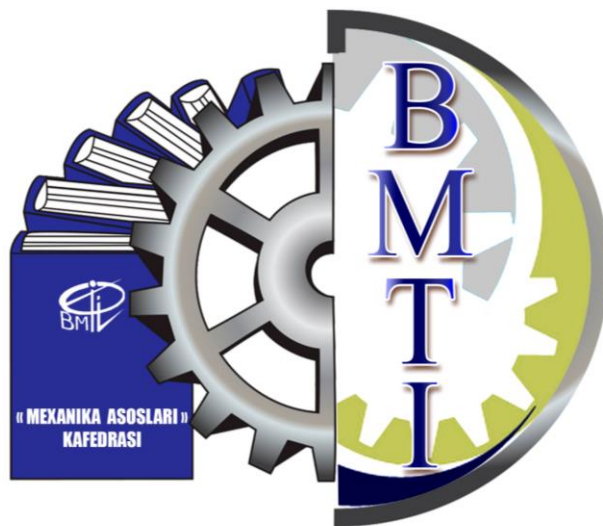


R.X.Shamsiev.



MEXANIKA

(mashina va mexanizmlar nazariyasi)

fanidan

O`QUV USLUBIY MAJMUA

BUXORO 2021

O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA MAXSUS TA`LIM
VAZIRLIGI
BUXORO MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

“TASDIQLAYMAN”
Bux.MTI
O`IBP_____ dots. Sh.Xodjiev

M E X A N I K A
(mashina va mexanizmlar nazariyasi)
fanidan

O`Q U V U S L U B I Y
M A J M U A

BUXORO 2021

Fanning o`quv uslubiy majmuasi o`quv dasturiga muvofiq ishlab chiqilgan va Bux.MTI o`quv uslubiy kengashida muhokama etilib, foydalanishga tavsiya qilingan (2021 yil “ ” -son bayonnoma)

Tuzuvchilar:

SHamsiev R.X. - Bux.MTI, “Mexanika” kafedrası katta o`qituvchisi

Taqrizchilar:

Murodov N.M.- Toshkent irrigatsiya va melioratsiya instituti Buxoro filiali direktori, t.f.d., professor

Sadullaev N.N. - Bux.MTI “Elektroenergetika” kafedrası dekani, t.f.d., professor,

Fanning o`quv uslubiy majmuasi “Mexanika asoslari” kafedrasining (2021-yil “ ” -son bayonnoma) yig`ilishida muhokamadan o`tgan va fakultet kengashida ko`rib chiqish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri:

dots. Xabibov F.Yu.

Fanning o`quv uslubiy majmuasi “Muhandislik-qurilish fakultetining” (2021-yil “ ” -son bayonnoma) muhokamasidan o`tgan va institut o`quv-uslubiy kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Fakultet dekani:

dots. Murodov Sh. M.

Kelishildi:

O`quv-uslubiy boshqarma boshlig`i

Quliev N.Sh.

MUNDARIJA

1.	Ma'ruza mavzulari.....	5
	Amaliy mashg'ulot topshiriq va misollari.....	111
	Tajriba mashg'uloti mavzulari.....	132
	Kurs loyihasini bajarish bo'yicha topshiriqlar to'plami. Bajarishga uslubiy ko'rsatmalar, misollar.....	183
	Mustaqil ta'lim mashg'ulotlari mavzulari.....	222
2.	Glossariy.....	226
3.	Ilovalar.....	229
	Fan dasturi.....	230
	Ishchi fan dasturi.....	238
	Testlar.....	247
	Baholash mezonlari.....	258
4.	Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati.....	265
	O'quv uslubiy majmuaning elektron rasmi (CD diskda).....	

KIRISH

O`quv uslubiy majmua ta`lim to`g`risidagi qonunda ko`zda tutilgan strategik maqsadni amalga oshirib, uzluksiz ta`limning asosiy qismi hisoblangan oliy texnika o`quv yurtlarida fan bilan texnika va texnologiyaning uzviylikini ta`minlashga qaratilgan. Axborotning keskin o`sishi o`z navbatida hozirgi zamon ta`lim uslubiyatining oldiga katta muammolarni echish vazifasini qo`yadi. Oliy ta`lim muassasalarida dars o`tadigan o`qituvchilar oldiga mustaqil fikrlaydigan va kelajakda erkin faoliyat ko`rsata oladigan yuqori malakali mutaxasislarni tayyorlash kabi vazifani amalga oshirish ko`zda tutilgan.

“Amaliy mexanika” fanidan ushbu o`quv uslubiy majmua 5320300 – Texnologik mashinalar va jihozlar (to`qimachilik, engil va paxta sanoati) mutaxasisligi uchun mo`ljallagan.

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

Buxoro muhandislik texnologiya instituti

Muhandislik-qurilish fakulteti

«Mexanika asoslari» kafedrası

«Mexanika» fanidan

1.Sillabus

Fanning qisqacha tavsifi			
OTM ning nomi va joylashgan manzil:i	Buxoro muhandislik-texnologiya instituti		Buxoro shahar, Q.Murtazoev ko`chasi, 15 uy
Kafedra:	“Mexanika”		“Muhandislik-qurilish” fakulteti
Ta`lim sohasi va yo`nalishi:	320.000-Ishlab chiqarish texnologiyalari	Ta`lim yo`nalishi-5320300	
Fanni olib boradigan o`qituvchi:	Shamsiev Rustam Xalilovich	e-mail:	
Dars vaqti va joyi:	2-bino auditoriya	Kursning davomiyligi	2021-2021 o`quv yili
Individual grafik asosida ishlash vaqti:	Dushanba, chorshanba va juma kunlari 14.00 dan 16.00 gacha		
Fanga ajratilgan soatlar:	Auditoriya soatlari		
	Ma`ruza: 36	Amaliy: 36	
Fanning boshqa fanlar bilan bog`liqligi	“Oliy matematika”, “Chizma geometriya”, “Fizika”, “Chizmachilik”		
Fanning dolzarbligi va qisqacha mazmuni	“Amaliy mexanika” fanini o`rganishdan maqsad talabalarni mutaxassislik fanlariga tayyorlash, mashina va mexanizmlarni tuzilishi hamda kinematikasini o`rganish, ular uchun umumiy bo`lgan detallarni mustah-kamlikka, bikrlikka, ustuvorlikka, issiqlikka va eyilishga chidamlilikka hisoblash hamda konstruksiyasini o`rganish, shuningdek olgan bilimlarni ishlab chiqarishda mexanik yoki tadqiqotchi sifatida tadbiq etishdan iboratdir. “Amaliy mexanika” kursini o`qitishdan maqsad har bir mexanik-muhandis zamonaviy talablarga to`la javob beradigan yuqori unumli, mustahkamligi etarlicha ta`minlangan mashinalarni loyihalashida uning detallarini mumkin qadar engil, yetarli darajada mustahkam, ishqalanishga chidamli, tuzilishi oddiy, ishlatilishi qulay va xavfsiz bo`lgan, standart talablarni to`la qondiradigan texnika yaratishdan iborat. “Amaliy mexanika” fanining vazifasi talabalarga mos ravishda mashina detallarining asosiy qonuniyatlari, loyihalash jarayonidagi zaruriy hisoblash-larni bajarish hamda ishlab chiqarish sohasi uchun mashinasozlik jihozlarining ishga layoqatlilikini iqtisodiy jihatdan baholashdan iborat. Si-fatli mahsulot ishlab chiqaradigan mashinalarga ega bo`lish uchun ularni loyihalashda fan va texnikaning eng oxirgi va samarali yutuqlaridan unumli foydalanish kerak. Shuning uchun har bir muhandis loyihadagi mexanizm va mashinalarni tuzilishi bilishi kerak.		

Professor o`qituvchi va talaba o`rtasidagi munosabat

Talabalar uchun talablar	-o`qituvchilarga va guruhdoshlarga nisbatan hurmat bilan munosabatda bo`lish; -institut ichi tartib-intizom qoidalariga rioya qilish; -uyali telefonni dars jarayonida o`chirib qo`yish; -berilgan uy vazifasi va mustaqil ish topshiriqlarini o`z vaqtida va sifatli bajarish;</li> <li>-ko`chirmachilik (plagiat) qat`iyan man etiladi;</li> <li>-darslarga qatnashish majburiy hisoblanadi, dars qoldirilgan holatda qoldirilgan darslar qayta o`zlashtirilishi shart; -darslarga oldindan tayyorlanib kelish va faol ishtirok etish; -talaba o`qituvchidan so`ng, dars xonasiga-mashg`ulotga kiritilmaydi;</li> <li>-talaba reyting balidan norozi bo`lsa e`lon qilingan vaqtdan boshlab bir kun mobaynida appelyatsiya komissiyasiga murojaat qilishi mumkin.
Elektron pochta orqali munosabatlar tartibi	Professor-o`qituvchi va talaba o`rtasida aloqa elektron pochta orqali ham amalga oshirilishi mumkin, telefon orqali baho masalasi muhokama qilinmaydi, baholash faqatgina institut hududida, ajratilgan xonalarda va dars davomida amalga oshiriladi. Elektron pochtani ochish vaqti soat 15.00 dan 20.00 gacha.

I.Ma'ruza mavzulari

1 - MAVZU: KIRISH. MASHINA VA MEXANIZMLAR NAZARIYASI FANINING MAQSAD VA VAZIFALARI.

REJA:

- 1.Fanning asosiy qismlari.
- 2.Mashinalar yaratishga quyiladigan talablar.
- 3.Parametrlar, mexanizmlar analizi va sintezi.
- 4.Mashinalarning funksional klassifikatsiyasi,

Tayanch iboralar.

Mashina, mexanikaviy mashina, gidravlik mexanizm yoki mashina, mexanizmlar analizi, mexanizmlar sintezi, stanok, tishli va tasmali mexanizmlar, mashina avtomat, fizik kattalik, agregat, ish mexanizmi, mexanizm strukturasi, kinematika, statika, dinamika, richag, richangli mexanizm, kulachok, kulachokli mexanizm, tishli mexanizm, vintli mexanizm, ponali mexanizm, gidravlik mexanizmlar, dezaksial, aksial, koromislo, sharnir, polzun.

Fanning asosiy qismlari Jamiyat taraqqiyoti, ishlab chiqarish darajasiga, ishlab chiqishdagi Mashina va mexanizmlarning texnika jihatidan qanchalik takomillashganligiga, bu mashina hamda mexanizmlarni bevosita yoki bilvosita boshqarib turuvshi kadrlar malakasiga bog'liqdir. asosan jamiyatimizdagi yosh kadrlarni yuqori darajali malakasiga bog'liqdir. Jamiyatni oldin surish uchun yuqori malakali mutahassislar yordamida ishlab chiqarishni unimdorligini oshirish, buning uchun texnikani yanada yangi turlarini kashf etish shu borada rivojlantirishni jahon miqyosiga ko'tarish, hamda jamiyatda olg'a qadam tashlashga erishish mumkin.

Mexanika qadimiy fan bo'lib bu fan shu kungacha bir nechta tarmoqlarga bo'linib alohida alohida Fan sifatida revojlaniy kelmoqda. Bugunlik kunda mexanika fani asosan 2 qismdan iborat bo'lib ulardan biri nazariy mexanika ikkinchisi esa tadbiqiy mexanika hisoblanadi.

1.**nazariy mexanika** bunda material sistema harakatining umumiy qonuniyatlari va xossalari o'rganiladi.

2. **tadbiqiy mexanika** fanning bu tarmog'ida mexanik sistemaning boshqarish proesslari o'rganiladi. Tadbiqiy mexanikada – mexanikaning umumiy qonuniyatlari asosida mexanik sistema harakatini boshqarish usullari, bu harakatga tegishli bo'lgan hossalarni kiritish yo'llari urganiladi. Shuning uchun tadbiqiy mexanika boshqariluvshi proesslar haqidagi fan deb ataladi.

Tadbiqiy mexanikada urganiladigan ilmiy masalalardan asosan quyidagilariga tuhtalib utish lozim.

1. tebranishlar va avtomatik me'yorlash hamda boshqarish nazariyasi.
2. mexanizm va mashinalar nazariyasi.
3. Uchish va suzish apparatlari harakatini avtomatik boshqarish nazariyasi.

Demak biz o'rganayotagan mexanizm va mashinalar nazariyasi fani buyuk mexanika tarmog'i qismida joylashgan bir bo'lim bo'lib, bugungi kunda malakali kadrlar tayyorlash jarayonida alohida fan tariqasida o'rganilmoqda.

Mashinalar yaratishga quyiladigan talablar. Hammamizga ma'lumki, mashinalar yoki mexanizmlar yaratishda ularga quyiladigan talablar mavjud bo'lib, ular quyidagilardan iborat.

1. **Texnika talablari**–bunda asosan mashina ish unumining yuqori bo'lishi, aniq harakat qilishi va sifatli mahsulot ishlab chiqarish talab etiladi.

2. **Konstruksiyaning ratsional bo'lishi** – bunda mashinanig ortiqcha og'irlikdagi qismlari bo'lmasligi, materiallarni to'g'ri tanlash va detallardagi haqiqiy kuchlanish optimal bo'lishi talab qilinadi.

Mashina yoki mexanizmlarni ularning parametrlari bo'yisha nazoratdan o'tkazish talab

qilinganda quyidagi parametrlar ko'zda to'atiladi.

1. Konstruktiv parametrlar – maksimal kuch va quvvat, siljish, tezlik, tezlanish, zvenolardagi kuchlanish, gabarit o'lchamlar va og'irliklar.

2. Technologik parametrlar – foydali qarshilik kushlari yoki quvvat, mahsulotning o'lchov chegarasini ta'minlovshi mashina harakati va ish organining aylanish soni, kesuvchi asboblarning salt yurish tezligi, berilgan siklni bajarish aniqligi, uzelnining qattiqligi va h.k.

3. Energetik parametrlar – energiya sarfi, uning mexanizmida yo'qotilishi, mashina uzellarining foydali ish koeffisientlari.

4. Iqtisodiy parametrlar – mashina uzellarini ishlab chiqarishda tayyorlash narxi, ularni boshqarish va ta'mirlash narhi, harakatga keltirish uchun sarflangan energiya bahosi va hokazo.

Mashina va mexanizmlarning moddiy boyliklar ishlab chiqarishdagi ahamiyati hozirgi kunda har qachongidan ham oshib bormoqda. Mashina sanoatimizning turli sohalarida qo'l mehnati o'rnini bosmoqda. Mashina va mexanizmlar og'ir sanoatda, o'rmon xo'jaligida, aviatsiya sanoatida, engil, to'qimachilik, oziq-ovqat sanoati va boshqa tarmoqlarda zo'r samaralar bilan xizmat qilib kelmoqda.

Bizga ma'lumki, har qanday mexanizm va mashina tarkibiga turli tarzda harakat qiluvchi qismlar (zvenolar) kiradi va ularning harakatlari tog'risidagi masalalarning hal qilinishi fan oldiga maqsad qilib quyiladi.

Fanni o'rganish davrida quyidagi ikkita masala hal qilinadi:

1. Mexanizmlar analizi - bunda mavjud mexanizmlar kinematik va dinamik jihatdan tekshiriladi.

Mexanizmlar analizidan, asosan tehnologik maqsadlar uchun foydalaniladi; mutaxasis tehnologlar uchun mexanizmnining ayrim nuqtalari harakat qonunini bilish katta ahamiyatga egadir.

2. Mexanizmlar sintezi - bunda bizga kerak bo'lgan ya'ni texnologik prosesni bajarishda ishlatiladigan mexanizm zvenolarining harakat qonuni berilgan bo'ladi va shu harakat qonunini amalga oshiruvchi mexanizm yaratish talab etiladi. Mutaxasis mashinasozlar uchun sintez muammosining ahamiyati g'oyat kattadir. Turli maqsadlarni amalga oshirmoq uchun yaratilgan turli inshootlar va uskunalarni, asosan ikkita katta guruhga bo'lish mumkin; birinchisi, qismlari bir – biriga nisbatan qo'zg'almaydigan, ikkinchisiga esa qismlari bir – biriga nisbatan qo'zg'ala oladigan qurilmalar kiradi.

Qismlari nisbiy harakatda bo'ladigan inshootlar mexanikasi bilan, asosan, mexanizm va mashinalar nazariyasi fani shugullanadi. Inson biror ishni bajarish davrida ma'lum tartibda harakat qiladi. Mashina yoki mexanizmlar harakati ham insoniyatning harakatlanish prosessidagi harakat tartibiga asoslangan holatda amalga oshiriladi.

Har qanday mashina energiya hosil qilmaydi, balki energiya ishlatadi, boshqasha qilib atganimizda bir tur energiyani boshqa bir tur energiyaga aylantiradi.

Mashina ishlab chiqarish prosesi yoki energiyani o'zgartirish prosesi bilan bog'liq bo'lgan va foydali ish bajarish uchun mo'ljallangan mexanizmlar yig'indisi **mashina deb ataladi**. Mashina asosan, insonning ish bajarish qobiliyatini oshiruvshi mexanik sistemadan iboratdir. Mashina so'zi fransuzsha «**machine**» va lotincha «**mashina**» so'zidan olingan bo'lib ma'nosi inshoot demakdir.

Mexanizm so'zi grekcha mechane so'zidan olingan; bu so'z qurol yoki inshootni anglatadi.

Mashinalarning funksional klassifikatsiyasi, inshootlar, uskunalar va mashinalar haqida tuchunchalar.

Hozirgi davrgacha bo'lgan barcha mashinalarni asosan energetik, transport va texnologik guruhlariga bo'lib o'qitilgan edi. Hozir nazorat boshqaruvchi mashinalar va ustqurmalar; matematik va kibernetik mashinalar to'g'risida o'qitilib kelinmoqda. Nazorat boshqaruvchi mashinalar mashina sistemasi majmuasida mahsulot olishda qatnashayotgan obektlarni nazorat qilish va boshqarish ishlarini, matematik mashinalar esa turli tipdagi logik operatsiyalarni bajaradi, ammo kibernetik mashinalar insonning ba'zi organlarining ishini ham bajaradi, ya'ni protez moslamalar,

sun'iy yurak, sun'iy buyrak vazifasini bajaradigan va obrazlarni payqab oladigan mashinalar shular jumlasiga kiradi.

Demak biz yuqorida aytib o'tgan uchta ishlab chiqarish mashinalariga qo'shimcha yana uchta: nazoratli boshqaruvchi va matematik mashinalar, kibernetik mashinalar hamda moslamalar kiradi.

Shunday qilib mashinalarni quyidagicha ta'riflash mumkin.

«Mashina inson mehnatini osonlashtirish va unumdorligini oshirish, ishlab chiqarishning intellektual (aqliy) hamda fiziologik vazifalarini bajarish yo'lida ishlatiladigan va inson tomonidan yaratilgan sun'iy moslamadir».

Bugungi kundagi mashinalar nafaqat insonni jismoniy harakatini osonlashtiradi, balki aqliy mehnatini ham osonlashtirish uchun xizmatkor bo'lib xizmat qilib kelmoqda. Bunday mashinalarga hisoblash texnikalari yaqqol misol bo'la oladi. Mashinalarni asosan quyidagi bloklarga bo'lish mumkin.

1. mashina divigetillari
2. ish mashinalari
3. o'zgartiruvchi mashinalar

Mashina – dvigatellar, ya'ni harakatga keltiruvchi mashinalar (bug' mashinalari, ichki yonuv mashinalari). Bu mashinalar vositasi bilan energiya turlaridan biri aylanma harakatga bo'lgan valning yoki ilgariylanma harakatda bo'lgan polzuning mexanik energiyasiga aylantiriladi.

Ish mashinalari, ya'ni mashina qurollar. Bunda mashinalarda materialning (hom ashiyoning) rasmi, holati yoki hossasi o'zgartiriladi.

O'zgartiruvchi mashinalar. Bu mashinalar yordami bilan bir tur energiya boshqa bir tur energiyaga aylantiriladi; bunday mashinalarga generatorlar misol bo'la oladi. Masalan, generator yordami bilan mexanik energiya elektr energiyasiga aylantiriladi.

Demak asosiy ishni mashinaning ish organi bajaradi. Masalan, tikuv mashinasinin ish organi uning ninasi, paxta terish mashinasining ish organi shpindellar apparati hisoblanadi. Shundan bizga ma'lumki, har bir mashina tarkibida uning ish organini harakatga keltiruvchi qism ham bo'lishi lozim ekan. Mashinada ish organiga harakatlantiruvchi kuchdan harakat uzatuvchi mexanizm ham bo'lishi lozim. Yuqorida aytilgan uch qism birga qo'shilganda mashina agregati hosil bo'ladi.

Har qanday mashina biror – bir foydali ish bajaradi. Mashina normal holatda ishlashi uchun unda quyidagi uchta: 1) mashina ma'lum tartibda tuzilgan bo'lishi; 2) uning qismlari ma'lum tartibda harakatlanishi; 3) mashina tegishli va ko'zlangan maqsad asosida foydali mexanik ish bajarishi shart.

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

Shunday qilib mexanizm vositasida ma'lum harakat hosil qilinishi yoki bir harakat o'zgartirilishi mumkin.

Mexanizm harakati davrida shu mexanizm zvenolarida sodir bo'ladigan qo'zg'alish, tezlik, tezlanish, inertsia kushlarining o'zgarish qonunlarini ma'lum bir davr ichida o'rganish – mexanizm va mashinalar nazariyasi fanining asosini tashkil etadi.

Mexanizm va mashinalar nazariyasini o'rganishda, avvalo, shu mexanizm tarkibiga kiruvchi qismlar (zvenolar) absolyut qattiq jismlar deb, ularning harakati vaqtida shu qismlarda hech bir deformasiya bo'lmaydi deb faraz qilinadi.

Mexanizm va mashinalar nazariyasida fizik kattaliklarning o'lchov birliklari ixtiyoriy bo'lsa ham, uzunlik o'lshov birligi sifatida **metr**, vaqt o'lchov birligi sifatida **sekund**, kuch ulchov birligi sifatida **kilogramm** qabul qilinadi. Qolgan barcha murakkab fizik kattaliklar ana shu asosiy fizik kattaliklarga qarab olinadi.

Jahon va O'rta Osiyo olimlarining fanni rivojiga qo'shgan hissalar.

Mexanizm mashinalar nazariyasi faniga ko'pgina olimlar o'z hissalarini qo'shib kelmoqdalar.

Shunday olimlardan Galiley teng o'zgaruvchan harakat dinamika qonunlarini, Lagranj esa mumkin bo'lgan ko'chishlar (virtual ko'chishlar) prinsipini ochib berdilar. Koriolis, mexanik harakatlardagi o'zaro ta'sirning chuqur sirriyotini tuchuntirib berdi. Mashhur mexaniklardan I.V.Meshsherskiy (1859 - 1935) o'zining «O'zgaruvchan massali nuqta dinamikasi» (1897), rus professori P.I. Somovning mexanizmlar geometric analizi va senteziga oid asarlari bilan o'z hissalarini qo'shib kelmoqda.

Qishloq xo'jaligi mashinalari mexanikasi sohasida akademik V.P.Goryachkinning (1868 - 1935) xizmatlari g'oyat kattadir.

Peterburg politexnika institutining professori Leonid Vladimirovich Assur (1878 - 1920) tekislikda harakat qiluvchi sterjenli mexanizmlarning tuzilishi va klassifikatsiyasiga oid katta – katta ishlar qildi. L.V. Assur quyi juftlardan tarkib topgan va tekislikda harakat qiladigan sterjenli mexanizmlarning tuzulish qonunini topdi va tekis mexanizmlarni ma'lum sinf hamda tartiblarga bo'ldi. Bundan tashqari yana bir qancha olimlarning qilgan ishlarini aytib o'tish mumkin.

Mashinasozlikda ishlatiladigan va ishlatilayotgan barcha mexanizmlarning konstruksiyasiga qarab, quyidagi guruhlarga bo'linadi.

- 1) Richangli mexanizmlar
- 2) Kulachokli mexanizmlar
- 3) Shesternali mexanizmlar
- 4) Vintli va ponali mexanizmlar
- 5) Friksion mexanizmlar
- 6) Gidravlik va pnevmatik mexanizmlar
- 7) Egiluvshi zvenoli mexanizmlar

O'tilayotgan fanimizning nomi hamamizga ma'lum mexanizm va mashinalar nazariyasi deb ataladi. Shunday ekan, avvalam bor mashina nima va mexanizm nima degan savollarga javob berish lozim.

Mashina - uzi nima? **Mashina** - bu inson tomonidan yaratilgan qurilma bo'lib, insonning jismoniy mehnatini osonlashtiradigan, hamda mehnat unumdorligini oshiradigan qurilmadir. **Mashina** ikki va undan ortiq mexanizmlar to'plamidan tashkil topgan qurilma hisoblanadi.

Mexanizm – qanday qurilma? Mexanizm qurilmasi bir yoki bir necha jism harakatini boshqa bir jismning aniq belgilangan qonuniyatga amal qiladigan harakatga aylantirib beruvchi qurilma hisoblanadi.

Mexanizmlar zvenolardan tashkil topgan qurilma hisoblanadi.

Zveno deganda nimani tuchunamiz? Zveno deb, yagona detal yoki bir necha detallarning o'zaro qo'zg'almas birikmasi. Zvenolar bir-birlari bilan o'zaro kinematik juftlar orqali bog'lanadi.

Kinematik juft nima? Bu ikki zvenoning o'zaro nisbiy harakatiga imkon yaraytib beradigan bog'lanish, yoki biri ikkinchisiga, hamda ikkinchisi birinchisiga nisbatan harakat qila oladigan ikki zvenoning qo'shilmasi.

Bog'lanish deganda nima tuchuniladi? Bog'lanish ikki zvenoning bir – biri bilan bog'langan qismi bo'lib bu elementlar sirt, chiziq yoki nuqta bo'lishi mumkun.

Bog'lanishlar turiga qarab kinematik juftlar **quyi** yoki **oliy** kinematik juftlarga bo'linadi.

Agar bog'lanish elementlari sirt yoki yuza bo'lsa, bunday kinematik juftlar **quyi** kinematik juftlar deb, bog'lanishlar nuqta yoki chiziq bo'lsa **oliy** kinematik juftlar deb ataladi.

Zvenolarning kinematik juftlar orqali bog'langan guruhi **kinematik zanjir** deb ataladi. Kinematik zanjirlar oddiy va murakab, ochiq yoki yopiq holatda bo'lishi mumkin. Oddiy kinematik zanjirlarda har bir zveno ikkitadan ortiq kinematik juft hosil qila olmaydi. Murakkab kinematik zanjirda ikkita va undan ortiq kinematik juft hosil qila olish imkoniyatga ega bo'lgan zvenolar mavjud. Ochiq kinematik zanjirda shunday zveno borki, u faqat bitta kinematik juft hosil qiladi. Yopiq kinematik zanjirda esa ikkitadan kam kinematik juft hosil qilmaydi. Mexanizmnı yopiq kinematik zanjirning hususiy ko'rinishi deb qarash mumkin. Mexanizm shunday yopiq zanjirki, undagi bir yoki bir necha zvenoga harakat berilganda qolgan zvenolar ham aniq harakat qiladilar.

Mexanizmlarning tuzilishlarini tekshirish uchun ularning sxemasini chizish kifoya.

Ma'ruza uchun savollar.

1. Mashina va mexanizmlar nazariyasi fanining maqsadi.
2. Fanning asosiy vazifalari
3. Fanning boshqa fanlar bilan bog'liqligi
4. Shu fanning rivojiga vatanimiz olimlarining qo'shgan hissalari.
5. Mashina qanday qurilma.
6. Mexanizmlar mashina hisoblanishi uchun qanday xislatlarga ega bo'lishi lozim.
7. Mexanizm qanday turlarga bo'linadi.
8. Qanday mexanizm richagli mexanizm toifasiga kiradi.
9. Kulachokli mexanizmlar qanday harakat qiladi.
10. Qanday mexanizmlar shesternali mexanizm deb ataladi.

2 - MAVZU: MASHINA VA MEXANIZMLARNING ASOSIY TURLARI.

REJA:

1. Richangli mexanizmlar. Richagli mexanizmlarning turlari va ularning ishlatish sxemalari.

2. Kulachokli mexanizmlar.

3. Shesterniyali (tishli) mexanizmlar

4. Friksion mexanizmlar

5. Egiluvchan zvenoli mexanizmlar

Tayanch iboralar.

Mashina, mexanikaviy mashina, gidravlik mexanizm yoki mashina, mexanizmlar analizi, mexanizmlar sintezi, stanok, tishli va tasmali mexanizmlar, mashina avtomat, fizik kattalik, agregat, ish mexanizmi, mexanizm strukturasi, kinematika, statika, dinamika, richag, richangli mexanizm, kulachok, kulachokli mexanizm, tishli mexanizm, vintli mexanizm, ponali mexanizm, gidravlik mexanizmlar, dezaksial, aksial, koromislo, sharnir, polzun.

Richagli mexanizm tarkibida faqat aylanma va ilgarilanma quyi kinematik juftlari bo'lgan richagli zvenolardan tuzilgan mexanizmdir. Richagli mexanizmlar boshqa mexanizmlarga qaraganda katta kuch va quvvat uzatadi va foydali ish koeffitsientlari ham yuqori bo'ladi.

Richagli mexanizm zvenolarini tayyorlash oson, ular mustahkamligi va eyilishga chidamliligi yuqori bo'lgani uchun quvvati katta bo'lgan presslarda, bolg'alash mashinalarida keng ko'lamda ishlatilib kelinmoqda.

Richagli mexanizmlarning turlari va ularning ishlatish sxemalari.

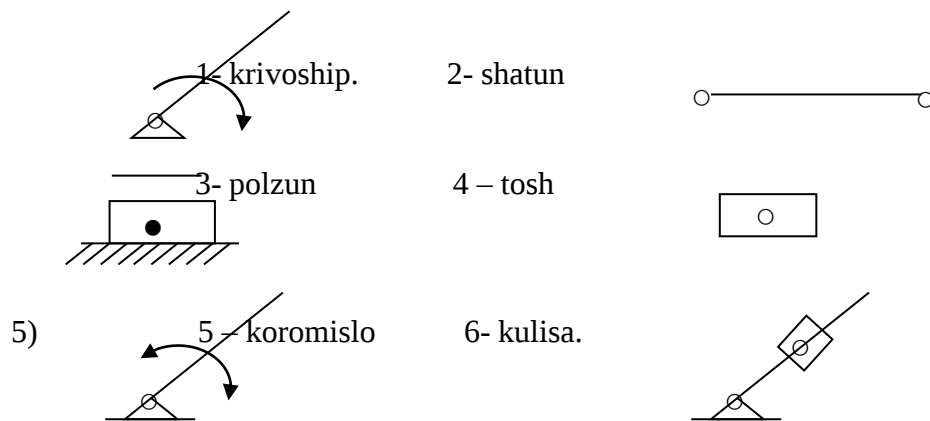
Mexanizm sxemasi deb undagi zvenolar va kinematik juftlarning masshtabga rioya qilinmagan holatda, shartli belgilashlar orqali grafik tasvirlanishiga aytiladi. Masshtab asosida qurilgan mexanizm sxemasi **kinematik sxema** deb ataladi. Harakat qonunini belgilagan zveno odatda etaklovchi yoki **bosh zveno** deb ataladi. Mexanizm tarkibidagi etakchi zvenoning aniq harakat holati qolgan zvenolarning aniq harakat holatini beradi. Mexanizmning tuzilishini tekshirish uchun uning sxemasini chizish kifoya. Mexanizmni kinematik va kinetostatik tekshirish uchun uning kinematik sxemasi bo'lishi shart.

Mexanizmlar turli alomatlariga ko'ra ajraladi. Birinchi navbatda ular **Oliy** va **Quyi** juftlarga ajraladi, bunday mexanizmlar **tekis** yoki **fazoviy** bo'lishi mumkin. Hamma harakatlanuvchi nuqtalari paralel tekisliklarda harakatlangan mexanizmlar **tekis mexanizmlar** deb ataladi.

Bo'g'inlarning harakatlanuvchi nuqtalari tekis bo'lmagan traektoriyalar chizib yoki o'zaro kesishuvchi tekisliklarda joylashuvchi, harakat davrida traektoriyalar chizib harakatlangan mexanizmlar **fazoviy mexanizmlar** deb ataladi.

Quyi juftlik mexanizmlar tarkibiga pashangli, ponali va vintli mexanizmlar, **Oliy juftlik mexanizmlar** tarkibiga kulachokli, tishli, friksion, xrapovik mexanizmlar kiradi.

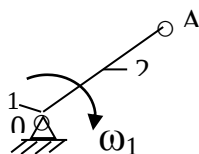
Mexanizmlar zvenolarining tuzilishlari.



2.1 – rasm.

Richagli mexanizmlar hozirgi zamon mashina va mexanizmlarida juda ko'p ishlatiladi. Bunday mexanizmlar sterjenli mexanizmlar deb ham ataladi. Biz hozir ko'radigan oddiy richagli mexanizmlar ikki zvenoli bo'lib, u qo'zg'almas stoyka va uning atrofida aylanuvshi qo'zg'aluvshi zvenodan iborat. (2.1-rasm).

2.2- rasm



Bu mexanizm asosan qo'zg'almas (1), va o'z o'qi atrofida aylanuvchi (2)-zvenodan krivoshipdan iborat. Bu turdagi mexanizmlar asosan hozirgi zamon mashinalarida va rotasion (aylanma harakat) qiladigan mashinalarda ko'p ishlatilib kelmoqda. Masalan: elektr motorlari, trubinalar, ventilyatorlar, shamol dvigatellari va boshqa shunga o'xshash mashinalar shular jumlasiga kiradi.

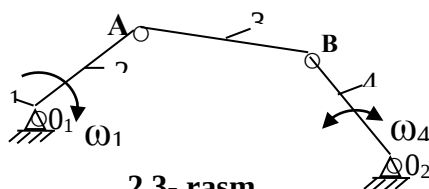
Richagli mexanizmlar tuzilishiga ko'ra, bir necha turlarga bo'linadi.

2. Sharnirli to'rt zvenoli richagli mexanizm. Bunday mexanizmlar faqat aylanma kinematik juftlar (sharnirlar) dan tuzilgan bo'lib, ular mustaqil mexanizm bo'lishi yoki murakab mexanizmlarning tarkibiy qismini tashkil etishi mumkin. Ular ko'rinishi jihatidan bir necha guruhga bo'linadi:

- a) ikki krivoshipli richagli mexanizm; b) krivoship – koromisloli mexanizm;
- v) ikki koromisloli mexanizm;

Murakabroq richagli mexanizmlar hozirgi zamon to'quv va yuk ko'tarish kranlarining asosiy mexanizmi bo'lgan va texnikaning turli tarmoqlarida ko'p ishlatiladigan to'rt zvenoli mexanizmlardir (2.3-rasm).

- 1 - qo'zg'almas zveno
- 2 - tirsakli val (krivoship)
- 3 - shatun
- 4 - koromislo

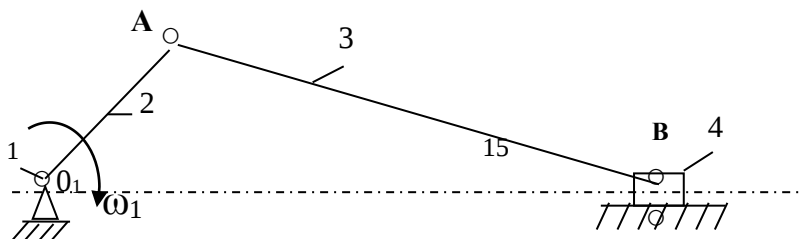


2.3- rasm

Bu mexanizmlar asosan bir-biriga sharnirlar yordamida bog'langan bo'lib to'rt zvenoli mexanizm hisoblanadi. Bu mexanizm tarkibida bitta krivoship va bitta koromislo bo'lgani uchun, bunday mexanizm to'rt zvenoli **sharnirli krivoship koromisloli mexanizm** deb ataladi.

3. Krivoship – polzunli mexanizm. Bu mexanizm, asosan, krivoship shatun 2, va qo'zg'almas yo'naltiruvchi bo'ylab ilgarilama - qaytar harakatlanuvchi zveno – polzun 3 dan iborat. 2 – rasmdagi sharnirli to'rt zvenoli mexanizmdagi koromislo o'miga polzun o'maytib, uni qo'zg'almas yo'naltiruvchi bo'ylab harakatga keltirsak u holda bu mexanizm krivoship polzunli mexanizmga aylanadi (2.4- rasm).

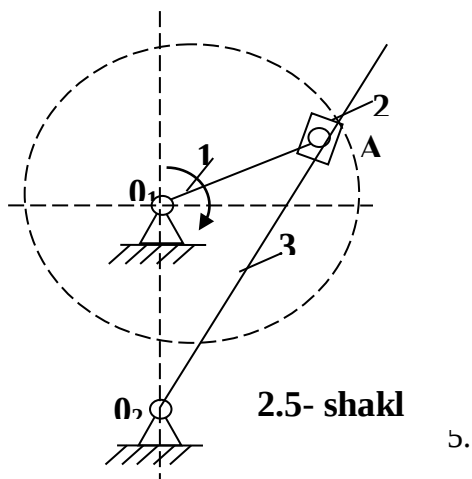
Bu mexanizm yordamida krivoshipning aylanma harakati polzunning ilgarilama- qaytar harakatga aylantiriladi. Bu mexanizm yordamida polzunning ilgarilama harakatini krivoshipning aylanma harakatiga aylantirish ham mumkin.



2.4-rasm. 1- qo'zg'almas zveno, 2- krivoship 3- shatun, 4- polzun

4. Kulisali mexanizm. Agar to'rt zvenoli sharnirli mexanizmning tarkibidagi polzun qo'zg'aluvshan yo'naltiruvchidan harakatlanasa, bunday mexanizm **kulisali mexanizm** deyiladi. Kulisali mexanizm (2.5-rasm) krivoship toshga ta'sir etadi. Bu mexanizm kulisa tebranma harakat qiladi, tosh esa kulisa bilan tebrangan holda krivoship aylanasi bo'ylab harakatlanadi.

Kulisali mexanizmlarning kulisasi to'la aylanishi yoki ma'lum burchakka burilib, tebranma harakat qilishi mumkin. Agar krivoshipning uzunligi - r krivoship bilan kulisa stoykalari h – oralig'idan katta yani $r > h$ bo'lsa, kulisa 360° ga to'la aylanadi, aks holda esa tebranma harakat qiladi.



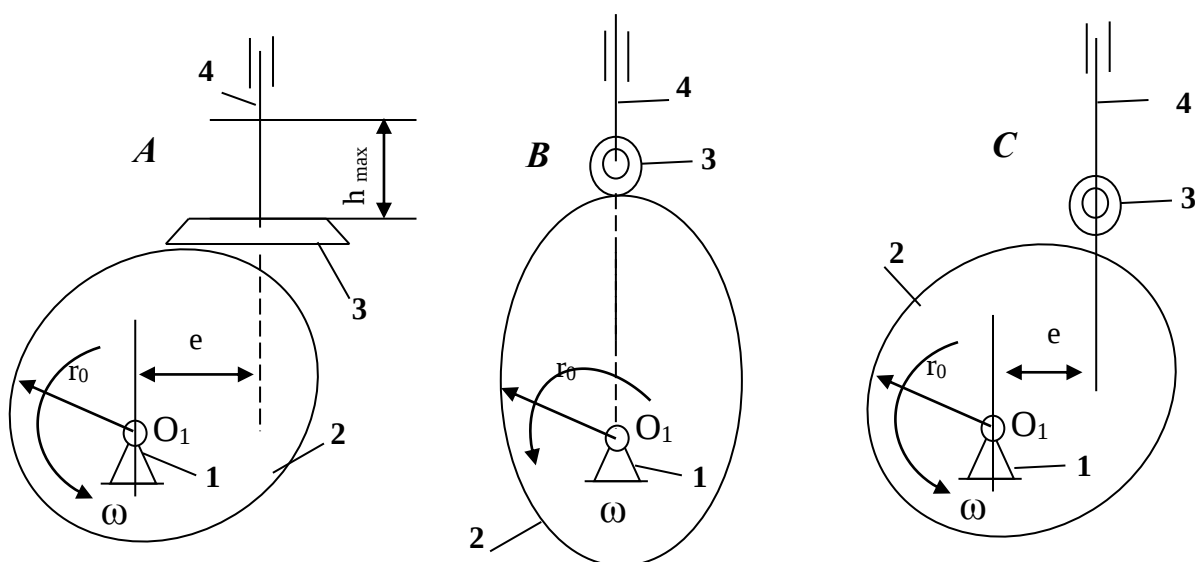
5. Kulachokli mexanizmlar

Texnikaning xilma – xil sohalarida juda ko'p ishlatiladi. Masalan, avtomatik mashinalarda, avtomabillarda juda yaxshi natijalar berib kelmoqda. 2.5 – rasmda oddiy kulachokli mexanizmlar tasvirlangan. Bu mexanizmlar asosan to'rt zvenodan: 1- qo'zg'almas zveno, 2- qo'zg'almas o'q atrofida aylanuvchi zveno (kulachok), 3-rolik, 4- tolkatel (shanga) lardan iborat.

Kulachokli mexanizmlar aksial va dezaksial kulachokli mexanizmlarga bo'linadi (2.6- rasm).

1.6-rasmning A va S lari dezaksial va 2.6- rasm B esa aksial kulachokli mexanizm tarkibiga kiradi.

Tolkatelning o'qi kulachokning aylanish o'qi O_1 dan o'tsa, kulachokli bunday mexanizm aksial (2.6-rasm B) yoki markaziy kulachokli mexanizm deb ataladi; tolkatel o'qi (O_1) nuqtadan o'tmasa, u holda mexanizm dezaksial kulachokli mexanizm deb ataladi.



Dezaksial tekis tolkatelli kulachokli mexanizm 1-qo'zg'almas zveno: 2-kulachok; 3-rolik; 4-tolkatel.

Aksial kulachokli mexanizm 1-qo'zg'almas zveno: 2-kulachok; 3-rolik; 4-tolkatel.

Dezaksial kulachokli mexanizm 1-o'zg'almas zveno: 2-kulachok; 3-rolik; 4-tolkatel.

2.6-rasm

6. Shesternyali (tishli) mexanizmlar

Tishli g'ildiraklar vositasida harakat bir valdan ikkinchi valga uzatiladi. Harakat uzatayotgan ikki g'ildirak yoki shesternya tishli ilashish hosil qiladi. Agar tishli ilashishda silindrik sirtlarga o'rnatilgan tishlar shu silindirlarning o'qlariga parallel bo'lsa tishli ilashishning bu turi to'g'ri tishli ilashma deb ataladi.

Silindrik sirtlarga tishlarning qanday o'rnatilishiga qarab, tishli ilashishlar ikki turga bo'linadi. Agar ikkala zvenodagi tishlar silindrning sirtqi ya'ni tashqi yuzasiga o'rnatilgan bo'lsa, bunday ilashish sirtqi ilashish deb ataladi. G'ildiraklardan birining tishlari silindrning ichki yuzasiga joylashgan bo'lsa, bunday ilashish ichki ilashish deb ataladi. Silindrik ilashishda tishli g'ildiraklardan biri reyka bo'lsa, u holda, ilashish reykali silindrik ilashish hisoblanadi

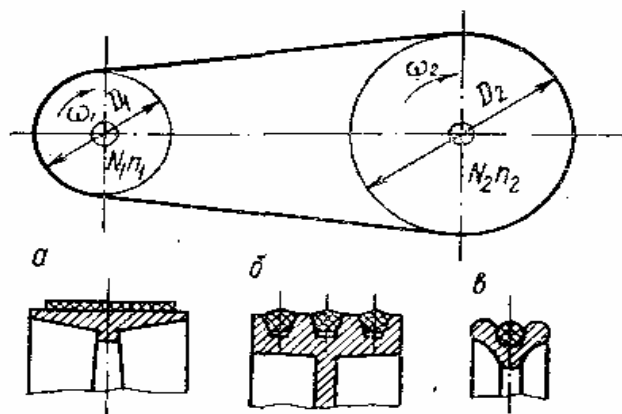
7. Friksion mexanizmlar

Ishqalanish kuchining yordami bilan har qanday zvenoning harakati to'xtatilishi yoki to'xtab turgan zveno harakatga keltirilishi mumkin. Ishqalanish kushlari yordami bilan harakatga keltiriluvshi yoki to'xtatiluvshi mexanizmlar friksion mexanizmlar deb ataladi.

