

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

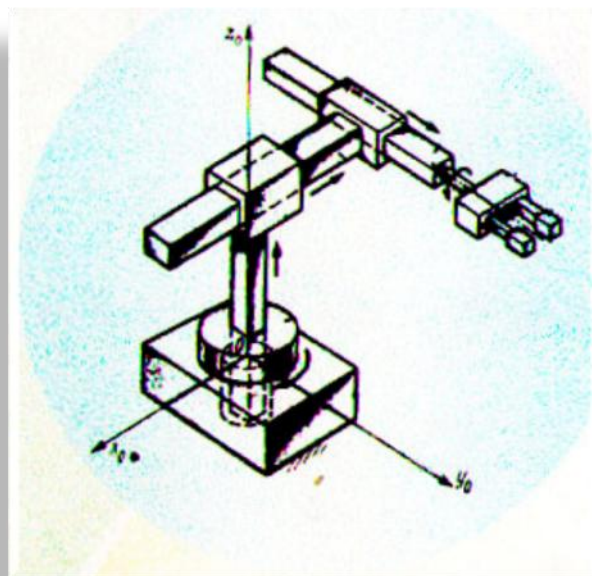
NAMANGAN MUXANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

Qishloq ho‘jaligi transport tizimlari kafedrası

UDK 621 (075)

Mashina va mexanizmlar nazariyasi fanidan masalalar

TO'PLAMI



NAMANGAN-2018

Taklif qilinayotgan masalalar to'plamida mashina mexanizmlar nazariyasidan qisqa nazarish tushuntirishlar birgalikda mexanizmlar tuzilishi, kinematik va dinamikasidan, xamda qatorli tishli reduktorlar va kulochokli mexanizmlar bo'yicha masalalarni yechimi berilgan. Planetar reduktorlarni kinematik analizi va sintezi masalalari bilan birga namuna tariqasida yechimlari ham keltirilgan.

Ushbu uslubiy qo'llanma "Mashina va mexanizmlar nazariyasi" fanidan quyidagi ta'lim yo'nalishlari 5320200-Mashinasozlik texnologiyasi va mashinasozlik ishlab chiqarishni avtomatlashtirish, 5320200-Texnologik mashinalar va jixozlar (tarmoqlar bo'yicha), 5310600-erusti transport tizimlari va ularning ekspluatatsiyasi(transport turlari bo'yicha) talabalariga masalalarni yechish uchun zarur bo'lgan tavsiyalar, ko'rsatmalar keltirilgan.

Tuzuvchi:

dots. J. Muxamedov,
t.f.n. V.Turdaliyev,
ass. A. Qosimov

Taqrizchi:

t.f.d., prof. R.I. Karimov
t.f.d., prof. N.G. Boyboboyev

Uslubiy ko'rsatma Qishloq xo'jaligi transport tizimlari kafedrasining "____" "_____" 2017 yildagi №____-sonli bayonnomasi bilan muxokama qilingan va tavsiya qilingan.

Uslubiy ko'rsatma Namangan muxandislik –qurilish instituti ilmiy-uslubiy uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan va muvofiqlashtiruvchi kengashga tavsiya qilingan "_____" "_____" 2017 yildagi №____-sonli bayoni.T/r №____

Kirish

Mashina va mexanizmlar nazariyasi fanidan masalalar to'plami muxandislik ishi sohasidagi mexanika-mashinasozlik ta'lim yo'nalishlari bo'yicha bakalvrlar tayyorlashda asosiy umumkasbiy fanlarini o'rganishda nazariy bilimlarini mustahkamlashga mo'ljallangan.

Bu o'quv qo'llanmani tayyorlashda ko'rsatilgan o'quv adabiyotlardan [2,5,6,9,16,19] foydalanilgan.

O'quv qo'llanma yetti bobdan iborat. Xar bir bobda qisqacha nazariy bilimlardan tashqari masallarni yechish metodikasi ham keltirilgan.

Birinchi bobda mexanizmlar tuzilishi va turlari bo'yicha masalalar keltirilgan. Bog'lanishlar to'g'risida, kinematik zanjirlar va ularni erkinlik darajalarini aniqlash bo'yicha masallar berilib, ularni ko'rgazmali yechimlari keltirilgan.

Ikkinchi bobda mexanizmlar kinematikasi, ularni turli vaziyatdagi xolatlarni topish, xamda chiziqli va burchak tezlik, tezlanishlarini grafik (diagramma), grafo-analitik va analitik usullar bilan yechilish metodikasi va masalalar berilgan. SHu bobda tishli mexanizmlar kinematikasi, ko'p pog'anali, planetar va differentsial mexanizmlarni uzatish sonini topish masalalarini echish usullari bilan birgalikda keltirilgan.

Uchinchi bobda mexanizmlarga ta'sir etuvchi kuchlar va mexanizmlar kinetostatikasi masalalari yechish usullari bilan berilgan.

To'rtinchi bobda dinamik analiz masalalari va kuch ta'sirida xarakat qonunlarini topish masalalari yechish usullari bilan berilgan.

Beshinchi bobda quyi kinematik juftli mexanizmlarni sintezi masalalari keltirilgan.

Oltinchi bobda tishli mexanizmlarni sintez qilish masalalari yechimlari bilan berilgan.

Ettinchi bobda kulochokli mexanizmlarni analizi va sintez qilish usullari bilan birga masalalar keltirilgan.

Talabalar har bir bobda keltirilgan masalalarni mustaqil yechishi nazariy olgan kinematika, dinamika va mexanizmlarni sintezi to'g'risidagi bilimlarini mustahkamlashga yordam beradi. Ushbu metodik ko'rsatma talabalarda mashina va mexanizmlarini turli xil konstruktsiyalarini o'rganish, ularning tuzilishi, kinematik va dinamik tahlili va sintez tushunchalariga ega bo'lishni o'rgatadi.

Mustaqil tayyorgarlik jarayonida talaba texnikaviy adabiyotlar, internet materiallari va me'yoriy xujjatlar bilan ishlashni uddalashi, auditoriya mashg'ulotlari paytida qabul qilgan informatsiyasini to'g'ri qo'llashni o'rganadi.

I-BOB. MEXANIZMLARNI KLASSIFIKASIYASI VA STRUKTURALI ANALIZI

1.1. Hozirgi zamon mashina va mexanizm turlari.

Mashina va mexanizmlar nazariyasi (MMN) fani mavjud mexanizmlarni analiz qilish va yangi mexanizm va mashina sistemasini yaratishning nazariy asosidir.

Bo'lg'usi injener mashina mexanizmlarning tuzilishi, ishlashi va undan foydalanishni yaxshi bilishdan tashqari, uning kinematik sxemasini to'g'ri chizish, mexanizmlarning analiz qilish va loyihalash, shuningdek ularni geometrik, kinematik va dinamik parametrlarini to'g'ri o'lchash usullarini bilishi kerak.

Asosiy ishni mashinaning ishchi organi bajaradi. Masalan. Generator yordamida mexanikaviy energiya elektr energiyasiga aylantiriladi va bu energiya ishchi organlarga uzatish mexanizmlar orqali uzatiladi. Ishchi organlar masalan tikuv mashinasi ignasi, yer qazish mashinasida kovushi (kuragi) va boshqalardir.

Har qanday mashina ma'lum foydali ish bajaradi. Ana shu tufayli foydali ish bajarishi uchun mashinada quyidagi asosiy belgilar bo'lishi kerak:

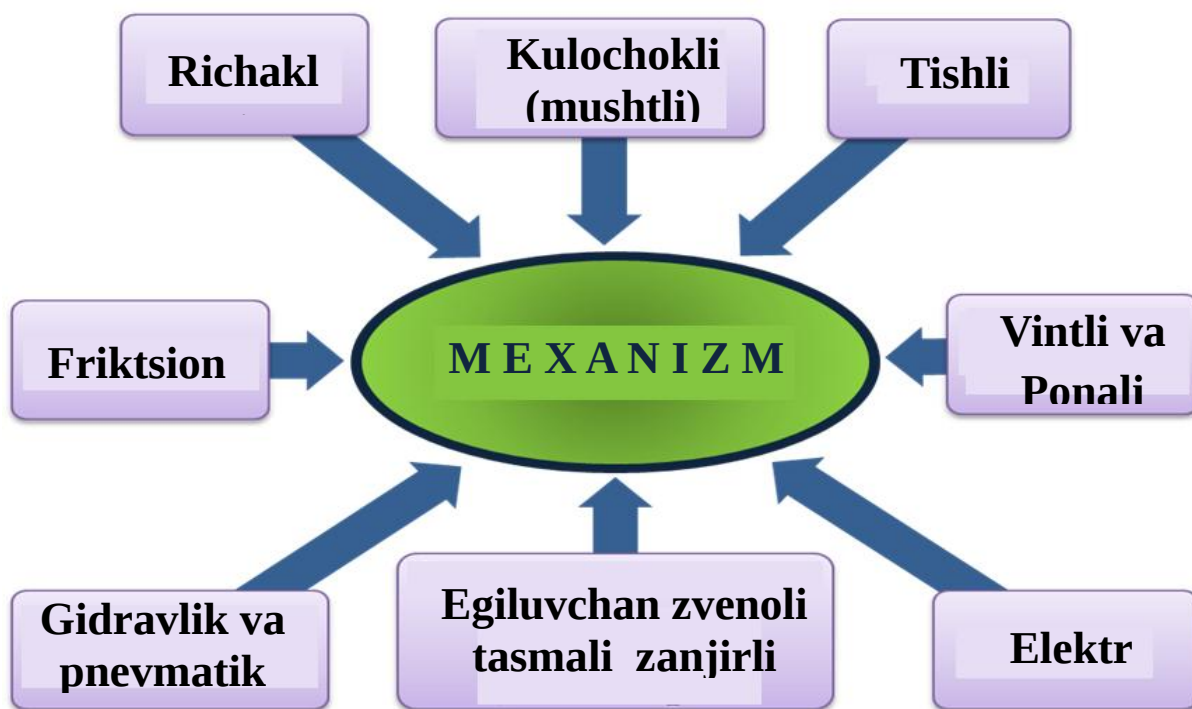
1. Mashina ma'lum tartibda tuzilgan bo'lishi;
2. Uning qismlari ma'lum tartibda harakat qilishi;
3. Mashina tegishli foydali mexanik ish bajarishi shart.

Mashinada shu uch belgidan faqat ikkitasi bo'lib, uchinchi bo'lmasa, u holda mashina mexanizmga aylanadi. Demak, mexanizm foydali ish bajarmaydi va energiyani bir turdan boshqa turga aylantirmaydi. Mexanizmning vazifasi ma'lum tartibda harakat qilish yoki harakatni uzatishdan iboratdir.

Mashina va mexanizmlar nazariyasini o'rganishda, avvalo shu mexanizm tarkibida kiruvchi qismlar (zvenolar) absolyut qattiq

jismlar deb ularni harakati vaqtida shu qismlarda hech bir deformatsiya bo'lmaydi deb faraz qilinadi. Mashinasozlikda ishlatilayotgan barcha mexanizmlarning konstruksiyasiga qarab asosan quyidagi turlarga bo'lish mumkin.

Mexanizm turlari

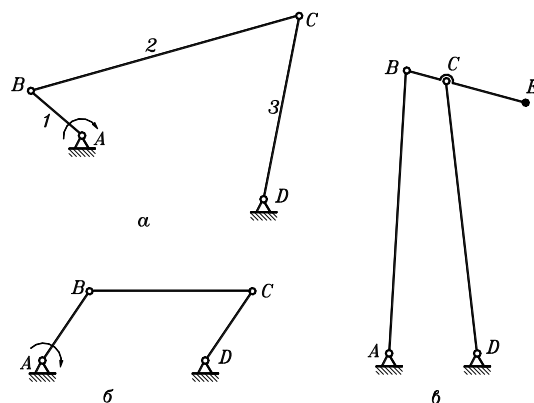


Richagli mexanizmlar

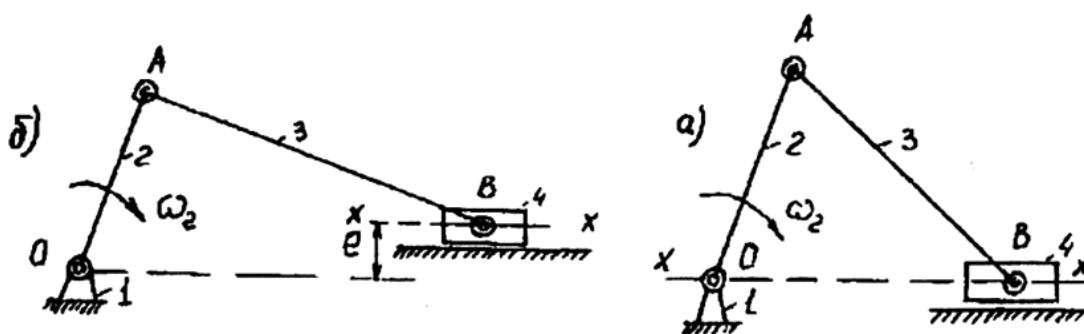
Richagli mexanizmlar hozirgi zamon mashina va mexanizmlarida juda ko'p ishlatiladi. Masalan, to'quv stanoklarida, suv nasoslarida, xamir qorish mashinasi tarkibida va ikkita krivoshipi bo'lgan mexanizmlar suv nasoslarida ishlatiladi. (1.1-1.2-1.3-1.4-rasmlar)



1.1-rasm. Ikki zvenoli mexanizmlar.

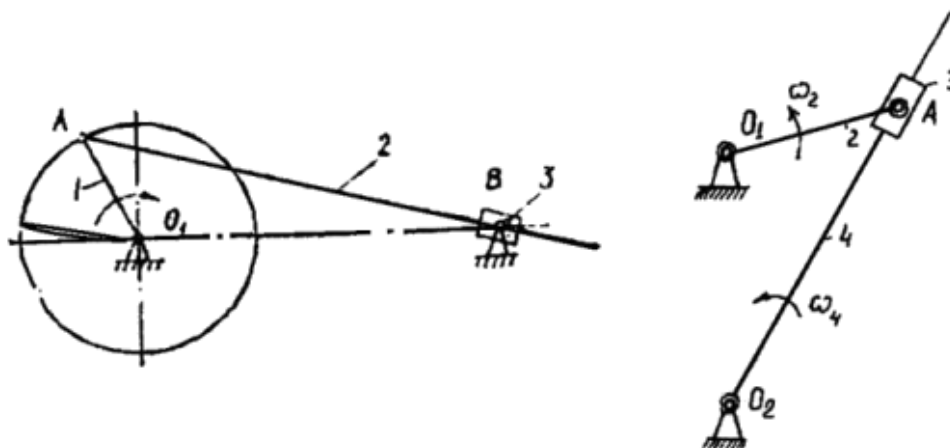


1.2-rasm. To'rt zvenoli richagli mexanizmlar.



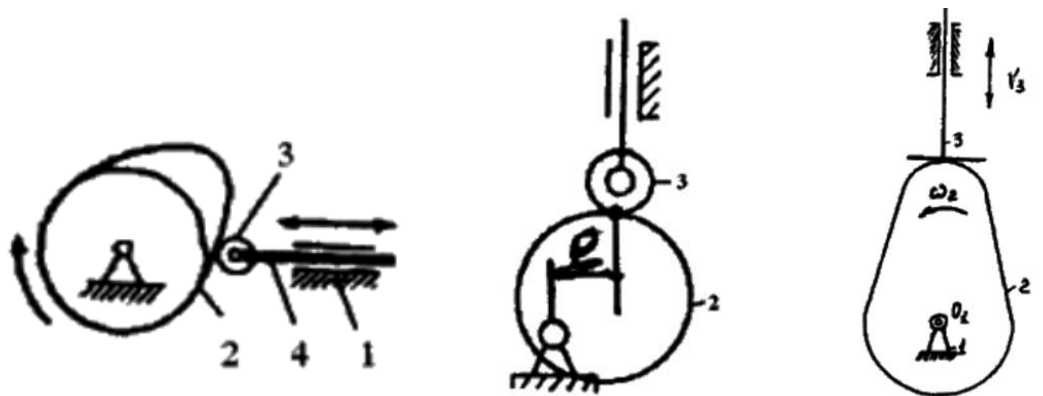
1.3-rasm. a-aksial b-dezaksial krivoship shatunli richagli mexanizm

Koromisloli mexanizmlar pichan ag'darish mashinasida, ko'tarish kranlarida va hokazolarda ishlatiladi.



1.4-rasm. Kulisali richagli mexanizmlar.

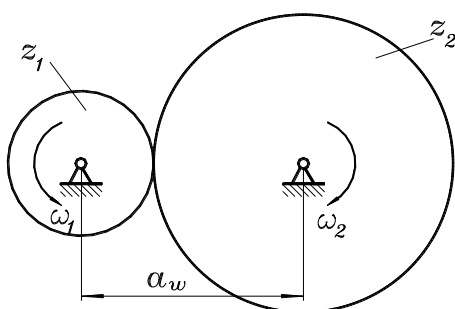
Kulisali mexanizmlar rotor nasoslarida, tikuv mashinalarida, poligraf mashinalarida, randalash mashinalarida va boshqa sohalarda ko'p ishlatiladi.



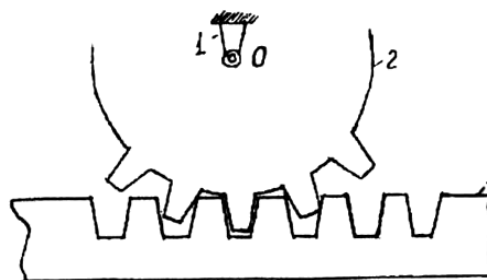
1.5-rasm. a-Aksial kulachokli, b-dezaksial kulachokli, v-tekis turtkichli kulachokli mexanizmlar. 1-Qo'zg'almas zveno: yedizaksiellik; 2-kulochok; 3-rolik; 4-turtkich.

Tishli g'ildirakli mexanizmlar

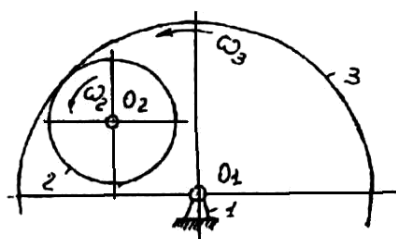
Bir valdan ikkinchi valga aylanma harakatning uzatish uchun ko'pincha tishli uzatma ishlatiladi. (1.6-1.7-,1.8-1.9-rasmlar).



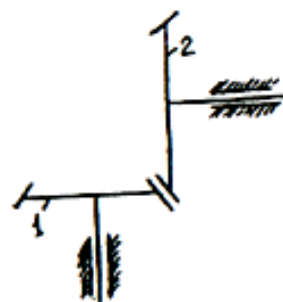
1.6-rasm. Tishli ilashmali oddiy silindrik tishli uzatma



1.7-rasm. Reykali tishli uzatma



1.8-rasm. Ichki ilashmali oddiy silindrik tishli mexanizm

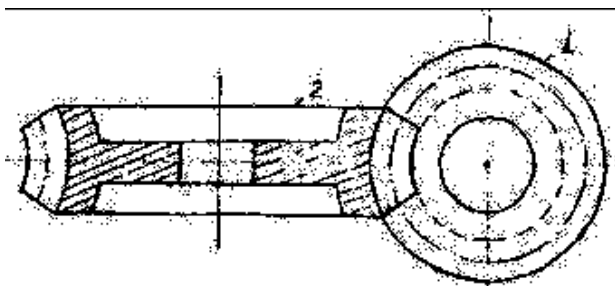


1.9-rasm. Konusli tishli mexanizm

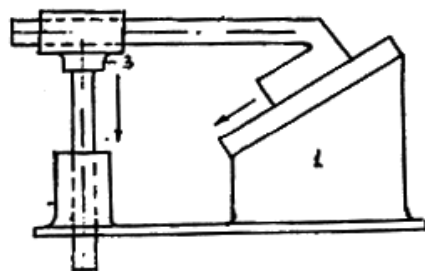
Vintli va ponali mexanizmlar

Zvenolari faqat ilgarilanma (to'g'ri chiziqli) harakat qiluvchi mexanizmlar ponali mexanizmlar deyiladi.

Mexanizm tarkibiga kiruvchi ayrim zvenolari vintsimon harakat qilsa, bunday mexanizmlar vintli mexanizm deyiladi. (1.10-rasm).



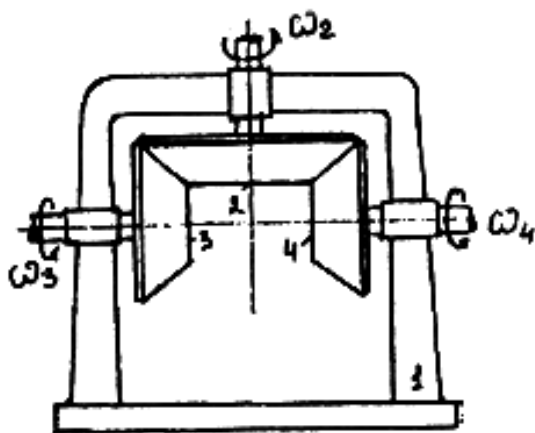
1.10-rasm. Chervyakli mexanizm



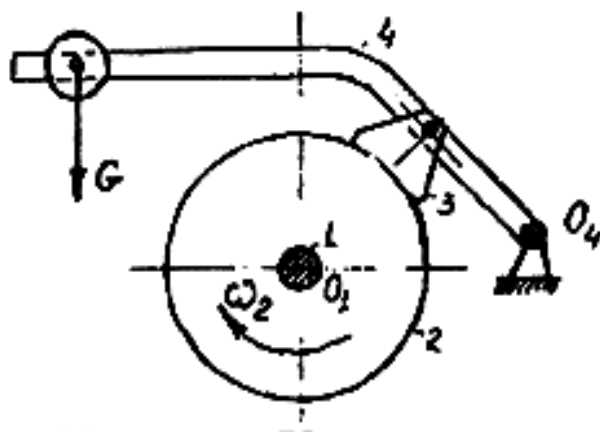
1.11-rasm. Ponali mexanizm

Friksion mexanizmlar

Ishqalanish kuchlari yordami bilan harakatga keluvchi yoki xarakatni to'xtatiluvchi mexanizmlar friksion mexanizmlar deyiladi. (1.12-,1.13-rasmlar).



1.12-rasm. Friksion uzatma

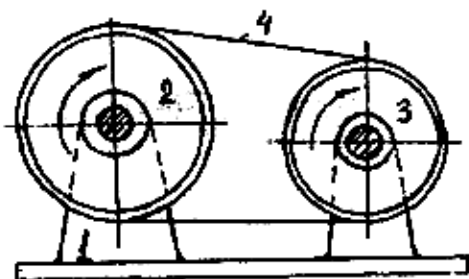


1.13-rasm. Kolodkali tormoz

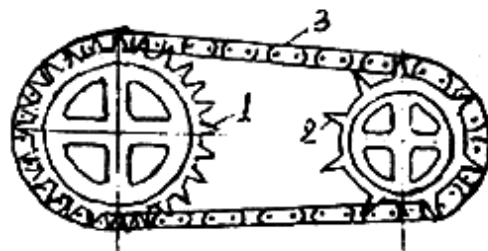
Egiluvchan zvenoli mexanizmlar

Hozirgi zamon texnikasida egiluvchan zvenolarni (arqonlar, tasmalar, zanjirlar, troslar va boshqalar) o'z ichiga oluvchi mexanizmlar ham ko'p ishlatiladi. (1.14-1.15-rasmlar).

Egiluvchan zvenoli mexanizmlar yordami bilan o'qlari yetakchi zveno o'qiga parallel va ayqashib o'tuvchi zvenolarga harakat uzatiladi. Bunday mexanizmlar to'qimachilik sanoatida, og'ir industrial sanoatda, qishloq xo'jalik mashinalarida va boshqa joylarda qo'llaniladi.



1.14 -rasm. Tasmali
uzatma



1.15-rasm. Zanjirli uzatma

Gidravlik va pnevmatik mexanizmlar

Harakat uzatish uchun oraliq vositasi sifatida suyuqlik yoki gaz ishlatilsa bunday mexanizmlar gidravlik yoki pnevmatik mexanizmlar deyiladi.

Gidravlik yoki pnevmatik mexanizmlar avtomobillarda, traktorlarda, bug' qozonlaridagi suyuqlik balandligini bir mehyorda saqlab turishda, hozirgi zamon kran va ekskavator mexanizmlarini harakatga keltirishda va boshqa ko'p sohalarda ishlatiladi.

Elektrik mexanizmlar

Hozirgi zamon texnikasining turli tarmoqlarda tarkibiga elektrik elementlar kirgan mexanizmlar juda ko'p ishlatiladi.

Elektr mexanizmlari orqali jarayonlarni tez to'xtatib yoki tez yurgizish mumkin. Elektr mexanizmlari nazarot ishlarida va turli jarayonlarni yozib olish ishlarida samarali natijalar beradi.

1.2. Bog'lanishlar to'g'risida umumiy tushuncha

Fazodagi kuchlar ta'sirida ixtiyoriy harakat qiladigan material nuqta **erkin nuqta** deb ataladi.

Material nuqtaning fazodagi harakati, biror geometrik va kinematik xarakterdagi shartlar bilan cheklab qo'yilsa, bunday material nuqta **erksiz nuqta** deb ataladi. Nuqtaning erkin harakatini cheklab turuvchi shartlar **bog'lanishlar** deb ataladi.

Agar material nuqtaga qo'yilgan bog'lanishlar uning fazodagi holatini va tezligini cheklasa, u holda bunday bog'lanishlar *golonomsiz yoki kinematik bog'lanish* deyiladi va formulasi quyidagicha bo'ladi.

$$\psi = \left(x, y, z, \frac{dy}{dt}, \frac{dx}{dt}, \frac{dz}{dt}, t \right)$$

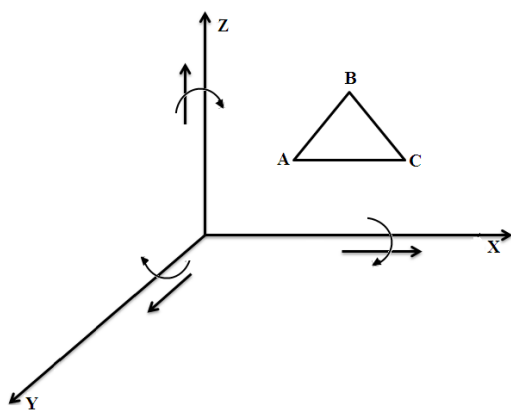
Biri ikkinchisiga yoki, aksincha ikkinchisi birinchisiga nisbatan harakatlanuvchi ikki zvenoning qo'shilmasi *kinematik juft* yoki *kinematik bog'lanish* deb ataladi. Ikki zvenoning bir-biri bilan tegishib turgan yerlarini juftlarning elementlari deyiladi.

Har qanday mexanizm bir necha zvenoning bir-biri bilan ma'lum tartibda qo'shilishidan hosil bo'ladi. Mexanizm tarkibiga kiruvchi zvenolarning har biri ma'lum tartibda harakat qilishi shart. Agar sistema tarkibiga kiruvchi zvenolar ma'lum tartibda harakat qilmasa, u holda, bunday sistema mexanizm bo'lmaydi, tartibsiz harakat qiluvchi sistema bo'ladi.

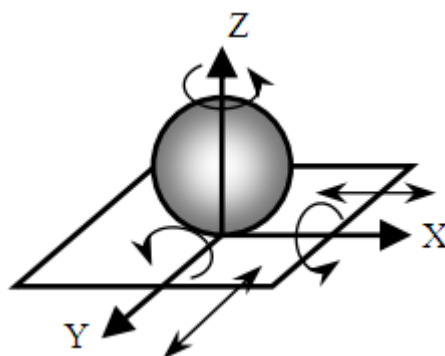
Kinematik juft tarkibiga kiruvchi zvenolarning tartibli harakat qilishi uchun, shu zvenolarning nisbiy harakatiga kerakli chek qo'yiladi va buni kinematik juftlardagi bog'lanish shartlari deb ataladi.

1.3. Kinematik juftlar va ularni klassifikatsiyasi

Erkin jism fazoda 6 ta harakatga ega ulardan uchasi X, Y, Z o'qlari bo'ylab ilgarilanma harakatdan, uchasi esa o'qlar atrofida aylanma harakatdan (1.16-rasm) iborat bo'lishi mumkin.



1.16-rasm.



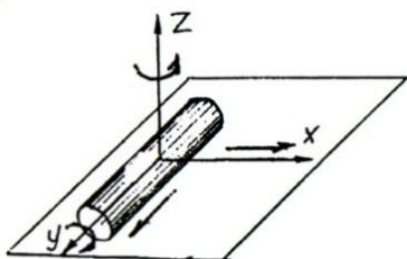
1.17-rasm.

Erkinlik darajasi N , bogʻlanish shartlari sonini S bilan belgilasak, quyidagi tenglamani xosil qilamiz: $S+N=6$ yoki $S=6-N$.

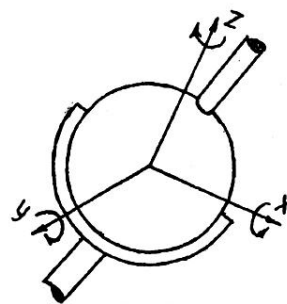
Tekislik ustida shar turgan boʻlsin, unda tekislik bilan shar birgalikda kinematik juft hosil qiladi (1.17-rasm).

Shar tekislikda 3 ta X, Y, Z oʻqlari atrofida aylanma harakat va X, Y oʻqlari boʻylab ilgarilanma harakat qilishi mumkin. Shar oʻq boʻylab pastga harakat qilolmaydi, chunki uning harakatiga tekislik toʻsqinlik qiladi. Sharni yuqoriga koʻtarish yaramaydi, aks holda shar bilan tekislik orasida bogʻlanish buziladi va juftlik yoʻqoladi. $S=6-N=6-5=1$ Demak, shar bilan tekislik 1-sinf kinematik juft hosil qiladi.

Agarda tekislik ustida silindr boʻlsa, bu silindr Z va X oʻqlari atrofida aylanma harakat X va Y oʻqlari boʻylab ilgarilanma harakat qilsa (1.18-rasm) $S=6-4=2$.



1.18-rasm.



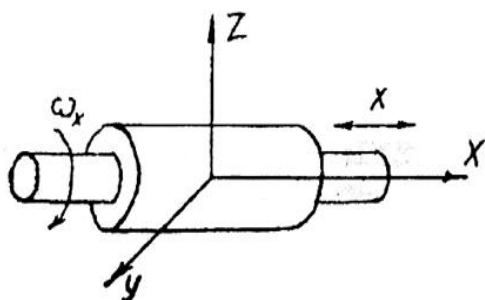
1.19-rasm.

Bayon qilingan kinematik juft *II* sinf kinematik juftga kiradi.

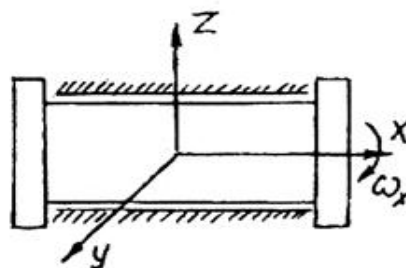
Sferik qobiq ichiga solingan shar bogʻlanishlar soni uchga teng boʻlgan kinematik juftga toʻgʻri keladi (1.19-rasm).

$S=6-3=3$ Demak sharli kinematik juft *III* sinf kinematik juftidir.

Gʻovak silindr ichiga silindr joylashgan boʻlsa, ular bir-biriga nisbatan faqat X oʻqi atrofida aylanma harakat va shu oʻq boʻylab ilgarilanma harakat qiladi. Demak, kinematik juft tarkibidagi zvenoning bir oʻq atrofida xam aylanma, xam ilgarilanma xarakati bor ekan. Bogʻlanishlar soni $N=4$ ga teng boʻladi (1.20-rasm). $S=6-N=6-4=2$ *IV*-sinf kinematik juft boʻladi.



1.20-rasm.



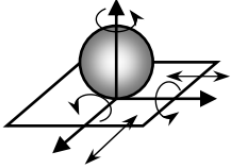
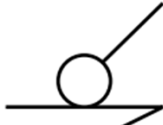
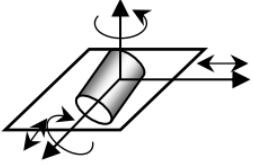
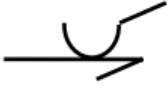
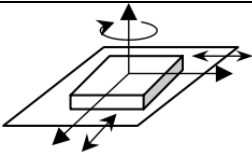
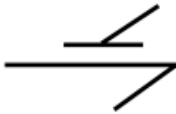
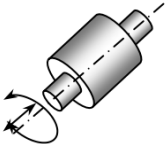
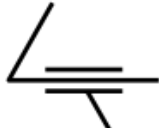
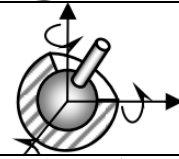
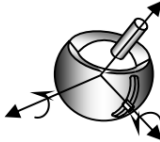
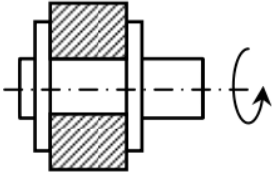
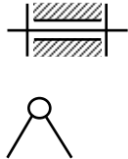
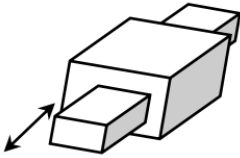
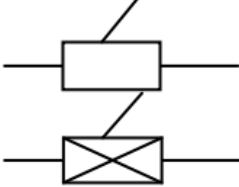
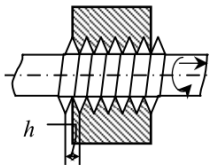
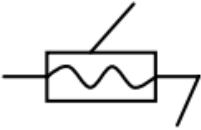
1.21-rasm.

V-sinf kinematik juftga faqat ilgarilanma yoki faqat aylanma harakat qila oladigan kinematik juftlar kiradi (1.21-rasm).

Vintli uzatmalarda ham aylanma harakat ixtiyoriy ilgarilanma harakat mavjud, lekin bu harakat $h = f \dot{\varphi}$ tenglamasi bilan bog'langan bo'ladi. Buni V sinf kinematik juft deb hisoblaymiz va quyidagi tenglamaga ko'ra harakat qiladi.

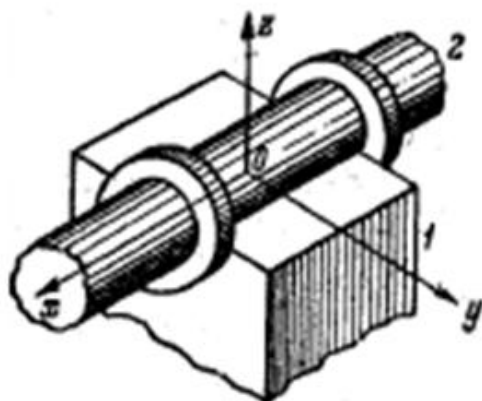
$$h = h \cdot \frac{\varphi}{2\pi};$$

Kinematik juftlarni mashina va mexanizmlarda ishlatilishiga qarab va ularni chizmadagi sxema ko'rinishini 1-jadvalda keltirikgan. A va I xarflari A-aylanma, I-ilgarlanma kinematik juftligini bildiradi. Ularni soni nechta bo'lsa kinematic juftliklar xam shuncha bo'ladi.

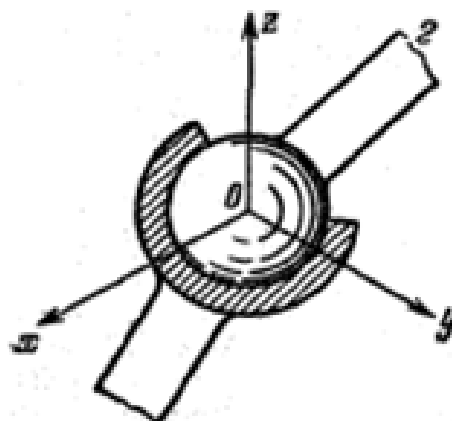
Kinematik juft	Rasmi	Sxema ko‘rinishda belgilanishi
Tekislikdagi shar $H = 5, S = 6 - H = 1$ AAAI		
Tekislikdagi tsilindir $H = 4, S = 6 - 4 = 2$ AAII		
Tekislikdagi prizma $H = 3, S = 6 - 3 = 3$ AII		
Silindr $H = 2, S = 6 - 2 = 4$ AI		
Sferik $H = 3, S = 6 - 3 = 3$ AAA		
Barmoqli sferik $H = 2, S = 6 - 2 = 4$ AA		
Aylanma to‘siqli $H = 1, S = 6 - 1 = 5$ A		
Ilgarlanma $H = 1, S = 6 - 1 = 5$ I		
Vintli $H = 1, S = 6 - 1 = 5$ AI		

Kinematik juftning klasini topishga doir masalalar.

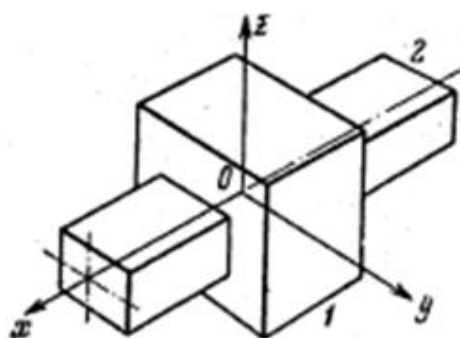
1-10-Masalalar kinematik juftlarda qaysi xarakatiga o'q va qanday xarakatiga chek qo'yilganligini toping.



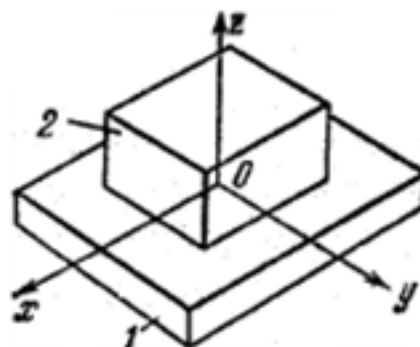
1-masala



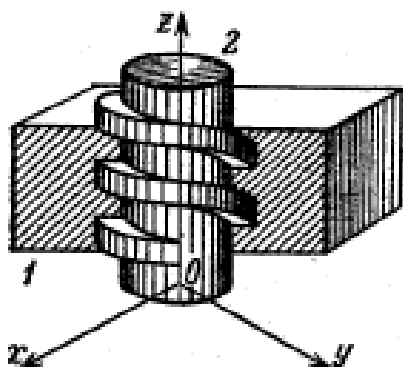
2-masala



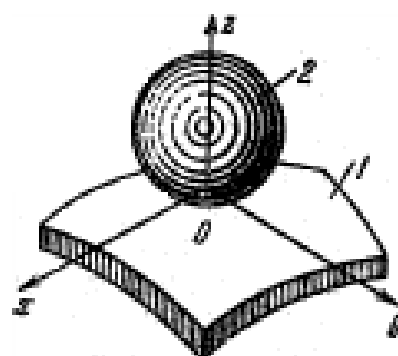
3-masala



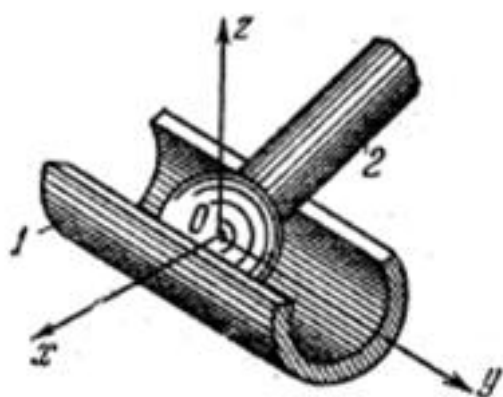
4-masala



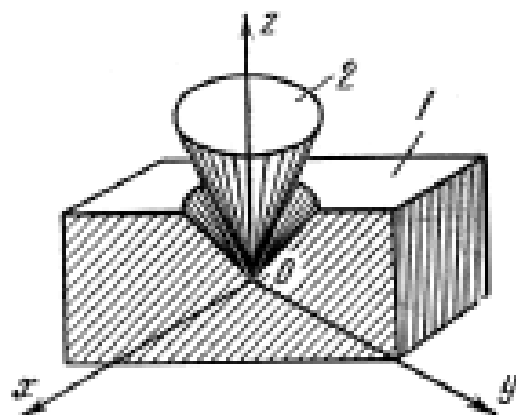
5-masala



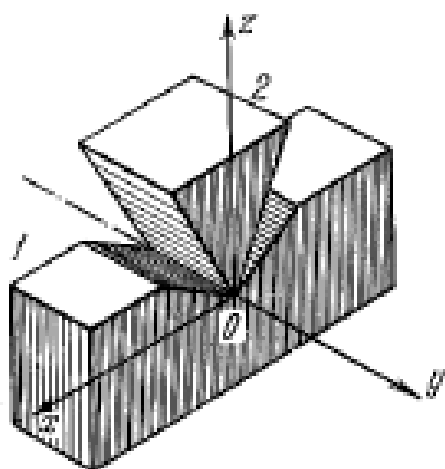
6-masala



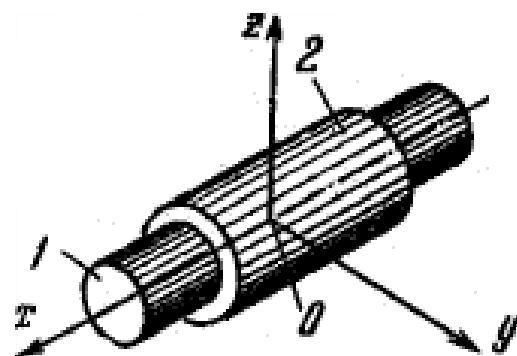
7-masala



8-masala



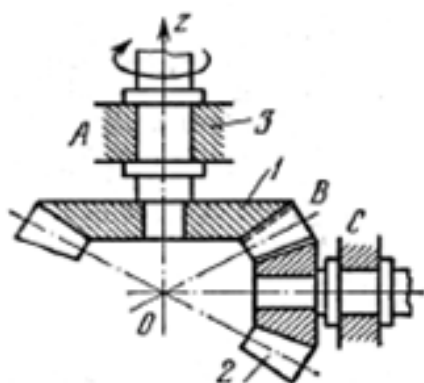
9-masala



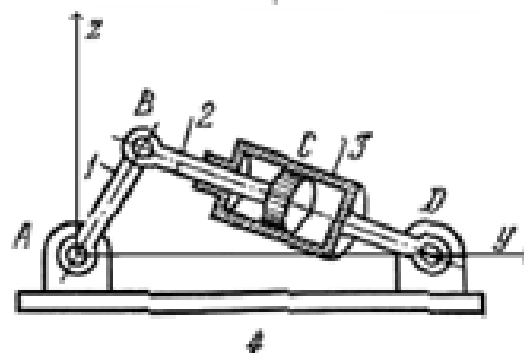
10-masala

11-Masala. Konussimon tishli mexanizmni erkinlik darajasini toping.

12-Masala. Gidrouzatma mexanizmini erkinlik darajasini toping.



11-masala

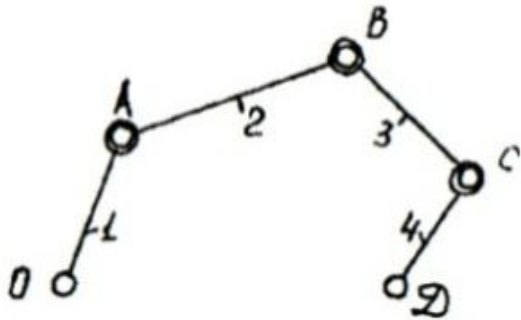


12-masala

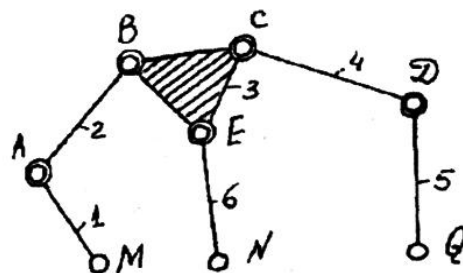
1.4. Kinematik zanjirlar va ularni erkinlik darajasi

Kinematik zanjirlar deb bir necha zvenoning kinematik juftlari vositasi bilan bog'lanishidan hosil bo'lgan qo'zg'aluvchi sistemaga aytiladi.

Agar kinematik zanjir tarkibiga kiruvchi zvenolarning biri faqat ikkitadan kinematik juftga kirsa, bunday zanjir *oddiy* deb, kinematik zanjir tarkibidagi zvenolarning biri ikkit ikkitadan ortiq kinematik juftga qo'shilsa, bunday zanjir *murakkab* zanjir deb ataladi (1.22-rasm va 1.23-rasm).



1.22-rasm Oddiy kinematik zanjir



1.23-rasm Murakkab kinematik zanjir.

K ta zvenoning kinematik juftlarga kirishmasdan ilgari umumiy erkinlik darajasi $6K$ bo'ladi. Agar K ta zvenodan tuzilgan kinematik zanjir tarkibiga yuqoridan bayon etilgan I, II, III, IV, V sinf kinematik juftlar bor deb faraz qilsak va shu kinematik juftlar sonini tegishli P_1, P_2, P_3, P_4 va P_5 -harflar bilan belgilasak, u holda kinematik juftning erkinlik darajasi.

$$N = 6K = 5P_5 - 4P_4 - 3P_3 - 2P_2 - 1P_1$$

N -kinematik zanjirlarni erkinlik darajasi.

K -kinematik zanjir tarkibiga kiruvchi zvenolarning umumiy soni.

$5P_5 - 4P_4 - 3P_3 - 2P_2 - 1P_1$ -kinematik zanjir tarkibidagi I, II, III, IV, V sinf kinematik juftlar soni.

Bir zvenoli qo'zg'almas bo'lgan kinematik zanjirning qo'zg'aluvchanlik darajasi quyidagicha bo'ladi:

$$W = N - 6 = 6(K - 1) - 5P_5 - 4P_4 - 3P_3 - 2P_2 - 1P_1$$

$K - 1 = n$, deb olsak

$$W = 6n - 5P_5 - 4P_4 - 3P_3 - 2P_2 - 1P_1 \quad (1.1)$$

(1.1) formula fazoviy mexanizmlarning qo‘zg‘aluvchanlik darajasini topish uchun A.P. Malishev formulasi deyiladi.

1.5 Tekislikda harakat qiluvchi mexanizmlarning tuzilishi

Kinematik zanjirlar tarkibiga kiruvchi zvenolarning birini mahkamlab qo‘yish yo‘li bilan mexanizmlar hosil qilinadi. Har qanday mexanizmda harakat qonunlari berilgan zvenolar va harakat qonunlari berilmagan zvenolar bo‘ladi. Shunday qilib harakat qonunlari berilgan zvenolarni yetaklovchi, berilmaganini yetaklanuvchi zvenolar deb ataymiz.

Shunga qarab mexanizmga quyidagicha tahrif berish mumkin:

Kinematik zanjir tarkibiga kiruvchi qo‘zg‘almas biror zvenoga nisbatan bir yoki bir necha zveno muayyan tartibda harakatlangan vaqtda zanjirning qolgan zvenolari ham ma’lum tartibli harakat qilsa, bunday kinematik zanjir mexanizm deb ataladi.

Mexanizmlar tarkibidagi barcha zvenolar bir tekislikda yoki bir-biriga parallel tekislikda harakat qilsa, bunday mexanizmlar tekislikda harakat qiluvchi (tekis) mexanizmlar deb ataladi.

Bunday mexanizmlarning tuzilishi formulasi quyidagicha bo‘ladi:

$$W=3n-2P_5-P_4 \quad (\text{Chebishev formulasi})$$

Agar mexanik sistemasining qo‘zg‘aluvchanligi darajasi birga teng ($W=1$) bo‘lsa, bu sistema bitta yetaklovchi zvenoga ega mexanizm bo‘ladi. Qo‘zg‘aluvchanlik darajasi $W=2$ bo‘lsa, ikkita yetaklovchi zveno bo‘ladi.

Xar qanday mexanizm bitta yoki bir necha detallar va kinematik juftlardan iborat. Xamma qo‘zg‘almas detallar bitta qo‘zg‘almas sistema deb qaraladi va uni qo‘zg‘almas zveno deyiladi.

Xarakatlanuvchi zvenolarni xarakat qilishiga qarab quydagi asosiy turlarga bo‘lish mumkin:

a) *Krivoship*- to‘la 360^0 ga aylanma xarakat qila oluvchi zveno
1.1-rasm

b) *Koromislo*-biron bir qo‘zg‘aluvchan tayanchga nisbatan tebranma xarakat qiladigan zveno *1.2-rasm*

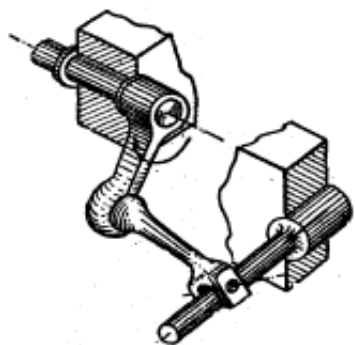
- c) *Shatun* – bu zveno murakkab xarakat qiladi ya'ni ilgarlanma va aylanma xarakat qiladigan zveno.
- d) *Polzun* – faqat ilgarlanma-qaytarilanma xarakat qiladigan zveno. 1.3-rasm
- e) *Kulisa* – qo'zg'aluvchi va yo'naltiruvchi ya'ni xam ilgarlanma va tebranma xamda krivoship o'qiga nisbatan aylanma-tebranma xarakat qiladigan zveno. 1.4-rasm
- f) *Kulochok* – bu zveno egri chiziqli profil bilan qoplangan va unga yondoshgan oliy kinematik juft xosil qilgan zvenoni xarakat xarakterini belgilovchi zveno. 1.5-rasm
- g) *Ekssentrik* –kulochokni xususiyy ko'rinishi. Profil aylanadan iborat bo'lib, aylanish o'qi markazdan siljirilgan zveno. 1.6-rasm
- h) *Turtkich*- kulochok bilan oliy kinematik juft xosil qilgan zveno. Odatda ilgarlanma xarakat qiluvchi turtkichli 1.7a-rasm va tebranma xarakat qiluvchi turtkichli 1.7b-rasm bo'lishi mumkin.
- i) *Tishli g'ildirak*- bir-biri bilan oliy kinematik juft xosil qiluvchi tishli zveno.

Mexanizmlarni kinematik sxemasi mexanizmni strukturasi va kinematik xususiyatlarini ochib beradi.

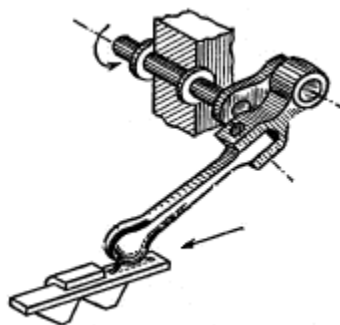
Mexanizmni sxemasini quyidagi tartibda chizish taklif qilinadi:

1. Mexanizmni qayerda va qanday kinematik parametrlar uchun ishlatilishini bilib olish.
 2. Umumiy zvenolar sonini aniqlab olish, qo'zg'almas zvenolar bilan birga $n = k - 1$
 3. Mexanizmda ortiqcha va passiv zveno, xamda qo'shimcha shartlar mavjud yoki mavjud emasligini aniqlab olish.
 4. Kinematik juftlar soni va klassini aniqlab, erkinlik darajasini topish.
 5. Mexanizmni sxemasini chizishni qo'zg'almas kinematik juft elementlarini joylashtirishdan keyin yetaklovchi zvenoni chizib unga ulanadigan yetaklanuvchi zvenolar zanjirini chiziladi.
- Tekis mexanizmlarni chizishda parallel tekislikda xarakat qiluvchi zvenolar xam bir tekislikda bo'lishi kerak.

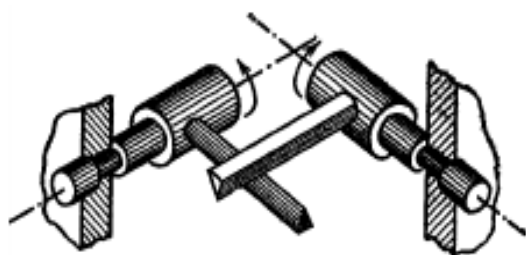
Yuqoridagilarni xisobga olib 13-22 masalalarda mexanizmlar sxemasini to'g'ri chizish, 23-40 masalalarda mexanizm sxemasi bo'yicha zvenolar va kinematik juftlarni sonini aniqlab ularni qo'zg'aluvchanlik darajasini topish taklif qilinadi.



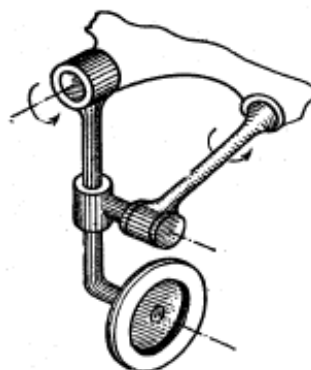
13-masala



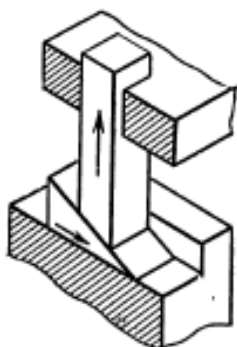
14-masala



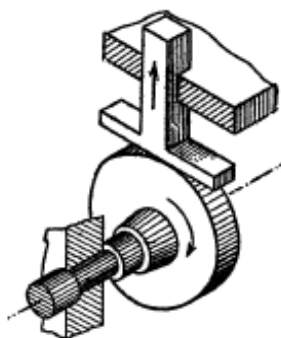
15-masala



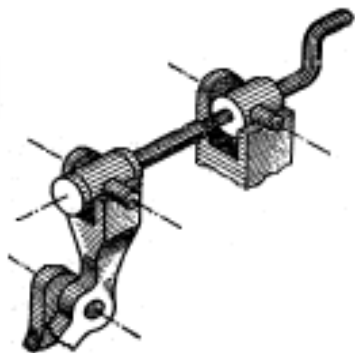
16-masala



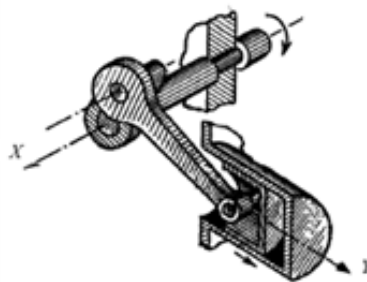
17-masala



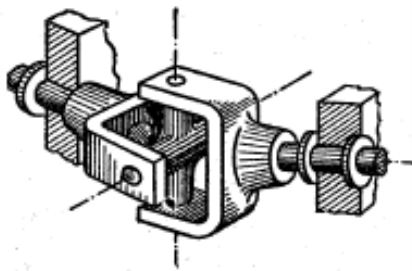
18-masala



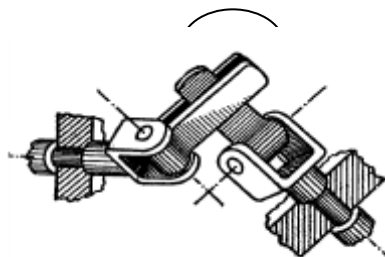
19-masala



20-masala

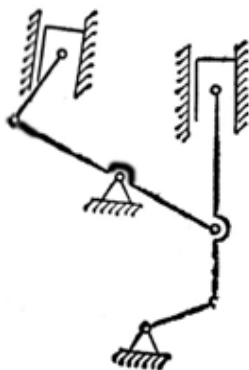


21-masala

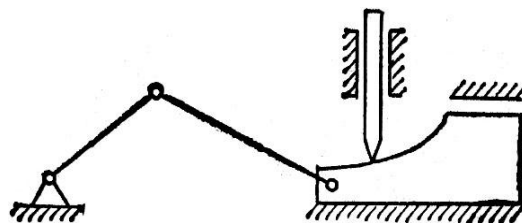


22-masala

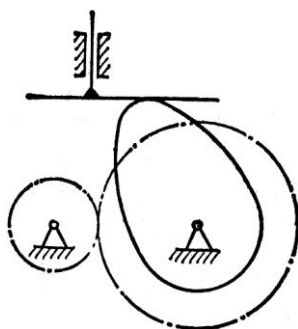
Berilgan 23-40 masalalarda ko'rsatilgan sxemadagi mexanizmlarning tartib raqamini qo'yib, qo'zg'aluvchanlik darajasi zvenolar va kinematik juftlar soni aniqlansin.



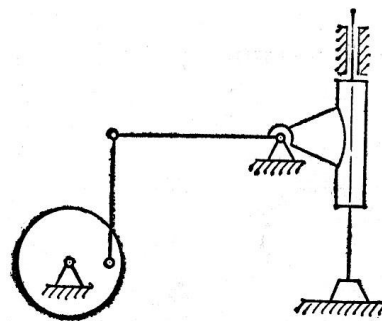
23-masala



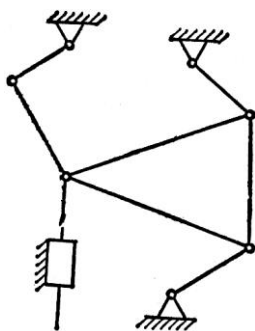
24-masala



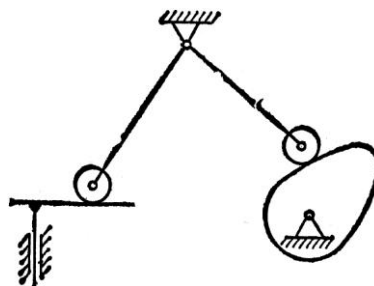
25-masala



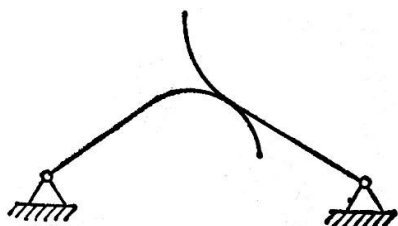
26-masala



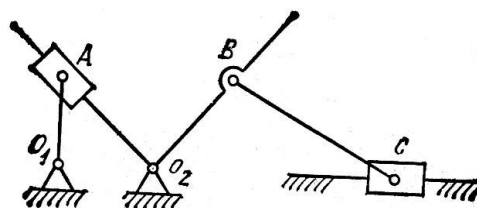
27-masala



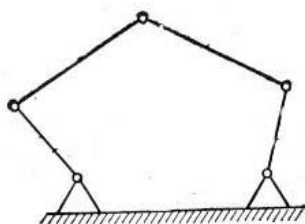
28-masala



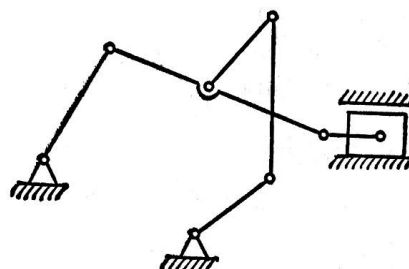
29-masala



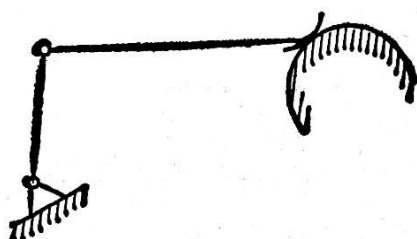
30-masala



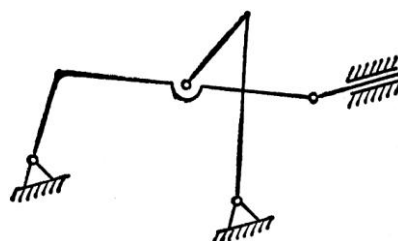
31-masala



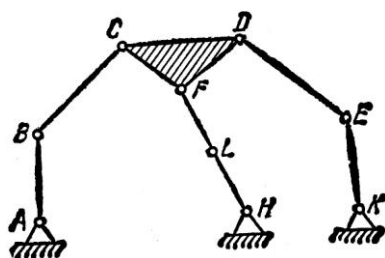
32-masala



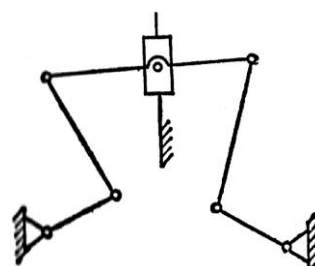
33-masala



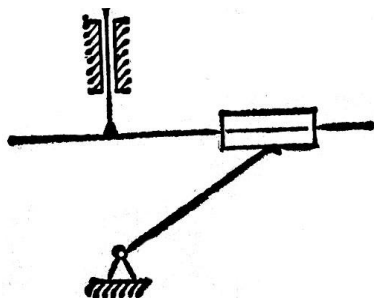
34-masala



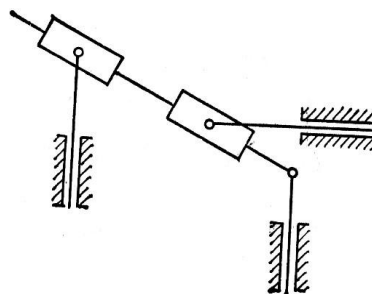
35-masala



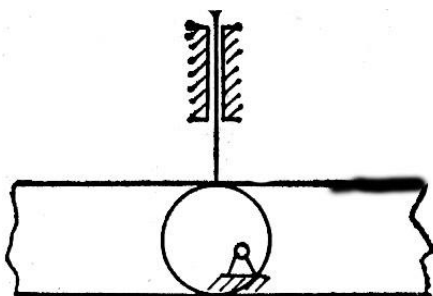
36-masala



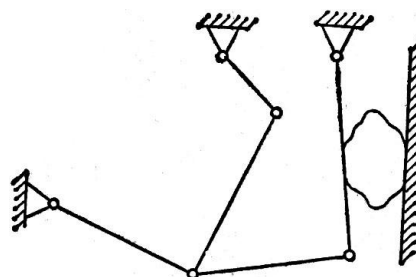
37-masala



38-masala



39-masala



40-masala

1.6 Tekis mexanizmlarni strukturali klassifikatsiyasi.

Texnikada uchraydigan barcha mexanizmlarni ularning erkinlik darajalari soniga qarab asosan quyidagi uchta sinfga bo'lish mumkin.

