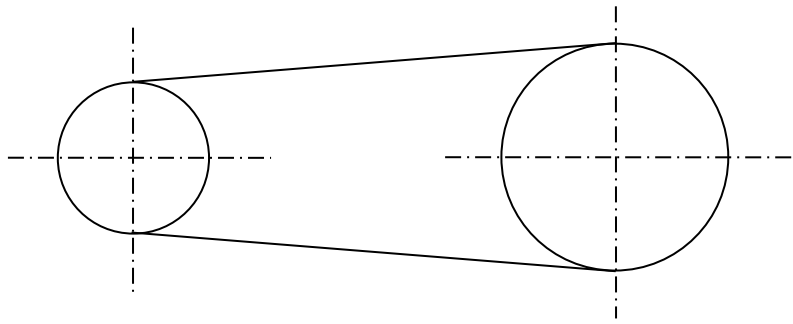
1. Tasmaning tarangligini xosil qilish usuliga qarab:

a) oddiy

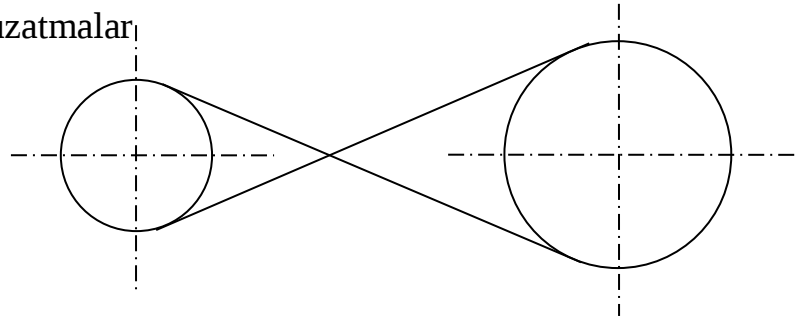
b) taranglovich moslamali

2. Vallarning o'zaro joylashishiga qarab:

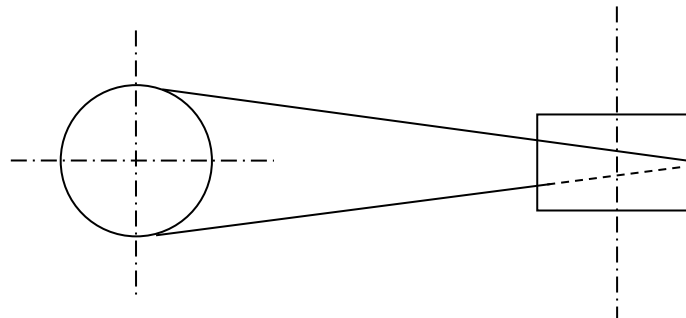
a) ochiq uzatmalar



b) ayqash uzatmalar



v) yarim ayqash uzatmalar



3. Tasmaning turiga qarab:

- a) yassi tasmali
- b) konussimon tasmali (ponasimon)
- v) doiraviy tasmali uzatmalar

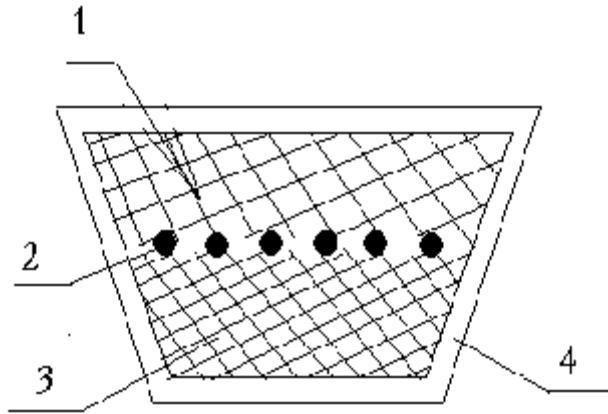
Yassi tasmaning ko'ndalang kesim shakli to'g'ri to'rtburchakdan iborat bo'lib, uning afzalligi elastiklik xususiyati yaxshiligidir. Ponasimon tasmaning qo'ndalang kesimi teng yonli trapetsiya shaklida bo'ladi. Ponasimon tasmalar GOST 1284-89 bo'yicha 7 ta profilda tayyorlanadi. Bu profillar O, A, B, B, Γ, D, E harflari bilan belgilanib, ko'rsatilgan tartibda ponasimon tasmalarning ko'ndalang kesim yuzalari ortib boradi. Ya'ni, A profil tasmaning ko'ndalang kesim yuzasi D profil tasmaning ko'ndalang kesim yuzasidan kichkina bo'ladi.

Ponasimon tasma quyidagi afzalliklarga ega:

1. Nisbatan ko'proq quvvatni uzatadi, sababi tasma bilan shkiv ariqchasi tutash sirtida ishqalanish kuchi katta bo'ladi.
2. Tasmadan valga tushadigan kuch kichik bo'ladi, chunki tasma-ning tarangligini kichikroq olish mumkin.
3. O'qlar orasidagi masofa kichik bo'ladi.

4. Uzatish soni katta bo`ladi.

Ponasimon tasmani kamchiligi, uning elastiklik xususiyati yassi tasmaga nisbatan yomonligidadir. Bu esa uning hizmat muddatini ki chik bo`lishiga olib keladi. Ponasimon tasmaning tuzilishini ko`rib chiqamiz.



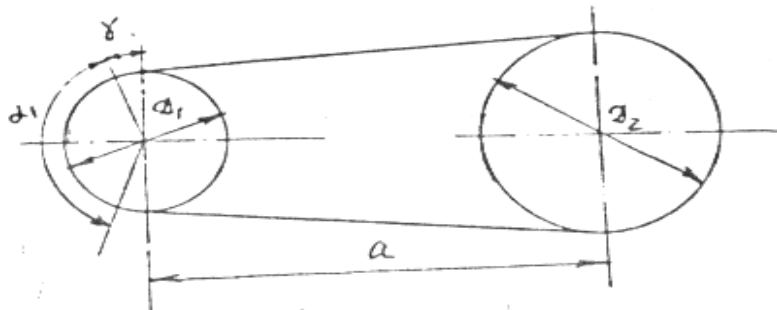
1 - Bir necha qavat rezinalangan ip – to`qima

2 - Ip – to`qima yoki po`lat simlardan iborat kord-shnur.

3 - Siqilishga ishlaydigan rezina qism

4 - Rezinalangan qoplama

Tasmali uzatma geometriyasi bilan tanishamiz:



Tasmali uzatmani loyixalashda avvalo yetaklovchi va yetaklanuvchi shkiylarning diametrlari qabul qilinadi, so`ngra uzatma ning qolgan o`lchamlari aniqlanadi.

Markazlararo masofa quyidagicha aniqlanadi:

$$A=2 (D_1 + D_2) \quad (1)$$

Kamrov burchagi quyidagicha topiladi:

$$\alpha_1 = 180^\circ - \gamma \quad \text{va} \quad \sin \frac{\gamma}{2} = \frac{D_2 - D_1}{2a} \quad (2)$$

Burchak kichkina bo`lganligi uchun sinusning qiymatini argumentga teng deb olish mumkin:

$$\gamma = \frac{D_2 - D_1}{a} \text{ rad} \quad \gamma = \frac{D_2 - D_1}{a} \cdot 57^0 \quad (3)$$

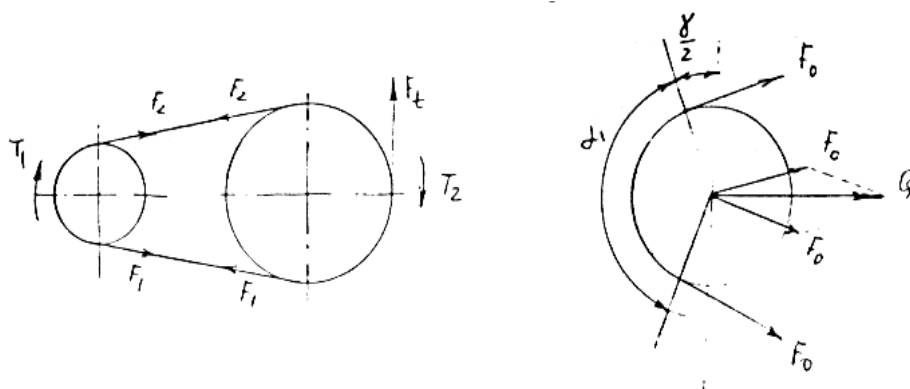
Demak:

$$\alpha = 180^0 - \frac{D_2 - D_1}{a} \cdot 57^0 \quad (4)$$

Tasmaning uzunligi quyidagicha topiladi:

$$L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a} \quad (5)$$

Tasmali uzatmadagi kuchlar va kuchlanishlar bilan tanishamiz.



F_0 -tasmaning dastlabki tarangligi.

F_1 -tasma yetakchi tarmogining tarangligi.

F_2 - yetaklanuvchi shkivdagi aylanma kuch. Bu kuch foydali xisoblanadi.

Ma`lumki tasma shki vga taranglik bilan kiydiriladi. Uzatma ishga tushirilganda tasmaning yetakchi tarmogi qo`shimcha tortiladi, yetaklanuvchi tarmoq esa bo`shashadi. Ya`ni:

$$F_1 - F_0 = F_0 - F_2 \quad (6)$$

Demak, yetakchi tarmoq ishga tushgandan keyin qancha taranglashsa, yetaklanuvchi tarmoq shunchaga bo`shashadi.