Friksion mexanizmlar texnikaning turli tarmoqlarida mexanizm zvenolarining burchak tezliklarini bir me'yorda o'zgartirish uchun har xil konus uzatmalarda, ba'zi muftalarda va turli tormozlarda ko'p ishlatiladi.

8. Egiluvshan zvenoli mexanizmlar

Hozirgi zamon texnikasida egiluvshan zvenolarni (arqonlar, tasmalar, lentalar, zanjirlar, troslar va boshqalarni) o'z ichiga oluvchi mexanizmlar ham ko'p ishlatiladi (2.7.rasm).



2.7 – rasm.

Egiluvchan zvenoli mexanizmlar yordami bilan o'qlari etaklovchi zveno o'qiga parallel va ayqashib o'tuvchi zvenolarga harakat uzatiladi. Bunday mexanizmlar to'qimachilik sanoatida yigiruv, to'quv mashinalarida ko'p uchratish mumkin.

9. Gidravlik va pnevmatik mexanizmlar Harakat uzatishda oraliq vosita sifatida ko'pincha suyuqlik va gazlar ham ishlatiladi. Texnikada bunday mexanizmlar gidravlik jihozlangan yoki pnevmatik jihozlangan mexanizmlar deb ataladi (hozirgi zamon avtomabillarida ishlatiladigan gidravlik tormoz).

10. Elektrik mexanizmlar Texnikaning turli tarmoqlarida tarkibiga elektrik elementlar kirgan mexanizmlar juda ko'p ishlatiladi. Bunday mexanizmlarning elektrik jihozlari qattiq egiluvchan va suyuq muhitlar vazifasini o'taydi.

Bunday elektrik mexanizmlarning afzalligi shundaki, ularning tarkibiga kiradigan etaklanuvchi zvenolar elektrik jihozlar yordami bilan tez to'xtatilishi yoki tez harakatga keltirilishi mumkin. Elektrik mexanizmlar nazorat ishlarida va turli prosesslarni yozib olish ishlarida ko'p qo'llanilib kelinadi.

Ma'ruza uchun savollar.

1. Mexanizm qanday turlarga bo'linadi.
2. Qanday mexanizm richagli mexanizm toifasiga kiradi.
3. Kulachokli mexanizmlar qanday harakat qiladi.
4. Qanday mexanizmlar shesternali mexanizm deb ataladi.

5. Vintli mexanizmlarning vazifasi nima.
6. Qanday mexanizmlar friksion mexanizm deb ataladi.
7. Tasmali mexanizmlar qanday mexanizm toifasiga kiradi.
8. Zanjirli mexanizm mexanizmlarning qaysi turiga mansub.
9. Pnevmatik mexanizmlar texnikaning qaysi sohalarida qo'llaniladi.
10. Quyi juftlik mexanizmlar tarkibiga qanday mexanizmlar kiradi.

3 - Mavzu: MEXANIZMLARNING TUZILISHI.

Reja:

1. Bog'lanishlar to'g'risida umumiy tuchunchalar.
2. Golonomli va golonomsiz bog'lanishlar.
3. Ushlab turuvchi yoki ajralmas bog'lanishlar.
4. Stasionar va nostasionar bog'lanishlar.
5. Ideal va real bog'lanishlar.
6. Kinematik juftlarning klassifikatsiyasi.
7. Quyi va oliy kinematik juftlar.
8. 3. Detal va zvenolar, zvenolar va kinematik juftlarni shartli belgilash.

Tayanch iboralar.

Mexanizm, bog'lanish, golinomli, golinomsiz, erksiz no'qta, erkli nuqta, kinimaytib bog'lanish, ajralmas bog'lanish, ideal va real bog'lanish.

Inson tomonidan yaratilgan, uning jismoniy va aqliy mehnatini engillashtirish va mehnat unumdorligini oshirish ushuni xizmat qiladigan qurilma mashina deb ataladi. Mashina mexanizmlardan tashkil topgan.

Bir yoki bir necha jism harakatini boshqa jismlarning aniq qonuniyatiga amal qiluvchi harakatiga aylantirib berishga mo'ljallangan qurilmaga mexanizm deb ataladi.

mexanizm shunday yopiq kinematik zanjirki, undagi bir yoki bir necha zvenoga harakat berilganda qolgan zvenolar aniq harakat qiladi.

Qo'yilgan kushlar ta'sirida ixtiyoriy harakat qiladigan nuqta ***erkin nuqta*** deb ataladi. Agar shu ta'sir etuvchi kushlar ma'lum bo'lsa, u holda material nuqta traektoriyasi harakatining boshlang'ish shartlariga bog'liq bo'ladi. Material nuqtaning fazodagi harakati, biror geometrik va kinematik xarakterdagi shartlar bilan cheklab quyilsa, bunday material nuqta ***erksiz nuqta*** deb ataladi. Nuqtaning erkin holatini cheklab turuvshi shartlar (sharoitlar) bog'lanishlar deb ataladi.

Qo'yilganlar bog'lanishlarga to'liq mexanik xarakteristika berish uchun bog'lanishlar turli belgilarga qarab ma'lum sinflarga ajratiladi. Shu nuqtai nazardan bog'lanishlar quyidagi guruhlariga bo'linadi.

G o l o n o m l i b o g ' l a n i s h l a r .

Material nuqtaga qo'yilgan bog'lanishlar uning fazodagi harakatigagina chek quyib, tezligini cheklamasa bunday bog'lanishlar **golonomli** bog'lanishlar yoki **geometrik bog'lanishlar** deb ataladi. Uning tenglamasi $\Psi(h, u, z) = 0$ bo'lgan faqat biror sirt ustida harakatlansa u holda shu sirtning tenglamasi bog'lanish tenglamasi deb ataladi.

Golonomli boglanishlarga bo'ysunadigan mexanik sistemalar **golonomli sistemalar** deb ataladi.

G o l o n o m s i z b o g' l a n i s h l a r.

Material nuqtaning doimo harakatlanuvchi sirti vaqt o'tishi bilan o'z rasmini o'zgartirsa, u holda shu sirtning tenglamasi quyidagicha bo'ladi.

$$\Psi(h, u, z, t) = 0 \quad (3.1)$$

(2.1) agar material nuqtaga qo'yilgan bog'lanishlar uning fazodagi holatini va tezligini cheklasa, u holda bunday bog'lanishlar **golonomsiz yoki kinematik bog'lanishlar** deb ataladi va uning matematik ifodasi quyidagicha bo'ladi

$$\psi\left(x, y, z, \frac{dy}{dt}, \frac{dx}{dt}, \frac{dz}{dt}, t\right) \quad (3.2)$$

Ushlab turuvshi yoki ajralmas bog'lanishlar

Agar material nuqta harakatiga, berilgan bog'lanishlar tenglamasiga bo'ysunib, u hamma vaqt, shu sirt yoki chiziq ustida qolsa, bunday bog'lanishlar **ushlab turuvchi yoki ajralmas bog'lanishlar** deb ataladi.

Ushlab turmovchi yoki ajraluvchi bog'lanishlar

Material nuqta harakati vaqtida sirtidan yoki chiziqdan ajraladi. Bunday bog'lanishlar faqat faza sohasini cheklaydi xolos va material nuqta shu chegaradan chiqmaydi.

5. Stasionar bog'lanishlar

Bunda material nuqtaga qo'yilgan geometrik yoki kinematik bog'lanishlar vaqtga oshkora bog'liq bo'lmaydi, ya'ni ular o'z rasmini va holatini o'zgartirmaydi. M: aylanada harakatlanuvchi nuqta $h^2 + u^2 = R$ stasionar bog'lanishga bo'ysunadi.

Stasionarmas bog'lanishlar

Bunda material nuqtaga qo'yilgan bog'lanish, oshkora ravishda, vaqtga bog'liq bo'ladi. Masalan, $R^2 \cdot (t - t_0)^2 - (h - v_0 \cdot t)^2 - y^2 = 0$ ko'rinichida bo'ladi.

Ideal va real bog'lanishlar

Bog'lanish effektini reaksiya kuchi bilan almashtirish mumkin agar ishqalanish hisobga olinmasa, bog'lanish sirti absolyut silliq bo'lib, reaksiya kuchi sirt normal bo'ylab yo'naladi. Bunday bog'lanish **i d e a l** bog'lanish deb ataladi. Agar reaksiya kuchi sirt normaliga ma'lum burchak ostida yo'nalsa, u holda sirt gadir-budur bo'ladi. Bunday bog'lanish **r e a l** bog'lanish deb ataladi.

Kinematik juft va ularning hossalari.

Biri ikkinchisiga yoki ikkinchisi birinchisiga nisbattan harakat qila oladigan ikkita zveno qo'shilmasi **kinematik juft** deb ataladi. Ikki zvenoning bir biri bilan qo'shilgan (tegishib turgan) erlari juftning elementlari deyiladi.

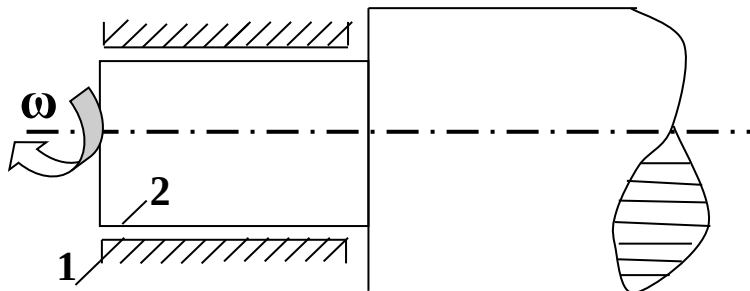
Mexanizmlar tarkibiga kiruvchi zvenolarning har biri ma'lum belgilangan tartibda harakat qiladi. Agar sistema tarkibiga kiruvchi zvenolar ma'lum belgilangan tartibda harakat qilmasa, u holda, bunday sistema mexanizm bo'lmay, tartibsiz harakat qiluvchi sistema bo'ladi.

Mexanizm tarkibiga kiruvshi zvenoning ikkitasi kinematik juft hosil qiladi. Rus olimlaridan H. I. Gahman, A. P. Malsev V.V. Dobrovol'skiy va I.I. Artobolevskiy kinematik juftlar nazariyasiga asos solganlar.

Ikala zveno (val uchi bilan podshipnik) bir – biriga silindrik yuza orqali tegib turadi. Ana shu tegib turgan sirtlar **juftning elementlari** deb ataladi 3.1 – rasm.

Agar val bilan podshnik erkin zvenolar deb qaralsa, ularning erkin darajalari

juftning erkin darajasidan ortiq bo'ladi. Kinematik juft tarkibiga kiruvchi zvenolarning nisbiy harakatiga ma'lum darajada cheklov quyiladi. Ana shu kinematik juft tarkibiga kirgan zvenolarning nisbiy harakatiga qo'yilgan cheklov kinematik juftlardagi **bog'lanish shartlar** deb ataladi.



3.1- rasm:

1. podshipnik 2. val uchi (ship).

Mexanizm tarkibiga kiruvchi zvenolar ilgarilanma, aylanma va murakkab harakat qilishi mumkin. Harakatning bunday turlari kinematik juftlar tarkibidagi zvenolarning nisbiy harakatlariga qo'yilgan cheklovlarga qarab bo'linadi.

Kinematik juftlar zvenolarning nisbiy harakatiga qo'yilgan cheklovlar (bog'lanishlar) soniga qarab bo'linadi.

4 - Mavzu: Kinematik juftlarning klassifikatsiyasi.

Reja:

1. Quyi va oliy kinematik juftlar.
2. Detal va zvenolar, zvenolar va kinematik juftlarni shartli belgilash.

Tayanch iboralar.

Mexanizm, bog'lanish, golinomli, golinomsiz, erksiz no'qta, erkli nuqta, kinimaytib bog'lanish, ajiralmas bog'lanish, ideal va real bog'lanish.

Kinematik juftlarning klassifikatsiyasi

Sovet olimlaridan akademik I.I.Artobolovski kinematik juftlarni ma'lum sinflarga bo'lib, ularning klassifikatsiyani tuzdi. Bu klassifikatsiya kinematik juftlar tarkibiga kiruvchi zvenolarning nisbiy harakatiga qo'yilgan cheklovlar soniga qarab tuziladi. Dobrovolskiyning aniqlashiga asosan fazoda kinematik juftlar 5 xil sinfga yoki turga bo'linadi.

Golonomli bo'linishga buysunuvchi biror ob'ektning fazodagi holatini aniqlovchi bir-biriga bog'liqsiz fermentlar soni shu ob'ektning fazodagi holatini aniqlovchi bir - biriga bog'liqsiz sonlari shu ob'ektning erkinlik darajasi deyiladi.

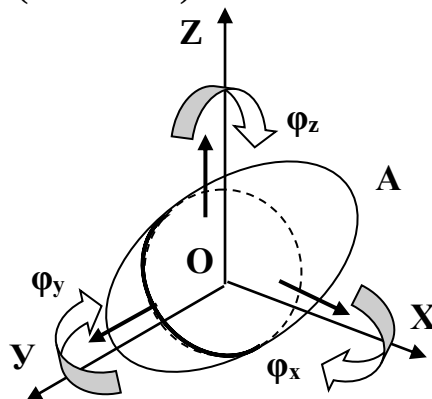
Agar ozod jism tekislikda harakat qilsa shu jismga tegishli ikki nuqta oralig'i o'zgarmas bo'lib, uning bog'lanish tenglamasi tekislikda va fazoda quyidagicha bo'ladi.

$$(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 = L^2 \quad (4.1)$$

$$(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 = L^2$$

Ikki nuqtaning koordinatalari to'rtta bo'lib, ular bir biri bilan (4.1) tenglamadagi bog'lanish sharti orqali aloqada bo'ladi. Demak tekislikdagi ozod jismning erkinlik darajasi uchga teng ekan. Umumiy holda fazoda harakat qilayotgan

har qanday qattiq jismning erkinlik darajasi oltita bo'lib, ulardan uchta X, Y, Z , o'qlari bo'ylab ilgarilanma harakatdan uchta esa shu o'qlar atrofida aylanma harakatdan iborat bo'lishi mumkin (2.1 - rasm).



4.1 - rasm:

Shunday qilib, fazodagi har bir zveno vaziatini 9 ta koordinata orqali ifodalasak, tekislikdagi zvenoning vaziatini 4 ta koordinata orqali ifodalash mumkin. Agar n ta zveno bo'lsa, u holda, fazodagi n ta zveno vaziyati $9n$ ta koordinata orqali, tekislikdagi n ta zvenoning vaziyati esa $4n$ ta koordinata orqali ifodalanadi.

Agar bu koordinatalar bir – biri bilan hech qanday bog'lanish orqali cheklanmagan bo'lsa, u holda, tekislikda ularning erkinlik darajalari $4n - n$ bo'lib, fazoda $9n - 3n$ bo'ladi. Aksincha, tekislikdagi sistemalar $4n$ ta bog'lanish orqali, fazodagi zvenolar sistemasi esa $9n$ ta bog'lanish orqali cheklangan bo'lsa, zvenolar sistemasi qattiq jismga aylanadi, ya'ni ularning erkinlik darajasi nolga teng bo'ladi.

Shunday qilib sistemaning qo'zg'aluvshanligi shu sistemaning kordinatalar soni bilan ularga qo'yilgan bog'lanishlar sonining ayirmasi orqali belgilanadi. Bu ayirma sistemaning **erkinlik darajasi** deb ataladi. Nisbiy harakatga qo'yilgan cheklovlar soni 6 tadan kam bo'lishi kerak. Agar 6 ta bo'lsa, kinematik juftlar xususiyati yo'qolib juft qattiq nisbiy harakatsiz jismga aylanadi.

Demak, bog'lanishlar soni 1-5 chegarada o'zgarar ekan. Endi nisbiy harakatdagi erkinlik darajasini N bilan, bog'lash shartlari sonini S bilan belgilab quyidagi tenglamani hosil qilamiz.

$$S + N = 6. \quad (4.2)$$

Butun kinematik juftlar, ular tarkibidagi zvenolarning nisbiy harakatiga qo'yilgan cheklovlar soniga qarab, beshta sinfga bo'lishni ko'rib o'rganamiz. Buning uchun (2.2) formuladan foydalanib kinematik juftlar bog'lanishlarining sonini aniqlaymiz.

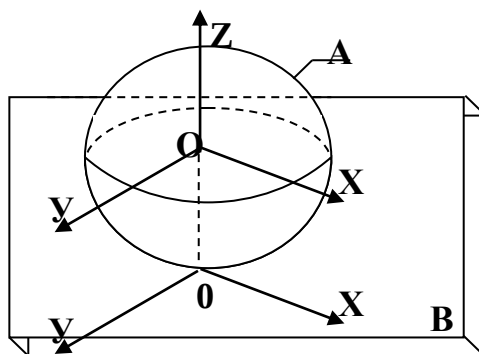
$$S = 6 - N \quad (4.3)$$

(2.3) tenglamadan foydalanib, kinematik juftlarning sinfariga oid misollarni ko'rib chiqamiz.

Tekislik ustida shar turibdi, deb faraz qilaylik (4.2-rasm). Shar bilan tekislik birgalikda kinematik juft hosil qiladi. Shar A harfi bilan, tekislik B harfi bilan belgilangan. Shar teksilikda uchta X, Y, Z orqali atrofida aylanma harakat va X, Y o'qlari bo'ylab ilgarilanma harakat qiladi.

Shar Z o'qi bo'ylab pastga tomon harakat qila olmaydi, chunki, uning

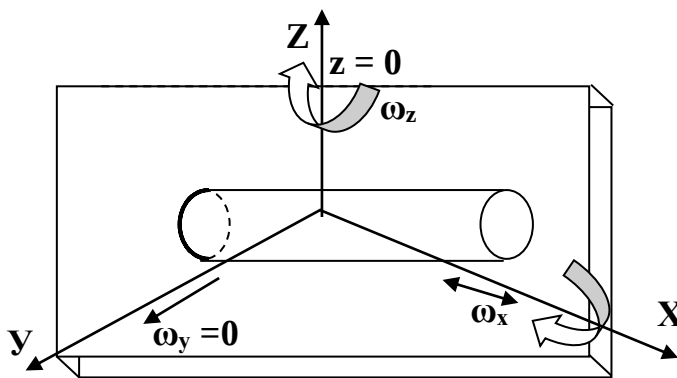
harakatiga tekislik to'sqinlik qiladi. Demak, shar bilan tekislik o'rtasida bog'lanish hosil bo'ladi. Sharining fazodagi vaziyatini o'zaro uchta bog'lanish tenglamasi bilan bog'langan 9 ta koordinata orqali belgilab olinadi. Bir – biriga bog'liqsiz 9 ta koordinata sonidan 3 ta bog'lanish sonini ayirib, 6 ta erkinlik darajasini hosil qilish mumkin. Sharining tekislikka doimo tegib turish shartiga asosan, sharining erkin harakatiga yana bitta cheklov qo'yamiz.



4.2 – rasm. I sinf kinematik juft.

Shunday qilib, sharining 3 ta o'q atrofida aylanma va ikki x, y o'qlari bo'ylab ilgarilanma harakatini olamiz. Shunda shar 5 hil harakatda bo'ladi, bu esa sharining erkinlik darajasi sonini bildiradi, bunda bog'lanish tenglamalar soni quyidagicha bo'ladi. **Tekislik bilan shar $S = 6 - N = 6 - 5 = 1$ birinchi sinf juft hosil qilinadi.**

Agar tekislik ustida silindr bo'lsa, bu silindr z va x o'qlari atrofida aylanma, x va y o'qlari bo'ylab ilgarilanma harakat qiladi. Demak kinematik juft zvenosi bo'lgan silindrning erkinlik darajasi soni 4 ga tengdir (4.3 - rasm).



4.3 – rasm. II sinf kinematik juft.

Silindrga qo'yilgan bog'lanish shartlarining soni quyidagicha bo'ladi:

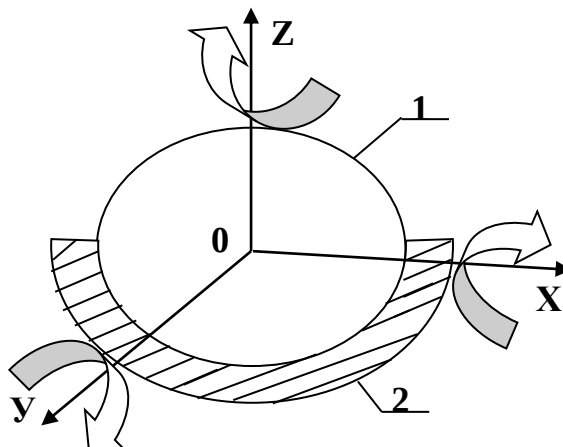
$S = 6 - 4 = 2$ II – sinf kinematik juftdir.

Sferik qobiq ichiga solingan shar bog'lanishlar soni 3 ga teng bo'lgan kinematik juftga misol bo'la oladi..

1 zveno (shar) sirtqi yuzasi bilan 2 zvenoning ichki yuzasiga doimo tegib turishi va zvenolardan biri ikkinchisiga nisbatan faqat shu yuzalar orqaligina nisbiy harakat qilishi mumkin. Bunday kinematik juft **sharli sharnir** deb ataladi.

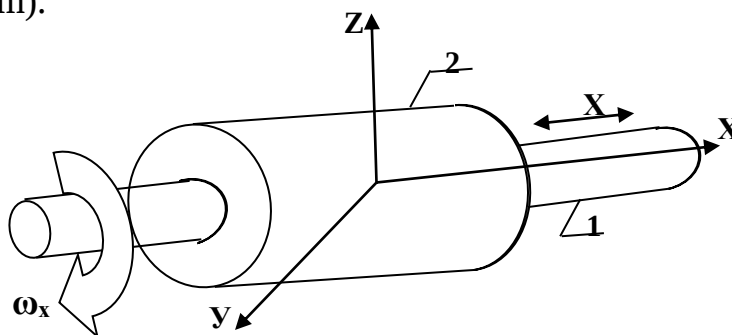
1 zvenoning 2 zvenoga nisbatan yoki 2 zvenoning 1 zvenoga nisbatan harakati faqat x, y, z o'qlari atrofida bo'ladigan aylanma harakatdan iboratdir (4.4 rasm). Unga qo'yilgan bog'lanishlar soni quyidagicha bo'ladi:

Sharli sharnir: $S = 6 - N = 6 - 3 = 3$ uchinchi sinf kinematik juft



4.4 – rasm. III sinf kinematik juft.

IV sinfga oid kinematik juftni ko'rib chiqaylik. Kovak silindr ichiga silindr joylashgan deb faraz qilaylik (4.5 - rasm). Rasmda ko'rsatilgan yaxlit va kovak silindrlarning elementlari silindrik yuzalar bo'lib, ulardan birining yuzasi (1 - zvenoniki) sirtqi silindrik yuza bo'lsa, ikkinchisiniki (2 – zvenoniki) ichki silindrik yuzadir (4.5 rasm).



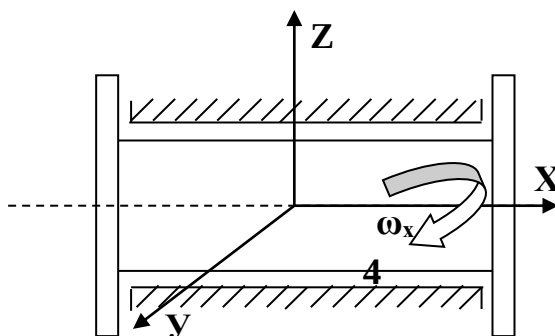
4.5 – rasm. IV sinf kinematik juft.

Uning bog'lanishlar soni quyidagicha. **Ichma-ich joylashtirilgan silindr**

$S = 6 - N = 6 - 2 = 4$ to'rtinchi sinf kinematik juft.

V sinfga oid kinematik juftlar bilan tanishib o'taylik. Agar x o'qi bo'ylab ilgarilama harakatga chek qo'ysak, u holda zveno faqat shu o'q atrofida aylanadi, bordi-yu, aylanma harakatga chek qo'ysak, zveno faqat x o'qi bo'ylab ilgarilama harakat qiladi (4.6 rasm). Demak kinematik juft zvenosiga qo'ilgan bog'lanish shartlarining soni quyidagicha bo'ladi:

Yon tomonlariga cheklama o'rnatilgan ichki va tashqi silindrik bog'lanish $S = 6 - N = 6 - 1 = 5$ beshinshi sinf kinematik juft



4.6 – rasm. B sinf kinematik juft.

Rasmda ko'rsatilgan B sinf kinematik juftning elementlari ichki va sirtqi silindrik yuzalar bilan bir qatorda, ularning yon tomonlariga o'rnatilgan cheklanish tashkil qilgan tekislikdan ham iboratdir.

Yuqorida bayon qilingan kinematik juftlar tarkibidagi zvenolarning oniy nisbiy harakatlari bir – biriga bog'liq emas. Ammo hozirgi zamon texnikasida zvenolarning mumkin bo'lgan oniy nisbiy harakatlari bir – biriga bog'liq, ya'ni bir – biri bilan biror qo'shimcha tenglama orqali bog'langan kinematik juftlar ham ko'p uchraydi.

Yuqorida bayon qilingan beshta sinf kinematik juftlarning birinchi sinfdan boshqalarining har hil ko'rinishlari bor. Bu ko'rinishlar kinematik juft tarkibiga kiruvchi zvenolar nisbiy harakatlarning aylanma yoki ilgarilanma bo'lishiga bog'liqdir. Masalan: II, IV sinf kinematik juftlarning ikki xil ko'rinishi, III, V sinf kinematik juftlarning uch hil ko'rinishi bo'ladi (aylanma, ilgarilanma hamda vintli juftlar).

Quyi va oliy kinematik juftliklar.

Kinematik juftlar quyi va oliy juftlarga bo'linadi. Kinematik juft elementlari bir biriga tekislik yoki sirt orqali tegishib tursa, bunday juft **quyi kinematik juft** deb, agar elementlari nuqta yoki chiziq orqali tegishib tursa, **oliy kinematik juft** deb ataladi.

Kinematik juftlardagi elementlar bir – biriga doimo tegib turishi uchun juftlar yopiq bo'lishi kerak. Kinematik juftlar ikki yo'l bilan, ya'ni kinematik va kuch orqali yopiladi.

Juft shu juft konstruksiyasi orqali kinematik yopiladi.

Kinematik juftlarning normal ishlashi uchun ularning kinematik yopilishi shart. Kinematik biriktirilgan juftlar kuch bilan yopilgan juftlarga nisbatan qulaydir.

Oliy kinematik juftlardagi bog'lanish nuqtalarning bir – biriga nisbatan olingan harakat traektoriyalari turlicha bo'ladi.

Quyi juftlarda bunday hollar bo'lmaydi. Shuning uchun, nisbiy harakatdagi bog'lanish nuqtasi traektoriyasiga ko'ra, quyi juftlar **qaytar**, oliy juftlar esa **qaytmasdir**.

Detal va zvenolar.

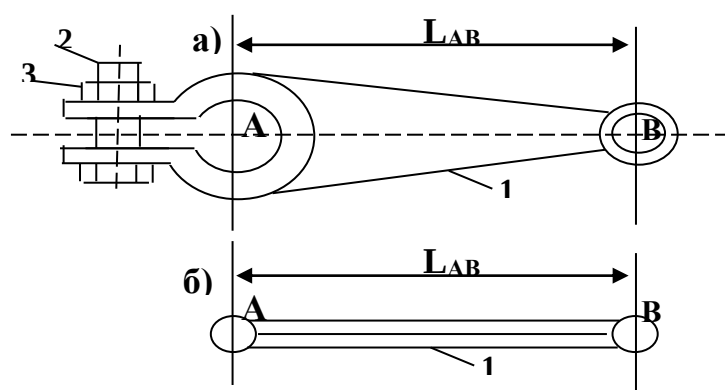
Har qanday mashina yoki mexanizm ayrim qismlardan iborat bo'ladi. Ana shu qismlar detallar deb ataladi. Detaillar jumlasiga bolt, gayka, shesternya, shkiv, val, porshen, shatun va boshqa qismlar kiradi. Har bir detalni maxsus yo'l bilan hisoblab topilgan o'lchamlar bo'ladi. Masalan, to'quv avtomatining tirsakli valini olsak, bu val ma'lum uzunlikka, diametriga, tirsak radiusiga va og'irlikka ega.

Bir yoki bir necha detalning mustahkam birikmasi zveno bo'ladi (4.8 - rasm). Zveno xususiy holi detaldir. 4.7 - rasm *a* da shatun zvenosi tasvirlangan. Bu zveno asosan uch qismdan yani (uch detaldan): Shulardan shatun (1), bolt (2) va gayka (3) lardan iborat. 4.7 – rasm *b* da shu zvenoning kinematik sxemasi tasvirlangan.

Mexanizmlar nazariyasini o'rganishda, asosan, mexanizmlarning kinematik sxemasini tuza bilish va u bilan ishlash katta ahamiyatga egadir.

Odatda, mexanizm tarkibidagi zvenolar (yoki detallar) va kinematik juftlar

konstruktiv jihatdan ishlab chiqilgan va texnologik prosessga moslashtirilgan maxsus rasmlarga (konfiguratsiyalarga) muvofiqlashtiriladi.



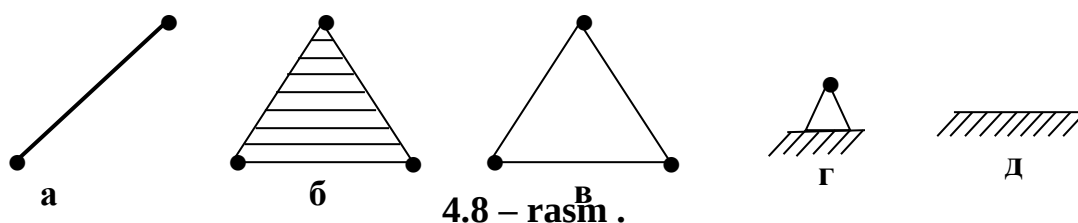
4.7- rasm. a) Zveno. b) Kinematik sxema.

Odatda, mexanizm tarkibidagi zvenolar (yoki detallar) va kinematik juftlar konstruktiv jihatdan ishlab chiqilgan va texnologik prosessga moslashtirilgan maxsus rasmlarga (konfiguratsiyalarga) muvofiqlashtiriladi.

Zvenolar va kinematik juftlarni shartli belgilash.

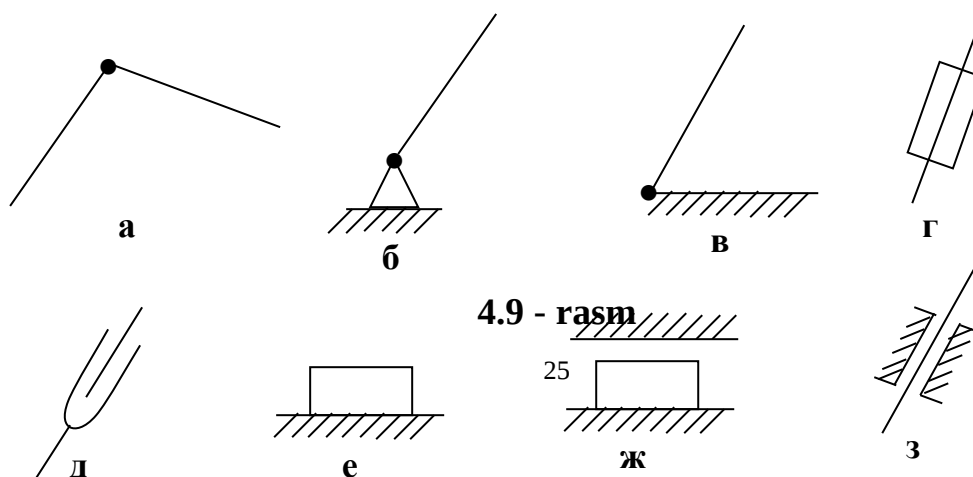
Zvenolarni belgilash

- 1) Ikki kinematik juft hosil qiluvchi harakatlanuvchi zveno (4.8- rasm, a);
- 2) uchta kinematik juft hosil qiluvchi harakatlanuvchi zveno (4.8-rasm, b, v)
- 3) qo'zg'almas zveno (4.8-rasm g, d).



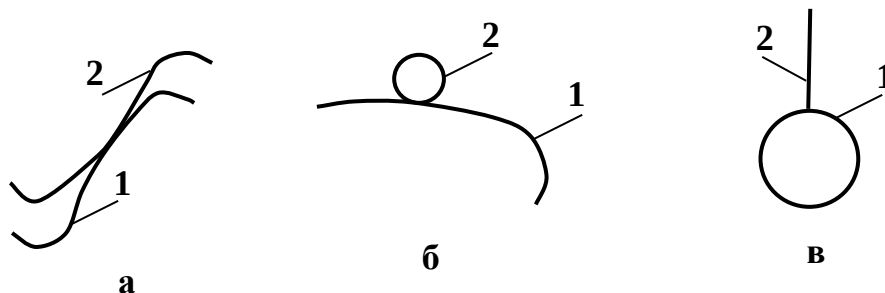
2. Quyi kinematik juftlarni belgilash.

- 1) Ikkita harakatlanuvchi zvenoning aylanma kinematik juft hosil qilishi (4.9 - rasm, a);
- 2) qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan zvenolarning aylanma kinematik juft hosil qilishi (4.9 – rasm, b, v)
- 3) qo'zg'aluvchan zvenolarning ilgarilama kinematik juft hosil qilishi (4.10 - rasm, g, d);
- 4) qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas zvenolarning ilgarilama kinematik juft hosil qilishi (4.9 - rasm, e, j, z).



3. Oliy kinematik juftlarni belgilash.

- 1) tishli g'ildiraklarda tishlarning kinematik bog'lanishi (2.10- rasm, a);
- 2) kulachokli mexanizmlarda zvenolarning kinematik bog'lanishi (2.10–rasm,b,v).



4.10 - rasm

Bir necha zvenolarning kinematik juftlar vositasi bilan birikichidaan (bog'lanichidaan) hosil bo'lgan qo'zg'aluvshi sistema kinematik zanjir deb ataladi.

mexanizm shunday yopiq kinematik zanjirki, undagi bir yoki bir necha zvenoga harakat berilganda qolgan zvenolar aniq harakat qiladi.

Ma'ruza uchun savollari.

1. Erkinlik darajasi deganda nimani tuchunasiz?
2. Jismning erkinlik darajasi nechta bo'ladi?
3. Fazodagi har bir zveno vaziyati nechta koordinata orqali ifodalanadi?
4. Tekislikdagi sistemalar sistemasi nechta bog'lanish orqali aniqlanadi?
5. Kinematik juftlar tarkibidagi zvenolarning oniy nisbiy harakatlari bir – biriga bog'liq bo'ladimi?
6. Qanday qurilma mexanizm deb atiladi?
7. Qanday vaziyatda bo'lgan nuqtalarni erkin nuqtalar deb atash mumkin?
8. Qanday shart ostida bo'lgan holatlarga bog'lanishlar deb ataladi?
9. Qanday bog'lanishlarga golinomli bog'lanishlar deb ataladi?
10. Qanday bog'lanishlarga golinomsiz bog'lanishlar deb ataladi?
11. Kinematik bog'lanishlar deganda nimani tuchunasiz?

5 - Mavzu: KINEMATIK ZANJIRLAR VA ULARNING TURLARI.

Reja:

1. Kinematik zanjirlar va ularning turlari.
2. Kinematik zanjirlarning erkinlik darajasi, tekislikda harakat qiluvchi mexanizmlarning tuzilish formulasi. P. L. Chebishev formulasi.
3. Tekis mexanizmlarni hosil qilish. Mexanizmlarning Assur- Artobolevskiy klassifikatsiyasi.

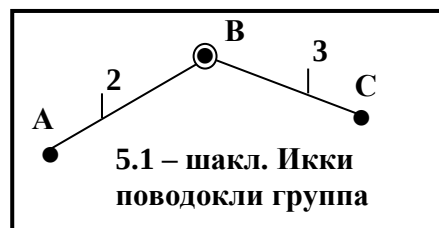
Tayanch iboralar.

Klass, erkinlik darajasi, sistema, koordinata, yopiq kinematik zanjir, bog'lanish, klassifikatsiyasi, juftlar, ochiq va yopiq zanjir, detal.

1. Kinematik zanjirlar va ularning turlari

Bir necha zvenoning kinematik juftlar vositasi bilan birikichidaan (bog'lanichidaan) hosil bo'lgan qo'zg'aluvchi sistema kinematik zanjir deb ataladi. Masalan. 2 va 3 zvenolar V sinf aylanma kinematik juft orqali V no'qtada bog'lanib, kinematik zanjir hosil qiladi (5.1 - rasm). Rasmda ko'rsatilgan zvenolarda ikki

hol bo'lishi mumkin: birinchidan, zvenolarning ikkalasi ham qo'zg'aluvchan bo'lib, bir- biriga nisbatan aylanma harakat qila oladi. Ikkinchidan zvenolarning biri qo'zg'almas bo'lib, ikkinchisi birinchisiga nisbatan (yoki, aksincha, birinchisi ikkinchisiga nisbatan) B sharnir vositasida aylanma harakat qiladi.

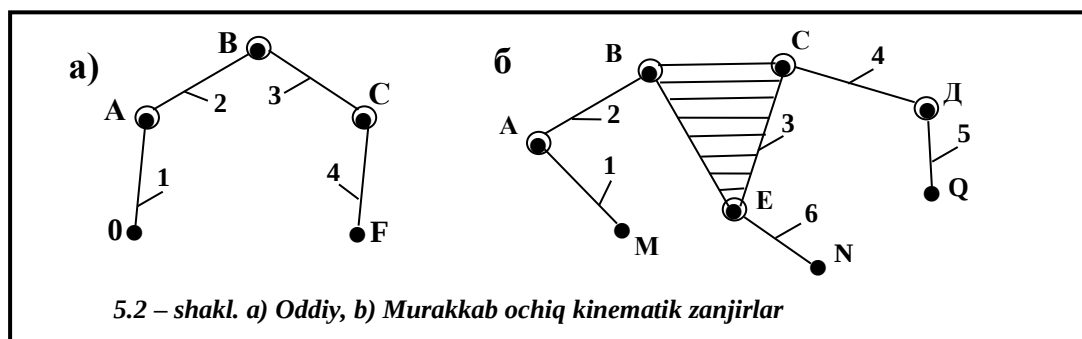


Kinematik zanjirlar, tarkibidagi zvenolar xiliga ko'ra oddiy va murakkab zanjirlarga bo'linadi. Agar kinematik zanjir tarkibiga kiruvshi zvenolarning biri faqat ikkitadan kinematik juftga kirs, bunday zanjir **oddiy zanjir** deb ataladi.

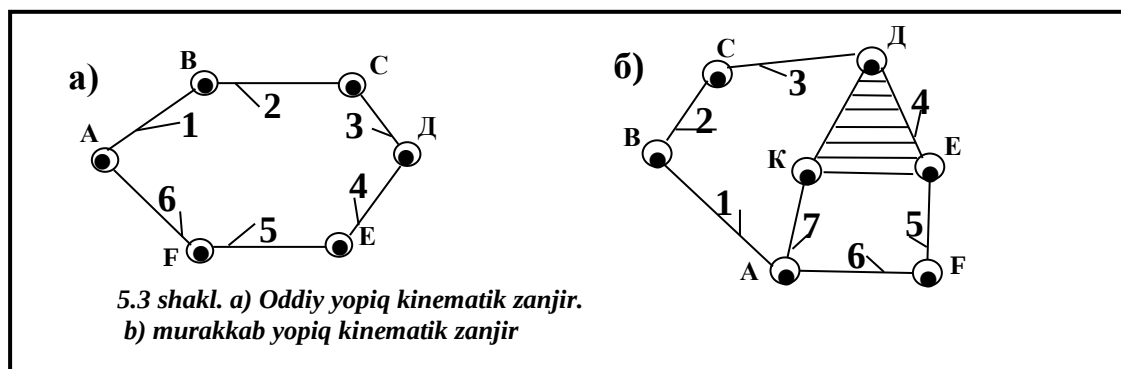
Agar kinematik zanjir tarkibidagi zvenolarning biri ikkitadan ortiq kinematik juftga qo'shilsa, bunday zanjir **murakkab zanjir** deb ataladi (5.2 – rasm, *a*, *b*).

Shunday qilib 3.2 rasm *a* da hosil qilingan 4 zvenoli kinematik zanjir oddiy ochiq zanjir bo'lib, uning O va F elementlari erkin elementlardir. 5.2 rasm, *b* da esa M , N , va Q lar erkin elementlar hisoblanadi.

5.2. rasmdagi tasvirga ko'ra, murakkab kinematik zanjirlar tarkibida bazisli zvenolar bo'lib, bu zvenolar uch yerdan kinematik juftlarga qo'shilish imkoniyatiga egadir.



Zanjirlar oddiy va murakkab turlarga bo'linibgina qolmay, balki ochiq va yopiq kinematik zanjirlarga ham bo'linadi. Oddiy va murakkab ochiq zanjirlar 5.2 – rasm *a* va *b* da ko'rsatilgan. Kinematik zanjirlar tarkibiga kiruvshi har bir zveno eng kamida ikkita kinematik juftga qo'shilsa, bunday zanjirlar yopiq zanjirlar deb ataladi (5. 3 rasm).



Yopiq kinematik zanjirlarda erkin elementlarning bo'lmashligi rasmdan ko'rinib turibdi. 5.3. *a* – rasmdagi oddiy yopiq kinematik zanjir oltita zveno va oltita kinematik juftdan tashkil topgan.

5.3. *b* – rasmdagi murakkab yopiq kinematik zanjirda zvenolar soni 7 ta,

kinematik juftlar soni esa 8 ta, chunki A nuqtada 1,6,7 zvenolar kinematik juft hosil qilgan. Bunday hollada A nuqtada ikkita kinematik juft bo'ladi.

Kinematik zanjirlarning erkinlik darajasi.

Kinematik zanjirlar bir necha zvenoning kinematik juftlar vositasida birikichida hosil bo'ladi.

Kinematik zanjirning qo'zg'aluvchanlik darajasi N , kinematik zanjir tarkibidagi zvenolar soni K demak turli sinf kinematik juftlar soni orasidagi bog'lanishni aniqlaymiz.