1) I sinf mexanizmi. Bu sinfga erkinlik darajasi 1 teng bo'lgan mexanizmlar kiradi. Bu mexanizmlar texnikada juda ko'p tarqalgan.

Masalan: To'quv avtomat mashinalarining asosiy mexanizmi, ichki yonuv dvigateldagi krivoship polzunli mexanizm, barcha turdagi planetar mexanizmlar, barcha kulachokli mexanizmlar shular jumlasidandir.

2) II-sinf mexanizmi ularga erkinlik darajasi 2 ga teng bo'lgan mexanizmlar kiradi.

Bular differensial mexanizmlar, besh zvenoli richagli mexanizmlar.

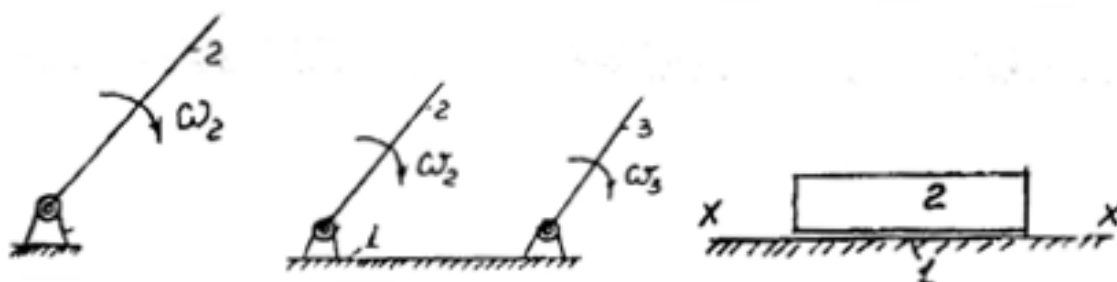
3) III-sinf mexanizmlar. Bunday mexanizmlar guruhiga erkinlik darajasiga 3 ga teng va undan ham ortiq bo'lgan mexanizmlar kiradi.

Bularga hozirgi zamon ko'tarish kranlari mexanizmlari va boshqalari kiradi.

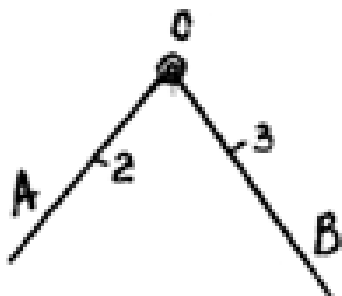
Mexanizmlar hosil qilishni L.V.Assur birinchi marta quyidagicha tahriflagan.

Har qanday mexanizm yetaklovchi zveno bilan qo'zg'aluvchanlik darajasi nolga teng bo'lgan kinematik zanjirlarni ketma-ket qo'shilishi orqali hosil qilish mumkin.

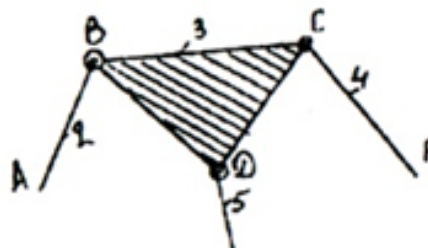
Agar mexanizmning qo'zg'aluvchanlik darajasi birga teng bo'lsa, u holda uning yetaklovchi zvenosi ham bitta bo'ladi, agar ikkita bo'lsa, ($W=2$) uning yetaklovchi zvenolari ikkita bo'ladi va hakoza.



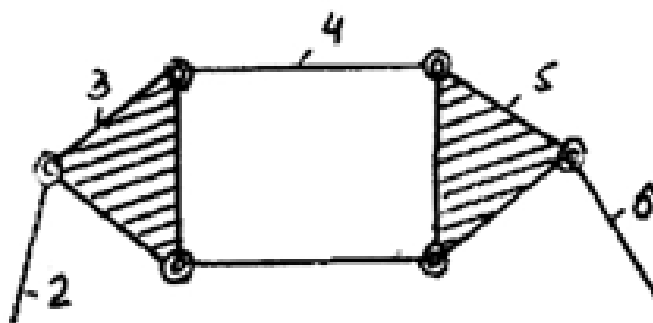
I sinf 1-tartibli mexanizmlar.



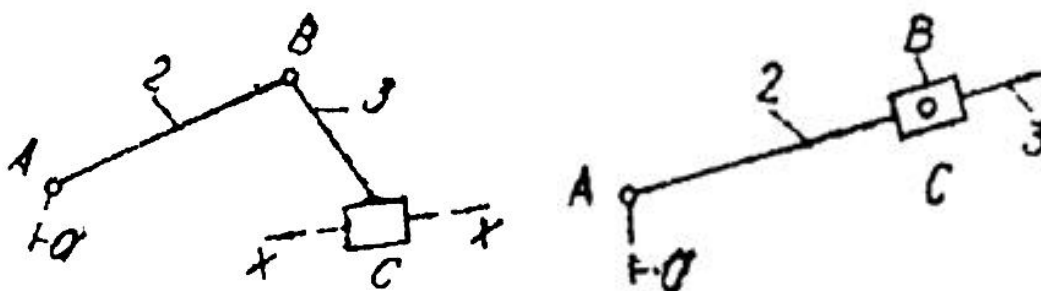
2 sinf guruxi



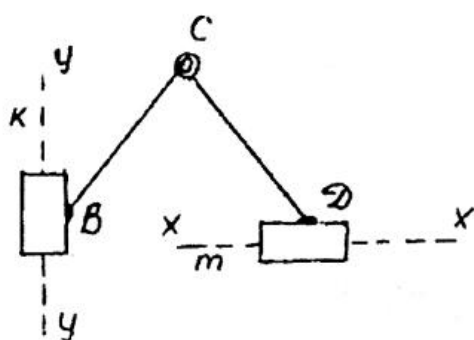
3 sinf guruxi



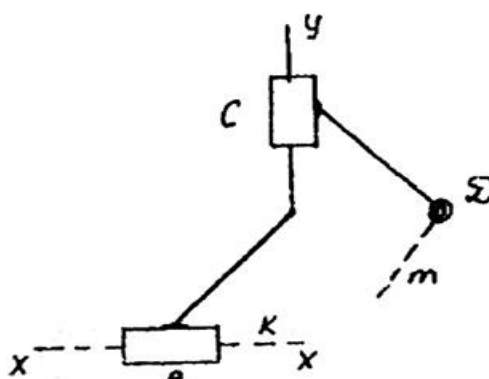
4 sinf yopiq kontur guruh ($n=4$, $P_5=6$)



2 sinf 2 tartibli guruhning modifikatsiyalaridir;



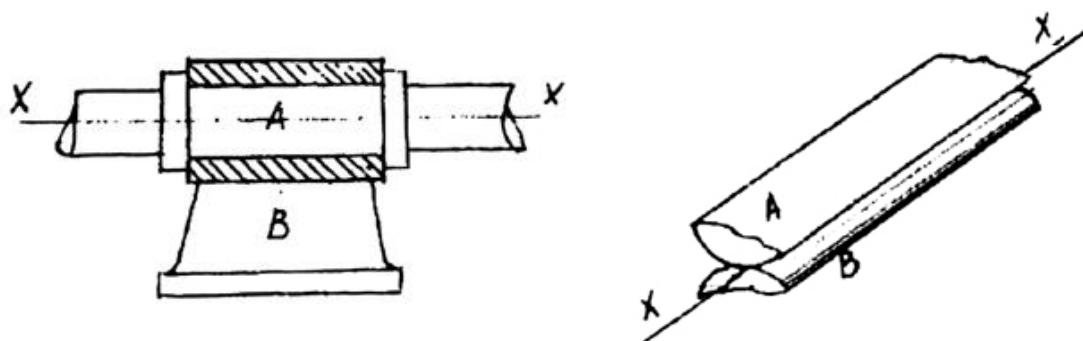
2 sinf 4-tur guruhi.



2 sinf 5-tur guruhi.

Kinematik juft deb, bir-biriga nisbatan harakatlanishi mumkin bo'lgan zvenolarni bog'lanishiga aytiladi.

Kinematik juftlar bog'lanish elementlariga qarab *oliy* yoki *quyi* bo'lishi mumkin. Bog'lanish elementlari sirt yoki yuza bo'lsa, bunday kinematik juftlar *quyi*, chiziq yoki nuqta bo'lsa, *oliy* kinematik juft deyiladi.



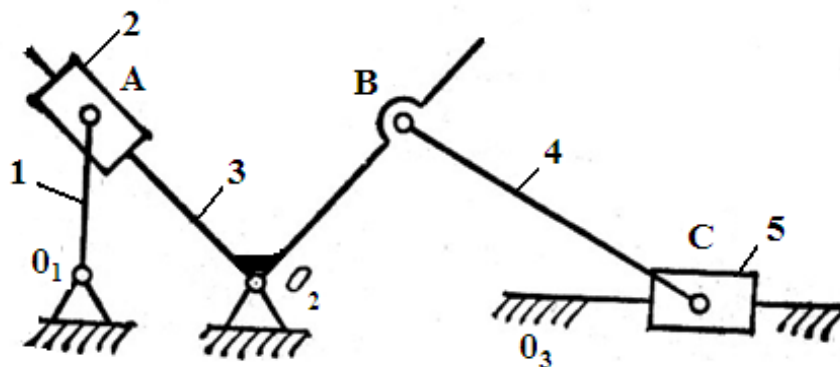
1.24-rasm.kinematik juftliklar

a)quyi kinematik juft b)oliy kinematik juft

Bu kinematik juftlar A silindr va B silindr ustida sirpanishi, tebranishi va siljishi mumkin.

Tekis mexanizmlarni sxemasi bo'yicha zvenolarni tartibini belgilab, ularda kinematik juftliklar sonini aniqlash va bog'lanish elementlarini aniqlash bo'yicha quydagi masalalarni yechimini keltiramiz:

1-MASALA Berilgan mexanizm sxemasida zvenolarga nomer qo'yib chiqiladi.

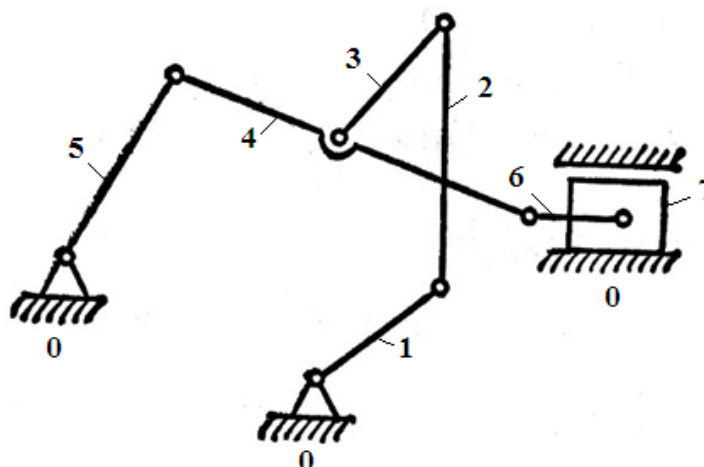


Qo'zg'aluvchan zvenolar sonini aniqlaymiz. $n = 5$
kinematik juftlar 0-1, 1-2, 2-3, 0-3, 3-4, 4-5, 5-0; Mexanezmni qo'zg'aluvchanlik darajasi Chebeshiv formulasiga asosan

$$W = 3 \cdot n - 2P_5 - P_4 = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 - 0 = 1$$

2-MASALA

Bunday mexanizmlarni yechishda birinchi qo'zg'aluvchan zvenolar sonini aniqlaymiz.



Buning uchun chizmada krivoshipni aniqlab olib qolgan unga ulangan zvenolarga tartib bilan nomer qo'yib chiqamiz va

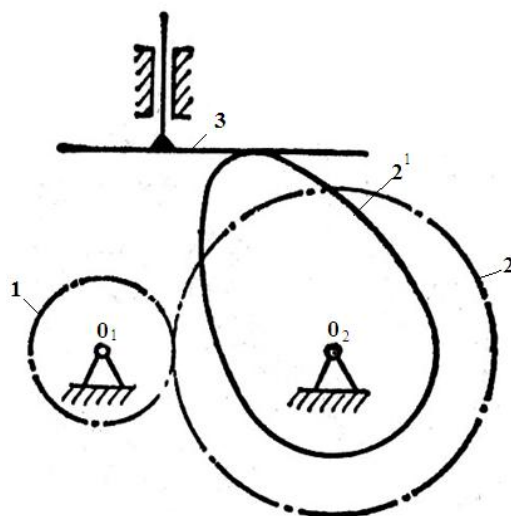
ularni sonini aniqlaymiz $n=7$. Qo'zg'almas zvenoni xisobga olmaymiz. Kinematik juftlar sonini aniqlash uchun xar bir zvenoni ikkinchi bir zveno bilan kinematik juft xosil qilgan elementlarni xisoblab chiqamiz. 0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-0, 4-6, 6-7, 7-0. Xammasi bo'lib 9 ta chiqdi. Bu masala uchun xamma kinematik juftlar P_5 -beshinchi klass. $P_5=9$

Mexanizmni erkinlik darajasini Chebeshev formulasidan topiladi.

$$W = 3 \cdot n - 2P_5 - P_4 = 3 \cdot 7 - 2 \cdot 9 - 0 = 3$$

Ya'ni bu mexanizm qonuniy ishlashi uchun 3 ta xarakat berish kerak.

3-MASALA. Bu masalada 1-zveno va 2-zveno tishli g'ildiraklar bo'lib, 2 g'ildirak va 2^1 kulochok bir o'qda joylashgan, shuning uchun 2 va 2^1 zvenolar bitta zveno deb qaraymiz.



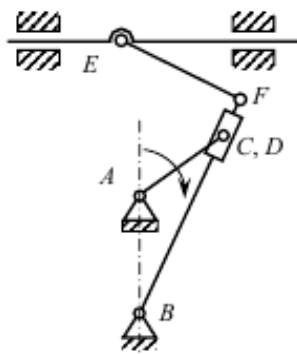
Shunda zvenolar soni $n=3$ bo'ladi va kinematik juftlar soni 2 ta P_4 -oliy kinematik juft va 3 ta P_5 -beshinchi klass quyi kinematik juftlardan iborat bo'ladi.

Chebeshev formulasi orqali mexanizmni qo'zg'aluvchanlik darajasini aniqlaymiz.

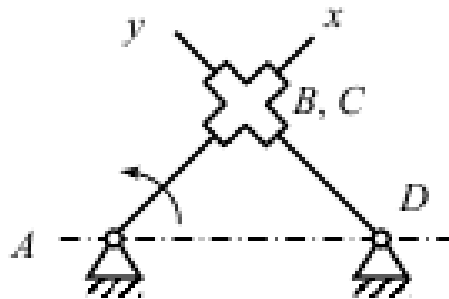
$$W = 3 \cdot n - 2P_5 - P_4 = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 3 - 2 = 1$$

41-60-Masalalarda звеноларни тартиб рақамини қўйиб mexanizmlarni erkinlik darajasi va klassini aniqlang.

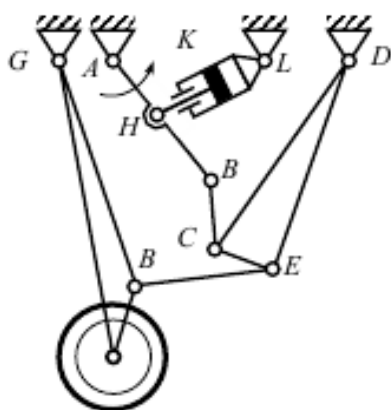
Erkinlik darajasini xisoblashda ortiqcha erkinlik darajasi va passiv bogʻlanishlarni xisobga olmagan xolda, koʻrsatib oʻting. Mexanizmni Assur guruxlariga ajrating, tuzilish formulasini yozing va klassini koʻrsating.



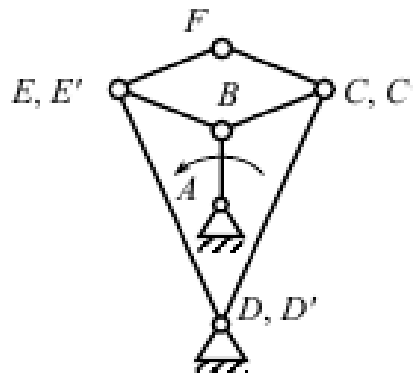
41-masala



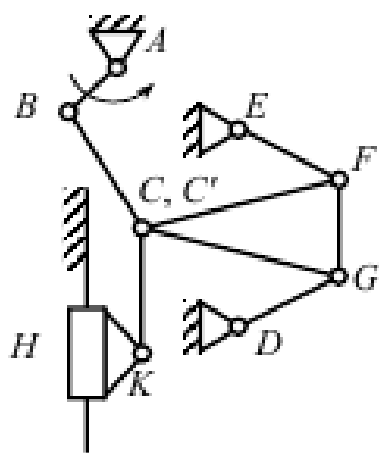
42-masala



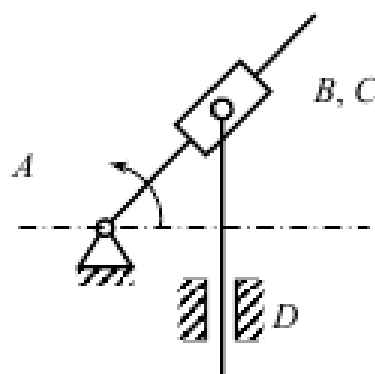
43-masala



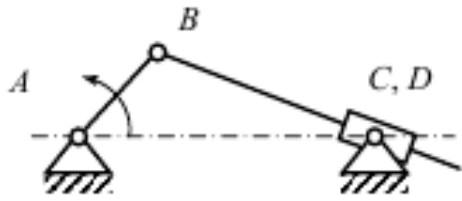
44-masala



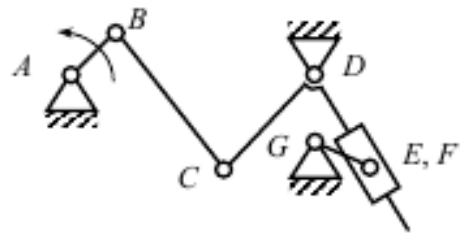
45-masala



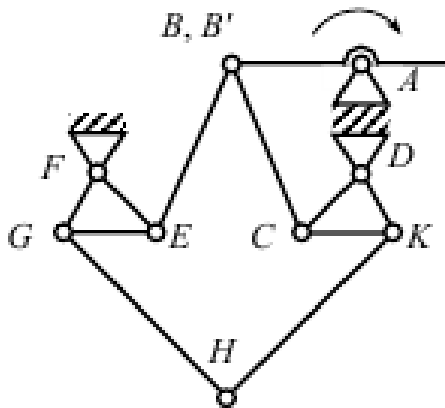
46-masala



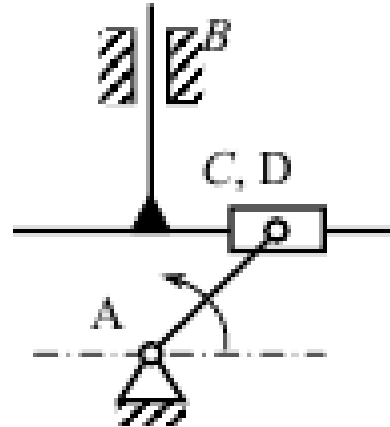
47-masala



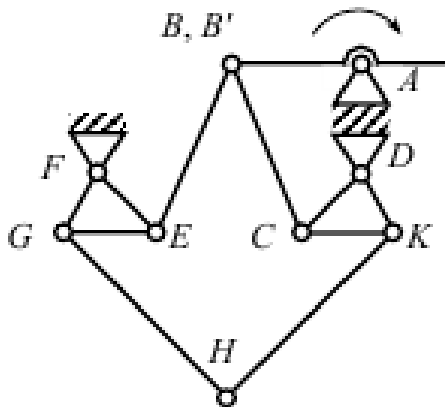
48-masala



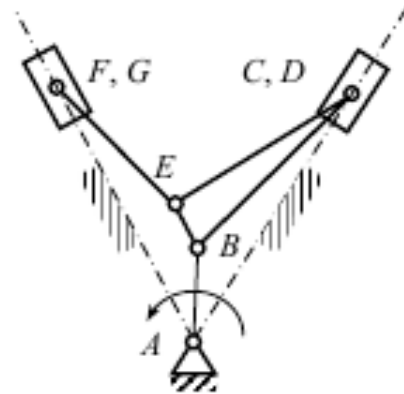
49-masala



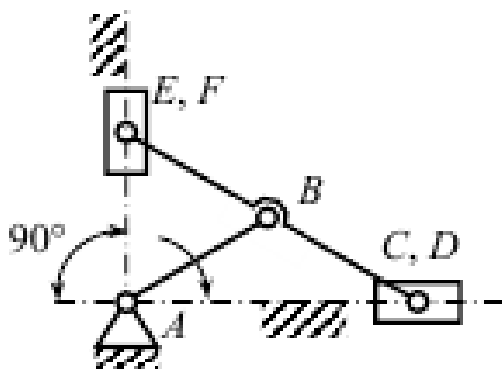
50-masala



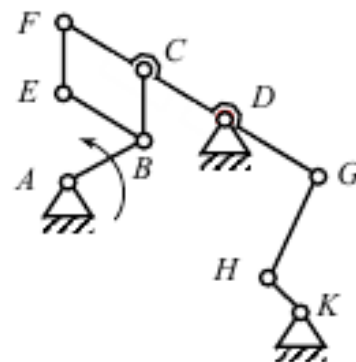
51-masala



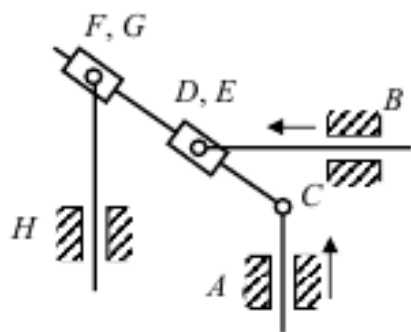
52-masala



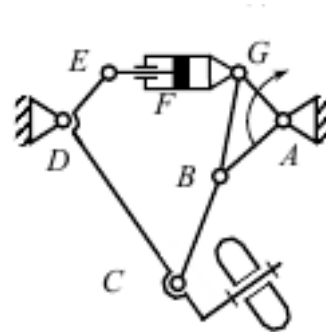
53-masala



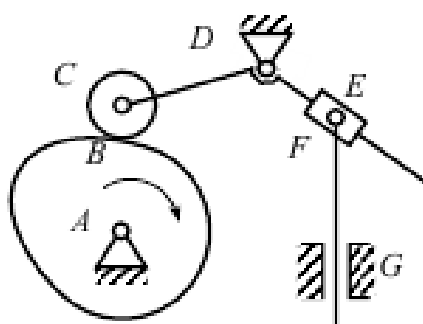
54-masala



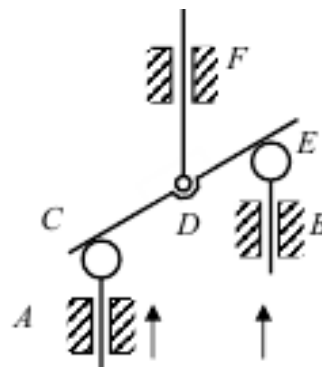
55-masala



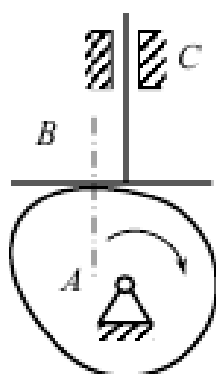
56-masala



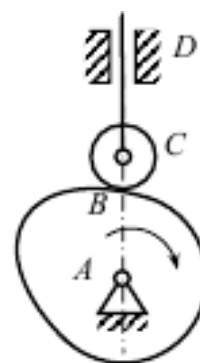
57-masala



58-masala

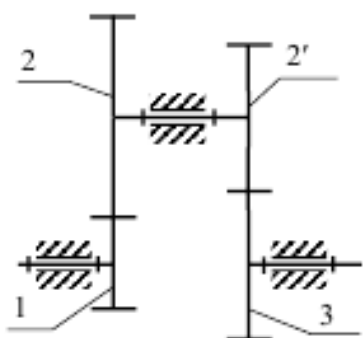


59-masala

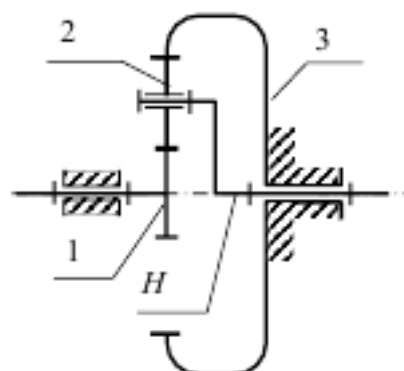


60-masala

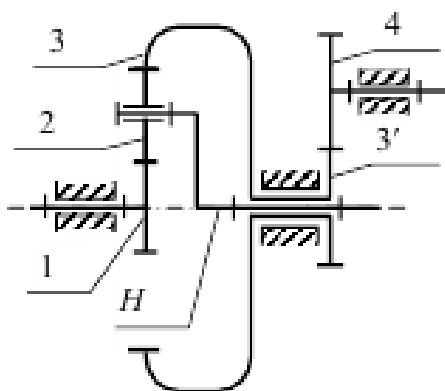
61-64-Masalalar. Mexanizmlarni erkinlik darajasini aniqlang.



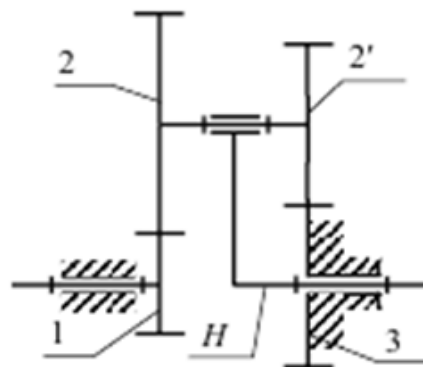
61-masala



62-masala

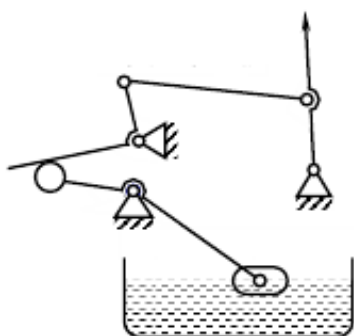


63-masala

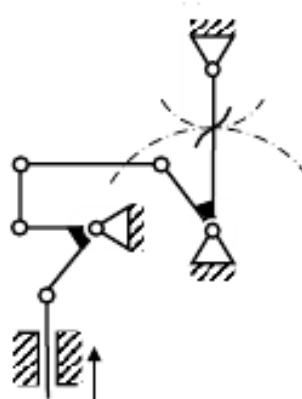


64-masala

65-66- Masaladagi mexanizmlarni zvenolarini nomerlang belgilang va erkinlik darajasini toping.



65-masala

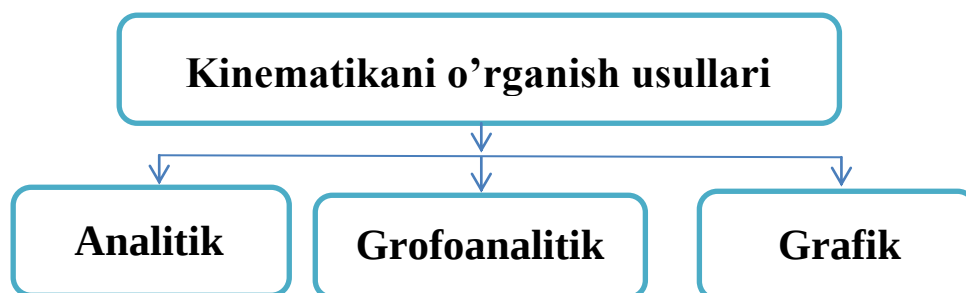


66-masala

II-BOB. MEXANIZALARNI KINEMATIK ANALIZ QILISH.

2.1 Mexanizmlar kinematikasi haqida tushuncha

Mexanizmlar kinematikasida, asosan, mexanizmlar holatlari tuziladi, mexanizm zvenolaridagi nuqtalarning trayektoriyalari va shu zvenolardagi nuqtalarning chiziqli siljishi tezligi va tezlanishlari topiladi.



Harakat asosan uch xil bo'ladi.

1.O'q atrofida aylanma harakat (krivoship, koromislo, tishli va friksion g'ildiraklar).

2.Ilgarilanma-qaytarma harakat (polzun, kulisa va boshqalar).

3.Murakkab harakat (shatun, tosh va boshqalar).

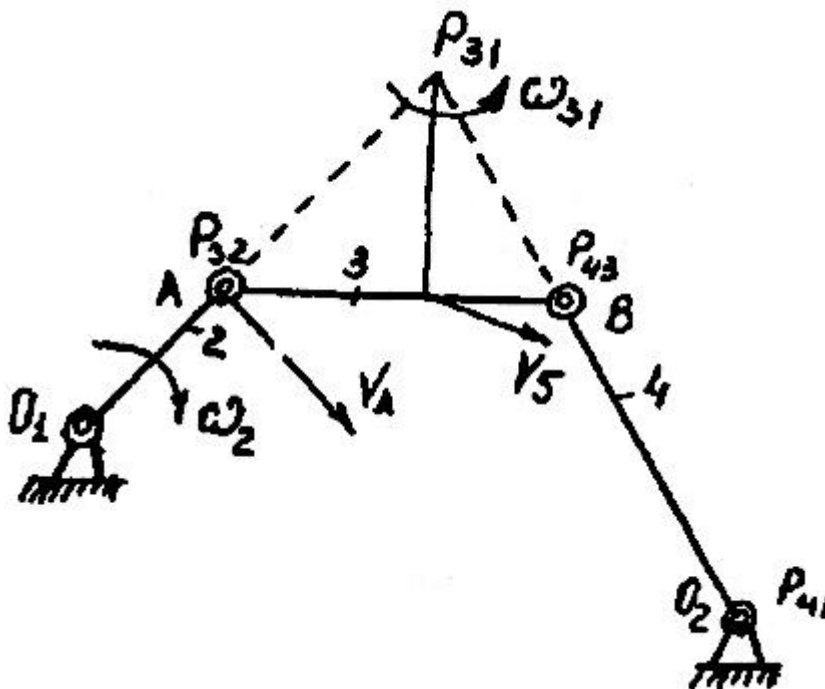
Harakatni o'rganar ekanmiz, uning absolyut va nisbiy ekanligiga e'tibor berishimiz kerak.

Tabiatda absolyut harakat mavjud emas, lekin mexanizmlarning qo'zg'almas nuqtasiga nisbatan olingan harakatni absolyut, qo'zg'aluvchi zvenoga nisbatan olingan harakatni nisbiy deb qabul qilamiz. Masalan: 4 zvenoli sharnirli mexanizmdagi absolyut va nisbiy oniy markazlarini tekshirib chiqamiz.

Krivoshipning oniy aylanish markazi O_1 nuqtada yotadi. Uni P_{21} bilan belgilab absolyut harakatdagi oniy markaz deb ataymiz. P_{41} ham absolyut harakatdagi oniy markaz deyiladi. Chunki (2) va (4) zvenolar qo'zg'almas nuqtaga nisbatan O_1 va O_2 nuqtalarda harakat qilayapti (2.1 rasm).

Shatun (3) 2,4 zvenolarga nisbatan oniy aylanish A va B nuqtalarda bo'ladi. Bu markaz nisbiy harakatdagi oniy aylanish markazi deb ataladi. AB zvenolarning P_{31} oniy aylanish markazi qo'zg'almas zvenoga nisbatan oniy aylanish markazidir.

To'rt zvenoli richagli mexanizmدا 3 ta P_{21} , P_{31} , P_{41} absalyut xarakatdagi va 3 ta P_{23} , P_{34} , P_{24} nisbiy xarakatdagi oniy aylanish markazlari mavjud. Oniy aylanish markazlari orqali kerakli burchak va chiziqli tezliklarni aniqlash mumkin.



2.1-rasm. Krivoship-sharun mexanizmi

$$\omega_{31} = \frac{V_a}{AP_{31}} = \frac{V_b}{BP_{31}}; V_s = \omega_{31} \cdot P_{31} \cdot S;$$

Mexanizmlarning har-xil vaziyatlari uchun nisbiy oniy aylanish markazi har-xil nuqtada bo'ladi. Agar shu nuqtalarni tutashtirsak, oniy markaz trayektoriyasi kelib chiqadi. Bu trayektoriya tsentroida deb ataladi. Bu usul bilan ko'p zvenoli mexanizmlarni kinematic analiz qilish ancha murakkabdir.

Mexanizmlarning kinematikasini o'rganishda, yetaklovchi zvenoning bir aylanish davri ichidagi zvenolar harakatini o'rganish kifoya, chunki navbatdagi aylanishlar birinchi aylanishga o'xshash bo'ladi.

Mexanizmlarning turli vaziyatdagi rejalarini tuzish.

Ko'pincha, mexanizm sxemasini chizishda ma'lum masshtab qabul qilinadi. Mexanizmni metrdagi o'lchovi, chizmadagi millimetr o'lchoviga mos bo'lishi kerak. Masalan: Krivoship-

shatunli mexanizm berilgan bo'lsin. Agarda AB ni shatunning xaqiqiy uzunligi bo'lsa, chizmada 68 mm olsak, unda masshtab quyidagicha bo'ladi:

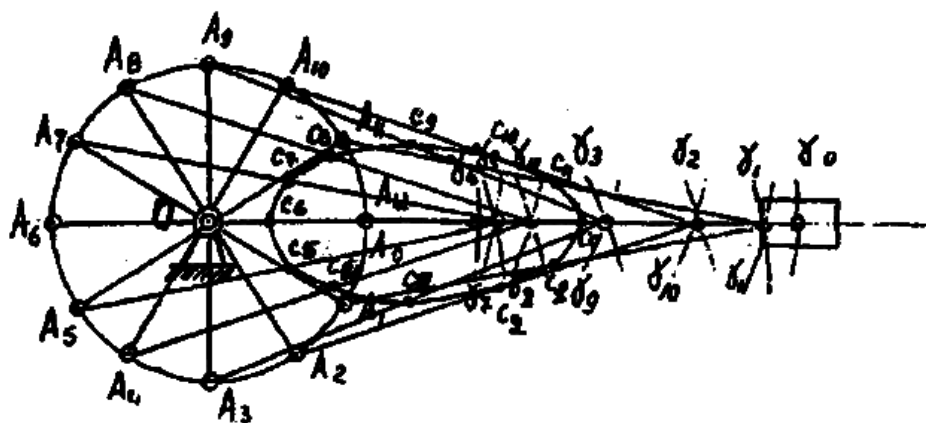
$$K_m = \frac{l_{ab}}{AB} = \frac{0,34}{68} = 0,005 \left[\frac{M}{MM} \right]$$

Qolgan zvenolarning chizmadagi uzunligi quyidagicha topiladi:

$$AB = \frac{l_{ab}}{K_m} = \frac{0,095}{0,005} = 19 \text{ } MM$$

Chizmadagi hisobni mexanizmning nolda ($0, A_0, B_0$) vaziyatidan boshlaymiz.

$$L = OA + AB = 0,087 \text{ } M = 87 \text{ } MM$$



2.2-rasm. Krivoship-polzunli mexanizm

Krivoshipni aylanish markazi (O) dan o'ng tomonga $L=87$ uzunlikdagi radius bilan $\gamma_0 - \gamma_0$ yoyini chizamiz, bu yoyning polzunni yo'naltiruvchisi X-X bilan kesishuv nuqtasi B_0 orqali belgilaymiz va OA_0, B_0 aksial krivoship-shatunli mexanizmning boshlang'ich vaziyati topiladi. Biz mexanizmning yangi vaziyatlarni topishda uning zvenolardan hech qanday deformatsiya sodir bo'lmaydi deb faraz qilamiz OA -radius bilan aylana chizib, uni teng bo'laklarga bo'lamiz. Agar krivoship OA_2 vaziyatga o'tsa, A nuqta A_2 dan A_3 ga o'tsa, polzun B_2 dan B_3 ga o'tadi va nihoyat, A_3 nuqtaga A_4 ga o'tsa polzun B_3 dan B_4 ga o'tadi (2.2-rasm).

2.2 Mexanizmlarni analiz qilishni analitik usuli.

Bu usul bilan juda ham aniq hisoblash lozim bo'lgan mexanizmlar kinematikasini o'rganishda ishlatiladi. Bu usul ko'p zvenoli mexanizmlar uchun anchagina noqulay bo'ladi, ammo kam zvenoli mexanizmlar uchun juda yaxshi natijalar beradi.

Mexanizmlarni kinematikasi deganda uni xarakatini kuch ta'sirisiz o'rganish degani va quydagi uchta masalani yechishdan iborat.

1. Mezanizm zvenolarining nuqtalarini trayektoriyasini topish hamda xolatlarini aniqlash.
2. Zvenolarning nuqtalarini tezlik va zvenolarning burchak tezliklarini aniqlash.
3. Zvenolarning nuqtalarini tezlanishlari va zvenolarning burchak tezlanishlarini aniqlash.

Xolat tenglamasi deb, yetaklanuvchi zvenoni yetaklovchi (bosh)zvenolni xolatiga bog'liq tenglamasi tushuniladi.

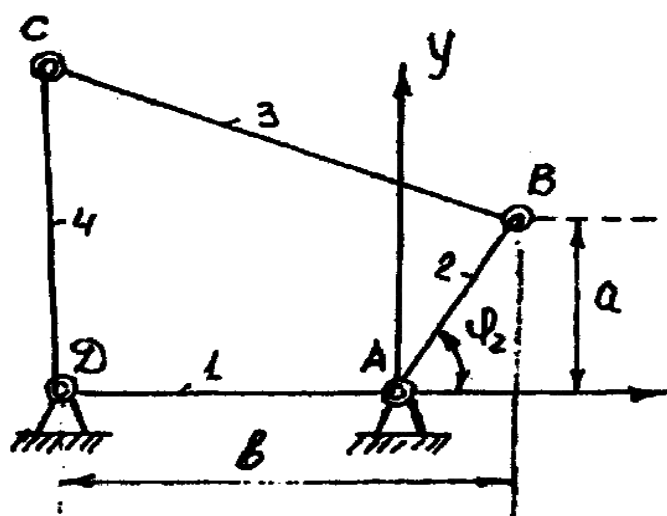
Masalan:

$$\varphi_K = \varphi_K(\varphi_1) \quad \text{yoki} \quad \varphi_K = \varphi_K(s_1)$$

Xolat tenglamasi tuzish uchun mexanizm sxemasi, uning xolati koordinata markazlarini tanlashga bog'liq.

Misol tariqasida sharnirli to'rt zvenoli mexanizmni ko'ramiz (2.3-rasm): Umumlashgan koordinata deb AB zveno bilan AX o'q orasidagi burchakni olamiz:

$$\overline{DA} + \overline{AB} + \overline{BC} = \overline{DC} \quad \text{yoki} \quad \overline{l_1} + \overline{l_2} + \overline{l_3} = \overline{l_4}$$



2.3-rasm. Krivoship-koromisli mexanizm

Bu vektor tenglamani X, A, Y koordinata sistemasning o'qlariga nisbatan proyeksiyalarini olamiz.

$$\begin{aligned} l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3 &= l_4 \cos \varphi_4 \\ l_1 \sin \varphi_1 + l_2 \sin \varphi_2 + l_3 \sin \varphi_3 &= l_4 \sin \varphi_4 \end{aligned} \quad (2.1)$$

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ - mexanizm zvenolari AX o'qi bilan hosil qilgan burchaklaridir.

$\varphi_2 = 0$ bo'lganligi uchun $\sin \varphi_1 = 0$ va $\cos \varphi_1 = 1$ bo'ladi, tenglamani yuqoridagilarni hisobga olib quyidagicha yozish mumkin.

$$\begin{aligned} l_1 + l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3 &= l_4 \cos \varphi_4 \\ l_2 \sin \varphi_2 + l_3 \sin \varphi_3 &= l_4 \sin \varphi_4 \end{aligned} \quad (2.2)$$

φ_2 krovoshipni aylanish burchagi aniq bo'lganligi uchun

$l_1 + l_2 \cos \varphi_2 = a$; $b = l_2 \sin \varphi_2$ deb belgilasak, tenglamani quyidagicha ko'rinishda bo'ladi.

$$\begin{aligned} a + l_3 \cos \varphi_3 &= l_4 \cos \varphi_4 \\ b + l_3 \sin \varphi_3 &= l_4 \sin \varphi_4 \end{aligned} \quad (2.3)$$

Bu tenglamani yechish uchun kvadratga ko'tarib tenglamalarni qo'shamiz.

$$a^2 + b^2 + 2al_3 \cos \varphi_3 + l_3^2 + 2bl_3 \sin \varphi_3 - l_4^2 = 0 \quad (2.4)$$

yoki

$$\frac{a^2 + b^2 + l_3^2 - l_4^2}{2al_3} + \cos \varphi_3 + \frac{b}{a} \sin \varphi_3 = 0$$

o'zgarmas sonlarni biron bir harf bilan belgilasak.

$$\frac{a^2 + b^2 + l_3^2 - l_4^2}{2al_3} = A \quad \text{va} \quad b/a = B$$

u holda tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$A + \cos \varphi_3 = -B \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_3} \quad (2.5)$$

kvadratga ko'tarsak,

$$\begin{aligned} A^2 + 2A \cos \varphi_3 + \cos^2 \varphi_3 &= B^2 (1 - \cos^2 \varphi_3) \\ A^2 + 2A \cos \varphi_3 + \cos^2 \varphi_3 - B^2 + B^2 \cos^2 \varphi_3 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & (A^2 + B^2) \cos^2 \varphi_3 + 2A \cos \varphi_3 + (A^2 - B^2) = 0 \\ \cos \varphi_3 = & -\frac{1}{(A^2 + B^2)} \left[A \pm B \sqrt{1 - (A^2 - B^2)} \right] \end{aligned} \quad (2.6)$$

φ_4 ni topish uchun (2.3) tenglamadan foydalanamiz.

$$\cos \varphi_4 = \frac{a + l_3 \cos \varphi_3}{l_4};$$

burchak tezlik va tezlanishni topish uchun (2.2) tenglamadan umumlashgan koordinata bo'yicha hosila olamiz:

$$\begin{aligned} -l_2 \sin \varphi_2 - l_3 \sin \varphi_3 \frac{d\varphi_3}{d\varphi_2} &= -l_4 \sin \varphi_3 \frac{d\varphi_4}{d\varphi_2} \\ l_2 \cos \varphi_2 - l_3 \cos \varphi_3 \frac{d\varphi_3}{d\varphi_2} &= -l_4 \cos \varphi_3 \frac{d\varphi_4}{d\varphi_2} \end{aligned} \quad (2.7)$$

$\frac{d\varphi_3}{d\varphi_2} = \omega_3 \varphi_2 = i_{32}$ -tezlikni analogi, haqiqiysini quyidagicha topish mumkin:

$$\omega_3 = \omega_1 i_{32};$$

(2.7) tenglamani quyidagicha yozamiz.

$$\begin{aligned} l_2 \sin \varphi_2 + i_{32} l_3 \sin \varphi_3 &= i_{32} l_4 \sin \varphi_4 \\ l_2 \cos \varphi_2 + i_{32} l_3 \cos \varphi_3 &= i_{42} l_4 \cos \varphi_4 \end{aligned} \quad (2.8)$$

AXY-koordinata o'qini φ_3 burchakka buramiz, tenglama quyidagi holatni oladi.

$$l_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_3) - i_{42} l_4 \sin(\varphi_4 - \varphi_3);$$

bundan

$$i_{42} = \frac{l_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_3)}{l_4 \sin(\varphi_4 - \varphi_3)} \quad (2.9)$$

xuddi shu yo'l bilan i_{32} ni topish mumkin. Buning uchun XAY koordinata o'qlarini φ_4 burchakka buramiz.

$$i_{42} = \frac{l_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_3)}{l_4 \sin(\varphi_4 - \varphi_3)} \quad (2.10)$$

burchak tezlanish ω_3 va ω_4 ni topish uchun (2.8) tenglamadan φ_2 bo'yicha yana hosilasini topamiz:

$$\begin{aligned} l_2 \cos \varphi_2 + i_{32}^2 l_3 \cos \varphi_3 + i'_{32} l_3 \sin \varphi_3 &= i_{42}^2 l_4 \cos \varphi_4 + i'_{42} l_4 \cos \varphi_4 \\ -l_2 \sin \varphi_2 - i_{32}^2 l_3 \sin \varphi_3 + i'_{32} l_3 \cos \varphi_3 &= -i_{42}^2 l_4 \sin \varphi_4 + i'_{42} l_4 \cos \varphi_4 \end{aligned} \quad (2.11)$$

i'_{42} va i'_{32} larni topish uchun XAY koordinata o'qlarini φ_3 va φ_4 burchakka burish orqali topiladi.

2.3 Mexanizmlarni kinematikasini o'rganishda diagramma usulidan foydalanish.

Mexanizm kinematikasini tekshirishda asosiy shartlardan biri yetaklovchi zvenoning aylanish soni o'zgarmas kattalikdir, ya'ni;

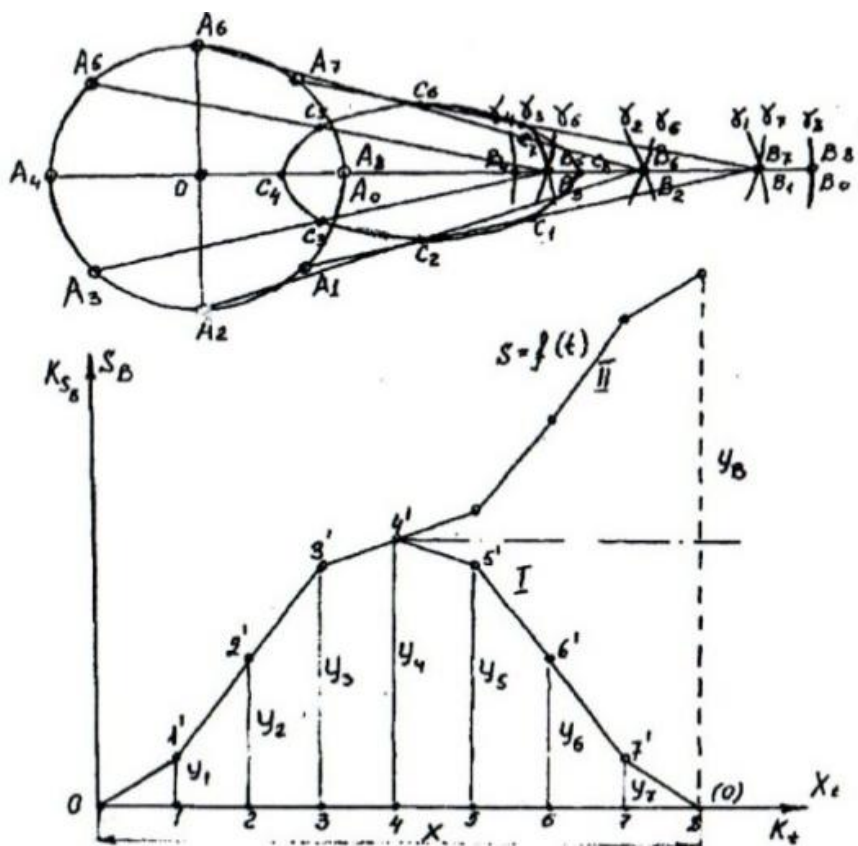
$$n = \text{const}, \quad \omega = \frac{\pi \cdot n}{30}.$$

Masalan: mexanizmning yetaklovchi zvenosi har minutda n marta aylansa, uning bir aylanishi uchun ketgan T vaqt (mexanizm davri) quyidagicha bo'ladi. $T = \frac{60}{n}$

Demak mexanizm tebranma harakat qilsa, uning (T) tebranish davri topiladi. Shuning uchun ham bir marta to'la aylanishida ayrim zveno nuqtasining harakatlanish qonunlarini bilish kifoya, chunki T davrdan keyingi harakatlar huddi shu harakatlarning takrorlanishidan iborat bo'ladi.

Grafikaviy kinematikada ikkita grafik o'rganiladi. Bulardan biri yo'l va ikkinchisi oraliq grafikdir. Ko'rsatilgan aksial krivoship-shatunli mexanizm polzuni B sharnir markazining trayektoriyasi to'g'ri chiziqdan, AB shatundagi biror C nuqtaning trayektoriyasi esa $C^0C_4C_8$ yopiq egri chiziqdan iboratdir. Bu ikkila trayektoriya (OA) krivoshipning A_0 vaziyatidan boshlab, bir marta to'la aylanganda hosil bo'lgan (2.1-rasm).

B va C nuqtalarning shu mexanizm davri ichidagi harakat qonunini bilish (yo'l yoki oraliq grafigini hosil qilish) uchun, yetaklochi zveno OA_0 vaziyatda deb qabul qilamiz, (T) vaqt o'tgach yana o'z holatiga qaytib keladi.



2.4-rasm. Krivoship-shatunli mexanizmning yo'l grafigi

Krivoship bir marta to'la aylanishida B nuqta $C_{b1}, C_{b2} \dots, C_{b7}$ oraliqlarini bosib o'tar ekan. Bu oraliqlarni katta yoki kichikligiga qarab K_{cb} masshtab qabul qilib olib, koordinata o'qlarini ordinatasiga C_b kattalikni, abtsissiya o'qiga esa K_t masshtabda davrni qo'ysak S_b -t grafigi hosil bo'ladi.

Masshtab:

$K_{Sb} = K_m B_0 B_4 / y_{\max}$, $K_t = T / x = 60 / nx$, bo'ladi.

X-kesma abtsissalar o'qiga qo'yilgan ixtiyoriy kesma bo'lib, mexanizm davrini ifodalaydi. Krivoshipning A nuqtasi trayektoriyasi sakkizga bo'linganligi uchun X kesmani ham sakkizga bo'lamiz. Shaklda oraliq va yo'l grafik tasdiqlangan.

Yo'l grafigida esa O dan boshlanib doimo oshib boradi.

S_t -t grafigini differensiallasak tezlik va tezlanish grafiklari hosil bo'ladi. Buning uchun quyidagi uch uslubdan foydalanish mumkin:

1. Urinmalar metodi. 2. Vatarlar metodi. 3. Ordinatalar ortishi metodi.

Urinmalar metodi bilan S_b-t grafigini differensiallash uchun (2.5-rasm), grafigidagi tegishli 11, 21, ... 71 nuqtalarga urinmalar o'tkazamiz. Funksiya hosilasining geometrik va fizik ma'nosi bor.

Funksiya hosilasini geometrik ma'nosi shu egri chiziq nuqtasiga o'tkazilgan urinmalarning absissalar o'qi bilan hosil qilgan burchagi tangensini ifoda qilsa, fizikaviy ma'nosi tezlikdan iboratdir.

Yo'ldan vaqtga nisbatan olingan hosila tezlik bo'lganidan;

$V_{bi} = dS_{bi} / dt$, $S_{bi} = K_{sb} y_{si}$; $t = K_t X_i$ ekanligi e'tiborga olsak,

$V_{bi} = K_{sb} dy_{si} / K_t dx_i = K_{sb} tg \alpha / K_t$ kelib chiqadi.

Oraliq grafigi S_b-t dan tezlik grafigini hosil qilish uchun shu grafik ostida V_b-t koordinatalar sistemasini chizamiz. So'ngra $O-t$ o'qining chap tomonidan ixtiyoriy $H_1 = \overline{00^1}$ masofani olamiz. O^1 nuqtadan S_b-t grafigidagi $T_1, T_2, \dots$ urinmalarga parallel chiziqlar o'tkazib, ularning ordinalar o'qi bilan kesishgan nuqtalari $O_1, O_2, \dots$ larni olamiz.

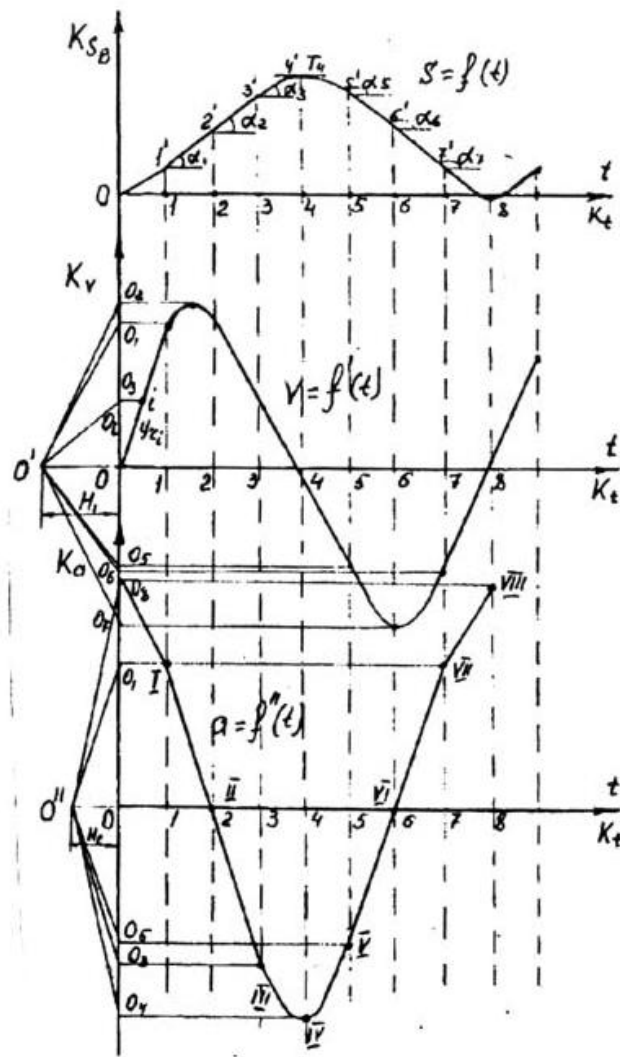
Shu ordinatalarni N_1 bilan uchrashtirsak $tg \alpha_1, tg \alpha_2, \dots$ lar kelib chiqishini ko'rish qiyin emas. Shunday qilib, ixtiyoriy i nuqta uchun $tg \alpha_i = \overline{O_0 i} / N_1$ bo'ladi.

Demak

$$V_{bi} = K_{sb} \overline{O_0 i} / K_t. \quad H_1 = K_v \cdot Y_{VI}; \quad K_y = K_{sb} / K_t. \quad \left[\frac{H \cdot C^{-1}}{mm} \right]$$

Xuddi shu yo'l bilan V_b-t grafigidan tezlanishlar grafigini xosil qilamiz.

Buning uchun yuqorida ko'rsatib o'tilgandek xar bir bo'lakka aloxida urinmalar o'tkazib, ularni O^{11} nuqtaga olib kelimiz.



2.5-rasm. Kinematikani urinma usulda o'rganish

Urinma usulida differensiallab $a = f''(t)$ grafigini hosil qilamiz. Bu tezlanish tengensial tezlanish bo'ladi.

$$a_{bi}^t = dv_{bi} / dt = K_v OY_{vi} / K_t \cdot dX_t = K_v \cdot \operatorname{tg} \alpha_i / K_t;$$

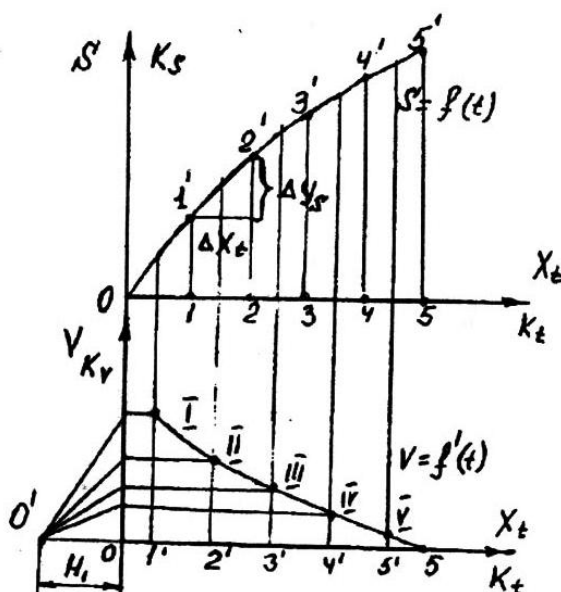
$$\alpha_i 00_i / 00 = 00_i / H_t; a_{bi}^t = K_v / K_t \cdot 00 / H_2 = K_a \cdot 00_i$$

$$K_a = K / K_1 H_2 = K_s / K_1^2 H_2 \quad \text{m.c}^{-2} / \text{mm}$$

Vatarlar yordami bilan differensiallash

Bu usulda grafikdagi kichik egri chiziqlar to'g'ri chiziq-vatar bilan almashtiriladi. 01" 02",.... egri chiziqlarni vatarlar bilan almashtiramiz. Absissadagi oraliqlar qancha ko'p bo'lsa aniqlik

shunga oshadi, chunki oraliq kichraygan sari yoy vatarga yaqinlashib boradi. Vatarlar yordamida oʻrtacha (2.6-rasm) tezlik



kelib chiqadi.

2.6-rasm. Kinematikani oʻrganishda Vatarlar usuli.

$$V_{yp} = \frac{\Delta Si}{\Delta t} = \frac{Ks \Delta Si}{Kt Xi} = \frac{Ks}{Kt} \tan \alpha_i; \quad V_{yp} = \frac{Ks}{Kt} \cdot \frac{\overline{OO_i}}{H_i} = K_v \cdot \overline{OO_i}$$

Chizmada koʻrsatish uchun koordinatalar oʻqining chap tomonidan M_1 masofani ixtiyoriy tanlab olamiz va O_1 nuqtadan $1^1, 2^1, 3^1, \dots$ vatarlardan parallel nuqtalar oʻtkazamiz.

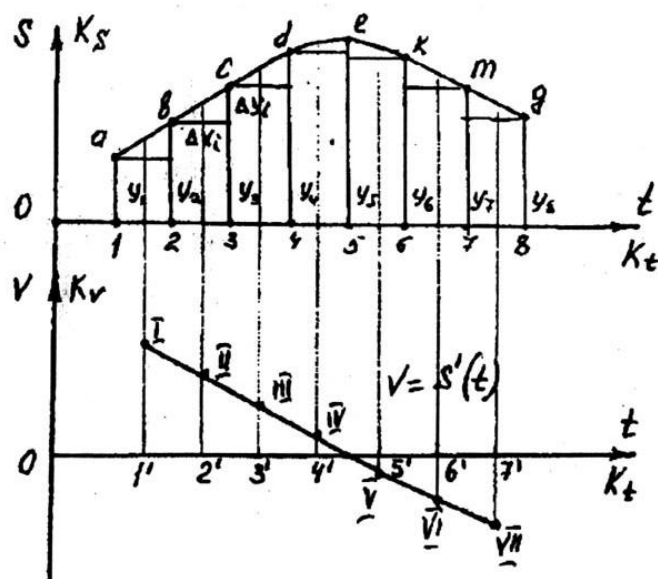
Bu nurlarni ordinatalar oʻqi bilan kesishuv nuqtasidan gorizontall chiziqlar oʻtkazib, ularning tegishli oraliqlar oʻrtasidan tushirilgan vertikkallar bilan kesishuv nuqtalarini I, II, III, bilan belgilaymiz va $v = f'(t)$ grafigini xosil qilamiz. Xuddi shu usulni qoʻllab $a = f''(t)$ grafigini xosil qilish mumkin.