Tasma tarmoqlaridagi tarangliklar ayirmasi uzatilayotgan nagruzkani beradi. Ya`ni:

$$F_t = F_1 - F_2 \quad (7)$$

(7) va (6) ni birgalikda yechsak:

$$F_1 = F_0 + \frac{F_t}{2} \quad (8)$$

$$F_2 = F_0 - \frac{F_t}{2} \quad (9)$$

Uzatmani loyixalashda dastlabki taranglik kuchidan xosil bo`ladigan kuch quyidagicha qabul qilinadi:

$$Q = S \cdot \sigma_0 \quad (10)$$

bu erda, σ_0 - dastlabki kuchlanish

S - tasmaning ko'ndalang kesim yuzasi

σ_0 uchun quyidagilar tavsiya qilinadi:

Yassi tasmalar uchun: $1,0 \dots 2,0 \frac{n}{mm^2}$

Ponasimon tasmalar uchun: $0,12 \dots 0,15 \frac{n}{mm^2}$

Tasmali uzatmalarda quyidagi kuchlanishlar xosil bo`ladi:

1. Tasmaning yetakchi tarmogi tarangligidan xosil bo`ladigan kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{S} = \frac{F_0}{S} + \frac{F_t}{2S} \quad (11)$$

2. Tasmaning yetakchi shkiv ustida egilishidan xosil bo`ladigan kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_H = E \cdot \frac{\delta}{D_1} \quad (12)$$

bu erda, δ - tasmaning qalinligi

D_1 - yetaklovchi val diametri

E - tasmaning elastiklik moduli

3. Markazdan qochma kuch ta'siridan xosil bo`ladigan kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_v = \rho \cdot v^2 \cdot 10^{-6}; n/mm^2$$

bu erda, ρ - tasmaning zichligi, kg/m

V - tasmaning tezligi m / s
Tasmadagi eng katta kuchlanish esa quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_H + \sigma_v$$

TEKSHIRISH SAVOLLARI

1. Silindrik gildirakli friktsion uzatma tuzilishini tushuntiring.
2. Konussimon gildirakli friktsion uzatma tuzilishini tushuntiring.
3. Friktsion uzatma afzalliklarini ayting.
4. Friktsion uzatma kamchiliklarini ayting.
5. Friktsion uzatma uzatish soni qanday topiladi?
6. Gildiraklarni siqib turuvchi kuch qanday topiladi?
7. Gildiraklarning eni qanday aniqlanadi?
8. Aylanish tezligi qanday topiladi?
9. Silindrik gildirakli friktsion uzatmani xisoblash tartibini tushuntiring.
10. Konussimon gildirakli friktsion uzatmani xisoblash tartibini tushuntiring.
11. Tasmali uzatmaning afzalliklarini ayting.
12. Tasmali uzatmaning kamchiliklarini ayting.
13. Tasmali uzatmalarning tasnifini keltiring.
14. Ponasimon tasmalar nechta profilda tayorlanadi?
15. Ponasimon tasmalarning afzalliklarini ayting.
16. O'qlararo masofa qanday aniqlanadi?
17. Tasmaning uzunligi qanday topiladi?
18. Tasmali uzatmada qanday kuchlar xosil bo'ladi?
19. Tasmaning yetakchi tarmogidagi kuchlanish qanday topiladi?
20. Tasmadagi eng katta kuchlanish qanday topiladi?

MA'RUZA – 14

Ma'ruza mavzusi:	Qo'zg'almas o'qli tishli uzatmalarning kinematikasi. Planetar va differensial mexanizmlar. Villis formulasi
Reja:	1. Planetar mexanizmning kinematikasi. 2. Uzatmada ta'sir etuvchi kuchlar. 3. Villis formulasi.

Planetar mexanizmning kinematikasi

Asosiy masala – mexanizmning uzatish sonini aniqlash. Villis formulasidan foydalanish uchun planetar mexanizmnı fikran bog'lovchi zveno deb atalgan N zveno yuradigan tomonga teskari tomon ω_n burchak tezligi bilan aylantirsak, boshlovchi zveno qo'zg'almas bo'lib qolgan va planetar mexanizm fikran oddiy tishli uzatmaga o'xshab qoladi. Bu fikran yo'l bilan topilgan mexanizmnı, aylantirilgan mexanizm deb ataladi.

Aylantirilgan mexanizm zvenolarining burchak tezliklari jadvalda ko'rsatilgan.

Z v e n o l a r				
1	2	3	4	N
B u r c h a k t e z l i k l a r i				
$\omega_1 - \omega_n$	$\omega_2 - \omega_n$	$\omega_3 - \omega_n$	$-\omega_n$	$\omega_n - \omega_n = 0$

Aylantirilgan mexanizmning uzatish soni quyidagicha aniqlanadi:

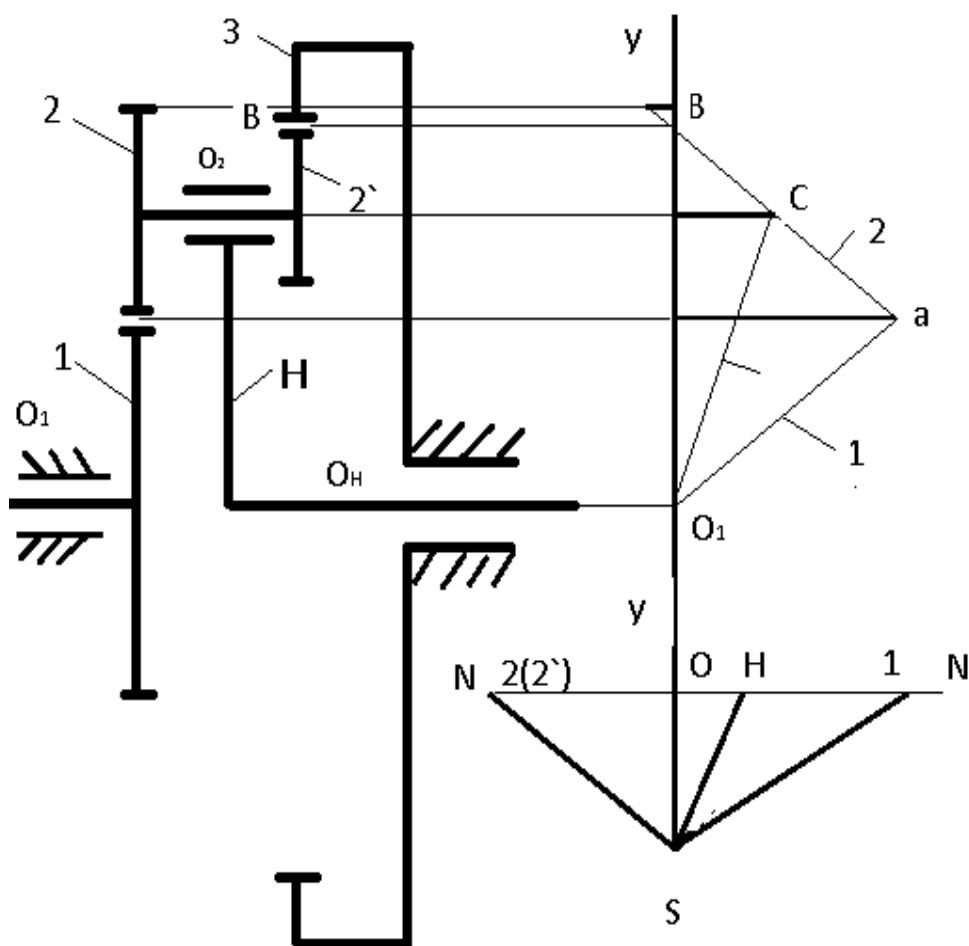
$$u_{IH}^I = \frac{\omega_1 - \omega_H}{-\omega_H} = -\frac{\omega_1}{\omega_H} \quad 1 = 1 - \frac{\omega_1}{\omega_H}$$

Bu erda: $\frac{\omega_1}{\omega_H} = u_{IH}$ planetar mexanizmning uzatish soni.

$$u_{IH}^I = 1 - u_{IH}$$

Tishli planetar mexanizm. Berilgan g'ildirak 1 dagi A nuqtaning tezlik vektori V_A ni ixtiyoriy tanlangan P_1 kesma bilan chizamiz. a nuqtani O_1 nuqta bilan birlashtirib g'ildirak 1 ning tezlik tasviri O_1a ni hosil qilamiz. G'ildirak qo'zg'almas bo'lgani uchun undagi B nuqtaning tezligi nolga teng bo'ladi. U holda g'ildirak 2` dagi B nuqtaning tezligi ham nolga teng bo'ladi. G'ildirak 2` g'ildirak 2 bilan bitta bo'g'inni – satellitni hosil qiladi. G'ildirak 2 dagi A nuqtaning tezligi g'ildirak 1 ning tezligi V_{A1} ga teng bo'ladi. Shuning uchun anuqtani b bilan tutashtirib, satellitning tezlik tasvirini olamiz. Satellitning O_2 o'qiga H vodilo ulangani uchun vodiloning tezligi O_2c kesma bilan ko'rsaniladi. c nuqtani vodiloning O_H markazi bilan tutashtirib, vodiloning chizig'iy tezlik

qonunining o'zgarish chizmasini olamiz. Burchagiy tezliklarning o'zgarishini aniqlash uchun nuqtadan O_1 , O_H , ab chiziqlarga parallel nurlar o'tkazib, NN chiziqda 1, H, 2(2') nuqtalarni belgilaymiz.



Vallarning geometrik o'qlari ixtiyoriy burchak bilan kesishgan xollarda konussimon g'ildiraklardan foydalaniladi. Ko'pincha vallarning orasidagi burchak $\varphi = 90^\circ$ bo'lgan uzatmalar ishlatiladi.

Konussimon g'ildirakni tayyorlash silindrik g'ildiraklar tayyorlashga qaraganda bir muncha murakkab bo'lib, tishlarni qirqish uchun maxsus asbob va stanoklardan foydalanishga to'g'ri keladi. Konussimon gildiraklarni talab etilgan aniqlik bilan yig'ish xam qiyin. Uzatmaning uzatish soni quyidagicha topiladi.

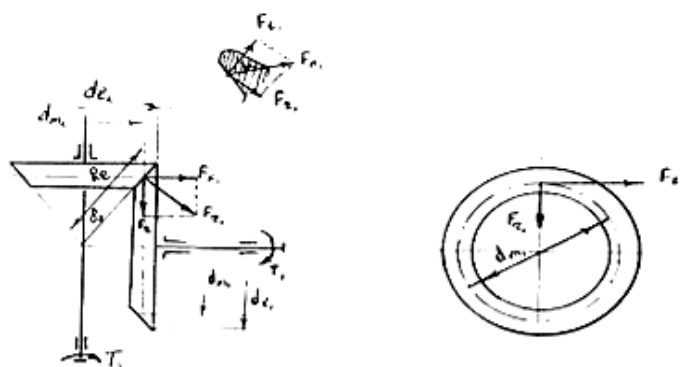
$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{\sin \delta_2}{\sin \delta_1}$$

bu erda, $n_1, n_2, \omega_1, \omega_2, d_1, d_2, Z_1, Z_2, \delta_1, \delta_2$ - mos ravishda yetaklovchi va yetaklanuvchi tishli gildiraklarni aylanish sonlari, burchak tezliklari, bo'luvchi diametrlari, tishlar soni, konus burchagi.