K ta zvenoning umumiy erkinlik darajasi 6 K ga ega bo'ladi. Agar K ta zvenodan tuzilgan kinematik zanjir tarkibida I, II, III, IV va V klass kinematik juftlar bor deb faraz qilib, shu kinematik juftlar sonini tegishli R_1, R_2, R_3, R_4 va R_5 harflari bilan belgilasak, u holda kinematik zanjirning umumiy erkinlik darajasi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$N = 6K - 5R_5 - 4R_4 - 3R_3 - 2R_2 - 1R_1 \quad (5.1)$$

bu formuladan N – kinematik zanjirning erkinlik darajasi;

K – kinematik zanjir tarkibiga kiruvchi zvenolarning umumiy soni;

R_5 - kinematik zanjir tarkibidagi V sinf kinematik juftlar soni (ularning har biri 5 tadan erkinlik darajasini yo'qotadi);

R_4 - kinematik zanjir tarkibidagi IV sinf kinematik juftlar soni (ularning har biriga 4 tadan bog'lanish qo'yilgan);

R_3 - kinematik zanjir tarkibidagi III sinf kinematik juftlar soni (ularning har biriga 3 tadan bog'lanish qo'yilgan);

R_2 - kinematik zanjir tarkibidagi II sinf kinematik juftlar soni (ularning har biri 2 tadan bog'lanish qo'yilgan);

R_1 - kinematik zanjir tarkibidagi I sinf kinematik juftlar soni (ularning har biri 1 tadan bog'lanish qo'yilgan);

Agar kinematik zanjir tekislikda bo'lsa, u holda, (3.1) ifoda quyidagicha yoziladi:

$$N = 3K - 2R_5 - 1R_4 \quad (5.2)$$

Demak bir zvenosi qo'zg'almas bo'lgan kinematik zanjirning qo'zg'aluvchanlik darajasi quyidagicha aniqlanadi:

$$W = N - 6 = 6(K - 1) - 5R_5 - 4R_4 - 3R_3 - 2R_2 - 1R_1$$

$K - 1 = n$ deb olsak, yuqoridagi ifodani quyidagicha yozib olishimiz mumkin:

$$W = 6n - 5R_5 - 4R_4 - 3R_3 - 2R_2 - 1R_1 \quad (5.3)$$

bu yerda, W – bir zvenosi qo'zg'almas bo'lgan kinematik zanjirning qo'zg'aluvchanlik darajasi;

n - kinematik zanjirdagi qo'zg'aluvchan zvenolar soni.

(5.3) formulasi bir zvenosi qo'zg'almas bo'lgan kinematik zanjirning umumiy holdagi qo'zg'aluvchanlik formulasi yoki struktura formulasi deb ataladi. Bu formula Somov – Malishev formulasidir.

Tekislikda harakat qiluvchi mexanizmlarning tuzilish formulasi (akademik P. L. Chebishev formulasi).

Kinematik zanjirlar tarkibiga kiruvchi zvenolardan birini mahkamlab quyish yo'li bilan mexanizmlar hosil qilinadi. Har qanday mexanizmدا harakat qonuni

berilgan va harakat qonunlarini topish lozim bo'lgan zvenolar bo'ladi. Demak, harakat qonunlari berilgan (ma'lum bo'lgan) zvenolar **etaklovchi zvenolar**, etaklovchi zvenolar harakat qonunlariga qarab aniqlanishi lozim bo'lgan zvenolar **etaklanuvchi zvenolar** deb ataladi. Shu bizga ma'lum bo'ldiki, har bir mexanizmda etaklovchi va etaklanuvchi zvenolar bo'ladi.

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.

Tekislikda harakat qiluvchi mexanizmlar quyidagicha ta'riflanadi.

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

Bunday mexanizmlarning tuzilish formulasi rus akademigi P. L. Chebishev 1886 yilda jahonda birinchi bo'lib isbotladi.

Bu formula quyidagicha yoziladi:

$$W = 3n - 2P_5 - 1P_4 \quad (5.4)$$

bu yerda; W – tekis mexanizmning qo'zg'aluvchanlik darajasi;

n – tekis mexanizm tarkibidagi qo'zg'aluvchi zvenolar soni;

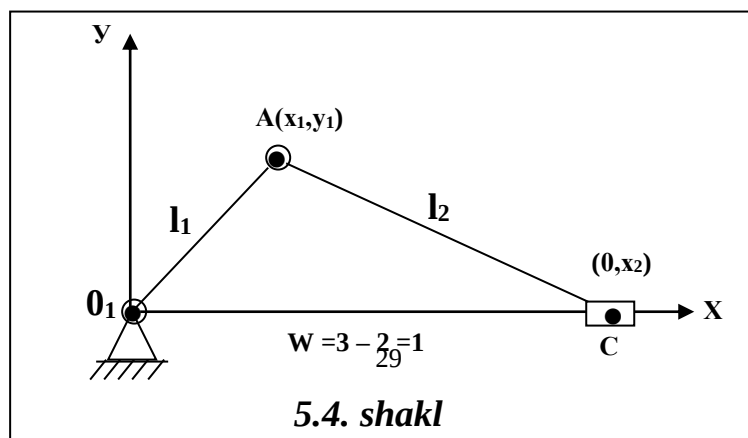
R_5 – V klass (tekislikda II klass) kinematik juftlar soni;

R_4 – IV klass (tekislikda I klass) kinematik juftlar soni.

(5.4) formula akademik P. L. Chebishev formulasi yoki tekis mexanizmlarning tuzilish formulasi yoki mexanizmlarning qo'zg'aluvchanlik darajasini aniqlovchi formula deb ataladi.

P. L. Chebishevning tuzilish formulasidan foydalanib, mexanizmlarning qo'zg'aluvchanlik darajasini aniqlaymiz. Agar qo'zg'aluvchi zvenolar soni bilan kinematik juftlar soni aniqlanib, sistemaning qo'zg'aluvchanlik darajasi nol bo'lsa, bunday sistemaning birorta zvenosi ham harakat qila olmaydi, bu esa sistemaning ferma ekanligini bildiradi. Agar mexanik sistemaning qo'zg'aluvchanlik darajasi birga teng ($W = 1$) bo'lsa, bu sistema bitta etaklovchi zvenoga ega mexanizm hisoblanadi. Agar berilgan mexanik sistemaning qo'zg'aluvchanlik darajasi ikkiga teng bo'lsa ya'ni ($W = 2$) bo'lsa, bunday sistema ikki etaklovchi zvenosi bo'lgan mexanizm hisoblanadi.

Agar 5.4.rasmdagi sistemaning qo'zg'aluvchanlik darajasini koordinatalar orqali topmoqchi bo'lsak, unda uchta koordinata (h_1, u_1, h_2) bo'ladi; bog'lanish tenglamalar soni esa 2 ga tengdir, qo'zg'aluvchanlik darajasi: $W = 3 - 2 = 1$.



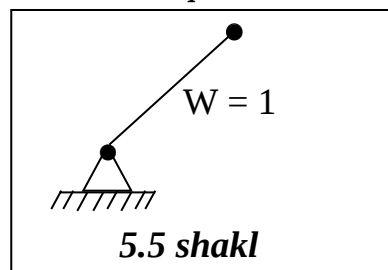
Kinematik juftlar nazariyasi bayon etilganda oliy juftlarning elementlari nuqta yoki chiziq, quyi juftlarning elementlari esa sirt yoki tekislik bo'lishi ma'lum.

Har qanday mexanizm tarkibidagi istalgan oliy juftni ma'lum shart asosida quyi juft bilan almashtirish mumkin. Demak berilgan oliy va quyi juftli mexanizmni faqat V sinf quyi juftga ega bo'lgan ekvivalent mexanizm bilan almashtirsak bo'ladi. Almashtirilgan bunday kinematik zanjirlar **kinematik ekvivalent sistemalar** deb ataladi.

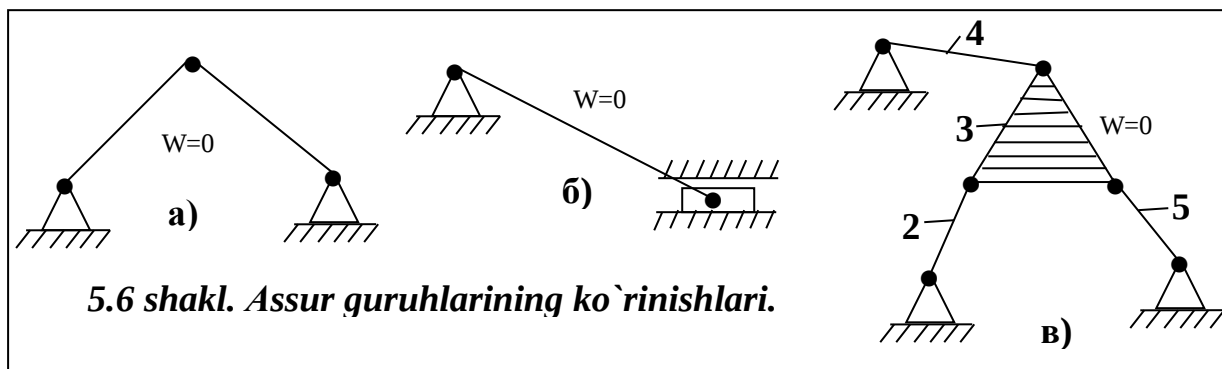
Tekis mexanizmlarni hosil qilish. Mexanizmlarning Assur - Artobolevskiy klassifikatsiyasi.

Har qanday mexanizm asosga o'rnatilgan bo'lib, bu asos shartli ravishda qo'zg'almas zveno deb qaraladi. Sxemalarda qo'zg'almas zveno shtrix chiziqlar bilan belgilanadi. Qo'zg'almas zveno hamda u bilan aylanma kinematik juft hosil qiluvchi zvenodan tashkil topgan sistema boshlang'ish mexanizm deyiladi (3.5 rasm). Bunday mexanizmning qo'zg'aluvchanlik darajasi 1 ga teng ya'ni:

$$W = 3n - 2p_1 = 3 \cdot 1 - 2 \cdot 1 = 1.$$



Ko'p zvenolardan tashkil topgan mexanizmlarning qo'zg'aluvchanlik darajasiga teng bo'lib qolishi uchun qo'shiladigan kinematik zanjirning qo'zg'almas zveno bilan hosil qiladigan yopiq zanjirning qo'zg'aluvchanlik darajasi nolga teng bo'lishi kerak. Bunday kinematik zanjirlar Assur guruhlarini deyiladi (56 rasm a, b, v).



Yuqorida aytilganlarga va keltirilgan misollarga ko'ra, Assur guruhlarining hosil bo'lish shartlari quyidagicha:

$$W = 3n - 2p_1 = 0 \quad (5.5)$$

bundan $p_1 = \frac{3}{2}n$. (5.6)

Assur guruhlarini richagsimon zvenolar va quyi kinematik juftlardan tashkil topgan. Agar mexanizm tarkibida oliy kinematik juft mavjud bo'lsa, u quyi kinematik juftli bitta qo'shimcha zveno bilan almashtiriladi.

(3.6) ifodadan ko'rinib turibdiki, zvenolar kasr son bo'la olmaslik shartiga ko'ra, Assur guruhlaridagi zvenolarning va unga mos keladigan kinematik juftlarning soni quyidagi qiymatlardan biriga ega bo'ladi:

$$n = 2n = 4n = 6n = 8, \quad p_1 = 3p_1 = 6p_1 = 9p_1 = 12 \text{ va h. k.}$$

Assur guruhlari akademik I. I. Artobolevskiy taklif etgan klassifikasiya bo'yicha quyidagi sinflarga bo'linadi:

I sinf. Aylanma harakat qiluvchi bosh zveno. U qo'zg'almas zveno bilan quyi kinematik juft hosil qilgan bo'lishi shart.

II sinf. Ikki zvenodan tashkil topgan guruh.

III sinf. Tarkibida 3 tomonli yopiq va ochiq kontur bo'lgan guruh.

IV sinf. Tarkibida 4 tomonli yopiq kontur bo'lgan guruh.

V sinf. Tarkibida 5 tomonli yopiq kontur bo'lgan guruh.

Ma'ruza uchun savollar.

1. Qanday mexanizmlar Assur guruhi deyiladi?
2. Assur guruhida mexanizmning qo'zg'aluvchanlik darajasi nechaga teng bo'ladi?
3. Fazodagi har bir zveno vaziyati necshta koordinata orqali ifodalanadi?
4. Tekislikdagi sistemalar sistemasi nechta bog'lanish orqali aniqlanadi?

6 - Mavzu: MEXANIZMLARNING KLASSIFIKATSIYASI.

Reja:

1. Mexanizmlarning rasional klassifikasiyasiga nisbatan quyiladigan talablar.
2. Tekislikda harakat qiluvchi mexanizmlar klassifikasiyasi.
3. Quyi kinematik juftli II sinf II – tartibli guruhning modifikasiyalari.

Tayanch iboralar.

Guruh, klass, ochiq kinematik zanjir, povodok, yopiq zanjir, quzg'aluvshanlik, erkin juft, kinematik zanjir.

Mexanizm va mashinalar nazariyasi tarrahiyotining dastlabki davrlarida mexanizmlarning tuzilishi va klassifikasiyasi sohasida ko'pgina olimlar ishladilar. XVIII asrning oxirlarida fransuz olimlaridan Gaspar Monj mexanizmlarni harakat uzatish turiga ko'ra klassifikasiya qilishga urindi. XIX asrning birinchi yarmida (1841 yilda) Amerika olimi Villis, XIX asrning ikkinchi yarmida (1875 yilda) nemis olimlaridan Relo o'zining kinematik juftlar va kinematik zanjirlar to'g'risidagi ta'limotida mavjud mexanizmlar orasida tuzilish jihatidan o'xshashlik borligini ko'rsaytib o'tdi.

1869 yilda mashhur rus matematigi va mexanigi akademik P. L. Chebishev bog'lanish shartlari soni va qo'zg'aluvchanlik darajasiga asoslangan kinematik zanjirlarning tuzilish formulasini jahonda birinchi bo'lib aniqladi.

Bu sohada rus olimlaridan professor Samovning ishlari diqqatga sazovordir. Uning 1888 yilda yozgan «Kinematik zanjirlarning erkinlik darajasi to'g'risida» degan kitobi mexanizmlar nazariyasini yoritishda katta o'rin tutdi.

Mexanizmlar klassifikasiyasi shu mexanizmlarning vazifalariga (funksional belgilariga) ko'ra tuzilsa ham bo'ladi, ammo bunday klassifikasiya mavjud barcha mexanizmlarni o'z ichiga ololmas edi, chunki asosi bir bo'lgan va hozirgi zamon texnikasida eng ko'p tarqalgan mexanizmlardan – krivoship – shatunli, to'rt zvenoli, planetar, differensial va boshqa mexanizmlar texnikaning turli tarmoqlarida turlicha texnologik proseslarda ishlatiladi. Masalan, krivoship – shatunli mexanizm avtomobilsozlikda, aviasiya sanoatida, traktorsozlikda va sanoatning boshqa tarmoqlarida ichki yonuv mashinasining asosiy mexanizmidir.

Tekislikda harakat qiluvchi mexanizmlar I. I. Artobolevskiyning

klassifikatsiyasiga binoan uchinshi guruhga kiradi. Bunday mexanizmlardagi aylanma kinematik juftlarning o'qlari bir – biriga paraleldir (sharnirli to'rt zvenoli mexanizmga qarang). Aylanma kinematik juftlarning o'qlari bir nuqtada kesishgan mexanizmlar **sferik mexanizmlar** deb ataladi. Sferik mexanizmlarning sharnir nuqtalari faqat sferada (shar sirtida) harakat qiladi; ular ham mexanizmlarning uchinchi guruhiga kiradi. I. I. Artobolevskiy klassifikatsiyasiga binoan, quyidagi besh guruh mexanizmlar uchun asosiy tuzilish formulasini olamiz.

Nolinshi guruhga tegishli mexanizmlar tarkibida umumiy holda besh xil sinf kinematik juft bo'ladi: $W_0 = 6n - 5P_5 - 4P_4 - 3P_3 - 2P_2 - P_1$ (6.1)

Birinchi guruhga oid mexanizmlar tarkibiga kiruvchi zvenolarga bitta umumiy bog'lanish quyiladi. Mexanizmning tuzilish formulasi quyidagicha bo'ladi:

$$W_1 = 5n - 4P_5 - 3P_4 - 2P_3 - P_2 \quad (6.2)$$

Demak, birinchi guruhga kiruvchi mexanizmlar tarkibida, umumiy holda, I sinf kinematik juftlar bo'lmas ekan.

Ikkinchi guruhga tegishli mexanizmlar uchun tuzilish formulasi quyidagicha bo'ladi: $W_2 = 4n - 3P_5 - 2P_4 - P_3$ (6.3)

(4,3) formuladan ko'rinib turibdiki, ikkinchi guruhga tegishli mexanizmlar tarkibida umumiy holda I va II sinf kinematik juftlar bo'lmas ekan.

Uchinshi guruhga tegishli mexanizmning tuzilish formulasi quyidagicha bo'ladi: $W_3 = 3n - 2P_5 - P_4$ (6.4)

To'rtinchi guruhga tegishli mexanizmlarning tuzilish formulasi quyidagicha bo'ladi: $W_4 = 2n - P_5$ (6.5)

To'rtinchi guruh mexanizmlari tarkibiga faqat V sinf aylanma, ilgirilama yoki vintli kinematik juftlar kirishi (6.5) formuladan ma'lum.

Shunday qilib, nolinchi guruhga tegishli mexanizmlar tarkibida, umumiy holda, besh xil kinematik juft bo'lishi, xususiy holda esa faqat har xil tekisliklarda harakat qiluvchi V sinf kinematik juftlar bo'lishi kifoya ekan.

Tekislikda harakat qiluvchi mexanizmlar klassifikatsiyasi.

Biz hozirgi kunda ishlatilayotgan mexanizmlar va mashinalarning xili birgina to'qimachilik sanoatida 2000 dan ortiq ekanligi ma'lum. Demak barcha mexanizmlarni tekshirish, ularni kinematik va dinamik nuqtai nazardan o'rganish uchun ularni ma'lum klassifikatsiyaga bo'lish va har qaysi sinfga tegishli mexanizmlarni o'rganishning ma'lum usullarini yaratish lozim bo'ladi.

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

1. **I - sinf mehanizmlar.** Bu sinfga erkinlik darajasi 1 ga teng bo'lgan mexanizmlar kiradi. Masalan, planetar mexanizmlar, kulachokli mexanizm va boshqalari.

2. **II - sinf mehanizmlar.** Bu sinflarga erkinlik darajasi 2 ga teng bo'lgan mexanizmlar kiradi. Ular texnikada juda ko'p tarqalgan bo'lib, bularga – differensial mexanizmlar, besh zvenoli mexanizmlar va shunga o'xshash mexanizmlar kiradi.

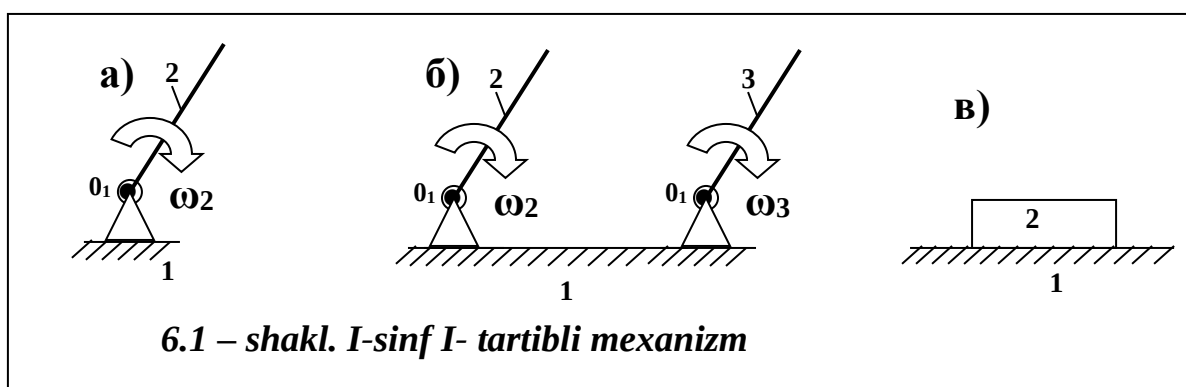
3. **III - sinf mehanizmlar.** Bunday mexanizmlar guruhiga erkinlik darajasi 3 ta va undan ortiq bo'lgan mexanizmlar kiradi.

Mexanizmlarning hosil qilinishiga oid asosiy prinsipni A. V. Assur birinchi marta ishlab chiqdi; uni quyidagicha tariflash mumkin:

Har qanday mexanizm etaklovchi zveno bilan (yoki etaklovchi zvenolar bilan) qo'zg'almas zvenoga (stoykaga) qo'zg'aluvchanlik darajasi nolga teng bo'lgan kinematik zanjirlarni (guruhlarni) ketma – ket qo'sha borib hosil qilinishi mumkin

Har qanday mexanizmning qo'zg'aluvchanlik darajasi (erkinlik darajasi) shu mexanizmning etaklovchi zvenolari soniga teng bo'ladi. Agar mexanizmning qo'zg'aluvchanlik darajasi birga teng bo'lsa, u holda, uning etaklovchi zvenosi ham bitta bo'ladi, agar mexanizmning qo'zg'aluvchanlik darajasi ikkiga teng ($W=2$) bo'lsa uning etaklovchi zvenolari ikkita bo'ladi.

L. V. Assur qo'zg'almas zveno bilan V klass kinematik juft hosil qiluvchi, ya'ni etaklovchi zveno bilan qo'zg'almas zvenoni (stoykani) shartli ravishda 1 sinf 1-tartibli mexanizm deb atadi (4.1. rasm *a*, *b* va *v*).



6.1 – shakl. I-sinf I- tartibli mexanizm

6.1 rasm, *a* da 2 – zveno qo'zg'almas zveno (1) ga nisbatan ω_2 burchak tezligi bilan aylanmoqda. 1 zveno bilan 2 zveno birga qo'shilib, O nuqta V sinf aylanma kinematik juft hosil qiladi.

6.1 – rasm *b* da 2 va 3 zvenolar qo'zg'almas zveno (1) bilan O_1 va O_2 nuqtalarda V sinf kinematik juft hosil qiladi va ular o'z o'qlari atrofida aylanma harakat qiladi. 6.1 – *v* da 2 zveno 1 zvenoga nisbatan faqat ilgarilama – qaytar harakat qila oladi. 1 va 2 zvenolar o'zaro V sinf ilgarilama juft hosil qiladi.

Haqiqatdan 6.1.- rasm, *a*, *b*, *v* larda uch xil I sinf mexanizmlar ko'rsatilgan. Rasmdagi har bir mexanizmni qo'zg'aluvchanlik darajasini aniqlab olamiz; 6.1 – rasm *a* $W = 3n - 2P_5 = 31 - 21 = 1$ ga teng

4.1 – rasm *b* $W = 3n - 2P_5 = 32 - 22 = 2$ ga teng

4.1 – rasm *v* $W = 3n - 2P_5 = 31 - 21 = 1$ ga teng

Demak, qo'zg'aluvchanlik darajasi nolga teng bo'lgan tekis kinematik zanjirlarning matematik ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$W_{gr} = 3n - 2P_5 - P_4 = 0$$

L. V. Assur tarkibiga faqat quyi kinematik juftlar kirgan guruhlarni tekshirib chiqik. U holda bunday guruhlarning matematik ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$3n - 2P_5 = 0 \quad (6.6)$$

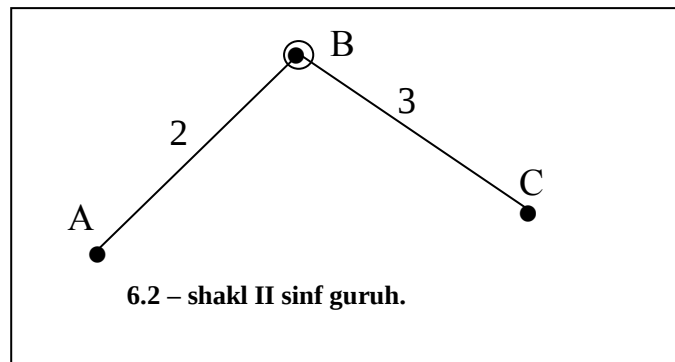
(6.6) tenglama qo'zg'aluvchanlik darajasi nol bo'lgan guruhlar (kinematik zanjirlar) tarkibidagi zvenolar soni bilan V sinf kinematik juftlar orasidagi

bog'lanishni ifodalaydi. Shunga asosan (6.6) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$P_5 = \frac{3}{2} n \quad (6.7)$$

Guruhlardagi zvenolar soni juft sonlardan, ya'ni 2, 4, 6, 8, ... lardan V sinf kinematik juftlar soni esa, tegishlicha, 3, 6, 9, 12, 15, ...lardan iborat ekanligi (6.7) formuladan ko'rinib turibdi.

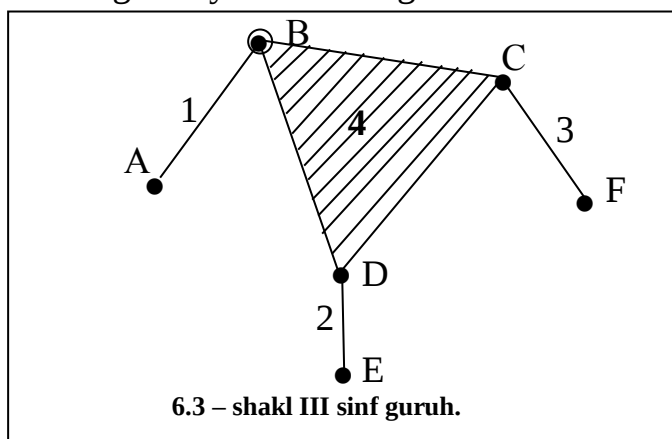
6.2. – rasmda ko'rsatilgan kinematik zanjirning qo'zg'aluvchanlik darajasi nolga teng ($W=0$). Bu guruh **ikki povodokli** guruh deb ataladi.



Guruhlar sinflarga bo'linadi. Rasmda A va C kinemat'ik juft elementlari bo'shdir, ularni boshqa elementlar bilan qo'shish mumkin.

Zvenolar soni 4 ga, V sinf kinematik juftlar soni 6 ga teng bo'lgan kinematik zanjirni ko'rib chiqaylik (6.3.- rasm). Bu kinematik zanjirning erkin elementlari soni A, E, F orqali belgilangan.

Demak, erkin juft elementlari uchta bo'lgani uchun bu xil ochiq kinematik zanjir **uch povodokli** guruh yoki III sinf guruh deb ataladi.



Ikki povodokli guruhda kinematik juftlarning erkin elementlari ikkita bo'lgani uchun, u II sinf 2 – tartibli guruh deb ataladi.

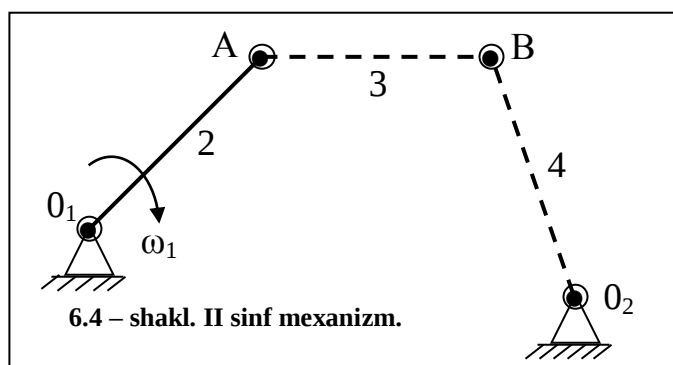
Yuqorida bayon etilgan 2, 3, 4, 5, - tartibli guruhlar **Assur guruhlari** deb ataladi. Agar guruh tarkibida ikkita zveno va uchta V sinf juft bo'lsa, bunday guruh II sinf va 2 – tartibli guruh deb yoki ikki povodokli guruh deb ataladi.

Tarkibiga faqat II sinf 2 – tartibli guruhlar kirgan mexanizmlar **II sinf mexanizmlar** deb ataladi. Bunday mexanizmlar I sinf (yoki boshlang'ish)

mexanizmlarga II sinf 2 – tartibli Assur guruhini qo'shish yo'li bilan hosil qilinadi (6.4 – rasm). Bu mexanizm to'rt zvenoli mexanizm bo'lib, hozirgi zamon texnikasida eng ko'p uchraydigan mexanizmlardan biri hisoblanadi.

Bu mexanizm quyidagicha hosil qilinadi:

I sinf mexanizmga (1, 2 zvenolarga) II sinf 2 – tartibli Assur guruhi qo'shiladi (3, 4 zvenolar), natijada II sinf mexanizm hosil qilinadi.

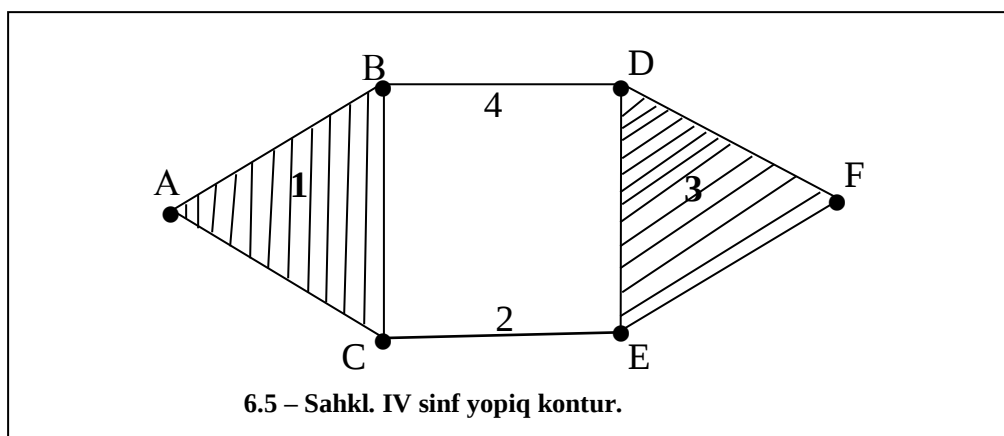


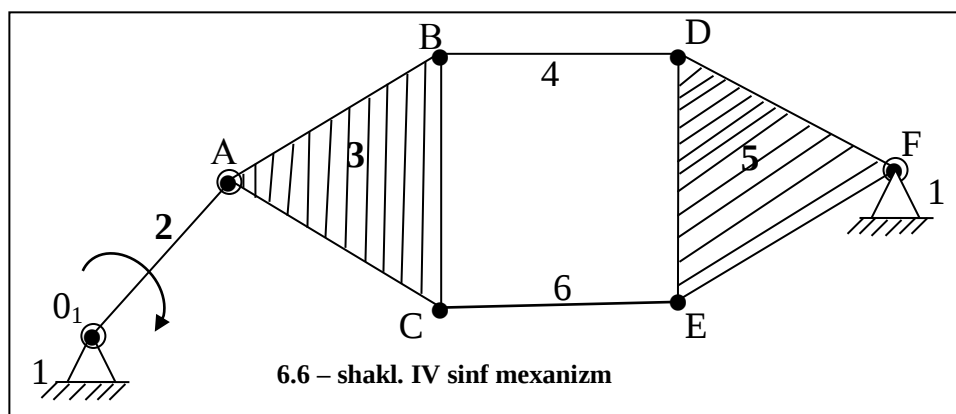
To'rtta zvenosi va oltita V sinf kinematik jufti bo'lgan yopiq kinematik zanjirni ko'rib chiqamiz (6.5. – rasm). Bu qo'zg'aluvchi yopiq sistema hisoblanadi.

Rasmdan ko'rinib turibdiki, yopiq konto'ring bazisli zvenolaridagi kinematik juftning A va F elementlari erkin holdadir. Yopiq konto'ring A va F erkin elementlari konto'ring nisbiy harakatiga ta'sir etmaydi. Konto'ring istalgan zvenosiga nisbatan qo'zg'aluvchi ekanligini bilish va tuzilish formulasidan foydalanib, qo'zg'aluvchanlik darajasini topish mumkin.

Shunday qilib, bu yopiq konturdagi erkin elementlardan birini (A ni) I sinf mexanizm krivoshpdagi erkin element bilan, ikkinchisini qo'zg'almas zvenodagi element bilan qo'shib, yangi mexanizm hosil qilish mumkin.

6.5 – rasmdagi yopiq kinematik zanjirda bazisli ikkita zveno (ABC va EDF) bo'lib, $CBDE$ konto'ring nisbiy qo'zg'aluvchanlik darajasi birga tengdir. Shunday yopiq konturli guruhlar IV sinf 2 – tartibli guruhlar deb ataladi. Bunday guruhlar asosiy mexanizmga A va F elementlari bilan qo'shiladi va quyidagi 6.6 – rasmdagi mexanizm hosil bo'ladi.





Shunday qilib, tarkibida IV sinf 2 – tartibli guruhlar bo'lgan mexanizmlar **IV sinf mexanizmlar** deb ataladi.

Agar bir mexanizm tarkibida I, II, III va IV klass guruhlar bo'lsa, shu mexanizm sinfi eng yuqori sinfli guruh nomi bilan yuritiladi.

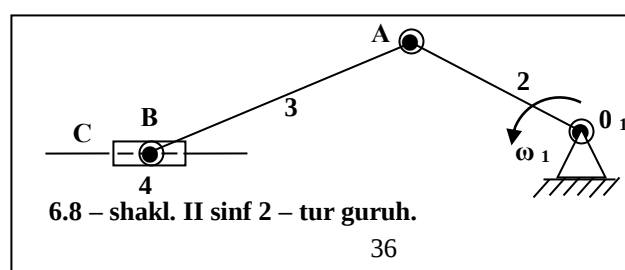
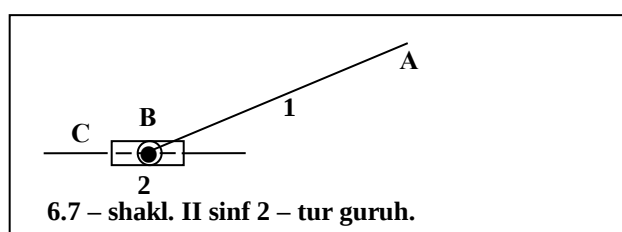
Hozirgi zamon texnikasida eng ko'p tarqalgan mexanizmlar II, III sinf mexanizmlardir. Shuning uchun biz, asosan II va III sinf mexanizmlar bilan tanishib o'tamiz.

Quyi kinematik juftli II sinf II – tartibli guruhning modifikatsiyalari.

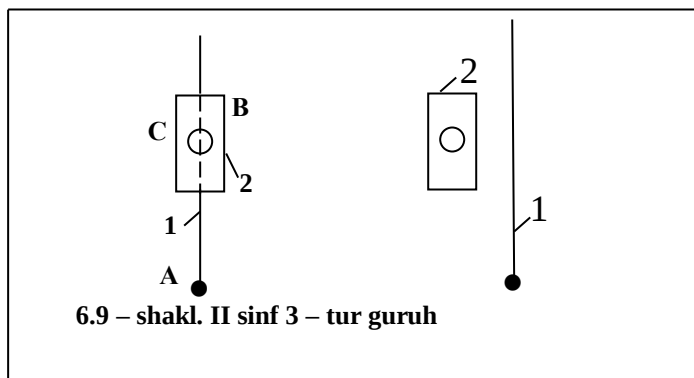
Mashina va mexanizmlar hozirgi zamon texnikasining asosidir. Texnikaning turli tarmoqlarida tarkibiga II sinf 2 – tartibli guruhlar kirgan mexanizmlar juda ko'p uchraydi. Shuning uchun ham Assur guruhiga alohida to'xtalish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Agar bu guruhda ikkita zveno va uchta aylanma juft bo'lsa, bunday guruh II sinf 1 – tur guruh deb ataladi (6.2 rasm). Bu guruhni asosiy mexanizmga qo'shish yo'li bilan V sinf aylanma juftli har hil II sinf mexanizmlar, masalan, to'rt zvenoli, besh zvenoli, olti zvenoli, sakkiz zvenoli va shu kabi mexanizmlar hosil qilinadi.

Agar guruh tarkibida ikkita zveno, ikkita aylanma va bitta ilgarilama juft bo'lsa, bunday guruh II sinf 2 – tur guruh deb ataladi (6.7 rasm). Bunday guruhlarini asosiy mexanizmga qo'shish yo'li bilan V sinf aylanma va ilgarilama kinematik juftlari bo'lgan har xil II sinf mexanizmlar hosil qilinadi. 6.8 – rasm krivoship – shatunli mexanizm.



Agar II sinf I – tur guruhning o’rta sharnirini (aylanma juftni) ilgarilanma juft bilan almashtirsak, hosil bo’lgan guruh II sinf 3 – tur Assur guruhi deb ataladi (6.9 rasm).



Bunday guruhlarni asosiy mexanizmga qo’shish yo’li bilan V sinf aylanma va ilgarilanma juftlari bo’lgan kulisali har hil mexanizmlar hosil qilinadi.

Ma’ruza uchun savollar.

1. Assur guruhi deganda nimani tuchunasiz.
2. Sinflar bir – birlaridan qanday farqlanadi.
3. Hozirgi zamon texnikasida eng ko’p tarqalgan mexanizmlar qaysi sinf mexanizmlar hisoblanadi.
4. Qanday ochiq kinematik zanjir **uch povodokli** guruh yoki III sinf guruh deb ataladi.
4. Agar mexanizmning qo’zg’aluvchanlik darajasi birga teng bo’lsa, u holda, uning etaklovchi zvenosi nechaga teng bo’ladi.

7 - Mavzu: TEKISLIKDA HARAKATLANUVCHI MEXANIZMLAR KINEMATIKASINI GRAFIK VA ANALITIK TEKSHIRISH USULLARI.

Reja:

1. Mexanizmlar kinematikasining asosiy masalalari, mexanizmlarning turli vaziyatdagi planlarini qurish.
2. Tekislikda harakatlanuvchi mexanizm zveno va nuqtalarining tezlik hamda tezlanishlarini aniqlash.
3. Diagrammalar yordami bilan mexanizmlar kinematikasini o’rganish (grafik kinematika)

Tayanch iboralar.

Oniy aylanish, aylanish markazi, absolyut, uzunlik, zveno, kinematika, grafoanalitik,

1. Mexanizmlar kinematikasining asosiy masalalari.

Mexanizmlar kinematikasi alohida fan bo’lib, u asosan mexanizmlar kinematikasini uning harakati bilan bog’liq bo’lgan kushlarni hisobga olmagan holda o’rganiladi.

Mexanizmlar kinematikasida, asosan, mexanizmlar holatlari tuziladi, mexanizmlar zvenolaridagi nuqtalarning traektoriyalari va shu zvenolardagi nuqtalarning chiziqli siljishi, tezligi va tezlanishlari, zvenolarning esa burchak siljishi, tezligi va tezlanishlari topiladi.

Kinematikani o'rganishning analitik, grafik va grafoanalitik usullari bo'lib, bularning ham o'ziga xos turlari mavjud. Masalan: analitik yopiq vektorli konturlar usuli, to'g'ri burchakli koordinatalar usuli va trigonometrik usullar bor.

Hozirgi kunning aktual masalalaridan biri barcha ish prosesslarini mashinalashtirishdan iboratdir. Mashinalashtirishning oliy formasi esa avtomatlashtirishdir. Har qanday mexanizm tarkibidagi har bir zvenoning harakat qonunlarini bilmay turib, shu mexanizmga kinematik jihatdan to'g'ri baho berib bo'lmaydi.

Har qanday mexanizm ma'lum tartibda harakat qilishi shart, bu harakat mexanizm tarkibidagi etaklovchi zvenoning harakat qonuniga bog'liq bo'ladi. Mexanizmlardagi ana shu harakatlarni o'rganish mexanizmlar kinematikasining asosiy masalasidir.

Tekislikda harakat qiluvchi ko'p zvenoli mexanizmlardan ko'pining tarkibida zveno harakatlari, umuman uch hilda bo'ladi.

1. Mexanizm tarkibidagi zvenolar faqat ma'lum o'q atrofida aylanma harakat qila oladi. M: krivoship, koromislo, tishli va friksion.

2. Mexanizm zvenolari faqat ilgarilanma – qaytar yoki boshqasha qilib aytganimizda to'g'ri chiziqli harakatda bo'lishi mumkin. Polzun, zolotnik, kulisa va boshqa shunga o'xshash zvenolar shunday zvenolar jumlasiga kiradi.

3. Mexanizm zvenolari aylanma va ilgarilanma – qaytar harakatdan iborat murakab tekis harakatda bo'ladi. Shatun, tosh va boshqalar shunday zvenolarga misol bo'la oladi.

Mexanizmlar harakatlarini o'rganish davrida ularning absolyut va nisbiy harakatlarga bo'lib o'rganiladi. Mexanizm tarkibidagi zvenolarning har qanday qo'zg'almas zvenoga nisbatan olingan harakatlari absolyut harakat deb hisoblansa, qo'zg'aluvchi sistemaga (zvenoga) nisbatan olingan harakatlari esa nisbiy harakatlar deb ataladi. Qo'zg'almas o'q atrofida aylanuvchi zvenoning oniy aylanish markazi shu aylanish o'qida bo'ladi; bu markaz absolyut harakatdagi oniy markaz deb, shu zvenoning harakati qo'zg'aluvchan biror zvenoga nisbatan olinsa, nisbiy harakatdagi oniy markaz deb ataladi.

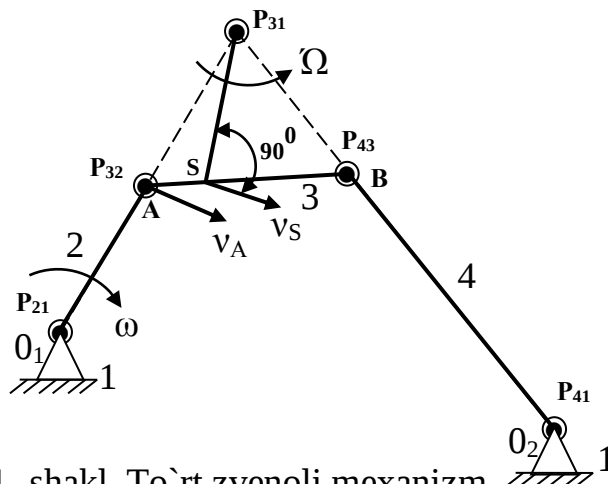
Haqiqatdan tabiatda absolyut harakat mavjud emas, chunki har qanday sodir bo'ladigan barcha zvenolar harakatlari, tirik jon va jamiki ko'riladigan harakatlar biz istasak- istamasakda biror qo'zg'aluvchan sistemaga nisbatan olinadi. Er shari o'z o'qi atrofida bir sutkada (24 soatda) bir marta aylanib chiqadi, buning ustiga quyosh atrofida ham aylanadi. Uning uchun barcha absolyut harakatlar ham nisbiy bo'ladi.

(7.1 – rasm) O_1ABO_2 mexanizmi to'rtta – 1, 2, 3 va 4 zvenodan iborat bo'lib, bu mexanizmdagi zvenolarning nomlari quyidagicha. $O_1 O_2$ – qo'zg'almas zveno (1), O_1A – krivoship (2), AB – shatun (3), O_2B – koromislo (4). Krivoshipning oniy aylanish markazi O_1 nuqtada yotadi; bu nuqtani P_{21} bilan belgilab, absolyut harakatdagi oniy markaz deb ataymiz. Xuddi shunga o'xshash, 4 zvenoning ham absolyut oniy aylanish markazi O_2 nuqtada bo'ladi, uni P_{41} orqali belgilaymiz.

Krivoship (2) ham koromislo (4) ham qo'zg'almas zveno bo'lgan 1 ga nisbatan harakatlanmoqda. Shatunning (3 zveno) 2 – zvenoga nisbatan oniy aylanish markazi A nuqtada bo'ladi; bu markaz nisbiy harakatdagi oniy aylanish markazi deb ataladi

(P_{32}). Koromisloning shatunga nisbatan oniy aylanish markazi B nuqtada bo'ladi, uni P_{43} orqali belgilaymiz. Nazariy mexanikada keltirilgan oniy aylanish markazi teoremasidan foydalanib, O_1A va O_2B larni A va B nuqtalar troektoriyasiga o'tkazilgan normallar deb davom ettirib, AB zvenoning P_{31} oniy aylanish markazini hosil qilamiz. Bu markaz shatunning qo'zg'almas zvenoga nisbatan oniy aylanish markazi bo'lib hisoblanadi.

Mexanizm zvenolarining absolyut oniy aylanish markazi qo'zg'almasdir, nisbiy oniy aylanish markazi esa zvenoning holatiga qarab o'zgaradi.