Ordinatalarni ortirish usuli bilan diffirensiallash

Bu usul bilan ham oʻrtacha tezlikni topish mumkin. Biror $S-t$ grafigi K_s va K_t masshtablarda berilgan boʻlsin. Bu grafikni teng boʻlaklarga boʻlib (1,2,3.....7) chiqamiz (2.7-rasm), oʻrtacha tezlik:

$$V_{yp} = K_v \dots Y_t = \frac{\Delta S_i}{\Delta t} = \frac{K_s \cdot \Delta Y_i}{K_t \cdot \Delta X_t} = \frac{K_s}{K_t \Delta X_t} \cdot \Delta Y_i;$$

ekanligini ehtiborga olib: $Y_{vi} = \frac{K_s}{K_t \cdot \Delta X_i \cdot K_v} \cdot \Delta Y_i$



2.7-rasm. Kinematikani o'rganishda Ortirma usuli

Tenglamadagi K_s , K_t , ΔX_t va K_v o'zgarmas kattalik bo'lganligidan, ularni S bilan belgilaymiz, u holda $Y_{vi} = C \Delta Y_i$ (2.7-rasm)

Demak, S - t grafikdagi ordinatalar orttirmasini biror o'zgarmas s kattalikga ko'paytirsak, o'rtacha tezlikning K_v masshtabdagi ordinatasi chiqar ekan.

Agar tezlik grafigidan differentsiallashtirish yo'li bilan tezlanish grafigi olinmoqchi bo'lsa, u holda, yuqorida keltirilgan $v = S'(t)$ grafigini bayon etilgan usulda differentsiallab $a = S''(t)$ grafigini xosil qilamiz.

2.4 Mexanizmlarni kinematikasini grafo-analitik usulda o'rganish

Bu usul kinematik analizning grafo-analitik (reja) usulining zaminida tezlik va tezlanishlar rejasini tuzish va vektor tenglamalardan foydalanish masalasi yotadi.

Bunda tekislikda harakatlanuvchi Assur klassifikatsiyasidagi istalgan sinf mexanizmlar uchun tezlik va tezlanishlar rejalarini tuzish mumkinligi isbotlanadi.

Hozirgi zamon mashina va mexanizmlaridagi uch hil tekis harakatni uchratish mumkin, bular: qoʻzgʻalmas oʻq atrofidagi aylanma harakat; toʻgʻri chiziqli ilgarilanma-qaytarilanma harakat; ikkila harakatni oʻz ichiga oluvchi tekis murakkab harakat.

Aylanma harakatda boʻlgan zvenodagi istalgan nuqtaning chiziqli tezligi aylanish oʻqidagi shu nuqtagacha boʻlgan oraliqqa proporsionaldir. Burchak tezligi shu zvenoning istalgan nuqtasi uchun bir hildir. Bu tezlik qoʻzgʻalmas oʻq atrofida aylanuvchi nuqta tezligi boʻlganligi uchun absolyut tezlik deyiladi (2.8-rasm, a).

Bunda A nuqta chiziqli tezligining qiymati zvenoning burchak tezligi ω bilan radius l_{O_1A} koʻpaytmasiga teng:

$$v_A = \omega \cdot l_{O_1A} \quad (2.12)$$

Tezlikning vektori zvenoning burchak tezligi ω boʻyicha radiusga tik yoʻnaladi.

A nuqtaning normal tezlanishi quyidagicha aniqlanadi:

$$a_A^n = \frac{v_A^2}{l_{O_1A}} = \omega^2 \cdot l_{O_1A}, \quad (2.13)$$

uning vektori A nuqtadan O_1 nuqtaga tomon radiusga parallel yoʻnaladi.

A nuqtaning urinma tezlanishi quyidagicha topiladi:

$$a_A^\tau = \varepsilon \cdot l_{O_1A} \quad (2.14)$$

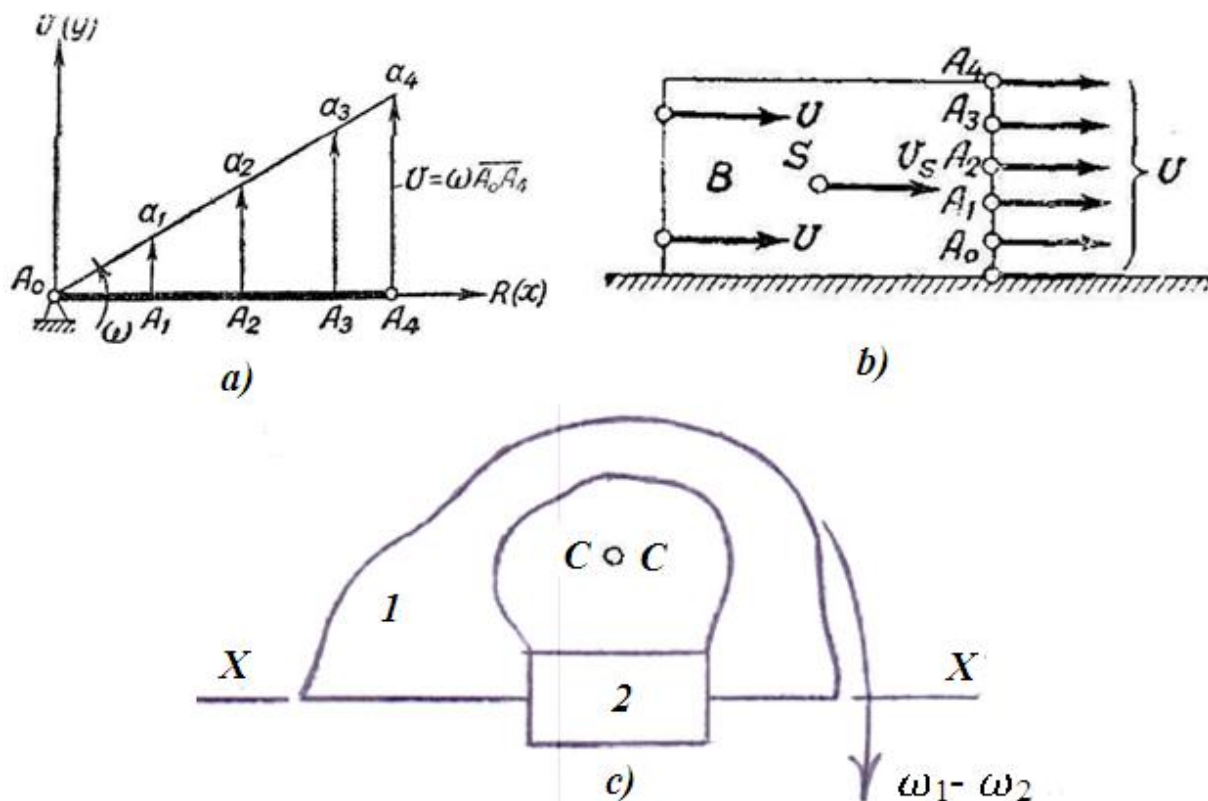
uning vektori burchagiy tezlanish boʻyicha radiusga tik yoʻnaladi.

A nuqtaniig toʻla tezlanishi $\vec{a}_A$ normal va urinma tezlanishlarning yigʻindisiga teng boʻlib, quyidagicha aniqlanadi:

$$a_A = l_{O_1A} \sqrt{\omega^4 + \varepsilon^2}. \quad (2.15)$$

Bu tezlanish vektorining radius O_1A dan ogʻish burchagi α quyidagicha aniqlanadi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_A^{\tau}}{a_A^n} = \frac{\varepsilon}{\omega^2} \quad (2.16)$$



2.8-rasm.

Agar B zveno qo'zg'almas biror tekislikka nisbatan ilgarilanma harakatda bo'lsa, u holda B zvenodagi istalgan nuqtaning tezligi shu tekislikga parallel va bir-biriga teng bo'ladi (2.8-rasm).

Bunda alohida zveno va ikki zvenoni bog'lovchi kinematikaviy juft ilgarilanma harakat qilishi mumkin.

b) zveno ilgarilanma harakatlanadi. Bu zvenoning barcha nuqtalari tezlik va tezlanishining qiymati hamda yo'nalishi bir xil bo'ladi (2.8-rasm)

$$\begin{aligned} \vec{v}_A &= \vec{v}_B = \vec{v}_C \dots, \\ \vec{a}_A &= \vec{a}_B = \vec{a}_C \dots \end{aligned}$$

c) ikki zvenoning ikki nuqtasi bo'lgan kinematikaviy juft ilgarilanma harakat qiladi 2.8-shakl, d da ilgarilanma harakatlanuvchi juft ko'rsatilgan.

Zveno 2 da ixtiyoriy S_2 nuqta tanlab olinadi. Zveno 1 ga S_1 tekislik birlashtiriladi. Bunda zveno 2 ning S_2 nuqtasi bilan zvenoning S_1 nuqtasi ustma-ust tushadi. U holda, bu nuqtalarning tezliklari o'zaro quyidagi tenglama bilan bog'lanadi:

$$\overrightarrow{v_{C_2}} = \overrightarrow{v_{C_1}} + \overrightarrow{v_{C_2C_1}}, \quad (2.17)$$

bu yerda $\overrightarrow{v_{C_2}}$ -zveno 2 S_2 nuqtasining tezlik vektori;

$\overrightarrow{v_{C_2C_1}}$ -ilgarilanma harakatdagi zveno 2 S_2 nuqtasining zveno 1 ga nisbatan nisbiy tezlik vektori bo'lib, u $x-x$ yo'naltiruvchiga parallel yo'naladi; $\overrightarrow{v_{C_1}}$ -zveno 1 S_1 nuqtasining ko'chirma tezlik vektori.

Zveno 2 zveno 1 ga nisbagan siljiganda uning S_2 nuqtasi $x-x$ yo'naltiruvchiga parallel to'g'ri chiziq bo'ylab harakat qiladi.

S_2 nuqtaning tezlanishi $\overrightarrow{a_{C_2}}$, S_1 nuqtaning ko'chirma tezlanishi $\overrightarrow{a_{C_1}}$, burilma (koriolis) tezlanish $a_{C_2C_1}^k$ va nisbiy tezlanish $a_{C_2C_1}^r$ yig'indisiga teng:

$$\overrightarrow{a_{C_2}} = \overrightarrow{a_{C_1}} + \overrightarrow{a_{C_2C_1}^k} + \overrightarrow{a_{C_2C_1}^r} \quad (2.18)$$

Bu tenglamadagi $\overrightarrow{a_{C_2C_1}^k}$ tezlanishning qiymati quyidagicha topiladi:

$$a_{C_2C_1}^k = 2 \cdot \omega_1 \cdot v_{C_2C_1}, \quad (2.19)$$

bu yerda ω_1 -zveno 1 ning burchak tezligi. Zvenolar 1 va 2 bitta ilgarilanma kinematikaviy juft hosil qilgani uchun $\omega_1 = \omega_2$ bo'ladi. Shuning uchun ular birga aylanib, ularning burchagi tezligi va tezlanishi bir xil bo'ladi.

Tezlanish vektori $\vec{a}_{C_2C_1}^{\rightarrow k}$ ning yoʻnalishi nisbiy tezlik vektori $V_{C_2C_1}$ ni burchagiy tezligi ω_1 ning aylanish tomoniga 90° ga burish yoʻli bilan aniqlanadi. Nisbiy tezlanish vektori $\vec{a}_{C_2C_1}^{\rightarrow r}$ yoʻnaltiruvchiga parallel yoʻnaladi (2.8c-shakl).

Nazariy mexanikadan maʼlumki, zvenodagi biror nuqtaning (masalan, B nuqtaning) harakati ikki harakatdan: shu zvenodagi boshqa biror nuqtaning (masalan, A nuqtaning) koʻchirma harakatidan va B nuqtaning A nuqta atrofida aylanma nisbiy harakatidan iborat boʻladi. Shunga koʻra, ikki nuqtaning oʻzaro bogʻlanishi quyidagi vektoriy tenglama bilan ifodalanadi:

$$\vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{AB},$$

bu yerda $\vec{V}_A$ - A nuqtaning tezlik vektori; $\vec{V}_B$ - B nuqtaning tezlik vektori; $\vec{V}_{BA}$ - B nuqtaning A nuqtaga nisbagan nisbiy tezlik vektori.

B nuqta A nuqtaga nisbatan doimo $\alpha\alpha$ yoy boʻyicha harakatlanadi. Shuning uchun $V_{BA} \perp AB$ boʻladi. AB zvenoning burchagiy tezligi quyidagi formula yordamida hisoblab topiladi:

$$\omega = \frac{V_{BA}}{l_{AB}} \quad (2.20)$$

B nuqtaning tezlanishi $\vec{a}_B$ ikki tezlanishdan - A nuqtaning koʻchirma tezlanishi $\vec{a}_A$ va B nuqtaning A nuqtaga nisbatan nisbiy tezlanishi $\vec{a}_{BA}$ dan iborat boʻladi:

$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}.$$

Nisbiy tezlanish $\vec{a}_{BA}$ esa normal $\vec{a}_{BA}^n$ va urinma $\vec{a}_{BA}^\tau$ tezlanishlar yigʻindisiga teng.

U holda, B nuqtaning tezlanish vektori quyidagicha ifodalanadi:

$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^\tau. \quad (2.21)$$

Tenglamadagi normal tezlanish $\vec{a}_{BA}^n$ vektori B nuqtadan A nuqtaga, ya'ni nisbiy aylanish markazi tomoniga parallel yo'nalgan bo'lib, uning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$a_{BA}^n = \frac{v_{BA}^2}{l_{AB}} = \omega^2 \cdot l_{AB} \quad (2.22)$$

Urinma tezlanish vektori $\vec{a}_{BA}^\tau$ kesma AB ga tik $\alpha\alpha$ yoyga urinma bo'ylab, burchak tezlanishining aylanish tomoni bo'yicha yo'naladi. Uning qiymati:

$$a_{BA}^\tau = \frac{dv_{BA}}{dt} = \varepsilon \cdot l_{AB}. \quad (2.23)$$

Burchak tezlanish ε ning qiymati quyidagicha topiladi:

$$\varepsilon = \frac{a_{BA}^\tau}{l_{AB}} \quad (2.24)$$

Ikkinchi klass, 2-tartibli Assur gruppalari har bir turining tezlik va tezlanish qutbiy planini tuzish usullarini ko'rib chiqamiz.

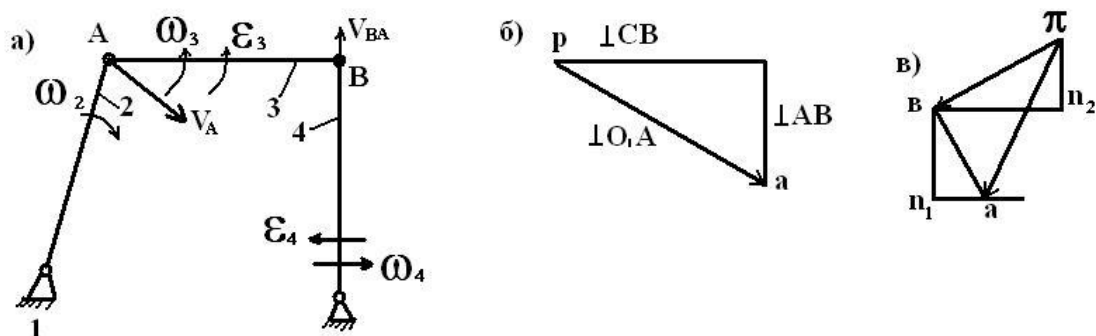
Har qanday tezlik vektor bo'lib, uning ma'lum masshtabda, ya'ni tekislikning haqiqiy kattaligi o'qidan bir necha marta kichik, katta yoki o'ziga teng vektor kesmalar bilan ifodalash mumkin.

$$\mu_v = \frac{V_A}{Pa}$$

Agar zveno to'g'ri chiziqli harakatda bo'lmasa, unda har ondagi shunday nuqta topiladiki, uning tezligi nolga teng bo'ladi. Tezligi nol bo'lgan mana shunday nuqta oniy aylanish markazi yoki oniy markaz deb ataladi.

Absolyut va nisbiy tezliklar degan nomlar shartli bo'lib, zvenolarning qo'zg'almas zvenoga nisbatan tezligi shartli ravishda absolyut tezlik deb, qo'zg'aluvchan zvenolarga nisbatan tezliklari esa nisbiy tezliklar deyiladi.

Tezliklar, tezlanishlar rejasi yordami bilan tezlik va tezlanishlarni topish uchun bir necha masala yechamiz.



2.9-rasm. Kinematikani grafo-analitik usuli

1-masala. Sharnirli to‘rt zvenoli mexanizm berilgan bo‘lsin. Uning zvenolari uzunliklari quyidagicha: $L_A = 60\text{ mm}$; $L_{AB} = 225$; $L_{BC} = 677\text{ mm}$; bosh zvenoning bir minutda aylanishi $n = 180 \text{ ayl/min}$ sxemani $\mu_v = 0,001 \text{ m/mm}$ masshtabda chizamiz.

Avval O_1A krivoshipning burchak tezligini topamiz:

$$\omega_2 = \frac{\pi n}{30} = \frac{\pi \cdot 180}{30} = 6\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Krivoshipdagi A nuqtani tezligi:

$$V = \omega_2 L_{O_1A} = 6\pi \cdot 0,6\text{ m} = 1,13 \text{ m/s}.$$

Tezliklar masshtabi:

$$\mu_v = V_a / p_a = 1,13 / 56,2 = 0,02 \text{ m/s.mm}^{-1}.$$

P qutbdan $p_a = 56,5 \text{ mm}$ ni O_1A ga tik qilib o‘tkazamiz. Endi, B nuqtaning tezligini topamiz, buning uchun B nuqtaning tezligini A va C nuqtalarga nisbatan quyidagi vektor tenglamalarini yozamiz:

$$\vec{V}_b = \vec{V}_a + \vec{V}_{ba}, \quad \vec{V}_b = \vec{V}_c + \vec{V}_{bc}.$$

Bu yerda C nuqta qo‘zg‘almas bo‘lganligi uchun $V_c = 0$ ga teng va C nuqta qutbda yotadi. Birinchi tenglamaga asosan V_a tezlikni davomidan (p_a) V_{ba} tezlikni BA shutunga nisbatan tik chiziq o‘tkazamiz. Ikkinchi tenglamadan C nuqtadan, ya’ni qutbdan V_{bc} tezlik vektorini BC koromisloga nisbatan tik

o‘tkazamiz. Ikkala tik chiziq kesishgan nuqta izlanayotgan tezlikni hosil qiladi (2.10.b-rasm).

$V_B = \mu_v \cdot pb = 0,002 \cdot 51 = 1,02 \text{ m/c}$ -b nuqtaning absolyut tezligi;

$V_{ba} = \mu_v \cdot ab = 0,02 \cdot 34 = 0,68 \text{ m/c}$ -b nuqtaning A ga nisbatan nisbiy tezligi.

Burchak tezlikni topish uchun:

$$\omega_{bc} = \omega_1 = \frac{V_{bc}}{L_{bc}} = 1,49 \frac{\text{pad}}{\text{c}} \quad \omega_{ba} = \omega_3 = \frac{V_{ba}}{L_{ba}} = 3,02 \frac{\text{pad}}{\text{c}} .$$

Sharnirning (B nuqtaning) tezlanishini topish uchun A ni ma’lum a_A va a_S tezlanishlar bilan vektor tenglamalar orqali quyidagicha ifodalaymiz

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

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

$a_c = 0$ chunki C nuqta qo‘zg‘almas:

$$a_{ba}^n = \frac{V_{ba}^2}{l_{ba}} = \frac{\mu_v \cdot ba^2}{l_{ba}}; a_{bc}^n = \frac{\mu_v \cdot \pi c^2}{l_{bc}}$$

a_{BA}^n -normal tezlanish B dan A tomonga, a_{BC}^n -esa B dan C ga tomon yo‘nalgan bo‘ladi. Bu vektorlarni kesmalar bilan ifodalash uchun:

$$an_1 = \frac{a_{ba}^n}{\mu_a}, \quad \mu_a; \quad \pi n_2 = \frac{a_{bc}^n}{\mu_a}, \quad \mu_a$$

Yuqoridagi tenglamaga binoan an ni πa vektor kesma uchidan BA ga parallel qilib, B dan A ga tomon πn_2 ni esa qutbdan BC ga parallel qilib, B dan C tomon yo‘naltiramiz, b ni topish uchun an_1 va πn_2 normal kesmaning ustidan (2.9 v-rasm) shu kesmalarga tik chiziqlar o‘tkazamiz.

Bu ikki tik chiziq B nuqtadan kesishadi. πb kesma K_a masshtabda B nuqtaning absolyut tezlanishini beradi. $n_1 b$ va $n_2 b$ kesmalar K_a masshtabda B nuqtaning A va C atrofida aylanishida hosil bo‘lgan tangensial tezlanishlarning haqiqiy kattaliklaridir.

Burchak tezlanishlarini quyidagicha topiladi:

$$\varepsilon_{ba} = \frac{a_{ba}^t}{l_{ba}} = \frac{\mu_a \cdot ba}{l_{ba}}; \varepsilon_{bc} = \frac{a_{bc}^t}{l_{bc}} = \frac{\mu_a \cdot \pi b}{l_{bc}}$$

$$a_{ba} = l_{ba} \cdot \sqrt{\omega_{ba}^4 + \omega_{ba}^2}; a_b = l_{bc} \cdot \sqrt{\omega_{bc}^4 + \omega_{bc}^2}.$$

2-Masala: Berilgan olti zvenoli kulisali richagli mexanizm sxemasi va zvenolarning uzunliklar.

$$l_{AB} = 150 \text{ mm}, l_{BC} = 700 \text{ mm}, l_{CD} = 600 \text{ mm}, l_{CF} = 270 \text{ mm}, l_{KL} = 650 \text{ mm}$$

va bosh zvenoning aylanishlar soni $n_1 = 225 \text{ ayl/min}$

Bu mexanizm krivoshipni 1 va unga birlashgan 2-3 va 4-5 Assur guruxlaridan iborat. Vektor tenglamalarini to'g'ri chiziqli tuzish maqsadida xam kulisali kinematik juftni absalyut va nisbiy xarakatini yaxshiroq tushunish uchun 2.10 b-rasmda 2-zvenoni F_5 nuqtalarini aloxida ko'rsatilgan.

Quyidagi mexanizmni grofa-analitik usulda tezlik va tezlanishlarini xisoblash tartibini tushuntiramiz:

1. Krivoshipni B nuqtasini tezligini aniqlaymiz.

$$V_B = \omega_1 \cdot l_{AB}$$

$$\text{Bu yerda } \omega_1 = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 225}{30} = 23,56 \text{ 1/c}$$

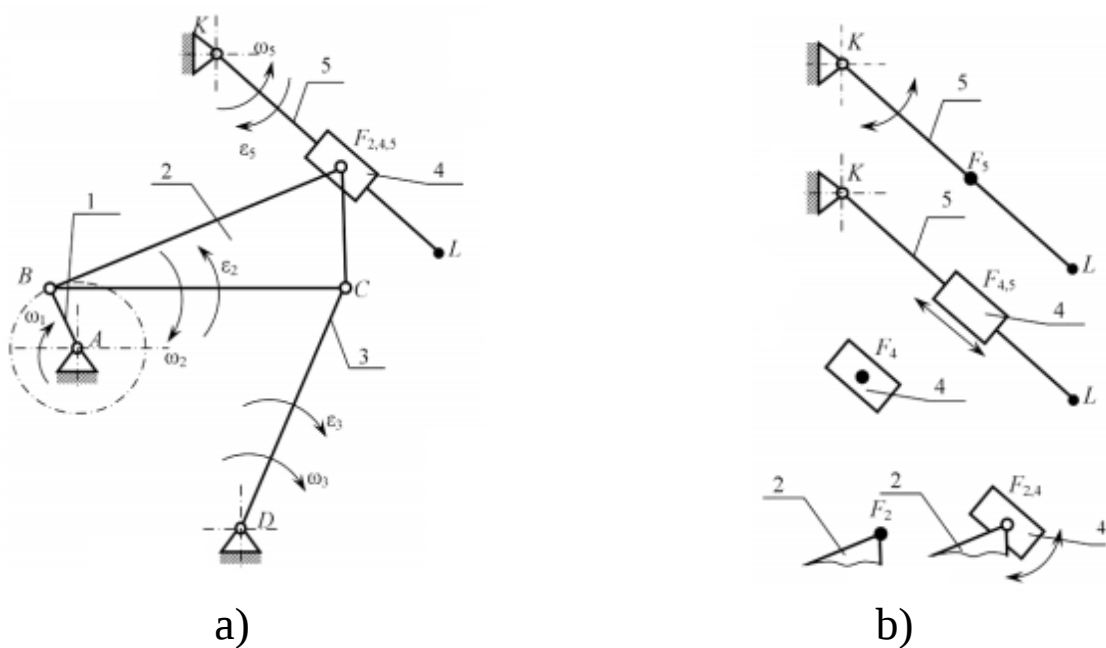
$$\text{Shunda } V_B = 23,56 \cdot 0,15 = 3,53 \text{ m/c}$$

Masshtab qabul qilamiz, masalan

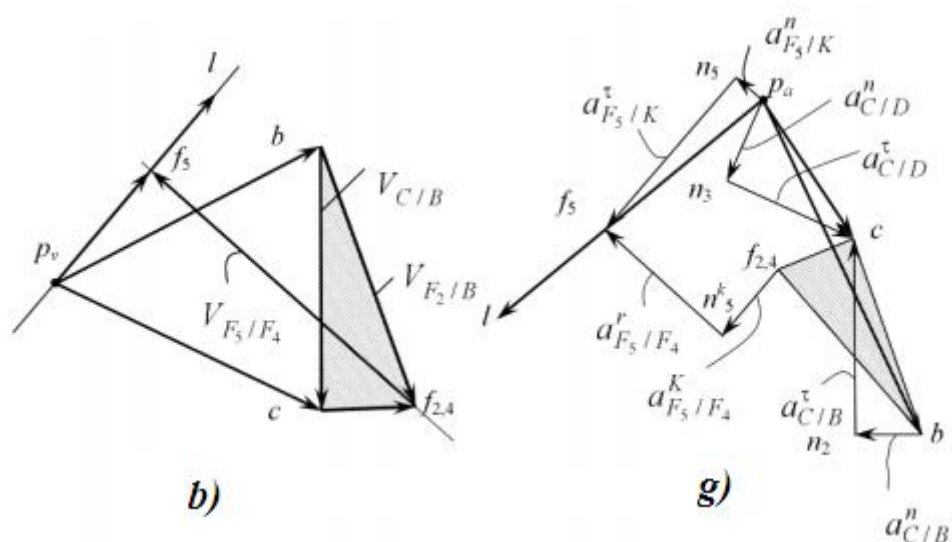
$$\mu_v = 0,05 \frac{\text{m/c}}{\text{mm}}$$

$$\text{B nuqtani tezligi plpni } \bar{V}_B = \frac{V_B}{\mu_v} = \frac{3,53}{0,05} = 70,6 \text{ m/c bo'ladi.}$$

U chizmadagi krivoship AB ga perpendikulyar ya'ni $\bar{V}_B \perp AB$ ga. Ixtiyoriy chizmada nuqta tanlab, $P_v b = 70,6 \text{ mm}$ kesmani qo'yamiz.



2.10-rasm



2.11-rasm

2. Krivoshipga ulangan 2 zvenoni C nuqtasini tezligini topish uchun quydagi vektor tenglamasini tuzamiz:

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

Bu yerda C nuqta B nuqtaga nisbatan faqat aylanma xarakat qilishi mumkin, shuning uchun tezlik vektori $\vec{V}_{BC} \perp CB$ ga. Xuddi shunday 3-zvenoni D nuqtaga nisbatan vektor tenglamasi quydagicha tuzamiz:

$$\overline{V}_C = \overline{V}_D + \overline{V}_{CD}$$

Bu yerda $\overline{V}_D = 0$, $\overline{V}_{CD} \perp CD$ ga. Shu tariqa quydagi tenglamalarni sistemasini tuzib,

$$\begin{cases} \overline{V}_C = \overline{V}_B + \overline{V}_{CB} \\ \overline{V}_C = \overline{V}_D + \overline{V}_{CD} \end{cases}$$

Uni chizmada grafik ko'rinishda yechamiz.

Buning uchun tezlik planidagi B nuqtadan BC ga perpendikulyar chiqaramiz xamda D nuqta polyusda bo'lganligi uchun polyusdan CD ga perpendikulyar chiqarib uchrashgan nuqtasini kichik c nuqta bilan belgilaymiz.

Plandan $P_v c$ va cb kesmalarni o'lchab olib μ_v tezlik masshtabiga ko'paytirsak $V_c - C$ nuqtani B nuqtaga nisbatan tezliklarini topamiz.

$$V_c = P_v c \cdot \mu_v = 68 \cdot 0,05 = 3,4 \text{ m/c}$$

$$V_{CB} = cb \cdot \mu_v = 6 \cdot 0,05 = 3,2 \text{ m/c}$$

3. F_2 nuqtani tezliklarini uchburchak ΔBF_2C ni tezliklar planidan o'xshash uchburchak Δbf_2c xosil qilib topish mumkin. Buning uchun tezliklar planidagi bc tomonga 90° buralgan o'xshash uchburchak xosil qilib va xosil bo'lgan f_2 nuqtani polyus P_v bilan birlashtirish F_2 nuqtani tezligini topamiz. Zvenolar 4 va 2 bitta aylanganda kinematik juft xosil qilganligi uchun

$$V_{F_4} = V_{F_2} = pf_2 \mu_v = 4,6 \text{ m/c}$$

bo'ladi.

4. F_4 nuqtani 4 va 5 zvenolardan iborat bo'lgan yana bir Assur gruxi birlashgan. Bu Assur guruxini F_4 nuqtasi uchun tezlik aniq. K nuqtani tezligi nolga teng.

F_5 nuqtani tezligini topish uchun quydagi tenglamani yozamiz.

$$\overline{V}_{F_5} = \overline{V}_{F_4} + \overline{V}_{F_4 F_5}$$

$$\overline{V}_{F_4F_5} \parallel KL$$

Bu yerda 4-zvenoni 5-zvenoga nisbatan ilgarlanma xarakati uchun tezligi $\overline{V}_{F_5} \perp KL$ ga va quydagi tenglamaga mos tushadi. $\overline{V}_{F_5} = \overline{V}_K + \overline{V}_{F_5K}$.

Xosil bo‘ladi ikkita tenglamalar sistemasi va uni grafik xolda yechib tezliklar plani davomiga qo‘yamiz.

$$\begin{cases} \overline{V}_{F_5} = \overline{V}_K + \overline{V}_{F_5K} \\ \overline{V}_{F_5} = \overline{V}_{F_4} + \overline{V}_{F_4F_5} \end{cases}$$

Buning uchun $F_{2,4}$ vektordan KL zvenoga parallel chiziq o‘tkazib, polyusdan KL ga perpendikulyar o‘tkazamiz. Xosil bo‘lgan f_5 nuqta F_5 nuqtani tezligi bo‘ladi.

5. L nuqtani tezligi quydagi tezlik va chizmadagi kesmalar nisbatidan topamiz.

$$\frac{kl}{kf_5} = \frac{KL}{KF_5}$$

Bundan

$$kl = kf \cdot \frac{KL}{KF_5} = 30 \cdot \frac{65}{40} = 49 \text{ } \mu\text{m}$$

Tezliklar planidan xaqiqiy tezliklarni aniqlaymiz.

$$V_{F_5} = P_V f_5 \cdot \mu_V = 30 \cdot 0,05 = 1,5 \text{ } m/c$$

$$V_{F_4F_5} = f_4 f_5 \cdot \mu_V = 86 \cdot 0,05 = 4,3 \text{ } m/c$$

$$V_L = P_V l \cdot \mu_V = 49 \cdot 0,05 = 2,45 \text{ } m/c$$

6. Burchak tezliklar quydagi nisbatlar orqali topiladi.

$$\omega_2 = \frac{V_{CB}}{l_{CB}} = \frac{3,2}{0,7} = 4,56 \text{ } 1/c$$

$$\omega_3 = \frac{V_C}{l_{CD}} = \frac{3,4}{0,6} = 5,66 \text{ } 1/c$$

$$\omega_4 = \omega_5 = \frac{V_{F_5}}{l_{F_5K}} = \frac{1,5}{0,4} = 3,75 \text{ } 1/c$$

$\omega_2, \omega_3, \omega_4$ burchak tezliklarni yoʻnalishlari S nuqtani chiziqli tezligini B nuqtanikiga, C nuqtani D nuqtaga va F_5 nuqtani K nuqtani chiziqli tezliklaridan aniqlanadi. Masalan tezliklar planidan bc (V_{bc}) olib, chizmadagi C nuqtaga qoʻyamiz va soat strelkasi boʻyicha BC ni yoʻnalishidan aniqlaymiz.

Mexanizmni tezlanishlar planini tuzish.

Tezlanishlar planini xuddi tezliklar planini tuzish tartibida bajaramiz.

1. 1-zvenoni B nuqtasini tezlanishi, $\omega_1 = const$ boʻlgani uchun $\varepsilon_1 = 0$ teng va tangensial tezlanish $a_{BA}^t = 0$ teng boʻladi. B nuqtani toʻla tezlanishi normal tezlanishga teng boʻladi.

$$a_B = a_{BA}^n = \omega_1^2 \cdot l_{AB} = 23,56 \cdot 0,15 = 83,2 \text{ } \mathcal{M} / c^2$$

Normal tezlanish doimo aylanish markazi tomon yoʻnalgan boʻladi, yaʼni $a_{BA}^n \parallel \overrightarrow{BA}$. Tezlanish masshtabini $\mu_a = 1$, qabul qilamiz. Shunda $\bar{a}_B = 83,2 \text{ } \mathcal{M}\mathcal{M}$ boʻladi.

2. C nuqtani tezlanishini topish uchun quydagicha tenglama yozamiz.

$$\begin{cases} \bar{a}_C = \bar{a}_B + \bar{a}_{CB} = \bar{a}_B + \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^t \\ \bar{a}_C = \bar{a}_D + \bar{a}_{CD} = \bar{a}_D + \bar{a}_{CD}^n + \bar{a}_{CD}^t \end{cases}$$

Bu yerda a_B B nuqtani absolyut tezlanishi; a_{CB} - nisbiy tezlanish. BC zvenoni burchak tezligi maʼlum boʻlganligi uchun, normal tezlanishni aniqlashimiz mumkin.

$$a_{CB}^n = \omega_2^2 \cdot l_{CB} = 4,56^2 \cdot 0,7 = 14,62 \text{ } \mathcal{M} / c^2$$

Tezlanishlar planidagi kattaligi

$$\bar{a}_{CB}^n = \frac{a_{CB}^n}{1} = \frac{14,62}{1} = 14,62 \text{ } \mathcal{M}\mathcal{M}$$

va yoʻnalishi $\bar{a}_{CB}^n \parallel CB$ yaʼni vektor BC ga parallel va C dan B ga qarab yoʻnalgan. Tangensial tezlanishni $\bar{a}_{CB}^t \perp CB$ yoʻnalishi

aniq, vektor uzunligi noma'lum. Ikkinchi tenglamadan $a_D = 0$ teng chunki D nuqta qo'zg'almas.

$$a_{CD}^n = \omega_3^2 \cdot l_{CD} = 5,66^2 \cdot 0,6 = 19,26 \text{ } \mathcal{M}/\mathcal{C}^2$$

$$\bar{a}_{CD}^n = \frac{a_{CD}^n}{1} = \frac{19,26}{1} = 19,26 \text{ } \mathcal{M}\mathcal{M}$$

yo'nalishi $\bar{a}_{CD}^n \parallel CD$ ya'ni vektor SD ga parallel va C dan D ga qarab yo'nalgan. Tangensial tezlanishni $\bar{a}_{CD}^t \perp CD$ yo'nalishi aniq, vektor uzunligi noma'lum.

Tenglamani grafik xolda yechilganda $\bar{a}_{CB}^t$ va $\bar{a}_{CD}^t$ larni yo'nalishlari bo'yicha davom ettirilsa uchrashgan nuqtasi C bo'ladi. Uni polyus bilan birlashtirilsa C nuqtani absolyut tezlanishi aniqlanadi.

Tezlanishlar planidan quydagilarni aniqlash mumkin:

$$a_C = P_a C \cdot \mu_a = 40 \cdot 1 = 40 \text{ } \mathcal{M}/\mathcal{C}^2$$

$$a_{CB} = cb \cdot \mu_a = 43 \cdot 1 = 43 \text{ } \mathcal{M}/\mathcal{C}^2$$

$$a_{CB}^t = \bar{a}_{CB}^t \cdot \mu_a = 40 \cdot 1 = 40 \text{ } \mathcal{M}/\mathcal{C}^2$$

$$a_{CD}^t = \bar{a}_{CD}^t \cdot \mu_a = 34 \cdot 1 = 34 \text{ } \mathcal{M}/\mathcal{C}^2$$

3. F_2 nuqtani tezlanishini uchburchaklarni o'xshashligidan aniqlash mumkin. Buning uchun tezlanish planidagi bc tomoniga mexanizmdagi 2-zvenoga o'xshatib uchburchak chizamiz ya'ni $\Delta bf_2C \sim \Delta BF_2C$ xosil bo'lgan f_2 nuqtani polyus bilan birlashtirib $P_a f_2$ F_2 nuqtani absolyut tezlanishini topamiz.

$$a_{F_2} = P_a f_2 \cdot \mu_a = 31 \cdot 1 = 41 \text{ } \mathcal{M}/\mathcal{C}^2$$

4. 4-5-Assur guruxi uchun tezlanishlarni topamiz.

F_4 nuqtani tezlanishi va F_2 nuqtanichiziqli tezlanishlari bir-biriga teng $a_{F_2} = a_{F_4} = 41 \text{ } \mathcal{M}/\mathcal{C}^2$. 4-va 5-zvenolar ilgarlanma xarakatli kinematik juft xosil qiladi. 5-zveno (kulisa) 4-zveno (tosh) ga yo'naltiruvchi bo'lib xizmat qiladi. Ikkinchi tomondagi F_5 nuqta qo'zg'almas zvenoga nisbatan xam xarakat qiladi. Shuning uchun F_5 nuqta uchun quydagi vektor tenglamani yozamiz.

$$\bar{a}_{F_3} = \bar{a}_{F_4} + \bar{a}_{F_4 F_5}^k + \bar{a}_{F_4 F_5}^r$$

$$\bar{a}_{F_5} = \bar{a}_k + \bar{a}_{F_5 k}^n + \bar{a}_{F_5 k}^t$$

Bu yerda $\bar{a}_{F_4 F_5}^k$ Korolis tezlanishi, uning qiymati

$$\bar{a}_{F_4 F_5}^k = 2 \cdot \omega_5 \cdot V_{F_5 F_4} = 2 \cdot 3,75 \cdot 4,3 = 32,2 \text{ } m/c^2$$

Yo'nalishini aniqlash uchun $V_{F_5 F_4}$ tezligini ω_5 ni yo'nalishi tomon 90° ga burab tezlanishlar planiga olib kelimiz $\bar{a}_{F_4 F_5}^r$

tezlanish relativ tezlanish deb ataladi va xar doim korolis $\bar{a}_{F_4 F_5}^k$ ga perpendikulyar bo'ladi. Ikkinchi tomondan F_5 nuqtani tezlanishi K nuqtaga nisbatan quydagicha aniqlanadi. K nuqta qo'zg'almas bo'lganligi uchun $a_K = 0$ teng.

$$a_{F_5 K}^n = \omega_5^2 \cdot l_{F_5 K} = 3,75^2 \cdot 0,4 = 5,61 \text{ } m/c^2$$

Uning vektor uzunligi

$$\bar{a}_{F_5 K}^n = \frac{a_{F_5 K}^n}{\mu_a} = \frac{5,61}{1} = 56 \text{ } mm$$

yo'nalishi $\bar{a}_{F_5 K}^n \parallel F_5 K$, $\bar{a}_{F_5 K}^t \perp F_5 K$.

Bularni tezlanishlar planiga qo'yish uchun f_4 nuqtadan $\bar{a}_{F_4 F_5}^k$ vektorini aniqlab qo'yamiz. Uning uchidan $\bar{a}_{F_4 F_5}^r$ relativ tezlanishi vektorini qo'yamiz. Polyus P_a dan $\bar{a}_{F_5 K}^n$ vektorini va uni oxiriga $\bar{a}_{F_5 K}^t$ ni qo'yamiz. Vektorlar $\bar{a}_{F_5 K}^t$ va $\bar{a}_{F_4 F_5}^r$ larni uchrashgan nuqtasi f_5 bo'ladi. Uning polyus bilan birlashtirib F_5 nuqtani absalyut tezlanishini aniqlaymiz. Xosil bo'lgan tezlanishlar planidan vektorlarni o'lchab olib masshtabga ko'paytiramiz va tezlanishlarni xaqiqiy qiymatlarini topamiz.

$$a_{F_5} = P_a f_5 \cdot \mu_a = 61 \cdot 1 = 61 \text{ } \mathcal{M} / c^2$$

$$a_{F_5 F_4}^r = \bar{a}_{F_5 F_4}^r \cdot \mu_a = 37 \cdot 1 = 37 \text{ } \mathcal{M} / c^2$$

$$a_{F_5 F_4}^t = \bar{a}_{F_5 F_4}^t \cdot \mu_a = 60 \cdot 1 = 60 \text{ } \mathcal{M} / c^2$$

5. L nuqtani tezlanishini quydagi propotsiyadan topamiz.

$$\frac{kl}{kf_5} = \frac{KL}{KF_5}, \quad kl = kf_5 \cdot \frac{KL}{KF_5} = 60 \cdot \frac{65}{40} = 97,5 \text{ } \mathcal{M}$$

$$a_L = kl \cdot \mu_a = 97,5 \cdot 1 = 97,5 \text{ } \mathcal{M} / c^2$$

6. Burchak tezlanishlar quydagicha topiladi.

$$\varepsilon_2 = \frac{a_{CB}^t}{l_{CB}} = \frac{40}{0,7} = 57,1 \text{ } 1/c^2$$

$$\varepsilon_3 = \frac{a_{CD}^t}{l_{CD}} = \frac{34}{0,6} = 56,8 \text{ } 1/c^2$$

$$\varepsilon_4 = \varepsilon_5 = \frac{a_{F_5 K}^t}{l_{F_5 K}} = \frac{60}{0,4} = 150 \text{ } 1/c^2$$

Ularni yoʻnalishi tangensial tezlanishlari yoʻnalishlariga mos boʻladi. Chizmadan koʻrinib turibdiki zveno tezlanish bilan xarakat qilmoqda, Chunki burchak tezlik va burchak tezlanishlarni yoʻnalishlar mos tushmoqda. 2-va 5- zvenolar sekinlashmoqda.

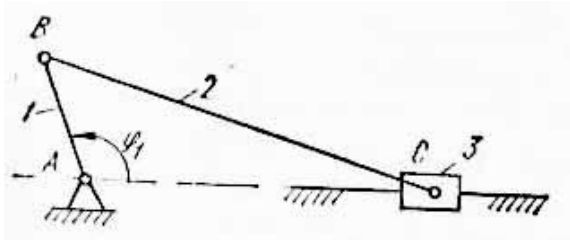
Mexanizmlarning holatini qurish bo'yicha masalalar

67-Masala. Berilgan qiymatlar $L_{AB} = 40 \text{ mm}$ $L_{BC} = 100 \text{ mm}$ ga ko'ra krivoship-polzunli mexanizmning holati $\varphi_1 = 150^\circ$ uchun qurilsin.

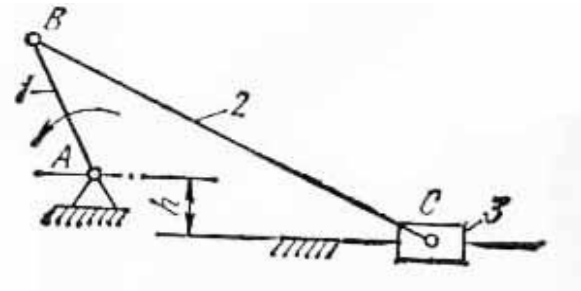
68-Masala. Berilgan qiymatlar $L_{AB} = 30 \text{ mm}$ $L_{BC} = 80 \text{ mm}$ $L_{AD} = 70 \text{ mm}$ $L_{CD} = 80 \text{ mm}$ ga ko'ra sharnirli to'rt zvenoli mexanizmning holati $\varphi_1 = 60^\circ$ uchun qurilsin.

69-Masala. Berilgan qiymatlar $L_{AB} = 25 \text{ mm}$ $L_{AC} = 75 \text{ mm}$ ga ko'ra polzuni tebranma harakat qiluvchi krivoshipli mexanizmning holati $\varphi_1 = 45^\circ$ uchun qurilsin.

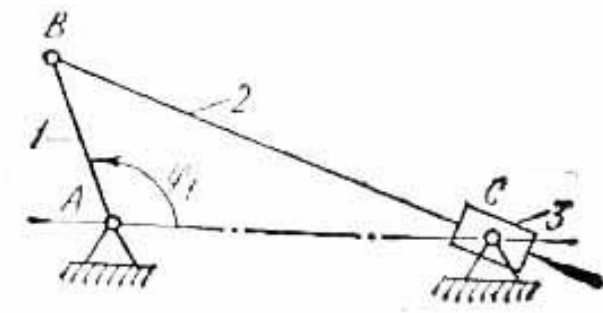
70-Masala. Berilgan qiymatlar $L_{AB} = 50 \text{ mm}$ $L_{BC} = 120 \text{ mm}$ $h = 20 \text{ mm}$ ga ko'ra dezaksial krivoship-polzunli mexanizmning kinematik sxemasi polzunning ikki chetki holati uchun chizilsin.



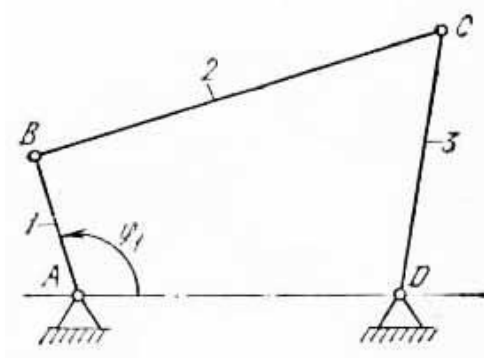
67-masala



68-masala



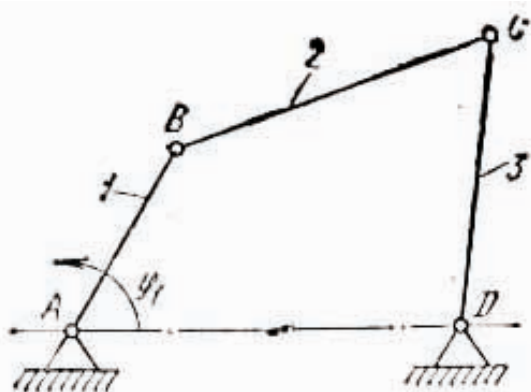
69-masala



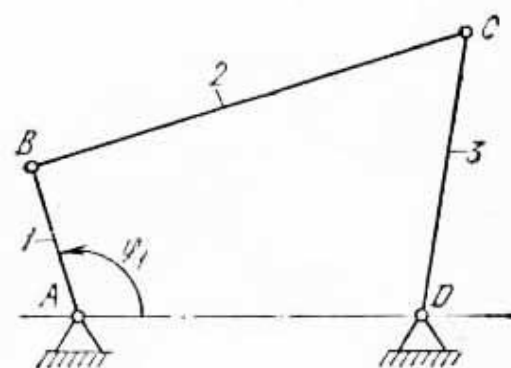
70-masala

71-Masala. Berilgan qiymatlar $L_{AB} = 30 \text{ mm}$ $L_{BC} = L_{AD} = 80 \text{ mm}$ $L_{CD} = 70 \text{ mm}$ ga ko'ra sharnirli to'rt zvenoli mexanizmning ikki chetki holati qurilsin.

72-Masala. Berilgan qiymatlar $L_{AB} = 50 \text{ mm}$ $L_{BC} = 100 \text{ mm}$
 $L_{AD} = 80 \text{ mm}$ $L_{CD} = 60 \text{ mm}$ ga ko'ra sharnirli to'rt zvenoli
mexanizmning holati $\varphi_1 = 70^\circ$ uchun qurilsin.



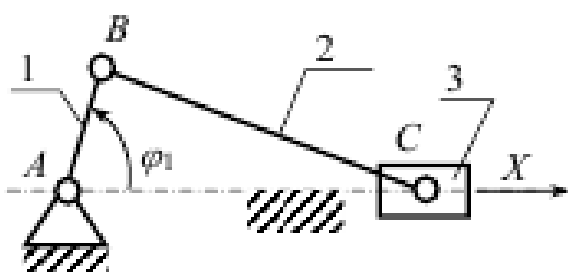
71-masala



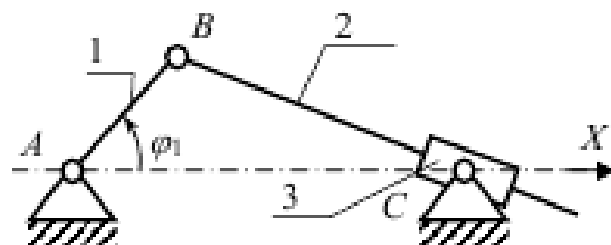
72-masala

73-Masala. Sharnirli to'rt zvenoli richagli mexanizmlarni xolatini
toping. $\varphi_1 = 30^\circ$, $L_{AB} = 30 \text{ mm}$, $L_{BC} = 150 \text{ mm}$

74-Masala. Sharnirli to'rt zvenoli richagli mexanizmlarni xolatini
toping. $\varphi_1 = 90^\circ$, $L_{AB} = 40 \text{ mm}$, $L_{BC} = 120 \text{ mm}$



73-masala



74-masala

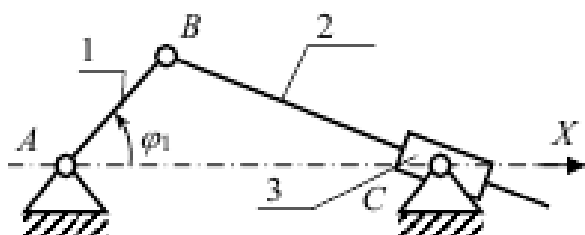
75-Masala. Berilgan mexanizmdagi Ikkichi zvenoni chizgan
trayektoriyasini toping.

76-Masala. Dezaksial krivoship –polzunli mexanizmni 3-zvenoni
chetki xolatlarini aniqlang. $L_{AB} = 40 \text{ mm}$, $L_{BC} = 100 \text{ mm}$,
 $h = 20 \text{ mm}$

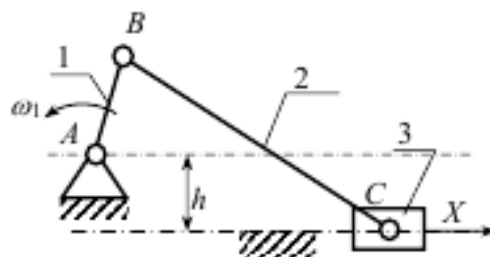
77-Masala. Kulisa 3 ni ikkita chetki xolatlarini aniqlang
 $L_{AB} = 50 \text{ mm}$, $L_{AC} = 100 \text{ mm}$

78-Masala. Berilgan $L_{AB} = 50 \text{ mm}$, $L_{BC} = 200 \text{ mm}$, $L_{CD} = 140 \text{ mm}$,
 $h_1 = 80 \text{ mm}$, $h_2 = 220 \text{ mm}$, $L_{BM} = L_{MK} = L_{KL} = 0,25 \cdot L_{BC}$ bo'yicha

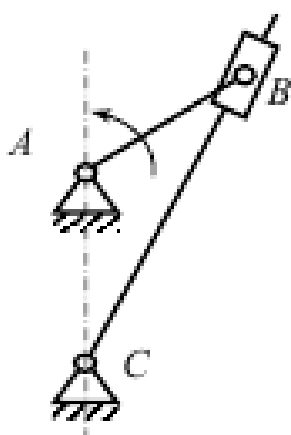
shatundagi M , K va L nuqtalarni mexanizmn 12 ta xolati uchun trayektoriyasini tuzing.



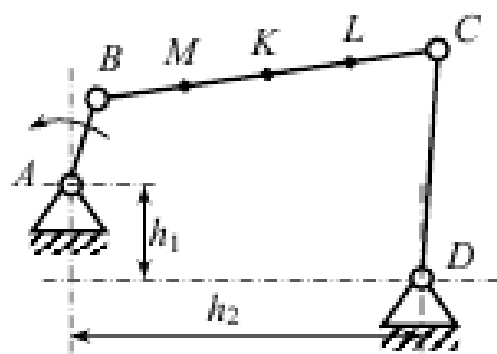
75-masala.



76-masala.



77-masala.



78-masala.

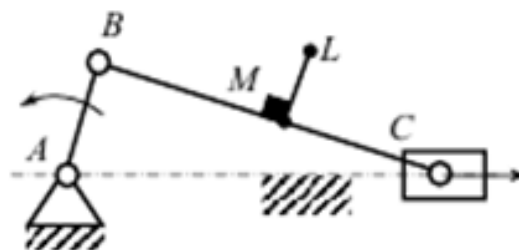
79-Masala.

Berilgan

$$L_{AB} = 50 \text{ mm}, \quad L_{BC} = 150 \text{ mm},$$

$$L_{BM} = 75 \text{ mm}, \quad L_{ML} = 50 \text{ mm}$$

bo'yicha shatundagi M va L nuqtalarni mexanizmlarni 8 ta xolati uchun trayektoriyasini chizing.

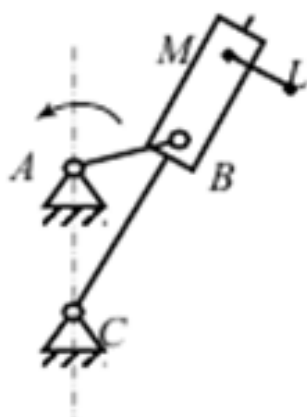


79-masala

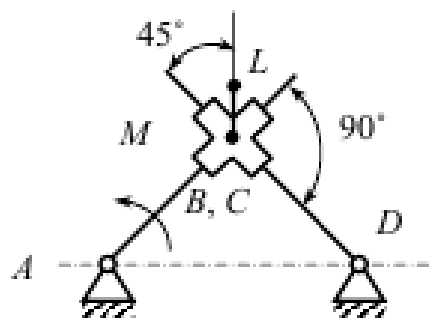
80-Masala. Berilgan $L_{AB} = 60 \text{ mm}$, $L_{AC} = 80 \text{ mm}$, $L_{BM} = 40 \text{ mm}$, $L_{ML} = 20 \text{ mm}$ bo'yicha shatundagi M va L nuqtalarni mexanizmlarni 8 ta xolati uchun trayektoriyasini chizing.

81-Masala. Berilgan muftani $L_{AD} = 100 \text{ mm}$, $L_{ML} = 30 \text{ mm}$ uzunliklari bo'yicha M va L nuqtalarni 8 ta xolatini toping.

82-Masala. Berilgan $L_{AB} = 50 \text{ mm}$, $L_{AC} = 140 \text{ mm}$, $L_{BM} = 60 \text{ mm}$, $L_{BL} = 200 \text{ mm}$ bo'yicha shatundagi M va L nuqtalarni tebranuvchi kulisali mexanizmda 12 ta xolati uchun trayektoriyasini chizing.

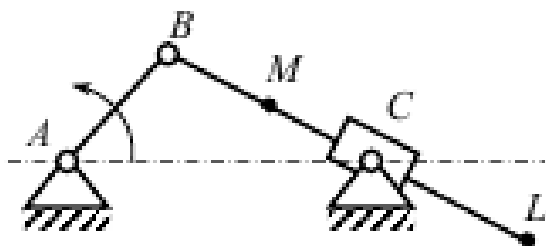


80-masala

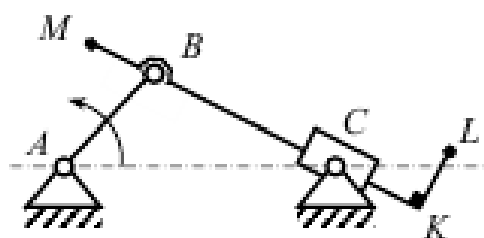


81-masala

83-Masala. Berilgan $L_{AB} = 30 \text{ mm}$, $L_{AC} = 120 \text{ mm}$, $L_{BM} = 30 \text{ mm}$, $L_{BK} = 180 \text{ mm}$, $L_{KL} = 30 \text{ mm}$ bo'yicha shatundagi bo'yicha M va L nuqtalarni tebranuvchi kulisali mexanizmni 12 ta xolati uchun traektoriyasini chizing.



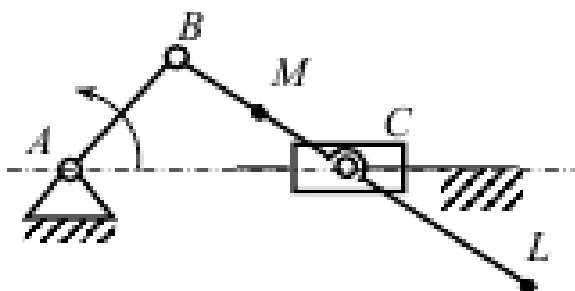
82-masala



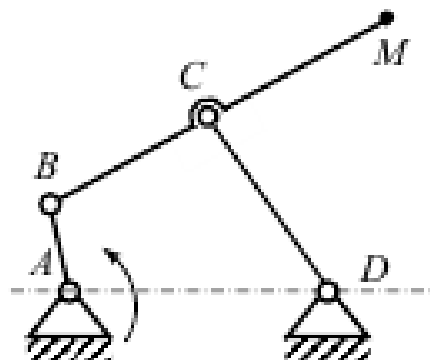
83-masala

84-Masala. Berilgan $L_{AB} = 10 \text{ mm}$, $L_{BC} = 30 \text{ mm}$, $L_{BM} = 96 \text{ mm}$, bo'yicha shatundagi M va L nuqtalarni 8 ta xolati uchun trayektoriyasini toping.

85-Masala. Berilgan $L_{AB} = 6,8 \text{ mm}$, $L_{BC} = L_{CD} = L_{CM} = 50 \text{ mm}$, $L_{AD} = 70,45 \text{ mm}$ Chebeshiv mexanizmni shatundagi M nuqtasini 8 ta xolatni toping.



84-masala

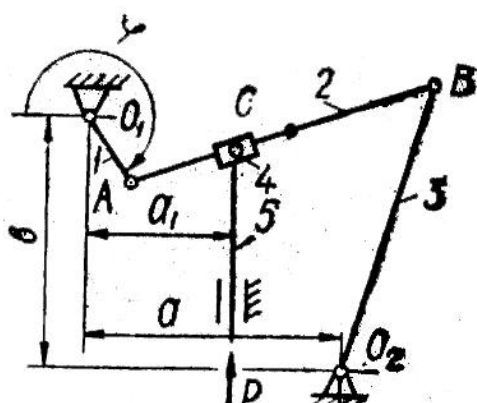


85-masala

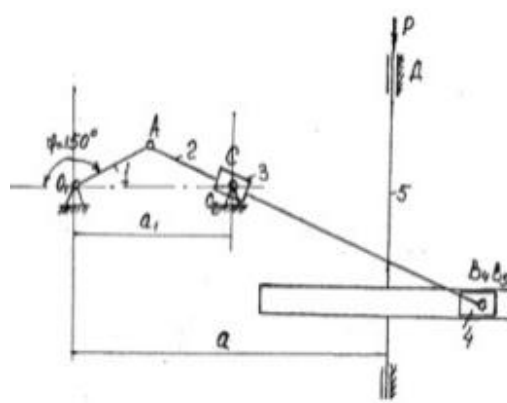
Quyida berilgan qiymatlarga ko'ra mexanizmning strukturasi va kinematikasi tekshirilsin.

86-Masala Berilgan: $O_1A = 0,09\text{ м}$, $\varphi = 210^\circ$, $n = 70 \frac{\text{aйл}}{\text{мин}}$, $P = 24\text{ Н}$
Zvenolarning uzunliklari $AB = BO_2 = 4 \cdot O_1A$ $a_1 = 2 \cdot O_1A$
 $a = 3,5 \cdot O_1A$ $b = 3 \cdot O_1A$ va krivoshipning burilish burchagi $\varphi = 210^\circ$ dagi turish vaziyati uchun mexanizm tekshirilsin.