Val o'qlari orasidagi burchak $\varphi = 90^\circ$ bo'lgan xol uchun.

$$u = \operatorname{tg} \delta_2 = \operatorname{ctg} \delta_1$$

Ilashishda bo'lgan konussimon g'ildirakli uzatmalarning vallariga aylanma F_t - kuch, radial (val o'qiga tik) F_r - kuch xamda val o'qi bo'ylab yo'nalgan F_x - kuch ta'sir etadi. (15.1- rasm)



R_e - konus yasovchisining uzunligi.

δ_1, δ_2 - konus burchaklari.

d_{e1}, d_{e2} - shesternya va g'ildirak bo'luvchi aylana diametri.

d_{m1}, d_{m2} - shesternya va g'ildirak o'rta diametrlari.

Rasm 15.1

Ta'sir etuvchi kuchlar quyidagicha topiladi;

$$F_1 = \frac{2T_1}{d_{m1}}; \quad F_{n_1} = \frac{F_t}{\cos \alpha}; \quad F'_{r_1} = F_{t_1} \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$F_{r_1} = F'_{r_1} \cdot \cos \delta_1 = F_{t_1} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \beta$$

$$F_{x_1} = F'_{r_1} \cdot \sin \delta_1 = F_{t_1} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \delta_1$$

Giometrik o'lchamlar quyidagicha topiladi;

To'g'ri tishli konussimon g'ildirakli uzatma kontakt kuchlanishi bo'yicha quyidagi formula yordamida xisoblanadi:

$$\sigma_H = Z_H \cdot Z_M \cdot Z_{\Sigma} \sqrt{\frac{\omega_{Ht} \cdot \sqrt{u^2 + 1}}{0.85 \cdot d_{m_1} \cdot u}} \leq [\sigma]_H$$

bu erda, Z_H - ilashishda bo'lgan tish sirtlarining shaklini xisobga oluvchi koeffitsent.

Z_M -ilashishda bo'lgan g'ildirak materiallarining mexanikaviy xossalari xisobga oluvchi koeffitsent

Z_{Σ} -kontakt chizig'ining umumiy uzunligini e'tiborga oluvchi koeffitsent.

d_{m_1} - shesternya o'rta diametri.

ω_{Ht} - xisobiy solishtirma aylanma kuch.

TEKSHIRISH SAVOLLARI

1. Uzatmaning uzatish soni qanday topiladi?
2. Uzatmada hosil bo'ladigan kuchlar qanday topiladi?
3. Geomtrik o'lchamlar qanday topiladi?
4. Egilish kuchlanishi bo'yicha mustashkamlik shartini keltiring.
5. Kontakt kuchlanishi bo'yicha mustashkamlik shartini keltiring.
6. Uzatmaning modullari xakida tushuncha bering.
7. Tishli gildirakning bo'luvchi aylanasi diametri qanday topiladi?
8. Konus yasovchining uzunligi qanday topiladi?
9. O'q bo'ylab yo'nalgan kuch qanday topiladi?
10. Aylanma kuch qanday topiladi?

Ma'ruza mavzusi:	Kulachokli mexanizmlarning ularning turlari. Kulachokli mexanizmlarning turlari. Kulachokli mexanizmlarning taxlili, bosim va uzatish burchaklari. Kulachokning faza burchaklari. Turtkichning harakat qonuni tanlash
Reja:	1. Kulachokli mexanizm turlari. 2. Kulachokli mexanizmni tekislikka nisbatan harakatiga qarab turlarga ajratish 3. Kulachok mexanizmni kinematik taxlili.

Kulachokli mexanizmlar.

Yetaklovchi bo'g'inning o'zgarmas aylanma harakatini yetaklanuvchi bo'g'inning ilgarilama – qaytar va tebranma harakatga aylantirish mumkin.

Kulachokli mexanizmning eng oddiy 3 ta bo'g'indan tashkil topgan, ya'ni 1-tayanch – 2 – kulachok 3 - turtkichlardir. Bunda: 1-bo'g'in qo'zg'almas, 2-3-bo'g'in qo'zg'aluvchandir.

Kulachok sirtini yeyilishini kamaytirish maqsadida turtkichning o'tkir uchi erkin aylanadigan yoki tarelkasimon qilinadi. Kulachokli mexanizmlar ham aksial va dezaksial bo'lishi mumkin.

kulachok profili bilan uchli turtkichining kuch bilan bir-biriga ishqalanib birikishi natijasida harakat davrida sirtlar deyiladi.

Kulachok bilan turtkich oliy kinematik juft, tashkil qilib birikadi. Tarkibida kulachokli bo'g'ini bo'lgan mexanizm kulachokli mexanizm deyiladi. Kulachokli mexanizmlar tekislikka nisbatan harakatlanishiga qarab ikkiga bo'linadi.

1. Tekis kulachokli mexanizmlar.
2. Fazoviy kulachokli mexanizmlar.

Tekis kulachokli mexanizmدا kulachok bilan turtkich bir tekislikda yoki parallel tekisliklarda harakatlanadi. Fazoviyda esa ular parallel bo'lmagan tekisliklarda harakatlanadi (tikuv mashinasidagi ipni ko'tarib tushiruvchi mexanizm fazoviydir).

Kulachok mexanizmning kinematik taxlili.

Kulachokli mexanizmning kinematik taxlilida kulachokning o'zgarmas aylanish davrida turtkich nuqtasining o'tgan yo'li, tezligi va tezlanishi aniqlanadi.

Xisoblar grafik usulda o'tkaziladi, chunki bu usul analitik usuldan oson va xatolik uncha katta bo'lmaydi.

Buning uchun mexanizmning kinematik sxemasini masshtabda chizib olamiz.

Kulachokni $\omega = \cos \alpha$ burchak tezlikda aylantirilsa, turtkich ilgarilanma - qaytma harakat qiladi. Shuni e'tiborga olib kulachok profili bir xil kattalikda bir necha

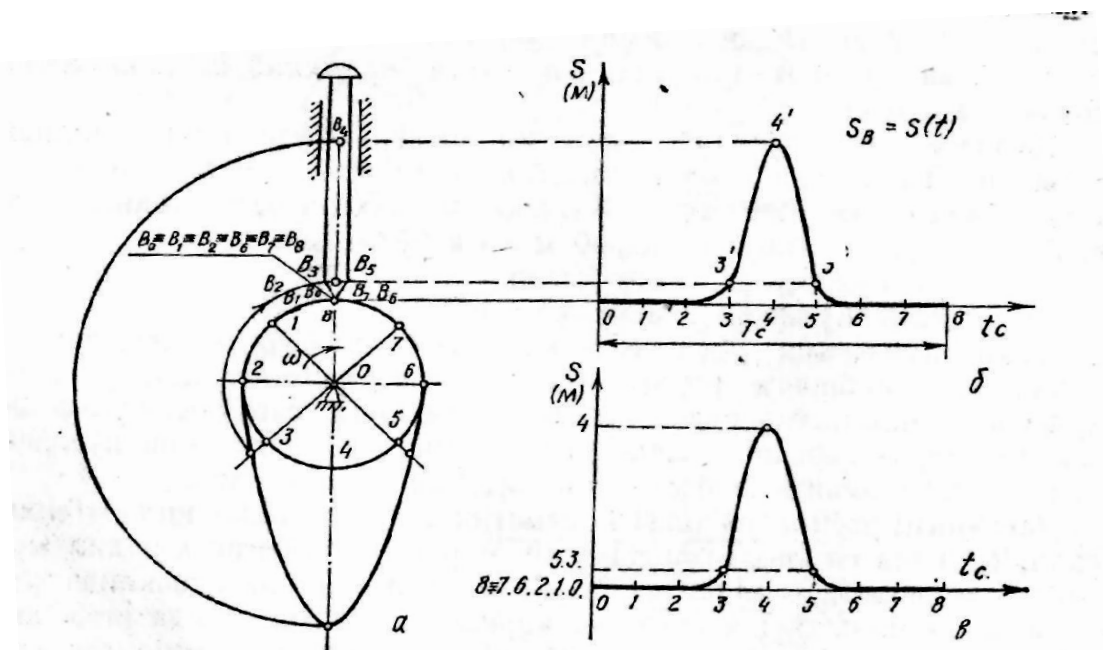
bo'laklarga bo'linadi. (16.1 shakl)

B nuqtaning yo'l diagrammasini chizish uchun SO t koordinata o'qlarini olib Ot tomonni (abtsissalar o'qini) kulachok profili bo'lingan bo'laklar soniga teng bo'lakka bo'lamiz. So'ngra ordinatalar o'qiga OS ga turtkich o'qidagi B nuqtaning B_{01} B_1 B_2 ... koordinatalarini o'lchab qo'yamiz. Shu o'lchab qo'yilgan nuqtalar (B_1 , B_2 , B_3 ...) ni ko'rsatuvchi ($B_0 B_g$), ($B_0 B_2$) ... kesmalar koordinatalar boshidan boshlab o'lchab qo'yiladi.

Bu nuqtalarning (B_1 , B_2 , B_3 ...) ni absissalar o'qidan chiqqan o'z vaziyantlarini ko'rsatuvchi perpendikulyarga proeksiyalansa va topilgan nuqtalar egri chiziq bilan tutashtirilsa, yo'l diagrammasi hosil bo'ladi.

Shundan so'ng tezlik va tezlanish grafiklari yo'ldan hosila olish bilan quriladi.

Dezaktsial tekis kulachokli mexanizmlarni kinematik taxlil qilishda ham avvalgi xolatga o'xshash ish bajariladi, bunda faqat mexanizm turtkichining yo'l diagrammasini chizish uchun kulachok aylanish markazidan dezaktsial «e» masofada yordamchi aylana chizib olinadi va kulachokli o'zgarmas burchak tezlik ($\omega = \cos nt$) bilan aylantirilib aylanaga o'tkazilgan urinma bo'ylab sirpanma ilgari lanma harakat qilinadi. Bunda rolik markazi (B nuqta) kulachok profilidan rolikning radiusi (r rol) ga masofada bo'ladi.