7.1- shakl. To'rt zvenoli mexanizm
1- qo'zgalmas zveno; 2- krivoship; 3- shatun; - koromislo

7.1- rasmdagi AB shatunning P_{31} oniy markaz atrofida aylanishdan hosil bo'lgan oniy burchak tezligini quyidagicha aniqlash mumkin.

$$\omega_{31} = \frac{v_A}{AP_{31}} = \frac{v_B}{BP_{31}} \left[\text{cek}^{-1} \right] \quad (7.1)$$

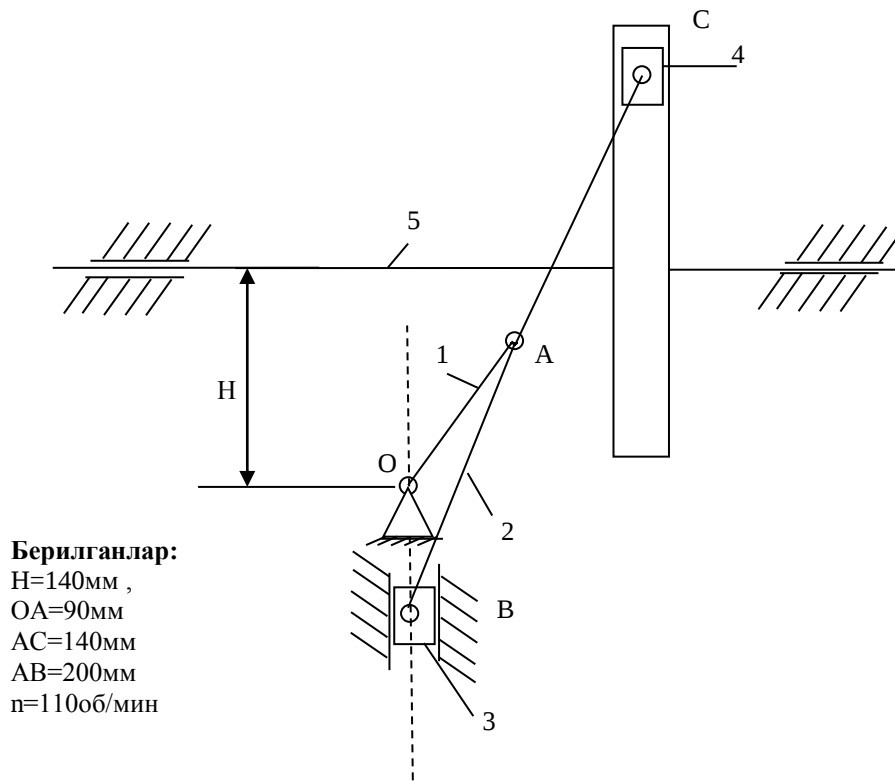
(5.1) formuladan foydalanib, AB shatunning oniy aylanish markazi atrofida aylanish burchak tezligi aniqlansa, u holda, shatunning istalgan C nuqtasi chiziqli tezligini quyidagicha topish mumkin:

$$v_s = \omega_{31} \cdot \overline{P_{31}S} \left[\text{mcek}^{-1} \right] \quad (7.2)$$

bu yerda $P_{31}S - P_{31}$ oniy aylanish markazidan S gasha bo'lgan masofa.

2 Mexanizmlarning turli vaziyatdagi planlarini tuzish.

Mexanizmlarning har hil vaziyatlarini topishdan avval, mexanizmlarga uzunlik masshtabi tanlanadi. Buning sababi, ko'pinsha mexanizmlar ma'lum masshtab asosida chiziladi. Bundan maqsad, mexanizm zvenolarining uzunlik o'lchovlari juda kichik bo'lsa, ularni kattalashtirib, aksincha katta bo'lsa, kichiraytirib chizishdan iboratdir.



7.2 – rasm. Krivoship shatunli mexanizm.

Masalan, (7.2 rasm) dagi krivoship shatunli mexanizm berilgan bo'lsin.

Bu mexanizm zvenolarining uzunlik o'lshovlari quyidagicha:

$H = 140 \text{ mm} = 0,140 \text{ m}$ ikki o'q orasidagi balanlik masofasi;

$L_{OA} = 90 \text{ mm} = 0,090 \text{ m}$ krivoshipning haqiqiy uzunligi;

$L_{AC} = 140 \text{ mm} = 0,140 \text{ m}$ shatunning haqiqiy uzunligi;

$L_{AB} = 200 \text{ mm} = 0,200 \text{ m}$ shatunning haqiqiy uzunligi.

$n = 110 \text{ ayl/ min}$ krivoshipning aylanishlar soni.

Mexanizmning 12 – holatini chizmada (7.2 - rasm) chizish uchun aytganimiz kabi masshtab tanlab olamiz. Chizmaning uzunlik masshtabi quyidagi 7.3 – ifodada keltirilgan.

$$K_m = \frac{L_{OA}}{l_{OA}} \left[\frac{m}{mm} \right] \quad (7.3).$$

bu yerda L_{AB} – shatun uzunligining masshtab kattaligi, ya'ni berilgan uzunlik o'lchov birligi $[m]$

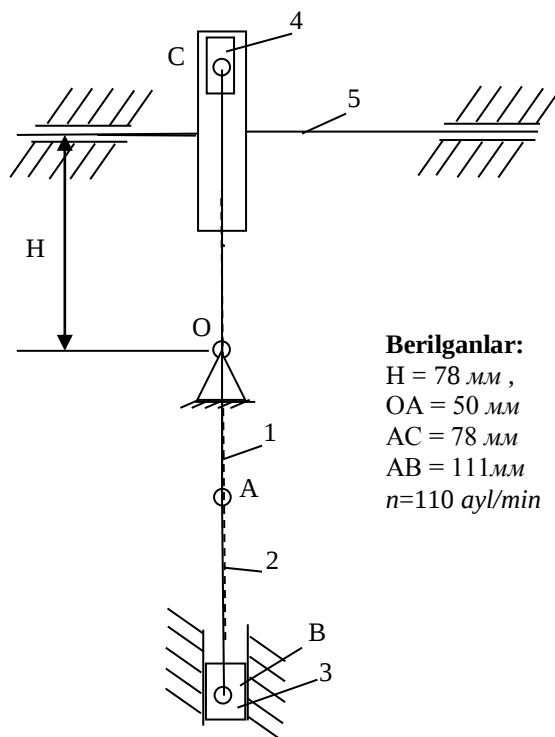
l_{AB} – biz tanlab oladigan chizma uzunligi bo'lib uning o'lchov birligi $[mm]$.

$$K_m = \frac{L_{OA}}{l_{OA}} = \frac{0,090}{50} = 0,0018 \left[\frac{m}{mm} \right]$$

Shunday qilib aniqlangan uzunlik masshtabiga asosan mexanizmning qolgan zvenolar uzunliklari (har bir zvenoni qog'ozga chiziladigan uzunligi) quyidagicha bo'ladi.

$$H = \frac{L_H}{K_m} = \frac{0,140}{0,0018} = 78 \text{ mm} \quad AC = \frac{L_{AC}}{K_m} = \frac{0,140}{0,0018} = 78 \text{ mm}$$

$$AB = \frac{L_{AB}}{K_m} = \frac{0,200}{0,0018} = 111 \text{ mm}$$



Berilganlar:

$H = 78 \text{ mm}$,
 $OA = 50 \text{ mm}$
 $AC = 78 \text{ mm}$
 $AB = 111 \text{ mm}$
 $n = 110 \text{ ayl/min}$

**7.3 – shakl. Krivoship shatunli mexanizm
 (nol) vaziyati. (o'lik xolati)**

Hisoblash ishlarini yakuniga etkazib mexanizmni 12 – holatini chizish lozim. Buning uchun avvolam bor mexanizmni o'lik holati aniqlanadi.

Mexanizmni o'lik holatini aniqlash uchun quyidagi ifodadan foydalanamiz.

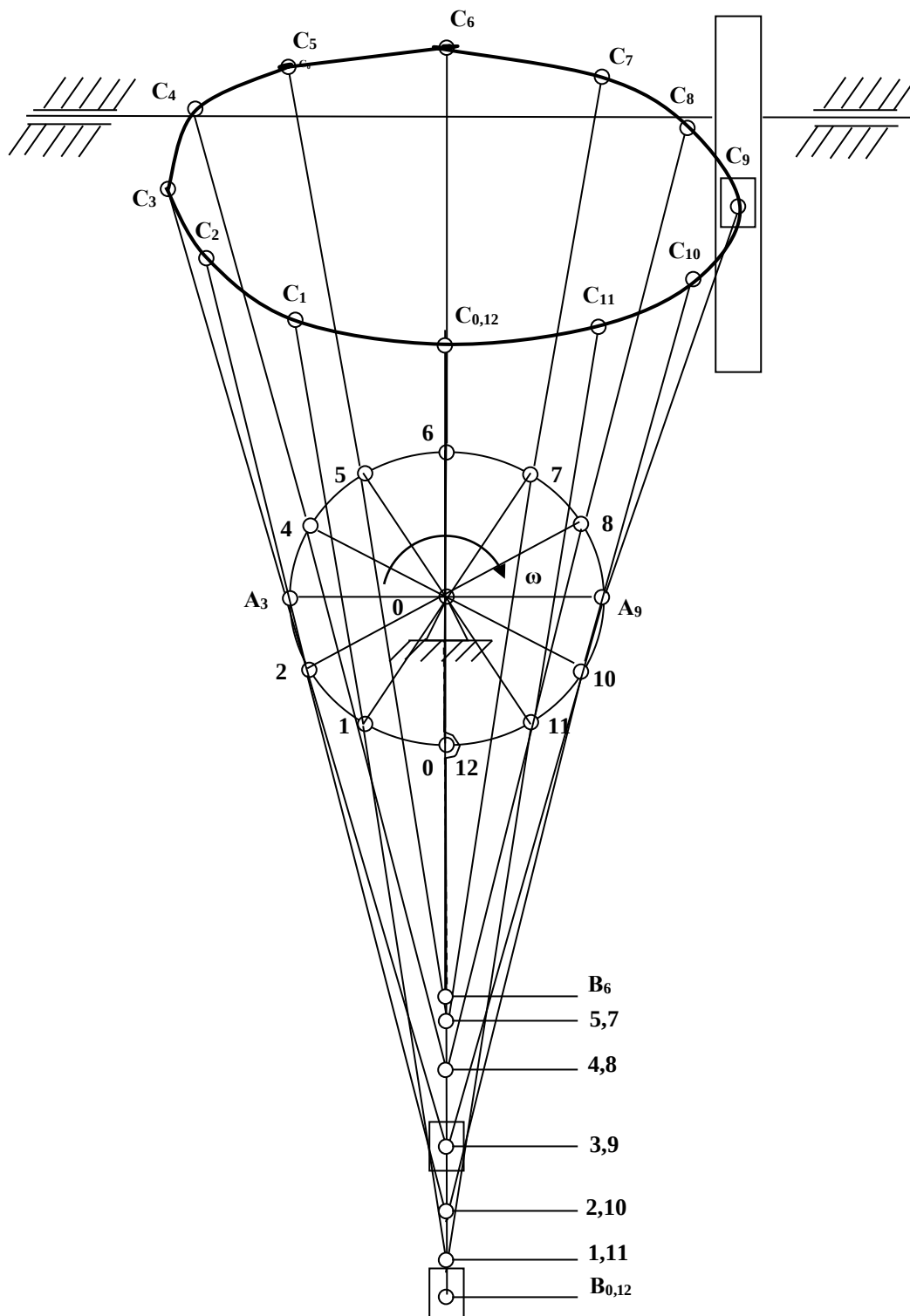
$$L = OA + AB = 0,050 + 0,111 = 0,161 \text{ m } \ddot{e}ku \quad L = 50 + 111 = 161 \text{ mm}$$

Demak OA va AB zvenolar bir to'g'ri chiziqli yotish holatidan boshlab burchak tezligi harakatlanish tomoniga qarab OA – krivoshipni harakatlantirish usuli orqali mexanizmning turli vaziyatlari topiladi.

Shunday qilib, mexanizm krivoshipining aylanish markazi (O) dan o'ng tomonga $L = 50 \text{ mm}$ uzunlikdagi radius bilan aylana chizamiz. B va C nuqtalarda joylashgan 3 – 4 zvenolar (porshen) lar 2- zveno shatunga mahkamlanganligini inobatga olib, ularning har 30° burilish burchaklari krivoship bilan bog'langan holatda aniqlanib mexanizm zvenolarining to'la 12 holati topiladi (5.4 rasm).

Agar krivoship OA_1 vaziatdan OA_2 vaziatga o'tsa, u holda, porshn V_1 vaziatdan V_2 vaziatga, ikkinsha porshn ham S_1 vaziatdan S_2 vaziatga o'tadi yoki A_1 nuqta 30° ga burilib A_1A_2 yo'lni utganda porshn V_1V_2 va S_1S_2 yo'lni bosib utadi. Anna shu tartibda mexanizmning barcha nuqtalari vaziyatlari aniqlanadi.

Biz mexanizmning Yangi vaziyatlarini topishda uning zvenolarida hesh qanday deformasiya (yoki o'zgarish) bo'lmaydi, yani barcha zvenolar absolyut qattiq jismdan yasalgan, deb faraz qilamiz.



7.4 – shakl. Mexanizm 12 xolatini ko`rinishi

Shunday qilib, hozirgi zamon mexanizm va mashinalar nazariyasining asosiy masalalaridan biri maqsadga muvofiq traektoriyalar chizishdagi mexanizm yaratish va bu mexanizmlardan kishi qo'li bilan bajaradigan ishlarni bajarishda foydalanishdan iboratdir.

Tekislikda harakatlanuvchi mexanizm zveno nuqtalarining tezlik va tezlanishlarini topish.

Tekislikda harakat qiluvchi mexanizmlar kinematikasi, asosan, uch hil usul bilan o'rganiladi. Kinematikani o'rganishning birinchi usuli grafik kinematika bo'lib, bunda, asosan, nuqtaning yo'li, tezligi va tezlanishining vaqtga nisbatan o'zgarish

qonunlari grafik usulda tekshiriladi.

Mexanizmlar kinematikasshini grafik usulda o'rganish mexanizmlarning **grafik kinemat'ikasi** deb ataladi. Bu usulda, asosan, mashhur fransuz olimi Rene Dikartning (1596 - 1650) koordinatalar sistemasidan foydalaniladi. Grafik kinematikaning afzalligi shundagi, unda zveno nuqtalari tezliklarining va tezlanishlarining skalyar o'zgarish qonunlari yaqqol ko'rinib turadi, ammo ularning vektorial o'zgarish qonunlarini grafik kinematika usulidan ko'rib bo'lmaydi. Bu usulning kamchiligi shundaki, yo'l (yoki oraliq) grafiklaridan tezlik va tezlanish grafiklariga o'tishda birmuncha xatoliklarga yo'l quyilishi mumkin.

Mexanizmlar kinematikasini o'rganishda yo'l grafigidan yoki oraliq grafigidan tezlik grafigini, tezlik grafigidan tangensia tezlanish grafigini hosil qilishda grafik differensiallash usullaridan foydalaniladi. (Bu tug'risida ma'lumot 4- paragrfdagi keltirilgan).

Mexanizm kinematikasini o'rganishning ikkinchi usuli tezlik va tezlanishlar rejasidan (planidan) foydalanishdir. Mexanizmlar kinematikasini o'rganishning bunday usuli mexanizmlarning **grafoanalitik kinematikasi** deb ataladi. Bunda, asosan, harakatlarning vektor tenglamalaridan foydalaniladi, bu tenglamalar esa, asosan, grafik usulda echiladi. Bu usul tezliklar va tezlanishlar planidan foydalanish usuli deb ham ataladi.

Grafoanalitik usulning afzalligi shundaki, bunda asosan, mexanizm zvenolari nuqtalarining tezligi va tezlanishining ham skalyar, ham vektorial qiymatlari mexanizmning istalgan vaziyati uchun ma'lum bo'ladi.

Nihoyat, mexanizm kinematikasini o'rganishning uchinchi usuli, bu mexanizmlar kinematikasini analitik usul bilan ham o'rganish usuli deb ataladi. Analit'ik usul juda aniq usullardan bo'lib, uni ko'p zvenoli mexanizmlarga tadbqiq etish ancha qiyin. Shuning uchun analitik kinematika usuli kam zvenoli mexanizmlarga (krivoship – shatunli, 4 zvenoli kulisali mexanizmlar va boshqa turli mexanizmlarga) tadbqiq etilsa, yaxshi natijalar beradi.

Analitik kinematikaning afzalligi shundagi, bu usulda yo'l, tezlik va tezlanishlar (matematika tili bilan aytganda funksiyalar) bilan etaklovchi zvenoning aylanish burchagi yoki bir marta to'la aylanishi uchun ketgan vaqt orasidagi bog'lanish birgina tenglama orqali ifodalanadi.

Ma'ruza uchun savollar.

1. Analitik kinematikaning afzalligi nimada
2. Grafoanalitik usulning afzalligini tuchuntiring
3. Mexanizm kinematikasini o'rganishning uchinchi usuli qanday usul hisoblanadi
4. Mexanizm kinematikasini o'rganishning ikkinchi usuli orqali qanday ishlar bajariladi
5. Grafik kinematikaning afzalligi asosan nimada hisoblanadi
6. Mexanizmni o'lik holatini aniqlash uchun qanday ifodadan foydalanamiz.
7. Chizmaning uzunlik masshtabi qanday ifoda orqali aniqlanadi.

8 - Mavzu: KINEMATIK DIAGRAMMALAR YORDAMI BILAN MEXANIZMLAR KINEMATIKASINI O'RGANISH.

Reja:

1. Kinematik diagrammalar yordami bilan mexanizmlar kinematikasini o'rganish. (grafik kinematika).
2. Urinmalar, vatarlar va ordinatalar orttirish usuli bilan differensiallash.

Tayanch iboralar.

Burchak tezligi, o'zgarmas kattalik, mexanizm davri, etaklovchi zveno, radian, aylana, tebranish davri, yo'l grafigi, vaziyat, krivoship, masshtab, vaqt masshtabi, vatar, orttirish usuli.

Kinematik diagrammalar yordami bilan mexanizmlar kinematikasini o'rganish (grafik kinematika)

Mexanizmlar kinematikasini tekshirishda asosiy shartlardan biri shuki, etaklovchi zveno yoki zvenolarning bir minut ichidagi aylanish soni (yohud burchak tezliklari) o'zgarmas kattaliklar deb faraz qilinadi. Buning analitik ifodasi quyidagicha:

$n = konst$ bo'lgani uchun:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \quad (8.1)$$

bo'ladi. Burchak tezligi ham o'zgarmas kattalik, ya'ni: $\omega = konst$ deb qaraladi.

Har qanday mexanizm yoki mashina zvenolarining harakati davriy bo'lib, boshlang'ich harakat ma'lum vaqt o'tgach yana takrorlanadi va zvenolarning bu harakati etaklovchi zvenolarning harakat qonunlari bilan bog'liq bo'ladi. Mexanizm tarkibiga kiruvchi alohida zvenoni kinematikasini tekshirishda diagrammalar qurish usulidan foydalanish mumkin. Bunda zvenoning kinematik parametrlari vaqtning yoki etaklovchi zveno burilish burchagining funksiyasi deb qaraladi. Demak bu funksiyalar ilgarilanma harakat qiluvchi zvenolar uchun

$S = S(t, \varphi); v = v(t, \varphi) \alpha = \alpha(t, \varphi)$
aylanma harakat qiluvchi zvenolar uchun
 $\beta = \beta(t, \varphi) \omega = \omega(t, \varphi) \varepsilon = \varepsilon(t, \varphi)$

Mexanizm etaklovchi zvenosi vaziyatining boshlang'ich holatiga kelishi, tezligi va tezlanishining esa boshlang'ich qiymatga erishishi uchun ketgan vaqt shu mexanizm etakchi zvenosining harakat davri deyiladi.

Mexanizm davri, ko'pincha, etaklovchi zvenoning bir marta to'la aylanishi uchun ketgan vaqtga teng bo'ladi. Masalan, mexanizmning etaklovchi zvenosi har minutda n marta aylansa, uning bir aylanishi uchun ketgan T vaqt mexanizm davri hisoblanib u quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$T = \frac{60}{n} \left[\frac{сек}{а\ddot{u}л} \right] \quad (8.2)$$

Bu yerda n – zvenoning bir minutdagi aylanishlar soni.

Mexanizmning bir sekund ichidagi aylanishining takrori bo'lsa $\nu = \frac{1}{T}$ orqali

topiladi. Burchak tezligi yoki, sikl takrorlansa quyidagicha topiladi

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\gamma = \frac{2\pi \cdot n}{60} \left[\frac{pad}{cek} \right] \quad (8.3)$$

Demak burchak tezligi deb ataluvchi miqdor mexanizmning etaklovchi zvenosining 2π sekund vaqt ichida aylanishlar sonini bildiradi.

Shunday qilib, vaqt birligi sifatida sekund olingan. Aylana radian hisobida 2π ga teng bo'lgani uchun takror (burchak tezligi) o'lchovini bir sekunddagi radianlar soni bilan belgilash ma'qullangan. Mexanizm takror harakati shu davrdan yana takrorlanadi.

Demak, mexanizm tebranma harakat qilishi inobatga olinib uning (T) tebranish davri (6.2) ifodasi orqali aniqlanadi.

GRAFIK KINEMATIKA.

Grafik kinematika, bunda asosan ikkita grafik o'rganiladi – bular yo'l va oraliq grafiklardir. Yo'l grafigi davr ichida ko'tarilib boruvchi grafik bo'lib, ikkinchisi ma'lum vaqtdan so'ng o'z vaziyatiga qaytuvchi grafikdir.

Bunday grafiklar chizish uchun, tanlab olingan Dekart koordinatalar sistemasining ordinatalar o'qiga mexanizm zvenolari ayrim nuqtalarining o'tgan yo'llari yoki oraliqlari, absissa o'qiga esa etaklovchi zvenoning bir marta to'la aylanishi uchun ketgan vaqt quyiladi. Ikkala kattalik ham ma'lum masshtabda olinib, bulardan biri yo'l yoki oraliq masshtabda (K_s), ikkinchisi esa vaqt masshtabi (K_t) deb ataladi.

8.4 – rasmda ko'rsatilgan krivoship – shatunli mexanizm polzuni B nuqta yoki AB shatun davomida yotuvshi C nuqtaning traektoriyasi esa $C_0 C_1 C_2 C_3 \dots C_{12}$ yopiq egri chiziqdan iboratdir. Bu ikkala traektoriya OA krivoshipning A_0 vaziatidan boshlab, bir marta to'la aylanganda hosil bo'ladi.

8.4 – rasmda A nuqtaning traektoriyasini – aylanani, tuchuntirish oson bo'lishi uchun, 12 ta teng bo'lakka bo'lamiz. Shunda OA krivoship mexanizmning davri ichida OA_0 vaziatdan boshlab $OA_1, OA_2, OA_3, \dots OA_{11}$ vaziyatlar orqali OA_{12} yoki OA_0 vaziyatga qaytib keladi. Krivoshipning A nuqtasi A_0A_1 yoyni o'tsa (30° burchakka burilgan bo'ladi), u holda burilish uchun ketgan vaqt davrning o'n ikkidan biriga teng bo'lib, u quyidagi ifoda bilan aniqlanadi.

$$\left(t_1 = \frac{1}{12} T \right) \quad (8.4)$$

Shu vaqt ichida polzundagi B nuqta o'zining B_0 vaziyatidan B_1 vaziyatga o'tib, C nuqta esa C_0 vaziyatdan C_1 vaziyatga o'tib, o'zlarining B_0B_1 va C_0C_1 yo'lini yoki oraliqni bosadi. Bu B_0B_1 oraliqning haqiqiy kattaligini S_{B1} bilan belgilab olsak, bu kattalik rasmdagi $\overline{B_0B_1}$ ning mexanizm masshtabiga ko'paytirilganiga teng bo'ladi, ya'ni: $S_{B1} \cdot K_m \cdot \overline{B_0B_1}$. Agar krivoshipning A nuqtasi A_1 vaziatdan A_2 vaziatga o'tgan bo'lsa u holda B_1 va S_1 nuqtalar B_2 va S_2 nuqtalarga ko'chadi va 30° burchak ostidagi masofani bosib o'tgan bo'ladi.

Buni quyidagi 8.1- rasmda ko'rish mumkin.

1. Krivoshipning har 30° burilishi uchun mexanizmning 12 holatdagi vaziyati

tanlangan uzunlik masshtabi

$$K_l = \frac{L_{OA}}{l_{OA}} \left[\frac{M}{MM} \right] \quad (8.5)$$

da chiziladi. Shunda polzundan chap yoki o'ng chekka vaziyati, boshqacha qilib aytganimizda mexanizmning ikki shetki o'lik holati yoki krivoshipning boshlang'ich burilish burchagi tanlanadi.

2. Krivoshipning bir marta to'la aylanish vaqti T 6.2 ifoda orqali hisoblab topiladi.

3. T -vaqt uchun ixtiyoriy kesma uzunligi $T = OM$ qilib tanlab olinadi va vaqt masshtabi K_t quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$K_t = \frac{T}{\overline{OM}} = \frac{60}{n \cdot OM} \left[\frac{cek}{MM} \right] \quad (8.6)$$

4. To'g'ri burchakli S - koordinatalar sistemasini tanlaymiz 6.1 - rasm absissalar o'qiga krivoshipning bir marta aylanish vaqti T ni tasvirlovchi $\overline{OM}$ - kesmani qo'yamiz. Olingan $\overline{OM}$ - kesmani teng 12 qismga bo'lamiz. Ordinatalar o'qiga krivoship har 30° burilganda polzunning chekka vaziyatdan siljishda bosib o'tgan masofa qiymatlarini qo'yamiz. Shunda ordinataning masshtabi K_L ni K_S ga teng (kichik yoki katta) qilib olish mumkin bo'ladi. Absissalar o'qidagi 0,1,2,3... bo'linmalardan ko'tarilgan tik chiziqlarga polzunning chekka vaziyatdan boshlab bo'lgan oraliq masofalarini $S_0, S_1, S_2, S_3, \dots, S_{12}$ larni quyib chiqamiz. Ordinatalar o'qidan chiqarilgan tik chiziqlardagi 1,2,3,... nuqtalarni birlashtirib, polzundagi B nuqtaning vaqt – siljishi $S_B = S_B(t)$ grafigini hosil qilamiz. Agarda, absissalar o'qiga vaqt - t o'rniga krivoshipning burilish burchagi φ quyilsa, unda mexanizm vaziyati funksiyasi ya'ni oraliq diagrammasini hosil qilish imkoniyati tug'iladi. Uning masshtabi quyidagicha aniqlanadi:

$$K_\varphi = \frac{2\pi}{OM} \left[\frac{pad}{MM} \right]. \quad (8.7)$$

B nuqtaning tezligi $V = V(T)$ ni aniqlash uchun $S = S(t)$ ni bir marotaba yoki B nuqtaning tezlanishi $a=a(t)$ ni aniqlash uchun esa ikki marotaba differensiallash kerak. Demak shu usul orqali yo'l, tezlik va tezlanish diagrammalari hosil qilinadi.

Demak krivoshipning to'la bir marta aylanichida B nuqta $S_{B1}, S_{B2}, \dots, S_{B12}$ bosib o'tar ekan. Agar bu oraliqlar juda katta yoki juda kichik bo'lsa, chizmada noqulaylik tug'dirsa, u holda K_{SB} masshtab tanlanib, shu masshtab yordamida katta yoki kichik qilib chizish tavsiya etiladi. Nihoyat, Dekart koordinatalar sistemasining ordinatalar o'qiga K_{SB} B nuqtaning oralig'ini, absissalar o'qiga esa K_t masshtabda davrni qo'ysak, oraliq grafigi hosil bo'ladi (8.1 - rasm). U holda diagrammalar uchun masshtablar quyidagicha bo'ladi.

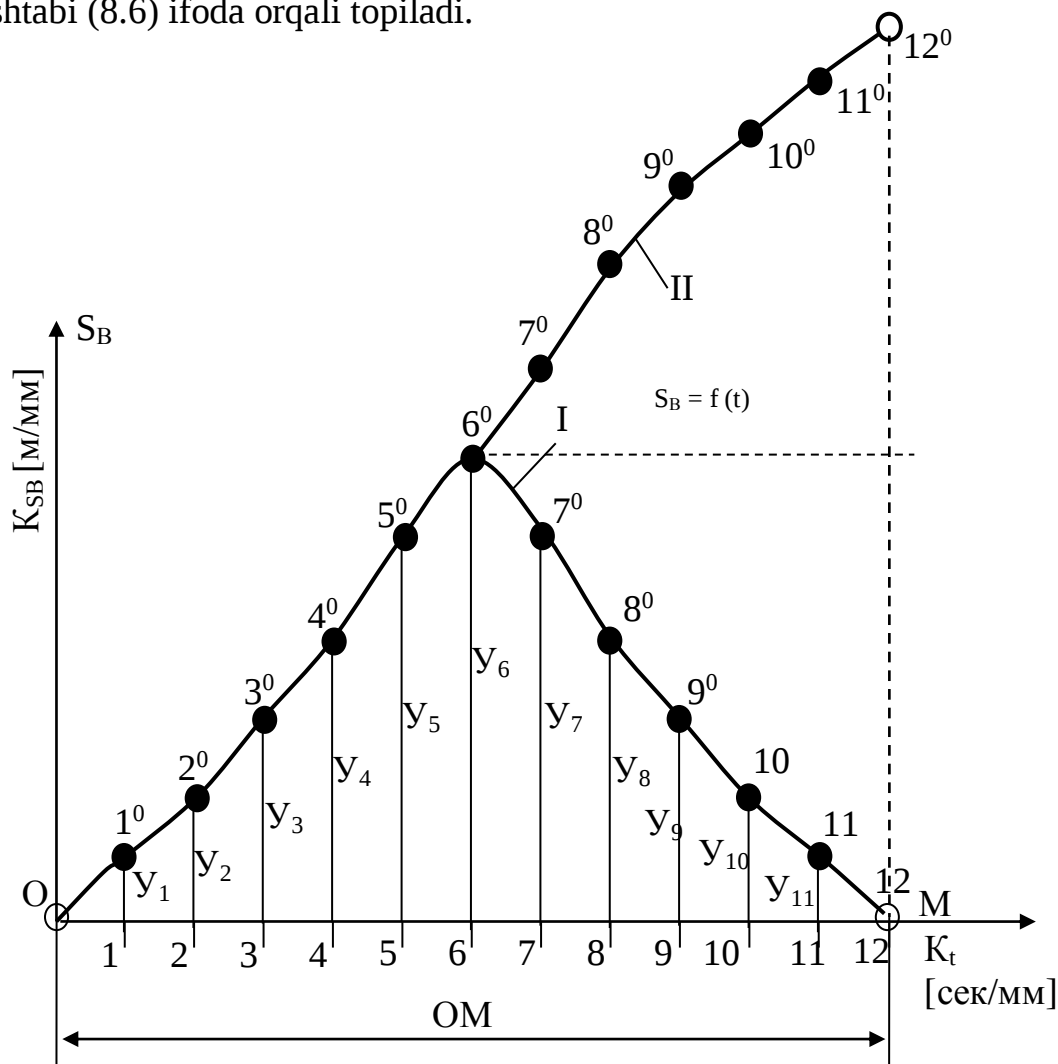
$$K_{SB} = \frac{K_M \overline{B_0 B_6}}{y_{\max}} \left[\frac{M}{MM} \right] \quad (8.8)$$

(6.8) formula orqali topilgan masshtab **oraliq masshtabi** deb ataladi.

bu yerda U_{mah} – yoʻlning eng katta haqiqiy qiymati boʻlib, uni chizmaga qarab tanlab olamiz. Shunga asosan grafika quyiladigan ordinatalar quyidagicha topiladi: $U_0 = 0$,

$$Y_1 = \frac{S_{B1}}{K_{SB}} [MM]; Y_2 = \frac{S_{B2}}{K_{SB}} [MM]; Y_3 = \frac{S_{B3}}{K_{SB}} [MM]; , Y_{11} = \frac{S_{B11}}{K_{SB}} [MM] \text{ va } U_{12} = U_0 = 0$$

Vaqt masshtabi (8.6) ifoda orqali topiladi.



8.1 shakl. Yoʻl va oraliq grafigi:
1- oraliq grafigi; 2- yoʻl grafigi

8.1. rasmda yoʻl va oraliq grafigi tasvirlangan. Oraliq grafigi O dan boshlab, 6 vaziyatida uning ordinatasi maksimal qiymatga erishadi, keyingi vaziyatlarda ordinatalar asta sekin pasayib, 12 vaziyatga etganida esa yana nolga tushadi. Yoʻl grafigida esa O dan boshlab, doimo oshib boradi.

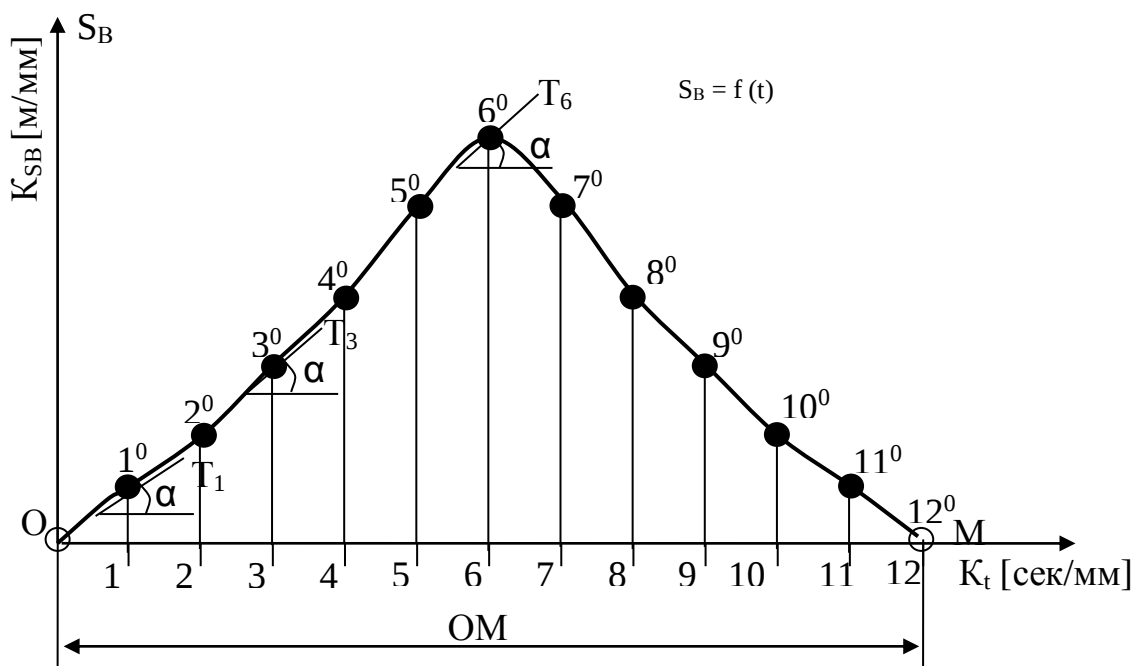
Krivoshipning 12 vaziyatida bosib oʻtilgan yoʻl oʻzining maksimal qiymatiga ega boʻladi (6.1. rasmda I - oraliq grafigi; II - yoʻl grafigi).

8.1. rasmdagi hosil qilingan yoʻl va oraliq grafiklaridan tezlik va tezlanish grafiklarini hosil qilish mumkin, buning uchun bu grafiklarni quyidagi uch usul orqali differentsiallash mumkin:

1. Urinmalar usuli. 2. Vatarlar usuli. 3. Ordinatalarni ortirish usuli.

Urinma usullari bilan differentsiallash.

Bu usul bilan $S_B - t$ grafigini differensiallash uchun, grafikdagi tegishli 1, 2, 3, .., 11 nuqtalarga $T_1, T_2, T_3, \dots, T_{11}$ urinmalar o'tkazamiz (8.2- rasm, a). Funktsiya hosilasining geometrik va fizik ma'nosi bor.



8. 2 shakl. a

Funktsiya hosilasining geometrik ma'nosi shu egri chiziq nuqtasiga o'tkazilgan urinmaning absissalar o'qi bilan hosil qilingan burchagi tangenisini ifoda qiladi. Fizik ma'nosi esa tezlikdan iboratdir. Yo'ldan vaqtga nisbatan olingan hosila tezlik bo'lganligini inobatga olsak:

$$g_{Bi} = \frac{dS_{Bi}}{dt}; \quad S_{Bi} = K_{SB} \cdot y_{Si}; \quad t = K_t \cdot x_i$$

ekanligi e'tiborga olsak:

$$g_{Bi} \frac{K_{SB}}{K_t} \cdot \frac{dy_{Si}}{dx_t} = \frac{K_{SB}}{K_t} \cdot tga_i$$

kelib chiqadi.

Oraliq grafigi $S_B - t$ dan tezlik grafigini hosil qilish uchun shu grafik ostiga $V_B - t$ koordinatalar sistemasini chizamiz (6.2 rasm, b). Endi Ot o'qining chap tomonidan ixtiyoriy $N_1 = OO^I$ masofani olamiz. O^I nuqtadan $S_B - t$ grafigidagi T_1, T_2, T_3 .. urinmalarga parallel chiziqlar o'tkazib, ularning ordiatalar o'qi bilan kesishgan nuqtalari $O_1, O_2, O_3, \dots$ larni olamiz. Shu ordinatalarni N_1 - ga bo'lsak, $tga_1, tga_1, \dots$

lar kelib chiqadi. Shunday qilib, ixtiyoriy I nuqta uchun $tga_i = \frac{OO_i}{H_1}$ bo'ladi.

$tga_i = \frac{OO_i}{H_1}$ shuni tezlik tenglamasiga qo'ysak, quyidagi kelib chiqadi:

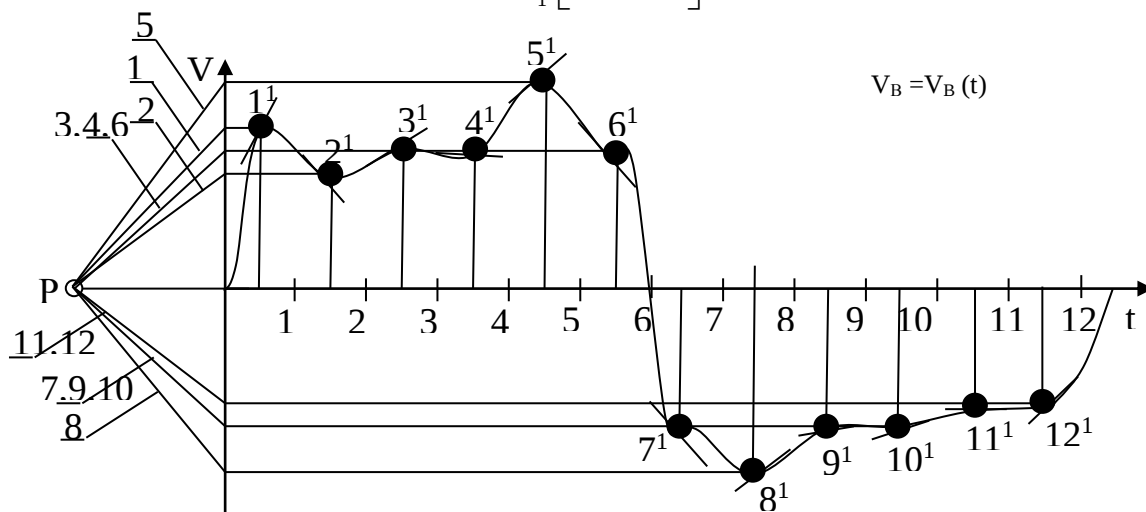
$$g_{Bi} = \frac{K_{SB}}{K_t} \cdot \frac{\overline{OO_i}}{H_1}$$

Ixtiyoriy i nuqtaning tezligi $\vartheta_{Bi} = K_g \cdot y_{gi}$ ekanligini e'tiborga olib, quyidagini hosil qilamiz:

$$\vartheta_{Bi} = K_v \cdot y_{vi} = \frac{K_{SB}}{K_t \cdot H_1} \cdot \overline{OO_i} \quad (8.9)$$

(6.9) tenglama K_v masshtabda polzundagi B nuqtaning i vaziyatdagi tezligini ko'rsatadi. K_v tezlik masshtabi bo'lib, u quyidagicha topiladi:

$$K_v = \frac{K_{SB}}{K_t \cdot H_1} \left[\frac{mcek^{-1}}{mm} \right]$$



8.2. b – rasm.

8.2.b – rasmda B nuqtaning tezliklar grafigini tuzish ko'rsatilgan $V_B - t$ koordinatalar sistemasini ordinatasidagi O^1 nuqtadan gorizont o'tkazib, uning $S_B - t$ grafigidagi 1^0 nuqtadan tushurilgan vertikal chiziq bilan kesishuv nuqtasini α orqali belgilaymiz. Belgilangan $1 - \alpha$ ordinata K_v masshtabda B nuqtaning B_1 vaziatdagi tezligini beradi. Shu bilan bir qatorda, qolgan nuqtalarning tezliklari ham quyidagi ifodalar yordamida topiladi.

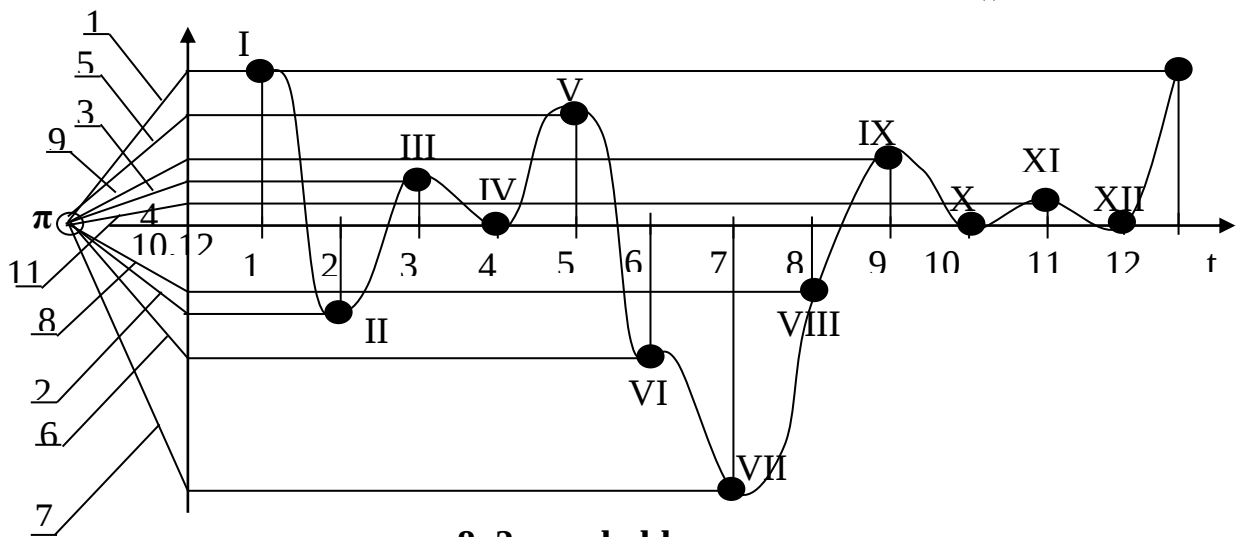
$$\vartheta_{B_1} = K_g \cdot \overline{11^1} [mcek^{-1}], \vartheta_{B_2} = K_g \cdot \overline{21^1} [mcek^{-1}], \vartheta_{B_3} = K_g \cdot \overline{31^1} [mcek^{-1}],$$

$$\vartheta_{B_4} = K_g \cdot \overline{41^1} [mcek^{-1}], \vartheta_{B_5} = K_g \cdot \overline{51^1} [mcek^{-1}], \vartheta_{B_6} = K_g \cdot \overline{61^1} [mcek^{-1}],$$

$$\vartheta_{B_{11}} = K_g \cdot \overline{101^1} [mcek^{-1}], \vartheta_{B_{12}} = K_g \cdot \overline{111^1} [mcek^{-1}], \vartheta_{B_{12}} = 0$$

Shunday qilib, $S_B - t$ oraliq grafigidan sinusoida tarzidagi tezliklar grafigi hosil qilindi. Olingan tezliklar grafigi K_v masshtabda bo'lib, bu mastabning kattaligi tanlab olingan $N_1 = \overline{00^1}$ masofaga bog'liq bo'ladi.