87-Masala Berilgan: $O_1A = 0,25\text{ м}$; $a = 4 \cdot O_1A$; $a_1 = 2 \cdot O_1A$;
 $AB = 4,5 \cdot O_1A$. yetakchi zveno 1 ning $\varphi = 150^\circ$ da turish vaziyati uchun mexanizm tekshirilsin.



86-masala



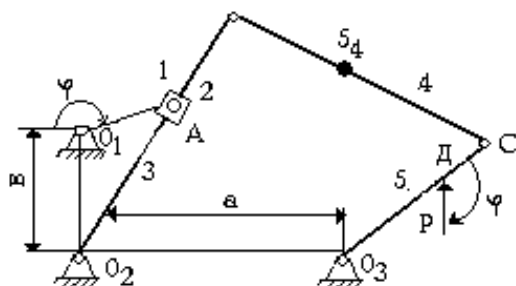
87-masala

88-Masala Berilgan: $O_1A = 0,06\text{ м}$ $\varphi = 60^\circ$, $P = 24\text{ Н}$
 $n_1 = 90 \frac{\text{aйл}}{\text{мин}}$, $\gamma = 60 \text{ град}$ $a = 3 \cdot O_1A$, $b = 2 \cdot O_1A$, $O_2B = 4 \cdot O_1A$,
 $BC = 5 \cdot O_1A$, $O_3C = 4 \cdot O_1A$. Zveno 1 ning $\varphi = 60^\circ$ da turish vaziyati uchun mexanizmni tekshirilsin.

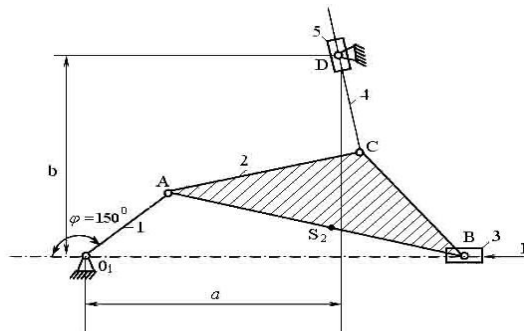
89-Masala Berilgan: $O_1A = 0,25\text{ м}$, $\varphi = 150^\circ$, $n_1 = 50 \frac{\text{aйл}}{\text{мин}}$,
 $P_1 = 60\text{ Н}$; $a = 3 \cdot O_1A$ $b = 3,5 \cdot O_1A$ $AB = 5 \cdot O_1A$ $CE = 4 \cdot O_1A$
 $AC = BC = 2,6 \cdot O_1A$ Etakchi zveno 1 ning $\varphi = 150^\circ$ da turishi vaziyati uchun mexanizm tekshirilsin.

90-Masala Berilgan; $O_1A = 0,09\text{ м}$, $\varphi = 60^\circ$, $\gamma = 20 \text{ град}$
 $n_1 = 160 \frac{\text{aйл}}{\text{мин}}$, $P = 100\text{ Н}$, $a = 4 \cdot O_1A$; $b = 1,5 \cdot O_1A$; $AC = 2 \cdot O_1A$;
 $AE = 6 \cdot O_1A$; $DC = 3 \cdot O_1A$; $DO_2 = 2,5 \cdot O_1A$; $DF = O_1A$: Etakchi zveno 1 ning $\varphi = 60^\circ$ da turish vaziyati uchun mexanizmni tekshirilsin.

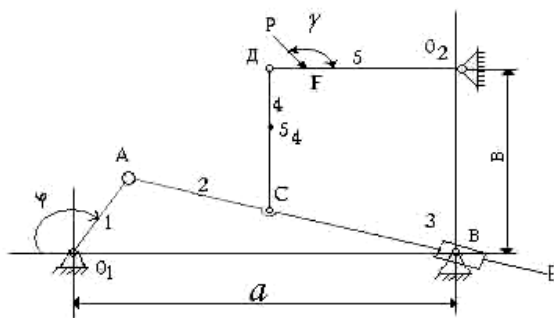
91-Masala Berilgan: $O_1A=0,15m$, $n_1=100 \text{ aйл/мин}$; $P=200 H$;
 $\gamma=90^\circ$ $a=4 \cdot O_1A$ $b=5 \cdot O_1A$ $AB=4,5 \cdot O_1A$ $AC=5,5 \cdot O_1A$
 $BO_2=3 \cdot O_1A$ $O_3D=2,5 \cdot O_1A$ etakchi zveno 1 ning $\varphi=150^\circ$; da
turish vaziyati uchun mexanizm tekshirilsin.



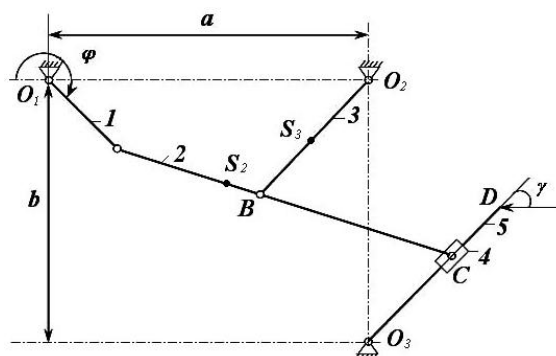
88-masala



89-masala



90-masala

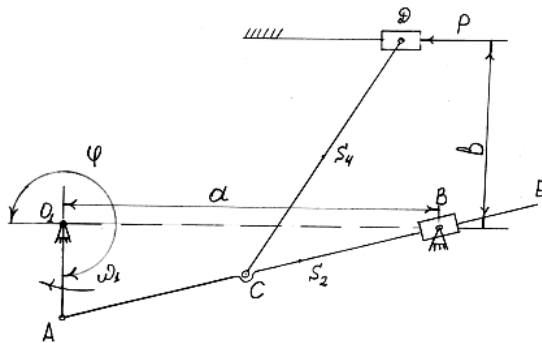


91-masala

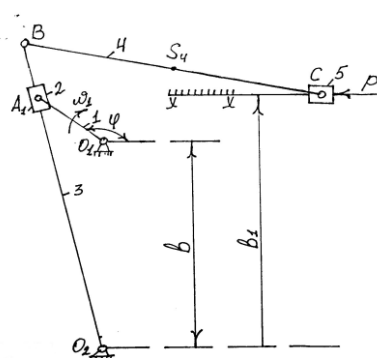
92-Masala Berilgan: $O_1A=0,09m$, $\varphi=270^\circ$, $n_1=60 \text{ ayl/min}$,
 $P=200 H$ $a=4 \cdot O_1A$; $b=2 \cdot O_1A$; $AE=5,2 \cdot O_1A$; $BC=2 \cdot O_1A$;
 $CD=3 \cdot O_1A$ Zveno 1 ning $\varphi=270^\circ$ da turish vaziyati uchun
mexanizmni tekshiring.

93-Masala Berilgan: $O_1A=0,25m$, $\varphi=30^\circ$, $n_1=80 \text{ ayl/min}$,
 $P=120 H$ $b=2,5 \cdot O_1A$, $e_1=3,2 \cdot O_1A$, $O_2B=4 \cdot O_1A$,
 $BC=3,8 \cdot O_1A$

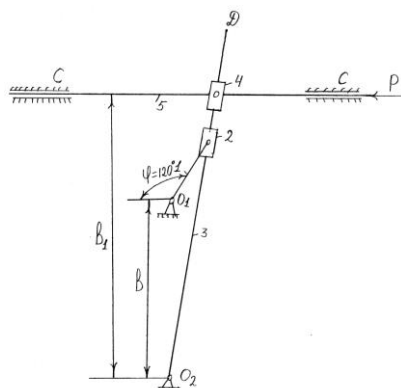
Zveno 1 ning $\varphi=30^\circ$ da turish vaziyati uchun mexanizmni
tekshiring.



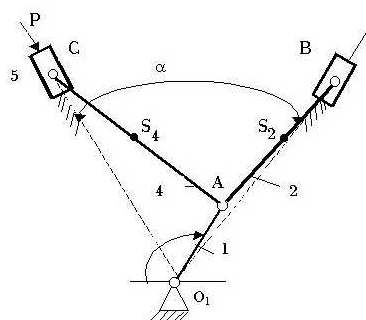
92-masala



93-masala



94-masala



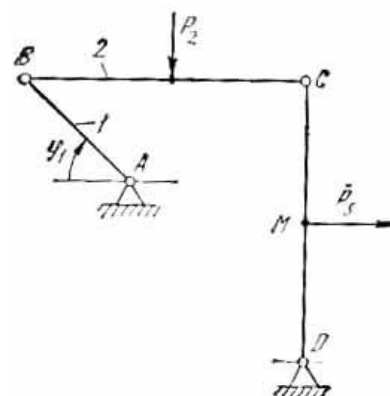
95-masala

94-Masala Berilgan: $O_1A = 0,14\text{ m}$, $\varphi = 120^\circ$, $n_1 = 90\text{ ayl/min}$, $P = 100\text{ H}$, $e = 2,5 \cdot O_1A$, $e_1 = 4 \cdot O_1A$, $O_2D = 5 \cdot O_1A$. Zveno 1 ning $\varphi = 120^\circ$ da turish vaziyati uchun mexanizmni tekshiring.

95-Masala Berilgan: $O_1A = 0,16\text{ m}$; $\varphi = 0^\circ$, $P = 2000\text{ H}$, $n_1 = 3200\text{ ayl/min}$, $\alpha = 120\text{ grad}$, $AB = 3 \cdot O_1A$, $AC = 3,0 \cdot O_1A$. Krivoshipning burilish burchagi $\varphi = 0^\circ$ vaziyati uchun mexanizmni tekshiring.

Mexanizmlarni kinetostatikasi bo'yicha masalalar

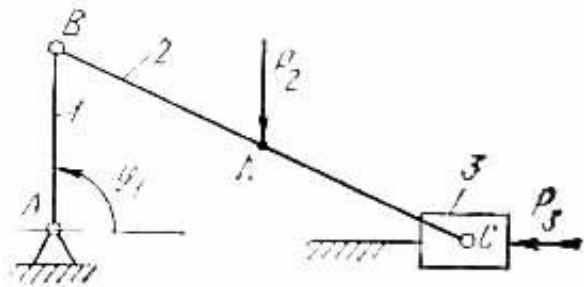
96-Masala. Sharnir to'rt zvenoli mexanizmning A , B , C , D kinematik juftlarida vujudga keladigan reaksiya kuchlari va AB zvenoga qo'yilgan muvozanatlovchi momentning qiymati quyida berilganlarga ko'ra aniqlansin: $\varphi_1 = 45^\circ$, $L_{AB} = 50\text{ mm}$, $L_{BC} = L_{CO} = 100\text{ mm}$. BC zveno o'qi gorizontal,



96-Masala

CD zveno o'qi vertikal joylashgan. R_2 va R_3 kuchlar zvenolarning teng o'rtasida joylashgan K va M nuqtalarga qo'yilgan. $R_2 = 200\text{ N}$ bo'lib, zvenolarga tik yo'nalishda ta'sir etadi.

97-Masala. Krivoship polzunli mexanizmning A, B, C, D kinematik juftlarida vujudga keladigan reaksiya kuchlari va AB zvenoga qo'yilgan muvozanatlovchi momentning qiymati quyida berilganlarga ko'ra aniqlansin: $\varphi_1 = 90^\circ$,



97-masala

$L_{AB} = 100\text{ mm}$, $L_{BC} = 250\text{ mm}$, $R_2 = R_3 = 1000\text{ N}$. R_2 kuch qo'yilgan K nuqta BC zvenoning teng o'rtasida joylashgan va vertikal yo'nalishda ta'sir qiladi.

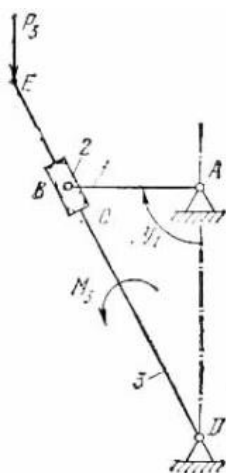
98-Masala. Kulisali mexanizmning A, B, C, D kinematik juftlarida vujudga keladigan reaksiya kuchlari va AB zvenoga qo'yilgan muvozanatlovchi momentning qiymati quyida berilganlarga ko'ra aniqlansin: $\varphi_1 = 90^\circ$, $L_{AB} = 125\text{ mm}$, $L_{DE} = 400\text{ mm}$. Zveno 3 ga qo'yilgan moment $M_3 = 100\text{ N} \cdot \text{m}$ E nuqtaga qo'yilgan kuch vertikal yo'nalgan bo'lib, $R_3 = 500\text{ N}$.

99-Masala. Sinus mexanizmning AB zvenosiga qo'yilgan muvozanatlovchi momentning qiymati Jukovskiy usulidan foydalanilgan holda quyida berilganlarga ko'ra aniqlansin:

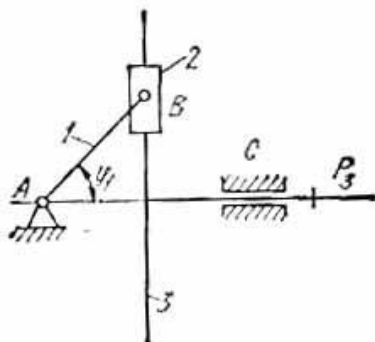
$$\varphi_1 = 45^\circ, L_{AB} = 100\text{ mm}, R_3 = 100\text{ N}$$

100-Masala. Sharnirli to'rt zvenoli mexanizmning AB zvenosiga qo'yilgan muvozanatlovchi momentning qiymati Jukovskiy usulidan foydalanilgan xolda quyida berilganlarga ko'ra aniqlansin: $\varphi_1 = 90^\circ$, $L_{BC} = L_{CO} = 100\text{ mm}$. BC zveno o'qi gorizontal, CD zveno o'qi vertikal joylashgan. Kuchlar zvenolarga tik ravishda ularning teng o'rtalaridagi K va M

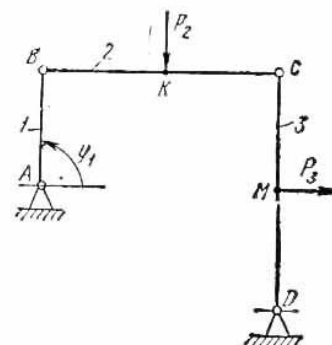
nuqталarга ta'sir qiladi. Ularning qiymatlari $R_2 = R_3 = 500\text{ N}$



98-masala



99-masala

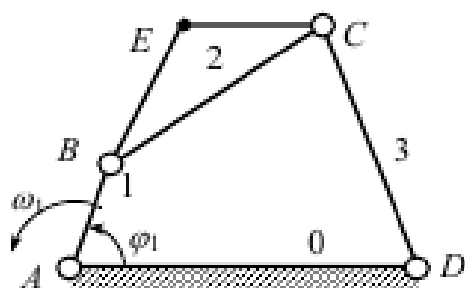


100-masala

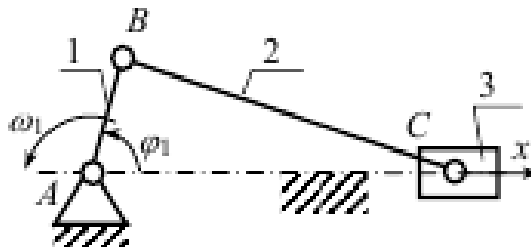
101-110- Masalalarda tezlik va tezlanishni grafa-ANALITIK usul bilan topish.

101-Masala. Berilgan $\varphi_1 = 30^\circ$ xolati va $L_{AB} = 30\text{ mm}$, $L_{BC} = L_{CD} = L_{AD} = 60\text{ mm}$, $L_{BE} = L_{CE} = 30\text{ mm}$, $\omega = 20\text{ rad/s}$ uchun e nuqtasi va CD zvenosini burchak tezlik va tezlanishini rejasini quring.

102-Masala. Berilgan krivoship-polzunli mexanizmni $L_{AB} = 60\text{ mm}$, $L_{BC} = 180\text{ mm}$, $\varphi_1 = 120^\circ$, $\omega = 100\text{ rad/s}$ uchun BC zvenosini burchak tezlik va tezlanishini plani usuli bilan aniqlang.

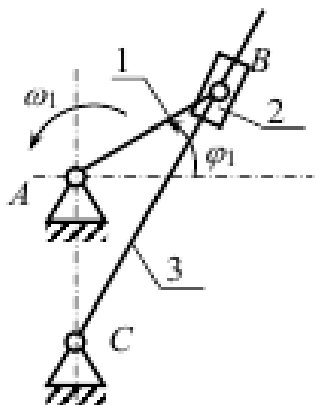


101-masala

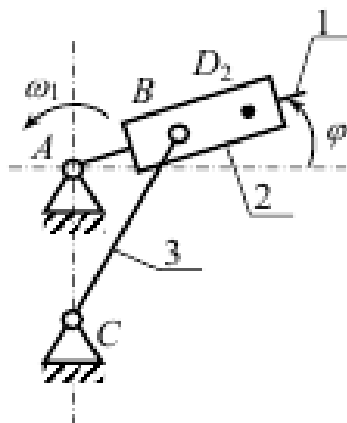


102-masala

103-Masala. Berilgan kulisali mexanizmni $L_{AB} = 30 \text{ mm}$, $L_{AC} = 60 \text{ mm}$, $\varphi_1 = 240^\circ$, $\omega_1 = 10 \text{ rad/s}$ uchun uchinchi zvenoni burchak tezlik va tezlanishlarini toping.



103-masala



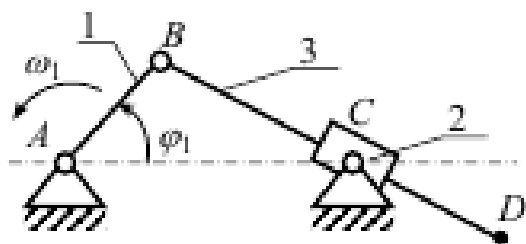
104-masala

104-Masala. Berilgan kulisali mexanizmni $L_{AC} = 50 \text{ mm}$, $L_{BC} = 70 \text{ mm}$, $L_{BD_2} = 16 \text{ mm}$, $\varphi_1 = 30^\circ$, $\omega_1 = 10 \text{ rad/s}$ uchun D_2 nuqtani absolyut tezlik va tezlanishlarini toping.

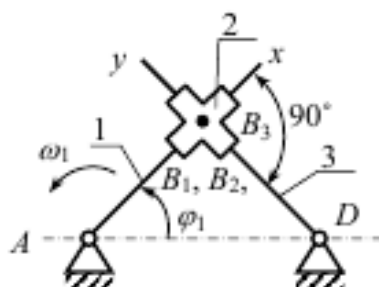
105-Masala. Berilgan $L_{AB} = 30 \text{ mm}$, $L_{AC} = 60 \text{ mm}$, $L_{BD} = 120 \text{ mm}$, $\varphi_1 = 120^\circ$, $\omega_1 = 40 \text{ rad/s}$ uchun D nuqtani absolyut tezlik va tezlanishlarini toping.

106-Masala. Oldgeym mexanizmida berilgan $L_{AC} = 40 \text{ mm}$, $\varphi_1 = 30^\circ$, $\omega_1 = 40 \text{ rad/s}$ uchun B_3 nuqtasini tezligini toping.

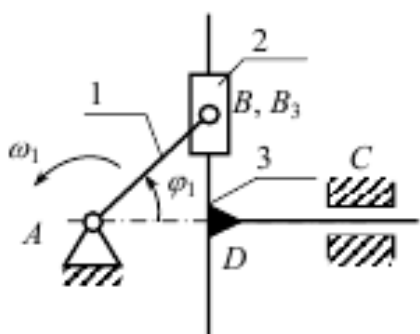
107-Masala. Sinus mexanizmida berilgan $\omega_1 = 10 \text{ rad/s}$, $\varphi_1 = 45^\circ$, $L_{AB} = 200 \text{ mm}$ uchun B_3 nuqtasini absolyut tezligini toping.



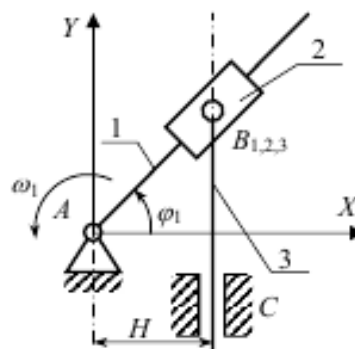
105-masala



106-masala

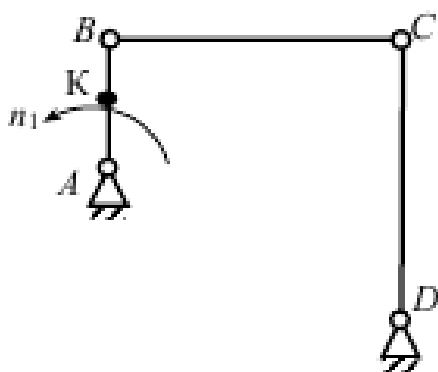


107-masala

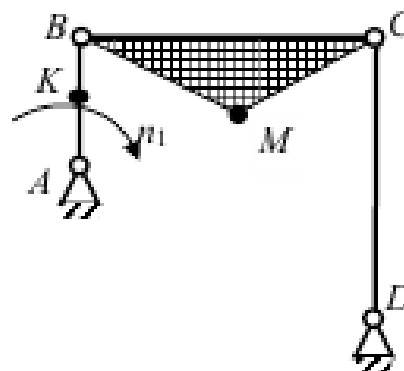


108-masala

108-Masala. Tangens mexanizmida berilgan $\omega_1 = 5 \text{ rad/s}$, $\varphi_1 = 30^\circ$, $H = 250 \text{ mm}$ uchun B_3 nuqtasini absolyut tezligini toping.



109-Masala



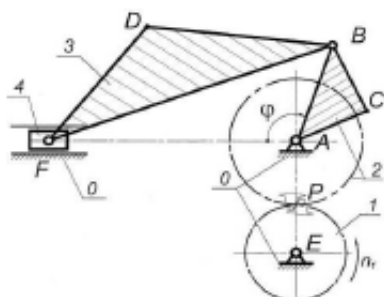
109-Masala

109-Masala. Berilgan xolat uchun $L_{AB} = 100 \text{ mm}$, $L_{BC} = L_{CD} = 200 \text{ mm}$, $L_{AK} = 50 \text{ mm}$, $n_1 = 300 \text{ ayl/min}$ bo'lgandagi tezlik va tezlanish planlarini quring.

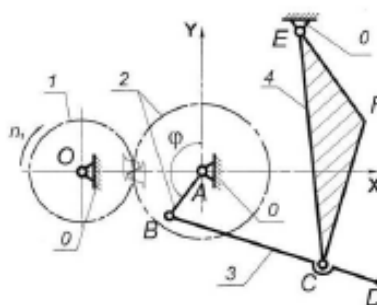
110-Masala. Berilgan xolat uchun $L_{AB} = 100 \text{ mm}$, $L_{BC} = L_{CD} = 200 \text{ mm}$, $L_{AK} = 50 \text{ mm}$, $n_1 = 200 \text{ ayl/min}$ bo'lgandagi tezlik va tezlanish planlarini quring.

111-Masala. Berilgan mexanizm uchun tezlik va tezlanishlar planini qurib zvenolarni burchak tezlik va tezlanishlarini toping. (111-jadval)

112-Masala. Berilgan mexanizm uchun tezlik va tezlanishlar planini qurib zvenolarni burchak tezlik va tezlanishlarini toping. (112-jadval)



111-masala

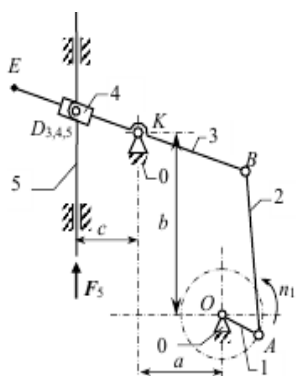


112-masala

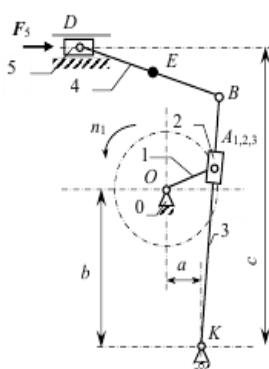
113-Masala. Mexanizmni ixtiyoriy xolati uchun tezlik va tezlanishlar plani qurilsin. (113-jadval)

114-Masala. Mexanizmni ixtiyoriy xolati uchun tezlik va tezlanishlar plani qurilsin. (114-jadval)

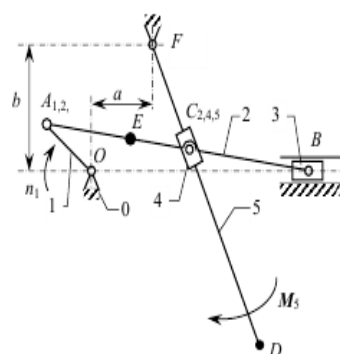
115-Masala. Mexanizmni ixtiyoriy xolati uchun tezlik va tezlanishlar plani qurilsin. (115-jadval)



113-masala



114-masala



115-masala

111-masalaga jadval

Variant	n_1	φ	AB	BC	AC	BF	BD	DF	m	Z_1	Z_2
	ayl/ min	grad	mm								
a	300	50	40	30	35	90	90	30	2	17	34
b	240	120	50	40	40	120	100	30	2	18	36
c	180	150	60	60	100	180	160	40	2	20	32
d	120	120	70	80	120	240	100	160	2,5	18	30
e	200	90	90	70	90	340	210	150	2	20	45

112- masalaga jadval

Variant	n_1	φ	AB	BD	BC	EC	EF	Y_E	X_E	m	Z_1	Z_2
	ayl/min	grad	mm									
a	400	150	15	90	70	100	40	40	50	1	25	50
b	1000	120	12	70	56	80	32	32	40	1,5	20	40
c	750	100	10	60	50	70	30	30	15	1	20	32
d	800	120	20	120	95	135	55	55	65	1,5	18	30
e	500	30	50	140	100	140	160	60	70	1,5	18	27

113- masalaga jadval

Variant	a	b	c	L_{AB}	L_{AC}	L_{BK}	n_1	F_5
	mm						ayl/min	N
1	400	600	150	600	300	620	150	
2	500	550	175	600	200	750	120	
3	400	900	250	1000	400	780	200	

114- masalaga jadval

Variant	a	b	c	L_{OA}	L_{KB}	L_{BD}	L_{BE}	n_1	F_5
	mm							ayl/min	N
1	80	310	550	110	480	250	150	200	
2	45	400	640	100	500	350	160	150	
3	35	300	580	100	480	270	130	250	

115- masalaga jadval

Variant	a	b	L_{OA}	L_{AB}	L_{AC}	L_{FD}	L_{AE}	n_1	M_5
	mm							ayl/min	N
1	40	180	40	240	120	280	90	300	
2	80	200	50	240	110	320	90	280	
3	100	220	80	300	180	320	100	250	

Mexanizmlarning kinematik sxemasini chizish, tezlik va tezlanishlarni reja qurish usuli bo'yicha masalalar

116-Masala. Qabul qilingan $L_{AB} = 130 \text{ mm}$ $L_{BC} = L_{DC} = 250 \text{ mm}$

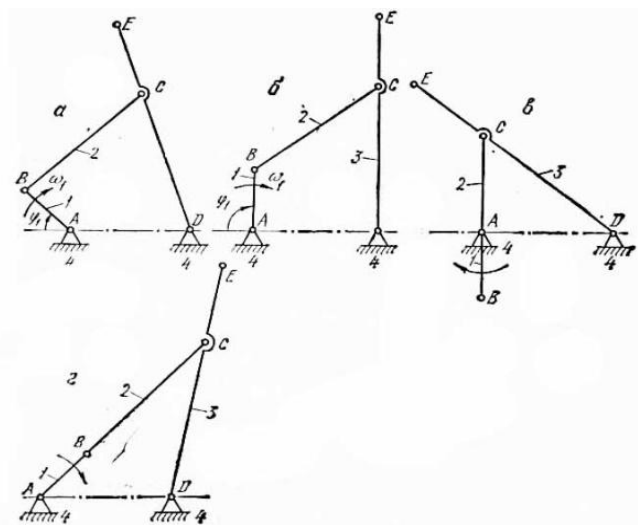
$L_{AD} = 200 \text{ mm}$ $L_{DE} = 375 \text{ mm}$

$\omega_1 = 50 \text{ rad/s}$ qiymatlarga

ko'ra krivoship koromisloli mexanizmlarning tezlik va tezlanishlar rejalari quyidagi xolatlari uchun qurilsin:

$a) \varphi_1 = 45^\circ$ $b) \varphi_1 = 90^\circ$

$c)$ koromislo 3 ning eng chetki holati uchun va E, C nuqtalarning absolyut tezlik va tezlanishlari, zvenolar 2 va 3 ning burchak tezlik va tezlanishlari aniqlansin.

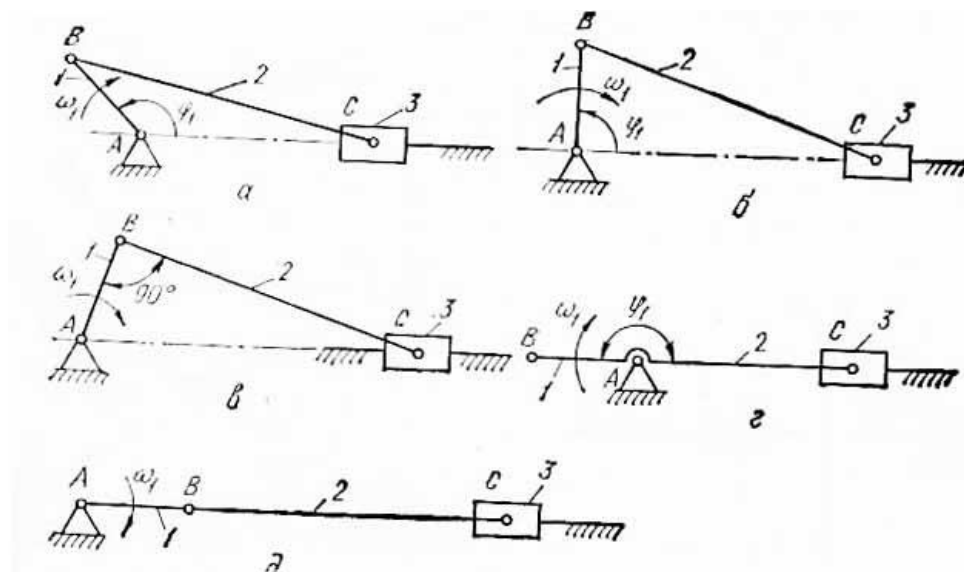


116-масала

117-Masala. Qabul qilingan $L_{AB} = 100 \text{ mm}$ $L_{BC} = 300 \text{ mm}$

$\omega_1 = 400 \text{ rad/s}$ qiymatlarga ko'ra krivoship-polzunli

mexanizmning tezlik va tezlanishlar planlari mexanizmning quyidagi holatlari uchun qurilsin: $a) \varphi_1 = 135^\circ$ $b) \varphi_1 = 0^\circ$



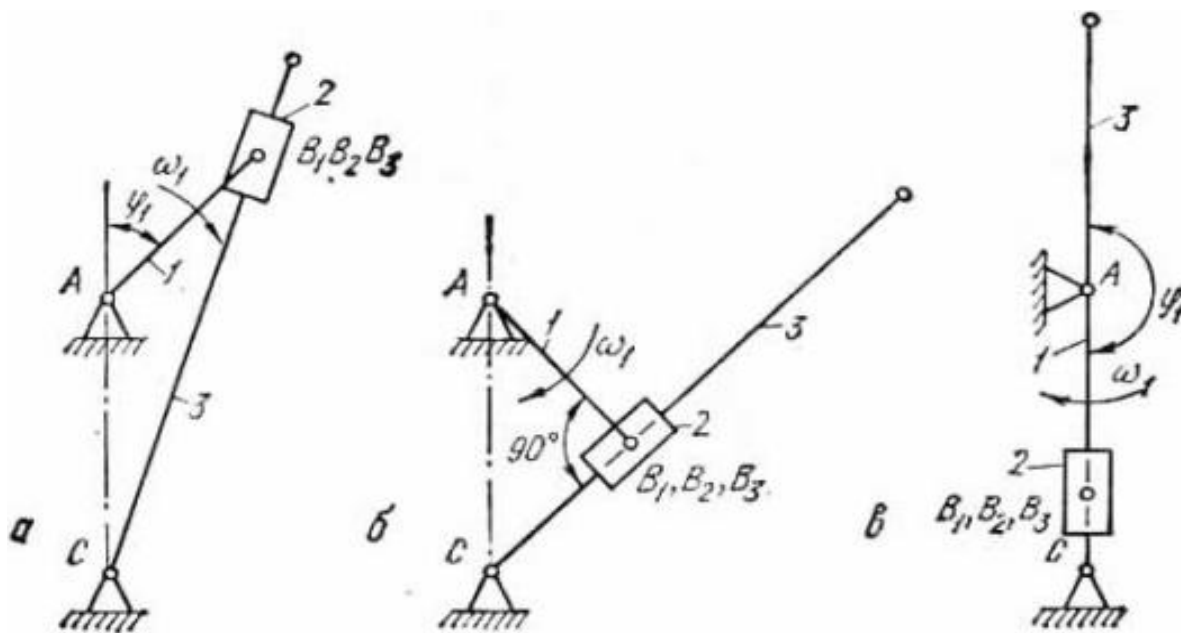
117-масала

$\delta_{\varphi_1=90^\circ}$ $e_{\varphi_1=180^\circ}$ $e_{\varphi_1=180^\circ}$ polzuning eng chetki holati. Shatun BC ning burchak tezlik va tezlanishlari aniqlansin.

118-Masala. Berilgan $L_{AB} = 30 \text{ mm}$ $L_{AC} = 40 \text{ mm}$ $\omega_1 = 20 \text{ rad/s}$ qiymatlarga kulisali mexanizmning tezlik va tezlanishlar planlari mexanizmning quyidagi xolatlari uchun qurilsin:

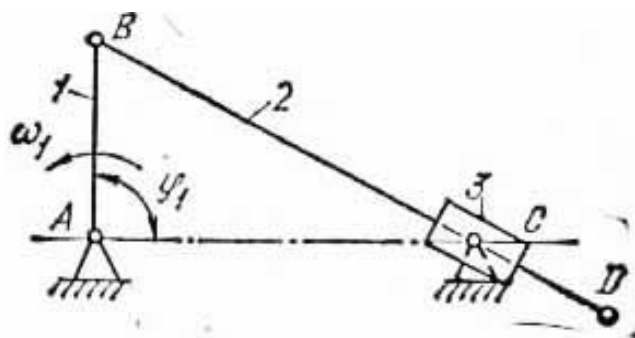
$a_{\varphi_1=45^\circ}$ $\delta_{\varphi_1=45^\circ}$ kulisa 3 ning eng chetki holati $e_{\varphi_1=180^\circ}$

Krivoship 1 va kulisa 3 bir-biri bilan ustma-ust joylashganda. Kulisa 3 ning burchak tezlik va tezlanishlari aniqlansin.



118-Masala

119-Masala. Polzuni tebranma xarakat qiluvchi kulisali mexanizmdagi D nuqtasining absolyut tezlik va tezlanishlari quyidagi qilingan qiymatlarga ko'ra aniqlansin: $L_{AB} = 30 \text{ mm}$ $L_{AC} = 60 \text{ mm}$ $L_{BD} = 120 \text{ mm}$ $\varphi_1 = 150^\circ$ $\omega_1 = 40 \text{ rad/s}$



119-masala

2.5 Tishli mexanizmlarni kinematik analiz qilish

Tishli mexanizmlar texnikani turli soxalarida ishlatilib, asosan bir o'qdagi aylanma xarakatni boshqa bir o'qqa uzatish uchun xizmat qiladi. Ba'zi xollarda aylanma xarakatni ilgarlanma xarakatga aylantirib berish uchun xam xizmat qiladi (reykali uzatma). Ularni FIK juda yuqori bo'ladi. (0,98-0,99 bir juft g'ildiraklarda)

Tishli mexanizm tarkibida oliy kinematik juft ishtirok etadi. Odatda kichik diametrdagi g'ildirakni shesterna, kattasini g'ildirak deb ataymiz.

Kinematik jixatdan tishli mexanizmlarni ikki guruxga ajratish mumkin:

1. O'qlari qo'zg'almas ya'ni- g'ildirak o'qlari parallel;

- *g'ildirak o'qlari kesuvchi;*

- *g'ildirak o'qlari ayqash.*

2. O'qlari qo'zg'aluvchan planetar mexanizmlar. Ularni erkinlik darajasi $W=1$ teng bo'lsa, oddiy planetar mexanizm deyiladi. Erkinlik darajasi ikki va undan ortiq bo'lsa defferensial mexanizm deb ataladi.

Tishli mexizmlarni kinematikasi deganda asosan uni burchak tezliklari yoki zvenolarni aylanishlar sonlari nisbati tushuniladi.

Uzatish soni umumiy ko'rinishda quydagicha ifodalanadi.

$$U_{jk} = \frac{\omega_j}{\omega_k} = \frac{n_j}{n_k}$$

U_{jk} -zveno j dan k ga uzatish soni;

$\omega_j(n_j)$, $\omega_k(n_k)$ - j , k zvenolarni burchak tezliklari (aylanishlar sonlari)

Uzatish sonini tishlar soni yoki boshlang'ich va bo'lish aylanalari diametrlari orqali xam aniqlash mumkin

$$U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

Tekis tishli mexanizmlarda ilashishi ichki bo'lsa, uzatish soni musbat, tashqi ilashmada manfiy bo'ladi (rasm 2.5 a,b). Tekislikda ba'zi xollarda o'zgaruvchan nisbatli uzatish sonli tishli mexanizmlar xam ishlatiladi. Bunday tishli mexanizmlarda tishli g'ildiraklarni ko'rinishi elepissimon (egri tishli g'ildiraklar) bo'ladi.

Asosan bir juft g'ildiraklarda uzatish soni 6-8 gacha bo'ladi. Undan ortiq bo'lsa ko'p pog'anali tishli mexanizmlardan foydalaniladi.

Agarda yetaklanuvchi zvenoni burchak tezligi yetaklovchi zvenoni burchak tezligidan kichik bo'lsa $U > 1$, bunday mexanizm, yoki reduktor sekinlashtiruvchi, teskari $U < 1$ bo'lsa tezlashtiruvchi reduktor yoki multiplikator deyiladi.

2.6 Ko'p pog'anali tishli mexanizmlarni uzatish soni

2.12- rasmda uch pog'anali o'qlari qo'zg'almas tishli mexanizm ko'rsatilgan. Oraliq vallarda (O_2-O_2 va O_3-O_3) ikkitadan tishli g'ildiraklar bor. Shu xolat uchun umumiy uzatish soni $U_{14} = \frac{\omega_1}{\omega_4}$

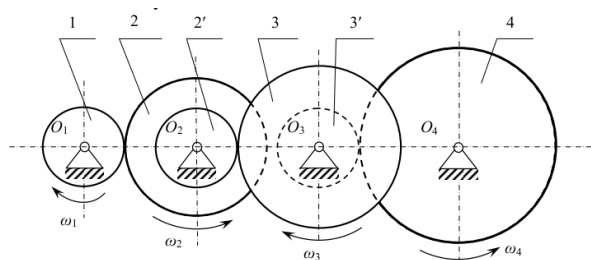
bo'ladi. Xar bir juftni uzatish soni $U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = -\frac{Z_2}{Z_1}$, $U_{2'3} = \frac{\omega_{2'}}{\omega_3} = -\frac{Z_3}{Z_{2'}}$,

$U_{3'4} = \frac{\omega_{3'}}{\omega_4} = -\frac{Z_4}{Z_{3'}}$ xammasini xisoblab chiqsak.

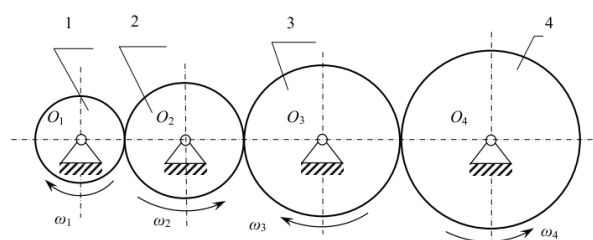
$U_{14} = U_{12} \cdot U_{2'3} \cdot U_{3'4} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot \frac{\omega_{2'}}{\omega_3} \cdot \frac{\omega_{3'}}{\omega_4} = -\frac{\omega_1}{\omega_4}$ xosil bo'ladi. Shunga asosan formulani quydagi umumiy qurilishdagi yozish mumkin.

$$U_{1n} = \frac{\omega_1}{\omega_n} = (-1)^m \cdot (U_{12} \cdot U_{2'3} \cdot U_{3'4} \cdot \dots \cdot U_{(k-1)k})$$

m -tashqi ilashmali juftlar soni
 k -g'ildiraklar soni



2.12-rasm



2.13-rasm

2.13-rasmda xar bir valda bittadan tishli g'ildirak o'rnatilgan, bu xolda uzatish soni quydagicha bo'ladi.

$$U_{14} = (-1)^m \cdot (U_{12} \cdot U_{23} \cdot U_{34} = -\left(\frac{Z_2}{Z_1}\right) \cdot \left(\frac{Z_3}{Z_2}\right) \cdot \left(\frac{Z_4}{Z_3}\right) = -\frac{Z_4}{Z_1} = -\frac{d_4}{d_1}$$

Formulani umumiy ko'rinishini keltirsak

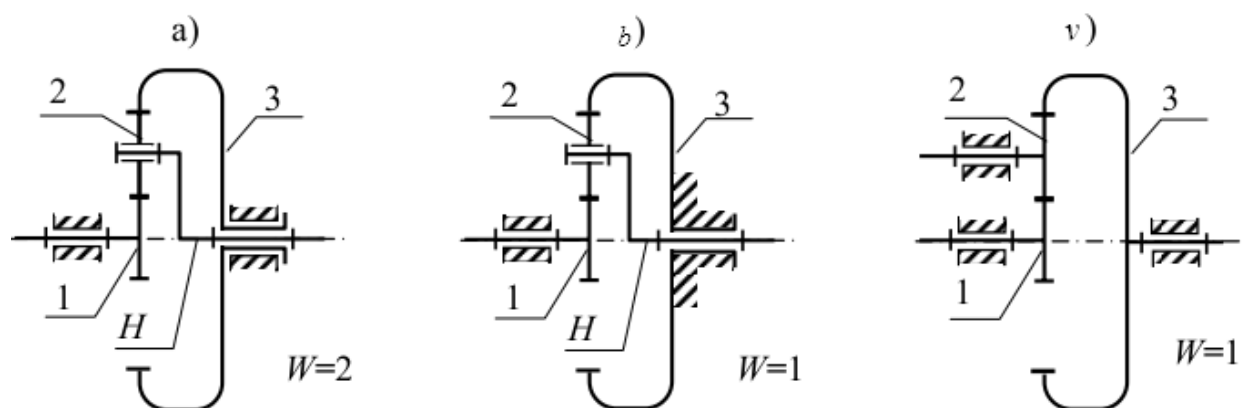
$$U_{1k} = (-1)^m \cdot \frac{Z_k}{Z_1} = (-1)^m \cdot \frac{d_k}{d_1}$$

2.7. Planetar tishli mexanizmlar

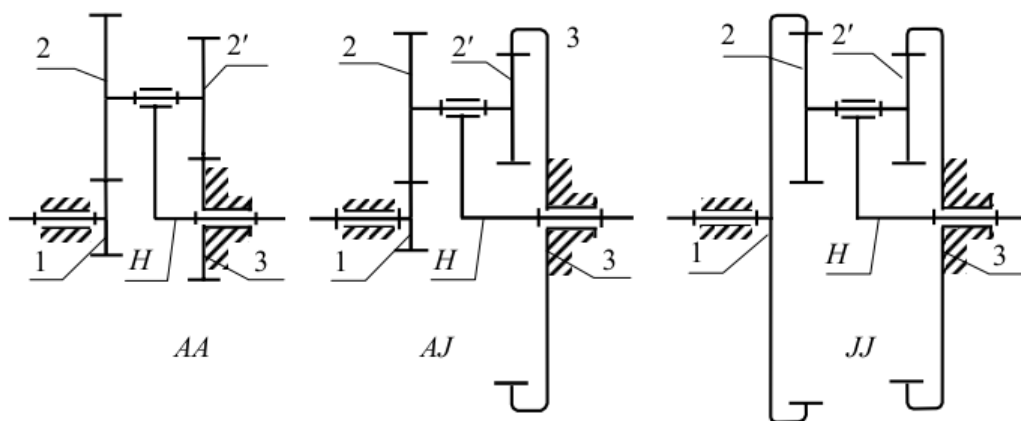
Planetar mexanizmlar differensial va oddiy mexanizmlarga bo'linadi. 2.14a rasmda differensial, 2.14b-rasmda planetar mexanizm ko'rsatilgan.

Bu mexanizmlarda 1,3 zvenolarini markaziy (quyosh) g'ildiraklar deyiladi. Bu mexanizmlarni geometrik o'qlari 0-0 bitta. 2-g'ildirak satellit deb atalib, u murakkab xarakat qiladi, ya'ni o'z o'q atrofida va markaziy g'ildirak atrofida aylanma xarakat qiladi. Zveno '-vadilo deyiladi.

2.15-rasmda Ikki pog'anali planetar mexanizm keltirilgan. Xar qanday planetar mexanizmlarni differensial mexanizmga aylantirish mumkin. Buning uchun qo'zg'almas markaziy g'ildirakga xarakat berish kifoya. Xuddi shunday xar qanday differensial mexanizmni planetar mexanizmga aylantirish mumkin.



2.15-rasm



2.16-rasm

Planetar va differensial mexanizmlarni uzatish sonini topish uchun sistemaga teskari- ω , burchak tezlik berib, butun sistemani oddiy tishli reduktorga aylantirib aniqlash usulini *R.Villis* taklif qilingan.

Misol 2.14a-rasmdagi differensial mexanizm $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_H$ burchak tezlik bilan xarakat qilayotgan bo'lsin. unga teskari - ω_H burchak tezlikni xayolan bersak, u xolda burchak tezliklar quydagi ko'rinishni oladi.

$$\begin{aligned}\omega_1^H &= \omega_1 - \omega_H, & \omega_2^H &= \omega_2 - \omega_H, \\ \omega_3^H &= \omega_3 - \omega_H, & \omega_H^H &= \omega_H - \omega_H = 0\end{aligned}$$

Uzatish sonlari quydagicha topiladi.

$$\begin{aligned}U_{12}^H &= \frac{\omega_1^H}{\omega_2^H} = \frac{\omega_1 - \omega_H}{\omega_2 - \omega_H}, & U_{12}^H &= -\frac{Z_2}{Z_1}, & U_{23}^H &= -\frac{Z_3}{Z_2} \\ U_{23}^H &= \frac{\omega_2^H}{\omega_3^H} = \frac{\omega_2 - \omega_H}{\omega_3 - \omega_H}, & U_{13}^H &= U_{12}^H \cdot U_{23}^H = \left(-\frac{Z_2}{Z_1}\right) \cdot \left(-\frac{Z_3}{Z_2}\right) = -\frac{Z_3}{Z_1} \\ U_{13}^H &= \frac{\omega_1^H}{\omega_3^H} = \frac{\omega_1 - \omega_H}{\omega_3 - \omega_H}\end{aligned}$$

Umumiy xolda uzatish sonini quydagicha yozish mumkin.

$$U_{jk}^H = \frac{\omega_j^H}{\omega_k^H} = \frac{\omega_j - \omega_H}{\omega_k - \omega_H}$$

Bu tenglama Villis formulasi deb ataladi.

Planetar mexanizm (2.14,b-rasm) 3-g'ildirak qo'zg'almas, $\omega_3=0$ u xolda

$$U_{13}^H = \frac{\omega_1 - \omega_H}{\omega_3 - \omega_H} = \frac{\omega_1 - \omega_H}{0 - \omega_H} = 1 - \frac{\omega_1}{\omega_H} = 1 - U_{1H}^3$$

Umumiy ko‘rinishda quydagicha yozish mumkin

$$U_{jH}^k = 1 - U_{jk}^H, \quad U_{jH}^k = \frac{\omega_H}{\omega_j} = \frac{1}{U_{jH}^k} = \frac{1}{1 - U_{jk}^H}$$

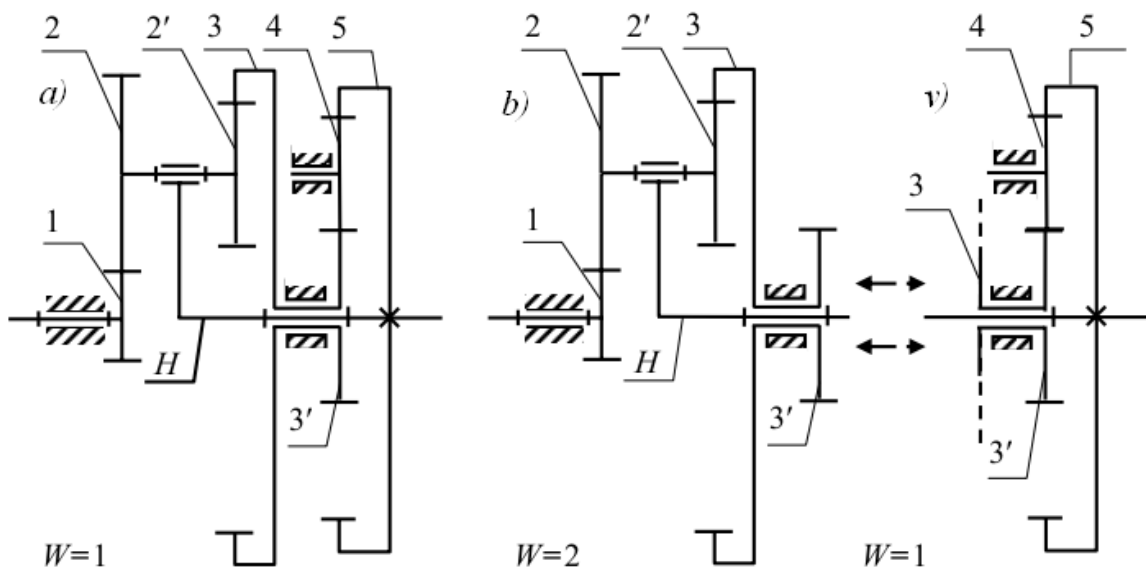
Shu formulalarni qo‘llab 2.15-rasmdagi ikki pog‘anali planetar reduktorlar uchun uzatish soni quydagicha bo‘ladi.

$$U_{13}^H = 1 - U_{1H}^3 = 1 - U_{12}^H \cdot U_{23}^H = 1 - \left(\pm \frac{Z_2}{Z_1} \right) \cdot \left(\pm \frac{Z_3}{Z_{2^1}} \right) = 1 \pm \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_1 \cdot Z_{2^1}}$$

Bu yerda (+) AJ sxema uchun, (-) AA va JJ sxema uchun.

Differensial mexanizmlarni uzatish sonini topish bo‘yicha masalalarni echimlari

1-Masala. 2.16-rasmda keltirilgan diferensial mexanizmlarda yetaklovchi zveno 1, yetaklanuvchi-vadilo bo‘ladi. Mexanizm ikki qismdan iborat, birinchi qismi differensial mexanizm bo‘lib 1,2,2¹, 3- g‘ildiraklar va vadilo ‘ dan iborat. Ikkinchi qismi 3¹, 4 va 5-g‘ildiraklardan iborat.



2.16-rasm

Villis formulasini qo‘llasak quydagicha bo‘ladi

$$U_{13}^H = \frac{\omega_1 - \omega_H}{\omega_3 - \omega_H}$$

Surat va maxrajni yetaklanuvchi zvenoni burchak tezligi ω_H ga bo'lib yuboramiz.

$$U_{13}^H = \frac{\frac{\omega_1}{\omega_H} - 1}{\frac{\omega_2}{\omega_H} - 1} \quad \text{bundan}$$

$$U_{1H} = U_{13}^H \cdot (U_{3H} - 1) + 1 \quad \text{xosil qilamiz.}$$

Bu yerda

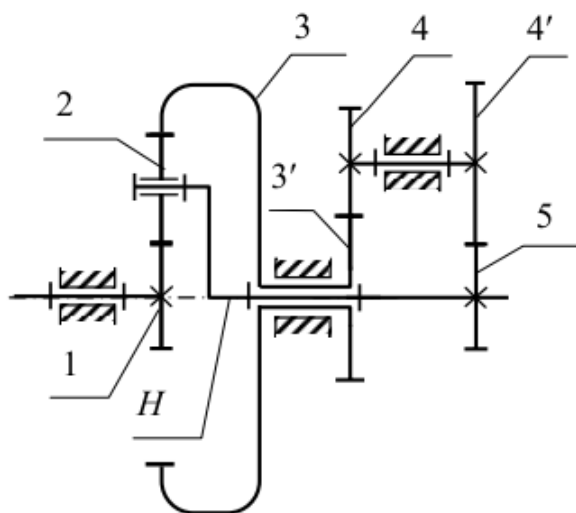
$$U_{13}^H = U_{12}^H \cdot U_{2'3}^H = \left(-\frac{Z_2}{Z_1} \right) \cdot \left(\frac{Z_3}{Z_{2'}} \right) = -\frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_1 \cdot Z_{2'}}$$

$$U_{3H} = U_{35} = U_{3'5} = U_{3'4} \cdot U_{45} = \left(-\frac{Z_4}{Z_{3'}} \right) \cdot \left(\frac{Z_5}{Z_4} \right) = -\frac{Z_5}{Z_{3'}}$$

Bularni oldingi formulaga qo'ysak.

$$U_{1H} = \frac{Z_2 \cdot Z_3 \cdot Z_5}{Z_1 \cdot Z_{2'} \cdot Z_{3'}} + \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_1 \cdot Z_{2'}} + 1 \quad \text{xosil bo'ladi.}$$

2-Masala. 2.17-rasm. Bu yerda yetaklovchi zveno 1 quvvat 4-4¹ g'ildiraklar blokidan, ya'ni yetaklanuvchi g'ildiraklardan olinadi.



2.17-rasm

Bundan xam Villis formulasidan foydalanamiz. $U_{13}^H = \frac{\omega_1 - \omega_H}{\omega_3 - \omega_H}$
 surat va maxrajini yetaklanuvchi g'ildirakni burchak tezligiga
 bo'lib yuborsak, formula quydagi ko'rinishda yoziladi.

$$U_{13}^H = \frac{\frac{\omega_1}{\omega_{4^1}} - \frac{\omega_H}{\omega_{4^1}}}{\frac{\omega_3}{\omega_{4^1}} - \frac{\omega_H}{\omega_{4^1}}} = \frac{U_{14^1} - U_{H4^1}}{U_{34^1} - U_{H4^1}} \quad \text{bunda } U_{14^1} \text{ ni topsak}$$

$$U_{14^1} = U_{13}^H (U_{34^1} - U_{H4^1}) + U_{H4^1}$$

Bu yerdan

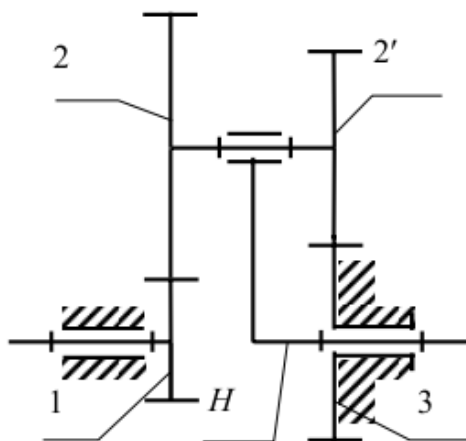
$$U_{13}^H = U_{12}^H \cdot U_{23}^H = \left(-\frac{Z_2}{Z_1} \right) \cdot \left(\frac{Z_3}{Z_2} \right) = -\frac{Z_3}{Z_1}$$

$$U_{34^1} = U_{3^14} = -\frac{Z_4}{Z_{3^1}} \quad U_{H4^1} = U_{54^1} = -\frac{Z_4}{Z_5}$$

Xammasini o'rniga qo'ysak masalani yechimi quydagii
 ko'rinishga keladi.

$$U_{14^1} = -\frac{Z_3}{Z_1} \left(-\frac{Z_4}{Z_{3^1}} - \frac{Z_4}{Z_{3^1}} \right) - \frac{Z_4}{Z_5} = \frac{Z_3 \cdot Z_4}{Z_1 \cdot Z_{3^1}} + \frac{Z_3 \cdot Z_4}{Z_1 \cdot Z_{3^1}} - \frac{Z_4}{Z_5}$$

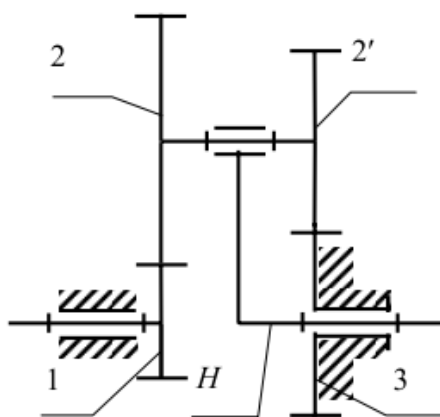
3-Masala. Berilgan 2.18-rasmdagi Davit planetar reduktori,
 tishlar soni $Z_1 = Z_{2^1} = 50$, $Z_2 = 49$, $Z_3 = 51$ bo'lsin. topish kerak
 U_{H1}



2.18-rasm

$$U_{H1}^3 = \frac{\omega_H}{\omega_1} = \frac{1}{U_{1H}^3} = \frac{1}{1 - U_{13}^H} = \frac{1}{1 - U_{12}^H \cdot U_{23}^H} = \frac{1}{1 - \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_1 \cdot Z_{2^1}}} = \frac{Z_1 \cdot Z_{2^1}}{Z_1 \cdot Z_{2^1} - Z_2 \cdot Z_3} = \frac{50 \cdot 50}{50 \cdot 50 - 49 \cdot 51} = 2500$$

4-Masala. Berilgan 2.19-rasmdagi murakkab tishli oddiy va planetar mexanizm tishlar soni $Z_1 = Z_{2^1} = Z_{3^1} = 18$, $Z_2 = Z_3 = 42$, $Z_{4^1} = 16$, $Z_5 = 38$, $n_1 = 2200 \frac{\text{ayl}}{\text{min}}$, tishlar moduli $m_{2^1 3} = m_{3^1 4}$ topish kerak. Umumiy uzatish soni va xar bir pogʻanani uzatish soni va xar bir zvenoni aylanish sonini.



2.19-rasm

Mexanizm oddiy 1-2 va 4¹-5 tishli juftlardagi va 2¹-3-3¹-4-H planetar qismidan iborat. Bu qismda yetaklovchi zveno 2¹, yetaklanuvchi vadilo H.