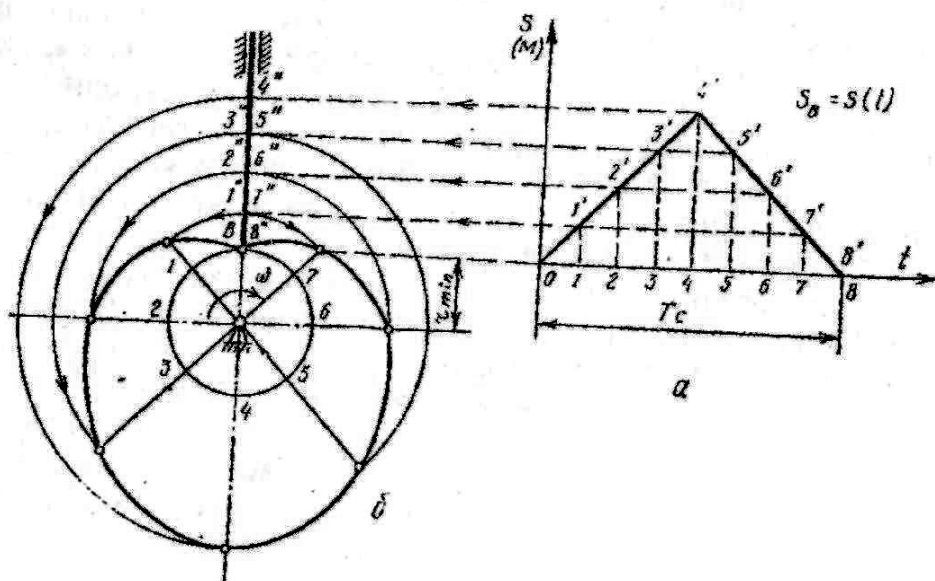
Shakl 16.1.

ilining shakli, topilishi lozim bo'lgan kulachokning eng kichik radiusi bilan turtkichning maksimal ko'tarilishi oraliq'i beriladi.

Bunda turtkichning harakat qonuni va profilining shakli topilishi lozim bo'lgan kulachokning eng kichik radiusi bilan turtkichning maksimal ko'tarilishi oraliq'i beriladi.

Kulachokli mexanizmni kinematik loyihalashda eng kichik radiusi ($r_{\min}$) va turtkichning harakat qonuni tezlik, tezlanish yoki ko'chish $S - t$ grafigi shaklida berilgan bo'ladi.

Agar harakat qonuni $a^t - t$ grafigi shaklida berilgan bo'lsa 2 – marta, $v - t$ grafigi shaklida bo'lsa 1 – marta grafik integrallab $S - t$ grafigi hosil qilinadi.



Kulachok shaklini chizish uchun uning minimal radiusi (r_{min}) bilan aylana chizib, uni teng (8,12,16,24) bo'laklarga bo'lamiz. $S-t$ grafigidagi X oraliqni ham xuddi shunday bo'laklarga bo'lamiz. $S-t$ grafigidagi absissalar o'qini kulachokning minimal radiusi aylanasi urinma qilib o'tkazib, shu grafik ordinatalarini kulachok turtkichiga proeksiyalaymiz va undagi tegishli nuqtalarni minimal radiusli aylana radiuslarining davomiga proeksiyalab, shu nuqtalarni o'zaro tutashtirsak kulachok profili hosil bo'ladi.

XULOSA.

1. Kulachok va turtkich juftligi tuzilishi va konstruksiyasi kulachokning ish resursini belgilaydi.
2. Kulachok profilini loyihalash katta ahamiyatga ega.
3. Kulachokli mexanizm yordamida deyarli har qanday harakat qonunini chiqish bo'g'inida xosil qilish mumkin.

SAVOLLAR

1. Kulachokli mexanizmlarda nuqta yo'l diagrammasi qanday tuziladi?
2. Tekis kulachokli mexanizmlarga qanday mexanizmlar kiradi?
3. Dezaksial tekis kulachokli mexanizmlar qanday aniqlanadi?
4. Kulachokli mexanizmlarni kinematik loyihalash qanday bo'ladi.

5. Kulachokli mexanizmlarni loyihalashda ko'chish diagrammasi qanday quriladi?
6. Kulachokli mexanizmning erkinlik darajasini qaysi formula yordamida topish mumkin?

MA'RUZA – 16

Ma'ruza mavzusi:	Rolikli va tekis turtkichli kulachokli mexanizmning minimal radiusini aniqlash va profilini aniqlash va profilini loyihalash
Reja:	1. Turtkichi o'tkir uchli aksial kulachokli mexanizmlarni loyihalash. 2. Turtkichi rolikli dezaksial kulachokli mexanizmni loyihalash 3. Kulachokli mexanizm-larning kamchiliklari

Kulachokli mexanizmlarning dinamik loyihalashda kulachokning eng kichik uzatish burchagi hisobga olinadi va eng kichik radiusi topiladi. Bu dinamik usulda loyihalash deyiladi. Dinamik usulda loyihalashning afzalligi shundaki, kulachokli mexanizmlar kulachokning xar qanday tezlikdagi harakatda ham normal ishlay oladi. Loyihalashda uzatish burchagi hisobga olinmasa, kulachokning aylanishi jarayonida turtkich o'z yo'naltiruvchisi orasiga tiqilib qolishi mumkin, noto'g'ri ishlab sinishi ham mumkin.

17.1. Turtkichi o'tkir uchli aksial kulachokli mexanizmlarni loyihalash.

Buning uchun yetaklanuvchi bo'g'inning yo'l diagrammasi ($S — t$ va kulachokning eng kichik radiusi (r_{mi0}) berilgan.

Kulachokli mexanizm quyidagi tartibda loyihalanadi:

Tekislikda kulachokning ixtiyoriy aylanish o'qi tanlab olinadi va minimal radiusli yordamchi aylana chiziladi.

Yordamchi aylana sirtida turtkichning kulachok bilan oliy kinematik juft tashkil qilib birikkan nuqtasi B ni belgilab olib, shu nuqtada aylanaga urinma o'tkaziladi, berilgan yo'l diagrammasi shu urinma ustida chiziladi. Urinma yo'l diagrammasining absissalar o'qi bo'lib xisoblanadi.

3. Yul diagrammasining absissasi (harakat davri) va yordamchi aylanani bir xil teng bo'laklarga bo'linadi (masalan 8 bo'lakka).

1.4. Diagrammaning absissalar o'qida olingan nuqtalaridan ordinatalar o'qiga

parallel chiziqlar o'tkazib, xolatlariga to'g'ri keladigan diagramma egri chizig'ining nuqtalari $1', 2', 3', \dots$ ni topib va ularni turtkich o'qi ($1'', 2'', 3'' \dots$) ga hamda yordamchi aylananing tegishli radius vektorlarining davomiga proeksiyalab, so'ngra o'zaro tutashtirilsa, izlanayotgan kulachokning profili hosil bo'ladi.

17.2. Turtkichi rolikli dezaksial kulachokli mexanizmni loyihalash

1. Dezaksial kulachokli mexanizmlarni loyihalashda harakat qonuni, kulachokning minimal radiusi, rolik radiusi va dezaksial oralik berilgan bulishi kerak. Agar harakat qonuni tezlanish yoki tezlik diagrammalari kurinishida berilgan bulsa, uni integrallash yo'li bilan yo'l grafigi $S - t$ ni keltirib chiqarish lozim bo'ladi.

2. Bunday mexanizm quyidagi tartibda loyihalanadi (17.1-shakl).

3. Yo'l grafigining abstsissalar o'qi davomida turtkich roligining markazi B tanlab olinadi.

4. Rolik markazi B va dezaksial oraliq e dan turtkich va kulachok o'qlari diagramma ordinatasiga parallel qilib o'tkaziladi.

Rolik markazidan rolik va kulachokning minimal radiuslari yigindisiga teng radius $(r_{m})_n + r_{rol} = R$ li ey chiziladi. Yoyniing kulachok o'qi bilan kesishgan nuqtasi kulachokning aylanish o'qi bo'ladi.

5. Kulachokning aylanish o'qi O dan dezaksial oraliq qiymatiga teng bo'lgan e radius bilan yordamchi aylana chiziladi.

Yordamchi aylana va yo'l grafigining abssissa o'qlari bir xil teng (masalan, 12) bo'laklarga bo'linadi.

6. Aylananing bo'linish nuqtalariga urinmalar o'tkaziladi.

XULOSA:

1. Kulachokli mexanizmlarni maxsus texnologik jarayonlarni amalga oshirishda qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi.
2. Kulachokli mexanizmlarda foydali ish koefitsientlarini e'tiborga olish va iloji boricha yaxshilash tavsiya etiladi.

SAVOLLAR:

1. Kulachokli mexanizmlarni dinamik loyihalash deganda nimani tushunasiz.
2. Kulachokning minimal radiusi qanday topiladi?
3. Oliy kinematik juft qanday aniqlanadi?
4. Uzatish burchagi nima?
5. Bosim burchagi nima?
6. Kulachokli mexanizmlarni kamchiliklari nimalardan iborat?

Ma'ruza mavzusi:	Turtkichi tebranma harakat qiluvchi kulachokli mexanizmning minimal radiusini aniqlash va profilini loyihalash.
Reja:	1. Turtkichi tebranma kulachokli mexanizmlarni loyihalash. 2. Rolikli turtkichi tebranma kulachokli mexanizmni loyihalash

Mushtakli mexanizmni dinamik loyihalashda quyidagi tartibga amal qilish maqsadga muvofiqdir:

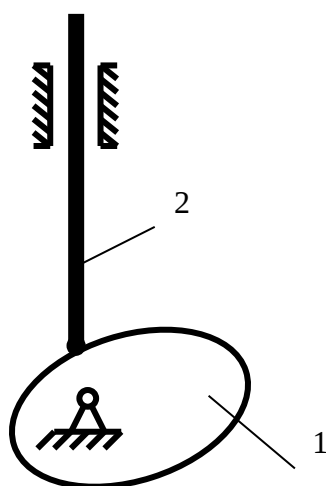
1. Mexanizm sxemasini tanlash.
2. Turtkich harakati qonunini belgilash.
3. Mexanizmning asosiy geometrik parametrlarini aniqlash.
4. Mushtak profilini chizish.
5. Rolik radiusini tanlash.