Demak $V_B - t$ tezliklar grafigidan tezlanishlar grafigini hosil qilamiz. Buning uchun tezlik grafigida o'tkazilgan urinmalarga O^II nuqtadan parallell o'tkazamiz va bu parallel nurlarni ordinatalar o'qi bilan kesishuv nuqtalari ($O_1, O_2, O_3, \dots$) dan gorizont chiziqlar o'tkazib, bu gorizontallarning grafikdagi urinma o'tkazilgan nuqtalardan tushurilgan vertikal bilan kesishuv nuqtalarini I, II, III, ... lar orqali belgilab olamiz (8.2.v - rasm).



8. 2. θ – shakl.

Olingan bu nuqtalarni tutashtirsak, kosinusoida kabi egri chiziq hosil bo'ladi. Bu egri chiziq mexanizmdagi B nuqtaning tangensial tezlanish grafigidir, uning ordinatalarini K_a tezlanish masshtabiga ko'paytirsak, nuqtaning tegishli vaziyatlaridagi tezlanishlarni hosil bo'lishini ko'ramiz. Shunga asoslangan holatda:

$$a_{B_i}^t = \frac{d\vartheta_{B_i}}{dt} = \frac{K_g}{K_t} \cdot \frac{dy\vartheta_i}{dxt} \cdot \operatorname{tg} \alpha_i; \operatorname{tg} \alpha_i = \frac{\overline{OO_i}}{\overline{OO}} = \frac{\overline{OO_i}}{H_2}$$

$\operatorname{tg} \alpha$ qiymatini yuqoridagi tenglamaga quyib, quyidagilarni hosil qilamiz:

$$a_{B_i}^t = \frac{K_g}{K_t} \cdot \frac{\overline{OO_i}}{H_2} = K_a \cdot \overline{OO_i} \quad (8.10)$$

Bu yerda N_2 -tezlanish grafigining qutbiy oralig'i.

Shunga asosan tezlanishlar grafigining masshtabi quyidagicha aniqlanadi.

$$K_a = \frac{K_v}{K_t \cdot H_2} = \frac{K_s}{K_t^2 \cdot H_1 \cdot H_2} \left[\frac{m \text{cek}^{-2}}{mm} \right] \quad (8.11)$$

Agar $N_1 = N_2$ bo'lsa, u holda (6.11) tenglama quyidagicha yoziladi:

$$K_a = \frac{K_s}{K_t^2 \cdot H^2} \quad (8.12)$$

$$a_{B_0}^t = K_a \cdot \overline{00_0}, a_{B_1}^t = K_a \cdot \overline{II}, a_{B_2}^t = K_a \cdot \overline{2II}, a_{B_3}^t = K_a \cdot \overline{3III},$$

$$a_{B_4}^t = K_a \cdot \overline{4IV}, a_{B_5}^t = K_a \cdot \overline{5V}, a_{B_{11}}^t = K_a \cdot \overline{11XI}, a_{B_{12}}^t = a_{B_0}^t.$$

Vatarlar yordami bilan differensiallash.

Oraliq yoki tezlik grafiklarining tegishli nuqtalariga urinmalar o'tkazish, ba'zi vaziyatlarda noqulay bo'ladi, chunki nuqtaning egrilik radiusi noma'lum bo'lib, urinma o'tkazish davrida katta xatolikka yo'l quyilishi mumkin. Bunday hollarda taqribiy usuldan – vatarlar usulidan foydalaniladi. Bu usulda grafiklarda bo'lgan kichik egri chiziqlar to'g'ri chiziq – vatar bilan almashtiriladi (8. 3 – rasm, a). Rasmdagi $01^1, 1^12^1, 2^13^1, 3^14^1, 4^15^1, 5^16^1$ yo'ylarini to'g'ri chiziqlar (vatarlar) bilan almashtiramiz.

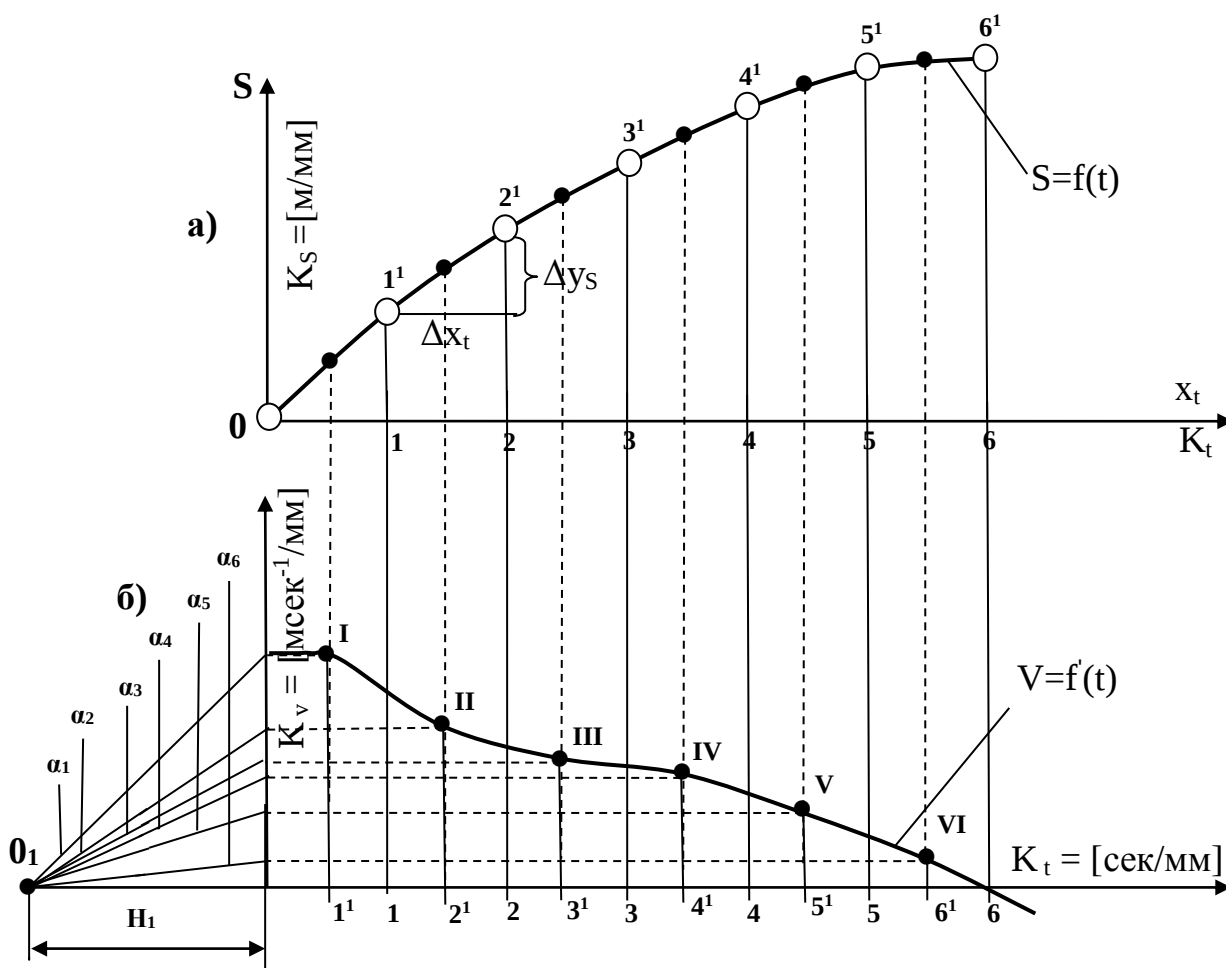
Grafik differensiallashda absissadagi oraliqlar qancha ko'p bo'lsa, olingan tezliklar grafigi ham shuncha aniq na'tijalar beradi va tezliklar haqiqiy tezlikka aylanadi. Sababi hammamizga ma'lum oraliq masofalar qanchalik kichiklaib borsa,

Vatarlar yordami bilan o'rtacha tezlik yoki tezlanishlarni olishda asosan quyidagi ifodalardan foydalanamiz.

$$v_{yp} = \frac{\Delta S_i}{dt} = \frac{K_s \cdot \Delta ysi}{K_t \cdot \Delta xt} = \frac{K_s}{Kt} \cdot tg \alpha i \quad (8.13)$$

$$v_{yp} = \frac{K_s}{Kt} \cdot \frac{\overline{00_t}}{H_1} = Kv \cdot \overline{00_1} \quad (8.14)$$

ni hosil qilib olamiz.



8. 3 – shakl.

(8. 14) ifoda orqali topilgan tezlik o'rtacha tezlik hisoblanadi, shuning uchun ularning ordinatalari ham o'rtacha hisoblanadi, ular 0 – 1, 1 -2, 2 -3, 3 -4, 4 -5, va 5 -6 oraliqlarining o'rtasida bo'lishi lozim. Buni hosil qilish uchun $v - t$ koordinatalar o'qining chap tomonidan N_1 masofani ixtiyoriy tanlab olamiz va O_1 nuqtadan $\overline{01^1}$, $\overline{1^1 2^1}$, $\overline{2^1 3^1}$, $\overline{3^1 4^1}$, $\overline{4^1 5^1}$ vatarlarga parallel nurlar o'tkazamiz. Bu nurlarning ordinatalar o'qi bilan kesishuv nuqtasidan gorizontaal chiziqlar o'tkazib, ularning tegishli

oraliqlar o'rtasidan tushirilgan vertikkallar bilan kesishuv nuqtalarini I, II, III, IV va V raqamlar orqali belgilab olamiz (8. 3 – rasm b).

Demak $S - t$ grafigini differensiallashdan hosil bo'lgan $v - t$ grafigidagi o'rtacha tezliklarning haqiqiy qiymatlari quyidagicha topiladi:

$$v_1 = K_v \cdot \left(\overline{I1^1} \right); \quad v_2 = K_v \cdot \left(\overline{II2^1} \right);$$

$$v_3 = K_v \cdot \left(\overline{III3^1} \right); \quad v_4 = K_v \cdot \left(\overline{IV4^1} \right);$$

Bunday olganimizda urinmalar usulida differensiallash bilan vatarlar usulida differensiallash orasida farq yo'q, chunki egri chiziq ustidagi nuqtalar oralig'i cheksiz yaqinlashtirilsa, ikki nuqtani tutashtiruvchi to'g'ri cchiziq (vatar) urinmaga aylangaligini guvohi bo'lamiz.

Ordinatalar ortirish usuli bilan differensiallash.

Oraliq, yo'l yoki tezlik grafiklarining ordinatalarini ortirish usuli bilan juda oson differensiallash va integrallash mumkin. Bunday usullar yordamida grafiklarni differensiallashda urunma yoki vatarlar o'tkazishga ehtiyoj qolmaydi. Ammo bunday usul bilan faqat o'rtacha tezlikni yoki tezlanishni olish mumkin.

Masalan, (6. 4 – rasm, a) da ko'rsatilgan tezlik $v = v(t)$ grafigi berilgan bo'lsin. Uni ortirish usuli bilan differensiallab, tezlanish $a = a(t)$ grafigini hosil qilamiz.

Buning uchun differensiallash tartibi quyidagicha amalga oshiriladi.

1. Berilgan $v = v(t)$ grafigining absissalar o'qini bir necha 0 - 1, 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, ... teng qismlarga bo'lib, ulardan tik chiziqlar o'tkazamiz.

2. Har bir bo'linmaning boshlanish tik chizig'i bilan grafikning kesishuv nuqtasidan navbatdagi tik chizig'i bilan kesishguncha gorizantal o'tkazamiz, $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, \dots$ nuqtalarni belgilab olamiz. Shunda hosil bo'lgan $a_1 - 1, a_2 - 2, a_3 - 3, a_4 - 4, \dots$ ordinata kesmalari tezlikning elementar ortirmasi.

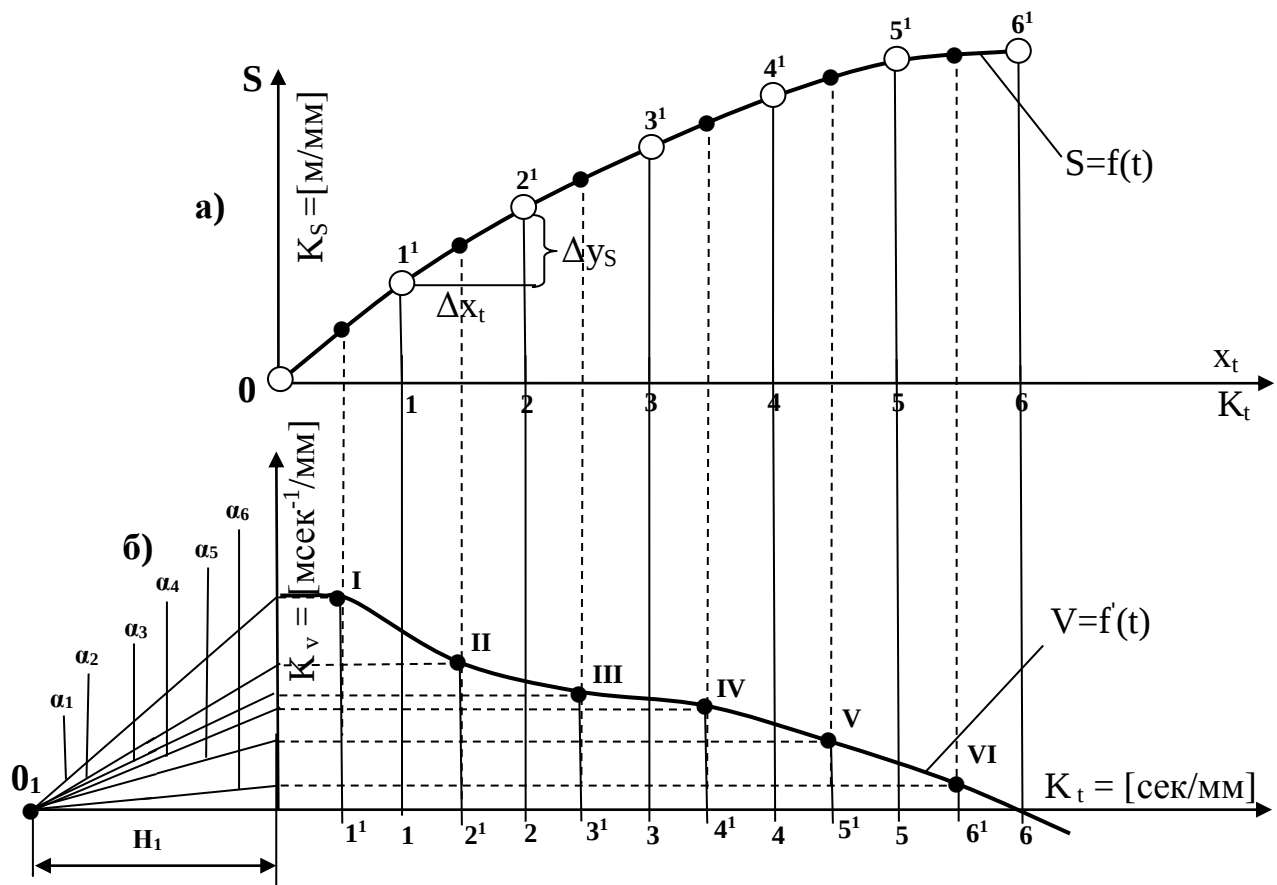
$$\Delta v = \Delta y \cdot \mu_v$$

ifodasi 0 - $a_1, 1 - a_2, 2 - a_3, \dots$, gorizantal kesmalar esa vaqtning elementar ortirmasi.

$$\Delta t = \Delta x_t \cdot \mu_t$$

N_i ni bildiradi. U holda tezlanish quyidagicha ifodalanadi: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta y_v \cdot \mu_v}{\Delta x_t \cdot \mu_t}$.

Bo'linmalar oralig'i bir – biriga teng bo'lgani uchun har bir bo'linmaning o'rtacha tezlanishi $a_1 - 1, a_2 - 2, a_3 - 3, \dots$, kesmalar bilan ifodalanuvchi tezliklarning ortirmasiga proporsional bo'ladi.



6. 4 – shakl.

3. Berilgan tezlik $v = v(t)$ grafigining ostiga tezlanish $a = a(t)$ koordinatalarini chizamiz (6. 4 rasm, b).

4. Tezlik grafigining tik chiziqlarini pastga davom ettirib, $\alpha = \alpha(t)$ grafigining absissalar o'qini teng kesmalarga bo'lamiz.

5. Bu bo'limlarning o'rtasiga $\alpha_1 - 1$, $\alpha_2 - 2$, $\alpha_3 - 3$, ... tezlik ortirma kesmalarini belgilaymiz, ya'ni absissalar o'qining $0 - 1$ bo'linmasi o'rtasiga $\bar{y}_{e1} = \bar{\alpha}_1 1$ va $1 - 2$ bo'linmasi o'rtasiga $\bar{y}_{e2} = \bar{\alpha}_2 2$ kesmalarini $2 - 3$ bo'linmasi o'rtasiga esa $\bar{y}_{e3} = \bar{\alpha}_3 3$ kesmalarini, qolgan nuqtalarni ham shu tariqada joylashtirib chiqamiz. (Agar tezlanish $\alpha = \alpha(t)$ grafigi kichik chizilsa, ortirma kesmalarini K marta kattalashtirib chizish kerak.)

6. Belgilangan nuqtalarni yo'g'on tekis chiziq bilan birlashtirib, tezlanish $a = a(t)$ grafigini hosil qilamiz.

7. Tezlanishning ordinatalar o'qidagi masshtabini aniqlaymiz:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

ni kesmalar orqali ifodalab, quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$\bar{y}_e \cdot \mu_a = \frac{\Delta y_v \cdot \mu_v}{\Delta x_t \cdot \mu_t}.$$

Agar tezlik ortirmasi K marta oshirilsa, $\bar{y}_e = K \cdot \Delta y_v$ ga ega bo'ladi.

U holda, tezlanish masshtabining quyidagi ifodasiga ega bulamiz:

$$\mu_a = \frac{\mu_v}{K \cdot \Delta x_t \cdot \mu_t} \quad \frac{m / \text{sek}^2}{mm},$$

bu yerda μ_v – tezlik masshtabi, $\frac{m / cek^2}{mm}$; μ_t – vaqt masshtabi, $\frac{m / cek}{mm}$;

Δh_t – bo'linmalar oralig'i, mm;

K – tezlik orttirmasining necha marta kattalashganini bildiruvchi son.

Ma'ruza uchun savollar.

1. Mexanizmning to'la bir marta aylanishdagi davrini ifodasini keltiring.
2. Vaqt masshtabini ifodasini keltiring.
3. Grafiklarni necha hil usul orqali aniqlash mumkin.
4. Tezlanishlar grafigining masshtabini aniqlash ifodasini keltiring.
5. Vatarlar yordami bilan differensiallash usulini tushuntiring.
6. Vatarlar va ordinatalar usullarini bir – biridan farqi.

9 - Mavzu: TEKISLIKDA HARAKATLANUVCHI MEXANIZMLAR KINEMATIKASINI TADQIQ ETISH (tezliklar plani).

Reja:

1. Zveno hamda kinematik juft tezliklarini aniqlashning asosiy tenglamalari.
2. Mexanizmlar uchun tezliklar plani, II-sinf, 1- tur guruhning tezliklarini aniqlash.
3. Mexanizm nuqtalarining absolyut va nisbiy tezliklari hamda burchak tezliklarini aniqlash.

Tayanch iboralar.

Burchak tezligi, urinma, vektor, normal tehlaniş, mexanizm davri, etaklovchi zveno, aylana, tebraniş davri, kinematik juft, vaziyat, krivoship, masshtab, vaqt masshtabi, vatar, ortirish usuli.

Zveno hamda kinematik juftning tezlik va tezlanishlarini aniqlashning asosiy tenglamalari.

Mexanizmlarni kinematik tekshirishda grafik usullaridan foydalanish uchun tezlik va tezlanish qiymatlarini aniqlovchi asosiy munosabatlarni, tezlik va tezlanish vektorlarining yo'nalishlari va turli hollar uchun ularning vektor tenglamalarini tuza olishni yaxshi bilish kerak. Ma'lumki, mexanizm tarkibida ilgarilama va murakab harakat qiluvchi zvenolar bo'ladi. Ularning tezlik va tezlanishlarini aniqlash usullariga tuxtalib o'tamiz.

1. Bunda alohida zveno va ikki zvenoning bog'lovchi kinematik juft ilgarilama
a) zveno ilgarilama harakatlanadi. Bu zvenoning barcha nuqtalaridagi tezlik va tezlanishining qiymat va yo'nalishi bir hil bo'ladi (9.1. rasm, a)

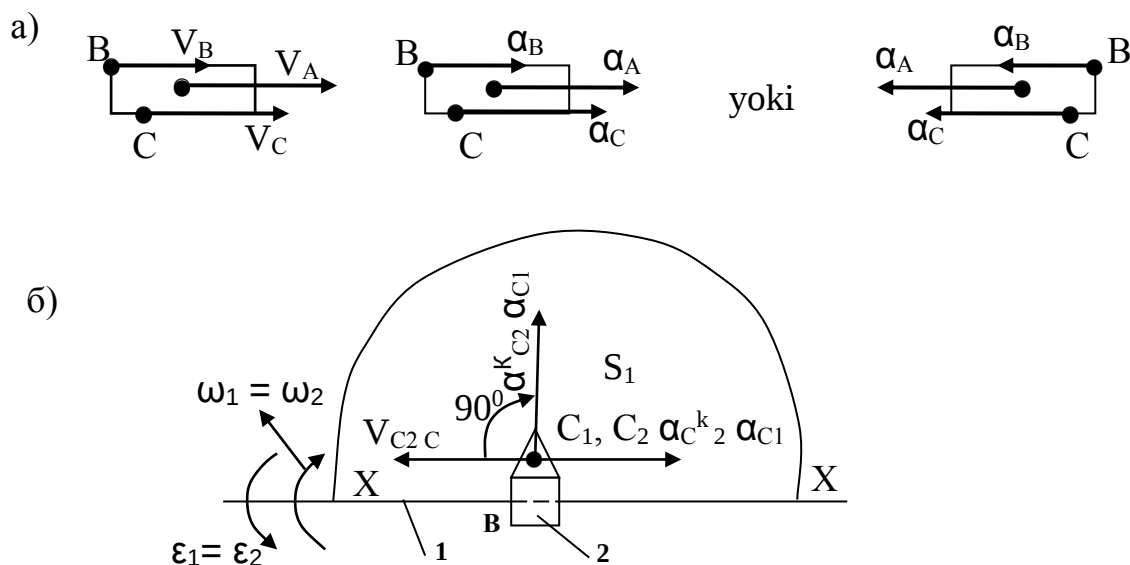
b) ikki zvenoning ikki nuqtasi bo'lgan kinematik juft ilgarilama harakat qiladi. (9.1. – rasm, b) da ilgarilama harakatlanuvchi B juft ko'rsatilgan.

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

$$\vec{v}_{C_2} = \vec{v}_{C_1} + \vec{v}_{C_2 C_1}, \quad (9.1)$$

bu yerda $\vec{v}_{C_2}$ - zveno 2 S_2 nuqtasining tezlik vektori;

$\vec{v}_{C_2C_1}$ - ilgarilama harakatdagi zveno 2 S_2 nuqtasining zveno 1 ga nisbatan nisbiy tezlik vektori bo'lib, u xx yo'naltiruvchiga parallel yo'naladi;



9.1 – shakl

$\vec{v}_{C_1}$ - zveno 1 ga S_1 nuqtasining ko'shirma tezlik vektori.

Zveno 2 zveno 1 ga nisbatan siljiganda uning S_2 nuqtasi xx yo'naltiruvchiga parallel to'g'ri chiziq bo'ylab harakat qiladi.

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

$$\vec{a}_{C_2} = \vec{a}_{C_1} + \vec{a}_{C_2C_1}^k + \vec{a}_{C_2C_1}^r \quad (9.2)$$

Bu tenglamadagi $\vec{a}_{C_2C_1}^k$ tezlanishning qiymati quyidagicha topiladi:

$$\vec{a}_{C_2C_1}^k = 2 \cdot \omega_1 \cdot v_{C_2C_1}, \quad (9.3)$$

Bu yerda ω_1 – zveno 1 ning burchak tezligi. Zvenolar 1 va 2 bitta ilgarilama kinematik juft hosil qilgani uchun $\omega_1 = \omega_2$ bo'ladi. Shuning uchun ular birga aylanib, ularning burchak tezligi va tezlanishi bir xil bo'ladi.

Tezlanish vektori $\alpha_{C_2C_1}^k$ ning yo'nalishi nisbiy tezlik vektori $\vec{v}_{C_2C_1}$ ni burchak tezligi ω_1 ning aylanish tomoniga 90° ga burish yo'li bilan aniqlanadi (9.1.- rasm, b). Nisbiy tezlanish vektori $\alpha_{C_2C_1}^r$ xx yo'naltiruvchiga paralel yo'naladi (9.1 – rasm, b).

2. Zveno qo'zg'almas o'q atrofida qo'zg'almas harakat qiladi (9.2 – rasm, a).

Bunda A nuqta chiziqli tezligining qiymati zvenoning burchak tezligi ω bilan radius Lo_{1A} ko'paytmasiga teng:

$$v_A = \omega \cdot L_{o_{1A}}. \quad (9.4)$$

Tezlikning vektori zvenoning burchak tezligi ω bo'yicha radiusga tik yo'naldi.

A nuqtaning normal tezlanishi quyidagicha aniqlanadi:

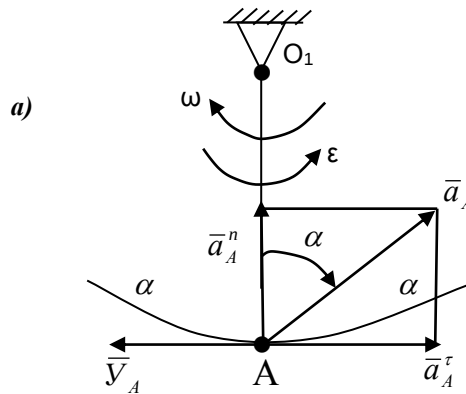
$$a_A^n = \frac{v_A^2}{L_{O_1 A}} = \omega^2 \cdot L_{O_1 A}, \quad (9.5)$$

Uning vektori A nuqtadan O_1 nuqtaga tomon radiusga paralel yo'naladi.
A nuqtaning urinma tezlanishi quyidagicha topiladi:

$$a_A^\tau = \frac{v_A^2}{L_{O_1 A}} = \omega^2 \cdot l_{O_1 A}, \quad (9.6)$$

Uning vektori A nuqtadan O_1 nuqtaga tomon radiusga paralel yo'naladi.

$$a_A^\tau = \varepsilon \cdot l_{O_1 A} \quad (9.7)$$



9.2 - shakl.

Uning vektori burchak tezlanish ε bo'yicha radiusga tik yo'naladi.

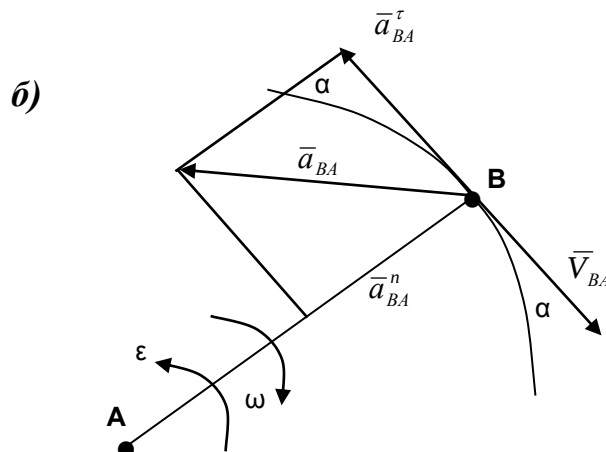
A nuqtaning to'la tezlanishi $\vec{a}_A$ normal va urinma tezlanishlarning yig'indisiga teng bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

$$a_A = l_{O_1 A} \sqrt{\omega^4 + \varepsilon^2}. \quad (9.8)$$

Bu tezlanish vektorining radiusi $O_1 A$ dan og'ish burchagi α quyidagicha

$$\text{aniqlanadi: } \operatorname{tg} \alpha = \frac{a_A^\tau}{a_A^n} = \frac{\varepsilon}{\omega^2}. \quad (9.9)$$

3. Zvenoning ikki nuqtasi bir – biridan l_{AB} masofada bo'lib harakatlanadi (9.2 – rasm, b).



9.2 – shakl.

Nazariy mexanikadan ma'lumki, zvenodagi biror nuqtaning (masalan, B nuqtaning) harakati ikki harakatdan: shu zvenodagai biror nuqtaning (masalan, A nuqtaning) ko'chirma va B nuqtaning A nuqta atrofida aylanma nisbiy harakatlaridan iborat bo'ladi. Shunga ko'ra, ikki nuqtaning o'zaro bog'lanishi quyidagi vektor tenglama bilan ifodalanadi:

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{BA}, \quad (9.10)$$

bu yerda $\vec{v}_A$ - A nuqtaning tezlik vektori;

$\vec{v}_B$ - B nuqtaning tezlik vektori;

$\vec{v}_{BA}$ - B nuqtaning A nuqtaga nisbatan nisbiy tezligi.

B nuqta A nuqtaga nisbatan har doim $\alpha\alpha$ yoy bo'icha harakatlanadi. Shuning uchun $v_{BA} \perp AB$ bo'ladi. AB zvenoning burchak tezligi quyidagi formula yordamida hisoblab topiladi:

$$\omega = \frac{v_{BA}}{l_{AB}}. \quad (9.11)$$

B nuqtaning tezlanishi $\vec{a}_B$ ikki tezlanishdan - A nuqtaning ko'chirma tezlanishi $\vec{a}_A$ va B nuqtaning A nuqtaga nisbatan nisbiy tezlanishi $\vec{a}_{BA}$ dan iborat bo'ladi:

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

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

U holda, B nuqtaning tezlanish vektori quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^\tau \quad (9.12)$$

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:

$$a_{BA}^n = \frac{v_{BA}^2}{l_{AB}} = \omega^2 \cdot l_{AB} \quad (9.13)$$

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

$$a_{BA}^\tau = \left| \frac{dv_{BA}}{dt} \right| = \varepsilon \cdot l_{AB}.$$

Burchak tezlanish ε ning qiymati quyidagicha topiladi:

$$\varepsilon = \frac{a_{BA}^\tau}{l_{AB}}. \quad (9.14)$$

Ma'ruza uchun savollar.

1. Burchak tezlanish qaysi ifoda orqali aniqlanadi.
2. Normal tezlanish qaysi yo'nalish orqali aniqlanadi.
3. $\vec{v}_A$ - qaysi nuqtaning tezlik vektori.
4. $\vec{v}_B$ - qaysi nuqtaning tezlik vektori;
5. $\vec{v}_{BA}$ - qaysi nuqtaning A nuqtaga nisbatan nisbiy tezligi.

10 - Mavzu: TEKISLIKDA HARAKATLANUVCHI MEXANIZMLAR KINEMATIKASINI TADQIQ ETISH (tezlanishlar plani).

Reja:

1. Zveno hamda kinematik juft tezlanishlarini aniqlashning asosiy tenglamalari.
2. Mexanizmlar uchun tezlanishlar plani, II-sinf I-tur guruhning tezlanishlarini aniqlash.
3. Mexanizm nuqtalarining absolyut va nisbiy tezlanishlari hamda burchak tezlanishlarini aniqlash.

Tayanch iboralar.

Burchak tezligi, urinma, vektor, normal tehlanih, mexanizm davri, etaklovchi zveno, aylana, tebranih davri, kinematik juft, vaziyat, krivoship, masshtab, vaqt masshtabi, vatar, ortirish usuli.

Zveno hamda kinematik juftning tezlanishlarini aniqlashning asosiy tenglamalari.

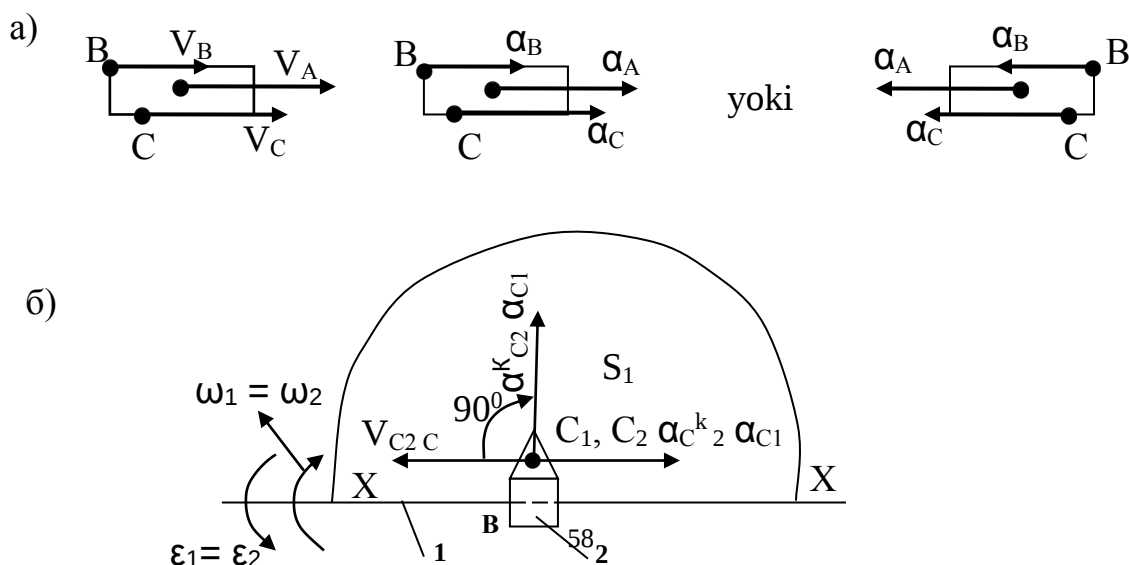
Mexanizmlarni kinematik tekshirishda grafik usullardan foydalanish uchun tezlik va tezlanish qiymatlarini aniqlovchi asosiy munosabatlarni, tezlik va tezlanish vektorlarining yo'nalishlari va turli hollar uchun ularning vektor tenglamalarini tuza olishni yaxshi bilish kerak. Ma'lumki, mexanizm tarkibida ilgarilama va murakkab harakat qiluvchi zvenolar bo'ladi. Ularning tezlik va tezlanishlarini aniqlash usullariga to'xtalib o'tamiz.

1. Bunda alohida zveno va ikki zvenoni bog'lovchi kinematik juft ilgarilama harakatlanadi.

a) zveno ilgarilama harakatlanadi. Bu zvenoning barcha nuqtalaridagi tezlik va tezlanishining qiymat va yo'nalishi bir hil bo'ladi (10.1. rasm, a)

b) ikki zvenoning ikki nuqtasi bo'lgan kinematik juft ilgarilama harakat qiladi. (10.1. – rasm, b) da ilgarilama harakatlanuvchi B 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 zveno 1 ning S_1 nuqtasi ustma – ust tushadi. U holda, bu nuqtalarning tezliklari o'zaro quyidagi tenglama bilan bog'lanadi:



10.1 – shakl

$$\bar{a}_{c_2} = \bar{a}_{C_1} + \bar{a}^n_{C_2 C_1} + \bar{a}^t_{C_2 C_1}, \quad (10.1)$$

bu yerda $\bar{a}_{C_2}$ - zveno 2 S_2 nuqtasining tezlik vektori;

$\bar{a}_{C_2 C_1}$ - ilgarilama harakatdagi zveno 2 S_2 nuqtasining zveno 1 ga nisbatan nisbiy tezlik vektori bo'lib, u xx yo'naltiruvchiga parallel yo'naladi;

$\bar{a}_{C_1}$ - zveno 1 ga S_1 nuqtasining ko'shima tezlik vektori.

Bu tenglamadagi $\bar{a}^k_{C_2 C_1}$ tezlanishning qiymati quyidagicha topiladi:

$$\bar{a}^k_{C_2 C_1} = 2 \cdot \omega_1 \cdot v_{C_2 C_1}, \quad (10.2)$$

Bu yerda ω_1 – zveno 1 ning burchak tezligi. Zvenolar 1 va 2 bitta ilgarilama kinematik juft hosil qilgani uchun $\omega_1 = \omega_2$ bo'ladi. Shuning uchun ular birga aylanib, ularning burchak tezligi va tezlanishi bir xil bo'ladi.

Tezlanish vektori $\alpha^k_{C_2 C_1}$ ning yo'nalishi nisbiy tezlik vektori $\vec{v}_{C_2 C_1}$ ni burchak tezligi ω_1 ning aylanish tomoniga 90° ga burish yo'li bilan aniqlanadi (10.1-rasm, b).

Nisbiy tezlanish vektori $\alpha^r_{C_2 C_1}$ xx yo'naltiruvchiga parallel yo'naladi (10.1–rasm, b).

Tezlikning vektori zvenoning burchak tezligi ω bo'yicha radiusga tik yo'naldi.

A nuqtaning normal tezlanishi quyidagicha aniqlanadi:

$$a_A^n = \frac{v_A^2}{L_{O_1 A}} = \omega^2 \cdot L_{O_1 A}, \quad (10.3)$$

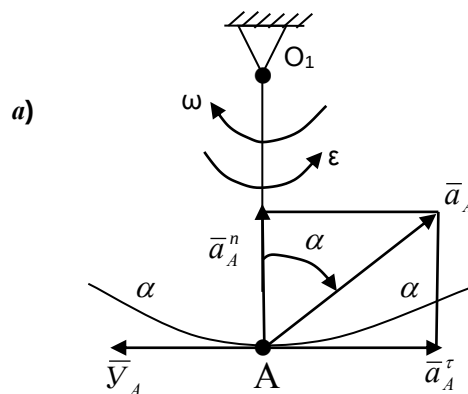
Uning vektori A nuqtadan O_1 nuqtaga tomon radiusga parallel yo'naladi.

A nuqtaning urinma tezlanishi quyidagicha topiladi:

$$a_A^n = \frac{v_A^2}{L_{O_1 A}} = \omega^2 \cdot l_{O_1 A}, \quad (10.4)$$

Uning vektori A nuqtadan O_1 nuqtaga tomon radiusga parallel yo'naladi.

$$a_A^\tau = \varepsilon \cdot l_{O_1 A} \quad (10.5)$$



10.2 - shakl.

Uning vektori burchak tezlanish ε bo'yicha radiusga tik yo'naladi.

A nuqtaning to'la tezlanishi $\vec{a}_A$ normal va urinma tezlanishlarning yig'indisiga

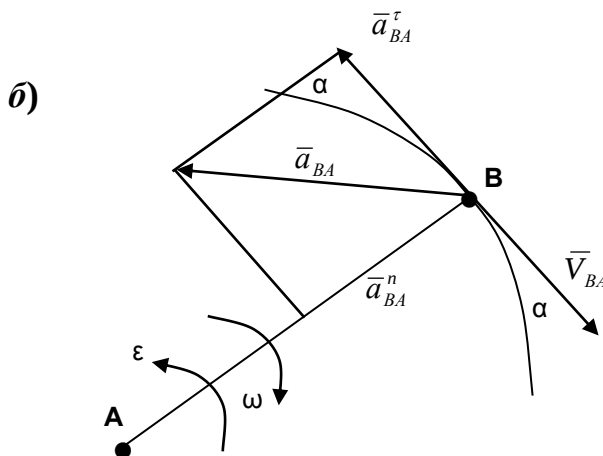
teng bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

$$a_A = l_{O_1A} \sqrt{\omega^4 + \varepsilon^2}. \quad (10.6)$$

Bu tezlanish vektorining radiusi O_1A dan og'ish burchagi α quyidagicha aniqlanadi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_A^\tau}{a_A^n} = \frac{\varepsilon}{\omega^2}. \quad (10.7)$$

3. Zvenoning ikki nuqtasi bir – biridan l_{AB} masofada bo'lib harakatlanadi (10.2 – rasm, b).



10.2 – shakl.

Nazariy mexanikadan ma'lumki, zvenodagi biror nuqtaning (masalan, B nuqtaning) harakati ikki harakatdan: shu zvenodagi biror nuqtaning (masalan, A nuqtaning) ko'chirma harakatidan va B nuqtaning A nuqta atrofidagi aylanma nisbiy harakatidan iborat bo'ladi. Shunga ko'ra, ikki nuqtaning o'zaro bog'lanishi quyidagi vektor tenglama bilan ifodalanadi:

B nuqtaning tezlanishi $\bar{a}_B$ ikki tezlanishdan – A nuqtaning ko'chirma tezlanishi $\bar{a}_A$ va B nuqtaning A nuqtaga nisbatan nisbiy tezlanishi $\bar{a}_{BA}$ dan iborat bo'ladi:

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

Nisbiy tezlanish $\bar{a}_{BA}$ esa normal $\bar{a}_{BA}^n$ va urinma $\bar{a}_{BA}^\tau$ tezlanishlar yig'indisiga teng. U holda, B nuqtaning tezlanish vektori quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$\bar{a}_B = \bar{a}_A + a_{BA}^n + \bar{a}_{BA}^\tau \quad (10.8)$$

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

$$a_{BA}^n = \frac{v_{BA}^2}{l_{AB}} = \omega^2 \cdot l_{AB} \quad (10.9)$$

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

$$a_{BA}^{\tau} = \left| \frac{dv_{BA}}{dt} \right| = \varepsilon \cdot l_{AB}.$$

Burchak tezlanish ε ning qiymati quyidagicha topiladi:

$$\varepsilon = \frac{a_{BA}^{\tau}}{l_{AB}}. \quad (10.10)$$

Ma'ruza uchun savollar.

1. Burchak tezlanish qaysi ifoda orqali aniqlanadi.
2. Normal tezlanish qaysi yo'nalish orqali aniqlanadi.

$\vec{v}_A$ - qaysi nuqtaning tezlik vektori.

$\vec{v}_B$ - qaysi nuqtaning tezlik vektori;

$\vec{v}_{BA}$ - qaysi nuqtaning A nuqtaga nisbatan nisbiy tezligi.

MASALALAR ECHISH

Tezlik va tezlanishlar rejalarini aniqroq tushunish maqsadida quyidagi masalalarni ko'rib chiqamiz.

1. masala. Sharnirli to'rt zvenoli mexanizm berilgan (1 – rasm, a). Bu mexanizm ShGSP markali ipak gazlama to'quv dastgohining batanli mexanizmidir. Mexanizm $K_m = 0,01 \left[\frac{M}{MM} \right]$ mashtabda chizilgan. Rasmda ko'rsatilgan mexanizm uchun tezliklar rejasini tuzamiz. $l_{O_1A} = 60 \text{ } MM$, $l_{AB} = 225 \text{ } MM$, $l_{BC} = 677 \text{ } MM$, krivoshipning bir minutdagi aylanish soni $n = 180 \text{ ayl/min}$.

Masalani eshish quyidagi ketma – ketlikda olib boriladi.