Umumiy uzatish soni

$$U_{15} = U_{12} \cdot U_{2^1 H} \cdot U_{4^1 5} \quad U_{12} = -\frac{Z_2}{Z_1} = -\frac{42}{18} = -2,333$$

Planetar qismi uchun Willis formulasini yozamiz $U_{jH}^k = 1 - U_{jk}^H$ bunga chizmadagilarni qoʻysak

$$U_{2^1 H}^4 = 1 - U_{2^1 4}^H = 1 - U_{2^1 3}^H \cdot U_{3^1 4}^H = 1 - \left(-\frac{Z_3}{Z_{2^1}} \right) \cdot \left(-\frac{Z_4}{Z_{3^1}} \right) = 1 + \frac{Z_3 \cdot Z_4}{Z_{2^1} \cdot Z_{3^1}}$$

Bu yerda Z_4 ni quydagicha topishg mumkin. Chizmada oʻqlarni ustma-ust tushish shartiga koʻra

$$a_{2^1 3} = a_{3^1 4} \quad \text{ya'ni} \quad Z_{2^1} + Z_3 = Z_4 - Z_{3^1}$$

$$Z_4 = Z_3 + Z_{2^1} + Z_{3^1} = 42 + 18 + 18 = 78$$

Shunda.

$$U_{2^1H} = 1 + \frac{42 \cdot 78}{18 \cdot 18} = 11,111$$

Va oxirgi pogʻanada

$$U_{4^15} = -\frac{Z_5}{Z_{4^1}} = -\frac{38}{16} = -2,375$$

Xammasini oʻrniga qoʻysak

$$U_{15} = U_{12} \cdot U_{2^1H} \cdot U_{4^15} = \left(\left(2,333 \right) \cdot 11,111 \cdot \left(-2,375 \right) \right) = 61,565$$

Zvenolarni aylanishlar soni quydagicha aniqlaymiz.

$$U_{12} = \frac{n_1}{n_2}, \quad n_2 = \frac{n_1}{U_{12}} = \frac{2200}{-2,333} = -942,99 \quad \frac{\text{ayl}}{\text{min}}$$

Gʻildirak 2 va 2¹ bir oʻqda boʻlganligi sababli

$$n_{2^1} = n_2 = -942,99 \quad \frac{\text{ayl}}{\text{min}}$$

Vodilani aylanishlar soni

$$U_{2^1H} = \frac{n_{2^1}}{n_H} \quad \text{bunda} \quad n_H = \frac{n_{2^1}}{U_{2^1H}} = -\frac{942,99}{11,111} = -84,87 \quad \frac{\text{ayl}}{\text{min}}$$

Ishora “-” satilit va vadila xar xil tomonga aylanishini anglatadi.

$$U_{2^13}^H = \frac{n_{2^1} - n_H}{n_3 - n_H} \quad \text{dan}$$

$$n_3 = \frac{n_{2^1} - n_H + n_H \cdot n_{2^13}^H}{n_{2^13}^H} = \frac{942,99 - 84,8 - 84,87 \cdot \left(\left(2,333 \right) \right)}{\left(\left(2,333 \right) \right)} = 282,9 \quad \frac{\text{ayl}}{\text{min}}$$

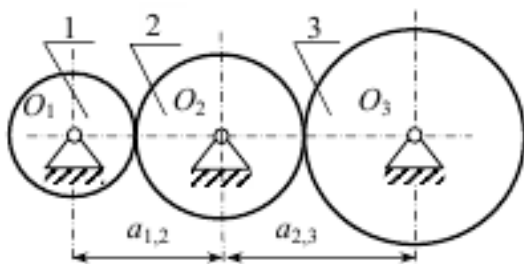
bu yerda

$$U_{2^13}^H = -\frac{Z_3}{Z_{2^1}} = -\frac{42}{18} = -2,333$$

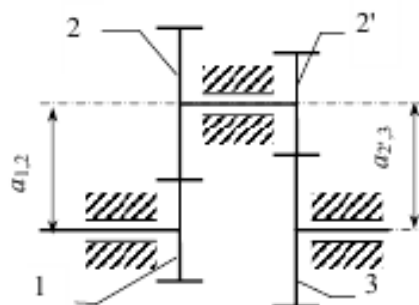
Tishli mexanizmlarni uzatish soni va oʻqlar orasidagi masofani aniqlash

120-Masala. Berilgan $m = 10 \text{ mm}$, $Z_1 = 10$, $Z_2 = 30$, $Z_3 = 40$ oddiy tishli uzatma uchun uzatish soni U_{13} va oʻqlar orasidagi masofa a_{12} va a_{23} ni toping.

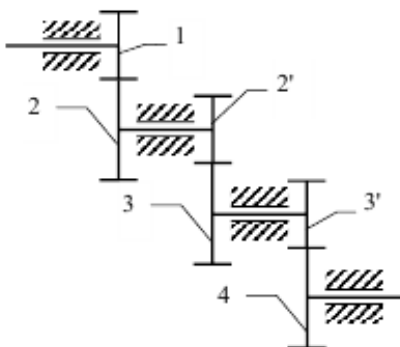
121-Masala. Berilgan $m = 10 \text{ mm}$, $Z_1 = 20$, $Z_2 = 40$, $Z_2' = 15$, $Z_3 = 45$ pogʻanali tishli mexanizm uchun uzatish soni U_{13} va oʻqlar orasidagi masofa a_{12} va a_{23} ni toping.



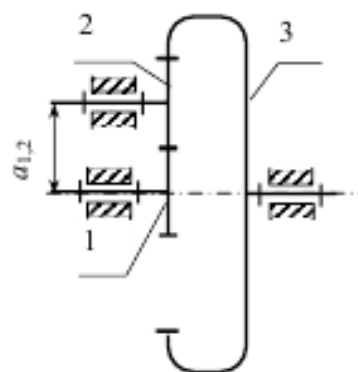
120-masala.



121-masala.



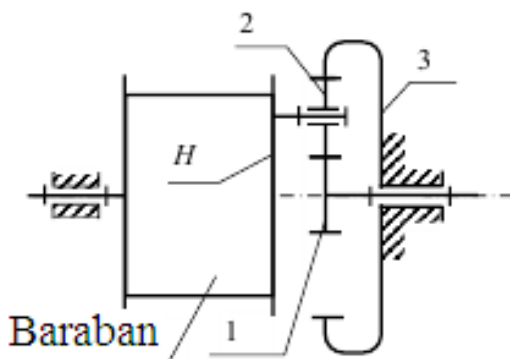
122-masala.



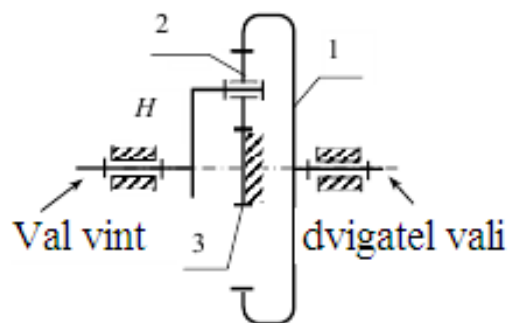
123-masala.

122-Masala. Berilgan $Z_1 = 16$, $Z_2 = 48$, $Z_2' = 20$, $Z_3 = 40$, $Z_3' = 15$, $Z_4 = 30$ pogʻanali uzatmani uzatish soni U_{14} ni toping.

123-Masala. Berilgan $m = 5 \text{ mm}$, $Z_1 = 20$, $Z_2 = 20$, $Z_3 = 60$, tashqi va ichki ilashmali uzatma uchun uzatish soni U_{13} va oʻqlar orasidagi masofa a_{12} va a_{23} ni toping.



124-masala.

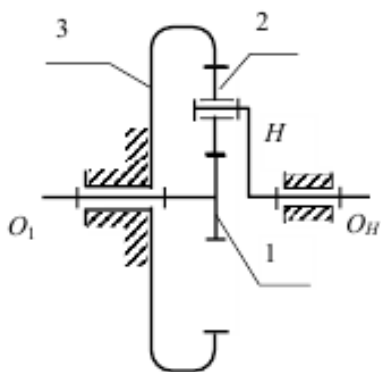


125-masala.

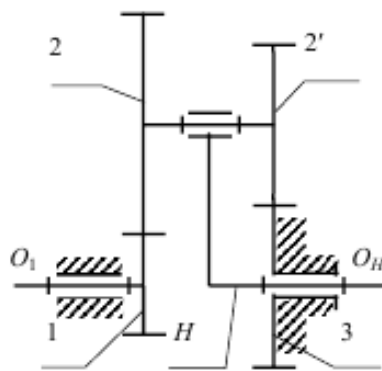
124-Masala. Berilgan tishli g'ildiraklardagi tishlar soni $Z_1 = 18$, $Z_2 = 18$, $Z_3 = 54$ bo'yicha lebyodkani uzatish soni U_{1H} ni toping.

125-Masala. Berilgan tishlar soni $Z_1 = 64$, $Z_2 = 16$, $Z_3 = 32$ bo'yicha samalyot reduktorini uzatish soni U_{1H} ni toping.

126-Masala. Birinchi val $n_1 = 1200$ aylanayotgan bo'lsa, tishlar soni $Z_1 = 40$, $Z_2 = 20$, $Z_3 = 80$ bo'lganda vadilo H va satelit 2 ni aylanish soni n_H va n_2 ni toping.



126-masala.

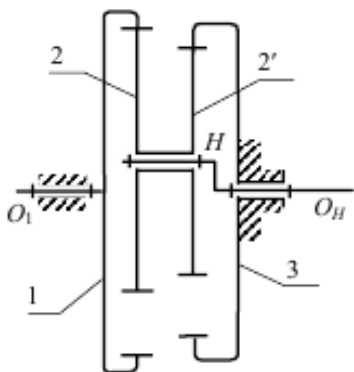


127-masala.

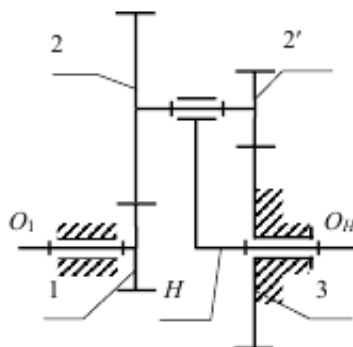
127-Masala. Davidni tashqi ilashmali reduktorda tishlar soni $Z_1 = Z_2 = Z_3 = 100$, $Z'_2 = 99$ bo'lganda uzatish soni U_{H1} ni toping.

128-Masala. Davidni ichki ilashmali reduktorda tishlar soni $Z_1 = 65$, $Z_2 = 62$, $Z'_2 = 63$, $Z_3 = 66$ bo'lganda uzatish soni U_{H1} ni toping.

129-Masala. Davidni tashqi ilashmali reduktorda tishlar soni $Z_1 = 24$, $Z_2 = 36$, $Z'_2 = 12$, $Z_3 = 48$ bo'lganda uzatish soni U_{1H} ni toping.



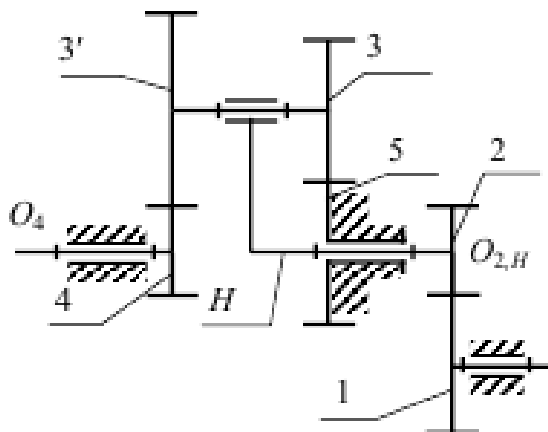
128-masala



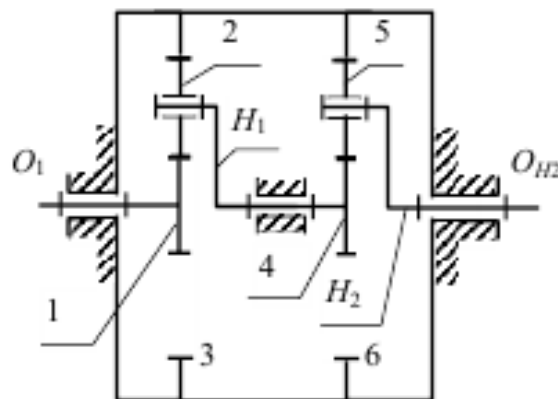
129-masala

130-Masala. Qo‘shimcha oddiy tishli David reduktorda tishlar soni $Z_1 = 20$, $Z_2 = 36$, $Z_3 = 45$, $Z_3' = 48$, $Z_4 = 72$, $Z_5 = 75$ bo‘lganda uzatish soni U_{14} ni toping.

131-Masala. Tishlar soni $Z_1 = 24$, $Z_2 = 30$, $Z_4 = 20$, $Z_5 = 28$ bo‘lgan reduktorni uzatish soni U_{1H_2} ni toping.



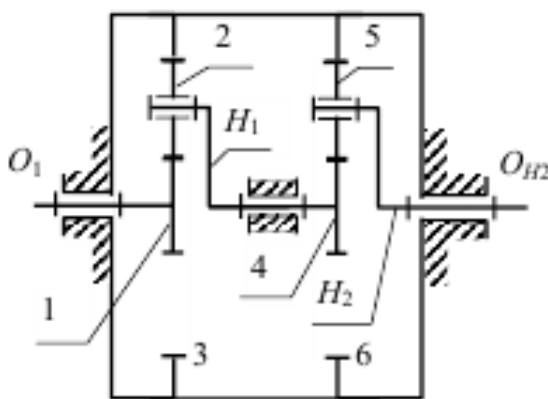
130-masala.



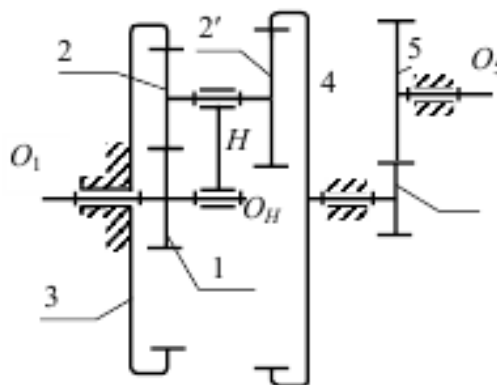
131-masala.

132-Masala. Tishlar soni $Z_1 = 22$, $Z_2 = 31$, $Z_4 = 18$, $Z_5 = 33$ bo‘lganda reduktorni uzatish soni U_{1H_2} ni toping.

133-Masala. Reduktorni tishlar soni $Z_1 = 12$, $Z_2 = 54$, $Z_2' = 48$, $Z_3 = 120$, $Z_4 = 114$, $Z_5 = 36$ bo‘lganda uzatish soni $U_{1,5}$ ni toping.



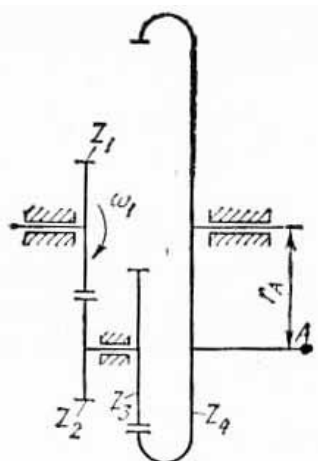
132-masala.



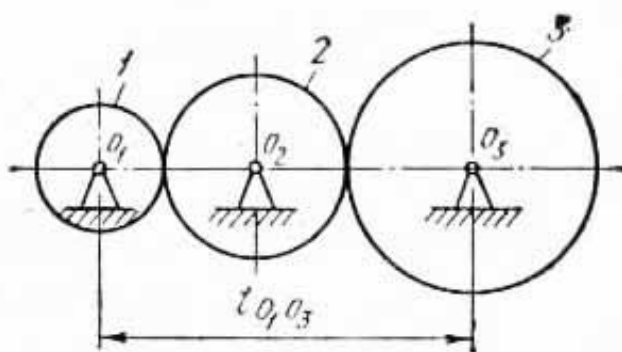
133-masala.

134-Masala. Quyida berilgan qiymatlarga ko'ra A nuqtaning tezligi aniqlansin. $Z_1=24$, $Z_2=18$, $Z_3=30$, $Z_4=72$, $r_A=0,21\text{ m}$, $\omega_1=20\text{ rad/s}$

135-Masala. G'ildiraklari qator joylashgan uzutmaning uzatish soni hamda birinchi va oxirgi g'ildiraklar o'qlari orasidagi masofa quyidagi berilganlarga aniqlansin. Hamma g'ildiraklar uchun modul $m=5\text{ mm}$ $Z_1=17$, $Z_2=24$, $Z_3=34$



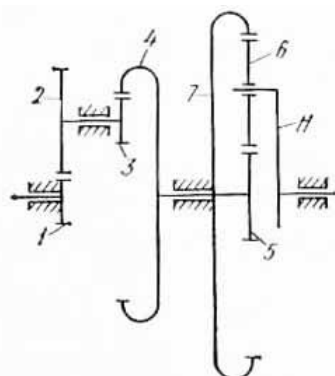
134-masala.



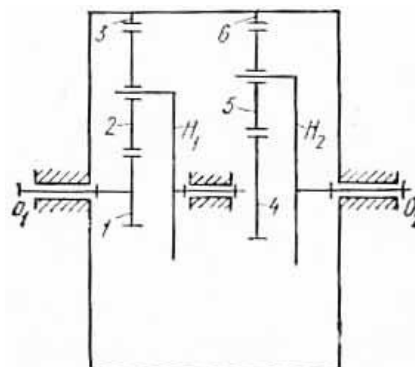
135-masala

136-Masala. Quyida berilgan qiymatlarga ko'ra reduktorning umumiy uzatish soni U_{1H} ni aniqlang. $Z_1=10$ $Z_2=40$ $Z_3=12$ $Z_4=60$ $Z_5=18$ $Z_6=54$ $Z_7=126$

137-Masala. Quyida berilgan qiymatlarga ko'ra reduktorning umumiy uzatish soni U_{1H_2} ni aniqlang. $Z_1=18$ $Z_2=36$ $Z_4=60$ $Z_5=30$ $Z_3=Z_6=90$

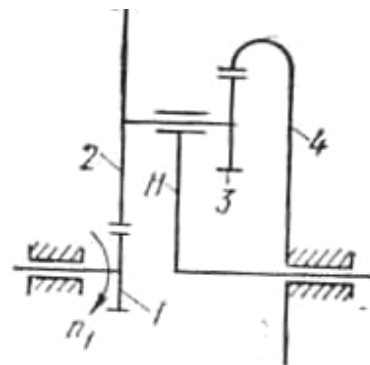


136-masala.



137-masala

138-Masala. Quyidagi berilgan qiymatlarga ko'ra ikki qatorli bitta tashqi, bitta ichki ilashmali palnetar reduktorning uzatish soni hamda uning vodilosli va satellitning burchak tezliklari aniqlansin. $Z_1 = 18$ $Z_2 = 54$ $Z_3 = 24$
 $Z_4 = 96$ $n_1 = 650$ ayl/min



138-masala

III-BOB MEXANIZMLAR KINETOSTASTIKASI

3.1 Mexanizmlarga ta'sir etuvchi kuchlar

Mexanizmlarni dinamik analiz quydagi masalalarni o'z ichiga oladi.

- Mexanizm zvenolariga, kinematik juftga va qo'zg'almas zvenoga tashqi kuch, ishqalanish kuchi va inersiya kuchlarini ta'sirini o'rganish;
- Xarakat davomida xosil bo'ladigan dinamik yuklamalarni kamaytirish usullarini topish;

Xamma kuchlarni ikkiga ajratish mumkin:

1. Tashqi kuch – mexanizmni gabariti, massaviy xarakteristikasidan qattiq nazar, mexanizmga ta'sir etuvchi kuchlar:

a) Xarakatga keltiruvchi kuch F_g , uning bajargan ishi $A_g > 0$

b) Foydali qarshilik kuchi $F_{f.q}$ ish bajarish uchun sarflangan kuch

$$A_{f.q} < 0$$

2. Mexanizmni uchida xosil bo'ladigan kuchlar:

a) Zararli qarshilik kuchi F_{zq} masalan kinematik juftlardagi ishqalanish kuchi.

$$F_{\kappa} = F_{\phi.\kappa} + F_{3.\kappa}$$

b) Og'irlik kuchi

$$G = m \cdot g$$

c) Inersiya kuchi

$$P_H = -m \cdot a_s$$

Xuddi shunday momentlar xam klassifikatsiyalanadi.

Kuchlarga hisoblashni asosan ikki xil usuldan foydalaniladi:

1. Analitik usul
2. Grofoanalitik usul

Analitik usulni asosiy qattiq jismlarni muvozanatligi uchun tuzilgan oddiy differensial tenglamalardan foydalanishdir.

Tekis mexanizmlarni dinamikasini o'rganishda mexanizmlarni muvozanat xolati uchun tuzilgan, D'alamber prinsipiga asoslangan muvozanat tenglamasini yechishdan iborat.

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum F_z = 0 \end{cases}$$

Tenglamadagi F kuch deganda xamma tashqiy kuch va momentlar, og'irlik kuchi va topilishi kerak bo'lgan kinematik juftlardagi reaksiya kuchlarini tushinishi kerak. Bu tenglama xar bir zveno uchun tuzilib, birgalikda yechilishi lozim.

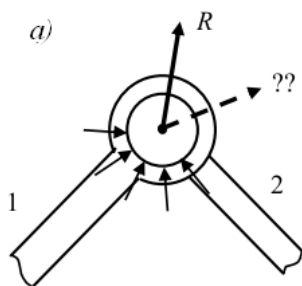
Xar bir tenglamada inersiya kuchi va momentini xisobga olgan taqdirda, bir zumdagi muvozanat xolatini xisobga olinsa bunday muvozanat tenglamasini kinetostatik tenglamalar sistemasi deyiladi.

Mexanizmlarni kinetostatik xisoblaganda mexanizmlarni tezlik va tezlanishlari xisoblangan bo'lishi kerak.

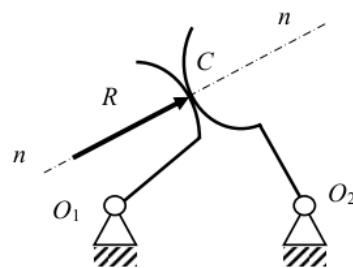
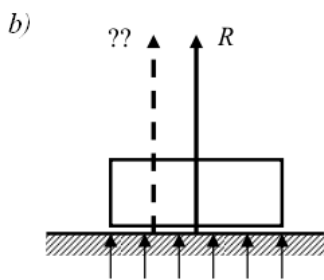
Tenglamalarni yechimini osonlashtirish maqsadida kinematik juftlarni ko'rinishiga qarab reaksiya kuchlarini yo'nalishini aniqlab olish maqsadga muvofiqdir.

Xar bir 5-klass kinematik juftda ikkita noma'lumni topish kerak. (3.1-rasm):

- Aylanma kinematik juftlarda (3.1,a-rasm) asosiy reaksiya kuchini qo'yilgan nuqtasi ma'lum, lekin uni kattaligi va yo'nalishi noma'lum.
- Ilgarlanma kinematik juftda (3.1,b-rasm) kuchni ta'sir chizig'i ma'lum. Ya'ni yo'nalishga perpendikulyar, lekin kattaligi va ta'sir nuqtasi noma'lum.
- 4-klass kinematik juftda (3.2-rasm) bitta noma'lum kuch bor, uning yo'nalishi va ta'sir nuqtasi ma'lum.



3.1-rasm



3.2-rasm

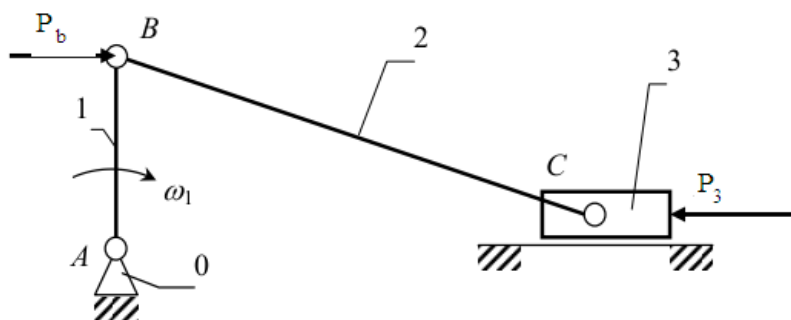
Demak tekis mexanizmlarda Assur guruxlari $3n=2P_5-P_4$ bo'lganligi sababli statik aniq masala xosil bo'ladi va to'la mexanizm uchun oxirgi Assur guruxidan boshlab navbat bilan to'la sistema kinetostatik xisob qilinadi va muvozanatlovchi kuch topiladi.

Kinetostatika bo'yicha masalalar echish

Krivoship-shatunli mexanizmni kinetostatikasi

1-Masala. 3.3-rasm. Mexanizmga C nuqtada P_3 foydali qarshilik kuchi ta'sir etmoqda. Kinematik juftlardagi reaksiya kuchlari va muvozanatlovchi kuchni aniqlash kerak.

Faraz qilaylik P_3 foydali qarshilik kuchiga nisbatan zvenolarni og'irligi va inersiya kuchlari juda kichik, ya'ni xisobga olmaymiz.



3.3-rasm

Kuch ko'rinishdagi muvozanat tenglamasini tuzamiz.

$$\sum \bar{F} = \bar{R}_{12} + \bar{F}_3 + \bar{R}_{03} = 0$$

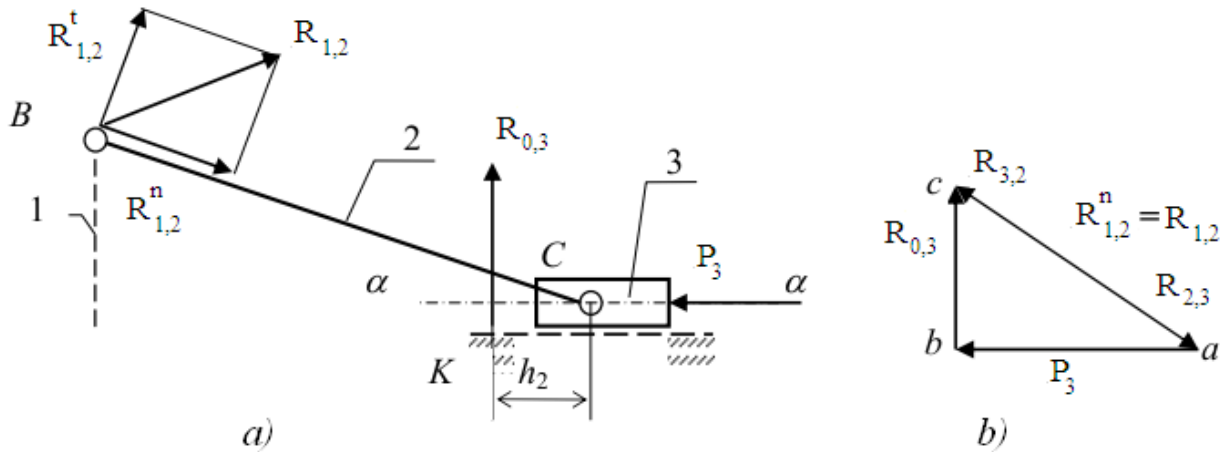
R_{12} B nuqtadagi reaksiya kuchini R_{12}^n va R_{12}^t ga ajratamiz.

$$\bar{R}_{12} = \bar{R}_{12}^n + \bar{R}_{12}^t$$

R_{12}^t kuchni 2 zvenoni muvozanatlik tenglamasiga asosan

$$M_C = R_{12}^t \cdot l_{BC} = 0 \text{ demak } R_{12} = R_{12}^t$$

Muvozanat tenglamasiga ko'ra kuch planini quramiz.(3.4a-rasm)



3.4-rasm

Kuch planidan quydagilarni topamiz

$$R_{03} = \bar{b}c \cdot \mu_F = \dots H$$

$$R_{12} = R_{12}^n = ac \cdot \mu_F = \dots H$$

S nuqtadagi kinematik juftning reaksiya kuchini aniqlash uchun 2-zvenoni muvozanat xolatidan foydalanamiz.

$$\bar{R}_{12} + \bar{R}_{32} = 0 \text{ yoki } R_{12} = R_{32}$$

3 zvenoni muvozanat xolati uchun

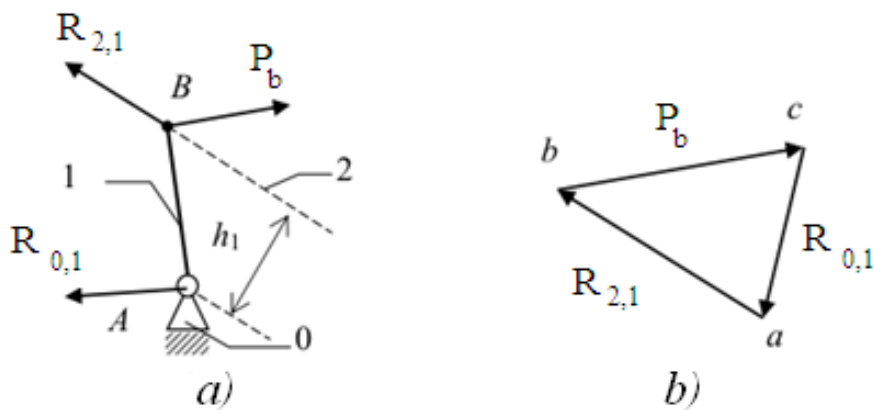
$$\bar{P}_3 + \bar{R}_{03} + \bar{R}_{23} = 0$$

Kuch planini qurib, (3.4b-rasm) undan $R_{23} = R_{12} = -R_{32}$ ni topamiz.

Mexanizmga ta'sir etayotgan tashqiy kuch P_3 va revksiya kuchi R_{03} C nuqtadan o'tadi.

Mexanizmni bosh zvenosini kinetostatik

Krivoship 1 ga (3.13a-rasm) B nuqtadan 2 zvenodan $R_{21} = -R_{12}$ reaksiya kuchi ta'sir etmoqda. Xamda muvozanatlovchi kuch P_M va uning yo'nalishi krivoshipga perpendikulyar bo'ladi.



3.13-rasm

Muvozanat tenglamasiga asosan bu kuchni topish mumkin.

$$\sum M_A = R_{21} \cdot h_1 - P_M \cdot l_{AB} = 0$$

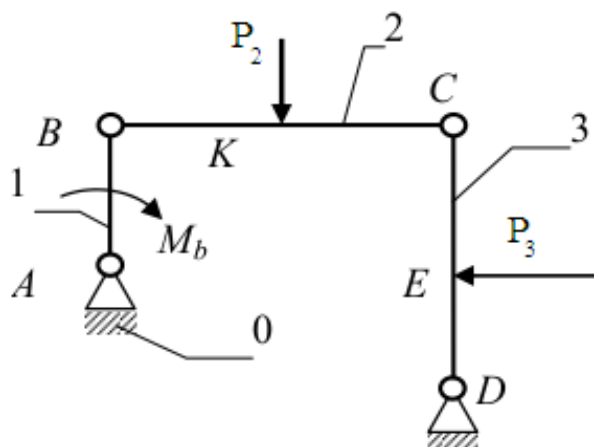
$$P_M = \frac{R_{21} \cdot h_1}{l_{AB}}$$

A nuqtadagi reaksiya kuchini 1-zvenoni muvozanat xolati uchun tuzilgan tenglama orqali aniqlaymiz.

$$\bar{R}_{21} + P_M + \bar{R}_{01} = 0$$

Berilgan xolat uchun kuch plani qurib R_{01} reaksiya kuchini aniqlaymiz.(3.5-rasm)

2-Masala. To‘rt zvenoli richagli mexanizm berilgan (3.6-rasm) Mexanizmni 2 va 3 zvenolarining K va E nuqtalarida $P_2 = P_3$ tashqiy kuch ta’sir qilmoqda. Mexanizmlarni kinematik juftlardagi kuchlarini va muvozanatlovchi kuchni topish kerak. Mexanizmni Assur guruxlariga ajratamiz.



3.6-rasm

2-3 zvenolardan tashkil topgan Assur guruxida tashqi kuchlar P_2 va P_3 ta'sirida, kinematik juftlar B va D da R_{21} va R_{03} reaksiya kuchlari xosil bo'ladi. 2-3 gurux uchun muvozanat tenglamasini tuzamiz.

$$\bar{R}_{21} + \bar{P}_2 + \bar{P}_3 + \bar{R}_{03} = 0$$

Reaksiya kuchlari R_{12} va R_{03} larni qiymati va yo'nalishlari noma'lum bo'lganligi uchun, ularni normal va tangensial reaksiya kuchlariga ajratamiz.

$$\bar{R}_{12} = \bar{R}_{12}^n + \bar{R}_{12}^t$$

$$\bar{R}_{03} = \bar{R}_{03}^n + \bar{R}_{03}^t$$

Kuchlarni tangensial tashkil etuvchilarini xar bir zvenoni bir zumdagi muvozanat xolati tenglamalaridan foydalanib aniqlaymiz. 2-zveno uchun

$$\sum M_C = \bar{R}_{12}^t \cdot l_{BC} + P_2 \cdot l_{KC} = 0$$

$$\bar{R}_{12}^t = P_2 \cdot \frac{l_{KC}}{l_{BC}} = 0,5 \cdot P_2$$

3-zveno uchun

$$\sum M_C = \bar{R}_{03}^t \cdot l_{DC} - P_2 \cdot l_{EC} = 0$$

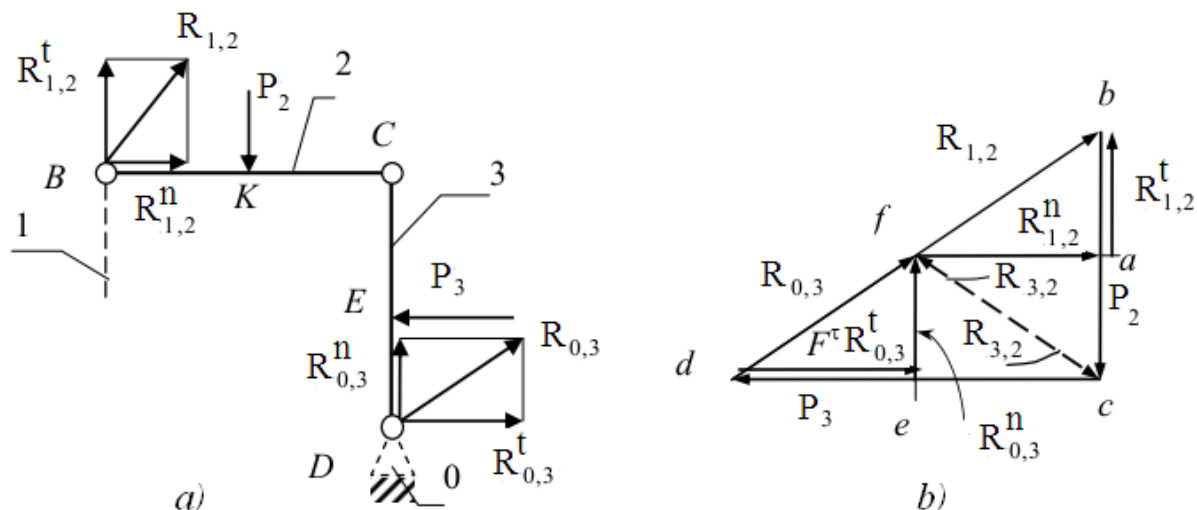
$$\bar{R}_{03}^t = P_3 \cdot \frac{l_{EC}}{l_{DC}} = 0,5 \cdot P_3$$

2-3-Assur guruxi uchun tenglama quydagi ko'rinishga keladi.

$$\bar{R}_{21}^n + \bar{R}_{21}^t + \bar{P}_2 + \bar{P}_3 + \bar{R}_{03}^t + \bar{R}_{03}^n = 0$$

Shu tenglama asosida kuch planini quramiz.

Kuch plani a nuqtadan boshlab R_{12}^t ni yo'nalishi bo'yicha μ_P masshtabda qo'yamiz. b-nuqtadan P_2 vektorni, s-nuqtadan P_3 vektorni, d-nuqtadan R_{03}^t vektorni qo'yamiz. s va a nuqtalardan normal tashkil etuvchi kuchlarni yo'naltirsak f nuqtada uchrashadi. Shu bilan kuch plani berkilib tenglama yechilgan bo'ladi. Kuch planidagi vektorlar fb va df lar R_{12} va R_{03} reaksiya kuchlarini anglatadi.



3.7-rasm

Mexanizmni bosh zvenosiga ta'sir etayotgan muvozanatlovchi kuchni 1-zvenoni muvozanat xolati uchun tuzilgan tenglamadan topamiz.

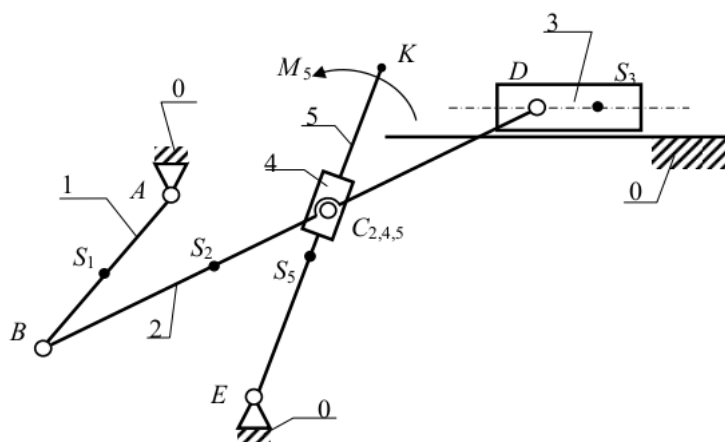
$$\sum M_A = R_{12} \cdot h + P_M \cdot l_{AB} = 0$$

$$P_M = R_{12} \cdot \frac{h}{l_{AB}}$$

Mexanizmni berilgan xolati uchun reaksiya kuchi $R_{02}=R_{21}$ va qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi.

3-Masala. Asosiy maqsad tashqi va inersiya kuchlari ta'sirida kinematik juftlardagi reaksiya kuchlarini va bosh zvenoga qo'yilgan muvozanatlovchi momentni (kuchini) aniqlash.

3.8-rasmda berilgan kulisali-richakli mexanizmni kinetostatik xisob qilish.



3.8-rasm

Berilgan sxemadagi mexanizmlarda $n=5$, beshta xarakat qiluvchi zveno bor: 1-krivoship, 2-shatun, 3-polzun, 4-tosh, 5-kuliso-koromislo;

ettita 5-klass kinematik juft mavjud: Beshta aylanma $B_{0,1}$, $B_{1,2}$, $B_{2,3}$, $B_{4,2}$, $B_{5,0}$ va ikkita ilgarlanma $P_{3,0}$, $P_{4,5}$ mexanizmni yetaklovchi zveno va ikkita 2-klass Assur gurixiga bo'lish mumkin.

2-3-guruh $[B_{1,2} - B_{2,3} - P_{3,0}]$ 2-klass 2 ko'rinish;

4-5-guruh $[B_{2,4} - P_{4,5} - B_{5,0}]$ 2-klass 3 ko'rinish;

Kinetostatik xisoblashni oxiri Assur guruxidagi boshlab yetaklovchi guruxda tugatamiz.

Mexanizmga ta'sir etuvchi kuchlar mexanizmga 5 zveno ishchi zveno xisoblanadi va shu zvenoga foydali qarshilik momenti M_5 qo'yilgan.

Zvenolarni massalari m_1, m_2, m_3, m_5 berilgan deb qarasak va kulisadagi toshni massasi m_4 qolgan massalarga nisbatan kichik bo'lganligi sababli, uni xisobga olmaymiz.

Og'irlik kuchlari

$$G_1 = g \cdot m_1 = 9,81 \cdot m_1 \text{ H}$$

$$G_3 = g \cdot m_3 = 9,81 \cdot m_3 \text{ H}$$

$$G_2 = g \cdot m_2 = 9,81 \cdot m_2 \text{ H}$$

$$G_5 = g \cdot m_5 = 9,81 \cdot m_5 \text{ H}$$

Inersiya kuchlari

$$P_{H_1} = m_1 \cdot a_{s_1} \text{ H}$$

$$P_{H_3} = m_3 \cdot a_{s_3} \text{ H}$$

$$P_{H_2} = m_2 \cdot a_{s_2} \text{ H}$$

$$P_{H_5} = m_5 \cdot a_{s_5} \text{ H}$$

$a_{s_1}, a_{s_2}, a_{s_3}, a_{s_5}$ -og'irlik markazlarini tezlanishi. Ularni tezlanishlar planidan olamiz.

Og'irlik kuchlari va inersiya kuchlari og'irlik markazlari S_1, S_2, S_3, S_5 larga qo'yilgan.

Og'irlik kuchlari doim yer markaziga yo'naladi. Inersiya kuchlari og'irlik markazini tezlanishlariga parallel va qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi.

Inersiya kuchlari momenti quydagicha aniqlanadi.

$$M_H = J_S \cdot \varepsilon \quad N \cdot m$$

Bu yerda J_S -massalar markazidan o'tgan o'qqa nisbatan olingan massasi moment inersiya, $kg \cdot m^2$; ε -burchak tezlanish, $1/s^2$

Berilgan sxemada 1-zvenoni $\omega_1 = const$ va $\varepsilon_1 = 0$ bo'lganligi uchun $M_{H1} = 0$ teng. 3-zveno ilgarlanma xarakat qilganligi sababli $\varepsilon_3 = 0$ shuning uchun $M_{H3} = 0$ teng, qolganlari;

$$M_{H2} = J_{s_2} \cdot \varepsilon_2 \quad H \cdot m$$

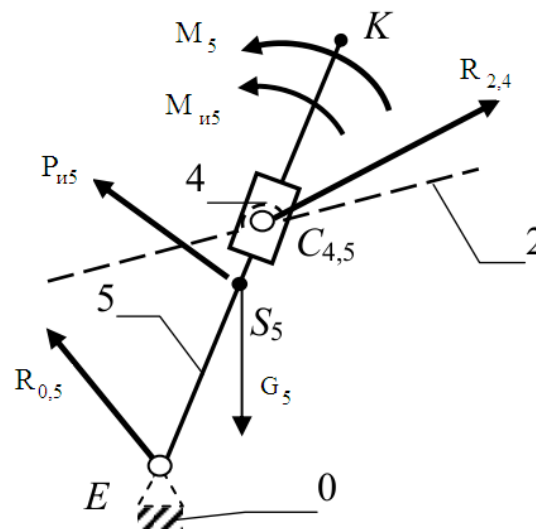
$$M_{H5} = J_{s_5} \cdot \varepsilon_5 \quad H \cdot m$$

Bu momentlar burchak tezlanishlariga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi.

Kinematik xisobni quydagicha oboriladi.

1. Assur guruxini alohida berilgan xolat uchun chizib olinadi;
2. Xar bir zvenoga xamma kuchlarni yo'nalishlari bo'yicha qo'yiladi;
3. Noma'lum reaksiya kuchlarini kinematik juftlarga qo'yib chiqiladi;
4. Shu Assur guruxi uchun muvozanat tenglamasi tuzilib, analiz natijasida reaksiya kuchlarini tashkil etuvchisini aniqlash maqsadida kuch alani quriladi.

4-5 [B_{2,4} – P_{4,5} – B_{5,0}] Assur guruxini kinetostatik xisob qilish.
Guruxga qo'yilgan kuch va momentlar (3.9-rasm)



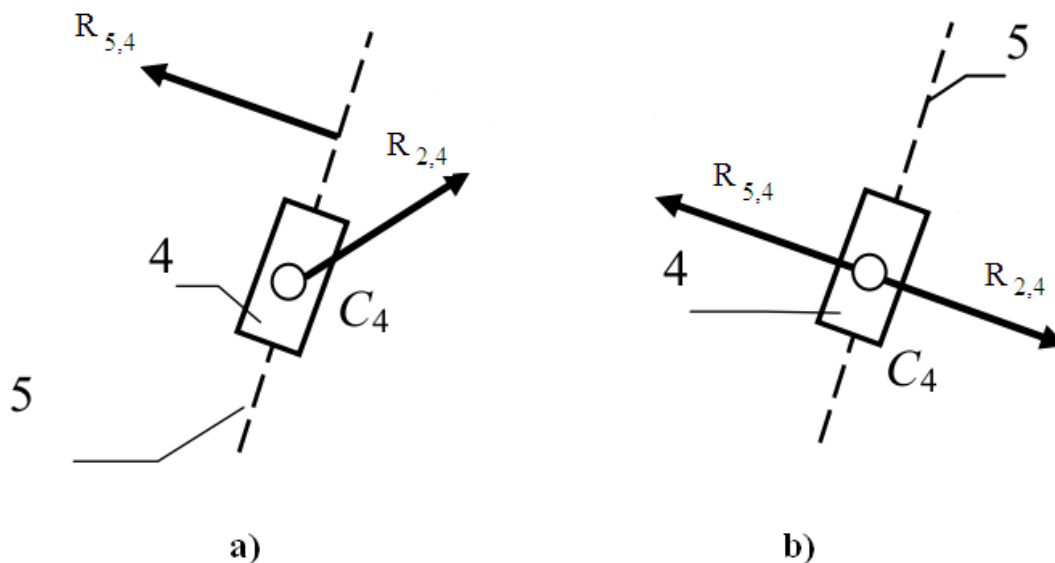
3.9-rasm

$M_5, H \cdot m$ - foydali qarshilik momenti; $M_{H5}, H \cdot m$ - 5-zvenoni inersiya kuchi momenti; P_{H5}, H - 5-zvenoni inersiya kuchi; G_5, H - 5-zvenoni og'irlik kuchi.

R_{24} va R_{05} kinematik juftlardagi reaksiya kuchlari. Vektor ko‘rinishida muvozanat tenglamasini yozamiz.

$$\sum \bar{F} = \bar{R}_{24} + \bar{G}_5 + \bar{P}_{H5} + \bar{R}_{05} = 0$$

Bu yerda $\bar{R}_{24}$ va $\bar{R}_{05}$ reaksiya kuchlarini yo‘nalishlari va qiymatlari aniq emas. Kulisani toshiga 2-3 zveno orqali $\bar{R}_{24}$ va 5-zveno orqali $\bar{R}_{54}$ reaksiya kuchlari ta’sir qilmoqda. Aylanma kinematik juftlarda reaksiya kuchlari $\bar{R}_{24}$ C_4 markazdan o‘tadi.



3.10-rasm

Ilgarlanma kinematik juftda reaksiya $\bar{R}_{54}$ tosh yo‘nalishiga perpendikulyar yo‘nalgan bo‘ladi. Zveno 4-tosh ikki taraflama kuch natijasida muvozanatda bo‘ladi, ya’ni kuchlar miqdor jihatdan bir-biriga teng, yo‘nalishlari qarama-qarshi va bir nuqtadan o‘tgan bo‘ladi.

$\bar{R}_{24} = -\bar{R}_{54}$ va C_4 nuqtaga 5-zvenoga perpendikulyar bo‘ladi. (3.10b-rasm)

5-zvenoda (3.11-rasm) C_5 nuqtada $\bar{R}_{45} = -\bar{R}_{54}$ reaksiya kuchi perpendikulyar yo‘nalgan, qiymatini 5-zvenoni muvozanat tenglamasidan topamiz.

$$M_E = M_5 + M_H - R_{54} \cdot l_{CE} - G_5 \cdot h_1 + P_{H5} \cdot h_2 = 0$$

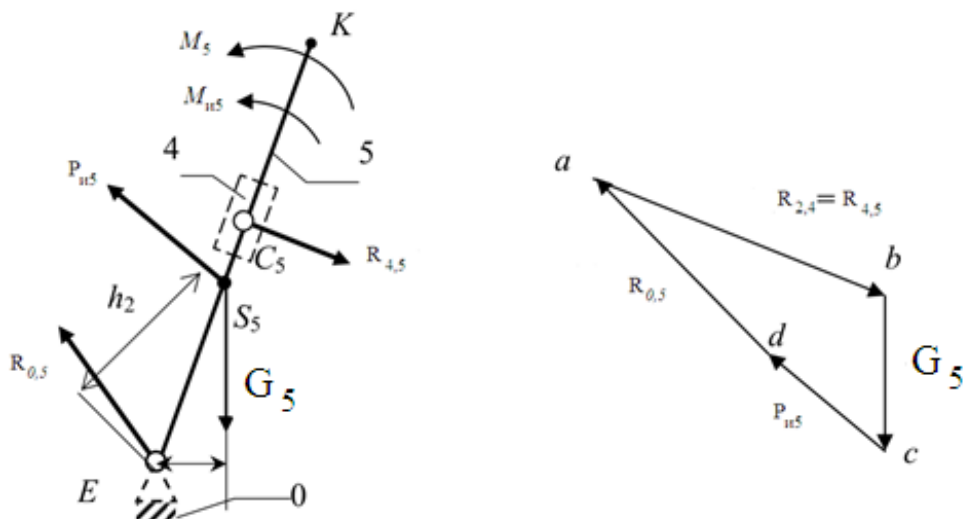
Bundan

$$R_{54} = \frac{M_5 + M_{II} - G_5 \cdot h_1 + P_{II5} \cdot h_2}{l_{CE}}$$

h_1 va h_2 ni chizmadan masshtab orqali aniqlaymiz.

$$(h_1 = \bar{h}_1 \cdot \mu_\ell, \quad h_2 = \bar{h}_2 \cdot \mu_\ell)$$

Agarda R_{45} manfiy qiymatda chiqsa chizmada yoʻnalishini qarama-qarshi tomonga oʻzgartirib qoʻyiladi.



3.11-rasm

$R_{45} = -R_{54}$, $R_{54} = -R_{24}$ boʻlganligi uchun $R_{45} = R_{24}$ ga muvozanat tenglamasiga asosanib 4-5 gurux uchun $\mu_F = \dots H / \text{mm}$ masshtabda kuch plpni quriladi. Kuch plpnida $R_{05} = -\bar{R}_{05} \cdot \mu_F = \dots H$ topiladi.

Kinetostatik xisobni boshqacha usulda yechsa xam boʻladi. Buning uchun R_{05} reaksiya kuchini R_{05}^n zveno boʻyicha yoʻnalgan va R_{05}^t perpendikulyar tashkil etuvchilarga yoyib, quydagi vektor tenglamani yechamiz.

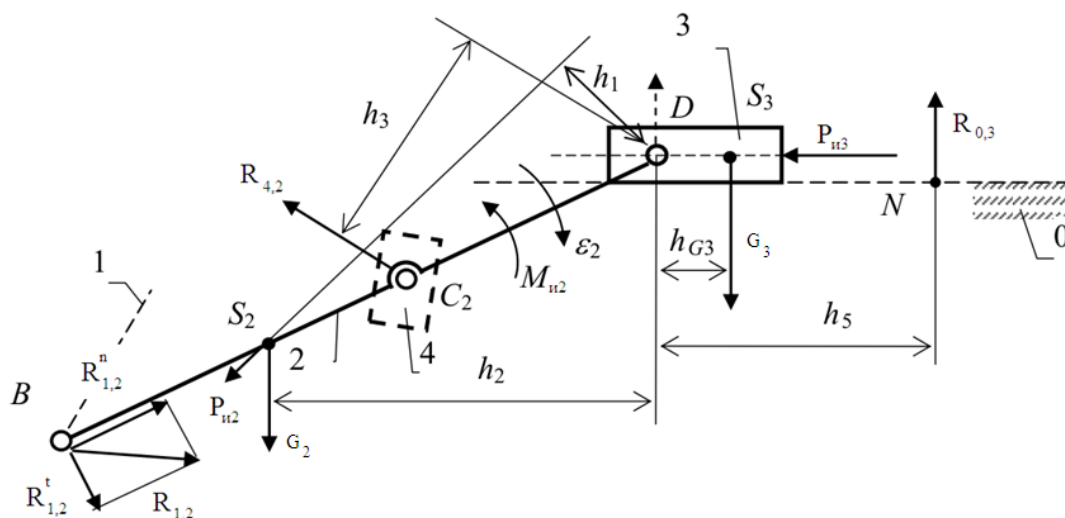
$$\sum \bar{F} = \bar{R}_{24} + \bar{G}_5 + \bar{P}_{II5} + \bar{R}_{05}^t + \bar{R}_{05}^n = 0$$

Bu yerda R_{05}^t ni c nuqtaga kuchlardan moment olib topamiz. R_{24} kuchni yoʻnalishini bilgan xolda, kuch planini chizib R_{05} va R_{24} larni qiymatini topish mumkin.

2-3 [B_{1,2}–B_{2,3}–P_{3,0}] Assur guruxini kinetostatik xisob qilish.

3.12-rasmda 2-3 Assur guruxini sxemasi keltirilgan va unga quydagi kuch va momentlar ta'sir qiladi.

$P_{H_2} = \dots\dots$ H-2-zvenoni inersiya kuchi; $G_2 = \dots\dots$ H-2-zvenoni og'irlik kuchi; $R_{4,2} = \dots\dots$ H-4-zveno tomondan ta'sir etuvchi reaksiya kuchi; $M_{H_2} = \dots\dots$ H_M-2-zvenoni inersiya kuchi momenti; $G_3 = \dots\dots$ H-3-zvenoni og'irlik kuchi; $P_{H_3} = \dots\dots$ H-3-zvenoni inersiya kuchi.



3.12-rasm

Oldingi Assur guruxini xisobidan topilgan $R_{4,2}$ reaksiya kuchi bu gurux uchun tashqi ta'sir kuchi bo'ladi. 2-3 gurux uchun muvozanat tenglamasi quydagicha yozamiz.

$$\sum \bar{F} = \bar{R}_{12} + \bar{P}_{H_2} + \bar{G}_2 + \bar{R}_{42} + \bar{G}_3 + \bar{P}_{H_3} + \bar{R}_{03} = 0$$

$\bar{R}_{1,2}$ reakuiya kuchini yo'nalishi noma'lum bo'lganligi uchun uni tashkil etuvchilarga yoyamiz.

$$\bar{R}_{1,2} = \bar{R}_{1,2}^n + \bar{R}_{1,2}^t$$

$$\sum \bar{F} = \bar{R}_{1,2}^n + \bar{R}_{1,2}^t + \bar{P}_{H_2} + \bar{G}_2 + \bar{R}_{42} + \bar{G}_3 + \bar{P}_{H_3} + \bar{R}_{03} = 0$$

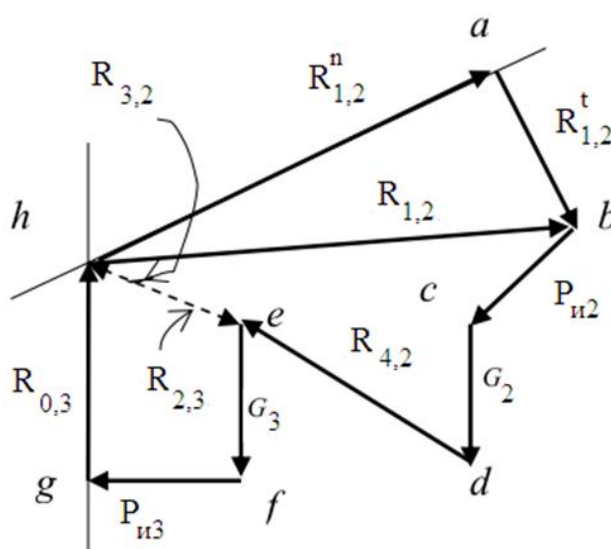
$\bar{R}_{1,2}^t$ kuchni 2-zvenoni muvozanat tenglamasidan topamiz.

$$M_D = \bar{R}_{1,2}^t \cdot l_{BD} + \bar{P}_{H_2} \cdot h_1 + \bar{G}_2 \cdot h_2 - \bar{R}_{42} \cdot h_3 + M_{H_2} = 0$$

$$\bar{R}_{1,2}^t = \frac{-\bar{P}_{H_2} \cdot h_1 - \bar{G}_2 \cdot h_2 + \bar{R}_{42} \cdot h_3 - M_{H_2}}{l_{BD}}$$

2-3 Assur guruxi uchun muvozanat tenglamasida R_{03} va R_{12} ni yo'nalishini bilgan xolda $\mu_F \ll H/MM \gg$ masshtabdan kuch planini ko'ramiz. (3.12-rasm)

a- nuqtadan boshlab $\bar{R}_{1,2}^t$, undan keyin P_{H_2} , G_2 , R_{42} , G_3 , P_{H_3} larni yo'nalishi bo'yicha qo'yamiz. P_{H_3} vektorini oxiridan R_{03} reaksiya kuchi yo'nalishi bo'yicha a nuqtadan $R_{1,2}^n$ ni yo'nalishini qo'yib R_{03} reaksiya kuchi bilan birlashtiramiz va uchrashgan h ularni qiymatini aniqlab beradi.



3.13-rasm

h va b nuqtalarni birlashtirib R_{12} reaksiya kuchini aniqlaymiz. Kuch planidan quydagilarni aniqlash mumkin.

$$R_{12} = \bar{R}_{12} \cdot \mu_F = hb \cdot \mu_F \text{ va } R_{03} = \bar{R}_{03} \cdot \mu_F = gh \cdot \mu_F$$

Sharnir D dagi kinematik juft B_{23} dagi reaksiya kuchi R_{23} yoki R_{32} ni aniqlash uchun muvozanat tenglamasini tuzamiz.

$$\sum \bar{F} = \bar{R}_{12} + \bar{P}_{H_2} + \bar{G}_2 + \bar{R}_{42} + \bar{R}_{32} = 0$$

3.12-rasm kuch planida e' kesmani olib μ_F masshtabga

ko'paytirsak R_{32} ni aniqlanadi. $R_{32} = eh \cdot \mu_F = \dots H$

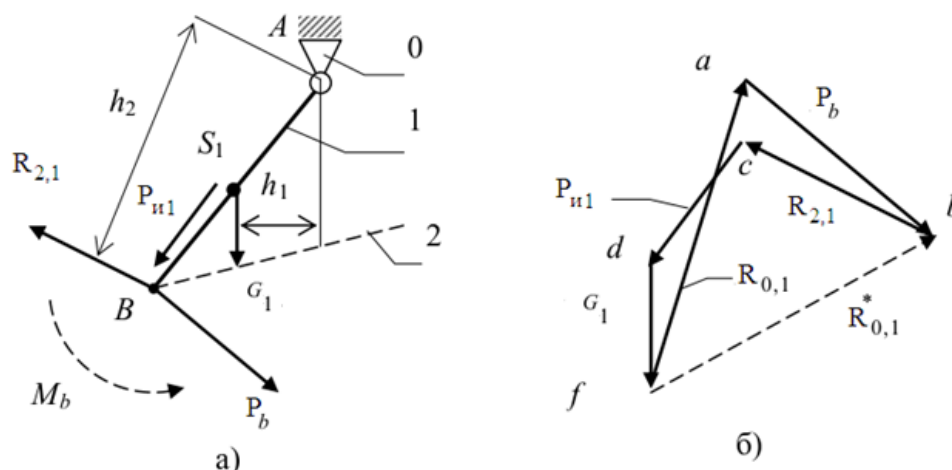
Xuddi shu qiymatni quydagi vektor tenglamadan topsa bo'ladi.

$$\sum \bar{F} = \bar{G}_3 + \bar{P}_{H_3} + \bar{R}_{03} + \bar{R}_{32} = 0$$

Sxemada ko‘rinib turibdiki P_{H_3} va R_{32} kuchlar bitta D nuqtadan o‘tadi.

Bosh Assur guruxi 1-0 ni kinetostatik xisoblash

Bosh zvenoni Kinetostatik xisoblashdan maqsad reaksiya kuchi R_{01} va muvozanatlovchi kuch P_b yoki muvozanatlovchi moment M_b ni topishdir.



3.14-rasm

3.14a-rasmda P_b kuchni B nuqtada AB krivoshipga perpendikulyar qilib qo‘yamiz.

Bosh zveno krivoshipga quydagi kuchlar ta’sir etmoqda.

$R_{2,1} = \dots\dots H$ krivoshipni B nuqtasiga qo‘yilgan 2-zvenodan ta’sir qilayotgan reaksiya kuchi. Oldingi xisobda aniqlangan

$G_2 = \dots\dots H$ 1-zvenoni og‘irlik kuchi.

$P_{H_1} = \dots\dots H$ 1-zvenoni inersiya kuchi.

Muvozanatlovchi kuchni momentlar tenglamasidan aniqlab olish mumkin.

$$M_A = P_e \cdot AB + G_1 \cdot h_1 - R_{21} \cdot h_2 = 0$$

$$P_e = \frac{G_1 \cdot h_1 - R_{21} \cdot h_2}{AB} = \dots\dots H$$

h_1 va h_2 yelkalarni sxemadan o‘lchab olinadi. R_{01} reaksiya kuchini muvozanat tenglamasidan topamiz.

$$\sum \bar{F} = \bar{P}_b + \bar{R}_{21} + \bar{P}_{H_1} + \bar{G}_1 + \bar{R}_{01} = 0$$

R_{01} ni kuch plani qurib aniqlaymiz.

Muvozanatlovchi kuchni N.E Jukovskiy richagi usuli orqali aniqlash.

Bu usul bilan kinematik juftlardagi reaksiya kuchlarini aniqlamasdan muvozanatlovchi kuchni aniqlash mumkin.

Jukovskiy richagi tezlik planini 90^0 ga burilganiga va polyusga nisbatan vektorni kerakli nuqtalarga xamma tashqi kuch, hamda muvozanatlovchi kuch qo'yilgandagi muvozanat xolati ko'riladi.