Loyihalash ishlari tugallanganidan so`ng mexanizm kinematik analiz qilinadi. Bunda mexanizmning xosil bo`lgan kinematik sxemasiga ko`ra turtkichning tezlik va tezlanishlari (yoki ularning analoglari) aniqlanadi. So`ngra aniqlangan qiymatlar diagramma qiymatlari bilan taqqoslanadi.

Mexanizm sxemasini tanlash

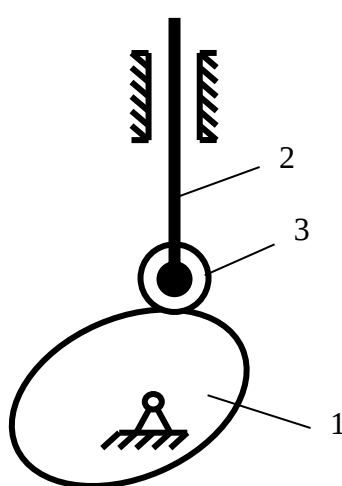
Kerakli sxema mavjud mushtakli mexanizmlar turkumlaridan tanlab olinadi, bu mexanizm ishlash sharoitida boshqa turdagi mushtakli mexanizmlarga qaraganda dinamik, kinematik va konstruktiv talablarni ko`proq qondirishi lozim bo`ladi. Mushtakli mexanizmlarning texnikada keng miqiyosida qo`llaniladigan asosiy turlari quyidagilardan iborat:

1. Turtkich ilgarilanma-qaytma harakatlanuvchi mushtakli mexanizmlar (40 va 41–rasmlar).

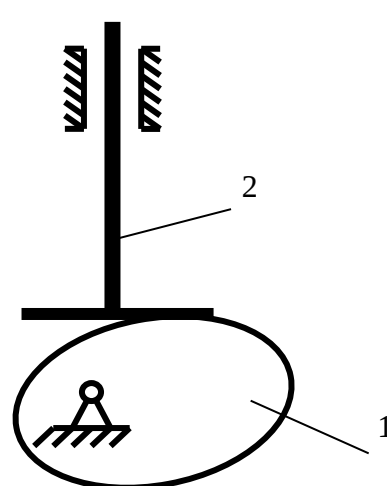


a

40–rasm.

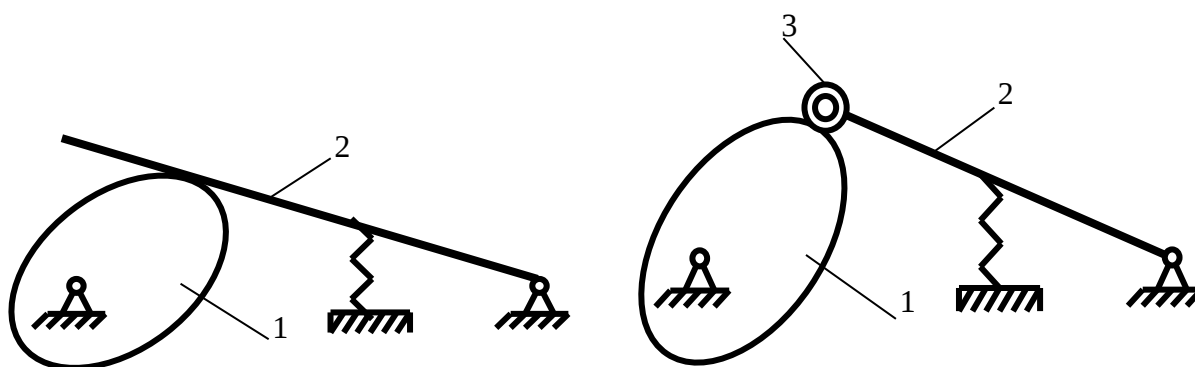


b



41–rasm.

2. Turtkich tebranma harakat qiluvchi mushtakli mexanizmlar (42–rasm).



42–rasm.

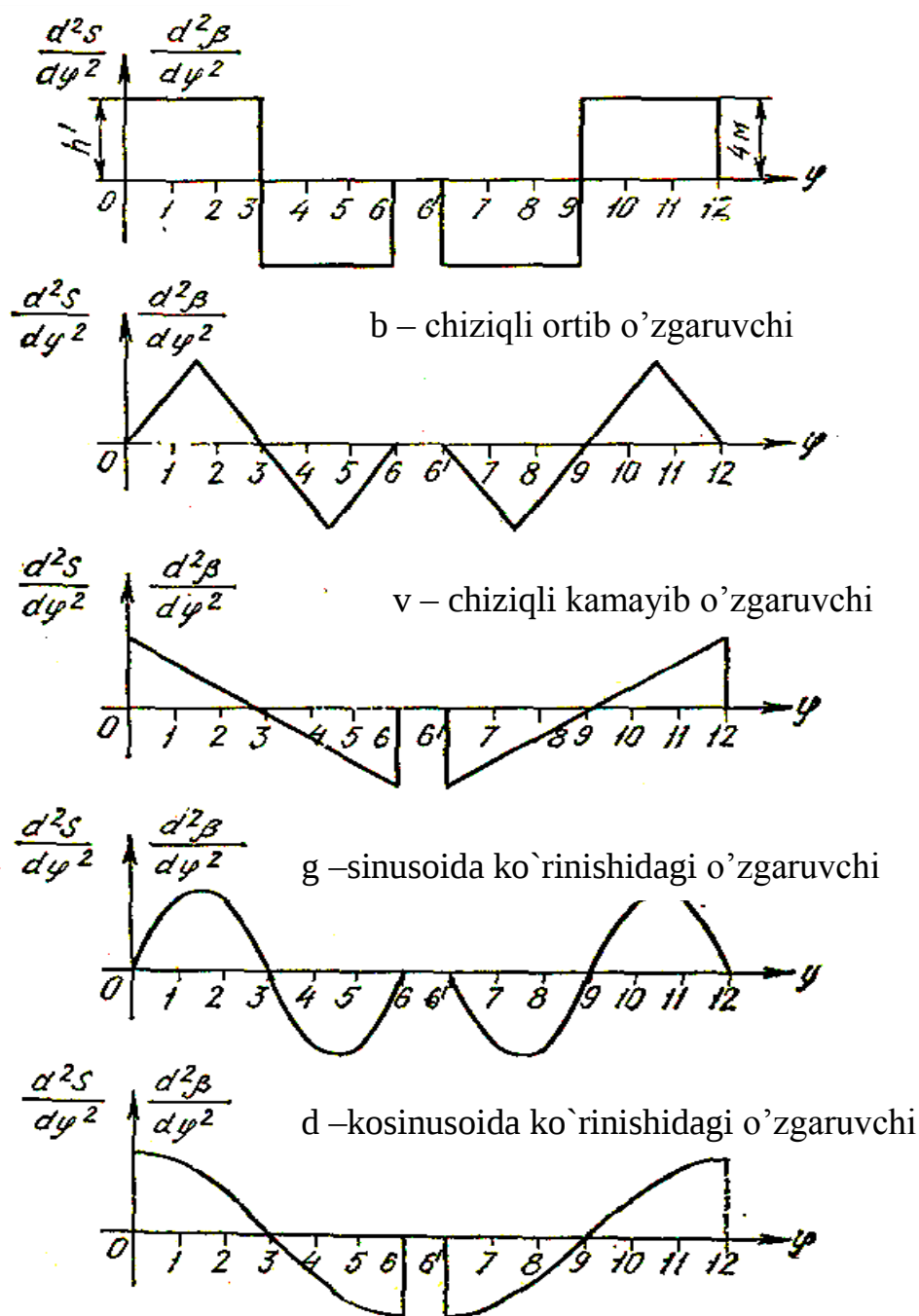
40–rasm a va b da tasvirlangan mushtakli mexanizmlar o`zining birmuncha ixchamligi bilan boshqa turdagi mexanizmlardan farq qiladi. 41–rasm va 42–rasmda tasvirlangan mushtakli mexanizmlar 40–rasmda tasvirlangan mushtakli mexanizmlarga qaraganda dinamik talablarga ko`proq javob beradi, ya'ni bu turkumdagi mushtakli mexanizmlarning FIKi boshqa turdagi mexanizmlarga nisbatan birmuncha yuqori bo`ladi. Chunki, bunday mexanizmlarda turtkich bilan mushtakning hosil qiladigan kinematik juftida bosim burchagi doimo nol gradusga teng. Ammo bunday mexanizmlarda mushtak profilining doimo qavariiq bo`lishi talab qilinadi. Buning natijasida zarur kinematik talabga (jumladan dinamik talabga ham) javob berishi lozim bo`lgan mushtak profili kattaroq chiqadi.

Turtkichning harakat qonunini belgilash

Ba'zi mushtakli mexanizmlarda turtkich oldindan belgilangan yo'l grafigi bo'yicha harakat qilishi zarur. Bunday mexanizmlarni loyihalashda turtkich xolatining mushtak burilish burchagiga bog'liq bo'lgan grafigi, ya'ni $S=S(\varphi)$ yoki $\beta=\beta(\varphi)$ oldindan berilgan bo'lishi shart.

Boshqa xollarda turtkich ma'lum bir tezlik grafigiga bo'ysunib harakatlanishi talab qilinadi. Masalan, bo'ylama ishlov berish avtomat stanogida kesgich o'zgarmas tezlikda harakat qilib, harakat mushtakli mexanizm orqali amalga oshiriladi. Albatta bunday xollarda tezlik grafigi oldindan berilishi kerak.

Bunday harakat qonuiga bo'ysunuvchi mushtakli mexanizmlarga xos bo'lgan asosiy kamchilik turtkichda keskin zarbaning hosil bo'lishidir. Chunki turtkich tezligining keskin o'zgarishi uning katta tezlanishi bilan harakatlanishiga sabab bo'ladi. Bunday harakat kuchli zarbni vujudga keltiradi. Keskin zarb natijasida turtkich mushtakdan ma'lum muddatga ajralib qolishi mumkin. Bu esa turtkich harakatining buzilishiga, profilining tez edirilishiga sabab bo'ladi. Loyihalanayotgan mushtakli mexanizmlarda turtkich harakati texnologik protsesslar bilan bog'liq bo'lmaganda, unda ortiqcha inersiya kuchlarning paydo bo'lishiga yo'l qo'ymaslik maqsadida, tezlanish grafigi asosiy harakat qonunini sifatida qabul qilinadi.



43–rasm.