Yechish:

1. O_1A krivoshipning (tirsakli valning) burchak tezligini topamiz

$$\omega_2 = \frac{\pi n}{30} \frac{3,14 \cdot 180}{30} = 18,84 [cek^{-1}]$$

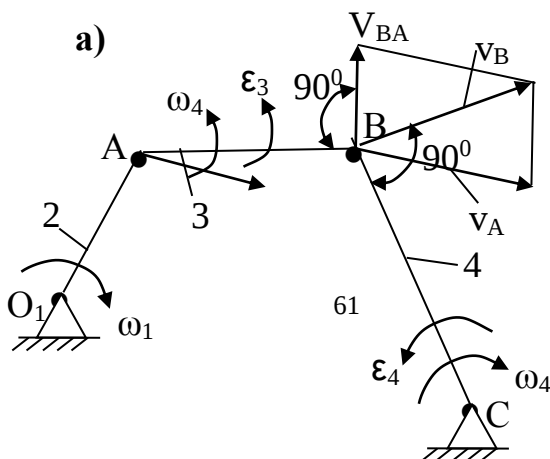
2. Krivoshipdagi A nuqtaning (sharnirning) teshligini topamiz

$$v_A = \omega_2 \cdot l_{O_1A} = 18,84 \cdot 0,06 = 1,13 [Mcek^{-1}] \text{ ga teng bo'ladi.}$$

3. Aniqlangan natijalarga asoslangan holda, tezlik masshtabini quyidagicha tanlab olamiz.

$$K_v = \frac{v_A}{Pa} = \frac{1,13}{50} = 0,022 \left[\frac{Mcek^{-1}}{MM} \right]$$

4. P qutbdan $Pa = 50 \text{ } mm$ ni O_1A ga tik qilib o'tkazamiz (1 – rasm, b).



5. B nuqtaning tezligini topamiz, buning uchun B nuqtaning tezligini A va S nuqtalarning tezliklari bilan bog'laymiz:

$$\bar{v}_B = \bar{v}_A + \bar{v}_{BA}$$

$$\bar{v}_B = \bar{v}_C + \bar{v}_{BC}$$

Birinchi tenglamaga asosan, $\bar{p}a$ vektorining a uchidan BA ga tik o'tkazamiz.

$v_C = 0$ ($P_S = 0$) bo'lgani uchun C nuqta qutbda yotadi, shu sababli BC ga tik chiziqni qutbdan o'tkazishga to'g'ri keladi. Ikala tik chiziq b nuqtada kesishadi (1-rasm, b).

$$v_{CB} = \bar{K}_v \cdot Pb = 0,022 \cdot 50 = 1,1 \text{ msek}^{-1} - B \text{ nuqtaning absolyut tezligi};$$

$$v_{BA} = \bar{K}_v \cdot ab = 0,022 \cdot 34 = 0,748 \text{ msek}^{-1} - B \text{ nuqtaning } A \text{ ga nisbatan aylanichida hosil bo'lgan nisbiy tezlik.}$$

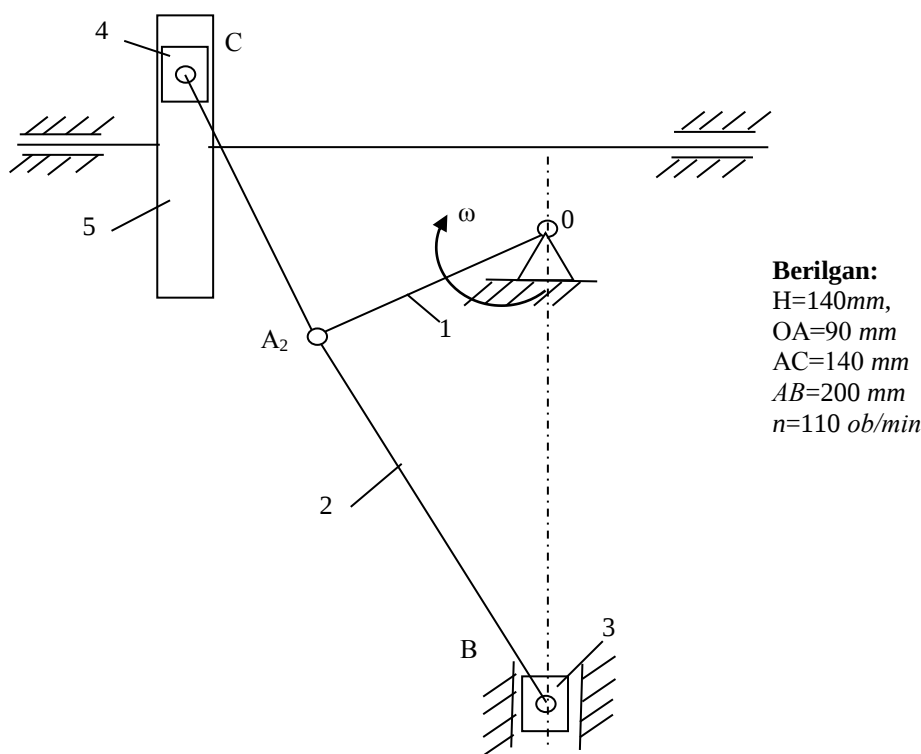
BC zvenoning burchak tezligini topamiz:

$$\omega_{BC} = \omega_4 = \frac{v_{BC}}{l_{BC}} = \frac{1,1}{0,677} = 1,62 \text{ sek}^{-1}$$

AB zvenoning burchak tezligi quyidagicha bo'ladi:

$$\omega_{BA} = \omega_3 = \frac{v_{BA}}{l_{BA}} = \frac{0,748}{0,225} = 3,324 \text{ sek}^{-1}$$

3. **masala.** Ushbu krivoship shatunli mexanizmni berilgan holati uchun tezlik va tezlanish rejalarini tuzing.



2 – shakl. Krivoship-shatunli mexanizm

Berilgan besh zvenoli krivoship shatunli mexanizmni tezlik rejasini quyidagi ketma - ketlikda tuzamiz.

Yechish:

1. O_1A krivoshipning (tirsakli valning) burchak tezligini topamiz (3-rasm).

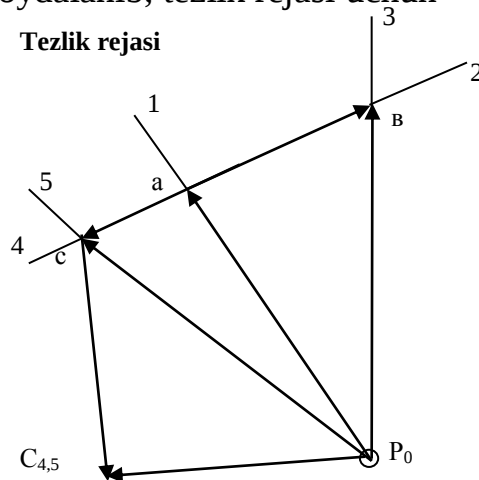
$$\omega_2 = \frac{\pi n}{30} \frac{3,14 \cdot 110}{30} = 11,51 [\text{cek}^{-1}]$$

2. Krivoshipdagi A nuqtaning tezligini quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz.

$$v_A = \omega_1 \cdot l_{OA} = 11,513 \cdot 0,045 = 0,52 \text{ m/s}.$$

3. Aniqlangan A - nuqtaning tezligidan foydalanib, tezlik rejasi uchun masshtab tanlaymiz:

$$K_v = \frac{v_A}{P_A} = \frac{0,52}{36} = 0,0144 \frac{\text{m/c}}{\text{mm}}.$$



3 – rasm.

4. Mexanizmni tezlik rezasini qurish uchun ixtiyoriy bir nuqtada (P) polyus belgilab olamiz

5. Mexanizmning qolgan zveno tezliklarini a nuqta uchidan perpendikulyar o'tkazish yo'li orqali aniqlanadi

6. B nuqtaning vektorli tenglamasi quyida keltirilgan (3-tenglama).

$$\begin{cases} \vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{AB} \\ \vec{v}_B = // yy \end{cases}$$

7. B nuqtaning tuzilgan vektorli tenglamasi yordamida B nuqtaning absolyut va nisbiy tezliklarini aniqlaymiz.

$$v_A = P_B K_v = 0,55 \cdot 0,0144 = 0,00079 [\text{m/s}]$$

$$v_{AB} = ab K_v = 0,025 \cdot 0,0144 = 0,00036 [\text{m/s}]$$

$$v_{VC} = sb K_v = 0,042 \cdot 0,0144 = 0,00058 [\text{m/s}]$$

8. C nuqta A va B nuqtalar bilan bir qatorda bo'lganligi sababli C nuqtaning qiymatini aniqlash uchun geometrik proporsiya tuziladi.

$$\frac{AB}{ab} \times \frac{BC}{bc} = \frac{ab \cdot BC}{AB} = \frac{25,340}{200} = 42,5 [\text{mm}]$$

9. Mexanizm zvenolaridagi burchak tezliklarini aniqlanadi.

$$\omega_2 = \frac{v_{AB}}{LAB} = \frac{0,00036}{0,20} = 0,0018 [p/c]$$

$$\omega_3 = \frac{v_{BC}}{LBC} = \frac{0,00058}{0,34} = 0,0017 [p/c].$$

10. Mexanizmning tezlanish rejasini tuzish uchun ishni quyidagi ketma– ketlik asosida amalga oshirish lozim (4 - rasm).

11. A-nuqtaning tezlanishini quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz.

$$\alpha_A = \frac{(g_A)^2}{l_{OA}} \quad [M/c^2]$$

12. B nuqtaning tezlanishini aniqlash uchun quyidagicha vektorli tenglama tuzamiz:

$$\begin{cases} \alpha_B = \alpha_a + \alpha_{ab}^n + \alpha_{ab}^\tau \\ \alpha_B = // yy \end{cases}$$

13. Tuzilgan vektorli tenglamalardan foydalanib normal vektor qiymatlarini aniqlaymiz:

$$\alpha_{ab}^n = \frac{(\bar{g}_{ab})^2}{l_{ab}} \quad [M/cek^2]$$

$$\alpha_{bc}^n = \frac{(\bar{g}_{bc})^2}{l_{bc}} \quad [M/cek^2]$$

14. Normal vektorlarni haqiqiy o'lshamini aniqlash uchun quyidagicha tezlanish masshtabi aniqlanadi.

$$K_a = \frac{\alpha_A}{\pi a} \quad \left[\frac{M/cek^2}{MM} \right]$$

Bu yerda α_A – aniqlangan A – nuqtaning tezlanishi π_A – ixtiyoriy kesma

15. S - nuqtaning qiymatini aniqlash uchun geometrik proporsiya tenglamasini tuzib qiymatlarni aniqlaymiz

$$\frac{AB}{a\theta} \times \frac{BC}{\theta c} \quad \theta c = \frac{a\theta \cdot BC}{AB} = \frac{44 \cdot 170}{100} = 74,8 [MM]$$

Bu yerdagi $\pi_A \approx (40 \div 70)$ oralig'ida olish tavsiya etiladi.

16. Quyidagi masshtabdan foydalanib tezlanish planlarining haqiqiy o'lchamlari aniqlanadi.

$$n_{ab} = \frac{\alpha_{ab}^n}{K_a} \quad [MM]$$

$$n_{cb} = \frac{\alpha_{cb}^n}{K_a} \quad [MM]$$

17. Mexanizm zvenolarining normal vektorlarini haqiqiy o'lchamlari ma'lum bo'lgach urinma vektor o'lshamlarini son qiymatlarini aniqlaymiz, ularni aniqlash ifodasi quyida keltirilgan.

$$a_{ab}^\tau = \tau_{ab} \cdot K_a [m/s^2]$$

$$a_{si}^\tau = \tau_{si} \cdot K_a [m/s^2]$$

18. Mexanizm zvenolarining har birida burchak tezligidan tashqari burchak tezlanishlari ham mavjud bo'lib ularning son qiymatlarini aniqlash uchun quyidagi ifodadan foydalanamiz.

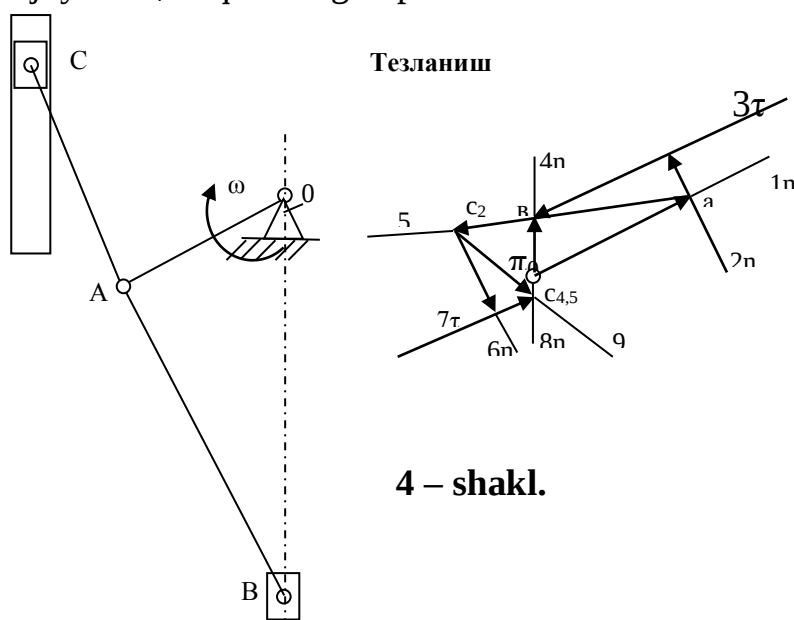
$$\varepsilon_2 = \frac{a_{ab}^\tau}{l_{ab}} = \frac{7,744}{0,1} = 77,44 [p/c^2]$$

$$\varepsilon_3 = \frac{a_{cb}^\tau}{l_{cb}} = \frac{13,376}{0,17} = 78,68 [p/c^2]$$

19. Tezlanish rejasini qurish tartibi quyidagicha.

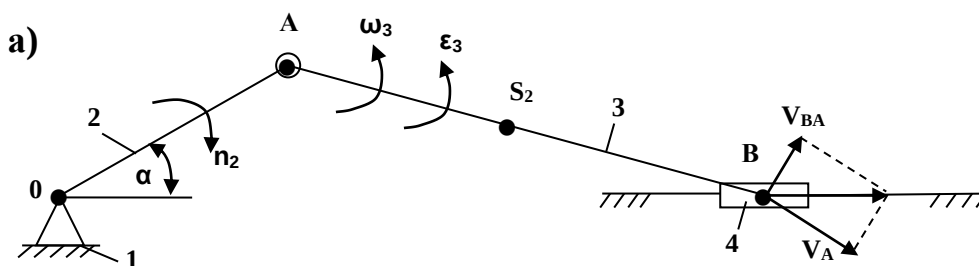
a) tezlanish qutbi nuqtasi π dan A nuqta tezlanish vektorini ifodalovchi (πa) chiziladi;

- v) a nuqtadan normal tezlanish vektori $\vec{a}_{BA}^n$ ni ifodalovchi (an_2) kesma belgilanadi;
- s) n_2 nuqtadan $\vec{a}_{BA}^\tau$ urinma (tangensial) tezlanish vektorining joylashuv chizig'i AB zvenoga tik holatda o'tkaziladi;
- d) B_2 Y o'qi bo'ylab harakatlanayotganligi sababli πB ga parallel kesma o'tkazamiz. O'tkazilgan kesma AB urinma chizig'i bilan kesishgan joyida b nuqtani tezlanishi topiladi;
- e) C_2 nuqta proporsiya orqali aniqlanib C_4 tezlanish vektori $\vec{a}_{BC}^n$ belgilovchi kesma o'tkaziladi;
- k) n_2 nuqtadan $\vec{a}_{CB}^\tau$ urinma (tangensial) tezlanish vektorining joylashuv chizig'i CB zvenoga tik holatda o'tkaziladi;
- z) π qutbdan Y o'qi bo'ylab normal kesim o'tkazamiz, bular o'zaro bir – biri bilan tutashgan joyida S_4 nuqta tezligi topiladi.



4 – shakl.

3. masala. Aviasiya dvigateli aksial krivoship – shatunli mexanizmning ko'rsatilgan vaziyati uchun tezliklar rejasi tuzilsin va shatunning burchak tezligi hamda bu tezlikning yo'nalishi aniqlansin. $\alpha = 45^\circ$; krivoshipning uzunligi $l_{OA} = 0,095$ m, shatunning uzunligi $l_{AB} = 0,34$ m, krivoshipning aylanish soni $n = 2200$ ayl/min.



- 5 – rasm: a – krivoship – shatunli mexanizm;
b – tezliklar rejasi;
v – tezlanishlar rejasi.

Echish: 1. Mexanizmni chizish uchun chizma masshtabi tanlanadi:

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

2. Krivoshipning qog'ozdagi chizma uzunligini topamiz:

$$OA = \frac{l_{OA}}{K_l} = \frac{0,095}{0,005} = 19 [MM]$$

3. Krivoshipning burchak tezligini aniqlaymiz:

$$\omega_A = \frac{\pi n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 2200}{30} = 230 \text{ } \text{cek}^{-1}$$

4. Krivoshipdagi A nuqtaning chiziqli tezligini topamiz:

$$v_A = \omega \cdot l_{OA} = 230 \cdot 0,095 = 22 \text{ } m \cdot \text{cek}^{-1}$$

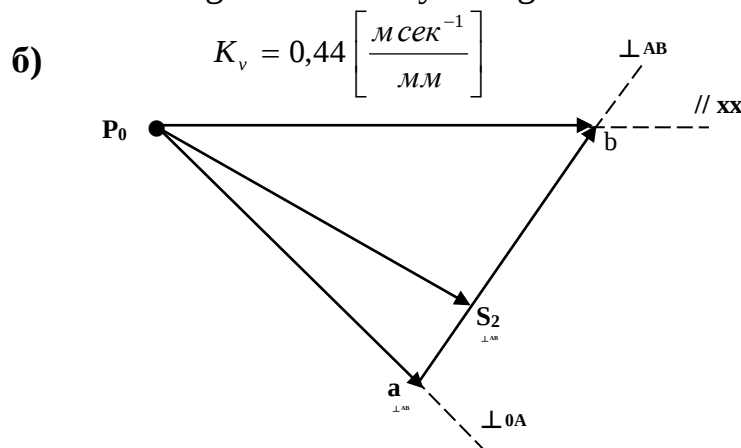
5. Tezliklar masshtabini tanlaymiz:

$$K_v = \frac{v_A}{Pa} = \frac{22}{50} = 0,44 \left[\frac{m \cdot \text{cek}^{-1}}{MM} \right]$$

6. B nuqtaning tezligini topish maqsadida quyidagi vektorli tenglamani tuzamiz:

$$\begin{cases} \vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{BA} \\ \vec{v}_B = \vec{v}_X + \vec{v}_{BX} \end{cases}$$

Tuzilgan vektorli tenglamalardan foydalangan holda tezliklar rejasini quramiz.



5 – rasm, a

Tezliklar rejasini qurish uchun ixtiyoriy joydan P nuqtanin tanlab olamiz va OA ga tik qilib $Pa = 50 \text{ } mm$ vektor kesmasini o'tkazamiz. So'ngra birinchi tenglamaga binoan, B nuqtaning tezligini topish uchun Pa kesmani a uchidan AB ga tik bo'lgan kesma chizig'ini o'tkazamiz, ikkinchi tenglamaga binoan, qutbdan (chunki, xx qo'zg'almas bo'lganligi sababli $B_x = 0$ bo'ladi, bu esa qutbda yotadi) xx ga parallel chiziq o'tkazamiz. O'tkazilgan ikkala chiziq b nuqtada kesishadi. Shunday qilib, pab ushburchak rasmda ko'rsatilgan vektorlar, 5 – rasmda ko'rsatilgan krivoship – shatunli mexanizm uchun tezliklar rejasi hisoblanadi. Hosil bo'lgan tezliklar rejasidan foydalanib, nuqta tezliklarining haqiqiy qiymatlarini topamiz:

7. B nuqtaning absolyut tezligi:

$$v_B = K_v \cdot pb = 0,44 \cdot 40 = 18 \text{ } m \cdot \text{cek}^{-1}$$

8. B nuqtaning A atrofida aylanichida hosil bo'lgan nisbiy tezlik:

$$v_{BA} = K_v \cdot ab = 0,44 \cdot 35 = 15,4 \text{ } m/c$$

9. Shatunning burchak tezligi:

$$\omega_{BA} = \frac{v_{BA}}{l_{BA}} = \frac{15,4}{0,34} = 45,3 \text{ cek}^{-1}$$

10. Shatundagi S_2 nuqtaning vaziyati o'xshashlik teoremasiga binoan, proporsiya tuzish yo'li bilan topiladi:

$$\frac{\overline{as}_2}{\overline{ab}} = \frac{AS_2}{AB}; \quad \overline{as}_2 = ab \cdot \frac{AS_2}{AB} = 35 \cdot \frac{100}{340} = 10,2 \text{ mm}$$

$\overline{as}_2 = 10,2 \text{ mm}$ kesmani tezliklar rejasidagi ab ga a nuqtadan o'lchab qo'yamiz va S_2 ni topamiz, S_2 ni qutub bilan tutashtirib, pS_3 ni hosil qilamiz. Bu hosil qilingan kesma K_v masshtabda S_2 nuqtaning absolyut tezligini ifodalaydi:

$$v_{S_2} = K_v \cdot \overline{ps}_2 = 0,44 \cdot 34 = 15 \text{ mcek}^{-1}$$

11 - Mavzu: MEXANIZMNING PERMANENT VA BOSHLANG'ICH HARAKATLARINI ANIQLASH.

Reja:

1. Mexanizmning permanent va boshlang'ish harakatlarini aniqlash.
2. Mashina va mexanizmlar nazariyasidagi invariantlar o'xshashligi usulining asoslari haqida tuchuncha.

Tayanch iboralar.

Vektorlar, tangensial (relyativ), tezlik va tezlanish analoglari, burchak tezligi, boshlang'ich harakat, kulisa, geometrik miqdor, uxshashlik invariantlari, sikl, o'tish davri, aylanish burchagi.

Mexanizmning permanent va boshlang'ish harakatlarini topish. Avvalo etaklovchi zvenoning harakat qonuni qanday rasmda berilishi bilan tanishish lozim. Chunki bu qonunlarni qo'zg'alishlar funksiyasi (siljishlar funksiyasi), tezliklar funksiyasi yoki tezlanishlar funksiyasi deb ataymiz. Qo'zg'alishlar qonuni, agar etakchi zveno aylanma harakat qilsa, quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\varphi = \varphi(t)$$

Agar etakchi zveno ilgarilanma qaytar harakat qilsa u holda qo'zg'alishlar funksiyasi quyidagicha yoziladi:

$$S = S(t)$$

$\varphi = \varphi(t)$ va $S = S(t)$ qonunlari grafik ko'rinishda berilgan bo'lishi ham mumkin.

Ba'zi texnik masalalarda etakchi zvenoning harakat qonuni $\omega = \omega(t)$ yoki $v = v(t)$ ko'rinishdagi tezliklar funksiyasi orqali beriladi. Unday holda qo'zg'alishlar funksiyalari quyidagicha topiladi:

$$\varphi_i - \varphi_0 = \int \omega(t) dt$$

$$v_i - v_0 = \int v(t) dt$$

Agar etakchi zvenolar qonuniyatlari $\varepsilon = (\varepsilon)t$ yoki $\alpha = \alpha(t)$ funksiyalar ko'rinishda berilgan bo'lsa, u holda tezlik va holatlar funksiyalari quyidagicha topiladi:

tezliklar funksiyalari:

$$\omega_i = \omega_0 + \int_{t_0}^{t_i} \varepsilon(t) dt, \quad (11.1)$$

$$v_t = v_0 + \int_{t_0}^{t_i} a(t) dt$$

holatlar funksiyalari esa:

$$\varphi_i = \int_{t_0}^{t_i} \omega_i \cdot dt = \int_{t_0}^{t_i} \int_{t_0}^{t_i} \varepsilon(t) dt \cdot dt \quad (11.2)$$

Agar qandaydir j zvenoning aylanish burchagi $\varphi_j = \varphi_j(\varphi)$ funksiya ko'rinichida berilgan bo'lsa, u holda shu zvenoning burchak tezligi ω_j quyidagicha topiladi:

$$\omega_j = \frac{d\varphi_j}{dt} = \frac{d\varphi_j}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} \omega_{j\varphi} \quad (11.3)$$

Bunda ω – etakchi zvenoning burchak tezligi;

$i_{j\varphi}$ – o'lchovsiz son bo'lib, j zvenoning etakchi zvenoga nisbatan uzatish sonidir. Tezlik va tezlanish analog miqdorlaridan birinchi bo'lib mexanizmlar kinematikasini o'rganishda L.V.Assur foydalangan.

Tezlik va tezlanish analoglari vaqtga bog'liq bo'lmay, faqat umumlashgan koordinataga bog'liq bo'lganligidan, mexanizmlar kinematikasini geometrik o'rganilsa ham bo'ladi. Bu esa agar etakchi zveno aylanma harakat qilsa, u holda φ ning qator qiymatlari uchun mexanizm zvenolarining holatlarini aniqlash mumkin.

Agar etakchi zveno o'zgarmas burchak tezligi bilan aylansa, u holda, uning burchak tezlanishi nol bo'ladi. Bunday hol uchun j zvenoning burchak tezligi, tezlanishi bilan zvenodagi B nuqtaning tezligi va tezlanishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\omega_{j0} = i_{j\varphi} \cdot \omega \quad (11.4)$$

$$\varepsilon_{j0} = \omega^2 \frac{di_{j\varphi}}{d\varphi} \quad (11.5)$$

$$v_{B0} = \omega \cdot v_{B\varphi} \quad (11.6)$$

$$a_{B0} = \omega^2 a_{B\varphi} \quad (11.7)$$

Shunday qilib, etakchi zvenoning o'zgarmas burchak tezligi bilan aylanish holatini ko'rib chiqdik. Bunday holatlarda $\omega = \text{sonst}$ bo'lib $\varepsilon = 0$ bo'ladi. Etakchi zvenoning o'zgarmas burchak tezligi bilan aylanichidaagi harakati mexanizmning **p e r m a n e n t** yoki **a s o s i y h a r a k a t i** deb ataladi. Biz mexanizmlar kinematikasini o'rganishimizda faqat uning permanent harakatini tekshiramiz, xolos.

Agar mexanizmda $\omega = 0$ bo'lsa, u holda ω_{j0} , ε_{j0} , v_{B0} , a_{B0} lar nolga aylanib, quyidagi tenglamani olamiz:

$$\varepsilon_{ju} = \varepsilon \cdot i_{j\varphi} \quad (11.8)$$

$$a_{Bu} = \varepsilon \cdot v_{B\varphi}^a \quad (11.9)$$

Shunday qilib, mexanizmdagi etakchi zvenoda $\omega = 0$ bo'lgandagi harakat, uning **boshlang'ich harakati** deb ataladi. Mexanizmning boshlang'ish harakatida $\omega = 0$ bo'lib, bu holatdagi zveno va nuqta harakatlari faqat burchak va tangensial (urinma) tezlanishlardan iborat bo'lar ekan. Shuning uchun mexanizmning haqiqiy harakati

asosan uning permanent va boshlang'ish harakatlar yig'indisidan iborat ekanligi bizga ma'lum bo'ladi. Harakatni bunday ikkiga bo'lib tekshirishni N. E. Jukovskiy tavsiya etgan.

Biz mexanizmlar kinematikasini o'rganishda uning permanent harakatini o'rganganligimizdan uning zvenolarining holati, tezligi va tezlanishlari faqat umumlashgan koordinataga bog'liq bo'lib, vaqtga bog'liq emas.

Mashina va mexanizm nazariyasidagi invariantlar o'xshashligi usulining asoslari haqida tuchuncha.

Biz quyida o'xshashlik nazariyasi bilan o'lchovliklar nazariyasi to'g'risida tuchuncha berib o'tishni lozim topdik. Mexanik o'xshashlik teoremasini birinchi bo'lib Isaak Nyuton o'zining 1686 yilda chop etilgan «Natural falsafaning matematik prinsiplari» kitobida bayon etgan. Bu masala bilan I. I. Artobolevskiy, V. P. Goryachkin, V. L. Kirpichev va boshqa bir qancha olimlar shug'ullanganlar.

Mexanika material jismlarning fazoda vaqtga bog'liq harakatini o'rganuvchi fan bo'lganligidan barcha mexanik miqdorlar (M) ni tegishli fizik modullarda, ya'ni uzunlikni (l_0), vaqtni (t_0) va massani (m_0) quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$M = \frac{M}{l_0^a \cdot t_0^\varphi \cdot m_0^\psi} \cdot l_0^a \cdot t_0^\varphi \cdot m_0^\psi = k \cdot l_0^a \cdot t_0^\varphi \cdot m_0^\psi \quad (11.10)$$

a, φ va ψ - haqiqiy sonlar bo'lib, ular xususiy hol uchun nolga teng bo'lishi mumkin. Ularning qiymatlari asosan M miqdor o'lchoviga bog'lidir va u o'lchovsiz koefitsient bo'lib, u berilgan fizik modul' o'lchovlarida (l_0, t_0, m_0) M miqdorni bildiruvchi sonidir:

$$k = \frac{M}{l_0^a \cdot t_0^\varphi \cdot m_0^\psi} \quad (11.11)$$

Geometrik miqdor uchun $a \neq 0, \varphi = 0, \psi = 0$; uzunlik uchun $a = 1$, yuza uchun $a = 2$, hajm uchun $a = 3$. Kinematik miqdorlar uchun $a = 1; \varphi \neq 0, \psi = 0$, ya'ni tezlik uchun $\varphi = -1$, tezlanish uchun $\varphi = -2$; dinamik miqdorlar uchun $a \neq 0, \varphi \neq 0, \psi = 0$. O'lchovsiz koefitsient (k) fizik jihatdan bir xil o'zgaradigan sistemalar uchun ma'lum nisbiy parametrlar va umumlashgan koordinata funksiyasidan iborat. O'xshashlik nazariyasida bunday koefitsientlarga **o' x s h a s h l i k i n v a r i a n t l a r i** deb ataladi.

Mexanik sistema masalalarini hal etishda umumlashgan koordinata o'rnida nisbiy vaqt (τ) dan foydalanish yaxshi qulaylik tug'diradi. Bunday koordinata o'lchamsiz son bo'lib, quyidagicha topiladi:

$$\tau = \frac{t}{T} = \frac{\varphi}{\varphi_s} \quad (11.12)$$

Bunda T – siklning o'tish davri,

t - o'zgaruvchan vaqt; $0 \leq t \leq T$

φ_s – mexanizm bosh valining T davrdagi aylanish burchagi,

φ – aylanish burchagi $0 \leq \varphi \leq \varphi_s$.

Mexanik sistemalarda bo'ladigan quyidagi o'xshashliklarni belgilash mumkin:

1. Geometrik o'xshashlik.
2. Material o'xshashlik.

3. Kinematik o'xshashlik.
4. Dinamik o'xshashlik.

Geometrik o'xshash sistemalarni ikki mos nuqtalari orasidagi kesmalar nisbati o'zgarmas son bo'ladi ya'ni:

$$\frac{a_i b_i}{a_i b_i} = \text{const} = \mu \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (11.13)$$

Bunday shartni bajarilishi geometrik o'xshash figuralarni yaratish imkoniyatini beradi. Mexanizmdagi zveno figurasi bilan nisbiy tezliklardan tashkil etilgan tezliklar plandagi yuza ham huddi shunday geometrik o'xshashlikning o'zginasidir. Geometrik o'xshash burchaklar bir – birlariga teng bo'ladi.

Geometrik o'xshash sistemalardagi mos yuzalar nisbati μ^2 , mos hajmlar nisbati esa μ^3 ko'rinishni beradi.

Material o'xshash sistemalardagi mos geometrik hajmlar massalarining nisbati o'zgarmay qoladi ya'ni:

$$\frac{m_{1i}}{m_{2i}} = j \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (11.14)$$

Umuman olganda massa jism og'irligini erning tortish tezlanishiga bo'linganiga teng ekanligini e'tiborga olsak, u holda quyidagilarni yozish mumkin:

$$m_{1i} = \frac{\gamma \cdot l_i^3}{g}, \quad m_{2i} = \frac{\gamma' \cdot l_i^3}{g}.$$

Bularni (9.14) ga qo'ysak, quyidagi kelib chiqadi:

$$j = \frac{m_{1i}}{m_{2i}} = \frac{\gamma \cdot l_i^3}{\gamma' \cdot l_i^3} = \frac{\gamma}{\gamma'} \cdot \mu^3. \quad (11.15)$$

Agar material o'xshash sistemalarning solishtirma og'irlik nisbatlari birga teng bo'lsa, u holda ularning material o'xshashligi quyidagicha bo'ladi:

$$J = \mu^3. \quad (11.16)$$

Mexanik sistemalarning sikl boshidagi geometrik o'xshashligi sikl davomidagi tegishli holatlarda geometrik o'xshash bo'lib qolsa va mos sikl fazalarida $\tau = \frac{t_1}{t'_1} \text{ const}$ bo'lib qolsa, bunday sistemalar kinematik o'xshash sistemalar deb ataladi.

Dinamik o'xshash sistemalarni o'rganish uchun Nyuton qonunidan foydalanamiz:

$$R = ma.$$

Bundan kinematik (a) va material (m) o'xshash sistemalarning dinamik o'xshash bo'lishini olish mumkin, ya'ni ikki sistemaning tegishli holatlaridagi kushlar nisbati o'zgarmay qolsa, bunday sistemalar dinamik o'xshash bo'ladi:

$$\mu_p = \frac{p}{p'} = \frac{m \cdot a}{m_1 \cdot a_1} = j \cdot \mu \cdot \tau^{-2} \quad (11.17)$$

yoki

$$\frac{p}{p'} = \frac{j\mu}{\tau^2} = \frac{m \cdot x T_1^2}{m_1 \cdot x_1 T^2}, \quad \mu = \frac{x}{x_1}, \quad j = \frac{m}{m_1}; \quad \tau = \frac{T}{T_1}; \quad T = \frac{2\pi}{\omega}, \quad T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1}$$

μ_r – o'lchovsiz nisbiy kuch bo'lib, dinamik o'xshashlik invarianti yoki «Nyuton soni» deb ataladi.

Mexanizm davriy harakatining qonuniyatlari va o'xshashligining pozision invariantlari haqida bir oz tuchuncsha berib o'tamiz.

Mashina davriy harakatda bo'ladi, ya'ni uning barcha zvenolari va shu zvenolardagi nuqtalar vaqtga bog'liq holda, ma'lum qonun bilan siklik qaytariluvchi harakat qiladi. Davriy harakatning asosiy belgilari quyidagilardan iborat:

1) zvenoning har bir nuqtasi harakat traektoriyasining doimiyligi va ma'lum chegarada bo'lishligi;

2) zveno har bir nuqtasining traektoriya bo'ylab yoki o'q atrofidagi harakat qonuni qandaydir $S_i = S_i(t)$, $\varphi_i = \varphi_i(t)$ funksiyalari orqali ifodalanadi va ular siklning davri (T) ichidaagina haqiqiydir, ya'ni $0 \leq t \leq T$ chegarada;

3) shu qonuniyatlarda o'zgarmas takrorlik bilan to'la ritmik qaytariladi. Ularning takrorlari quyidagicha topiladi:

$$\text{takrori } f \frac{1}{T}$$

$$\text{davri } T \frac{60''}{\Pi} \frac{сек}{цикл} - \text{ mexanizm davri.}$$

Chiziqli va burchak tezliklari quyidagicha topiladi:

$$v_i = \frac{ds_i(t)}{dt}, \quad \omega_i = \frac{d\varphi_i(t)}{dt}$$

Bu yerda S, T – harakatning miqdor parametrlari deb ataladi. Miqdor parametrlari turlicha bo'lsa ham, agar ular bir tur harakat qonunini ifodalasa, sifat jihatidan mos keladi, chunki siklning (davrning) istalgan fazasida ya'ni nuqtasida

nisbiy vaqt $\tau = \frac{t}{T}$ orqali topilib, nisbiy bosilgan yo'l o'zgarmay qoladi, ya'ni:

$$K_s = \frac{S_i}{S} \quad (i = 0, 1, 2, \dots, n)$$

$$\text{Bunda } \tau_{\max} = \frac{t_n}{T} = \frac{T}{T} = 1; \quad K_s = \frac{S_n}{S} = \frac{S}{S} = 1.$$

T, S – davr va berilgan oraliqlar.

$S_i = S_i(t)$ funksiyani quyidagi rasional ko'rinishda ifodalab olamiz:

$$S_i = S_i(t) = \frac{S_i\left(\frac{t}{T} \cdot T\right)}{S} \cdot S = \frac{S_i(\tau \cdot T)}{S} \cdot S$$

yoki $S_i = S_i(k) \cdot S$ (11.18)

$$\frac{S_i(\tau \cdot T)}{S} = S_i(k) - \text{nisbiy bosilgan yo'l yoki oraliq, o'lchovsiz son yoki}$$

harakatning o'xshashlik invarianti;

$$\tau = \frac{t}{T} - \text{o'lchovsiz nisbiy vaqt yoki sikl oraliq vaqtning pozitsiyasi.}$$

$S_i(k)$ – harakatning sifat tomonini bildiradi. Nisbiy vaqt va oraliq (yo'l) quyidagi chegarada o'zgaradi: $0 \leq \tau \leq 1$, $0 \leq S_i(k) \leq 1$

Aytilganlarga aniqlik kiritish maqsadida quyidagi misolni ko'rib o'tamiz.

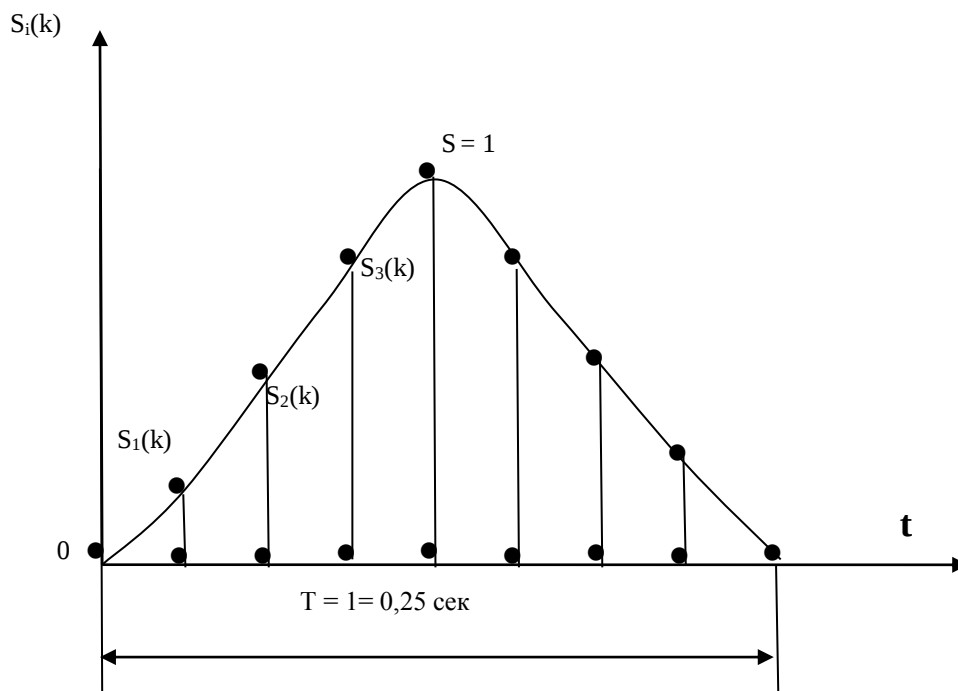
Misol tariqasida aksial krivoship – polzunli mexanizmning olamiz:

$r = 40 \text{ mm}$, $l = 120 \text{ mm}$, $S = 80 \text{ mm}$, $n = 240 \text{ ayl/min}$

Bu yerda T - davr quyidagicha aniqlanadi.

$$T = 60 / 240 = 0,25 \text{ sek / ayl.}$$

Mexanizmning berilgan parametrlari uchun polzun harakatidagi nisbiy bosilgan oraliq grafigi quyidagi (9.1 – rasm) da keltirilgan.



11.1 - shakl

Ma'ruza uchun savollar.

1. μ_r – qanday kuch hisoblanadi va qanday nom bilan ham ataladi.
2. Davriy harakatning asosiy belgilarini sanab bering.
3. Chiziqli va burchak tezliklari qaysi ifoda orqali aniqlanadi.
4. S , T – qanday parametrlar deb nomlanadi.
5. Nyuton qonuni ifodasini keltiring.

12 - Mavzu: MEXANIZMLAR DINAMIKASI.

Reja:

1. Mexanizmlar dinamikasining asosiy masalalari.
2. Mexanizmlar dinamik moduli.
3. Keltirilgan kuch va (inertsia momenti) mexanizmlar zvenolari inertsia kushlarini hisobga olish.

Tayanch iboralar.

Og'irlik, o'zgaruvchan tezlik, dinamik kuch, kinetostatika, harakatlantiruvchi kuch, zveno massalari, foydali qarshilik kuch, zararli qarshilik kuch, inertsia kuchi, krivoship, shatun.

Mexanizmlar dinamikasining asosiy masalalari.

Umuman, harakatdagi har qanday zvenoda quyidagi tashqi kushlar va momentlar bo'lishi mumkin:

- a) zvenoning o'z og'irligi; bu ham kuch bo'lib, uning vektori hamma vaqt yer

markazi tomon yo'nalgan; uni G harfi bilan belgilaymiz;

b) zveno o'zgaruvchan tezlik bilan ilgarilanma harakat qilsa, inertsia kuchi paydo bo'ladi; bu kuchni P_u harfi bilan belgilaymiz;

v) zveno o'zgaruvchan tezlik bilan murakkab harakat qilsa, u holda zvenoda P_u bu kuchdan tashqari, yana inertsia kuchining momenti ham paydo bo'ladi; bu momentni M_u harfi bilan belgilaymiz;

g) mexanizm zvenolari bir – biri bilan oliy yoki quyi kinematik juftlar orqali bog'lanadi. Shuning uchun mexanizmning harakati vaqtida shu kinematik juftlarda reaksiya kushlari paydo bo'ladi. Bu kushlarni $R_{12}, R_{23}, R_{34}, \dots$ bilan belgilaymiz. Bu yerda R_{12} – 1 zvenoning 2 – zvenoga ta'sir kuchi va R_{34} – 3 zvenoning 4 – zvenoga ta'sir kuchi. Jismni qo'zg'atuvchi sabab kuch deb ataladi.

Kuchning ta'siri ish bilan aniqlanadi.

Mashina va mexanizmlar dinamikasi asosan quyidagi masalalar bilan shug'ullanadi.

1. mashina va mexanizm kinematik juftlaridagi reaksiya kushlarni inertsia kushlari hisobga olingan holda aniqlash.

Bu dinamikaning kinetostatika qismi (harakatdagi statika) deb ataladi.

2. mashina va mexanizmlarga berilgan energiyaning tarqalish qonuni, ya'ni energetik balanis orqali mashina yoki mexanizmlarning foydali ish koeffitsientlarini topish.

3. mashina va mexanizmlardagi ayrim zvenolarning yoki zveno nuqtalarining berilgan kushlar ta'siridagi haqiqiy harakat qonunlarini topish.

4. mashina va mexanizmlar harakatining bir tekisda bo'lishini ta'minlash.

5. mashina va mexanizmlardagi zveno masalalarini muvozanatlash.

Mexanizm yoki mashinaga ta'sir etayotgan barcha kushlarni asosan quyidagi beshta guruhga bo'lib o'rganish maqsadga muvofiqdir.

1. mashina yoki mexanizmni harakatlantiruvchi kushlar.

2. mashinaga ta'sir qiladigan foydali qarshilik kushlari.

3. mashina harakati vaqtida paydo bo'ladigan zararli qarshilik kushlari.

4. mashina tarkibidagi zvenolarning og'irlik kushlari.

5. mashina zvenolarining egri chiziqli va o'zgaruvchan tezlikdagi harakatlari vaqtida paydo bo'ladigan inertsia kushlari va shu kushlarni momentlari.