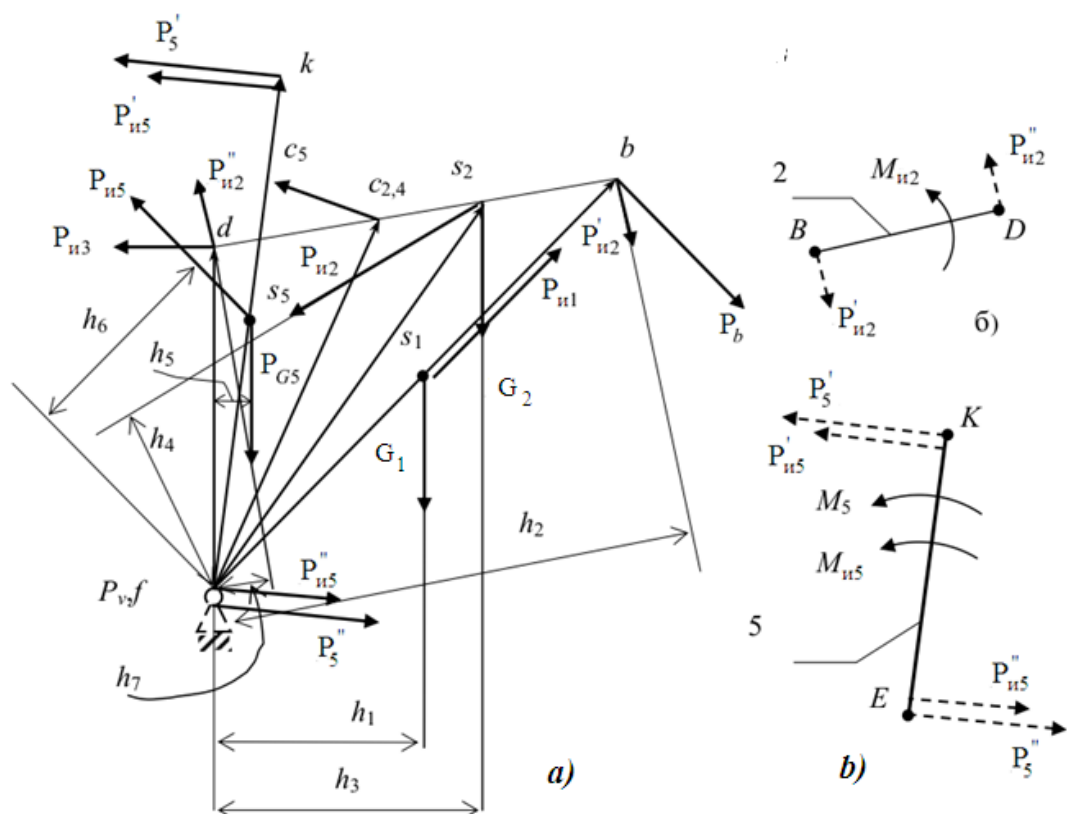
3.15-rasmdagi 90^0 ga burilgan tezlik planiga xamma kuchlarni o'z nuqtasiga qo'yamiz. Jukovskiy richagida 5 va 2 zvenolardagi foydali qarshilik momenti M_5 va inersiya kuchi momentlari M_{i5} va M_{i2} ni $F'_5 = -F''_5$ $P'_{H5} = -P''_{H5}$ juft kuchlar bilan almashtirib K va e nuqtalarga 5-zvenoga perpendikulyar qilib qo'yamiz va juft kuch $P'_{H2} = -P''_{H2}$ larni B va D nuqtalarga 2-zvenoga perpendikulyar qilib qo'yamiz. (3.15 a,b-rasm). Ularni qiymatini quydagicha aniqlaymiz.

$$F'_5 = F''_5 = \frac{M_5}{l_{KF}}$$

$$P'_{H5} = P''_{H5} = \frac{M_{H5}}{l_{KF}}$$

$$P'_{H2} = P''_{H2} = \frac{M_{H2}}{l_{BD}}$$

Polyusga nisbatan muvozanat tenglamasini tuzamiz.



3.15-rasm

$$M(P_v) = P_v \cdot P_v \cdot f - G_1 \cdot h_1 - P'_{u2} \cdot h_2 - G_2 \cdot h_3 + P_{u2} \cdot h_4 - G_5 \cdot h_5 + P_{u5} \cdot h_6 + (P'_5 + P'_{u5}) \cdot kf + P_{u2} \cdot h_7 + P_{u3} \cdot df = 0$$

elkalarni chizmadan o'lchab olamiz va xisoblab P_e^{Π} ni aniqlaymiz.

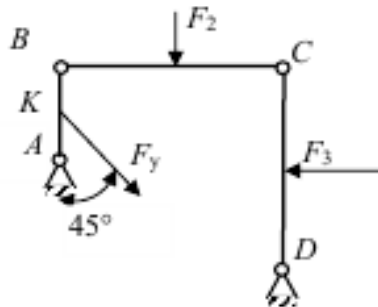
Plan usuli bilan topilgan muvozanatlovchi kuch bilan Jukovskiy richagi orqali topilgan $P_e^{\mathcal{K}}$ ni taqqoslaymiz.

$$\Delta P_e = \frac{P_e^{\Pi} - P_e^{\mathcal{K}}}{P_e^{\Pi}} \cdot 100 \%$$

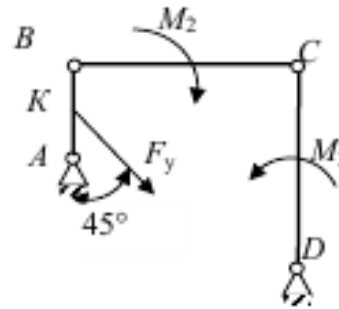
Odatda bu xatolik $5 \div 7 \%$ dan oshmaslik kerak.

Kinotastatik masalalari

139-Masala. Berilgan $L_{AB} = 100 \text{ mm}$, $F_2 = F_3 = 200 \text{ N}$, $L_{BC} = L_{CD} = 200 \text{ mm}$, $AK = 50 \text{ mm}$ bo'lganda kinematik juftlardagi reaksiya kuchlari va muvozanatlovchi kuch topilsin.



139-masala.

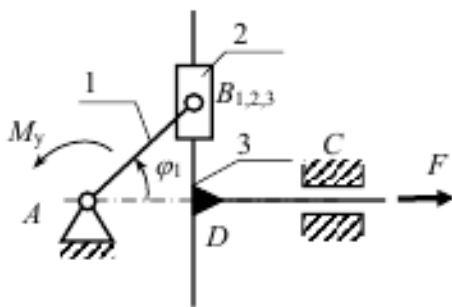


140-masala.

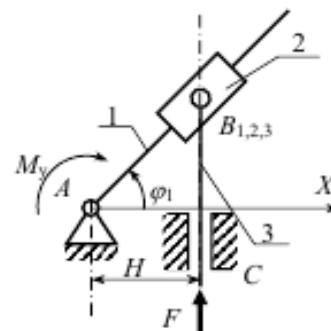
141-Masala. Sinus mexanizmdagi berilgan $F = 500 \text{ N}$, $\varphi_1 = 45^\circ$, $L_{AB} = 250 \text{ mm}$ qiymatlar orqali muvozanatlovchi kuchni aniqlang.

142-Masala. Tangens mexanizmdagi berilgan $F = 5 \text{ N}$, $\varphi_1 = 30^\circ$, $H = 250 \text{ mm}$ qiymatlar orqali muvozanatlovchi kuchni aniqlang.

143-Masala. Berilgan $F = 1 \text{ N}$, $L_{AB} = 30 \text{ mm}$, $L_{AC} = 60 \text{ mm}$, $L_{BD} = 120 \text{ mm}$ qiymatlar orqali muvozanatlovchi kuchni aniqlang.



141-masala.

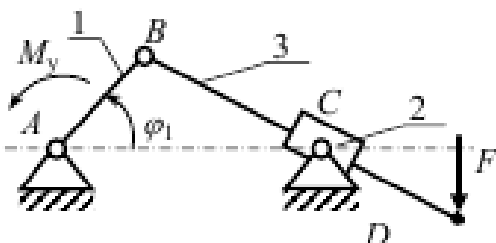


142-masala.

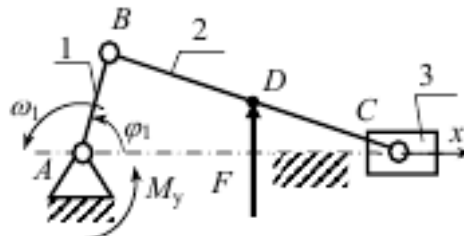
144-Masala. Berilgan $L_{AB} = 100 \text{ mm}$, $L_{BC} = 500 \text{ mm}$, $\varphi_1 = 120^\circ$, $\omega_1 = 1 \text{ } \frac{1}{\text{s}}$, $F = 10 \text{ kN}$, $L_{BD} = 0,5 \cdot L_{BC}$ inersiya kuchlarini xamda krivoship va polzunni og'irligini xisobga olmagan xolda, muvozanatlovchi momentni M_y ni aniqlang.

145-Masala. Jadvalda keltirilgan qiymatlarga asosan muvozanatlovchi momentni M_y va quvvat P_1 ni aniqlang.

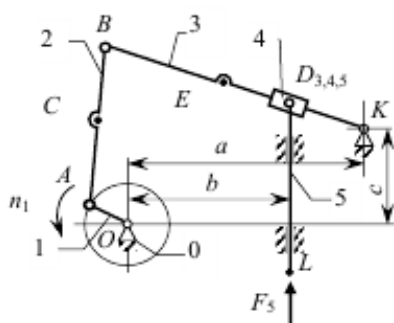
146-Masala. Jadvalda keltirilgan qiymatlarga asosan muvozanatlovchi momentni M_y va quvvat P_1 ni aniqlang.



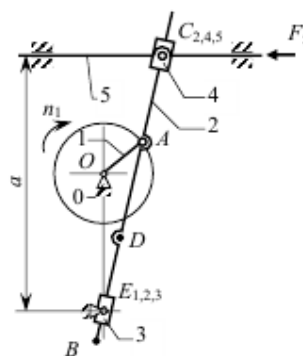
143-masala.



144-masala.



145-masala.



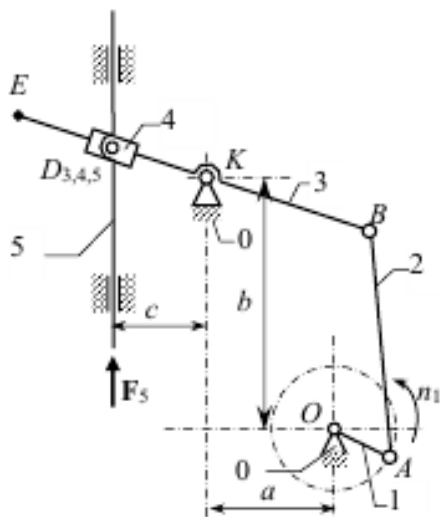
146-masala.

147-Masala. Berilgan $m_1 \approx 15 \text{ kg}/_M$, $m_2 \approx 10 \text{ kg}/_M$, $m_3 \approx 20 \text{ kg}/_M$, $m_5 \approx 50 \text{ kg}$ bo'lganda inersiya momentlari $J_s = 0,1 \cdot m \cdot l^2 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ quydagicha topilsa va 3-zvenoni og'irlik markazi K nuqtada deb olsak, kinematik juftlardagi reaksiya kuchlari va muvozanatlovchi momentni M_y quydagicha keltirilgan (147-jadval) ma'lumotlari va variantlari bo'yicha toping.

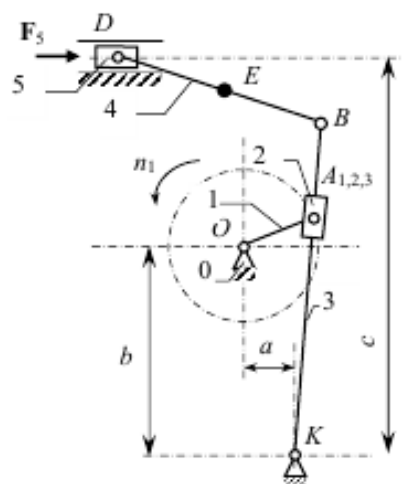
148-Masala. Berilgan $m_1 \approx 15 \text{ kg}/_M$, $m_2 \approx 20 \text{ kg}/_M$, $m_4 \approx 10 \text{ kg}/_M$, $m_5 \approx 40 \text{ kg}$ va inersiya momentlari $J_s = 0,1 \cdot m \cdot l^2 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ formula orqali aniqlab va 4-zvenoni og'irlik markazi e nuqtada bo'lganda, berilgan. (148-jadval)dagi qiymatlarga asoslanib xar bir variant uchun muvozanatlovchi momentni M_y ni toping.

149-Masala. Berilgan $m_1 \approx 15 \text{ kg/M}$, $m_2 \approx 10 \text{ kg/M}$, $m_4 \approx 20 \text{ kg/M}$, m_3 va m_4 larni xisobga olmagan xolda (149-jadval) dagi qiymatlardan foydalanib muvozanatlovchi moment va kinematik juftlardagi reaksiya kuchlarini toping.

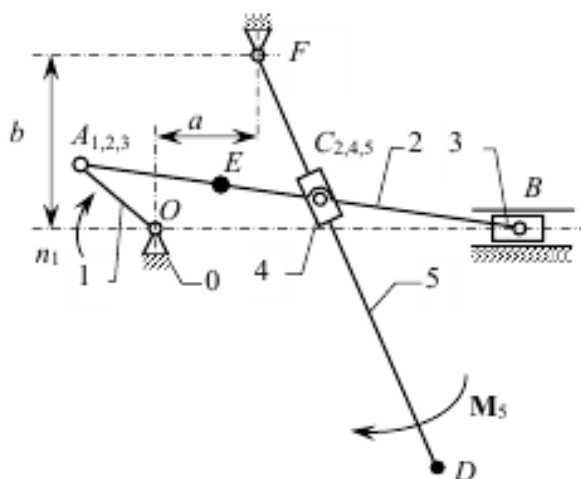
150-Masala. Berilgan $m_1 \approx 15 \text{ kg/M}$, $m_3 \approx 20 \text{ kg/M}$, $m_5 \approx 20 \text{ kg/M}$ (150-jadval) da keltirilgan qiymatlar orqali muvozanatlovchi moment va kinematik juftlardagi reaksiya kuchlarini toping.



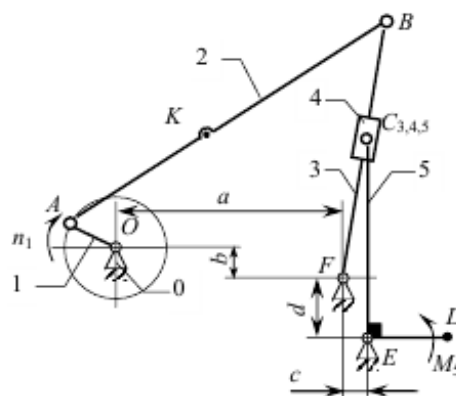
147-masala.



148-masala.



149-masala.



150-masala.

147-masalaga jadval

Var iant	a	b	c	L_{OA}	L_{AB}	L_{BK}	L_{AC}	L_{BT}	n_1	F_5
	mm								ayl/min	N
1	720	480	250	160	460	800	$1/3L_{AB}$	$1/3L_{KB}$	150	500
2	630	450	220	140	400	700			120	1000
3	540	380	190	120	340	600			200	1400

148-masalaga jadval

Variant	a	L_{OE}	L_{OA}	L_{AD}	L_{AB}	n_1	F_5
	mm					ayl/min	N
1	320	200	60	70	300	200	1000
2	330	220	60	100	320	150	1200
3	340	220	70	100	330	250	1400

149-masalaga jadval

Variant	a	b	c	L_{OA}	L_{AB}	L_{AC}	L_{BK}	n_1	F_5
	mm							ayl/min	N
1	400	600	400	150	600	300	620	150	500
2	500	550	500	175	600	200	750	120	1000
3	400	900	500	250	1000	400	780	200	1400

150-masalaga jadval

Variant	a	b	c	L_{OA}	L_{KB}	L_{BD}	L_{BE}	n_1	F_5
	mm							ayl/min	N
1	80	310	550	110	480	250	150	200	1000
2	45	400	640	100	500	350	160	150	1200
3	35	300	580	100	480	270	130	250	1400

IV-BOB MEXANIZMLARNI DINAMIK ANALIZI.

Dinamikani asosiy masalasi mexanizmga ta'sir etayotgan kuch ostidagi xarakat qonunini o'rganishdir.

Kinematika va kinetostatika masalalarini yechishdan asosan yetakchi zvenoni xarakati berilgan va tezligi o'zgarmas deb olinadi.

Mashinalarni loyixalashda kuchlarni o'rtacha qiymati xosibga olinsa, tez yurar mashinalar kuchlanish bilan va ularni ishonchliligi past bo'ladi.

Mexanizmlarni xarakatini, tezliklarini, tezlanishlarini va xarakat vaqtini aniqlashda dinamikani ikkinchi masalasida ko'riladi. Bunda berilgan tashqi kuch va massalarni xisobga olgan xolda xarakat qonuni tenglamasini tuzib, ularni no'malum kinematik parametrlarga nisbatan yechiladi. Mashina va mexanizmlarni xarakat qonunini topishda massalarni bir yoki bir nechta zvenolarga tashqi kuch va momentlarni qo'yib kinematik parametrlarni aniqlash mumkin.

4.1 Mexanizmlarda keltirilni massa va moment inersiyasini aniqlash.

Mashina va mexanizmlar dinamikasi masalalarini yechishda keltirilgan kuch va massalardan keng foydalaniladi. Bu usulda xarakatdagi barcha zvenolar bitta keltirilgan zveno deb ataluvchi zvenoga barcha kuch va massalarni keltirib yoki zvenoni bitta nuqtasiga keltirib o'rganiladi.

Odatda keltirish zvenosi deb bosh zveno tanlaniladi va umumlashgan koordinata bo'yicha mexanizmni xarakati o'rganiladi.

Bunda asosan bir zumdagi kinetik energiya quydagi tenglamadan topiladi.

$$T = \frac{1}{2} \cdot \left(\sum m_i \cdot V_{si}^2 + \sum J_{si} \cdot \omega_i^2 \right)$$

bu yerda

m_i -i- zvenolar massasi;

V_{si} -i-zvenoni og'irlik markazi tezligi;

J_{si} - og'irlik markaziga nisbatan moment inersiyasi;

ω_i -i-zvenoni burchak tezligi.

Umumiy mexanizmlarni xar qanday xolati uchun kinetik energiyasi barcha qo‘zg‘aluvchi zvenolar kinetik energiyasi yig‘indisidan iborat. Agarda mexanizmni erkinlik darajasi birga teng bo‘lsa, unda kinetik energiyasini keltirilgan massa yoki keltirilgan moment inersiya ko‘rinishida yozish mumkin.

$$T = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n m_i \cdot V_{si}^2 + J_{si} \cdot \omega_i^2 = \frac{1}{2} \cdot m_n \cdot V_n^2 = \frac{1}{2} \cdot J_n \cdot \omega_n^2$$

Keltirilgan massa deb shunday massa tushiniladiki uning keltirilgan kinetik energiyasi barcha massalarni kinetik energiyasi yig‘indisiga teng.

$$m_n = \frac{\sum m_i \cdot V_i^2 + \sum J_i \cdot \omega_i^2}{V_n^2}$$

V_n -keltirilga zvenoni tezligi.

Keltirish zvenosi aylanma xarakat qilsa, unda keltirilgan J_n moment inersiyadan foydalanish kerak.

$$J_k = \frac{2 \sum T_i}{\omega_k^2} = \frac{\sum m_i \cdot V_i^2 + \sum J_k \cdot \omega_i^2}{\omega_k^2}$$

ω_k - keltirish zvenosini burchak tezligi.

4.2 Mexanizmlarni keltirilgan kuch va momentlari

Keltirilgan kuch va momentlarni elementar ish va quvvatlarni ekvivalentligidan keltirib chiqariladi.

Keltirilgan kuch deb bosh zvenoga keltirilgan kuch tushuniladi.

Bu kuch P_k deb belgilanib, uning erishgan quvvati xamma kuchlarni $\sum P_k$ xosil qilgan quvvatiga teng.

$$P_k = \frac{\sum P_k \cdot V_i \cdot \cos \alpha_i + \sum M_k \cdot \omega_i}{V_k}$$

yoki

$$P_k ds = \sum_{i=1}^n P_i ds_i \cos \alpha_i + \sum_{i=1}^n M_i d\varphi_i$$

bundan

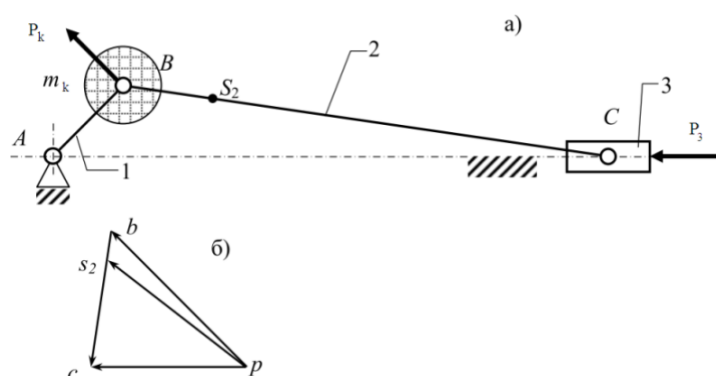
$$P_k = \sum_{i=1}^n P_i \frac{ds_i}{ds} \cos \alpha_i + \sum_{i=1}^n M_i \frac{d\varphi_i}{ds}$$

Xuddi shu tartibda keltirilgan momentni topish mumkin.

$$M_k = \frac{\sum N_i}{\omega_k} = \frac{\sum P_i \cdot V_i \cos \alpha_i + \sum M_i \cdot \omega_i}{\omega_k}$$

$$M_k = \sum_{i=1}^n P_i \frac{ds_i}{d\varphi_k} \cos \alpha_i + \sum_{i=1}^n M_i \cdot \frac{d\varphi_i}{d\varphi_k}$$

Misol tariqasida (4.1a-rasm) krivoship-polzunli mexanizmni ko'rib chiqamiz. Berilgan $P_3 = 1000 \text{ H}$ mexanizmni porshenga 3-zvenosiga ta'sir etuvchi kuch va m_k keltirilgan massaga qarab B sharnirga ta'sir qilayotgan P_k kuchni toping. Mexanizmni xolati $\varphi_1 = 45^\circ$ qilib belgilangan.



4.1-Rasm

Zvenolarni uzunligi va massalarni ta'sir markazi berilgan $l_{AB} = 65 \text{ mm}$;

$l_{BC} = 320 \text{ mm}$ 2-zvenoni og'irlik markazi $l_{BS_2} = 60 \text{ mm}$ va massali $m_2 = 0,4 \text{ kg}$, moment inersiyasi $J_2 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, 3-zvenoni massasi

$m_3 = 0,5 \text{ kg}$, 1-zvenoni moment inersiyasi $J_1 = 12 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ga teng.

echimi: Mexanizmni $\mu_l = 0,005 \text{ m/mm}$ masshtabda xolatini chizamiz 4.1.a-rasm

- 1) Mexanizmni tezliklar planini chizamiz 4.1b-rasm Bunda B nuqtani tezligi berilgan va planda vektor Pb ni kattaligi misol 25 mm deb qabul qilib olamiz.
- 2) Keltirilgan kuchni topamiz.

$$P_k = \frac{P_3 \cdot V_C}{V_B} = \frac{P_3 \cdot Pc \cdot \mu_V}{Pb \cdot \mu_V} = 1000 \cdot \frac{20}{25} = 800 \text{ H}$$

Keltirilgan massa

$$m_k = \frac{2 \sqrt{T_1 + T_2 + T_3}}{V_B^2}$$

T_1, T_2, T_3 - 1, 2, 3 zvenolarni kinetik energiyasi

$$T_1 = \frac{J_1 \cdot \omega_1^2}{2} = \frac{J_1 \cdot V_B^2}{2 \cdot l_{AB}^2}$$

$$T_2 = \frac{J_2 \cdot \omega_2^2}{2} + \frac{m_2 \cdot V_{s2}^2}{2} = \frac{J_1 \cdot V_B^2}{2 \cdot l_{AB}^2} + \frac{m_2 \cdot V_{s2}^2}{2} \quad T_3 = \frac{m_3 \cdot V_C^2}{2}$$

Burchak tezliklarni chiziqli tezliklarga almashtirgandan keyin va ularni tezliklar planidagi kesmalar ko'inishida yozsak.

$$m_k = \frac{J_1}{l_{AB}^2} + \frac{J_2}{l_{BC}^2} \left(\frac{bc}{pb} \right) + m_2 \left(\frac{ps_2}{pb} \right)^2 + m_3 \left(\frac{pc}{pb} \right)^2$$

Tezliklar planidan kesmalarni o'lchab olib o'rniga qo'ysak:

$pb = 50 \text{ mm}$, $bc = 36 \text{ mm}$, $ps_2 = 46 \text{ mm}$, $pc = 40 \text{ mm}$

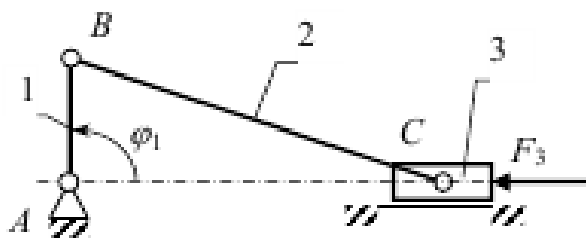
$$\begin{aligned} m_k &= \frac{0,012}{0,065^2} + \frac{0,006}{0,32^2} \cdot \left(\frac{36}{50} \right)^2 + 0,4 \cdot \left(\frac{46}{50} \right)^2 + 0,5 \cdot \left(\frac{40}{80} \right)^2 = \\ &= 2,84 + 0,03 + 0,339 + 0,32 = 3,529 \text{ kg} \end{aligned}$$

Keltirilgan muvozanatlovchi moment M_K va moment inersiya J_K topish bo'yicha masalalar

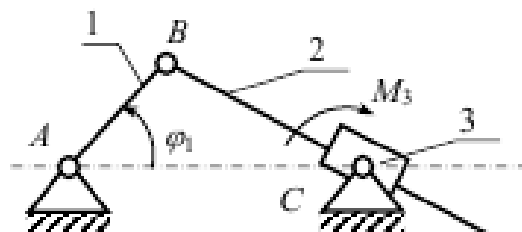
151-Masala. Berilgan krivoship-polzunli mexanizmni $\varphi_1 = 90^\circ$ va $\varphi_1 = 180^\circ$ xolati uchun $F_3 = 1000 \text{ N}$ va $m_2 = 4 \text{ kg}$, $L_{AB} = 100 \text{ mm}$, $L_{BC} = 400 \text{ mm}$

qiymatlarda 1-zvenoga keltirilgan moment M_K va inersiya moment J_K ni toping.

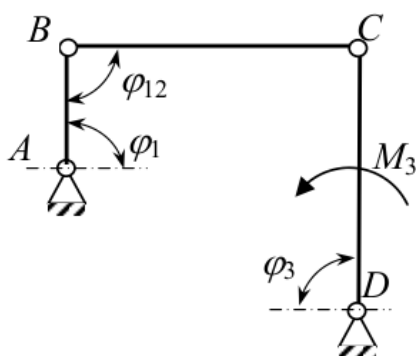
152-Masala. Berilgan $M_3 = 10 \text{ N} \cdot \text{M}$, $J_C = 0,04 \text{ kg} \cdot \text{M}^2$, $L_{AB} = 100 \text{ mm}$, $L_{AC} = 300 \text{ mm}$ qiymatlardagi kulisali mexanizmni $\varphi_1 = 90^\circ$ va $\varphi_1 = 180^\circ$ xolati uchun 1-zvenoga keltirilgan moment va inersiya moment J_K ni toping.



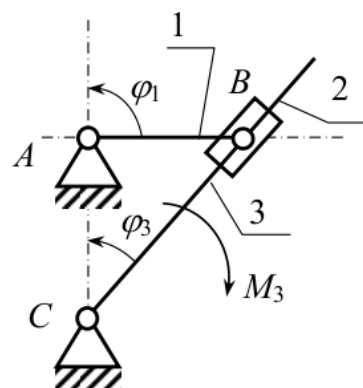
151-masala.



152-masala.



153-masala.

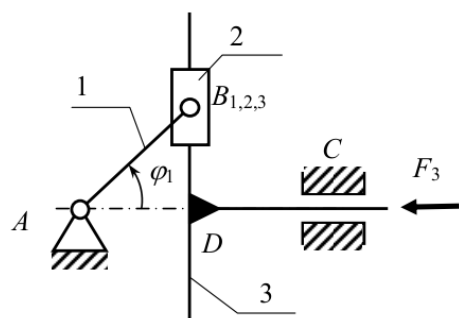


154-masala.

153-Masala. Berilgan $M_3 = 40 \text{ N} \cdot \text{M}$, $J_D = 0,0016 \text{ kg} \cdot \text{M}^2$, $L_{AB} = 100 \text{ mm}$, $L_{CB} = L_{CD} = 400 \text{ mm}$ burchaklar $\varphi_1 = \varphi_{12} = \varphi_3 = 90^\circ$ qiymatlardagi krivoship-kulisali mexanizmning A nuqtasiga keltirilgan moment M_K va shu valga keltirilgan J_K inersiya momentni toping.

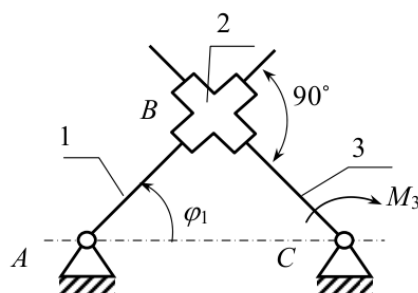
154-Masala. Berilgan $M_3 = 10 \text{ N} \cdot \text{M}$, $J_D = 0,0016 \text{ kg} \cdot \text{M}^2$, $L_{AB} = 100 \text{ mm}$, $L_{CB} = L_{CD} = 400 \text{ mm}$ burchaklar $\varphi_1 = 90^\circ$, $\varphi_3 = 30^\circ$ qiymatlardagi kulisali mexanizmning A nuqtasiga keltirilgan moment M_K va shu valga keltirilgan J_K inersiya momentni toping.

155-Masala. Berilgan $F_3 = 20\text{ N}$ va $m_3 = 0,4\text{ kg}$, $L_{AB} = 50\text{ mm}$, qiymatlari uchun A nuqtaga keltirilgan moment M_K va shu valga keltirilgan J_K inersiya momentni toping.



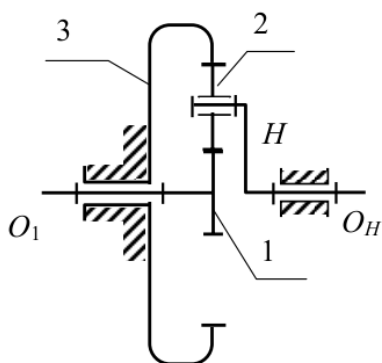
155-masala.

156-Masala. Berilgan Oldgeym muftasi uchun $M_3 = 5\text{ N}\cdot\text{M}$ va $J_C = 0,001\text{ kg}\cdot\text{m}^2$, $L_{AC} = 50\text{ mm}$, qiymatlari uchun A nuqtaga keltirilgan moment M_K va shu valga keltirilgan J_K inersiya momentni φ_1 burchakka nisbatan grafigini tuzing.

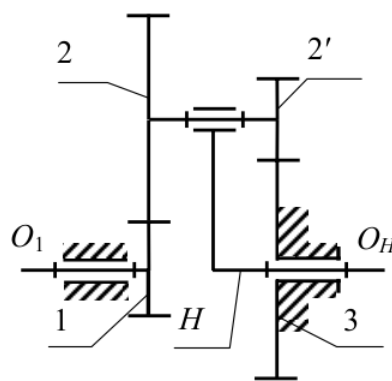


156-masala.

157-Masala. Berilgan bir pogʻanali planetar reduktorni vodilosiga taʼsir qilayotgan $M_H = 5\text{ N}\cdot\text{M}$ va $J_H = 0,04\text{ kg}\cdot\text{m}^2$, tishlar soni $Z_1 = Z_2 = 20$, $Z_3 = 60$ boʻlganda O_1 valga keltirilgan moment M_K va shu valga keltirilgan moment inersiya J_K ni toping.



157-masala.

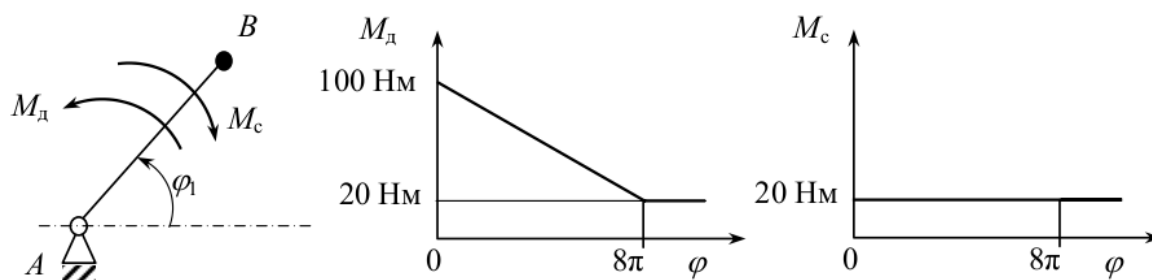


158-masala.

158-Masala. Berilgant ikki pogʻanali planetar reduktorni massa markazlari oʻz oʻqida boʻlganda $J_1 = 0,001\text{ kg}\cdot\text{m}^2$, $J_2 = 0,004\text{ kg}\cdot\text{m}^2$, $J_{2'} = 0,001\text{ kg}\cdot\text{m}^2$, $J_H = 0,04\text{ kg}\cdot\text{m}^2$, satillit massalari $m_2 = 0,4\text{ kg}$, $m_{2'} = 0,05\text{ kg}$, tish moduli $m = 10\text{ mm}$, tishlar soni

$Z_1 = Z_2 = 20$, $Z_2 = Z_3 = 40$ qiymatlar uchun O_1 valga keltirilgan moment inersiya J_K ni toping.

159-Masala. Xamma kuch va massalar AB zvenoga keltirilgan xarakatga keltiruvchi va qarshilik kuchlari momentlari $M_g(\varphi)$ va $M_c(\varphi)$ grafik xolatda berilgan. Keltirilgan moment inersiyasi $J_K = \text{const} = 0,314 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ teng. $\varphi = 0$ da burchak tezlik $\omega = 0$ teng. Barqaror xarakat uchun burchak tezlikni toping.



159-masala.

4.3 Mexanizmlarni xarakatini o'rganish

Mashinalarni xarakat rejimi

Ko'pchilik mexanizmlarda xarakat: boshlang'ich, barqaror va to'xtash davrlardan iborat.

Boshlang'ich davrda tezlik noldan maksimum qiymatga erishadi. Demak xarakatga keltiruvchi kuchni bajargan ishi, qarshilik kuchlarini bajargan ishidan katta bo'ladi. ($A_g > A_q$). To'xtash davrida teskari. ($A_g < A_q$) bo'ladi. Barqaror xarakatda bitta to'la sikl uchun absolyut qiymatlari bo'yicha. $A_g = A_q$ bo'ladi. Sikl aloxida bo'laklari uchun. $A_g \neq A_q$ bo'ladi.

Xarakat uchun Lagranj tenglamasi

Xarakat tenglamasini tuzish uchun Lagranjni 2-tartibli tenglamasidan foydalanish mumkin lagranj tenglamasini soni mexanizmni erkinlik darajasiga teng bo'ladi.

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} = \theta_i$$

T-kinematik energiya

q_i -umumlashgan kordinata

P-potensial energiya

θ_i -umulashgan koordinataga mos kuch.

Tenglamadagi $\frac{\partial \Pi}{\partial q_i}$ qiymat og'irlik kuchini va zvenolarni qayishg'oqligini (elastiklik) xisobga oladigan qiymat. Ba'zi xollarda bu qiymatni xisobga olmasak tenglama quydagi ko'rinishga keladi.

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) + \frac{\partial T}{\partial q_i} = \theta_i$$

Bu tenglama keltirilgan zveno aylanma xarakat qilsa

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi} = M_{\kappa}$$

Agarda keltirilgan zveno ilgarlanma xarakat qilsa

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{s}} \right) - \frac{\partial T}{\partial s} = P_{\kappa}$$

Xarakat tenglamasini momentlar va kuchlar ko'rinishidagi tenglamasi

Bosh zveno keltirilgan moment inersiyasi J_{Π} umumiy xolatda o'zgaruvchan va koordinata funksiyasi φ ga bog'liq. Uni differensial

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} = J_k \dot{\varphi}, \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) = \frac{d}{dt} (J_k \dot{\varphi}) = J_k \ddot{\varphi} + \frac{dJ_k}{d\varphi} \dot{\varphi}^2,$$
$$\frac{\partial T}{\partial \varphi} = \frac{1}{2} \frac{dJ}{d\varphi} \dot{\varphi}^2$$

Ularni Lagranj tenglamasiga qo'ysak

$$J_k \varepsilon + \frac{1}{2} \frac{dJ_k}{d\varphi} \omega^2 = M_k$$

Moment ko'rinishidagi xarakat tenglamasini differensial tenglamasi kelib chiqadi.

Agarda keltirilgan zveno ilgarlanma xarakat qilsa, yuqoridagi tenglamadagi moment inersiya va keltirilgan moment o'rniga keltirilgan massa va keltirilgan kuch qo'yiladi.

$$m_k a + \frac{1}{2} \frac{dm_k}{ds} V^2 = P_k$$

Xarakatni differensial ko'rinishdagi kuch tenglamasi xosil bo'ladi.

Keltirilgan zvenoni xaqiqiy xarakat tezligini aniqlash.

Yuqorida keltirilgan tenglamalardan xaqiqiy xarakat qonunini topish uchun ularni integrallash kerak. Xarakatga keltiruvchi moment M_g va qarshilik kuchlarini momenti M_q xar xil o'zgaruvchanlarni funksiyasi bo'lganligi uchun

$M_k = M_k(\varphi, \omega, t)$ bu tenglamalar chiziqsiz tenglamalar bo'lib, ularni taxminiy yechish mumkin.

Agarda $M_g = M_g(\varphi)$ va $M_q = M_q(\varphi)$ deb qabul qilsak, keltirilgan moment $M_k = M_g - M_q$ va keltirilgan kuch $P_g - P_q = P_k$ bo'ladi. Unda xaqiqiy burchak (chiziqli) tezlik quydagicha topiladi.

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{2}{J_{k1}} \int_{\varphi_0}^{\varphi_1} (M_g - M_q) d\varphi + \frac{J_{k0}}{J_{k1}} \omega_0^2}$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{2}{m_{k1}} \int_{s_0}^{s_1} (M_g - P_q) ds + \frac{m_{n0}}{m_{n1}} V_0^2}$$

J_{k0} va m_{k0} -boshlang'ich xolatdagi inersiya momenti va massasi

ω_0 va V_0 -boshlang'ich xolatdagi burchak va chiziqli tezlik Barqaror xarakat uchun tenglama quydagi ko'rinishda yoziladi.

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{2}{J_k} (M_g - M_q) d\varphi}$$

$$V = \sqrt{\frac{2}{m_k} (M_g - M_q) ds}$$

Vaqtini topish uchun

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} \quad \text{yoki} \quad V = \frac{ds}{dt}$$

$$\int_{t_0}^{t_i} dt = t_i - t_0 = \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} \frac{d\varphi}{\omega(\varphi)} \quad t_i = t_0 + \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} \frac{d\varphi}{\omega(\varphi)}$$

yoki

$$t_i = t_0 + \int_{s_0}^{s_i} \frac{ds}{V(s)}$$

Tishli mexanizmlarda moment inersiyasi bir xil bo'lgan xolatda tenglama quydagi ko'rinishda yechiladi.

$$1. \quad M_k = M_g(\omega) + M_q(\omega) = J_k \frac{d\omega}{dt}$$

$$\int_{t_0}^{t_i} dt = J_k \int_{\omega_0}^{\omega_i} \frac{d\omega}{M_g(\omega) - M_q(\omega)} \quad \text{bu yerda}$$

$$t_i = t_0 + J_k \int_{\omega_0}^{\omega_i} \frac{d\omega}{M_g(\omega) - M_q(\omega)} \quad \text{bo'ladi.}$$

$$2. \quad M_k = M_g(t) - M_q(t) = J_k \frac{d\omega}{dt}$$

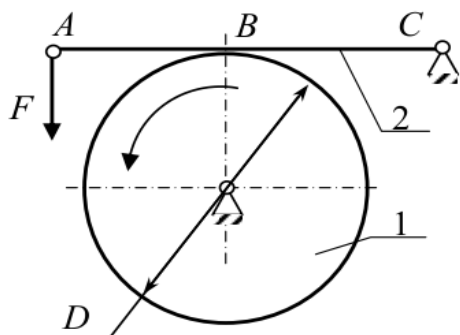
$$\omega_i = \omega_0 + \frac{1}{J_k} \int_{t_0}^{t_i} (M_g(t) - M_q(t)) dt$$

Xarakat tenglamalaridan foydalanib quydagi masalalarni eching

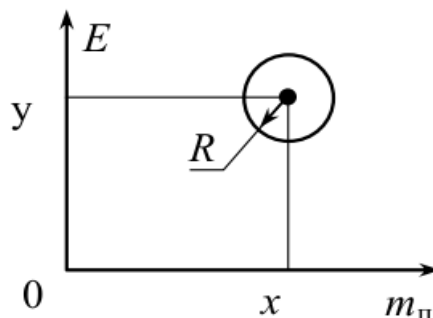
160-Masala. Maxovik 1 richag 2 orqali $F = 20 \text{ N}$ kuch bilan tormozlanmoqda. Tormozlanishdan oldin maxovikni burchak tezligi $\omega = 100 \text{ c}^{-1}$, maxovik diametri $D = 0,2 \text{ m}$, $L_{AB} = L_{BD}$ bo'lganda xamda maxovik validagi podshipnikdagi ishqalanish kuchi xisobga olinmaganda, Richag va maxovik orasidagi ishqalanish

koefitsienti $f=0,2$ qiymatlar uchun maxovik to'la to'xtash uchun qancha obrabot qiladi.

161-Masala. Berilgan mashina agregati uchun Vittenbauer diagrammasi $R=20\text{ mm}$ aylana bo'lganda va uning koordinatasi $X=90\text{ mm}$, $Y=80\text{ mm}$, masshtabi $\mu_E = 20\text{ N}\cdot\text{M}/\text{mm}$, $\mu_m = 0,5\text{ N}\cdot\text{M}/\text{mm}$ bo'lgan xolati uchun maksimal va minimal tezlikni toping.

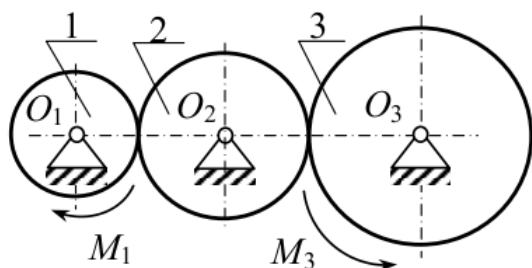


160-masala.

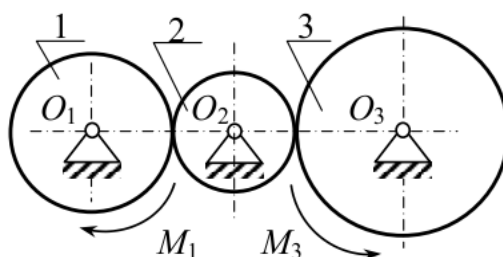


161-masala.

162-Masala. Berilgan reduktorni 1 va 3 g'ildiragiga $M_1=8\text{ N}\cdot\text{M}$ va $M_3=10\text{ N}\cdot\text{M}$ moment ta'sir etmoqda. Inersiya momentlari $J_1=0,01\text{ kg}\cdot\text{m}^2$, $J_2=0,0225\text{ kg}\cdot\text{m}^2$, $J_3=0,04\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ tishlar soni $Z_1=20$, $Z_2=30$, $Z_3=40$ boshlang'ich xarakat vaqtida burchak tezlik $\omega_1=0$ teng bo'lgan xolat uchun 1-g'ildirak 0,5 s keyin xarakat uchun tezlik va burchak tezlanishni aniqlang.



162-masala.



163-masala.

163-Masala. Berilgan reduktorni 1 va 3 g'ildiragiga $M_1=8\text{ N}\cdot\text{M}$ va $M_3=10\text{ N}\cdot\text{M}$ moment ta'sir etmoqda. G'ildiraklarni inersiya momentlari $J_1=0,01\text{ kg}\cdot\text{m}^2$, $J_2=0,064\text{ kg}\cdot\text{m}^2$, $J_3=0,04\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ tishlar soni $Z_1=20$, $Z_2=16$, $Z_3=40$ boshlang'ich xarakat vaqtida burchak

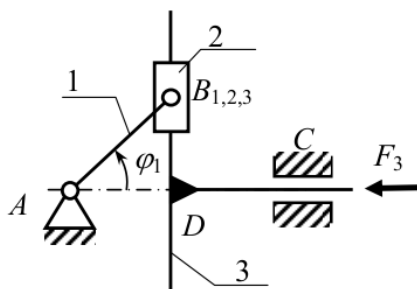
tezlik $\omega_1 = 0$ teng bo'lgan xolat uchun 1-g'ildirak 0,5 s keyin xarakat uchun tezlik va burchak tezlanishni aniqlang.

164-Masala. Sinus mexanizmlarda AB krivoshipni A valiga $M_q = 62 \text{ N} \cdot \text{M}$ qarshilik momenti qo'yilgan. 3-zvenoga $F_3 = 1000 \text{ N}$ xarakatga keltiruvchi kuch qo'yilgan. Mexanizmni $\varphi_1 = 45^\circ$ xolatida burchak tezligi $\omega = 10 \frac{1}{c}$, moment inersiyasi $J_1 = 0,0025 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ uzunligi $L_{AB} = 0,1 \text{ m}$ va 3 zvenoni massasi $m_3 = 0,5 \text{ kg}$ bo'lganda AB krivoshipni burchak tezlanishini toping.

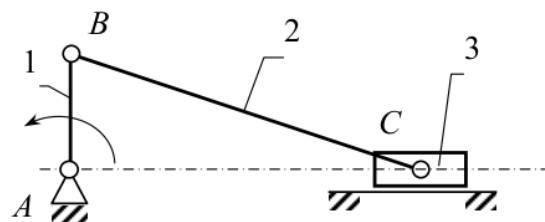
165-Masala. Markaziy krivoship-polzunli mexanizmni A markaz atrofida AB krivoship to'la aylana oladigan BC shatunni L_{BC} uzunligini toping.

166-Masala. Dezaksial krivoship-polzunli mexanizmni AB krivoshipni to'la aylana oladigan BC shatunni L_{BC} uzunligini toping.

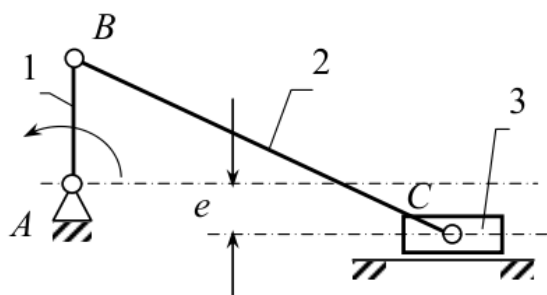
167-Masala. Sharnirli to'rt zvenoli mexanizmni xamma zvenolar uzunligi $L_{AB} = 20 \text{ mm}$, $L_{BC} = 100 \text{ mm}$, $L_{CD} = 60 \text{ mm}$, $L_{AD} = 120 \text{ mm}$ berilgan. Shu qiymatlarda AB zveno to'la aylana oladimi.



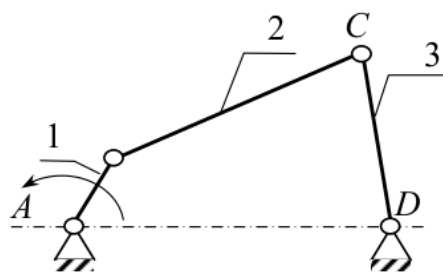
164-masala.



165-masala.



166-masala



167-168-masala

168-Masala. Berilgan sharnirli to‘rt zvenoli mexanizmni xamma zvenolar uzunligi $L_{AB} = 20 \text{ mm}$, $L_{BC} = 90 \text{ mm}$, $L_{CD} = 40 \text{ mm}$, $L_{AD} = 120 \text{ mm}$ berilgan. Shu qiymatlarda krivoship to‘la aylana oladimi

V-BOB MEXANIZMLARNI SINTEZ QILISH

5.1 Quyi kinematik juftli mexanizmlarni sintez qilish

Quyi kinematik juftlardan tuzilgan mexanizmlarni loyihalashning asosiy mohiyati bilan tanishib o'tamiz. Ma'lumki, xar kandy mexanizm o'z tarkibiga kirgan yetaklanuvchi zvenoning biror texnologik protsess uchun zarur va oldindan belgilangan harakatini ta'minlash uchun xizmat qiladi.

Etaklanuvchi zvenoning bu harakati juda ko'p faktorlarga bog'liq bo'ladi. Bu faktorlar yetaklanuvchi zvenoning harakat qonuni, mexanizm tarkibidagi zvenolarning uzunliklari, ilgari lanma harakat qiluvchi kinematik juft holatlarini belgilovchi chiziqli o'lchovlar kabi kinematik parametrlarni o'z ichiga oladi, binobarin, kinematik parametrlarga asoslanib, mexanizmning kinematik sxemasi tuziladi. Ana shu yetaklanuvchi zvenoning harakat shartiga ko'ra, mexanizm kinematik sxemasining parametrlarini aniqlash mexanizmlar loyihalashning asosiy masalasidir. etaklanuvchi zvenoning texnologik ishlar uchun mo'ljallangan harakatini ta'minlovchi mexanizmning kinematik sxemasini tuzib, uning tarkibidagi zvenolarning uzunliklarini bila olsak, masalaning asosiy qismini hal qilgan bo'lamiz, chunki qolgan masalalar shu mexanizm tarkibidagi zvenolarning harakatini sinab ko'rish, mustahkamligini tag'minlash va shu mexanizmning iqtisodiy jihatdan qanchalik foydali ekanligini yoki boshqa tomonlarini aniqlash bilan bog'liq bo'lib, ular boshqa fan tarmoqlari matematika, materiallar qarshiligi, mashina detallari, tebranishlar nazariyasi, injenerlik ekonomikasi va shu kabilarning ishtiroki bilan hal qilinadi.

Umuman, biror mashina yoki mexanizm yaratish, avvalo, shu mexanizm yoki mashinaning ratsional kinematik-sxemasini tuzishdan boshlanadi.

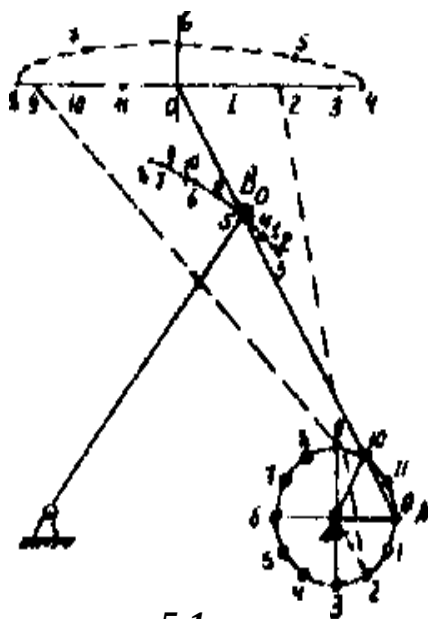
Loyihalashni quyidagi asosiy turlari mavjud:



Mexanizm sintezi. Bunda mexanizmning berilgan struktura, kinematik va dinamik shartlariga qarab asosan mexanizm sxemasini loyihalash koʻzda tutiladi.

1. Mexanizm struktura jixatidan sintezlash. Bunda struktura shartlariga qarab asosan mexanizmning struktura sxemasini loyihalashdan iborat.

2. Mexanizmni kinematik sintezlash. Bunda kinematik shartlarga qarab asosan mexanizmning kinematik sxemasini loyihalashdir (tezlik, tezlanish topiladi).



5.1- rasmi

3. Mexanizmni dinamik sintezlash. Bunda kinematik va dinamik shartlarga qarab asosan mexanizmning dinamik sxemasini loyihalash koʻzda tutiladi.

Berilgan harakat qonunini taʼminlash yetaklovchi zvenoning harakat qonunini berilgan holda yetaklanuvchi zvenoning aniq yoki taqribiy harakat konunini taʼminlay

oladigan mexanizm kinematik sxemasining parametrlarini topish bilan bogʻliqdir.

Masalan, P.L. Chebishevning toʻrt zvenoli mexanizmini koʻrib chiqamiz (5.1-rasm). Bu mexanizmning O_1A krivoshipi oʻzining nol vaziyati (OAO)dan boshlab, A nuqta chizgan yoyda aylansa, AB shatunning davomidagi e nuqta a, b, s taqribiy toʻgʻri chiziq buylab harakat qiladi. Bu hol esa mexanizm kinematik sxemasining parametrlari $O_2B=BE=2,5 O_1A$ boʻlgandagina amalga oshadi. Qaysi metodni tanlash mexanizm loyihalashga nisbatan qoʻyilgan asosiy shartga bogʻlik.

Grafik metodlarning afzalligi shundaki, ular oddiy, tushunarli boʻlishi bilan birga, koʻzga yaqqol tashlanib turadi, analitik metod esa, aniq boʻlishiga qaramay, ancha murakkab va koʻpgina matematik xisoblarni talab qiladi.

Mexanizmning kinematik sxemasi parametrlarini yetaklanuvchi zvenoning harakat qonuniga asoslanib aniqlash mexanizmlarning metrik sintezi deb ham ataladi.

Agar ishchi organi to'g'ri chiziqli harakatda bo'lsa uning harakat qonuni shu ishchi organ yo'li, tezligi va tezlanishlarining vaqt o'tishi bilan o'zgarishini bildiradi, ya'ni $s = s(t)$ $v = v(t)$, va $a = a(t)$

Bu funksiyalar o'zaro bog'langan bo'lib, ulardan birining boshlang'ich shartlaridan boshqalarini parametrlari aniqlanadi.

Agar aylanma harakat bo'lsa $\varphi = \varphi(t)$, $\dot{\varphi} = \dot{\varphi}(t)$, $\ddot{\varphi} = \ddot{\varphi}(t)$ ko'rinishida bo'ladi.

Mashina ish organlarining harakat qonuni, odatda, berilgan bo'ladi va shu qonunni amalga oshiruvchi mexanizmning sxemasi va konstruksiyasi izlanadi.

Ba'zida mashina ish organlarining harakat qonuni oldindan berilmaydi, balki tayyor sxema va uning uzunlik o'lchovlarini o'zgarish yoki dinamik parametrlarini o'zgartirish orqali olinadi.

Mashina va mexanizmlarni loyihalashning nazariy asosi uning ish organining harakat qonunini ustalik bilan tanlay bilishga bog'liq.

Agar mashina sekin harakatlansa, u holda uning tarkibidagi zvenolarning tezlanishi ham kichik bo'ladi. Ya'ni tezlanishlarning ahamiyati bo'lmaydi.

Bunday mashinalarda ish zvenolarining harakat qonuni bevosita $s = s(t)$ qonunidan boshlasa bo'laveradi, ammo tez yurar mashinalar bo'lsa, ulardagi dinamik kuchlar kattalashib ketmasligi uchun avvalo ratsional tezlanish grafigi tanlab olinadi va so'ng $a = a(t)$ ga qarab $v = v(t)$ va $s = s(t)$ lar topiladi.

5.2 Mexanizmlarning asosiy tiplarini qo'yilgan turli shartlariga muvofiq loyihalash.

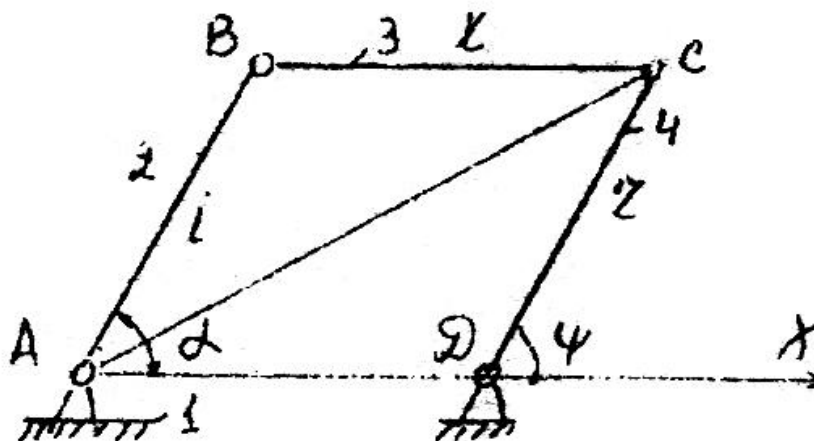
AB krivoshipning harakat qonuni quyidagi matematik bog'lanishda berilgan bo'lsin:

$$a = a(t)$$

Etaklanuvchi CD zvenoning 5.2-rasm harakat qonuni quyidagi bog'lanishda bo'lsin:

$$\psi = \psi(t)$$

yuqoridagi tenglamalarda t vaqtni chiqarib yuborilsa,



5.2-rasm

$$\psi = f(\alpha) \quad \frac{l_{AB}}{l_{AB}} = 1; \frac{l_{BC}}{l_{AB}} = l; \frac{l_{CD}}{l_{AB}} = r; \frac{l_{AD}}{l_{AB}} = d;$$

AB va CD zvenolarning x o'qi bilan hosil qilgan $a_1, a_2, a_3, \dots, a_m$ $\psi_1, \psi_2, \psi_3, \dots, \psi_m$ vaziyatlari berilgan bo'lsa, quyidagi tenglamalarni yozishimiz mumkin:

$$\psi_1 = \psi(\alpha_1)$$

$$\psi_2 = \psi(\alpha_2)$$

$$\psi_3 = \psi(\alpha_3)$$

.....

.....

.....

$$\psi_m = \psi(\alpha_m)$$

Tenglamalar soni noma'lum parametrlar soniga teng bo'lsa, u holda masalani nazariy jihatdan yechish oson.

Buning uchun $AB=i=1$ deb olsak $\bar{i} + \bar{I} = \bar{d} + \bar{r}$ tenglamani x va y o'qlarga proyeksiyalab quyidagilarni aniqlaymiz

$$\begin{cases} i \cos \alpha + l \cos \delta_1 = d + r \cos \psi_1 \\ i \sin \alpha + l \sin \delta_1 = r \sin \psi_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} l \cos \delta_1 = d + r \cos \psi_1 - i \cos \alpha \\ l \sin \delta_1 = r \sin \psi_1 - i \sin \alpha \end{cases}$$

tenglamani kvadratga ko'tarib qo'shsak va chap tomonida faqat $\cos \alpha_1$ ni qoldirib yozsak

$$\cos \alpha_1 = r \cdot \cos \psi_1 - \frac{r}{d} \cos(\psi_1 - \alpha_1) + \frac{d^2 + r^2 + I - l^2}{2d}$$

Tenglamani quyidagicha yechish mumkin

$$P_0 = r; P_1 = \frac{r}{d}; P_2 = \frac{d^2 + r^2 + 1 - l^2}{2d}$$

$$\cos \alpha_1 = P_0 \cdot \cos \psi_1 - P_1 \cos(\psi_1 - \alpha_1) + P_2$$

tenglamalarga $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ va ψ_1, ψ_2, ψ_3 larni qo'ysak

$$\cos \alpha_1 = P_0 \cdot \cos \psi_1 - P_1 \cos(\psi_1 - \alpha_1) + P_2$$

$$\cos \alpha_2 = P_0 \cdot \cos \psi_2 - P_1 \cos(\psi_2 - \alpha_2) + P_2$$

$$\cos \alpha_3 = P_0 \cdot \cos \psi_3 - P_1 \cos(\psi_3 - \alpha_3) + P_2$$

Bu tenglamani yechib P_0, P_1 va P_2 larni topamiz, ular orqali mexanizmning r, d va l parametrlari topiladi.

5.3 Oldindan ma'lum bo'lgan trektoriya bo'yicha loyihalash.

Mexanizmni sintez qilish masalasidan biri, oldindan ma'lum bo'lgan trayektoriya bo'yicha harakat qila oladigan mexanizmni zvenolarining to'g'ri o'lchamlarini tiklashdan iborat.