Tezlik va yoʻl diagrammalari esa grafik integrallash usuli bilan tezlanish diagrammasidan hosil qilinadi.

Harakat qonuni tezlanish diagrammasi tarzida berilganda ularni 2 turga boʻlish mumkin:

Keskin zarbali.

Yumshoq zarbali.

43–rasmda turtkich uchi tezlanishning kulachok burilish burchagiga bogʻliqlik diagrammasi tarzidagi harakat qonunlari koʻrsatilgan. Ular yumshoq zarbani vujudga keltiruvchi harakat qonunlaridir.

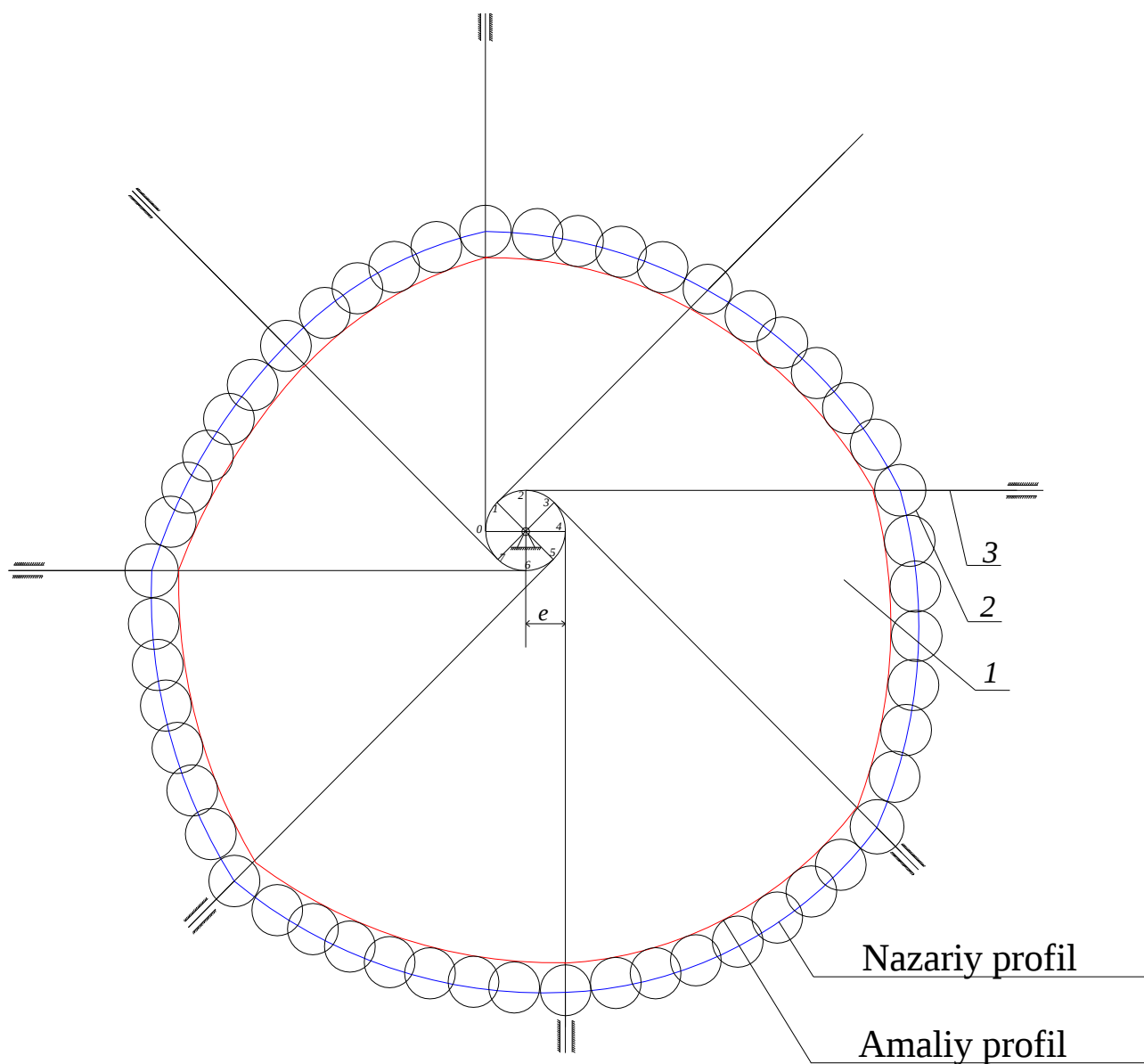
Mushtakli mexanizmni loyihalashdan maqsad turtkichni berilgan qonun bo'yicha harakatni ta'minlashdan iboratdir. Harakat qonunini bajarilishi mushtak profiliga bog'liq (ya'ni mushtakni yon tomonining egriligiga). Yuqoridagi qismlarda topilgan rolik markazining traektoriyasi va mushtak aylanish markazining o'rnini asosida mushtakni profilini quyidagi tartibda aniqlaymiz.

1. Turtkich roligi markazining belgilangan traektoriyasini (A_1 , A_2 , A_3 va x.k. nuqtalarini) hamda mushtak markazi « O_1 » ni o'zaro topilgan xolatlarida (5-rasmdan ko'chirib), alohida chizmada belgilaymiz (8-rasm).

2. Mushtakning « O » markazidan ekstsentrisitet « e » ga teng bo'lgan radius bilan turtkichning traektoriya chizig'ining davomiga urinma aylana chizamiz. O'zaro urinish nuqtasini boshlangich xolat nuqtasini nol nuqta deb belgilaymiz. Boshlangich xolatda turtkich eng quyi xolatda joylashgan bo'ladi. Rolik markazining quyi nuqtasi A_0 nuqta.

3. Inersiya usulini qo'llab turtkichni va uning tayanchini mushtak atrofida aylantiramiz, mushtak qo'zg'almas bo'lib ko'rinadi. Mushtak soat strelkasi bo'ylab aylansa, turtkich uni soat strelkasiga qarshi aylanib o'tadi. Mushtak o'zgarmas burchak tezligi bilan aylanganligi uchun, turtkich xolatlarini aniqlash uchun « O » markazdan o'tkazilgan « e » radiusli aylanani teng bo'laklarga bo'lamiz. Bo'laklar soni berilgan grafik bo'laklarining soniga teng qilib olinadi (misol uchun 8 bo'lakka).

4. Turtkich chizig'i har bir xolatda « e » radiusli aylanaga urinma bo'lib qoladi. Turtkich xolatlarini topish uchun aylanaga aylanaga 1, 2, 3 va x.k. nuqtalardan I, II, III va x.k. urinmalar o'tkazamiz: bu turtkichning inversiya usulidagi xolatlari.



8-rasm.

5. Mushtakning «O» markazidan turtkich traektoriyasidagi A_1 , A_2 , A_3 ... nuqtalarni yoy bo'yicha (tsirkul bilan) o'ziga tegishli I, II, III ... urinma chiziqlarga tushiramiz va A'_1 , A'_2 , A'_3 ... nuqtalarni xosil qilamiz.

6. Ushbu nuqtalarni ravon egri chiziq bilan tutashtiramiz va mushtakning nazariy (markaziy) profilini xosil qilamiz.

7. Mushtakning amaliy (xaqiqiy) profili nazariy profildan rolik radiusiga qochgan. Uni topish uchun nazariy profil nuqtalaridan (har 5-6 mm oraliqda) ichki tomoniga rolikning radiusi bilan yarim aylanalar chizib chiqamiz. Ushbu aylanalarga urinuvchi umumiy ravon egri chiziq o'tkazamiz va mushtakning amaliy profilini xosil qilamiz (Amaliy profil - mushtakning rolik urinib turgan profilidir).

Mushtak amaliy profilining shabloni asosida mushtak diskasini tayyorlash mumkin.

Kinematik sintez $\mu_e = -1 \frac{cM}{MM}$ masshtabda bajariladi (boshqa masshtab tanlash ham mumkin).

Jami qilingan ishlar natijasida turtkichning harakat qonuni va mushtakli mexanizmning barcha kerakli parametrlari aniqlanadi.

Ma'ruza mavzusi:	Robotlar va manipulyator.
Reja:	1. Manipulyatorlar, ularning tuzilishi va ishlatilish sohasi. 2. Manipulyatorlarning texnik ko'rsatkichlari 3. Avtooperator. 4. Sanoat robotlari va ular zvenolarining harakatlari

18.1. Manipulyatorlar, ularning tuzilishi va ishlatilish sohasi.

Manipulyator deb, inson qo'lining funksiyasini bajarish uchun mo'ljallangan texnik qurilmaga aytiladi. Manipulyatorning asosiy mexanizmi bir qancha erkinlik darajasiga ega bo'lgan ochiq kinematik zanjirli, pushangli fazoviy mexanizmdir. Manipulyatorlar yordamida inson uchun havfli yoki zararli sharoit bilan bog'liq bo'lgan ishlar, shuningdek ko'p mehnat talab qiladigan va bir zayldagi ishlar bajariladi. Manipulyatorlar temirchilik-presslash va quymakorlik ishlarida (masalan, og'ir xom ashyoni shtampga joylash, qum purkash mashinalariga xizmat ko'rsatish), ko'mir qazish sanoatidagi burillash mashinalarida, soat yig'ishda, mashinasozlikdagi payvandlash, yig'ish, buyumlarni bo'yash kabi texnologik jarayonlarda qo'llaniladi.

Qo'l bilan boshqariladigan mexanik va avtomatik boshqariladigan manipulyatorlar mavjud.

Qo'l bilan boshqariladigan manipulyatorlar inson-operator qo'lining harakatlari va kuchini taqlidiy tarzda takrorlaydi (taqlid qiluvchi manipulyatorlar), bunda ba'zi hollarda ijrochi mexanizm beriladigan harakat va kuchni oshirilgan holda amalga oshiradi.

Taqlid qiluvchi mexanik manipulyatorlar simmetrik joylashgan ikkita mexanizm — boshqaruvchi hamda ijrochi mexanizmlardan (boshqacha aytganda, topshiriq. beruvchi va uni bajaruvchi qullardan) tashkil topgan bo'lib, ular orasidagi bog'lanish turli mexanik uzatmalar orqali amalga oshiriladi.