Yuqorida aytib o'tilgan kushlarni har birini alohida – alohida ta'riflab o'tamiz:

H a r a k a t l a n t i r u v c h i k u c h l a r. Mashinaning qabul organiga (zvenosiga) ta'sir qilib, uni harakatga keltiruvchi kushlarga **harakatlantiruvchi kushlar** deyiladi. Harakatlantiruvchi kushlarning yo'nalishlari harakat yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi, shuning uchun harakatlantiruvchi kuchning bajargan ishi musbat bo'ladi. 12.1 – rasmda R_g – harakatlantiruvchi kuch krivoship – shatunli mexanizmning etaklovchi zvenosi OA (2) ning A – sharniriga qo'yilgan bo'lib, u A nuqta tezligi bilan bir yo'nalishda bo'ladi. Bazi hollarda haraktlantiruvshi kuch harakt yo'nalishi bilan faqat utkir burchak tashkil qiladi. Shuning uchun R_g kuch bilan A nuqta tezligi orasidagi burchak quyidagi tengsizlik bilan belgilanadi:

$$0^0 \leq (\bar{P}_g \wedge \bar{v}_A) < 90^0 \quad (12.1)$$

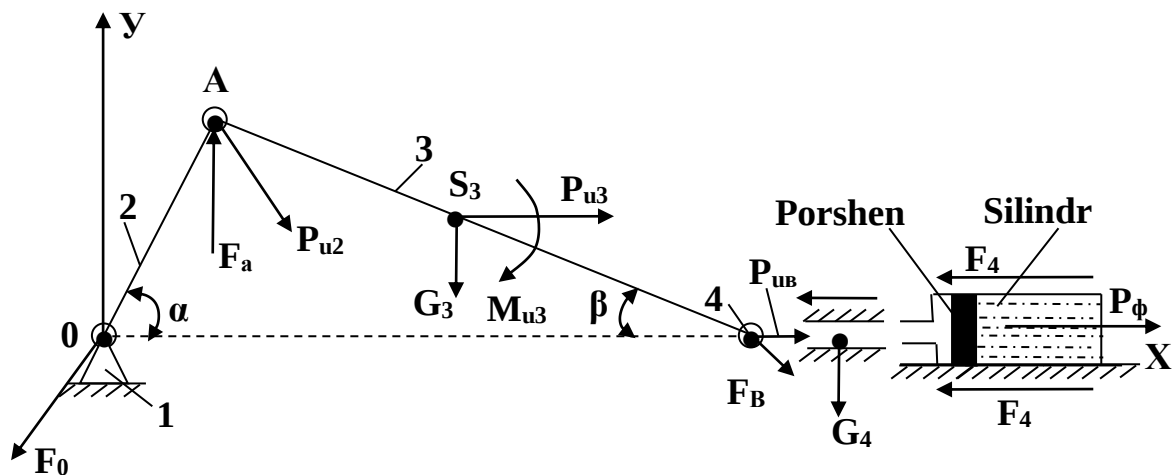
Shuning uchun R_g kuchning ishi musbatdir.

Foydali qarshilik kushlari, Qanday kuchning ishini mashina engishi zarur bo'lsa, u kuchga **foydali qarshilik kuchi** deyiladi. Asosan mashinalar foydali qarshilik kushlarni engish uchun ishlaydi. 10.1 – rasmdagi krivoship – shatunli mexanizm orqali silindr ichidagi qotishma preslanadi. Qotishmaning porshenga ko'rsatgan qarshiligi foydali qarshilik kuchi bo'lib, u rasmda R_f deb belgilangan. Foydali qarshilik kuchi hamma vaqt harakatga teskari yo'nalgan bo'lib, kuch bilan harakat (tezlik) orasidagi burchak quyidagi tengsizlik bilan ifodalanadi.

$$90^0 \leq (\bar{P}_f \wedge \bar{v}) \leq 180^0 \quad (12.2)$$

Foydali qarshilik kushlarini bajargan ishlari hamma vaqt manfiy bo'ladi.

Zararli qarshilik kuchlari. Zararli qarshilik kushlari mashinaning harakati vaqtida paydo bo'ladi. Masalan, 10.1 – rasmdagi mexanizmning harakati vaqtida uning tarkibiga kiruvchi kinematik juft elementlari orasidagi ishqalanish kushlari (F_0 , F_A , F_V , F_4 kushlar). Shunigdek, mashina harakatlanayotganda uning zvenolariga tashqi muhit ham ta'sir qiladi (masalan, havo, suv va boshqa qarshiliklar). Bunday ta'sir kushlar ham harakat yo'nalishini (tezlik) bilan o'tmas burchak tashkil etadi va bu burchak (12.2) tengsizlik bilan belgilanadi. Shuning uchun bunday kushlarning ham bajargan ishlari manfiy bo'ladi.



12.1 – shakl. Krivoship-shatunli mexanizm

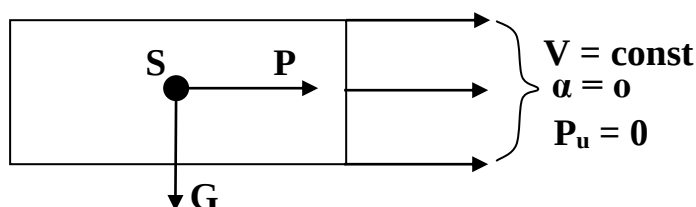
Og'irlik kuchlari. Mashinaning gorizontga nisbatan harakat qiluvchi qismlarining og'irlik markazlari o'zgarganda og'irlik kushlarining bajargan ishlari ham o'zgarib boradi. Bu kushlarning bajargan ishlari harakat qiluvchi zvenolarning og'irlik markazi ko'tarilishi yoki pasayishiga qarab musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin. Agar 12.1 – rasmdagi G_3 – shatunning og'irligi va G_4 – shtok bilan porshenning og'irligi bo'lsa, u holda G_3 yuqoriga ko'tarilganda uning bajargan ishi manfiy bo'ladi, chunki G_3 kuchning yo'nalishi bilan harakat yo'nalishi orasidagi burchak (12.2) tengsizlikdan aniqlanadi, agar G_3 kuch bilan harakat yo'nalishi orasidagi burchak (12.2) tengsizlikdan aniqlanadi. G_4 og'irlik kuchi harakat yo'nalishiga tik bo'lgani uchun uning bajargan ishi nolga teng bo'ladi.

Inertsia kushlari. Mashina qismlarining (zvenolarining) egri chiziqli

va o'zgaruvchan tezlikdagi harakatlari vaqtida inertsia kushlari paydo bo'ladi. Ayniqsa katta tezlik bilan notekis harakatlanuvchi zvenolarda inertsia kushlari ko'p bo'ladi. Tezlik o'zgaras bo'lsa, ilgari lanma – qaytar harakatlanuvchi zvenoning inertsia kuchi bo'lmaydi. Tez yuradigan mashinalarda inertsia kushlarini hisobga olish dinamik hisoblashning asosiy masalasi hisoblanadi.

Mexanizm zvenolaridagi inertsia kushlarini hisobga olish.

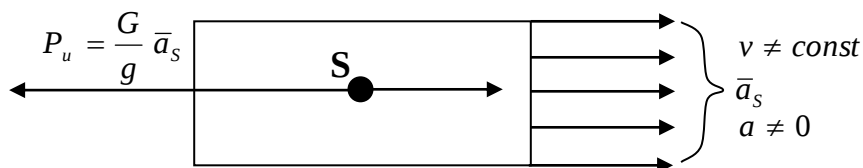
Zvenoga ta'sir etuvchi kushlar ichida inertsia kuchi katta ahamiyatga ega. Inertsia kuchi o'zgaruvchan chiziqli tezlik yoki burchak tezligi bilan harakatlanuvchi zvenolardagina uchraydi. Tezlanish bilan harakatlanuvchi zvenoning harakatlantiruvchi zvenoga ko'rsatgan ta'sir kuchi **inertsia kuchi** deb ataladi. Agar zveno o'zgaras tezlik bilan harakat qilsa, u holda, inertsia kuchi ham bo'lmaydi (12.2 – rasm).



12.2 - shakl

Ilgarilanma (to'g'ri chiziqli) harakatdagi zvenoni olaylik (12.3 – rasm). Rasmdagi zveno o'ng tomonga v – tezlik bilan va α – tezlanish bilan harakatlanayotgan bo'lsin, u holda zvenoning barcha nuqtalari bir bir xil tezlik va tezlanishga ega bo'ladi. Agar zvenoning dm – massasining inertsia kuchini hisoblasak, u quyidagicha bo'ladi:

$$dp_u = - dm \cdot a$$



12.3 – shakl

$\alpha = \alpha_S$ ekanligini etiborga olib va zvenoni bir jinsli deb qarab, tenglikni integrallaymiz:

$$p_u = - \int dm \cdot a_S = - m \cdot a_S \quad (12.3)$$

bunda

$$m = \frac{G}{g}, \quad (12.4)$$

bu yerda, P_u – zvenoning inertsia kuchi;

α_S – zveno og'irlik markazining tezlanishi;

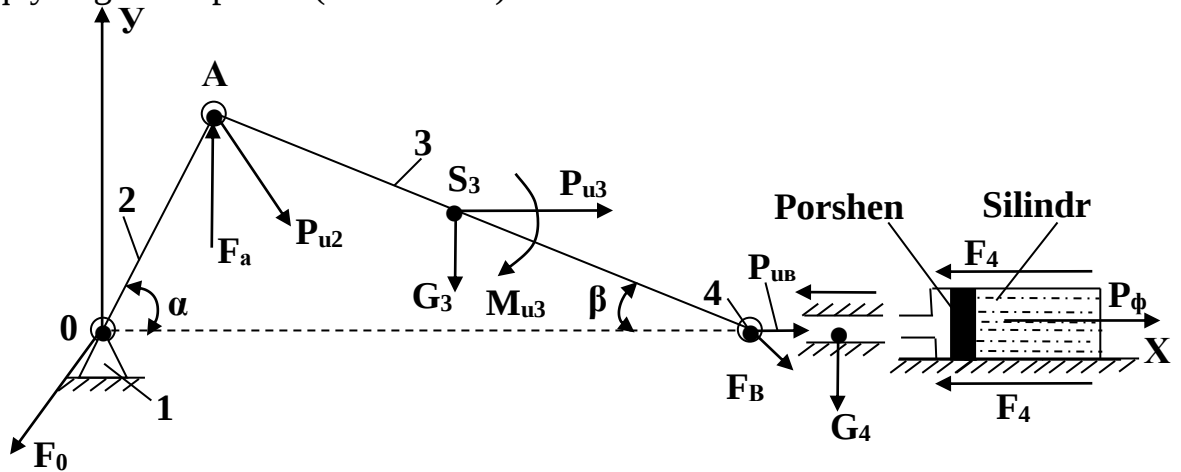
m – zvenonining massasi;

G – zvenoning og'irligi;

g – og'irlik kuchining tezlanishi.

Nyutonning har qanday ta'sir aks ta'sirni vujudga keltiradi degan qonuniga binoan, inertsia kuchi tezlanish oluvchi zvenodan tezlanish beruvchi zvenoga qarama – qarshi qo'yilganligi uchun (12.3) tenglamaning o'ng tomoniga minus ishorasi quyiladi. Bu minus ishorasi R_u kuchining tezlanishga qarama – qarshi yo'nalganligini bildiradi.

Agar (12.3 - rasm) dagi masaladan S nuqtaning tezlanishi topilsa u holda R_u inertsia kuchining miqdori va yo'nalishi topish mumkin. Buning uchun S nuqtani krivoship – polzunli mexanizmning polzun markazi deb qaraymiz va uning harakat qonunini quyidagicha topamiz (12.4 - rasm):



12.4 – shakl. Krivoship-polzunli mexanizm

$$OV = X_V = r \cdot \sin \varphi + l \cdot \sin \psi \quad (12.5)$$

ΔOAV ga sinuslar teoremasini tadbiq etsak:

$$\frac{r}{\sin \psi} = \frac{l}{\sin \varphi}, \text{ bundan } \sin \psi = \frac{r}{l} \cdot \sin \varphi; \cos \psi = \sqrt{1 - \sin^2 \psi} \text{ ekanini etiborga}$$

olsak, X_S ni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$X_S = r \cdot \cos \varphi + l \cdot \sqrt{1 - \lambda^2 \cdot \sin^2 \varphi}, \quad (12.6)$$

Bu yerda α umumlashtirilgan koordinatalarda X_V – V nuqtaning harakat qonunini ifodalaydi.

Yuqorida aytib o'tilgan fikrlar tushinarliroq bo'lishi uchun bir necha xususiy holni tekshirib chiqamiz:

1. OA zvenoning og'irlik markazi (S) o'zgarmas burchak tezligi bilan O o'qi atrofida aylanayotgan bo'lsin. U holda $\varepsilon = 0$, $M_u = 0$ (12.5 – rasm, a) bo'ladi. Yolg'iz bita normal inertsia kuchi paydo bo'lib, uning qiymat'i quyidagicha topiladi:

$$P_u = -\omega^2 \cdot l_{OS} \cdot \frac{G}{g} \quad (12.7)$$

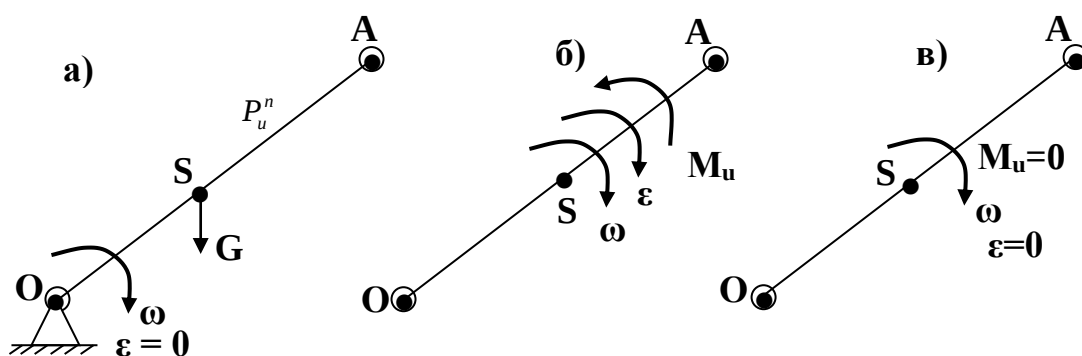
2. OA zveno S og'irlik markazidan o'tuvchi va rasmga tik o'q atrofida o'zgaruvchan burchak tezlanishi bilan aylanmoqda, deb faraz qilaylik (14.5 - rasm, b), u holda, $P_u^n = 0$, $P_u^t = 0$ bo'lib, quyidagi momentgina qoladi:

$$M_u = -I_S \cdot \varepsilon \quad (12.8)$$

3. OA zveno S og'irlik markazidan o'tuvchi va rasmga tik o'q atrofida o'zgarmas burchak tezligi bilan aylanmoqda, deb faraz qilaylik (12.5 – rasm, v). U holda $\bar{P}_u^n = 0$; $P_u^t = 0$; $M_u = 0$ bo'ladi. Bu eng yaxshi va ideal vaziyatdir.

Agar mexanizm tarkibidagi zveno murakkab tekis harakat qilsa, u holda bunday zvenoning inertsia kuchini bir necha usulda topish mumkin, quyida shunday usullar bilan tanishib o'tamiz:

- 1) grafik usul;
- 2) qo'shimcha momentlar usuli;
- 3) oniy tezlanishlar markazidan foydalanish usuli;
- 4) almashinuvchi masalalar usuli.



12.5 – shakl. Aylanma harakatdagi zvenoning uch vaziyati

1. **G r a f i k u s u l.** Ushbu masala tushunarli bo'lishi uchun misolni konkret mehanizmga ko'rib chiqamiz.

OAV krivoshipli – shatunli mexanizm berilgan bo'lsin

(12.6–rasm, a). AB shatun murakkab, ya'ni ilgarilanma va aylanma harakat qiladi. AB shatunning og'irlik markazi (S) shatunning inertsia kuchi qo'yilgan nuqta va inertsia kuchi qiymati topilsin. Uning uchun mexanizmni shu ondagi vaziyati uchun tezlanishlar planini tuzamiz (12.6–rasm, b). tezlanishlarning vektor tenglamasiga asoslanamiz:

$$\bar{a}_S = \bar{a}_A = \bar{a}_{SA} \quad (12.9)$$

(12.9) tenglamaning ikala tomonini shatun massasiga ko'paytirsak, quyidagi tenglama hosil bo'ladi:

$$m_S \cdot \bar{a}_S = m_S \cdot \bar{a}_A + m_S \cdot \bar{a}_{SA}$$

bu yerda, $\bar{P}_u = -m_S \cdot \bar{a}_S$ - shatunning to'la inertsia kuchi;

$\bar{P}_{uA} = -m_S \cdot \bar{a}_S$ - shatunning og'irlik markaziga qo'yilgan

massasining $\bar{a}_A$ tezlanish bilan qilgan ilgarilanma harakatidan hosil bo'lgan inertsia

kuchi;

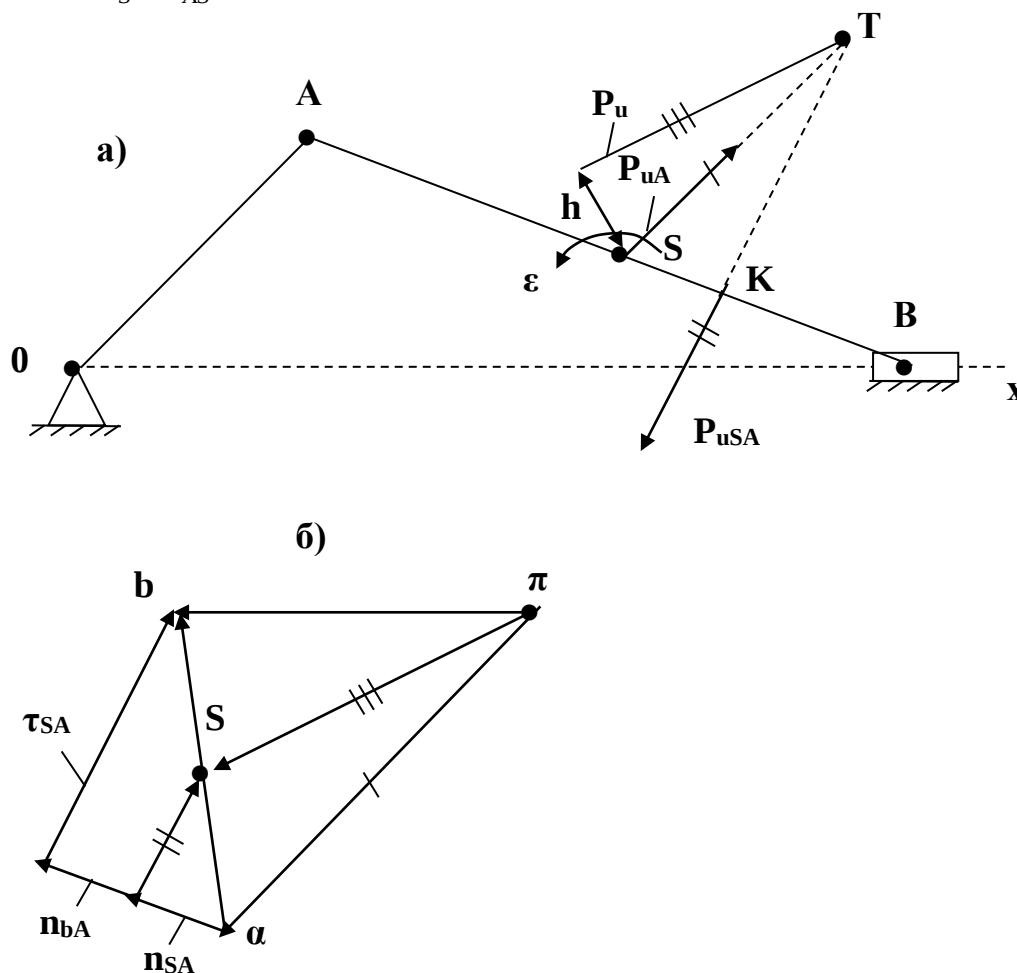
$\bar{P}_{uSA} = -m_S \cdot \bar{a}_{SA}$ - shatun massasining A nuqta atrofida aylanishdan hosil bo'lgan

inersiya kuchi.

P_{uA} vektori $\pi\alpha$ vektoriga qarama – qarshi va parallel yoʻnalgan boʻlib, S nuqtadan oʻtadi. $\bar{P}_{uSA}$ esa τ_{SA} ga parallel va qarama – qarshi yoʻnalgan. Uning qoʻyilgan nuqtasi, yaʼni zarb markazi (k) quyidagicha topiladi:

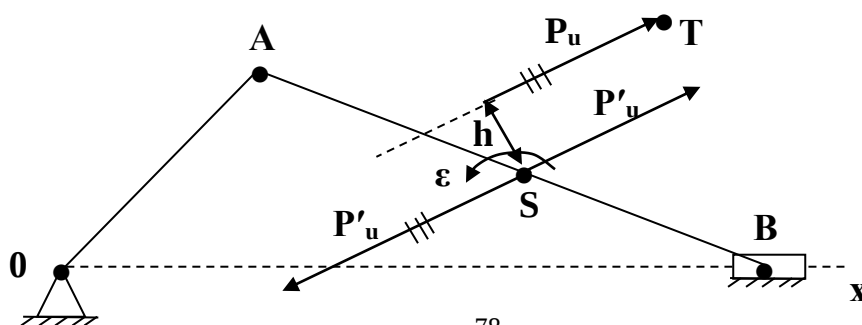
$$l_k = l_{Ak} + l_{Sk}$$

$$l_k = l_{Ak} + \frac{I_S}{m_S \cdot l_{AS}} \quad (12.10)$$



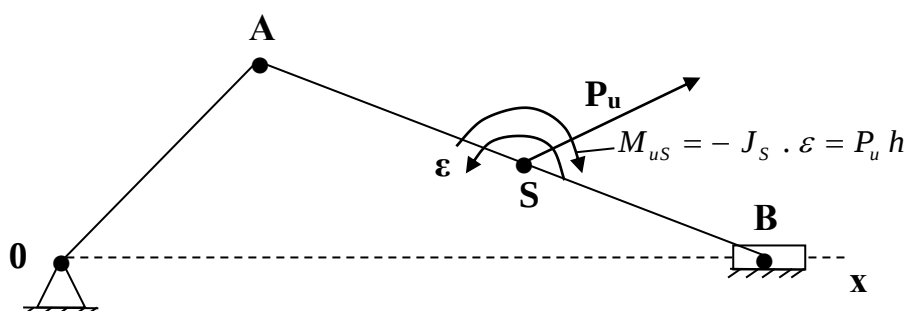
12.6 – shakl. a – krivoshipli – shatunli mexanizm;
b – tezlanishlar rejasi (plani).

R_{uA} vektori R_{uSA} vektori bilan T nuqtada kesishadi. Bu nuqta shatunning zarb markazidir; demak, shatunning toʻla inertsia kuchi shu nuqtadan oʻtib, πS tezlanish vektoriga parallel va qarama – qarshi yoʻnalgan (12.7 – rasm).



12.7 – shakl. krivoshipli – shatunli mexanizm, shatunning inertsia kuchini qoʻshimcha moment usuli bilan topish.

2. Q o' sh i m ch a m o m e n t l a r u s u l i. shatun markazi (S) ga 12.6 – rasm, a dagi R_u kuchni keltiramiz. U holda shatun markaziga $(\bar{P}_u, \bar{P}_u)$ nol sistema kuchi quyiladi (12.7 - rasm). Agar T nuqtadagi R_u inertsia kuchini shatun markazi S ga nazariy mexanika qoidasiga binoan keltirsak, S ga qo'yilgan R' inertsia kuchi bilan $M_{us} = - \varepsilon \cdot I_S$ momenti paydo bo'ladi (12.8 – rasm) $P'_u = P_u$.



12.8 –rasm. Krivoship-shatunli mexanizm shatuniga inertsia kuchi va inertsia kuchining momenti qo'yilgan.

Ma'ruza uchun savollar.

1. Harakatdagi har qanday zvenoda qanday kushlar va momentlar bo'lishi mumkin.
2. Mexanizmlarning harakati vaqtida kinematik juftlarda qanday kushlar paydo bo'ladi.
3. Qanday kuchga jismni qo'zg'atuvchi sabab kuch deb ataladi.
4. Mashina va mexanizmlarga ta'sir etayotgan barcha kushlarni asosan nechta guruhga bo'linadi.

13 - Mavzu: MEXANIZMLAR DINAMIKASI, KINETOSTATIKA

Reja:

1. Kinematik zanjirning statik aniqlik shartlari.
2. Mexanizm kinematik juftlaridagi reaksiyalarni aniqlash.
3. Assur guruhlarining kinetostatikasi.
4. Etaklovchi zvenoning kinetostatikasi.

Tayanch iboralar.

Krivoship, shatun, reaksiya kushlari, statik va dinamik, og'irlik markazi, og'irlik kuchi, burchak tezlanishi, absolyut tezlanish, inertsia momenti.

Kinematik zanjirning statik aniqlik shartlari. Materiallar qarshiligi fanida statik aniq balkalar to'g'risida ma'lumotlar berilgan. Agar biz masaladagi noaniq (topilishi lozim bo'lgan) kattaliklar soniga teng tenglama toza olsak, u holda masalani hal qilish oson kelishadi.

Mashina va mexanizmlar tarkibidagi zvenolarni kinematik bog'lab turuvshi oliy va quyi juftlar borligi darslikning kinematika bobida aytib o'tildi. Bu paragrofda mexanizmlar harakati vaqtida shu kinematik juftlardagi reaksiya kushlarining yo'nalishi va ular qo'yilgan nuqtalarning vaziyatiga qarab, mexanizmlarning statik aniq yoki statik aniqlasligi bilinadi.

Agar mexanizm zvenolar tarkibidagi zvenolar soni n ta bo'lsa, shu n ta zveno

uchun $3n$ ta muvozanat tenglamasi tuzish mumkin. Mexanizm tarkibida faqat quyi juftlar bo'lsa, har qaysi quyi juftda ikkita noma'lum bo'ladi. Bulardan biri quyi kinematik juftdagi reaksiyaning qiymati bo'lsa, ikkinchisi shu reaksiya kuchining yo'nalichidair. Shunday qilib, kinematik zanjirdagi quyi kinematik juftlar soni R_5 bo'lsa, noma'lum kattalik soni

2 . R_5 bo'ladi. Aniqlanishi kerak bo'lgan parametrlar soni muvozanat tenglamalari soniga teng bo'lgan kinematik zanjirlar **statik aniq zanjirlar** deb ataladi. Yuqorida bayon etilganlarning matematik ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$P_5 = \frac{3}{2} \cdot n \quad (13.1)$$

(13.1) tenglamadan ma'lum bo'lishicha, barcha Assur guruhi statik aniq zanjirlar ekan.

Mexanizm kinematik juftlaridagi reaksiyalarini topish.

Mexanizm kinematik juftlaridagi reaksiya kuchlarini topish uchun avval mexanizmni Assur guruhlariga bo'lamiz. Mexanizmlar kinematikasi o'rganilganda ish (tekshirish) yetaklovchi zvenodan boshlanib, eng oxirgi zvenoga kelingan edi. Ammo statik va kinematik tekshirishlarda ish mexanizmga qo'shilgan eng oxirgi Assur guruhidan boshlab, eng oxirida yetaklovchi zvenoning statikasi bilan kinetostatikasi o'rganiladi.

13.1 masala. Masala ravshan bo'lishi uchun 13.1 – rasmda, a da ko'rsatilgan mexanizmning rasmda ko'rsatilgan vaziyati uchun zvenolarga ta'sir etuvchi kuchlarni va ularning yo'nalishlarini aniqlab olamiz. Mexanizm K_m masshtabda chizilgan: L_{OA} , L_{AV} , L_{SD} , L_{DO_2} lar ma'lum bo'lib, bundan O_1A – krivoship, ω_1 – burchak tezligi bilan aylanadi. krivoshipning og'irligi etiborga olinmaydi, qolgan zvenolarning og'irliklari quyidagicha bo'ladi:

G_2 – AV shatunning og'irligi; S_2 – shatunning og'irlik markazi;

G_3 – polzunning og'irligi; G_4 – SD shatunning og'irligi;

S_4 – shatunning og'irlik markazi; G_5 – DO_2 koromisloneing og'irligi;

S_5 – koromisloneing og'irlik markazi;

I_{S_2} – AV shatun massasining S_4 nuqtadan o'tuvchi o'qqa nisbatan olingan inertsia momenti;

I_{S_4} – SD shatun massasining S_4 nuqtadan utuvshi o'qqa nisbatan olingan inertsia momenti;

I_{S_5} – DO_2 koromislo massasining S_5 nuqtadan o'tuvchi o'qqa nisbatan olingan inertsia momenti.

Masalani eshish quyidagi tartibda olib boriladi.

Yeshish: avval mexanizmning shu ko'rinish rasmdagi vaziyati uchun

K_v - masshtabda tezliklar planini tuzamiz (13.1 – rasm, b), so'ngra K_a – masshtabda tezlanishlar rejasi (plani) ni tuzamiz (13.1 – rasm, v) va tezlik, tezlanish rejalari yordamida mexanizmning quyida keltirilgan qiymatlarini aniqlaymiz:

$a_{S_2} = K_a \cdot \pi S_2 \left[mcek^{-2} \right]$ - AB shatun markazining eo'lana tezlanishi;

$a_B = K_a \cdot \tau b \left[mcek^{-2} \right]$ - B polzunning absolyut tezlanishi;

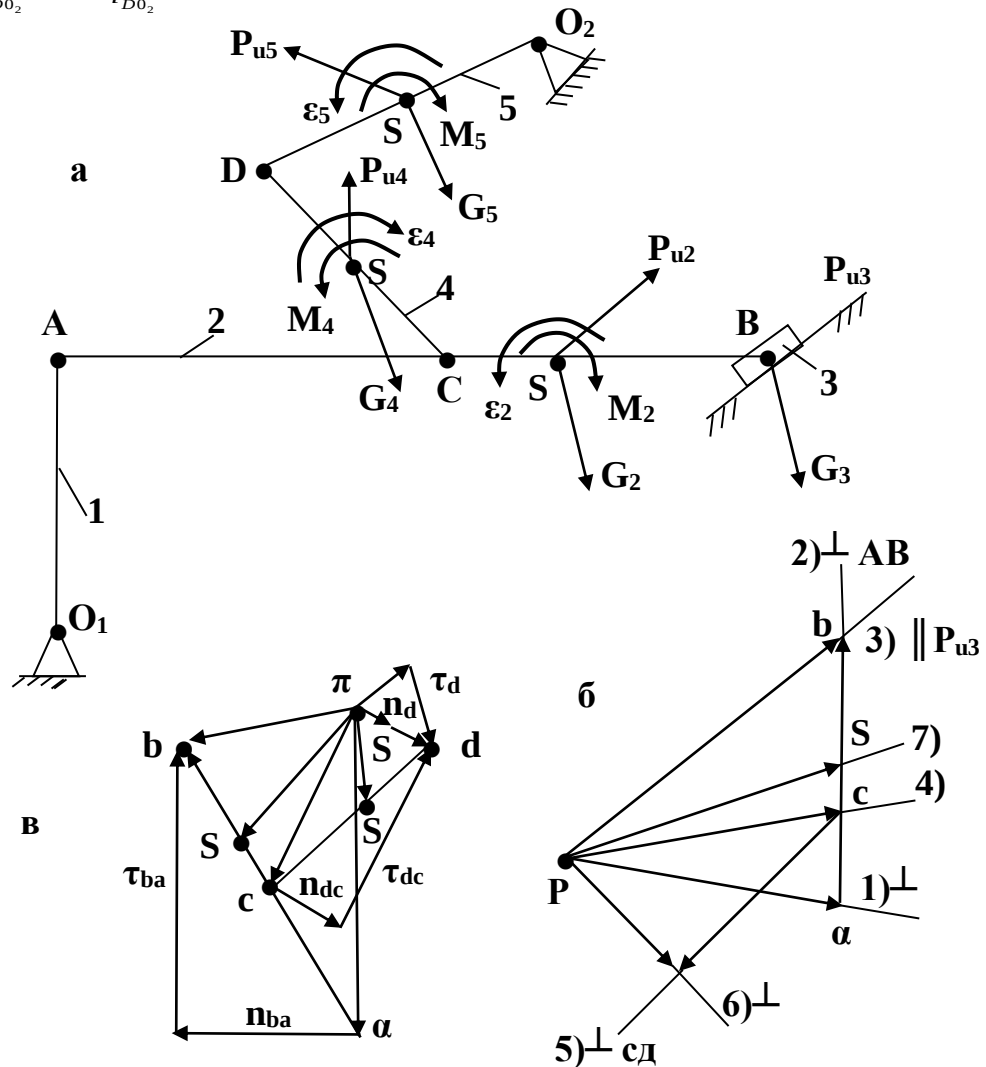
$$\varepsilon_2 = \frac{a_{\tau BA}}{l_{BA}} = \frac{K_a \cdot \tau_{ba}}{l_{BA}} [ceK^{-2}] - \text{AB shatunning bursak tezlanishi};$$

$$a_{S_4} = K_a \cdot \pi S_4 [MceK^{-2}] - S_4 - \text{nuqtaning absolyut tezlanishi};$$

$$\varepsilon_4 = \frac{a_{\tau DC}}{l_{DC}} = \frac{K_a \cdot \tau_{dc}}{l_{DC}} [ceK^{-2}] - \text{CD shatunning burchak tezlanishi};$$

$$a_{S_5} = K_a \cdot \pi S_5 [MceK^{-2}] - S_5 \text{ nuqtaning absolyut tezlanishi};$$

$$\varepsilon_5 = \frac{a_{\tau DO_2}}{l_{DO_2}} = \frac{K_a \cdot \tau_{dO_2}}{l_{DO_2}} [ceK^{-2}] - DO_2 \text{ koromislone burchak tezlanishi}$$



13.1 – shakl: a – mexanizm zvenolarining inertsiya kuchlarini topish;
 6 – tezliklar rejasi (plani); b – tezlanishlar rejasi.

Tegishli nuqtalarning chiziqli tezlanishlari bilan tegishli zvenolarning burchak tezlanishlari aniqlangach, inertsiya kushlari bilan inertsiya momentlarini quyidagicha aniqlaymiz.

$$\bar{P}_{u_2} = - \frac{\bar{G}_2}{g} \cdot a_{S_2} [K\epsilon] - \text{AB shatunning inertsiya kuchi};$$

$$\bar{M}_2 = - \varepsilon_2 \cdot I_{S_2} [K\epsilon M] - \text{AB shatun inertsiya kuchining momenti};$$

$$\bar{P}_{u_3} = - \frac{\bar{G}_3}{g} \cdot a_{S_3} [K\epsilon] - \text{B polzunining inertsiya kuchi};$$

$\bar{P}_{u_4} = - \frac{\bar{G}_4}{g} \cdot a_{S_4} [\kappa^2]$ - CD shatunning inertiya kuchi;

$\bar{M}_4 = - \varepsilon_4 \cdot I_{S_4} [\kappa^2 \text{ M}]$ - CD shatun inertiya kuchining momenti;

$\bar{P}_{u_5} = - \frac{\bar{G}_5}{g} \cdot a_{S_5} [\kappa^2]$ - DO₂ – koromislarning inertiya kuchi;

$\bar{M}_4 = - \varepsilon_4 \cdot I_{S_4} [\kappa^2 \text{ M}]$ - DO₂ – koromislo inertiya kuchining momenti.

Inertiya kushlarini tegishli chiziqli tezlanishlarga qarma-qarshi va paralel yo'naltirib, zvenolardagi tegishli nuqtalarga qo'yamiz; momentlarni esa tegishli burchak tezlanishlariga qarma-qarshi yo'naltiramiz. Kushlar va momentlar qo'yilgan mexanizmlarning vaziyati (13.1 – rasm, a) da tasvirlangan.

Har qanday mexanizm ikki yo'l bilan – statik va kinetostatik yo'llar bilan hisoblanishi mumkin. Statik yo'l bilan hisoblashda faqat og'irlik kuchi va boshqa kushlar hisobga olinadi. Kinetostatik yo'l bilan hisoblashda esa shu kushlarga inertiya kuchi ham qo'shiladi.

Statik yo'l bilan hisoblash faqat sekin aylanuvshi (harakat qiluvchi) mexanizmlar uchun tadbiq qilinadi.

Kinetostatik yo'l bilan esa tez harakat qiluvchi mexanizmlar hisoblanadi.

Kinetostatik yo'l bilan hisoblashda asosan, Dalamber prinsipidan foydalaniladi.

Bu prinsip quyidagicha ta'riflanadi: ***zvenoga ta'sir qiluvchi barcha kushlarga inertiya kuchini quyib, sistemani shu onda muvozanatda deb qarash mumkin.*** Buning matematik ifodasi quyida keltirilgan:

$$\sum_{i=1}^k \bar{P}_i + \bar{P}_u = 0 \quad (13.2)$$

Asur guruhlarining kinetostatikasi.

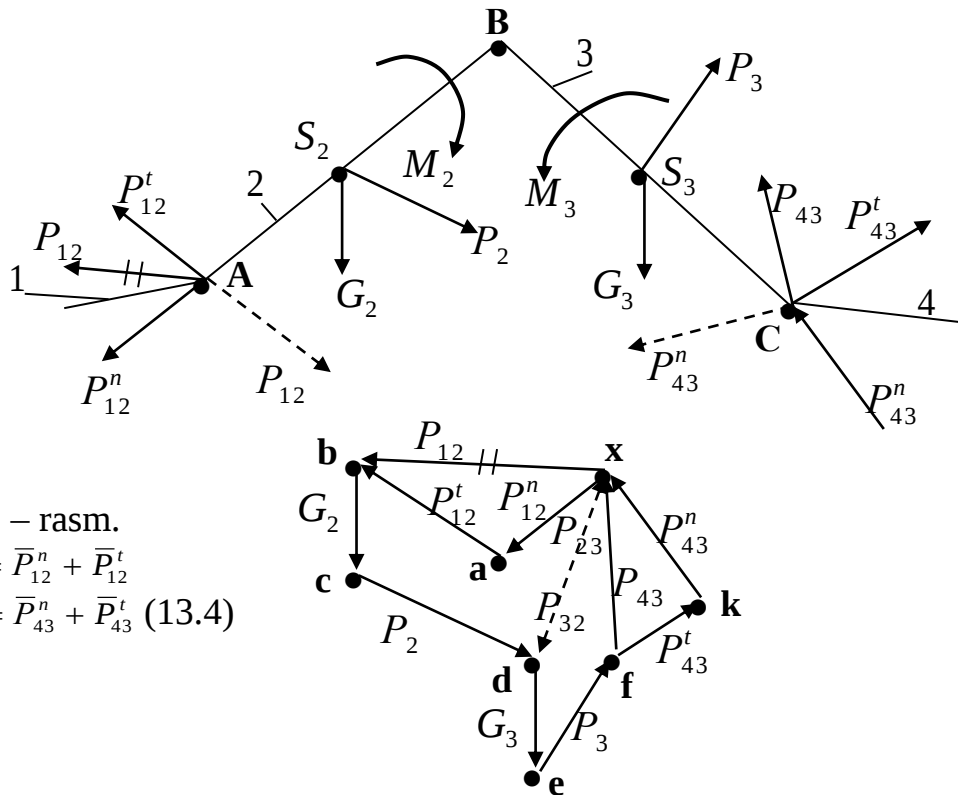
13.2 – rasmda 1 modifikatsiyali Assur guruhi K_m masshtabda chizilgan. Uning 2 va 3 zvenolariga G₂, P₂, M₂ va G₃, P₃, va M₃ kushlar bilan momentlar ta'sir etadi. Shu kuch va momentlar ta'sirida A, B va C sharnirlardagi (kinematik juftlardagi) reaksiya kushlari topilsin.

1 – zveno tashlab yuborilgan, uning 2 – zvenoga ta'sirini R₁₂ orqali, 4 – zvenoning 3 – zvenoga ta'sirini esa R₄₃ orqali va 2 – zvenoning 3 – zvenoga ta'sirini R₂₃ orqali belgilab olamiz.

Kinematik juft elimentlari va zvenolarida mustahkamlik sharti mavjud ekanligini etiborga olib va Nyutonning ta'sir aks ta'sirga teng degan qonunidan foydalanib, quyidagi tengliklarga to'xtalib o'tamiz:

$$\bar{P}_{12} = - \bar{P}_{21} \quad \bar{P}_{23} = - \bar{P}_{32} \quad \bar{P}_{43} = - \bar{P}_{34} \quad (13.3)$$

Masalani yechish uchun akademik Bruyevich usulidan foydalanib, R₁₂ va R₃₄ reaksiya kushlarini quyidagicha tashkil etuvchilarga ajratamiz:



13.2 – rasm.

$$\begin{aligned}\bar{P}_{12} &= \bar{P}_{12}^n + \bar{P}_{12}^t \\ \bar{P}_{43} &= \bar{P}_{43}^n + \bar{P}_{43}^t\end{aligned}\quad (13.4)$$

(13.4) tenglamalardagi $\bar{P}_{12}^n$ - AB zveno o'qi bo'ylab, $\bar{P}_{12}^t$ esa shu o'qqa tik; $\bar{P}_{43}^n$ esa BC zveno o'qi bo'ylab hamda $\bar{P}_{43}^t$ esa shu o'qqa tik yo'nalgan deb faraz qilamiz.

Guruhdagi 2 – va 3 – zvenolarni o'zlariga ta'sir etayotgan kushlar va momentlar ta'sirida, hozirgi onda, muvozanatda deb qaraymiz. Guruh tarkibidagi har bir zveno ham muvozanatda bo'ladi.

2 – zvenoga ta'sir etayotgan kushlarning B sharnir markaziga nisbatan olingan momentlarning yig'indisini nolga tengligidan foydalanib, $\bar{P}_{12}^t$ ni topamiz:

$$\begin{aligned}\sum mom_B (P_i) &= 0 \text{ bundan} \\ \bar{P}_{12}^t \cdot l_{AB} - M_B (G_2) - M_B (P_2) + M_2 &= 0 \\ \bar{P}_{12}^t &= \frac{M(G_2) + M(P_2) - M_2}{l_{AB}} \quad \kappa 2\end{aligned}\quad (13.5)$$

3 – zvenoga ta'sir etuvchi kushlarning B sharnir markaziga nisbatan olingan momentlari yig'indisining nolga tengligidan foydalanib, $\bar{P}_{43}^t$ ni topamiz:

$$\begin{aligned}\sum mom_B (P_i) &= 0 \\ \text{Bundan} \\ \bar{P}_{43}^t \cdot l_{BC} + M_B (G_3) - M_B (P_3) - M_3 &= 0 \\ \bar{P}_{43}^t &= \frac{M_B (P_3) + M_3 - M_B (G_3)}{l_{BC}}\end{aligned}\quad (13.6)$$

$\bar{P}_{12}^t$ ning qiymati musbat, $\bar{P}_{43}^t$ ning qiymati manfiy chiqqan deb faraz etib, yo'nalishlarni rasmda ko'rsatilgandek qilib joylashtirib qo'yamiz.