Buning uchun quyidagi belgilar qabul qilamiz:

r -krivoship uzunligi

φ -burilish burchagi

φ_i va φ_{ii} -A hamda M yo'nalishi va chetki holatlar orasidagi o'tkir burchak

l - shatun uzunligi

e - dezaksiallik

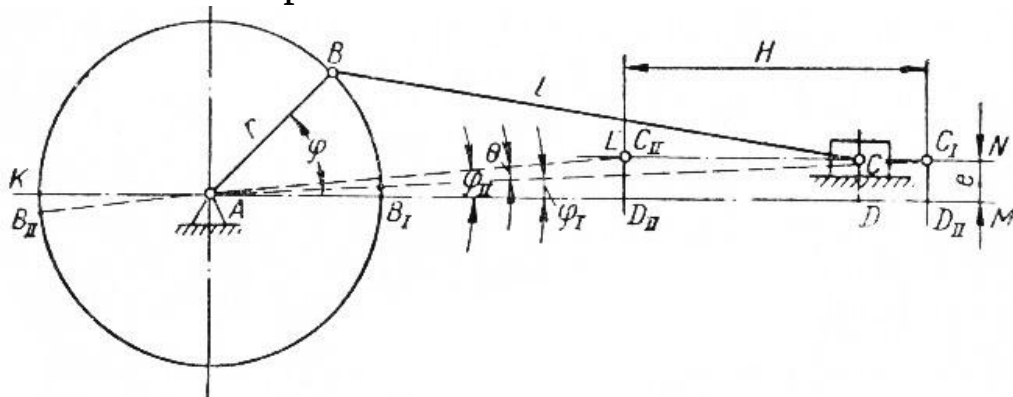
$$\lambda = \frac{l}{r} \text{ nisbat}$$

N -polzunni harakatini uzunligi

k - tezlikni o'zgarishi koeffitsiyenti.

$$\kappa = \frac{180^\circ + \theta}{180^\circ - \theta}; \quad \theta = \varphi_{II} - \varphi_I \quad \theta = 180^\circ \frac{k-1}{k+1}$$

Dezaksial krivoship-shatunli mexanizmmda



5.3-rasm

$AC_{II} = l - r$ $AC_I = l + r$ bo'lgan holatda

$V_c - \varphi$ holatdagi S nuqtani tezligi

V_{cmax} - polzunning maksimal tezligi

r , l va e aniq bo'lgan holda, φ holati uchun mexanizmni sxemasini chizamiz (5.3-rasm) sxemani quyidagi tartibda quramiz:

1. Ixtiyoriy KM yo'nalish olamiz
2. LN chizig'ini KM ga parallel va e -(dezaksiallik) masofada o'tkazamiz.
3. KM to'g'ri chiziqda A nuqtani markaz qilib $r=AB$ radiusda aylana chizamiz.
4. $\omega = \text{const}$ bo'lganligini hisobga olib, aylanani teng n qismga bo'lamiz.
5. $B_0, B, B_2, \dots, B_n$ nuqtalardan $BC=l$ kattalikda LN chizig'ida $C_0, C_1, C_2, \dots, C_n$ nuqtalarni topamiz. Bu nuqtalar polzunni holatini ko'rsatadi.

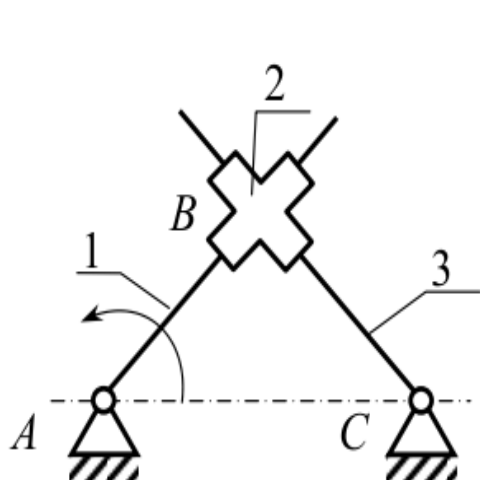
4. $C_I C_{II}$ chiziqda e masofada MM chiziq o'tkaziladi. Shu qilingan ishlar orqali A nuqtani holatini va $AC_I = l+r$, $AC_{II} = l-r$ larni topa olamiz.

Kulisali mexanizmlarda zvenolar xolatini aniqlash masalalari

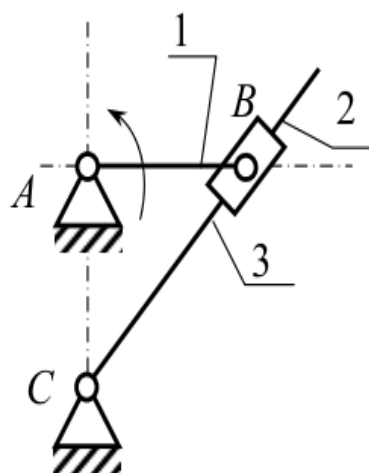
169-Masala. Kulisali mexanizmda 1-zveno 360° ga buralganda kulisa 3-zveno qaysi burchakka buraladi.

170-Masala. Kulisali mexanizmda krivoship to'la aylanganda kulisa 3 to'la aylanmasligi uchun krivaship AB ni uzunligi qancha bo'lishi kerak.

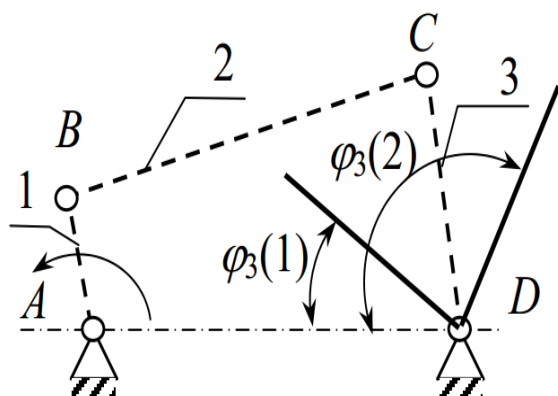
171-Masala. Kulisali mexanizmda krivoshipning uzunligi AB AC qo'zg'almas nuqtalar orasidagi masofani katta. Krivoship to'la 360° ga aylanganda kulisa 3 qaysi burchakka aylana oladi.



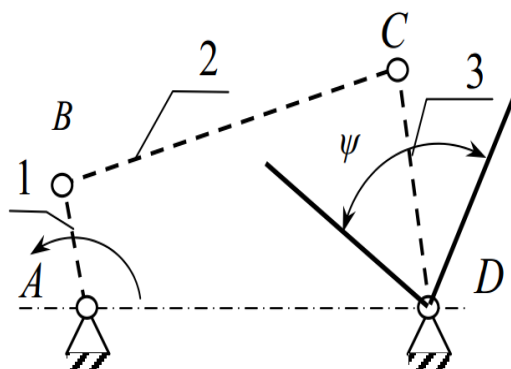
169-masala



170-171-masala



172-masala



173-masala

172-Masala. To'rt zvenoli mexanizmni berilgan uzunliklarda $L_{AD}=100 \text{ mm}$, $L_{CD}=100 \text{ mm}$ va AD chizig'iga nisbatan kulisani quydagi chetki xolatlari $\varphi_3=45^0$ va $\varphi_3=120^0$ uchun krivoshipni AB va BC uzunligini toping.

173-Masala. To'rt zvenoli sharnirli mexanizmlarni quydagi zvenouzunliklari $L_{AB}=30 \text{ mm}$, $L_{BC}=100 \text{ mm}$, $L_{CD}=60 \text{ mm}$ uchun koromisloni ψ burchagini toping.

VI-BOB OLIY KINEMATIK JUFTLI MEXANIZMLARNI SINTEZ QILISH

6.1 Tishli mexanizmlar va ularni turlari.

Tishli mexanizmlar texnikada keng qo'llanadigan mexanizmlardan hisoblanadi. Bunday mexanizmlar mashinada qo'llanadigan hamma uzatish mexanizmi konstruktsiyasida ishlatiladi. Tishli mexanizmida harakat ish protsessida bir-birini almashtiruvchi zvenodagi maxsus qabariq yordamida uzatiladi. Bu qabariqlarni tishlar, zvenoni esa—**tishli g'ildirak** deyiladi. Tishli-reykali mexanizmida zvenolardan birini **tishli reyka** deyiladi. Tishli mexanizmning ko'pchilik zvenosi tishli g'ildiraklar, dumaloq ko'rinishida bo'ladi. Ba'zida dumaloq bo'lmagan g'ildirakli tishli mexanizmlar ham uchraydi.

Tishli mexanizm ikki xilga ajratiladi: g'ildirak o'qlari qo'zg'almas va ba'zi bir g'ildirak o'qlari qo'zg'aluvchan. Birinchi ko'rinishidagi mexanizmida stoykaga nisbatan g'ildirak o'qi qo'zg'almas; yuk ko'tarish kranlarning reduktori, avtomobillarning uzatmalar qutisi, metall kesuvchi stanoklarning tezliklar qutisi va h.k. Ikkinchi ko'rinishdagi tishli mexanizmlarda ba'zi bir g'ildiraklarning o'qi stoykaga nisbatan qo'zg'aluvchan. Bunday mexanizmlarni **planetar** deyiladi, ular planetar reduktor konstruktsiyasining asosini tashkil etib, asosan transport mashinalarida xususan samolyot va vertolyotda harakatni dvigateldan vintga uzatishda va boshqarish sistemalarida foydalaniladi.

Istalgan murakkab tishli mexanizm konstruktsiyasining asosini oddiy tishli mexanizmlar tashkil etadi, ularni **uzatmalar** deyiladi (aniqrog'i tishli uzatmalar). Uzatma uch zvenoli mexanizm bo'lib, u ikkita tishli g'ildirak va qo'zg'almas o'qdan iborat. Uzatmalar o'qlarini joylashishiga qarab uch turga bo'linadi:

- g'ildirak o'qlari parallel;
- g'ildirak o'qlari kesuvchi;

-g'ildirak o'qlari ayqash.

Bu bobda uch zvenoli silindrsimon tishli g'ildirakli mexanizmlarni ko'rib chiqamiz.

Xamma xolat uchun obkatka usuli bilan tayyorlangan tishli g'ildiraklar deb qabul qilamiz.

Kesuvchi asbobni quydagi parametrlarni qabul qilamiz.

1. Modul m millimetrda o'lchanadi;

2. Tishni kallagi bo'yicha balandlik koeffitsienti

f -kallagi bo'yicha balandlik koeffitsienti;

$f=1$ to'la profilli tishlar uchun yoki $f=0,8$ kesilgan tishlar uchun

3. Profil burchagi $\alpha = 20^\circ$

4. Ilashmadagi birinchi tish kallagi bilan ikkinchi tish oyog' tomoni asosi orasidagi radial oraliq $c=0,25$ agar $f=1$ bo'lganda, $c=0,3$ agar $f=0,8$ bo'lganda.

Evolventa tishli g'ildiraklarni tayyorlashda ko'p xolda obkatka usulidan foydalaniladi. Bu usuldan foydalanganda kesish asbobi (reykali, dolbyak) xarakatlanganda tishni balandligi, qalinligi, o'qlar orasidagi masofa, me'yoriy bosim, me'yorish sirpanish o'zgaradi, bu esa tishni eguvchi va kontakt mustag'kamligini oshiradi, yemirilishni oldini oladi, xamda boshqa parametrlarga xam ta'sir qiladi.

Obkatka usuli bilan tishlar soni 17 tadan kam bo'lgan tishli g'ildiraklar tayyorlanganda tishni oyoq asosi qirqilib chiqadi. Shuni oldini olish maqsadida asbobni siljiriladi, buni korreksiya deyiladi va ko'pincha adabiyotlarda ζ yoki x bilan belgilanadi.

$$x = \frac{17 - z}{17}$$

Bu usulni nafaqat tishlar soni kam bo'lganda, balki boshqa quydagi xollarda xam ishlatiladi:

- Berilgan o'qlar orasidagi masofaga mos tushirish uchun;
- Kontakt mustaxkamligini oshirish maqsadida tishli ilashmani geometrik parametrlarini optimal qiymatini topish uchun;

- Ilashmani egilishga mustahkamligini oshirish maqsadida geometrik parametrlarini optimal qiymatlarini topishda;
- Ilashmani yemirilishi va yemirilishga qarshiligini maksimal oshirishda geometrik parametrlarini optimallashtirishda.

Agar shesterna va g'ildiraklarni siljish koefitsientlari yig'indisi $x_1 + x_2 = 0$ bo'lsa bir xil siljigan, boshqa xolatlarida bir xil siljimagan deyiladi. Siljish koefitsientlarini uzatmalarda talabga qarab V.N.Kudryavsev 6.1-jadvalidan topiladi.

Tishlarni xisoblash maqsadida 6.1-jadvalda asbobni siljitib qirqilgan (A) va asbobni siljitmay qirqilgan xolatilari uchun formulalar keltirilgan.

Misol tariqasida tishlar soni $Z_1 = 14$ va $Z_2 = 32$ bo'lgan tishli ilashmani keltirilgan formulalar orqali yechimi berilgan.

6.1-jadval

BERILGANLAR				
PARAMETRLAR		Belgisi	Qiymatlari	
Tishlar soni	shestnya	Z_1	14	
	g'ildirak	Z_1	32	
Ilashish moduli, mm		m	10	
13755-68 GOST bo'yicha tish qiymatlari	ilashish burchagi, grad	α	20	
	tish kallagi balandligi koefitsenti	h_a^*	1	
	radial oraliq masofa koefitsenti	C^*	0,25	
	tish oyog'i egrilik radiusi koefitsenti	ρ_f^*	0,4	
Siljish koefitsenti		A	X_1	+0,62
			X_2	+0,68
		B	x_1	0
			X_2	0

Xisoblash				
№	Aniqlanuvchi parametrlar	Xisoblash formulalari	A	B
1	2	3	4	5
1	Peredatochnoe chislo	$U = Z_2/Z_1$	2,286	
2	Bo'lish aylanadagi evolventa burchagi, rad	$inv\alpha = 0,014904$	$tg\alpha = 0,3639$	
			$\cos\alpha = 0,9396$	
3	Boshlang'ich aylanadagi evolventa burchagi, rad	$inv\alpha_w = \frac{2(x_1 + x_2)}{Z_1 + Z_2} tg\alpha + inv\alpha =$	0,03547	0,01490
4	Ilashish burchagi, grad	$\alpha_{wA} = 26,362^0 =$ $= 26^0 21' 40''$	$tg\alpha_w$	0,4956
		$\alpha_{wB} = \alpha = 20^0$	$\cos\alpha_w$	0,9396
5	Tishning bo'lish aylanasi bo'yicha qadami, mm	$p = \pi \cdot m$	31,416	
6	Tishning asosiy aylanasi bo'yicha qadami, mm	$p_b = p \cdot \cos\alpha$	29,518	
7	Tishning boshlang'ich aylanasi bo'yicha qadami, mm	$p_w = p_b / \cos\alpha_w$	32,944	31,416
8	O'qlar orasidagi masofa, mm	$a_w = \frac{m(Z_1 + Z_2)}{2} \cdot \frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_w}$	241,192	230
9	Bo'lish aynala radiusi, mm	$r_1 = 0,5Z_1 \cdot m =$	70	
		$r_2 = 0,5Z_2 \cdot m =$	160	
10	Asosiy aylana radiusi, mm	$r_{b1} = 0,5Z_1 \cdot \cos\alpha =$	65,772	
		$r_{b2} = 0,5Z_2 \cdot \cos\alpha =$	150,336	
11	Boshlang'ich aylana radiusi, mm	$r_{w1} = r_{b1} / \cos\alpha_w$	73,406	70
		$r_{w2} = r_{b2} / \cos\alpha_w$	167,786	160
12	Tish oyoq bo'yicha radiusi, mm	$r_{f1} = r_1 - m \left(\frac{Z_1}{2} + C^* - x_1 \right)$	63,7	57,5
		$r_{f2} = r_2 - m \left(\frac{Z_2}{2} + C^* - x_2 \right)$	154,3	147,5
13	Tish kallak bo'yicha radiusi, mm	$r_{a1} = a_w - r_{f2} - C^* m$	84,319	80
		$r_{a2} = a_w - r_{f1} - C^* m$	174,919	170

1	2	3	4	5
14	Tish kallagi aylanasi profil burchagi, grad	$\alpha_{a1} = \arccos \left(\frac{r_{b1}}{r_{a1}} \right) - \frac{tg \alpha_{a1}}{2}$	38,73 ⁰	34,7 ⁰
			0,8020	0.6924
		$\alpha_{a2} = \arccos \left(\frac{r_{b2}}{r_{a2}} \right) - \frac{tg \alpha_{a2}}{2}$	30,744 ⁰	27,831 ⁰
			0,5948	0,5279
15	Tish kallagi aylanasi evolventa burchagi, grad	$inv \alpha_{a1}$	0,126045	0,086804
		$inv \alpha_{a2}$	0,058211	0,042186
16	Tishning bo'lishi aylanasi vatari bo'yicha qalinligi, mm	$S_1 = m \left(0,5\pi + 2x_1 tg \alpha_{a1} \right)$	20,220	15,708
		$S_2 = m \left(0,5\pi + 2x_2 tg \alpha_{a2} \right)$	20,657	15,708
17	Tishning asosiy aylanasi vatari bo'yicha qalinligi, mm	$S_{b1} = 2r_{b1} \left(\frac{\pi}{2r_1} \right) + inv \alpha_{a1}$	20,960	16,719
		$S_{b2} = 2r_{b2} \left(\frac{\pi}{2r_2} \right) + inv \alpha_{a2}$	23,690	19,240
18	Tishning boshlang'ich aylanasi vatari bo'yicha qalinligi, mm	$S_{w1} = 2r_{w1} \left(\frac{\pi}{2r_1} \right) + inv \alpha_{a1} - inv \alpha_{w1}$	18,184	15,708
		$S_{w2} = 2r_{w2} \left(\frac{\pi}{2r_2} \right) + inv \alpha_{a2} - inv \alpha_{w2}$	14,760	15,708
19	Tishning kallagi aylanasi vatari bo'yicha qalinligi, mm	$S_{a1} = 2r_{a1} \left(\frac{\pi}{2r_1} \right) + inv \alpha_{a1} - inv \alpha_{a1}$	5,614	6,448
		$S_{a2} = 2r_{a2} \left(\frac{\pi}{2r_2} \right) + inv \alpha_{a2} - inv \alpha_{a2}$	7,432	7,414
20	Tish balandligi, mm	$h = r_a - r_f$	20,619	22,5
21	Ilashish balandligi, mm	$h_3 = h - C^* m$	18,119	20,0
22	Tishning o'tkirlanish ko'rsatkichi	S_{a1}/m	0,561	0,645
		S_{a2}/m	0,743	0,741
23	Qabul qilinadigan siljish koefitsenti	$Y = \frac{Z_2 + Z_1}{2} \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_w} - 1 \right)$	1,1192	0,0
24	Qabul qilingan siljish koefitsenti	$Y_m = Y \cdot m$	11,192	0,0
25	Solishtirma siljish koefitsenti	$\Delta Y = x_1 + x_2 - Y$	0,205	0,0
26	Egrilik radiusi (gantel), mm	$\rho_f = \rho_f^* \cdot m$	4,0	4,0
27	Radial oraliq, mm	$C = C^* \cdot m$	2,5	2,5
	Qoplanish koefitsenti	analitik $\varepsilon = \frac{Z_1 \left(\frac{\pi}{2} - \alpha_{a1} - tg \alpha_{w1} \right) + Z_2 \left(\frac{\pi}{2} - \alpha_{a2} - tg \alpha_{w2} \right)}{2\pi}$	1,19	1,57
		grafik $\varepsilon = L_{P1P2} / P_b$ $\frac{L_{P1P2}, mm}{mm}$		

Yuqoridagi jadval bo'yicha xisoblangan natija to'g'riligiga ishonch xosil qilish uchun quydagi tekshirishlarni o'tkazish kerak:

- 11-pozitsiyadagi $r_{w1} + r_{w2}$, 8-pozitsiyadagi a_w teng bo'lishi kerak;
- 8-pozitsiyadagi farq $a_{wA} + a_{wB}$, 24-pozitsiyadagi Y_m ga teng bo'lishi kerak;
- 18- pozitsiyadagi boshlang'ich aylana bo'yicha tish qalinliklari yig'indisi $S_{w1} + S_{w2}$, 7- pozitsiyadagi P_w ga teng bo'lishi kerak;
- Tish balandligi h (20- pozitsiya), quydagi xisoblarga teng bo'lishi kerak $r_{a1} - r_{f1}$ yoki $r_{a2} - r_{f2}$
- $h - h_3$ ni farqi (20 va 21 pozitsiyalar) radial oraliqqa m (27-pozitsiya)ga teng bo'lishi kerak;
- Tish qalinliklarini radiuslarini o'sib borishi quydagicha bo'lishi kerak; $S_b > S > S_w > S_a$
- Siljish koefitsientlarini to'g'ri tanlanganda tish uchi qirrali bo'lib qolmasligi kerak. Berilgan xolatda $S_a / m \geq 0,2$ (22 pozitsiya)
- Musbat ilashmada $\alpha_w > \alpha$. Shuning uchun qoplanish koefitsienti $\varepsilon_A < \varepsilon_B$ bo'lishi kerak.

6.1-jadvaldan foydalanib quydagi masalalarni yecing

174-Masala. G'ildirakda instrumental reykani siljitmay tayyorlangan tishni moduli $m=10 \text{ mm}$, $\alpha=20^\circ$ tishlar soni $Z=20$ va reykni kallagi bo'yicha balandligi $h_1=m$ bo'lganda, bo'luvchi va tish kallagi aylanasi bo'yicha tishni qalinligini toping.

175-Masala. Minimal korreksiya qilingan, shestrnya oyog'i qirqilmagan tishli ilashma quydagi parametrlari $Z_1=12$, $Z_2=20$, $m=10 \text{ mm}$, $\alpha=20^\circ$ va $h_1=m$ bo'lganda o'qlar orasidagi masofani aniqlang.

176-Masala. Tashqi ilashmali tishli ilashmani berilgan qiymatlari $Z_1=22$, $Z_2=30$ ilashma moduli $m=10 \text{ mm}$, $\alpha=20^\circ$ va $h_1=m$ bo'lgandagi qoplanish koefitsienti ε ni aniqlang.

177-Masala. Evolventa tishli reykali uzatmani quydagi parametrlari $Z_1 = 20$ $m = 10 \text{ mm}$, $\alpha = 20^\circ$ va tish kallagi uzunligi $h_1 = m$ uchun qoplanish koeffitsienti ε ni aniqlang.

178-Masala. Tashqi ilashmali evolventa profilli tishli uzatmani quydagi parametrlari $Z_1 = 10$, $Z_2 = 30$, $m = 10 \text{ mm}$ va yig'ishdagi ilashish burchagi $\alpha = 20^\circ$ qarab, katta g'ildirakni tish kallagi bo'yicha balandligi h_{k2} maksimal qiymatini toping.

179-Masala. Evolventa profilli tashqi ilashmali tishli uzatmani moduli $m_1 = 10 \text{ mm}$, tishlar soni $Z_1 = 20$, $Z_2 = 30$ ilashish burchagi $\alpha = 20^\circ$ bo'lganda boshlang'ich aylana radiuslarini toping.

180-Masala. Berilgan ilashish moduli $m = 1,0 \text{ mm}$ uzatish soni $u_{12} = 1,5$ va shesternyani tishlar soni $Z_1 = 14$ bo'lganda uch zvenoli tashqi ilashmali tishli uzatmani minimal koreksiyalangan shestrnya kesilmaslik shartlariga ko'ra loyixalang.

6.2. Planetar tishli uzatmalarni kinematik sintez qilish.

Berilgan uzatish sonini qanoatlantiruvchi planetar mexanizmlarni tishlar sonini tanlashni o'quv va ilmiy adabiyotlarda turli usullarni ko'rsatilgan (2,7-10). Optimal variantini topish uchun turli parametrlarni o'zgartirish orqali topilgan variantlarni solishtirish kerak. Bunda asosan mexanizmlarni gabarit o'lchamlarini eng kichigini tanlanadi. Tanlab olingan kerakli o'lchamdagi planetar mexanizm quydagi talablarga javob berishi kerak:

- a) Berilgan uzatish sonini qanoatlantirishni;
- b) Markaziy g'ildiraklarni o'qlarini mos tushishi;
- c) Yig'ish talabini bajarilishi;
- d) Satiletarni qo'shnichilik sharti bajarilishi;
- e) Xar bir juftlik to'g'ri ilashmaga kirishi.

Tishlar soni va nisbatini to'g'ri tanlash mexanizmni ixcham, massasi kichik va ishlash qobiliyatini yaxshilashishiga olib keladi.

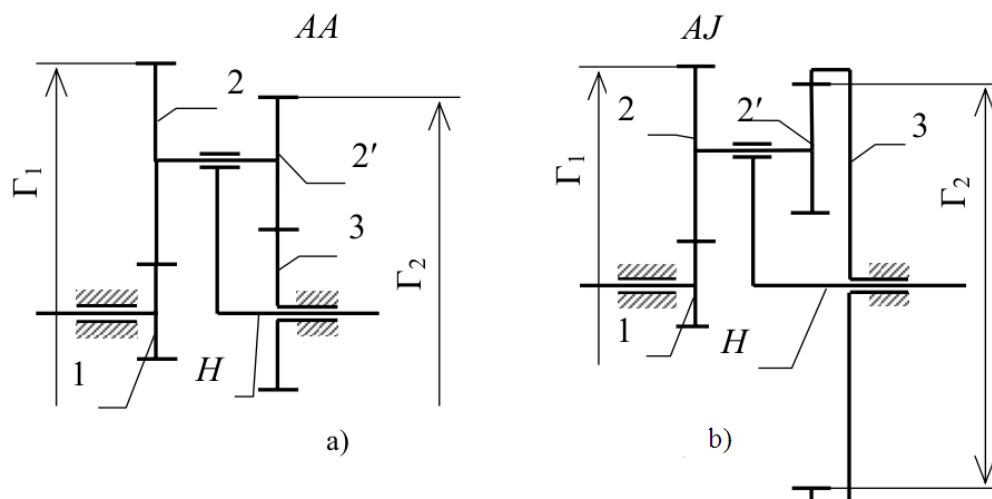
6.1-rasmda planetar mexanizmlarni asosiy tiplari keltirilgan.

1 va 3-markaziy tishli g'ildiraklar;

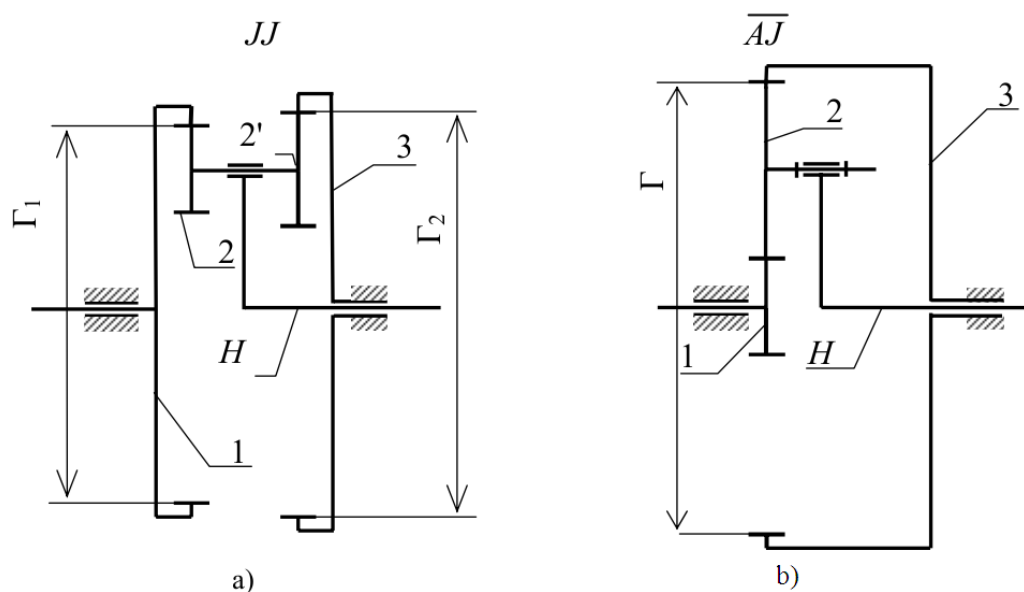
2 va 2¹- satilitlar;

H-vodilo.

Ikkita tashqi ilashmali mexanizmni *AA* 6.1a-rasm; bitta tashqi va bitta ichki ilashmali mexanizmni *AJ* (6.1b)-rasm); ikkita ichki ilashmali mexanizmni *JJ* (6.2a-rasm) va bir pogʻanalni ichki ilashmali (6.2b-rasm) mexanizmni *J* deb belgilangan.



6.1-rasm



6.2-rasm

O'qlarini bir-biriga mos tushish sharti

AA, *AJ*, *JJ* koʻrinishdagi planetar mexanizmlar uchun bu shart quydagicha boʻladi.

$$a_{w12} = a_{w2'3}$$

yoki

$$r_{W1} \pm r_{W2} = r_{W3} \pm r_{W2^1}$$

J -bir pogʻanal planetar mexanizm uchun

$$r_{W1} + r_{W2} = r_{W3} - r_{W2^1}$$

$r_{W1}, r_{W2}, r_{W3}, r_{W2^1}$ -boshlangʻich aylanalar radiuslari formuladagi “+” ishora tashqi ilashma uchun, “-” ishoarsi esa ichki ilashma uchun.

Qoʻshnichilik sharti

Bunda oʻqlar fazoda xarakatlanadigan gʻildiraklar satelitlarining bir-biriga tegmasdan erkin xarakatlana olishi taʼminlanadi

$$\sin \frac{180}{K} > \frac{Z_2 + 2f_2}{Z_1 \pm Z_2}$$

f_2 – 2-tishli gʻildirakni kallagi boʻyicha balandligi koefitsenti.
Ikkinchi pogʻana uchun

$$\sin \frac{180}{K} > \frac{Z_{2'} + 2f_{2'}}{Z_3 \pm Z_{2'}}$$

$f_{2'} - 2'$ - tishli gʻildirakni kallagi boʻyicha balandligi koefitsenti
 K -satiletlar soni

$f_2 = f_{2'} = h_a$ bu yerda h_a boʻlish chizigʻi boʻyicha tish kallagi balandligi koefitsenti. Normal tishli gʻildiraklarda $h_a = 1$ kesilgan tishli gʻildiraklarda $h_a = 0,8$

Yigʻish sharti

Bu shart satellit oʻqlarining markaziy oʻqqa nisbatan bir xil burchakda joylashuvini hamda satellitlarning mexanizmga erkin oʻrnatilishini taʼminlaydi.

$$\frac{Z_1 \cdot U_{1H}}{K} (1 + pk) = B$$

k - satellitlar soni;

p – vadiloning toʻliq aylanishlar soni;

B-ixtiyoriy butun son.

Bu shartni bajarilishi shundaki, agar birorta satellit oʻrnatib olingandan soʻng oʻsha vaziyatda keyingi satellitni oʻrnatish uchun vadiloning quydagi burchakka burishi kerak boʻladi.

$$\omega_H = \frac{360}{K}(1 + pk)$$

Tashqi ilashishni hosil qiluvchi gʻildiraklar uchun $Z_{\min} = 17$, $Z_1 \geq 17$ boʻlib, $\frac{Z_3}{K}$ butun son boʻladi.

Ichki ilashma hosil qiluvchi xamda tishlari ichkarida joylashgan gʻildiraklar uchun $Z_{\min} = 85$, $Z_1 \geq 85$ boʻladi.

Berilgan 6.1 va 6.2-rasmlardagi planetar mexanizmlarni quydagi masalalardagi parametrlar asosida echimini toping.

181-Masala. Berilgan bir pogʻanali redukdorni (6.2.b-rasm) ilashish burchagi $\alpha = 20^\circ$, tishni kallagi balandligi $h = m$ birinchi gʻildirakdan vodilogacha boʻlgan uzatish soni $U_{1H}^{\odot} = 4,5$ va tish moduli $m = 2 \text{ mm}$ boʻlganda xamma tishlar soni, satillitlar soni K va boshlangʻich aylana radiuslarini toping.

182-Masala. Berilgan bir pogʻonali redukdorni (6.1.b-rasm) ilashish burchagi $\alpha = 20^\circ$, tishni kallagi balandligi $h_K = m$, birinchi gʻildirakdan vadilogacha boʻlgan uzatish soni $U_{1H}^{\odot} = 5$ va modul $m = 4 \text{ mm}$ boʻlganda tishlar soni ζ_1, Z_2, Z_3 , satilitlar soni K va boshlangʻich aylanalar radiuslari R_1, R_2, R_3 ni toping.

183-Masala. Berilgan bir pogʻanali reduktorni (6.1.b-rasm) ilashish burchagi $\alpha = 20^\circ$, tish kallagi balandligi $h_K = m$ vodilodan birinchi gʻildiraklarga boʻlgan uzatish soni $U_{1H}^{\odot} = 0,3$ va modul $m = 4 \text{ mm}$ boʻlganda tishlar soni ζ_1, Z_2, Z_3 maksimal satilitlar soni K va boshlangʻich aylanalar radiuslari R_1, R_2, R_3 ni toping.

184-Masala. Berilgan bir pogʻonali redukdorni (6.2.b-rasm) ilashish burchagi $\alpha = 20^0$, tish kallag balandligi $h_K = m$, vadilodan 3-gʻildirakgacha boʻlgan uzatish soni $U_{H3}^1 = 5$ va modul $m = 1 \text{ mm}$ boʻlganda tishlar soni Z_1, Z_2, Z_3 , maksimal satalitlar soni K va boshlangʻich aylanalar radiuslari R_1, R_2, R_3 ni toping.

185-Masala. Berilgan ikki pogʻonali reduktorni (6.1.a rasm) tishlari korreksiya qilinmagan, ilashish burchagi $\alpha = 20^0$, tish kallagi balandligi $h_K = m$, birinchi gʻildirakdan vadilogacha boʻlgan uzatishlar soni $U_{H3}^1 = -25$ va moduli $m = 1 \text{ mm}$ boʻlganda xamma tishlar sonini aniqlang.

186-Masala. Berilgan ikki pogʻonali redukdorni (6.1.a rasm) tishlar korreksiya qilinmagan, ilashish burchagi burchagi $\alpha = 20^0$, tish kallagi balandligi $h_K = m$ vodilodan birinchi gʻildirakgacha boʻlgan uzatish soni $U_{H3}^1 = 43$ va xamma tishlar moduli $m = 1 \text{ mm}$ boʻlganda xamma tishlar sonini aniqlang.

187-Masala. Berilgan ikki pogʻonali reduktorni (6.2.a-rasm) tishlar korreksiya qilinmagan, ilashish burchagi $\alpha = 20^0$, tish kallagi balandligi $h_K = m$ birinchi gʻildirakdan vodilogacha boʻlgan uzatish soni $U_{H1}^3 = 50$ va modullar $m_{12} = 1 \text{ mm}$, $m_{23} = 1,5 \text{ mm}$ boʻlganda xamma tishlar sonini toping.

188-Masala. Berilgan ikki pogʻonali reduktorni (6.1.b rasm) tishlar korreksiya qilinmagan $\alpha = 20^0$, tish kallagi balandligi $h_K = m$ birinchi gʻildirakdan vodilogacha boʻlgan uzatish soni $U_{H1}^3 = 15$ va modullar $m_{12} = 2 \text{ mm}$, $m_{23} = 3 \text{ mm}$ boʻlganda xamma tishlar sonini toping.

**189-192-Masalalar. Berilgan uzatishlar soni bo'yicha ko'p
pog'anali uzatmani uzatish sonilarini oddiy va planetar
uzatmalarga taqsimlab, tishlar nisbatlarini tanlab,
yetaklanuvchi zvenoni aylanish sonini toping.**

189-masalaga jadval

		1	2	3	4	5
Uzatishlar soni $U_{1,5}$		30	24	32	26	28
Satillitlar soni K		2-3	2-3	3-4	2-3	3-4
Ilashmalar moduli	$m_{1,2,2',3}, \text{ MM}$	2	4	3	3	2
	$m_{4,5}, \text{ MM}$	4	6	5	6	4
etaklovchi zveno o'qini aylanishlar soni $n_1 \text{ ayl/min}$		1500	1000	1000	900	1400

190-masalaga jadval

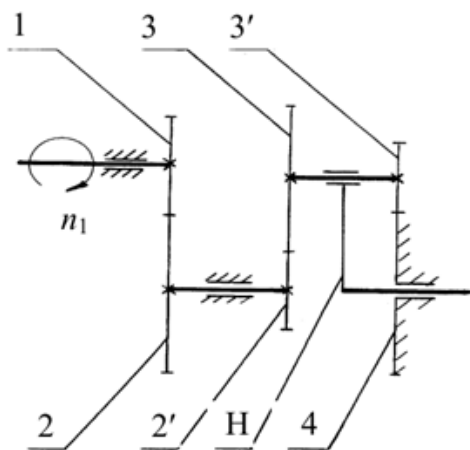
		1	2	3	4	5
Uzatishlar soni $U_{1,H}$		35	40	30	36	38
Satillitlar soni K		3-4	2-3	2-3	2-3	3-4
Ilashmalar moduli	$m_{1,2} \text{ MM}$	5	4	4	6	2,5
	$m_{2',3,3',4} \text{ MM}$	2	2	2	4	1
etaklovchi zveno o'qini aylanishlar soni $n_1 \text{ ayl/min}$		500	1000	2000	1500	1400

191-masalaga jadval

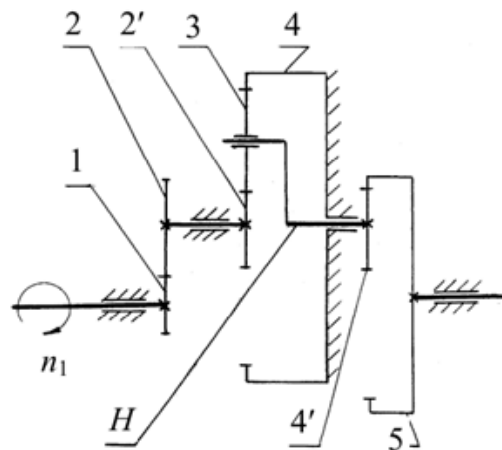
		1	2	3	4	5
Uzatishlar soni $U_{1,H}$		80	70	65	85	60
Satillitlar soni K		3-4	2-3	2-3	3-4	2-3
Ilashmalar moduli	$m_{1,2} \text{ MM}$	4	6	5	4	2,5
	$m_{2',3,3',4} \text{ MM}$	2	3	3	2	1
etaklovchi zveno o'qini aylanishlar soni $n_1 \text{ ayl/min}$		1500	1000	2000	800	1400

192-masalaga jadval

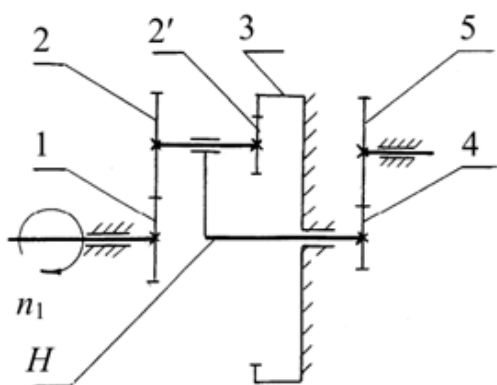
		1	2	3	4	5
Uzatishlar soni $U_{1,5}$		40	50	60	70	80
Satillitlar soni K		3-4	2-3	3-4	3-4	3-4
Ilashmalar moduli	$m_{1,2,4',5} \text{ MM}$	2	2,5	2	3	4
	$m_{2',3,4} \text{ MM}$	1	2	1	2,5	3
etaklovchi zveno o'qini aylanishlar soni $n_1 \text{ ayl/min}$		800	900	1000	1400	1200



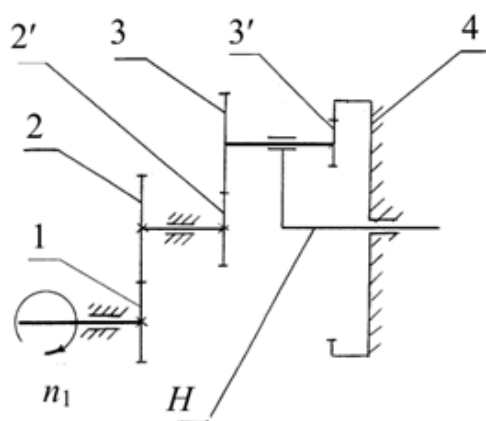
189-masala



190-masala



191-masala



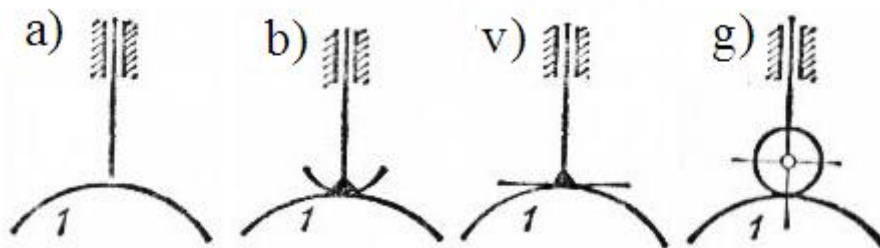
192-masala

VII-BOB. KULOCHOKLI MEXANIZMLARNI ANALIZI VA SINTEZI

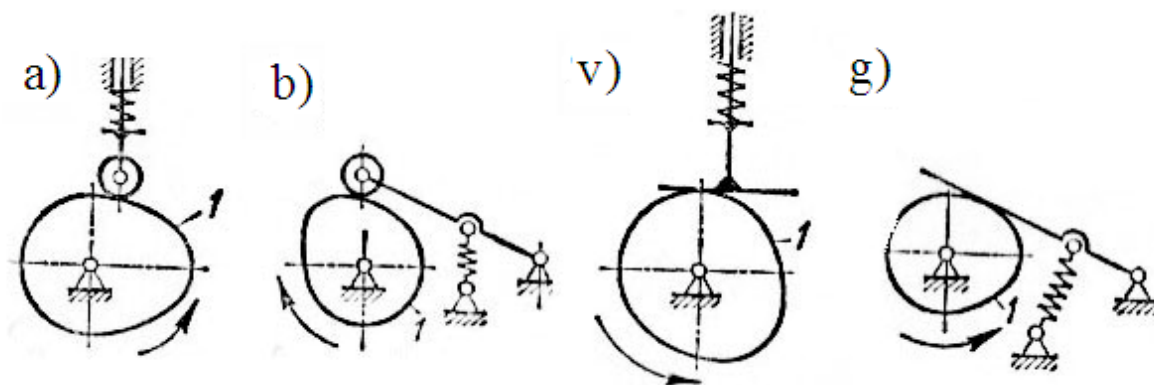
7.1. Tekislik va fazoda harakatlanuvchi kulachokli mexanizmlar.

Hozirgi zamon avtomat mashinalardagi ko'p yordamchi operatsiyalar kulachokli mexanizmlar orqali amalga oshiriladi. Bunday mexanizmlar vositasi bilan yetaklanuvchi zvenoning istalgan harakat qonunini olish mumkin. Ba'zi hollarda richagli mexanizm yordamida amalga oshirib bo'lmaydigan qonuniyatlarni kulachokli mexanizm bilan bajarish mumkin. Masalan ichki yonish dvigatelidagi gaz taqsimlovchi mexanizmida vaqtida klapanlarni avtomat ravishda ochib va yopish jarayonini kulachokli mexanizmlar aniq qilib bajaradi. Kulachokli mexanizm tarkibida oliy kinematik juft hosil qiladigan zveno bo'lib, uning bog'lanish elementi o'zgaruvchan radiusli egri chiziqdan iborat bo'ladi. Kulachok bilan turtkichni ishchi yuzalari ishlash jarayonida yeyiladi. eyilishni kamaytirish hamda turtkichning urinuvchi yuzasi bir tekis yeyilishiga erishish, mexanizmnini ishonchli ishlashishini oshirish va xizmat muddatini uzaytirish uchun turli xildagi oliy kinematik juft formalaridan foydalaniladi.

Kulachokli mexanizmlardagi oliy kinematik juftlarni geometrik formasi 7.1-rasmda keltirilgan. Bular a) uchli oliy kinematik juft; b) egri yoysimon; v) tarelkali va g) rolikli bo'lishi mumkin. Ularni tekis kulachokli mexanizmlarda qo'llanishi 7.2-rasmda keltirilgan. Oliy kinematik juft elementlarini doimiy bog'lanishini ta'minlash uchun prujinaning kuchidan foydalaniladi.

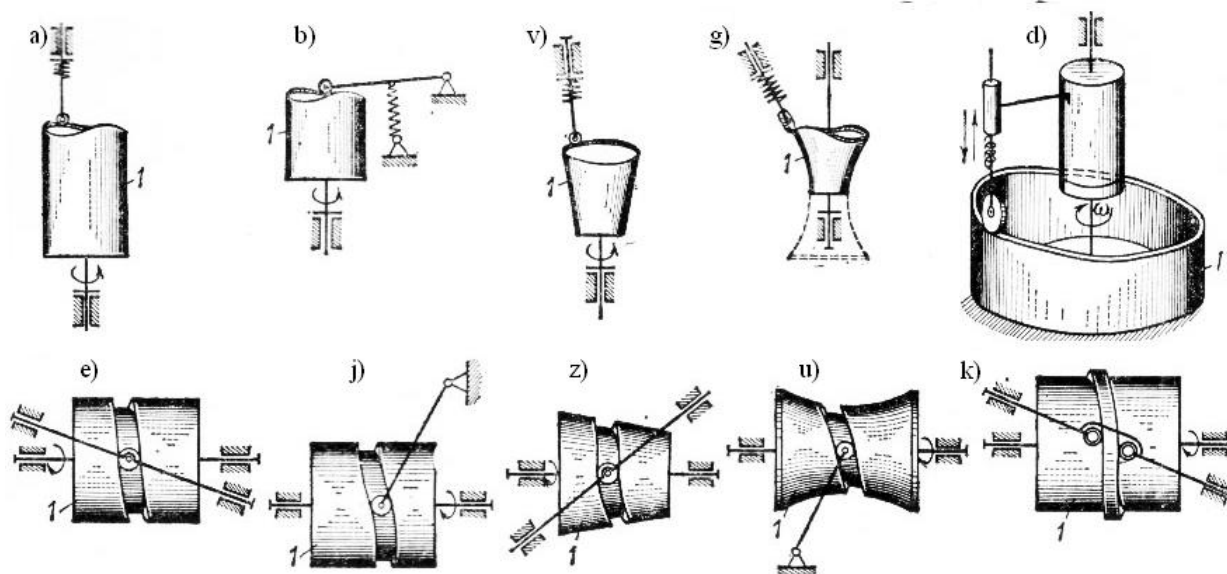


7.1-rasm



7.2-rasm

Bundan tashqari oliy kinematik juftlardagi elementlarning o'zaro urinishi ariqchalar hisobiga (7.2-rasm a,b), qamrovchi roliklar hisobiga (7.2-rasm v,g,d), geometrik tarzda tutashish orqali yoki og'irlik kuchi, prujinaning elastiklik kuchi (7.3-rasm a,b,v,g), suyuqlik yoki havo bosimi tahsirida kuch bilan tutashish orqali tahminlanishi mumkin.



7.3-rasm

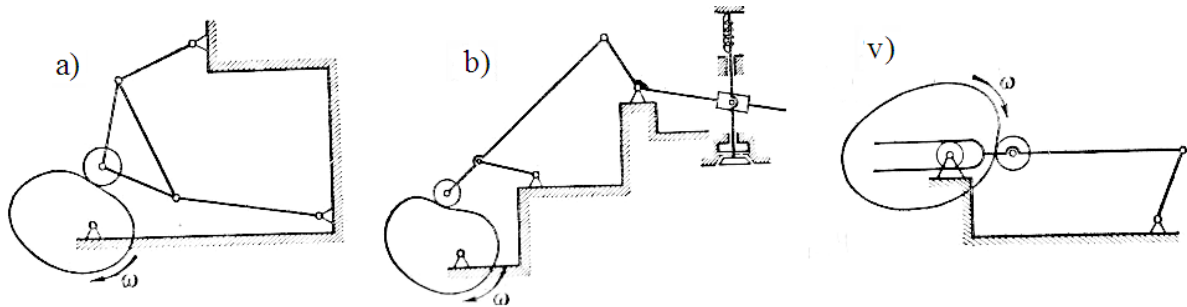
Kulachokli mexanizmlarni kamchiligi: a) loyihalashni juda qiyinligi, ya'ni kulachok trayektoriyasini aniq hosil qilish qiyinligi;

b) tayyorlash qiyinligi;

v) ishlash paytida shovqin hosil bo'lishligi;

g) tayyorlashda 0,5 mkm chetga chiqilsa, maksimal kuchlanishdan ikki marta ko'p kuchlanish hosil bo'lishi.

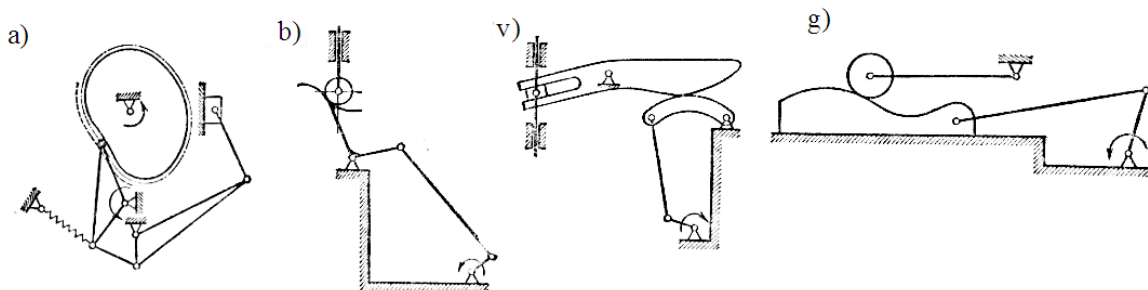
Kulachok ilgarilanma-qaytarilanma, aylanma-tebranma va murakkab harakat qilishi mumkin. Ba'zi hollarda kulachok to'xtab va turtkich harakatlanishi mumkin (7.4-rasm).



7.4-rasm

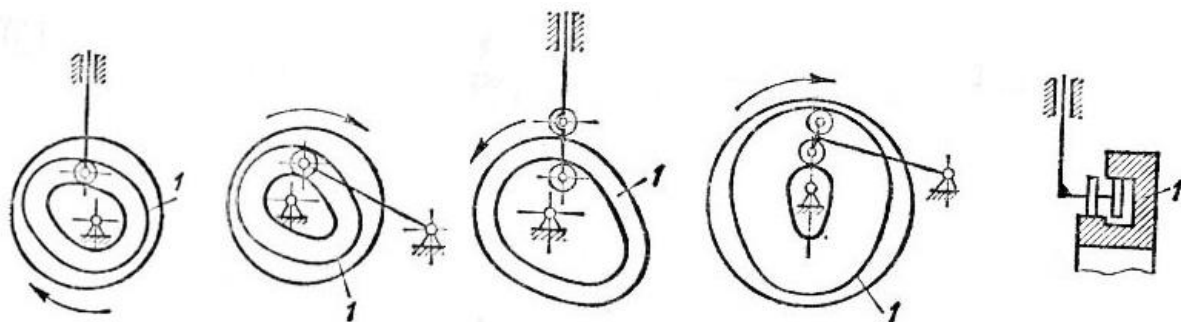
7.3-rasmda fazoda harakat qiluvchi kulachokli mexanizmlar ko'rsatib o'tilgan. 7.3-rasm a,b,v,g – prujina orqali turli harakatdagi turtkichni roliji silindr bilan oliy kinematik juft hosil qiluvchi; 7.3-rasm e,j,z,u,k fazli rolikli turli harakatdagi turtkichli kulachokli mexanizmlar ko'rsatilgan.

Rolikli turtkichlarda dumalash ishqalinishi bilan almashtirish orqali sirpanish ishqalanishini qisman yo'qotishga, oliy kinematik juftlik elementlarining yeyilishini kamaytirishiga va mexanizmning ishonchli ishlashini oshirishga imkon beradi.



7.5-rasm Murakkab harakat qiluvchi turtkichli kulachokli mexanizmlar

7.3-rasmda keltirilgan. Bu mexanizmlar to'qimachilik sanoatida materiallarga, pardalarga gullar solish va boshqa ko'p turdagi mashinalarda ishlatiladi. Ba'zida kulachok ko'p zvenoli richagli mexanizmni harakatga keltiradi (7.4-rasm b va 7.5-rasm a). Kulachok richagli mexanizmdan harakat olib murakkab yuzada ilgarilanma-qaytirilanma harakat qilishi mumkin (7.5-rasm b,v,g).

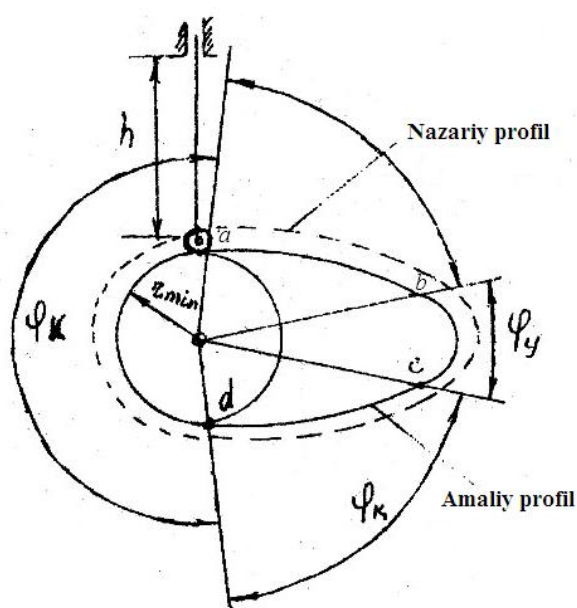


7.6-rasm.

Hozirgi paytda avtomat mashinalarni yangi avlodi paydo bo'lishi munosabati bilan, ularda tezlik va yuklanishni oshiganligi sababli ko'proq bir va ikki pazli rolikli turtkichli kulachokli mexanizmlarni qo'llash maqsadga muvofiq bo'lmoqda (7.6-rasm). Bu mexanizmni shovqinsiz ishlashini va kulachok profilini uzoq muddat ishlashini tahminlaydi.

7.2 Kulachokli mexanizmlarni asosiy o'lchamlari

Kulachokning aylana yoylari profiliga turtgich tegib turganda u qo'zg'almas vaziyatda bo'ladigan uchastkalari turtkichning yaqinda va uzoqda turish vaziyatlari deyiladi. Profilning qolgan qismlarida turtkich kulachokning radius vektori o'zgaruvchi profilida kulachok markaziga nisbatan siljiydi.



7.7-rasm

Profilning abcd nuqtalaridan o'tkazilgan radius-vektor orasidagi burchaklar kulachok profili burchaklari deyiladi.

Kulachokli mexanizmning dinamikasini yaxshilash uchun turkichning siljish chizig'i kulachokning aylanish o'qiga nisbatan ye oraliqqa (ekssentisitetga) siljiriladi.

Kulachokning bir marta aylanishida kulachok turkich harakatining burilish burchaklariga mos fazalar quyidagicha bo'ladi.

$$\varphi_k + \varphi_y + \varphi_t + \varphi_{ya} = 360^0$$

Kulachokli mexanizmning ish burchaklari $\varphi_k + \varphi_y + \varphi_t + \varphi_{ya} = \varphi_n$

φ_k -ko'tarilish φ_y -uzoqda turish φ_t -tushish va φ_{ya} -yaqinda turish burchaklari

Mexanizmni tekshirishda amaliy profil ustida yotgan nuqtalardan rolik r_p radiusi bilan chizilgan aylanalar oilasini hosil qilgan egri chiziqlar birlashmasi nazariy profil deyiladi. Nazariy profil amaliy profilga ekvidistant bo'ladi, ya'ni ikkala profil umumiy normal $n - n$ ga ega bo'ladi va ularning oralig'i har doim $n - n$ bo'yicha rolik radiusi r_p ga teng. Bunda uchi nazariy profil bo'yicha harakatlanuvchi rolisiz nayzasimon turkichli ekvivalent mexanizm hosil bo'ladi.

Bunday mexanizmlar soddalashtirilgan nazariy profil bo'yicha analiz qilinadi. Kulachokli mexanizmning asosiy geometrik parametrlariga quyidagilar kiradi: turkichning yurish yo'li h ; siljish (dezaksialning) qiymati e ; turkichning rolik radiusi r_p ; kulachokning burilish $\varphi_k, \varphi_y, \varphi_t, \varphi_{ya}$ burchaklari; kulachokning minimal radiusi r_{min} ; bosim burchagi β .

Demak, $S=S(\varphi)$ diagrammasi qurilganda so'ng, grafik usul bilan differensiallab tezlik analogi

$$\frac{dS}{d\varphi} = \frac{dS}{dt} \cdot \frac{dt}{d\varphi} = \frac{g}{\omega}$$

Ikkinchi marta differensiallab, tezlanish analogi

$$\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{dt^2} \cdot \frac{d^2t}{d\varphi^2} = \frac{a}{\omega^2} \quad \text{hosil qilinadi}$$

Masala: ekssentirik kulachok profilini berilgan R -aylana radiusi va e -ekssentrisitet yordamida asosiy o'lchamlarini aniqlang.

Echish: buning uchun R radiusli aylana chizamiz va aylanadan e masofada kulachok profilini markazini aniqlaymiz. O_1 va O_2 markazlarni birlashtirilgan chiziqni davomi profilni a eng qisqa nuqtasini va eng uzoqdagi v nuqtasini kesib o'tadi. Shunda minimal radius $R_o = R - e$ va maksimal radius $R_{\max} = R + e$ bo'ladi. Turtkichni maksimal ko'tarilishi $h = R_{\max} - R_o = R + e - (R - e) = 2e$ bo'ladi. Faza burchaklari quyidagicha:

$$\varphi_{\pi} = 0, \varphi_{\kappa} = 180^0, \varphi_y = 0, \varphi_T = 180^0, \varphi_n = 360^0$$

Profil radiusi R ga teng bo'lib qoladi.

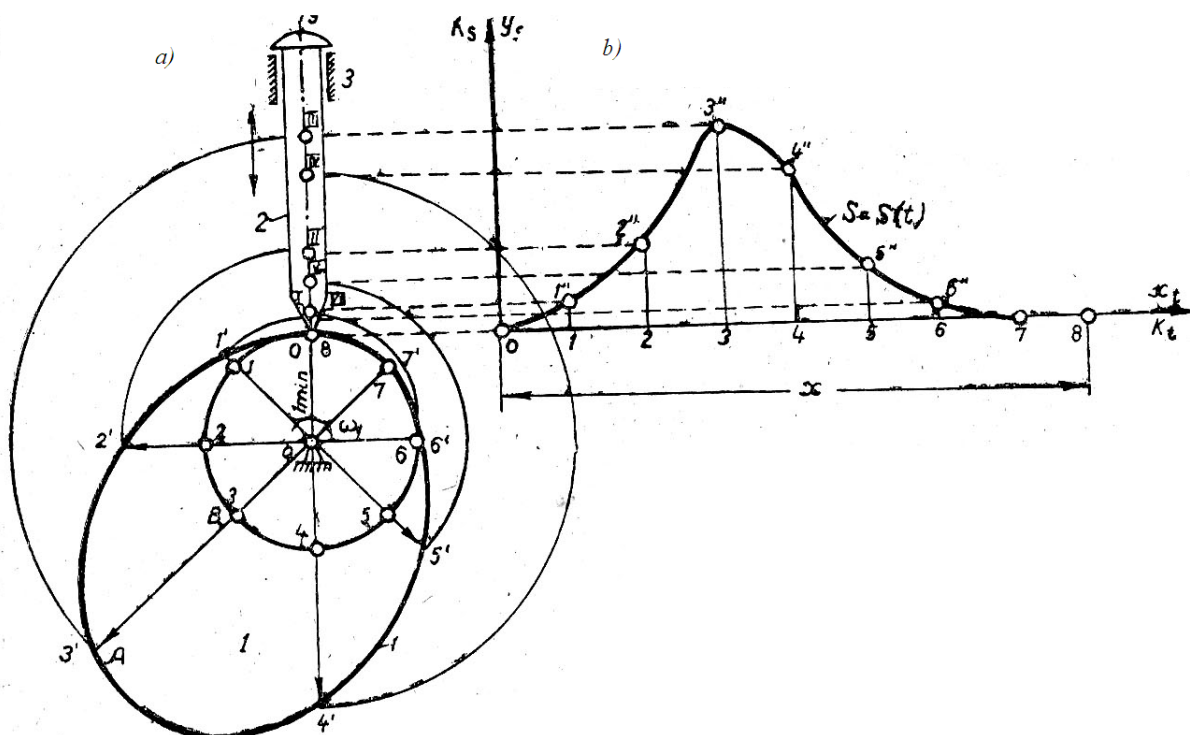
7.3 Kulachokli mexanizmlarni analizi

Turtkichning (etaklanuvchi zvenoning) harakat qonuni aniqlash kulachokli **mexanizmni analizi** deb ataladi. Kulachokli mexanizmni profilini bir marotaba to'la aylanishi ichida turtkichning harakat qonuni avvalgisining takrorlanishidan iborat bo'ladi. Shuning uchun kulachokli mexanizmni bir marta to'la aylanishini o'rganilsa yetarli bo'ladi.