Manipulyatorning xizmat ko'lamini inson operator qo'lining ish ko'lamiga nisbatan qattalashtirish mumkin. Buning uchun ichida kuch uzatuvchi aloqa vositalari bo'lgan truba joylashgan sferik sharnir qo'llaniladi. Ushbu truba boshqarish dastasining harakatlarini aynan, ammo kattalashtirilgan o'lchamda takrorlovchi; yelkalari barobar bo'lmagan pushang vazifasini bajaradi. Agar operator harakati va kuchini germetik (teshiksiz va zichlamalarsiz) devor orqali uzatish lozim bo'lsa, toretsli va silindrsimon magnitli muftalardan foydalaniladi.

Ko'p hollarda operatoridan ancha uzoqda joylashgan taqlid qiluvchi manipulyatorlar ishini boshqarish lozim bo'ladi; bunday masofadan

boshqariluvchi manipulyatorlarda harakat va kuchning uzatilishini ta'minlovchi taqlidiy sistemalar qo'llaniladi.

Avtomatik boshqariluvchi manipulyatorlarda ijrochi mexanizm bo'g'inlari aniq programma buyicha yuritmalardan harakat oladi.

Manipulyatorlardagi yuritmalar mexanik, elektrik, gidravlik, pnevmatik va aralash tarzda bo'lishi mumkin. Gidroyuritma og'ir yuklarni (50 kg va undan og'ir) 1 m/s gacha tezlikda harakatlantira oladi.

18.2. Manipulyatorlarning texnik ko'rsatkichlari

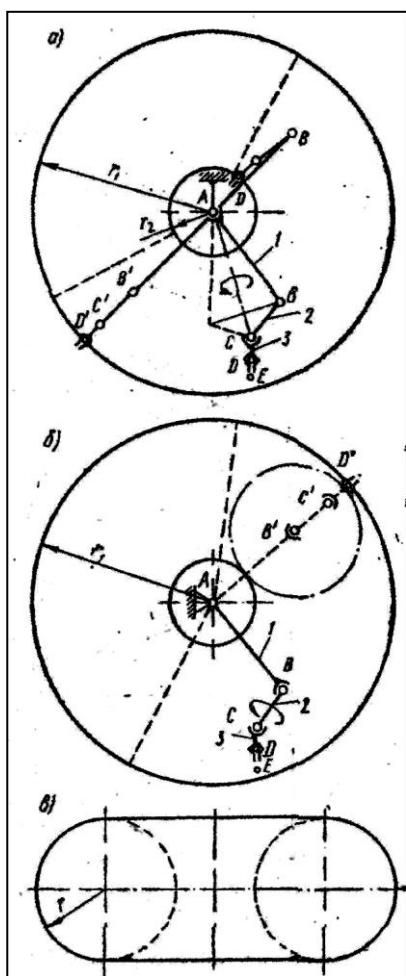
Manipulyatorlar va sanoat robotlarining ishlash qobiliyati ko'pgina texnik ko'rsatkichlari bilan belgilanadi. Ularga avvalo manipulyator ish doirasining o'lchamlari va shakli, uning harakatchanligi, xizmat ko'rsatish burchagi va koeffitsienti, asosiy mexanizmning erkinlik darajalari soni kiradi.

Manipulyatorning ochiq kinematik zanjiri changalga qandaydir xajmda turli xolatlarni egallashga imkon beradi. Manipulyatorning ish xajmi deb, changalining egallashi mumkin bo'lgan hamma xolatlarni o'rab turuvchi sirt bilan chegaralangan hajmga aytiladi. Masalan, sxemasi 18.1-shakl, a da tasvirlangan manipulyatorning ish hajmi bo'g'inlar 1, 2, 3 uzunliklari yig'indisiga teng r_1 radiusli sferadan iborat. Ish hajmi manipulyatorning eng katta tashqi o'lchamlarini ifodalaydi.

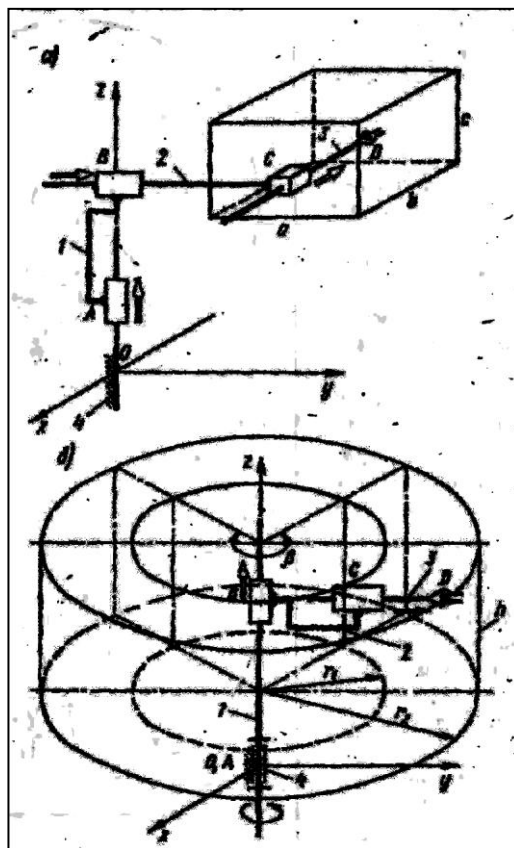
To'siqlarni aylanib o'tish hamda qo'zg'atiluvchi ob'ekt bilan bo'ladigan murakkab amallarni bajarish uchun manipulyatorning harakatchanligi bilan ifodalanadigan mexanizm kinematik zanjirining ish hajmidagi ko'rsatilgan nuqtaga turlicha yaqinlasha olish imkoniyati muhim ahamiyatga ega. Manipulyatorning bu ko'rsatkichi ushbu nuqtaga keltirilgan changalning qo'zg'almas holatida mexanizmning erkinlik darajalari soni sifatida aniqlanadi. Manipulyatorning harakatchanligi kinematik juftliklarning turlari va sonigagina emas, balki ularning joylashuviga ham bog'liq bo'ladi.

Harakatchanlik qanchalik yuqori bo'lsa, harakatlantiriluvchi ob'ekt bilan olib boriladigan murakkab amallarni eng qisqa, eng qulay yo'l bilan amalga oshirish imkoniyati shu qadar ko'p bo'ladi.

Ish xajmining harakatlantiriluvchi ob'ekt bilan bog'liq amallarni bajarish mumkin bo'lgan qismi xizmat ko'rsatish doirasi (zonasi) yoki ish doirasi deyiladi. Masalan, 18.1-shakl, a rasmda tasvirlangan manipulyator uchun mumkin bo'lgan eng katta ish sohasi $r_1 = AD'$ va $r_2 = AD''$ radiusli sferalar oraligidagi bo'shliqdir, muayyan holda esa xizmat ko'rsatish doirasi ushbu bo'shliqning bir qismigina bo'ladi (18.1-shakl, a da shtrix chiziq. bilan ko'rsatilgan); 18.1-shakl, b da tasvirlangan manipulyator uchun mumkin bo'lgan eng katta ish doirasi $r_1 = AD'$ va $r = VD'$ o'lchamli halqalar (18.1-shakl), muayyan holda esa, ish doirasi ana shu halqaning bir qismi bo'ladi. Uchta ilgarilama juftlikli manipulyatorning (17.1-shakl, a) ish doirasi turli burchakli parollelepipeddan iborat, uning a, b, s o'lchamlari tegishli bo'g'inlarning o'z yo'naltiruvchilarida,



18.1-shakl

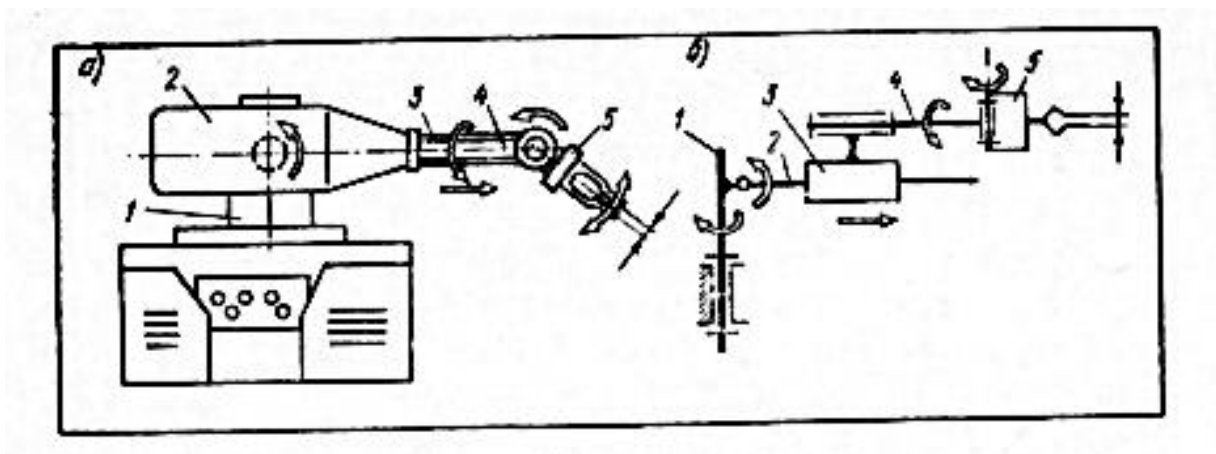


18.2-shakl

Masalan, bo'g'in 2 ning "u" o'q bo'ylab, bo'g'in 3 ning "x" o'q bo'ylab, bo'g'in 1 ning z o'q. bo'ylab eng ko'p surilish qiymatlari bilan aniqlanadi. Bitta aylanma va ikkita ilgarilama juftlikli manipulyator uchun mumkin bo'lgan eng katta ish doirasi govak silindrdir. Bu silindr uchun r_2 — r_1 radiuslar ayirmasi bo'g'in 3 ning bo'g'in 2 ga nisbatan eng katta siljishi bilan, h balandlik esa bo'g'in 2 ning bo'g'in 1 ga nisbatan eng katta siljishi bilan aniqlanadi; muayyan bir holda esa ushbu bo'shliqning P burchak bilan cheklangan bir qismigina (18.-rasm b da shtrixpunktir chiziqlar bilan ajratib ko'rsatilgan) ish doirasi bo'lishi mumkin.

18.3 Avtooperator.

Turli tashish ishlarini (buyumni yuklash, siljitish, olish va x.k.) bajarish uchun mo'ljallangan hamda o'zgarmas programma bo'yicha ishlaydigan mashina avtomatlarda qo'llaniladigan, avtomatik boshqariladigan manipulatorlar avtooperatorlar deyiladi.