Endi, tekislikda harakat qiluvchi uchi o'tkir turtkichli kulachokli mexanizmni analiz qilamiz (7.8-rasm, a). Rasmdan 1 raqami bilan kulachok, 2 raqami bilan esa o'tkir uchli turtkich ko'rsatilgan. Agar ω_1 burchak tezligi bilan aylanganda, kulachokning kichik radiusi uchi (A_o) bilan turtkich urinnb tursa, bunda turtkich eng past vaziyatda bo'ladi, agar kulachokning eng katta radius-vektori (OA) uchi (A) bilan turtkich urinsa, turtkich eng baland vaziyatda bo'ladi. Shunday qilib, kulachokning har aylanishida turtkich $S_{\max} = (OA - OA_o)$ oraliqqa ko'tarilib, yana o'z joyiga qaytib keladi. Agar kulachok har sekundda 10 marta aylansa, turtkich sekundiga 10 marta yuqori ko'tarilib, 10 marta pastga tushadi, ya'ni garmonik tebranma harakat qiladi.

Masalani analiz qilishdan avval kulachokli mexanizmni, qog'ozga K_M masshtabda chizamiz (7.8-rasm, a), so'ngra kulachokning kichik radiusi $r_{\min}$ bilan aylana chizib, shu aylanani bir qancha teng bo'laklarga bo'lami. a kichik aylana teng sakkiz bo'lakka bo'lingan.

Kulachok soat strelkasi yuradigan tomonga aylanayotganligi uchun, aylana bo'laklari chap tomondan 0, 1, 2, 3....., 8 deb nomerlanadi.



7.8-rasm. Aksial kulachokli mexanizm va uning analizi

Shakldan ko'rinishicha, $r_{\min}=00=01=02=03...=08$. Shu radiuslarni davom ettirib, ularning kulachok profili bilan uchrashuv nuqtalarini $1', 2', 3', 4', 5', 6', 7'$ lar orqali belgilaymiz. Shunday qilib, $00', 01', 02', 03', 04', 05', 06', 07'$ lar kulachok profilidagi tegishli $0', 1', 3', 4', 5', 6', 7'$ nuqtalarning radius-vektorlaridir. Radius-vektorlar kattalashib borganda turtkich yuqoriga ko'tariladi, kichiklashib borganda esa turtkich pastga tushadi. Rasmdan ko'rinishicha, turtkichning maksimal ko'tarilish oralig'i $S_{\max} = K_T \cdot AB$ kesmasiga tengdir.

Kulachokning 0 nuqtasini markaz qilib olib, $1^{\circ}, 2^{\circ}, 3^{\circ}, 4^{\circ}, \dots$ nuqtalarni turtkichning OY o'qiga chiqaramizda $I, II, III, IV, V, VI, VII$ nuqtalarni hosil qilamiz.

Turtkichning ko'tarilish-tushish grafigini tuzish uchun dekart koordinatalar sistemasining ordinatalar o'qida turtkichning ko'tarilish-tushishini K_s masshtabda, absissalar o'qiga esa kulachokning bir aylanishi uchun ketgan vaqt (T) ni K_t masshtabda qo'yib chiqamiz (7.8-rasm, b).

K_t masshtab quyidagicha topiladi:

$$K_t = \frac{T}{x} = \frac{60''}{x \cdot n} \quad (7.1)$$

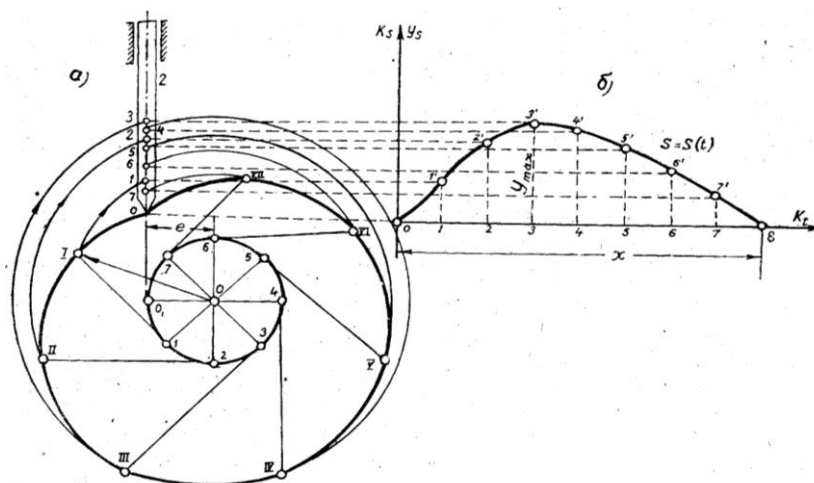
bu yerda p — kulachokning minutiga aylanish soni;

$x = \overline{08}$ - absissalar o'qida olingan ixtiyoriy kesma. Kulachokning eng kichik radiusi bilan chizilgan aylanani sakkizta teng bo'lakka bo'lganimiz uchun, x oraliqni ham sakkizta teng bo'lakka bo'lamizda, ularni $0, 1, 2, 3, \dots, 8$ bilan belgilab chiqamiz. Ana shu nuqtalardan ordinatalar ko'tarib, ularning $I, II, III, \dots, VII$ nuqtalardan o'tkazilgan gorizontaal chiziqlar bilan kesishuv nuqtalarini $1'', 2'', 3''$ orqali belgilaymiz; ularni o'zaro tutashtirsak, K_s masshtabdagi $01''2''3''4''5''6''7''8''$ egri chizig'i, ya'ni $S-t$ grafigi hosil bo'ladi. $y_{\max} = \overline{44''}$ qilib olib, K_s masshtabni quyidagicha topamiz:

$$K_s = \frac{S_{\max}}{y_{\max}} = \frac{K_M \cdot AB}{y_{\max}} \left[\frac{M}{MM} \right], \quad (7.2)$$

$S-t$ grafigini istalgan metod bilan bir marta differensiallasak $v-t$ grafigi, ikki marta differensiallasak turtkichning a^t-t tezlanish grafigi chiqadi.

7.9-rasm, a turtkichi o'tkir uchli bo'lgan dezaksial kulachokli mexanizm ko'rsatilgan. Bu mexanizm K_m masshtabda chizilgan deb faraz qilaylik. Kulachokli mexanizmning dezaksiali e bo'lsin. Mexanizmni analiz qilish, ya'ni mexanizm turtkichining harakat qonunini topish uchun, O markazdan e radius bilan aylana chizamiz. Markazdan o'tkazilgan gorizontaal chiziqning turtkich o'qi bilan kesishuv nuqtasini O_1 bilan belgilaymiz, turtkichning vertikal o'qi e radiusli aylanaga urinma bo'ladi. Aylanani O_1 dan boshlab, teng bo'laklarga bo'lamiz.



7.9-rasm. Dizaksial kulachokli mexanizm va uning analizi

7.9-rasm, *a* da bu aylana sakkizta teng bo‘lakka bo‘lingan. Bo‘linish nuqtalarini 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 bilan belgilab, har qaysi nuqtadan urinma o‘tkazamiz. Shu urinmalarning kulachok profili bilan kesishuv nuqtalarini 0, I, II, III, ..., VIII raqamlari bilan belgilaymiz. Agar bu nuqtalarni kulachok markazi (0) bilan tutashtirsak, 0I, 0II, 0III, ..., 0VIII radius-vektorlar hosil bo‘ladi. Shu radius-vektorlarni radius qilib olib, turtkich o‘qi bilan kesishguncha birin-ketin aylanalar chizamiz-da, ularning kesishuv nuqtalarini 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, .. raqamlari bilan belgilaymiz (7.9-rasm, *a*).

(7.1) formuladan foydalanib, abssissalar o‘qiga K_t masshtabda vaqtni qo‘yamizda, x oraliqni sakkizta teng bo‘lakka bo‘lamiz, bo‘linish nuqtalari 1, 2, 3, ..., 8 dan ordinatalar o‘tkazib, ularning turtkichdagi nuqtalardan o‘tkazilgan gorizontalar bilan kesishuv nuqtalarini 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7' orqali belgilaymiz, bu nuqtalarni tutashtirsak, K_S masshtabda $S-t$ grafigi hosil bo‘ladi. $S-t$ grafigining K_S masshtabi quyidagi (7.2) formuladan topiladi (7.9-rasm, *b*).

$$K_S = \frac{S_{\max}}{y_{\max}} = \frac{K_M \cdot \overline{03'}}{y_3} \left[\frac{\mathcal{M}}{\mathcal{M}\mathcal{M}} \right], \quad (7.3)$$

$S-t$ grafigini differensiallab, $v-t$ va a^t-t grafiklarini hosil qilamiz.

7.4. Kulachokli mexanizmni dinamikasi

Turtkichning kulachok profili bilan shu onda bogʻlangan nuqtasining absolyut va nisbiy tezliklari orasidagi oʻtkir burchak uzatish burchagi deb ataladi.

Agar turtkich bilan kulachok profili orasidagi ishqalanish kuchi ehtiborga olinmasa, masala osonlashadi. Bu ideal holat boʻlib,

koʻpincha, amaliy masalalarda yetarli natijalar beradi.

Kulachokdan turtkichga oʻtadigan

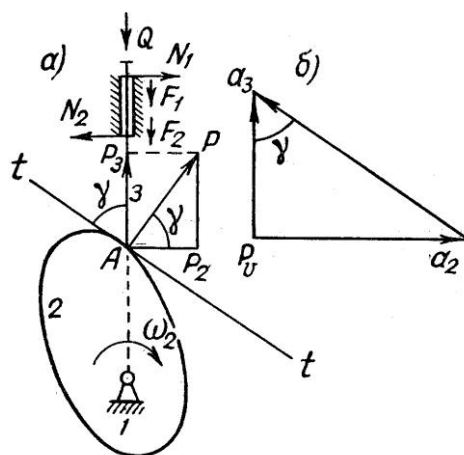
harakatlantiruvchi kuch (P) kulachok profilidagi A nuqtaga oʻtkazilgan normal chiziq ustidan ketadi; uni parallelogramm qoidasiga binoan, turtkich boʻylab va turtkichga tik qilib ajratsak boʻladi. Bulardan birinchisini P_2 va ikkinchisini P_3 bilan belgilab, quyidagilarni hosil qilish mumkin (7.10-rasm):

$$P_2 = P \cos \gamma$$

$$P_3 = P \sin \gamma$$

Bulardan P_3 foydali qarshilik (F) ni muvozanatlash uchun sarflanadi. P_2 esa turtkichni qoʻzgʻalmas yoʻnaltiruvchi tomon siqadi. Buning natijasida turtkich bilan uning yoʻnaltiruvchisi orasida ishqalanish kuchi hosil boʻladi. Ishqalanish kuchi turtkich harakatiga teskari yoʻnalgan boʻladi (G_1, G_2) va uning harakatiga qarshilik koʻrsatadi. Rasmdan koʻrinishicha, R_3 kuch qancha koʻp va P_2 kuch qancha kam boʻlsa, turtkich harakati yaxshilanib, mexanizm normal ishlaydigan boʻladi. Bu holat γ burchak kattalashganda boʻladi.

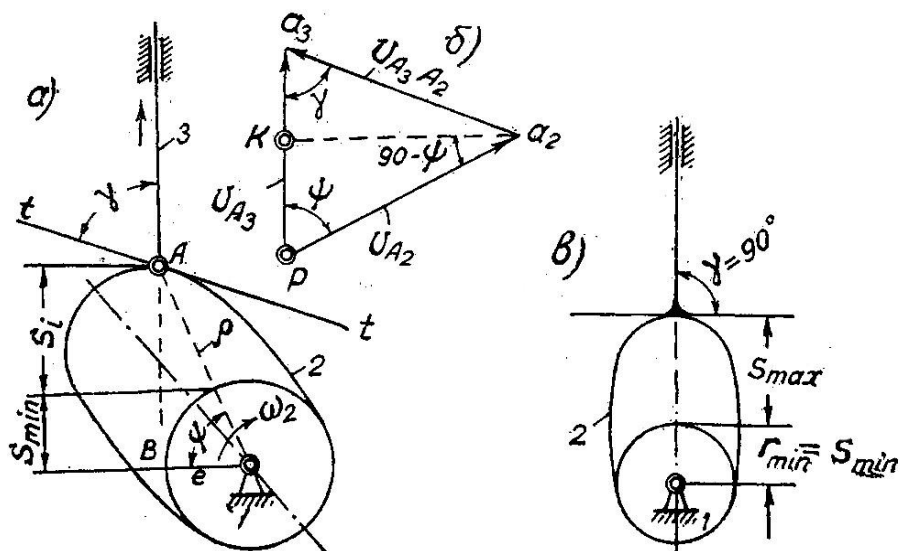
Yuqorida bayon etilganlardan shunday xulosaga kelish mumkin: agar γ burchak 90° ga teng boʻlsa va oʻzgarmas ($\gamma = 90^\circ = \text{const}$), kulachokli mexanizm eng yaxshi mexanizmlardan boʻladi. Bunday talabga javob beruvchi mexanizmlar uchi tekis turtkichli kulachokli mexanizmlardir (7.11-rasm, v).



7.10-rasm. a-kulachokli mexanizm; b- uzatish burchagi

Shunday qilib, kulachokli mexanizmlarning boshqa xillari uchun burchak tajriba yo'li bilan topilgan γ_{tip} burchakdan kichik bo'lmashligi, ya'ni $\gamma \geq \gamma_{tip}$ bo'lishi shart. Agar bu shart bajarilmasa, kulachokli mexanizmlarning konstruksiyalari noqulay tuzilgan bo'ladi, oqibatda esa turtkich bilan yo'naltiruvchi orasida ishqalanish kuchi ko'payib, mexanizm detallari qiziy boshlaydi, ortiqcha energiya sarflanadi va ba'zi hollarda, turtkich o'z yo'naltiruvchisi orasida harakatlana olmay, unga tiqilib qoladi.

Agar uzatish burchagi (γ) ruxsat etilgandan kichik bo'lsa, bunday kulachokli mexanizmning turtkichi kulachok aylangan tomonga qarab egilishi va kulachok aylanmay qolishi mumkin.



7.11-rasm. a-dezaksial kulachokli mexanizm; b-tezliklar plani; v-tekis turtkichli kulachokli mexanizm.

Ko'p marta o'tkazilgan tajribalar asosida, ilgarilanma harakatlanuvchi turtkichli kulachokli mexanizmlar uchun $\gamma_{tip}=60^\circ$, aylanma harakatlanuvchi turtkichli kulachokli mexanizmlar uchun esa $\gamma_{tip}=45^\circ$ qilib olish tavsiya etiladi.

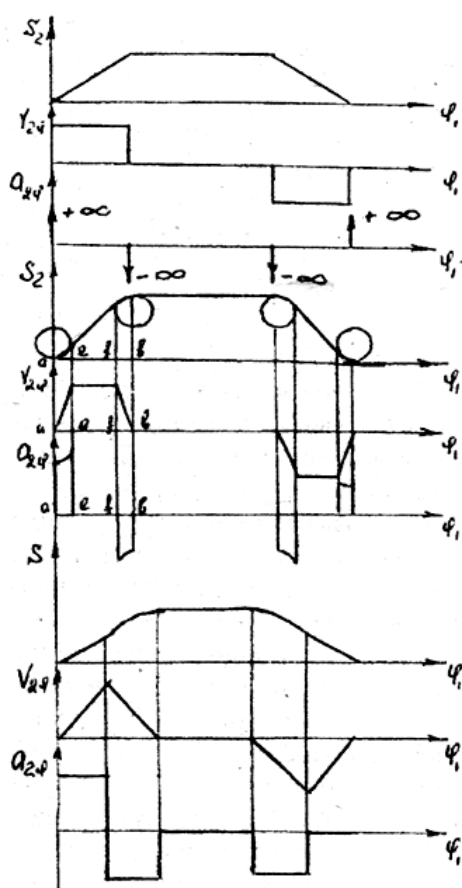
Kulachokli mexanizm loyixalashdan ko'zda tutilgan asosiy maqsad yetaklanuvchi zvenoning istalgan, oldindan berilgan harkat qonuni bajaruvchi kulachok profilini yasash, FIKi yuqori va gabariti kichik mexanizm olishdan iborat.

Kulachokli mexanizmlarni loyihalashning asosan ikki usuli bor. Bulardan biri kulachokli mexanizmlarni kinematik

loyihalash bo'lsa, ikkinchisi dinamik loyihalashdir. Kinematik loyihalashda yetaklanuvchi zvenoning harakat qonuni va profilining shakli topilishi lozim bo'lgan kulachokning eng kichik radiusi bilan turtkichning maksimal ko'tarilish oralig'i beriladi. Agar turtkichning harakat qonuni a^t-t grafigi bilan berilgan bo'lsa, oraliq ($S-t$) grafigini olish uchun a^t-t ni ikki marta integrallash lozim bo'ladi. Agar turtkichning harakat qonuni asosida loyihalanishi lozim bo'lgan kulachokning eng kichik radiusi uzatish burchagi (γ) hisobga olinib topilsa va topilgan eng kichik radius asosida kulachok profilining shakli tuzilsa, bu usulda loyihalash ***dinamik loyihalash*** deb ataladi. Dinamik loyihalangan kulachokli mexanizmlar kulachokning har qanday tezlikdagi harakatida ham normal ishlay oladi. Agar uzatish burchagi hisobga olinmasdan loyihalangan kulachokli mexanizmlar bo'lsa, u holda, kulachokning aylanishi jarayonida turtkich o'z yo'naltiruvchisi orasiga tiqilib qolishi mumkin, bunday mexanizmlar noto'g'ri ishlaydi, buning oqibatida esa sinishi ham mumkin. Kulachokli mexanizmlarni kinematik loyihalash uchun kulachokning eng kichik (minimal) radiusi ($r_{\min}$) bilan turtkichning harakat qonuni tezlik, tezlanish yoki $S-t$ grafigi shaklida berilishi lozim. Agar harakat qonuni a^t-t grafigi shaklida berilsa, uni ikki marta integrallash, $v-t$ grafigi shaklida berilgan bo'lsa, bir marta integrallash yo'li bilan $S-t$ grafigini hosil qilish, mumkin. 7.12-rasm, b da $S-t$ grafigi berilgan. Kulachokning shaklini tuzish qiyin emas. Buning uchun kulachokning minimal radiusi bilan aylana chizib, uni teng (8, 12, 16, 26) bo'laklarga bo'lamiz $S-t$ grafigi absissasidagi x oralig'ni ham xuddi shuncha teng bo'laklarga bo'lamiz.



155



7.13-рasm.

Kulacholi mexanizmni kinematik loyihalangandagi kulachokni minimal radiusi Z_{0min} ning qiymati mexanizmni dinamika nuqtai nazaridan loyixalanganda mutlaqo yaroqsiz bo'lishi mumkin. Chunonchi, turtkich va kulachok orasida vujudga kelgan ishqalanish kuchi kulachok sirtining mahlum bir qismida xaddan tashqari ortib ketishi, xatto turtkich bilan kulachok o'zaro qadalib qolishi mumkin. Bu hol bosim burchagiga bog'liq bo'ladi. Ba'zi hollarda bosim burchagi katta bo'lsa turtkich uchiga rolik o'rnatiladi. Rolik 7.13-rasmida ko'rsatilgandek, tezlanishlari cheksiz bo'lib ketishini oldini oladi.

Kulachokli mexanizmlarning normal sharoitda ishlashini ta'minlash juda katta ahamiyatga ega. Bu masala turtkichning yo'nalishi bilan kulachok profilining bog'lanish nuqtasiga o'tkazilgan urinma chiziq orasidagi burchakka bog'liqdir. Bu burchakni γ bilan belgilaymiz va uni uzatish burchagi deb ataymiz (7.12-rasm, a).

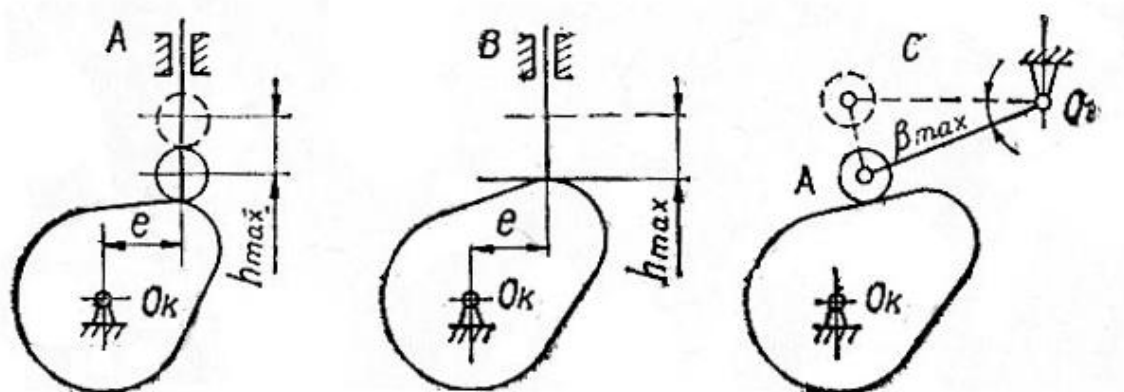
Kulachokli mexanizmlarni loyihalash uchun zarur parametrlar

Loyihalash topshirig'ida yuqoridagi uch tip kulachokli mexanizm sxemasi tavsiya etiladi (7.14-rasm).

A sxema – to'g'ri chiziq bo'ylab ilgarilanma qaytarilma harakat qiluvchi rolikli turtkichi bo'lgan mexanizm.

B sxema - to'g'ri chiziq bo'ylab ilgarilanma qaytarilma harakat qiluvchi tekis tarelkali turtkichi bo'lgan kulachokli mexanizm.

C sxema – tabranma harakatlanuvchi, rolikli, koromisloli turtgichi bo‘lgan kulachokli mexanizm.



7.14-rasm Oddiy kulachokli mexanizmlar sxemasi

Kulachokli mexanizmni loyixalash uchun quyidagi parametrlar ma'lum bo'lishi kerak.

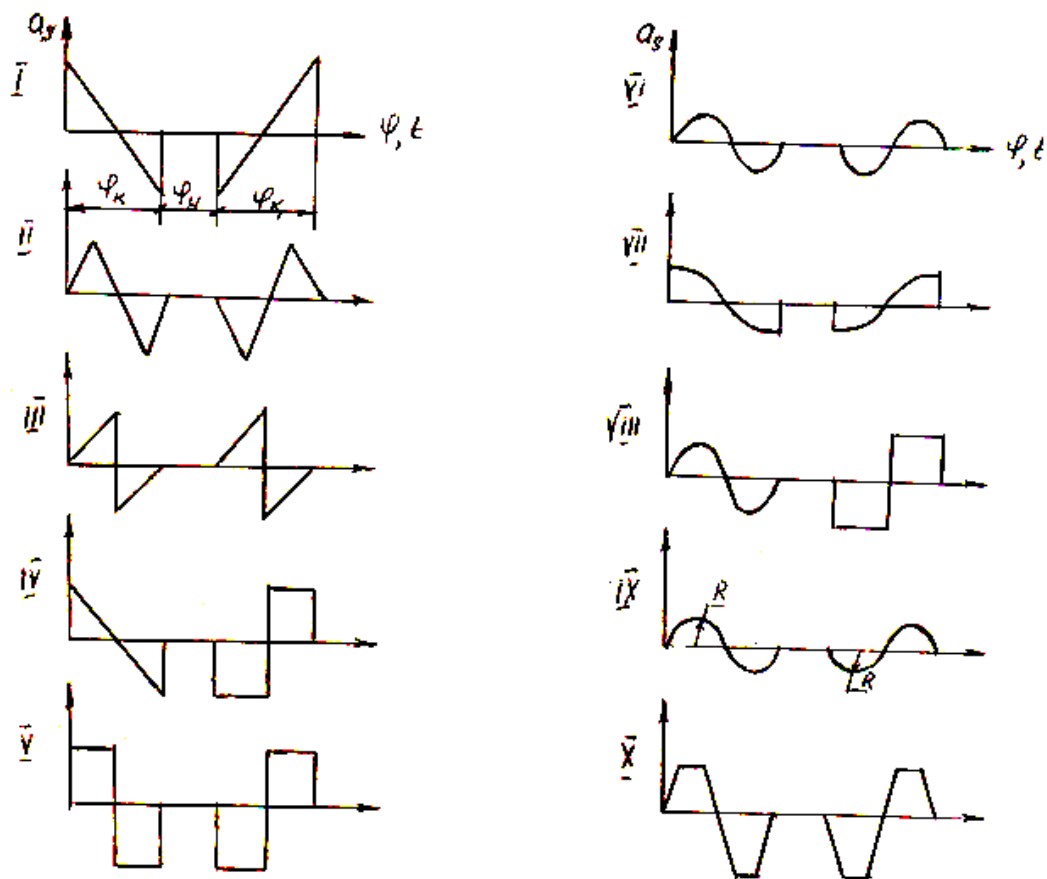
1. Turtgichning harakat qonuni (7.15-rasm)

$$\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi^2}(\varphi) \quad \text{yoki} \quad \frac{d^2 \beta}{d\varphi^2} = \frac{d^2 \beta}{d\varphi^2}(\varphi)$$

2. Kulachokning burilish burchaklari:

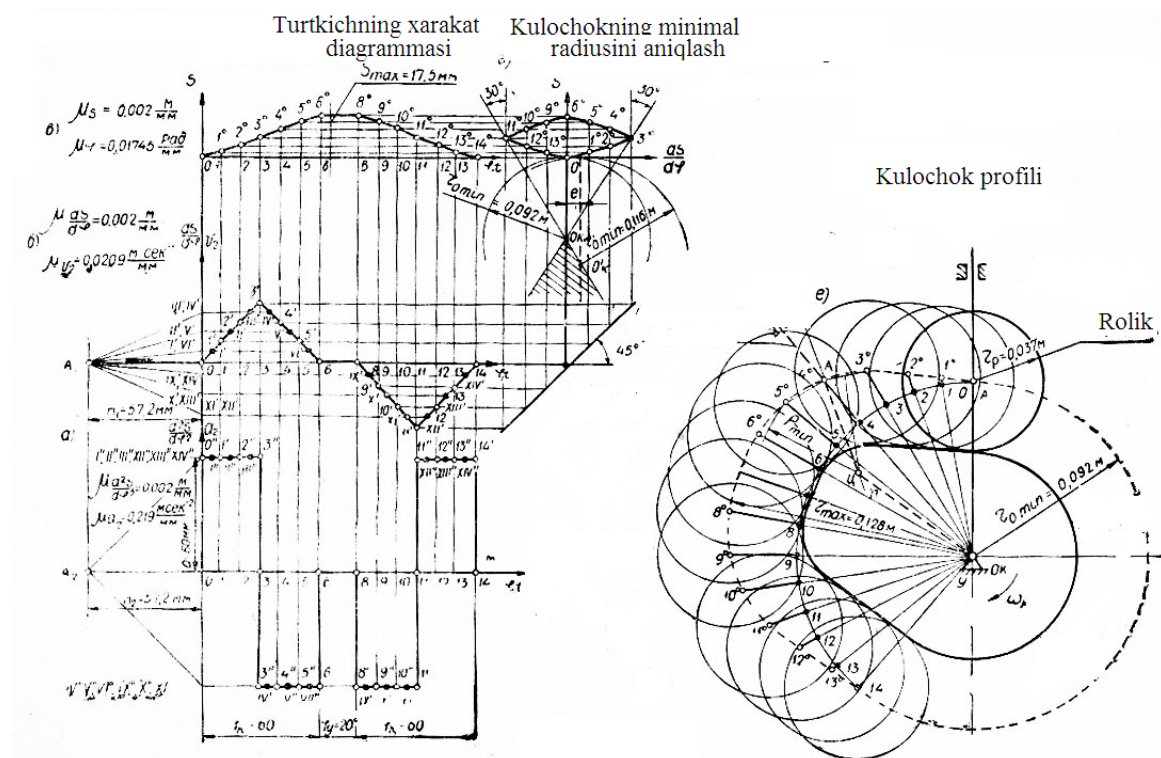
φ_k – ko'tarilish, φ_u – uzoqlashgan vaziyatda turish, φ_{k1} – qaytarilish burchaklari.

1. kulachokning aylanish soni n ;
2. Turtgichning maksimal siljishi h_{max} ;
3. Ekssentritet qiymati e ;
4. Bosim burchagi α .



7.15-rasm. Turtkichni harakat qonunlari

Ilgarilanma – qaytarilanma harakat qiluvchi rolikli-kulachokli mexanizmlarni loyihalash.



7.16-rasm

Berilgan turtkich harakat qonunining diagrammasi chiziladi. Buning uchun $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2} = (\varphi)$ koordinatalar sistemasini olib, abtsissalar o'qini chizamiz va unga $OM=140$ mm kesmani belgilaymiz.

Abtsissalar o'qining φ burchak masshtabini quyidagi formuladan aniqlaymiz.

$$\mu_1 = \frac{\varphi_p^0}{OM} = \frac{\frac{\pi}{180^0} (\varphi_k + \varphi_y + \varphi_k)}{\overline{OM}} = \frac{3,14 \cdot (60^0 + 20^0 + 60^0)}{180^0 \cdot 140} = 0,001745 \frac{pad}{mm}$$

Ordinatalar o'qiga turtkichning ixtiyoriy $\mu_{\frac{d^2S}{d\varphi^2}}$ masshtabida berilgan harakat qonuni diagrammasini chizamiz, bunda kulachokning burilish burchagi φ_k qismidagi ordinata balandligini ixtiyoriy $a=60$ mm kesma bilan belgilaymiz. $\varphi_k=60^0$ li abtsissalar o'qini teng ikki qismiga bo'lib, bu o'qning yuqori va ostki qismida to'g'ri to'rt burchakli bir xil shakllar chizamiz. Bunda turtkichning ko'tarilish vaziyatiga taaluqli diagramma hosil bo'ladi.

Sungra abssissalar o'qining davomida μ_φ masshtab $\varphi=20^0$ ning kesma uzunligini belgilaymiz. Berilgan shartga ko'ra $\varphi_k=\varphi_{k1}$ bo'lgani uchun $\varphi_k=60^0$ kesmani φ_{k1} burchakka simmetrik qilib, teng va o'xshash to'g'ri to'rtburchaklik shakllarni chizamiz.

Grafikaviy usuldan foydalanib, chizilgan $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2} = (\varphi)$ diagrammani integrallaymiz

$\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2} = (\varphi)$ va $\frac{dS}{d\varphi} = \frac{dS}{d\varphi} = (\varphi)$ diagrammalarnig ordinata o'qlari bir xil va teng masshtabda chizish uchun diagrammaning chap tomonidagi qutb, oralig'i quyidagicha bo'lishi kerak.

$$H_2 = \frac{1}{\mu_\varphi} = \frac{1}{\pi/180} = 57,2 \text{ mm}$$

$\overline{H_1} = \overline{OA_1} = 57,2 \text{ mm}$ qilib olamiz.

Turtkich siljish diagrammasi ordinata o'qining masshtabi quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\mu_s = \frac{h_{\max}}{S_{\max}} = \frac{0,035}{17,5} = \mu_s = 0,002 \text{ m/mm}$$

bu yerda $S_{\max}$ –siljish diagrammasi ordinatasini maksimal qiymati. mm.

Tezlik analogining ordinata masshtabi:

$$\mu_{\frac{dS}{d\varphi}} = \frac{\mu_s}{H_1 \cdot \mu_\varphi} = \frac{\mu_s}{\frac{1}{\mu_\varphi} \cdot \mu_\varphi} = \mu_s = 0,002 \text{ mm/m}$$

tezlanish analogining ordinata masshtabi:

$$\mu_{\frac{d^2S}{d\varphi^2}} = \frac{\mu_{\frac{dS}{d\varphi}}}{H_2 \cdot \mu_\varphi} = \mu_{\frac{dS}{d\varphi}} = \mu_s = 0,002 \text{ m/mm}$$

Shundan keyin ordinatalar o‘qining chizig‘iy tezligi va urinma tezlanishi masshtabi μ_v ni aniqlaymiz.

$$V = \frac{dS}{dt} = \frac{dS \cdot d\varphi}{dt \cdot d\varphi} = \omega_k \frac{dS}{dt}; \text{ bunda } \frac{dS}{dt} = \frac{V}{\omega_k} \text{ kelib chiqadi.}$$

$$\mu_v = \omega_k \cdot \mu_{\frac{dS}{d\varphi}} = 10,46 \cdot 0,002 = 0,209 \frac{\text{M/cek}}{\text{MM}}$$

$$\omega_k = \frac{\pi n_k}{30} = \frac{3,14 \cdot 100}{30} = 10,46 \text{ rad/sek}$$

$$\mu_\alpha = \omega_k^2 \cdot \mu_{\frac{d^2S}{d\varphi^2}} = 10,46^2 \cdot 0,002 = 0,219 \frac{\text{M/c}^2}{\text{MM}}$$

Kulachokning minimal radiusini aniqlash.

Grafikaviy usulda $S=S(\varphi)$ va $\frac{dS}{dt} = \frac{dS}{dt}(\varphi)$ larning diagrammalarida o‘zgaruvchi φ burchakni yo‘qotib, $S=S(\frac{dS}{dt})$ diagrammasini chizamiz. Buning uchun $S=S(\frac{dS}{dt})$ ning to‘g‘ri burchakli koordinatalar sistemasini chizib, uning ordinalar o‘qiga turtkichning siljishi S ni va absissalar o‘qiga tezlik analogi $\frac{dS}{d\varphi}$ ni qo‘yamiz.

Hosil bo‘lgan egri chiziqning chap va o‘ng tomonlariga berilgan bosim burchagi $\alpha=30^0$ bo‘yicha urinmalar o‘tkazamiz.

Grafikning OS ordinatalar o'qining davomida kesishuv nuqtasi O_k ning aniqlaymiz. Bu urinma chiziqlar bilan chegaralangan yuza kulachokning aylanish markazini geometrik urinmalarini bildiradi.

$$r_{\min} = \overline{O_k O} \cdot \mu_s = 46 \cdot 0,002 = 0,092 \text{ m bo'ladi.}$$

Ekssentrisitet ye ning μ_s masshtabdagi qiymati

$$\bar{e} = \frac{e}{\mu_s} = \frac{0,015}{0,002} = 7,5 \text{ mm}$$

Deziaksial kulachokning markazi quyidagicha bo'ladi:

$$r'_{\min} = \overline{O'_k O} \cdot \mu_s = 58 \cdot 0,002 = 0,116 \text{ m bo'ladi.}$$

Kulachokning profilini loyixalash

Chizmada ixtiyoriy nuqtada kulachokning aylanishg markazi O_k ni tanlaymiz.

Uzunlik masshtabi $\mu_l = 0,001 \text{ m/mm}$ bo'yicha kulachok radiusini hisoblaymiz.

$$\overline{r_{\min}} = \frac{r_{\min}}{\mu_l} = \frac{0,092}{0,001} = 92 \text{ mm}$$

μ_l uzunlik masshtabi bilan μ_s siljish grafigining masshtabini proporsionallik koeffitsiyenti orqali tenglashtirib olamiz.

$$\mu_l = k \cdot \mu_s = \frac{1}{0} 0,002 = 0,001 \text{ mm}$$

Shu masshtabni $r_{\min}$ orqali chizilgan aylanaga $S=S(\varphi)$ siljish diagrammasidan ordinatalarni ko'chirib olib kulachok profilini chiqaramiz. Shu profilga $r'=0,4r_{\min}$, $r'=0,037 \text{ m}$ radiusda rolik chizamiz. Rolik markazlarini shtrix chiziqlar bilan birlashtirib chiqamiz.

Agarda ekssentritet (e) berilgan bo'lsa $r_{\min}$ va ye radiuslarda aylanalar chizamiz. Turtkichning harakat yo'nalishi bo'yicha ye radius bilan chizilgan aylanaga urinmalar o'tkazamiz. Shu urinmalar $r_{\min}$ radiusda chizilgan aylanani kesishgan nuqtasi kulachokning boshlanish nuqtasi bo'ladi. $S=S(\varphi)$ siljish diagrammasini shu urinmalarga mos ravishda qo'yib chiqilganda kulachok profili kelib chiqadi.

Kulachokning markaziy profili bo'yicha rolikning markazini aniqlab

$$\bar{r}_p = \frac{r_p}{\mu_l} = \frac{0,0037}{0,001} = 37 \text{ mm}$$

radiusli bir necha aylana chiziladi va bu aylanalarning chekka nuqtalari tutashtirilib, kulchachokning haqiqiy profili hosil qilinadi.

Oliy kinematik juftlarni quyi kinematik juftlar bilan almashtirish uchun berilgan vaziyatiga oliy kinematik juftlarni quyi kinematik juftlar bilan almashtirib richagli mexanizm chiziladi. Bunig uchun oliy kinematik juftlarning urinish nuqtasidan ularning profiliga normal chiziqlar o'tkaziladi. Bu chiziqlarda har bir zveno egrilik radiusining markazi topiladi.

Profilning egrilik radiusi markaziga aylanma kinematik juft joylashtiriladi. Agar egrilik radiusining markazi cheksizlikda yotsa, ya'ni zveno profili to'g'ri chiziq bo'lsa, u holda profilning urinish nuqtasiga ilgarilanma kinematik juft o'rnatiladi. So'ngra aniqlangan kinematik juftlar bilan birlashtirilib, qo'shimcha zveno olinadi, u oldingi zvenolar bilan birlashtiriladi.

Kulachok profilining minimal radiusini aniqlash.

Tarelkali turtkichi bo'lgan mexanizmda kulachokning barcha burilish burchaklarida bosim burchagi α bir xil bo'lib, nolga tengdir. Turtkichning kulachok profil bo'ylab bir tekis harakatlanishi uchun kulachok butun profili qabariq deb qabul qilinadi.

Birinchi usul, prof. Ya.L. Geronumus usuli. Ma'lum $s = s(\varphi)$ va $\frac{d^2s}{d\varphi^2} = \frac{d^2s}{d\varphi^2}(\varphi)$ diagrammalarining φ burchagini grafikaviy usulda yo'qotib,

$s = s\left(\frac{d^2s}{d\varphi^2}\right)$ diagrammasini chizamiz. Buning uchun $s = s(\varphi)$ va

$\frac{d^2s}{d\varphi^2} = \frac{d^2s}{d\varphi^2}(\varphi)$ diagrammalari bir xil masshtabda chizilgan bo'lishi kerak.

Bu shartni bajarish uchun qutb oradig'ini

$$H_2 = H_1 = \frac{180^0 \cdot \overline{OM}}{\pi \varphi_p^0} = 57,2 \text{ mm qilib olamiz.}$$

$$\mu_s = \mu_{\frac{ds}{d\varphi}} = \mu_{\frac{d^2s}{d\varphi^2}} \text{ masshtabda chizilgan}$$

To'g'ri to'rtburchakli koordinatalar sistemasini chizib, uning ordinatalar o'qi OC ga turtkichning $s = s(\varphi)$ diagrammasi siljishlarni, abtsissa o'qiga esa $\frac{d^2s}{d\varphi^2} = \frac{d^2s}{d\varphi^2}(\varphi)$ diagrammasidan xar bir siljish grafigiga mos bo'lgan tezlanish analoglari $\frac{d^2s}{d\varphi^2}$ qiymatlarini qo'yamiz (7.16 shakl). Belgilangan 0,1,2,3,...nuqtalarni chiziq bilan birlashtirib, $s = s\left(\frac{d^2s}{d\varphi^2}\right)$ diagrammasini hosil qilamiz. So'ngra diagrammaning chap tomonidagi grafikning manfiy qismiga 45^0 burchak ostida ordinatalar o'qi OC ning davomidagi vertikal chiziq bilan kesishguncha urinma o'tkazamiz. Bu chiziqdagi $\overline{OO_1}$ kesma μ_s masshtabda kulachokning minimal radiusi bo'ladi. Kulachok profilining barcha uchastkalarida egrilik radiusi musbat, ya'ni $r > 0$ bo'lishi uchun kulachokning minimal radiusi aniqlangan radiusidan 10÷20% uzun qilib olinadi.

Kulachokning profilini chizish

Kulachoknin aylanish markazini ixtiyoriy O_k nuqtada belgilaymiz. Bu nuqtadan $\mu_1 = \mu_s = 0,002 \text{ m/mm}$ masshtabda $r_{0\min}$ radiusli aylana chizamiz.

Turtkichni ko'tarila boshlash vaziyatini aniqlaymiz. So'ngra O_k nuqtadan vertikal chiziq o'tkazib, bu chiziqdan kulachokning aylanishiga qarama-qarshi tomonga $\varphi_k = 60^0$, $\varphi_y = 20^0$, $\varphi_k = 60^0$ burchaklarni ketma-ket qo'yamiz. Bu burchaklarni $s = s(\varphi)$ diagrammasiga moslab, teng qismlarga bo'lamiz va kulachok aylanasi 0, 1, 2, 3,... nuqtalarni belgilaymiz. Kulachokning aylanish markazi O_k bilan $r_{0\min}$ radius aylanadagi 0, 1, 2, 3, ... nuqtalardan O_{k1} , O_{k2} , O_{k3} ,.. radial chiziqlar o'tkazamiz. Bu chiziqlar davomida $r_{0\min}$ radiusli aylanadan siljish $s = s(\varphi)$ diagrammasidagi $11-11^0, 22-22^0, 33-33^0, \dots$ kesmalarni chizamiz. Bu chiziqlarda belgilangan $1^0, 2^0, 3^0, \dots$ nuqtalardan radial chiziqlarga nisbatan tarelkaning tubi konturi, ya'ni tik chiziqlar o'tkazamiz. So'ngra tarelkaning kontur, chiziqlarining chekka qismlarini, ya'ni kulachok markaziga yaqin bo'lgan nuqtalarini birlashtirib kulachok profilini hosil qilamiz.

193-Masala. Turtkichi ilgarlanma-qaytarilanma xarakat qiluvchi rolikli kulochokli mexanizmni quydagi berilgan parametrlariga $h = 42 \text{ mm}$ turtkichni maksimal ko'tarilishi; $r_p = 10 \text{ mm}$ -rolik radiusi; $R_{\min} = 25 \text{ mm}$ -kulochokni minimal radiusi, $\varphi_k = \pi$; $\varphi_T = \pi$ -faza burchaklari va turtkichning xarakat qonuni $\frac{d^2 s_2}{d\varphi_1^2} = \varphi \Phi_1$ asoslanib 12 ta xolati uchun kulochok profilini toping.

194-Masala. Turtkichi ilgarlanma-qaytarilanma xarakat qiluvchi kulochokli mexanizmni quydagi berilgan parametrlariga: $h = 36 \text{ mm}$, $\frac{d^2 s}{d\varphi^2} = \varphi \Phi_1$, $r_p = 10 \text{ mm}$, $R_{\min} = 25 \text{ mm}$, $\varphi_k = \varphi_T = \pi$ asoslanib 12 ta xolati uchun kulochok profilini toping.

195-Masala. Turtkichi ilgarlanma-qaytarilanma xarakat qiluvchi kulochokli mexanizmni quydagi berilgan parametrlarga $h = 42 \text{ mm}$, $\frac{ds_2}{d\varphi_1} = \varphi \Phi_1$, $R_{\min} = 24 \text{ mm}$ va faza burchaklari $\varphi_k = \varphi_T = \pi$ asoslanib bosim burchagi $\gamma_{\min}$ ko'tarilishi fazasini yettita xolati uchun toping.

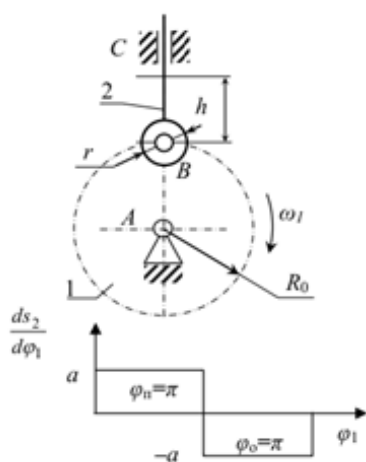
196-Masala. Kulochokli mexanizmni berilgan $\varphi_k = 45^\circ$, $h_{\max} = 40 \text{ mm}$, $\frac{d^2 s_2}{d\varphi_2^2} = \varphi \Phi_1$ berilgan qonuniyatga ko'ra $\varphi_1 = 30^\circ$ ga buralgandagi koordinatasini toping.

197-Masala. Turtkichi ilgarlanma-qaytarilanma xarakat qiluvchi kulochokli mexanizmni quydagi berilgan parametrlarga $h = 40 \text{ mm}$, xarakat qonuni chizmada ko'rsatilgan $\frac{d^2 s_2}{d\varphi_2^2} = \varphi \Phi_1$, $R_{\min} = 40 \text{ mm}$, $\varphi_k = \pi$ bo'lganda kulochokni 45° xolati uchun egrilik radiusini toping.

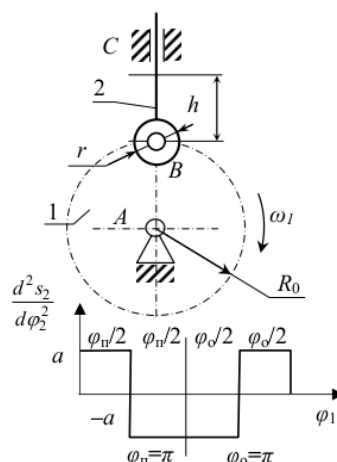
198-Masala. Berilgan $L = 150 \text{ mm}$ kulochokni aylanish markazidan turtkichni tebranish markazigacha bo'lgan masofa, turtkich uzunligi $l = 90 \text{ mm}$, $\varphi_0 = 30^\circ$ turtkichni xarakat burchagi $\varphi_{\max} = 30^\circ$, $\varphi_k = 0,5\pi$ va turtkichning xarakat qonuni $\frac{d^2 s_2}{d\varphi_2^2} = \varphi \Phi_1$ asoslanib bosim burchagi α ni $\varphi_1 = 45^\circ$ xolati uchun toping.

199-Masala. Turtkichi ilgarlanma-qaytarilma xarakat qiluvchi kulochokli mexanizmni quydagi berilgan parametrlarga $h = 36 \text{ mm}$, $\frac{d^2 s_2}{d\varphi_1^2} = \varphi \curvearrowright$, $R_{\min} = 20 \text{ mm}$, $\varphi_k = \varphi_T = \pi$ asosan bosim burchagi $\gamma_{\min}$ ko'tarilishi fazasini yettita xolati uchun toping.

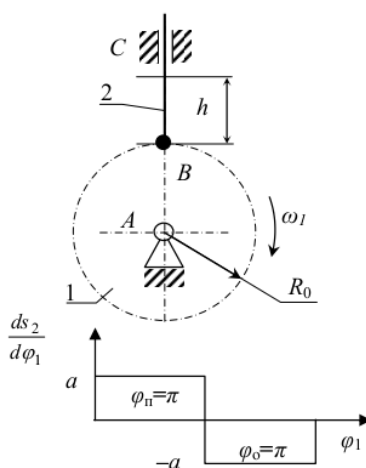
200-Masala. Koromislo ko'rinishdagi turtkichni kulochokli mexanizmni. Kulochok bilan turtkichni markazlariorasi $L = 80 \text{ mm}$, turtkichning uzunligi $l = 60 \text{ mm}$, $\varphi_0 = 30^\circ$ turtkichni maksimal ko'tarilishi $\varphi = 30^\circ$, turtkichni xarakat qonuni $\frac{d^2 s_2}{d\varphi_2^2} = \varphi \curvearrowright$, $\varphi_k = 120^\circ$ bo'lganda $\varphi_1 = 60^\circ$ uchun radius-vektorini toping.



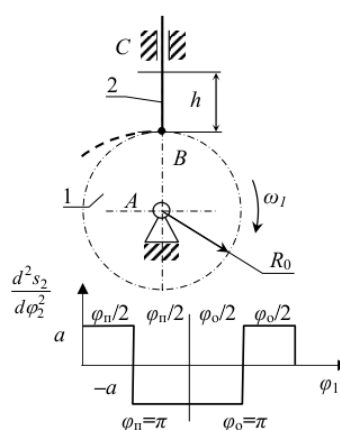
193-masala



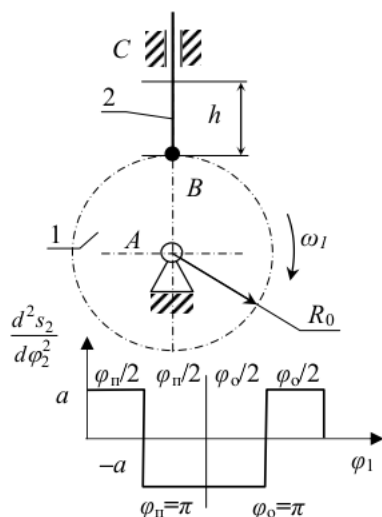
194-masala



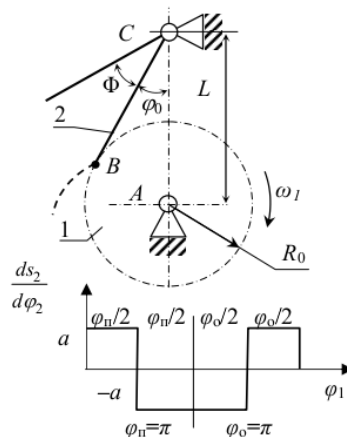
195-masala



196-masala



197-198-masala

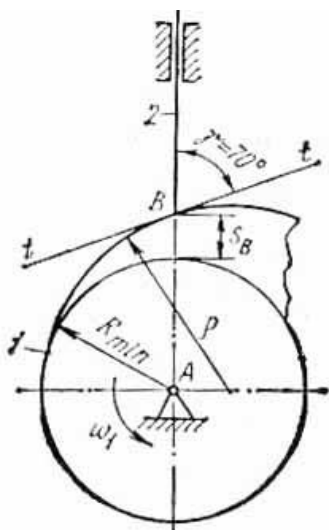


199-200-masala

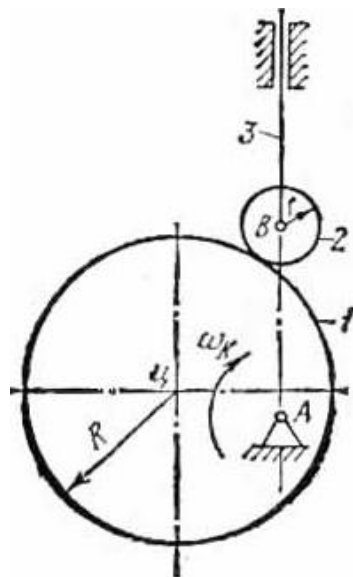
Kulachokli mexanizmni almashtirilgan mexanizmlar uchun tezlik va tezlanishlarni reja tuzish usuli bilan aniqlash.

201-Masala Quyidagi berilgan qiymatlarga ko'ra markaziy kulachokli mexanizm turtkichining tezlik va tezlanishlari aniqlansin. Kulachokning minimal radiusi $R_{\min} = 21 \text{ mm}$ Turtkichning ko'tarilish balandligi $S_B = 4 \text{ mm}$. Turtkich bilan B nuqta uchun urunma orasidagi burchak $\gamma = 70^\circ$ Kulachokning burchak tezligi $\omega_K = 100 \text{ rad/s}$

202-Masala Quyida berilgan qiymatlarga ko'ra kulachogi doira shaklida bo'lgan markaziy kulachokli mexanizm turtkichining tezlik va tezlanishlari aniqlansin. Kulachokning radiusi $R = 22 \text{ mm}$ Rolikning radiusi $r = 5 \text{ mm}$ Kulachokning doira markazi U va aylanish o'qlari orasidagi masofa $L_{AU} = 15 \text{ mm}$ $\omega_K = 20 \text{ rad/s}$ Kulachok va rolik markazlari orasidagi masofa

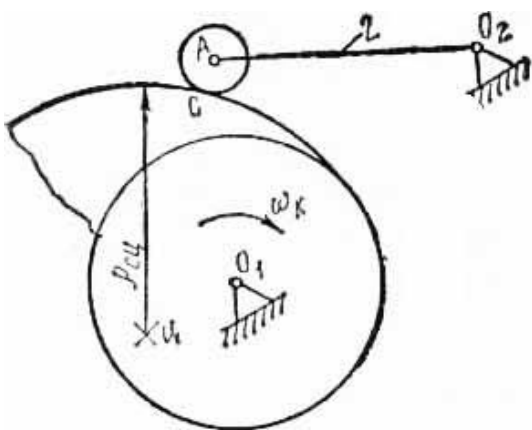


201-masala

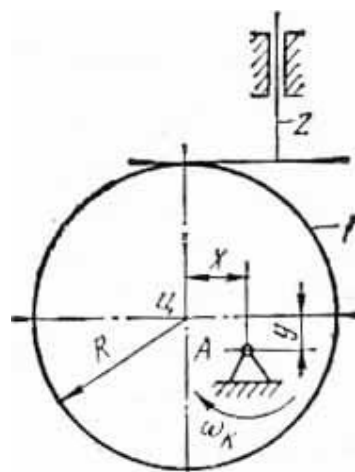


202-masala

203-Masala Quyidagi berilgan qiymatlarga ko'ra kulachogi doira shaklidagi mexanizm turtkichning tezlik va tezlanishlari aniqlansin. $L_{o_1o_2} = 50 \text{ mm}$, $L_{o_2A} = 42 \text{ mm}$ $R_{\min} = 22 \text{ mm}$ kulachok sirtining rolik bilan urinish nuqtasi C ning egrilik radiusi $\rho_{CU} = 34 \text{ mm}$, rolik radiusi $r = 4,5 \text{ mm}$, $L_{o_2U} = 11 \text{ mm}$, $\omega_K = 50 \text{ rad/s}$



203-masala



204-masala

204-Masala Quyida berilgan qiymatlarga ko'ra kulachogi doira shaklidagi turtkichining tezlik va tezlanishlari aniqlansin. Kulachokning radiusi $R = 22 \text{ mm}$ Kulachokning markazi U nuqtaning koordinatalari $x = 11 \text{ mm}$, $u = 4 \text{ mm}$ Kulachokning burchak tezligi $\omega_K = 20 \text{ rad/s}$ bo'lib, o'zgarmasdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Djuraev A. va boshq. Mexanizm va mashinalar nazariyasi.-T.: O'qtuvchi, 2004
2. Артоболевский И.И."Теория механизмов и машин".М.:«Наука»,1988 г.
3. Frolov K.V. va bosh. " Mashina va mexanizmlar nazariyasi ".T.: «O'qituvchi», 1990 g.
4. Usmonxojaev X.X. "Mexanizm va mashinalar nazariyasi". T.: «O'qituvchi»,1981 y.
5. Кореняко А.В Курсовое проектирование по теории механизмов и машин. М.:Наука, 1975
6. Karimov R.I, Saliyev A. Mexanizm va mashinalar nazariyasi fanidan o'quv qo'llanma.T.: ToshDTU,2006
7. John Uicker, Gordon Pennock, and Joseph Shigley “Theory of Machines and Mechanisms” Publication Date - February 2010
8. K.J. Waldron, G. L. Kinzel“Kinematics, Dynamics and Design of Machinery”, John Wiley, 2014
- 9.В. А. Юдин, Г. А. Барсов, Ю. А. СНупин «Сборник задач по теория механизмов и машин ». М.: « Высшая школа», 1982 г.
10. Yo'ldoshbekov S.A Mexanizm va mashinalar nazariyasi.-T.:2006
11. Jo'raev A., Tojiboev R. Amaliy mexanika.-T.: Fan va texnologiya, 2007
12. Izzatov Z.X. "Mexanizm va mashinalar nazariyasidan kursaviy loyihalash". T. : «O'qituvchi», 1979 y.
13. Юдин В.А., Петрокас Л.В. "Теория механизмов и машин". М.: «Высшая школа», 1977 г.
14. Левицкая О. Н., Левицкий Н. И. "Курс теории механизмов машин" М. : «Наука», 1985 г.
15. Muxamedov J. «Mexanizm va mashinalar nazariyasi». Ma'ruza matni. Namangan - 2016 y.

- 16.Сборник задач по теории механизмов и машин: учебное пособие/ И.И. Артоболевский, Б.В. Эдельштейн.-М.:Альянс, 2009.-256 с.
- 17.Теория механизмов и механика машин/К.В.Фролов, С.А.Попов, А.К. Мусатов и др.; под ред. К.В.Фролова.-4-е изд.- М.: Высшая школа, 2003.-496 с.
- 18.Теория механизмов и машин. Курсовое проектирование: учеб.пособие / В.Т.Горбенко, М.В.Горбенко.-Изд.2-е, испр. И дополн.-Томск: Изд-во ТПУ, 2007.-144 с.
- 19.Теория механизмов и машин. Сборник задач и упражнений: учеб.пособие / Т.И.Горбенко, М.В.Горбенко.-Томск: Изд-во ТПУ, 2011 г.
- 20.Кудруавцев В.Н. Планетарные передачи.-М.-Л.: Машиностроение, 1966.-308 с.
- 21.Попов С.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин: учебное пособие для вузов/ С.А. Попов, Г.А. Тимофеев; под ред. К.В. Фролова.-6-е изд., стер.-М.: Высшая школа, 2008.-458 с.
- 22.Левитская О.Н., Левитский Н.И. Курс теории механизмов и машин.-М.: Высш.шк. 1985.-279 с.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
-------------	---

I-BOB. MEXANIZMLARNI KLASSIFIKASIYASI VA STRUKTURALI ANALIZ

1.1 Hozirgi zamon mashina va mexanizm turlari.....	5
1.2 Bog‘lanishlar to‘g‘risida umumiy tushuncha.....	10
1.3 Kinematik juftlar va ularni klassifikatsiyasi.....	11
1.4 Kinematik zanjirlar va ularni erkinlik darajasi.....	17
1.5 Tekislikda harakat qiluvchi mexanizmlarning tuzilishi.....	18
1.6 Tekis mexanizmlarni strukturali klassifikatsiyasi.....	23

II-BOB. MEXANIZMALARNI KINEMATIK ANALIZ QILISH

2.1 Mexanizmlar kinematikasi haqida tushuncha.....	32
2.2 Mexanizmlarni analiz qilishni analitik usuli.....	35
2.3 Mexanizmlarni kinematikasini o‘rganishda diagramma usulidan foydalanish.....	38
2.4 Mexanizmlarni kinematikasini grafo-analitik usulda o‘rganish.....	43
2.5 Tishli mexanizmlarni kinematik analiz qilish.....	73
2.6 Ko‘p pog‘anali tishli mexanizmlarni uzatish soni.....	75
2.7 Planetar tishli mexanizmlar.....	76

III-BOB MEXANIZMLAR KINETOSTASTIKASI

3.1 Mexanizmlarga ta’sir etuvchi kuchlar.....	88
---	----

IV-BOB MEXANIZMLARNI DINAMIK ANALIZI.

4.1 Mexanizmlarda keltirilgan massa va moment inersiyasi.....	108
---	-----

4.2	Mexanizmlarni keltirilgan kuch va momentlari.....	109
4.3	Mexanizmlarni xarakatini o'rganish	114

V-BOB MEXANIZMLARNI SINTEZ QILISH

5.1	Quyi kinematik juftli mexanizmlarni sintez qilish.....	121
5.2	Mexanizmlarning asosiy tiplarini qo'yilgan turli shartlariga muvofiq loyihalash.....	123
5.3	Oldindan ma'lum bo'lgan trektoriya bo'yicha loyihalash.....	125

VI-BOB OLIY KINEMATIK JUFTLI MEXANIZMLARNI SINTEZ QILISH

6.1	Tishli mexanizmlar va ularni turlari.....	130
6.2	Planetar tishli uzatmalarni kinematik sintez qilish.....	136

VII-BOB. KULOCHOKLI MEXANIZMLARNI ANALIZI VA SINTEZI

7.1	Tekislik va fazoda harakatlanuvchi kulachokli mexanizmlar.....	143
7.2	Kulachokli mexanizmlarni asosiy o'lchamlari.....	146
7.3	Kulachokli mexanizmlarni analizi.....	148
7.4	Kulachokli mexanizmni dinamikasi.....	152
	FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.....	168

[illegible]