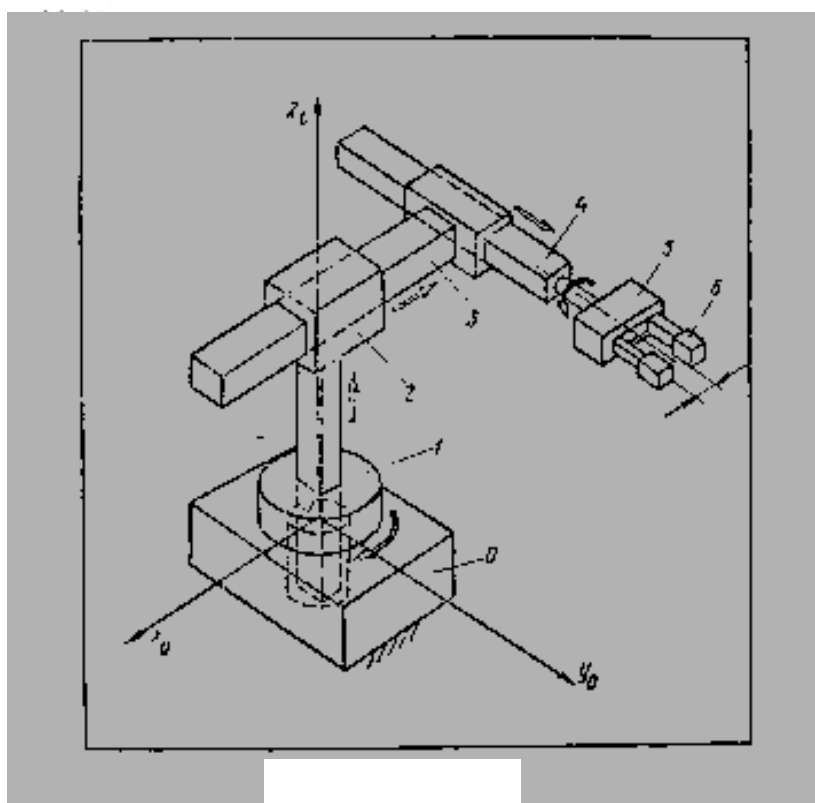
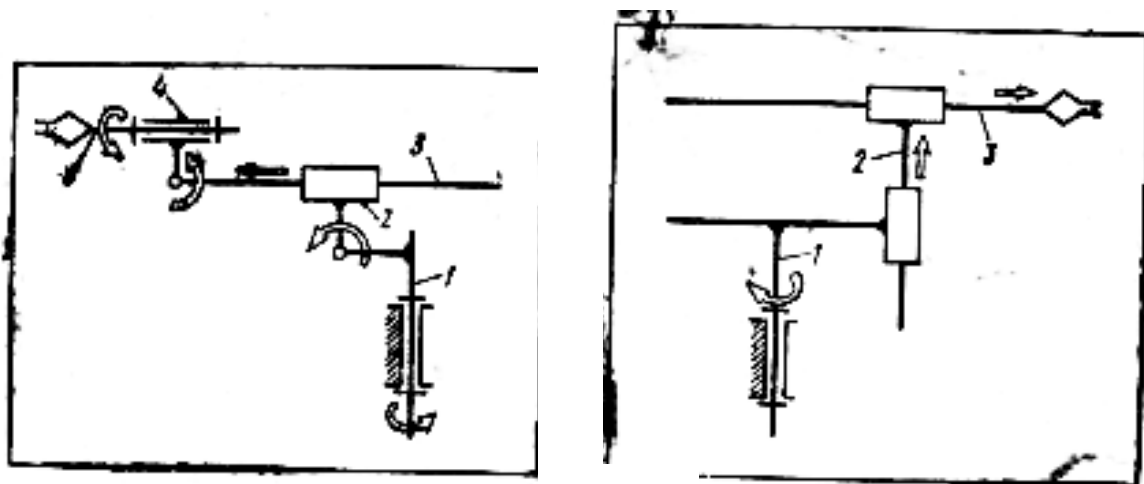


18.3 shakl

18.4. Sanoat robotlari va ular zvenolarining harakatlari

Ishlab chiqarishda aniq texnologiya va tashish ishlarini ko'p marta amalga oshirish maqsadida qo'llaniladigan o'zgaruvchan programmali va avtomatik boshqariluvchi manipulyatorlar sanoat robotlari (CP) deyiladi. CP oddiy, avtomatik mashinalardan shunisi bilan farq qiladiki, ularning asosiy mexanizmida erkinlik darajalari soni bir nechta bo'lgan ochiq kinematik zanjirning mavjudligi tufayli ularning ish organlari turli fazoviy harakatlarni keng chegaralarda sodir eta oladi, bu esa ularni boshqa programmani bajarishga tezda qayta sozlashga imkon beradi.

CP manipulyatorining konstruktiv sxemalari turli-tumandir. Masalan, 18.1-shakl, a da CP dan birining umumiy kurinishi tasvirlangan; uning kinematik sxemasi 18.1-shakl, b da keltirilgan. Barmoqlarining ham harakatini hisobga olganda ushbu CP oltita erkinlik darajasiga ega. 18.2-shaklda beshta asosiy erkinlik darajasiga ega bo'lgan (barmoqlap harakati bu hisobga kirmaydi) «Universal 15» tipidagi CP ning kinematik sxemasi keltirilgan. 18.3-shaklda uchta asosiy erkinlik darajasda ega bo'lgan «M 901» markali



18.4 shakl

sanoat robotining kinematik sxemasi keltirilgan, 18.4-shaklda esa barmoqlarining ham harakatini hisobga olganda oltita erkinlik darajasiga ega boʻlgan SR manipulyatori mexanizmining nusxasi tasvirlangan. Bunday manipulyatorning asosiy elementlari: 0 — qoʻzgʻalmas stanina; 1 — aylanuvchi stol; boʻgʻinlar 2, 3, 4 dan tuzilgan qoʻl; 5 — «panja»; 6 — barmoqli changal.

SR ning har bir nusxasi, odatda, harakatlantiriluvchi ob'ektning shakli va ulchamlariga bogʻliq holda bir qancha qisqichga — changalga ega boʻladi. Ombursimon qamragichlar, surilma barmoqlar, pnevmosurgichlar, elektromagnitlar va shu kabilar koʻrinishidagi changallar qoʻllaniladi. Harakatlantiriluvchi ob'ekt bilan boʻladigan urinish xaqida axborot boʻlishi talab qilinadigan hollarda changalga tegishli datchiklar oʻrnatiladi.

XULOSA:

1. Avtooperatorlarni va sanoat robotlarini qo'llash ish unumdorligini oshiradi.
2. Sanoat robotlari murakkab harakatlarni va jarayonlarni amalga oshirishga ega.
3. Inson hayoti uchun xavfli bo'lgan va og'ir qo'l mehnatini talab qiluvchi texnologik jarayonlarda manipulyatorlardan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi.
4. Bajariladigan ishlarga muvofiq turlicha manipulyatorlarni qo'llash mumkin.

SAVOLLAR

1. Manipulyator nima?
2. Manipulyatorning asosiy texnik ko'rsatkichlarini aytib bering.
3. Manipulyatorning ish hajmi qanday aniqlanadi?
4. Manipulyatorning ish doirasi deganda nimani tushunasiz?
5. Manipulyatorning erkinlik darajasi qanday topiladi?
6. Avtooperatorlar nima?
7. Sanoat robotlari nima?
8. Sanoat robotlarini erkinlik darajasi qanday topiladi?

AXBOROT USLUBIY TA'MINOT

Asosiy adabiyotlar.

1. Фролов К.В ва б. Механизм ва машиналар назарияси. – Т.: Укитувчи, 1990.
2. Джураев А ва б. Механизм ва машиналар назарияси. – Т.: Укитувчи, 2004.
3. Karimov R.I, Saliyev A. Mexanizm va mashinalar nazariyasi fanidan o'quv qo'llanma. T.: ToshDTU, 2006.
4. Abduvaliyev U.A., Karimov R.I. "Amaliy mexanika" faninig "Mashina va mexanizmlar nazariyasi" bo'limidan kurs ishini bajarish bo'yicha o'quv qo'llanma – T,ToshDTU, 2008.
5. Karimov R.I., Baratov N.B., Abduvaliyev U.A. " Mexanizm va mashinalar nazariyasi" fanidan pishangli mexanizmlarning strukturaviy va kinematik mushohadasi mavzusi bo'yicha xisob – grafika ishlarini bajarish uchun uslubiy ko'rsatma. – T,ToshDTU, 2010.
6. Zaynutdinov N.Z. va b. "Mashina va mexanizmlar nazariyasi" fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy ko'rsatma, T. 2010.
7. Попов С.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин. М., Высшая школа 1998.

Qo'shimcha adabiyotlar

8. Қодиров Р.Х. Машина ва механизмлар назарияси курсавий лойихалаш. Т.:Ўкитувчи, 1990.
1. Зайнутдинов Н.З., Каримов Р.И., Турапов А.Т., Шоумаров Р.А., Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Теория механизмов и машин». Т.2006
2. Каримов Р.И., Тураев Ф.Т. Кинематический анализ плоских механизмов с использованием ЭВМ. Учебн. пособ. – Т.: ТашГТУ, 2004.
3. Karimov R.I., Saliev A Amaliy mexanika fanidan electron darslik. – Т.:ToshDTU, 2005.

Elektron resurslar

4. Свидетельство №DGU 00612 (РУз) об официальной регистрации программ для ЭВМ. Название прог. "BALKA2.PAS"// Тураев Ф.Т., Каримов А.Р., 27.02.2003.
5. Свидетельство №DGU 00757 (ГПВ РУз) об официальной регистрации программ для ЭВМ. Название прог. "PLA-RICH.BAS"// Р.И.Каримов, Ф.Т.Тураев, А.Х.Умурзаков, 02.03.2004.
6. Свидетельство №DGU 00516, 00517, 00518 (РУз) об официальной регистрации программ для ЭВМ. Название прог. "UZRN1.PAS", "UZKN2.PAS", "UZKN3.PAS"// Р.И.Каримов, А.С. Нурматов, 25.09.2002.
7. www.ziyonet.uz www.sapr.ru