2 – 3 – guruhga ta'sir etayotgan kushlarning muvozanat shartini yozamiz:

$$\sum_{i=1}^n \bar{P} = 0 \quad (13.7)$$

$$\bar{P}_{1,2}^t + \bar{P}_{1,2}^n + \bar{G}_2 + \bar{P}_2 + \bar{G}_3 + \bar{P}_3 + \bar{P}_{4,3}^t + \bar{P}_{4,3}^n = 0$$

(13,7) dagi $\bar{P}_{1,2}^n$ - bilan $\bar{P}_{4,3}^n$ larning ta'sir chiziqlari ma'lum. Shu vektor tenglikka $K_p \left[\frac{\kappa \mathcal{Z}}{M.M} \right]$ masshtabda kushlar rejasini tuzib, shu kushlar rejasidan $\bar{P}_{1,2}^n$ - va $\bar{P}_{3,4}^n$ larni topamiz:

$$\bar{P}_{1,2}^n = K_p \cdot (x a) \quad \bar{P}_{4,3}^n = K_p \cdot (x \kappa)$$

R_{12} va R_{43} - to'liq reaksiya kushlari esa kushlar rejasidan topiladi va ular quyidagicha ifoda bilan belgilanadi.

$$R_{12} = K_R \cdot (x b)$$

$$R_{43} = K_R \cdot (x f)$$

2- zvenoning 3 zvenoga bo'lgan ta'sir kuchini, ya'ni R_{23} ni topish uchun quyidagi vektor tenglamani tuzamiz:

$$\bar{P}_{4,3} + \bar{G}_3 + \bar{P}_3 + \bar{P}_{23} = 0 \quad (13.8)$$

13.2 – rasm, b dan $R_{2,3}$ ni quyidagicha topamiz:

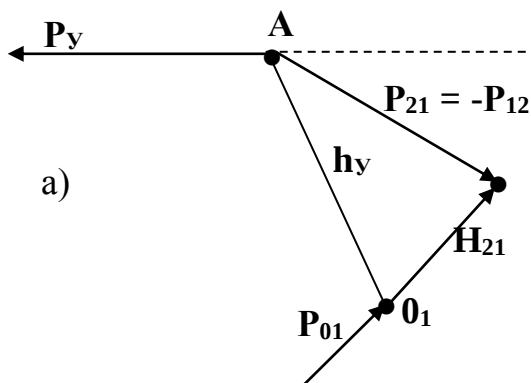
$$R_{23} = K_R \cdot (x d)$$

$R_{2,3} = - R_{3,2}$ – ekanligi kushlar rejasidan aniq ravshandir.

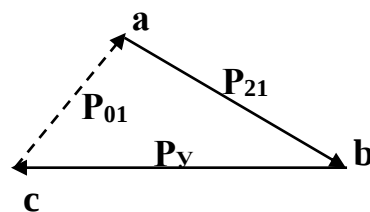
Yetaklovchi zvenoning kinetostatikasi.

13.3 – rasm, a da yetaklovchi zveno ($O_1 A$) va unga ta'sir qiluvchi $\bar{P}_{1,2} = - P_{21}$ kuch berilgan. Yetaklovchi zvenoning kinetostatikasini o'rganishda, asosan, O_1 nuqtadagi reaksiya kuchi bilan muvozanatlovchi kuchni topish talab etiladi. Odatda muvozanatlovchi kuchning ta'sir shizig'i berilgan bo'ladi. 13.3 –rasm, a da muvozanatlovchi kuch $O_1 A$ krivoshipga tik bo'lib, A nuqtadan o'tadi, deb faraz qilamiz. Muvozanatlovchi kuchni R_u bilan belgilab, uni quyidagi momentlar muvozanatidan topamiz.

$$\sum mom_{O_1} (P_i) = 0; P_y = P_{21} \frac{h_2}{h_y} \quad (13.9)$$



б)



13.3 – shakl a – yetaklovchi zveno; б – kuchlar rejas

1 - z v e n o u c h u n.

Muvozanatlovchi kuchning moment i va quvvati quyidagi tenglamadan topiladi:

$$M_y = P_y \cdot l_{O_1 A} \quad N_y = M_y \quad \omega = P_y \nu_A$$

13.4 – rasm, a da yetaklovchi zveno va unga ta'sir etuvchi kushlar berilgan, muvozanatlovchi kuch qo'yilgan nuqta k dir; muvozanatlovchi kuchning yo'nalishi krivoship o'qi bilan α burchak hosil qilib o'tadi. bunday hol uchun ham muvozanatlovchi kuch avvalgiday O_1 nuqtaga nisbatan olingan momentlar muvozanatidan topiladi:

$$\sum_{i=1}^2 mom_{O_1}(P_i) = 0 \quad P_y = P_{21} = \frac{h_{21}}{h_y}.$$

endi, O_1 nuqtadagi R_{O1} reaksiya kuchini topish kerak. Bu kuch fundamentni hisoblashda zarur bo'ladi. Buning uchun krivoshipning muvozanat shartini tekshirib chiqamiz. 15.3 va 15.4- rasmlarda krivoshipga uchtdan R_U , R_{21} va R_{O1} (fundamentning birinchi zvenoga ta'sir kuchi) kushlar ta'sir qiladi. Ularning ta'siridan krivoship muvozanatda bo'ladi:

$$\sum_{i=1}^3 \bar{P}_i = \bar{P}_y + \bar{P}_{21} + \bar{P}_{O1} = 0 \quad (13.10)$$

(13.10) tenglama uchun kushlar plani 13.3 – rasm, b va 13.4 – rasm, b larda ko'rsatilgan, punktir vektor – kesmalar orqali R_{O1} topilgan:

$$P_{O1} = K_p \cdot \overline{c\alpha}$$

14 - Mavzu: PROF. N.E.JUKOVSKIYNING QATTIQ RICHAG TO'G'RISIDAGI TEOREMASI.

Reja:

1. Prof. N. E. Jukovskiyning qattiq richang to'g'risidagi teoremasi.

Tayanch iboralar.

Vektorlar, krivoship, shatun, bajarilgan ish, qutb, moment, muvozanatlovchi kuch, sharnir, kinematik sxema, tezlik markazi, tishli mexanizmlar quvvat.

N. E. Jukovskiy har qanday mexanizmning muvozanati haqidagi masalani qanday richangning muvozanati haqidagi masalaga keltirib o'rganishni tavsiya etadi. Bu richang oddiy richang bo'lmay, uning zaminida quyidagi mulohazalar yotadi.

14.1 – rasmda mexanizmning bir zvenosi tasvirlangan. Shu zveno A nuqtasining tezligi $\bar{v}_A$ bo'lib, uning yo'nalishi bizga ma'lum deb faraz qilamiz. Zvenoning $\bar{v}_A$ tezlikning yo'nalishi bilan qandaydir α burchak tashkil etuvchi R kuch ham berilgan bo'lsin. U holda A nuqtaning elementar (mumkin bo'lgan) ko'shichidaagi R kuchning bajargan ishi quyidagicha bo'ladi:

$$dA = P \cdot dS_A \cdot \cos \alpha \quad (14.1)$$

Kuchning quvvati esa (14.1) tenglikni dt elementar vaqtga bo'lish bilan topiladi:

$$N = \frac{dA}{dt} = P \frac{dS_A}{dt} = P \cdot v_A \cdot \cos \alpha \quad (14.2)$$

Agar biz v_A 14.1 – rasmda ko'rsatilganiday qandaydir qutibdan (R dan) $\bar{P}a \perp v_A$ qilib qo'yamiz va $\bar{P}a$ kesmani ushi α dan $\bar{P}$ kuchning qutibiga nisbatan momenti quyidagicha bo'ladi:

$$M_p = P \cdot h \quad (14.3)$$

$v_A = K_v \cdot \bar{P}a$ ekanligini e'tiborga olganda (14.3) tenglikni quyidagicha yozish

mumkin:

$$M_p = P \cdot \frac{v_A}{K_v} \cdot \cos \alpha \quad (14.4)$$

(14.3), (14.4) tengliklardan ma'lum bo'lishicha, ular ham tezlikning qandaydir K_v masshtabida $\bar{P}$ kuchning quvvatini ifoda etar ekan.

Agar qandaydir mexanizmning zvenolariga R_1, R_2, R_3 kushlar ta'sir etib, shu kushlar ta'sirida u muvozanatda bo'lsa, u holda kuch qo'yilgan nuqtalarning kushlar ta'siridan mumkin bo'lgan (vertual) ko'chishlardagi kushlarning bajargan elementar ishlarining yig'indisi yoki quvvatlarning yig'indisi nol' bo'lar edi, ya'ni:

$$\sum_{i=1}^k P_i \cdot ds_i \cdot \cos \left(P_i, ds_i \right) = 0, \text{ yoki}$$

$$\sum_{i=1}^k P_i \cdot \frac{ds_i}{dt} \cdot \cos \left(P_i, \frac{ds_i}{dt} \right) = \sum_{i=1}^k P_i \cdot v_i \cdot \cos (P_i, v_i) = 0$$

(14.3), (14.4) tengliklarga amal qilib, agar $R_1, R_2, \dots, R_k$ kushlar qo'yilgan nuqtalarning 90° ga burilgan tezliklari rejasini tuzsak va shu tezliklari rejasidagi nuqtalarga tegishli kushlarni o'z holicha keltirib qo'ysak, u holda shu kushlar tezliklar rejasining qutbi R ga nisbatan momentlarning yig'indisi nol' bo'lishi kerak, ya'ni:

$$\sum_{i=1}^k P_i \cdot \frac{v_i}{K_v} \cdot \cos \left(P_i, v_i \right) = \sum_{i=1}^k P_i \cdot h_i = 0 \quad (14.5)$$

Shunday qilib 90° ga burilgan tezliklar rejasini o'z qutbi R ga nisbatan aylanuvshi qattiq richang deb ataladi; shu tezliklar rejasini Jukovskiychi richangi deb ham ataladi.

Yuqoridag bayon etilgan masala faqat qo'zg'aluvshanlik darajasi ($W = 1$) bo'lgan har qanday mexanizmga taalluqlidir.

Masala tushunarli bo'lishi uchun quyidagi misollarni keltiramiz.

14.1 – rasm, a da 4 zvenoli mexanizm keltirilgan. Mexanizmning S_2, V va S_3 nuqtalariga tegishli G_2, P_{S2}, P_B va G_3 kushlar qo'yilgan. Shu kushlar ta'siridagi mexanizmning A nuqtasidan o'tib, TT ta'sir shizig'ida yotuvshi muvozanatlovchi kuch va uning yo'nalishi topilsin, $TT \perp O_1A$ ekanligi etiborga olinsin. **Sh I Sh:**

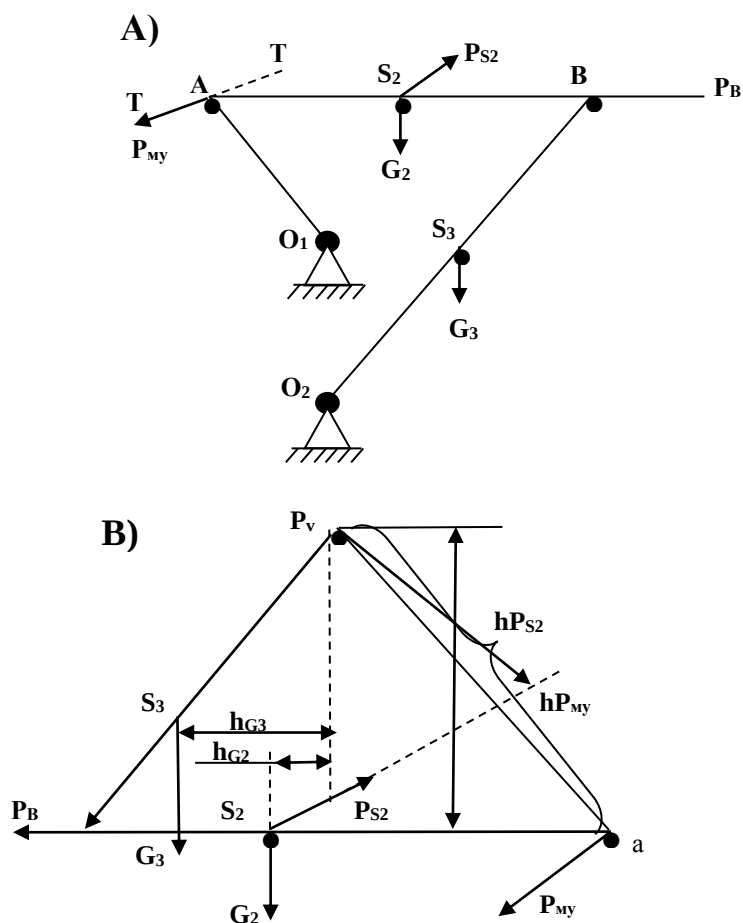
Masalani ixtiyoriy masshtabdagi tezliklar planini tuzishdan boshlaymiz (14.1 – rasm, b). so'ngra tezliklar rejasidagi b_1, S_2 , va a nuqtaga tegishli kushlarni o'z yo'nalichida keltiramiz; a ga esa TT ta'sir shizig'iga paralel chiziq o'tkazamiz. Tezliklar rejasini R nuqta (qutb) atrofida aylanuvshi qattiq richag deb qarab, unga ta'sir etayotgan kushlarni R ga nisbatan momentlarni olamiz va unga muvozanatlovchi kuch momentini qo'shib, nolga tenglaymiz:

$$+R_v \cdot h_{PB} - P_{S2} \cdot h_{PS2} - G_3 \cdot h_{G2} + G_2 \cdot h_{G2} + P_{mu} \cdot h_{Pmu} = 0,$$

Bu yerdan R_{mu} muvozanatlovchi kuchni aniqlab olsak u holda quyidagi ifodaga ega bo'lamiz.

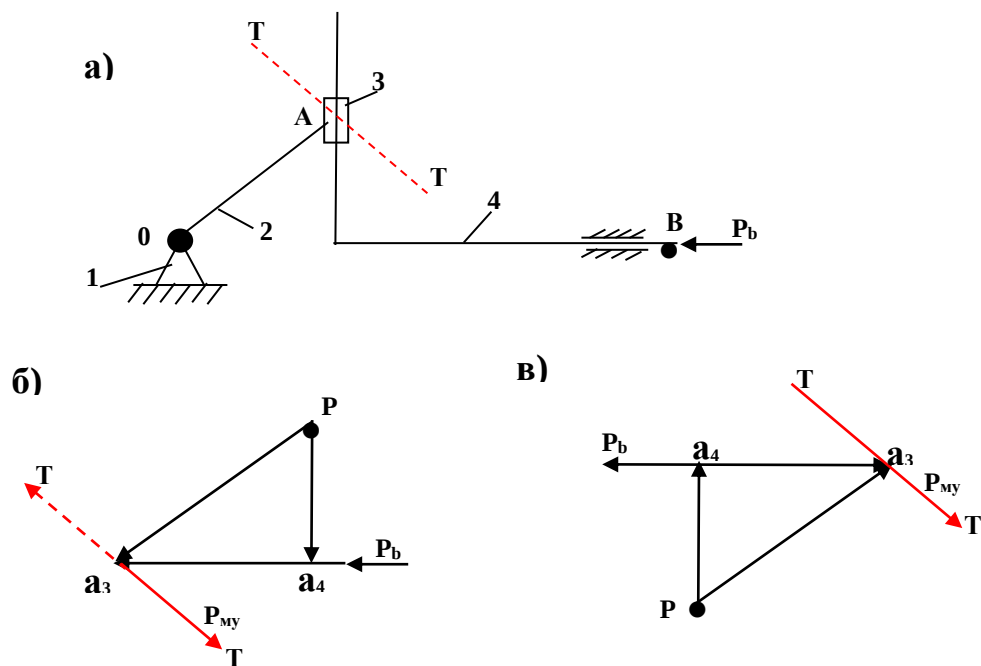
$$P_{\mu} = \frac{-P_B \cdot h_{PB} + P_{S2} \cdot h_{PS2} + G_3 \cdot h_{G3} + G_2 \cdot h_{G2}}{h_{Pmu}}$$

R_{mu} ning qiymati musbat bo'lsa, u holda R_{mu} ning yo'nalishi to'g'ri tanlangan bo'ladi.



14.1 – shakl. A va B

14.2 rasm, a da kulisali mexanizm va unga qo'yilgan kuch berilgan. Shu kuchni muvozanatlovchi kuchi topilsin. Muvozanatlovchi kuchning ta'sir chizig'i OA ga tik yo'nalgan.



14.2₈₇ shakl.

Yechish

14.2- rasm, b da tezliklar rejasi tasvir etilgan. Shu rejaga R_V kuchini o'z yo'nalichida; TT ta'sir shizig'iga paralel qilib, R_{mu} kuchini a_3 nuqtadan o'tkazamiz va muvozanat shartini yozamiz:

$$- R_V \cdot h_{RV} + R_{mu} \cdot h_{pmu} = 0,$$

Ma'ruza uchun savollar.

1. Kuchning quvvati qanday topiladi, bajarilgan ishni qanday topish mumkin?
2. Muvozanatlovchi kuchning momenti qanday topiladi?

15 - Kinematik juft elementlaridagi ishqalanish kushlar.

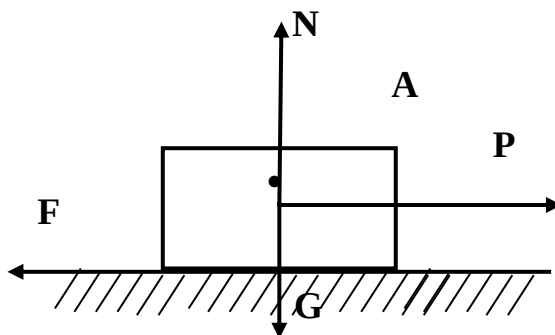
Reja:

1. Hisbiy harakatga ko'rsatilgan qarshiliklar.
2. Ilgarilanma harakat qiluvchi kinematik juft elementlaridagi ishqalanish.
3. Sirg'anish podshipniklaridagi ishqalanish.
4. Oliy kinematik juftlardagi ishqalanish.

Tayanch iboralar.

Vektorlar, krivoship, shatun, ishqalanish kuchi, og'irlik, tortish kuchi, statik va dinamik, trigonometrik, ishqalanish koeffisienti, normal reaksiya, yarim suyuq ishqalanish, yarim quyuq ishqalanish, sharnir, kinematik sxema, tezlik markazi, tavon, bo'yin, ship.

Kinematik juft elimentlarining nisbiy harakatiga ko'rsatiladigan qarshilik kuchi **ishqalanish kuchi** deb ataladi. M: stol ustida turgan g'ishtni stol yuzasida siljitish uchun biror kuch talab etiladi. G'isht bilan stol ilgarilanma kinematik juft tashkil qiladi. Ularning melementlari tekislik bo'lib, g'ishtga stol yuzasi shu g'isht og'irligiga teng reaksiya kuchi bilan ta'sir etadi (15.1. rasm)



15.1- shakl Sirpanib ilgarilanva harakat qiladigan zvenoga na'sir qiladigan kychlar ($v = 0$)

G'ishtning og'irligini - G bilan stol yuzasining g'ishtga ko'rsatadigan ta'sir kuchini N bilan belgilaymiz. N kuchi kinematik juft elementlariga tik yo'nalgan (15.1 – rasm).

Agar stol elementi (yuzasi) g'isht og'irligiga bardosh bera olmasa, u holda, juftlik buziladi. $G = N$ bo'lganda kinematik juftlik mavjud bo'ladi. Agar g'isht biror P kuch ta'sirida qo'zgalmasa, uning harakatiga F_1 ishqalanish kuchi qarshilik ko'rsatgan bo'ladi. G'ishtga biror P_0 kuch qo'yilganda, g'isht qo'zg'alish chegarasiga kelsa, ya'ni bir tekis harakat qilsa (yoki to'xtab tursa), u holda, g'ishtning harakatiga F_0 kuch qarshilik qilgan bo'ladi. Agar jismga $P > P_0$ kuch bilan ta'sir etilsa, u holda g'isht biror $x = a$ tezlanish bilan harakat qila boshlaydi. Harakatga ko'rsatiladigan qarshilik esa F bo'ladi. Nyuton qonuniga ko'ra g'ishtning harakat tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$P - F = \frac{G}{g} \ddot{x} \quad (15.1)$$

bu yerda. G – g'ishtning og'irligi;

g – yerning tortish kuchi tezlanishi ($g = 9,81 \text{ m sek}^{-2}$)

$a = \ddot{x}$ g'ishtning chiziqli tezlanishi.

(15.1) formulani quyidagicha yozamiz:

$$F = P - \frac{G}{g} \cdot \ddot{x} < F_0 \quad (15.2)$$

O'tkazilgan ko'pgina tajribalar (15.2) tenglamadagi F_0 kuch qanchalik katta bo'lmasin, qarshilik kuchi o'zgarmay qolishini ko'rsatadi. F_0 kuch g'ishtning tinch holatdagi ishqalanish kuchi deb, F esa jismning sirpanishdagi ishqalanish kuchi deb ataladi.

Kinematik juft elementlarini xarakterlovchi miqdor ishqalanish koeffisienti deyiladi; bu koeffisient qarshilik kuchining normal reaksiyasiga bo'linganiga tengdir.

$$f = \frac{F}{N} \quad (15.3)$$

Bu yerda, f – sirpanib ishqalanish koeffisienti

F - qarshilik kuchi

N – normal reaksiya (bu reaksiya hamma vaqt ilgarilanma kinematik juft elementiga tik yo'nalgan bo'ladi).

Kinematik juft elementlarining holatiga qarab, ishqalanish quyidagilarga bo'linadi:

a) **quriq ishqalanish** - bunda kinematik juft elementlarida moy yoki boshqa suyuqlik bo'lmaydi:

b) **chegarali ishqalanish** – bunda kinematik juft elementlari juda oz moylangan bo'ladi; juft elementlardagi moy qalinligi 0,1 mikron va undan ham kam bo'ladi;

v) **suyuq ishqalanish** – bunda ishqalanishda kinematik juft elementlari moy pardalari bilan qoplangan bo'lib, juft elementlari bir – biridan ana shu moy qavati bilan ajralgan bo'ladi.

g) **yarim quruq ishqalanish** – bunda ayni bir vaqtda quruq va chegarali ishqalanish bo'ladi;

e) **yarim suyuq ishqalanish** – bunda ayni bir vaqtda suyuq ishqalanish bilan chegarali ishqalanish yoki suyuq va quriq ishqalanish bo'ladi.

Ilgarilanma harakat qiluvchi kinematik juft elementlaridagi ishqalanish.

Ilgarilama harakat qiluvchi kinematik juft elementlari orasidagi ishqalanish kuchini topishga kirishamiz.

Buning uchun biz faqat quruq ishqalanish bilan tanishamiz.

G og'irligidagi A jism (zveno) tekislik ustida turibdi (15.2 rasm). Jism og'irligiga teng N reaksiya borligi rasmdan ma'lum. Agar jism P kuch bilan o'ng tomonga sirpantirilsa, uning harakatiga teskari yo'nalgan F qarshilik, ya'ni ishqalanish kuchi vujudga keladi. F bilan N kushlarni geometrik qo'shib quyidagini hosil qilamiz:

15.2 – rasm. R – to'la reaksiya: F – ishqalanish burchagi.

$$\vec{R} = \vec{N} + \vec{F} \quad (15.4)$$

Bu yerda, R – to'la reaksiya, OVK dan quyidagi tenglamani chiqaramiz

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\overline{OK}}{\overline{KB}} = \frac{F}{N} \quad (15.5)$$

(15.5) formuladagi $\frac{F}{N} = f$ –

ishqalanish koeffisienti;

(15.3) formulaga binoan quyidagini yozamiz:

$$\operatorname{tg} \varphi = f \quad \varphi = \operatorname{arctg} f \quad (15.6)$$

(15.6) formuladagi φ burchak **ishqalanish burchagi** deb ataladi.

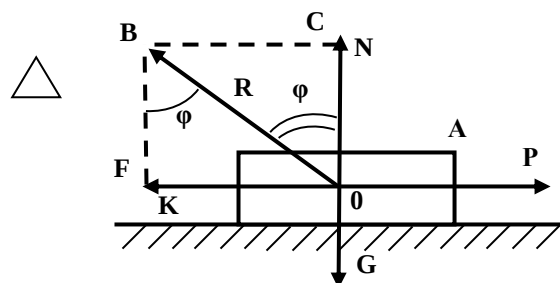
Xo'sh ishqalanishning o'zi nima? U qanday sodir bo'ladi? Agar biz eng yaxshi tozalangan yuzalarni kattalashtiruvchi asbob bilan qarasak, uning yuzasida g'adir – budirlik borligini ko'ramiz. Tokkarlik va randalash dastgohlarida ishlov berilgan yuzalarning g'adir – badirligi 100 mikron (1 mikron millimetrdan mingdan biri).

Shunday qilib, ishqalanish kuchi, ya'ni harakatga ko'rsatilgan qarshilik ana shu g'adir – budirlikdan kelib chiqar ekan. Kinematik juft zvenoning nisbiy harakati vaqtida elementlardagi g'adir – budirliklar orasidagi reaksiya ikkiga: normal kushlar bilan tangensial kushlarga ajratiladi. Bulardan normal tashkil etuvchilar yigindisi zveno og'irligiga teng reaksiya bo'lib, tangensiallar tashkil etuvchilarning yigindisi esa harakatga (siljishga) ko'rsatilgan qarshilik – ishqalanish kuchidir.

Ishqalanuvshi jismlar nima uchun qizib ketadi? Kinematik juft elementlari bir – biriga nisbatan harakatda bo'lganda ulardagi molekulalar bir – biriga katta kuch bilan ta'sir qiladi. Buning oqibatida juft elementlardagi molekulalar tebranma harakat qiladi, bu tebranma harakat zveno ichidaagi molekulalarni ham harakatga keltiradi. Zveno ichkarisidagi molekulalarning harakati natijasida zvenolar qiziy boshlaydi. Demak, ishqalanish kuchini yengish uchun ketgan ish issiqlikka aylanib, kinematik juft elementlarini qizib ketishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun mashinalarni harakatga keltiruvchi energiyaning sarflanishi jihatidan ishqalanish zararli bo'lib, boshqa ko'pgina ishlarni bajarishda ishqalanishning ahamiyati goyat kattadir.

Sirpanish podshipniklaridagi ishqalanish.

Sirpanish podshipniklaridagi ishqalanish bilan tanishib o'tamiz. Har qanday mashina yoki mexanizmida sapfa va podshipnik bo'ladi. Podshipnikda aylanuvchi



valning bir qismi sapfa deb ataladi. Agar sapfa valning oxirida bo'lsa, bo'yin deb ataladi. Sapfaning podshipnikdagi ishqalanish kuchini yoki ishqalanish kuchining ishini topish uchun ikki xil gipoteza bor.

Birinchi gipoteza. Bu gipotezada sapfa bilan podshipnik kinematik aylanma juft deb qaraladi va sapfaning podshipnik bosimi kinematik juftning elementlariga barabar tushadi, ya'ni solishtirma bosim o'zgarmas kattalik deb qabul qilinadi.

AV – kinematik juft elementlari bo'lsin (15.3 - rasm). Sapfa Bilan podshipnik elementlaridan elementar yuza (ds) ajratamiz:

$$ds = l \cdot r d\alpha$$

bunda, l – sapfaning uzunligi.

Sapfaning elementar yuzasiga to'g'ri keladigan reaksiyani quyidagicha aniqlaymiz

$$dN = q ds = q \cdot r \cdot l \cdot d\alpha$$

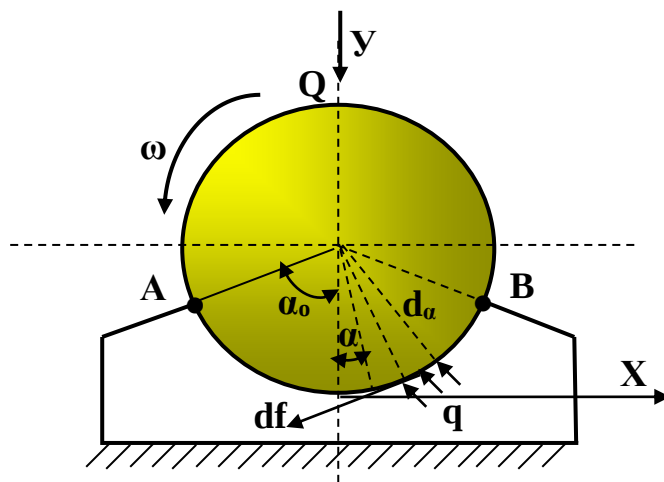
sapfaning muvozanat shartidan quyidagini olamiz:

$$\sum Y = -Q + \int_{-\alpha_0}^{+\alpha_0} q \cdot r \cdot l \cos \alpha \cdot d\alpha = 0$$

Buni integrallasak, quyidagi tenglamaga erishamiz:

$$Q = 2 q \cdot r \cdot l \cdot \sin \alpha_0$$

$$\text{Bundan: } q = \frac{Q}{2 \cdot r \cdot l \cdot \sin \alpha_0} \left[\frac{\text{KM}}{\text{cm}^2} \right] \quad (15.7)$$



13.3- shakl. Podshipnik va sapfa

Oliy kinematik juftlardagi ishqalanish.

Hozirgi zamon mashina va mexanizmlaridagi kinematik juftlarning turiga qarab, ishqalanish ikki xil bo'ladi. Bulardan biri quyi kinematik juft elementlari orasidagi ishqalanishdir. Bunday ishqalanish **birinchi turdagi ishqalanish** deb, bundagi ishqalanish koeffisienti **birinchi turdagi ishqalanish koeffisienti** deb ataladi.

Oliy juft elementlaridagi ishqalanish **ikkinchi turdagi ishqalanish** deb, bundagi ishqalanish koeffisienti esa **ikkinchi turdagi ishqalanish koeffisienti** deb ataladi.

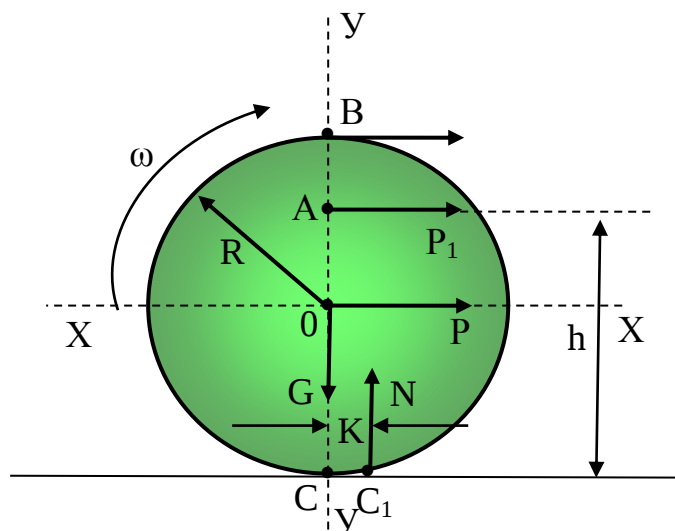
Biror sharni bir tekislik ustida dumalatish uchun, uni biror kuch bilan itarish lozim (15.4 - rasm). Umuman, tabiatda absolyut qattiq jism bo'lmagani uchun shar bilan tekislikni quyidagicha talqin qilish mumkin:

1. Tekislik ustida turgan shar absolyut qattiq, tekislik esa bo'shq, deb faraz qilaylik. Bunday holda shar tekislikka botadi, ya'ni tekislik bir oz eziladi – oliy juft quyi juftga aylanadi.

2. Tekislik ustida turgan shar bir oz yumshoqroq (koptokni eslash mumkin), tekislik esa absolyut qattiq, deb faraz qilaylik. Bunday holda shar bir oz ezilib, shar bilan

tekislik orasida oliy juft o'rniga quyi juft hosil bo'ladi.

3. Agar shar ham tekislik ham absolyut qattiq bo'lsa, shar bilan tekislik o'rtasida oliy juftlik mavjud bo'ladi (bunday hol ideal hol hisoblanadi).



15.4 – shakl. Tekislik ustidagi shar

15.4 – rasmda tasvirlangan sharning og'irligi G , radiusi esa R dir. Shu sharni rasmda ko'rsatilganidek dumalatish uchun unga biror P , P_1 yoki P_2 kuch qo'yish kerak.

Shar tinch turganda shar bilan tekislik elementlari S nuqtada bog'lanadi va sharning og'irligi YY vertikal o'q ustida bo'ladi. Sharni soat strelkasi yuradigan tomonga dumalatish uchun unga ta'sir etuvchi kuch elementlar boglanishini S dan S_1 ga ko'chiradi. S_1 nuqtada sharning og'irligi uf teng N reaksiya kuchi YY vertikal o'qdan biror k masofada turadi, shar esa (G, N) juftning momenti ta'sirida o'zining boshlang'ich vaziyatini saqlashga harakat qiladi va harakatlantiruvchi momentga qarshilik ko'rsatadi. Sharning muvozanat sharti (yoki uning bir tekisda o'zgarmas burchak tezligi bilan dumalanish sharti) quyidagicha bo'ladi:

$$M = M_G$$

bu yerda, $M = P R$ – harakatlantiruvchi kuchning momenti;

$$M_G = k \cdot G - \text{qarshilik kuchinin momenti } (N - G).$$

M o'rniga PR ni, M_G o'rniga esa KG ni olamiz. Unda:

$$PR = k \cdot G$$

$H = k/R \cdot G$ [kg] (13.8) kelib chiqadi, bu yerda, R – O nuqtaga qo'yilgan qarshilik eguvchi kuch (harakatlantiruvchi kuch);

$G = N$ – normal bosim;

K – proporsionallik koeffisienti yoki ikkinchi turdagi ishqalanish koeffisienti, mm hisobida.

(13.8) fomuladan quyidagi xulosaga kelish mumkin:

1. Ikkinchi turdagi ishqalanish kuchi F normal bosim (N) ga to'g'ri, dumalanuvshi jism radiusiga esa teskari proporsionaldir.

2. Ishqalanish kuchi dumalanuvshi jismning materialiga va uning fizik

xossasiga bogʻliqdir.

15.4 – rasmdagi harakatlantiruvchi kuchning S nuqtaga nisbatan elkasini oʻzgartirib, (15. 8) formulani quyidagi koʻrinishda yozamiz:

$$P_1 = \frac{k}{h} G [\kappa_2] \quad (15. 9)$$

$$P_2 = \frac{k}{2R} G [\kappa_2] \quad (15.10)$$

(15. 8), (15. 9), (15. 10) formulalaridan $R > R_1 > R_2$ holat kelib chiqadi. Shunday qilib, sharga qoʻyilgan harakatlantiruvchi kuchning elkasi qancha katta boʻlsa, sharning dumalashi shuncha oson boʻlar ekan.

Maʼruza uchun savollar.

1. Qanday kushlar ishqalanish kuchi deb ataladi?
2. Ishqalanish koeffisenti deb qanday koeffisient tuchuniladi?
3. Qanday ishqalanishga chegarali ishqalanish deb ataladi?
4. Sapfa valning qaysi qismida boʻlsa boʻyin deb ataladi?

16 - Mavzu: KULACHOKLI MEXANIZMLAR VA ULARNI LOYIHALASH.

Reja:

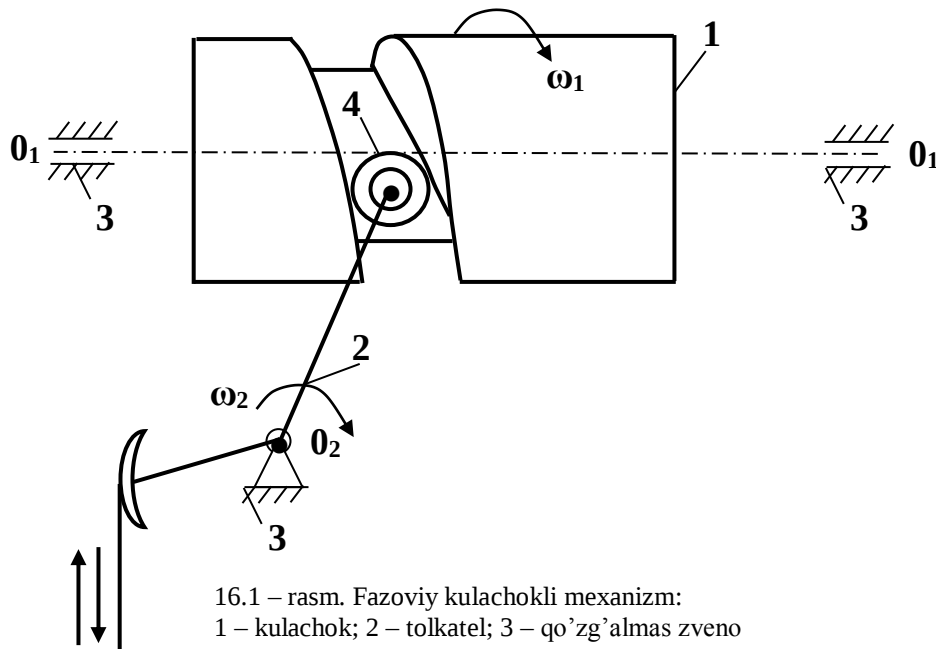
1. Tekislikda va fazoda harakatlanuvchi kulachokli mexanizmlar.
2. Kulachokli mexanizmlar analizi.
3. Kulachokli mexanizmlar kinematik loyihasini tuzish.
4. Uzatish burchagi haqida tushuncha; kulachok profilining dinamik loyihasini tuzish

Tayanch iboralar.

Kulachok, tolkatel, baraban, mexanizmlar analizi, mexanizmlar sintezi, fazoviy kulachok, aksial, dinamik loyihalash, uzatish burchagi, tolkatelning kulachok profili.

Kulachokli mexanizmlar tarkibida oliy va quyi kinematik juftlar bor. Bunday mexanizmlar vositasi bilan etaklanuvchi zvenoning istalgan harakat qonunini olish mumkin. Tekislikda harakatlanuvchi kulachokli mexanizmlar tarkibidagi kulachok rolik va tolkatel (etaklanuvchi zveno) bir tekislikda yoki bir necha parallel tekislikda harakat qilishi mumkin, fazoda harakatlanuvchi kulachokli mexanizmlarda esa kulachok bir tekislikda yoki unga parallel tekislikda harakat qilsa, uning tarkibidagi etaklanuvchi zveno kulachok harakatlanadigan tekislikka parallel boʻlmagan boshqa tekislikda harakat qiladi (16.1 - rasm).

16.1 – rasmda koʻrsatilgan silindrik baraban (1) oʻz oʻqi ($O_1 O_1$) atrofida ω_1 burchak tezligi bilan aylanadi. Barabanning sirtiga moslab kichik ariqcha qilingan, shu ariqcha ishiga kulachok tolkateliga oʻrnatilgan rolik (4) tushib turadi. Rolik oʻz oʻqi (O_2) atrofida bimalol aylana oladi. Baraban aylangach, tolkatel oʻz oʻqi atrofida tebranma harakat qiladi. Tolkatelning harakat qonuniga qarab, ariqchanning sirt boʻylab qanday harakat qilishi aniqlanadi.



Kulachokli mexanizmlarning analizi. Tekslukda harakat qiluvchi uchi o'tkir tolkatelli kulachokli mexanizmni analiz qilamiz (16.2 – rasm a).

Rasmda 1 raqami bilan kulachok, 2 raqami bilan o'tkir uchli tolkatel ko'rsatilgan. Agar kulachok ω_1 burchak tezligi bilan aylanganda, kulachokning kichik radiusi uchi (A_0) bilan tolkatel urinib tursa, bunda tolkatel eng pastki vaziyatda bo'ladi, agar kulachokning eng katta radius – vektori (OA) uchi (A) bilan tolkatel urinsa, tolkatel eng baland vaziyatda bo'ladi. Shunday qilib, kulachokning har aylanichida tolkatel $S_{max} = (OA - OA_0)$ oraliqqa ko'tarilib, yana o'z joyiga qaytib keladi. Agar kulachok har sekundiga 10 marotaba aylansa, tolkatel sekundiga 10 marotaba yuqoriga ko'tarilib 10 marotaba pastga tushadi, ya'ni garmonik tebragma harakat qiladi.

Tolkatelning (etaklovchi zvenoning) harakat qonunini topish kulachokli mexanizmning analizi deb ataladi. Buning uchun mexanizm kulachokning bir aylanishi ichida tolkatelning harakat qonunini bo'lishi kifoya, chunki kulachokning navbatdagi aylanichida tolkatelning harakat qonuni avvalgisining takrorlanishidan iborat bo'ladi. Rasmda ko'rinishicha, tolkatelning maksimal ko'tarilish oraliq'i $S_{max} = K_m \cdot AB$ kesmasiga tengdir.

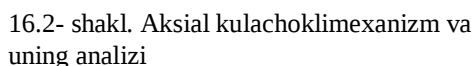
Kulachokning O nuqtasini markaz qilib olib, $1', 2', 3', 4', \dots$ nuqtalarni tolkatelning OY o'qiga chiqaramizda I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII nuqtalarni hosil qilamiz.

Tolkatelning ko'tarilish – tushish grafigini tuzish uchun Dekart koordinatalar sistemasining ordinatalar o'qiga tolkatelning ko'tarilish – tushishini K_s masshtabda, absissalar o'qiga va kulachokning bir aylanishi uchun ketgan vaqt (T) ni K_t masshtabga qo'yib chiqamiz (14.2 – rasm b).

K_t masshtab quyidagicha topiladi:

$$K_t = \frac{T}{x} = \frac{60''}{x \cdot n'} \quad (16.1)$$

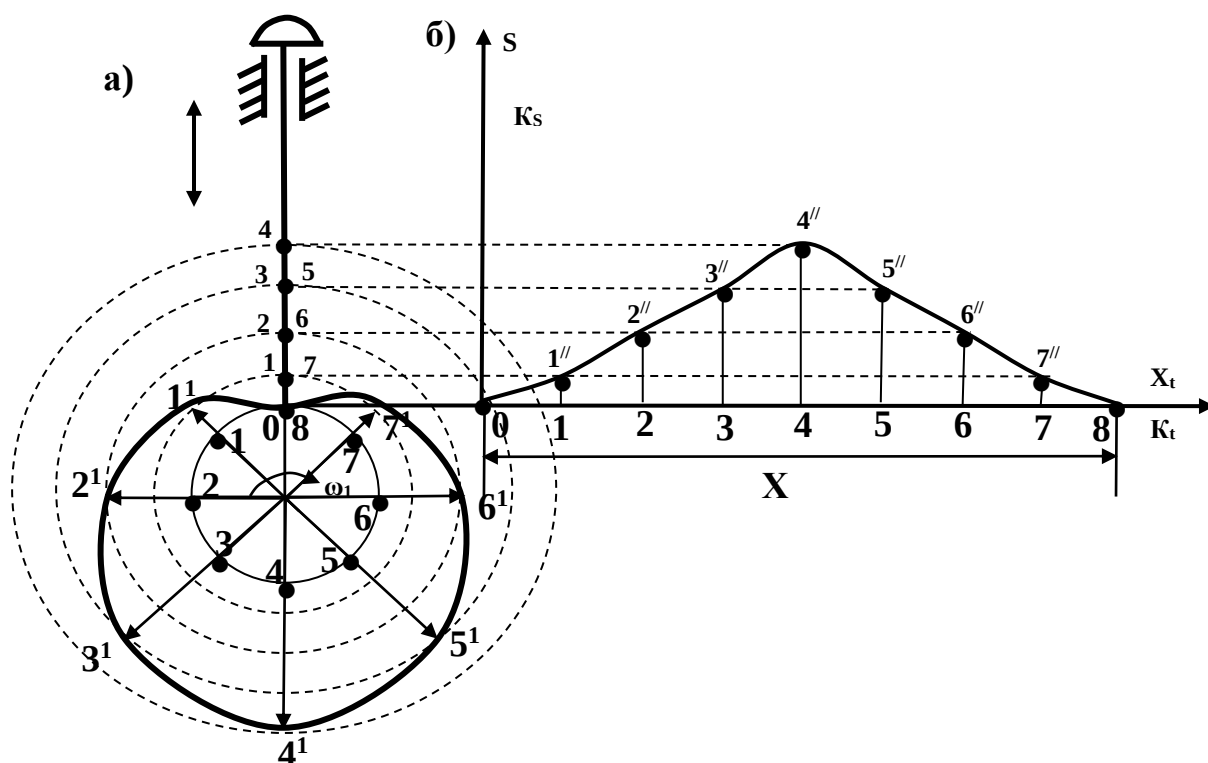
$X = \overline{08}$ - absissalar o'qida olingan ixtiyoriy kesma.


$$K_S = \frac{S_{\max}}{y_{\max}} = \frac{KM \cdot AB}{y_{\max}} \begin{bmatrix} \mathcal{M} \\ \mathcal{M}\mathcal{M} \end{bmatrix}. \quad (16.2)$$

Kulachokli mexanizmlarning kinematik loyihasini tuzish.

95

rasmi 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 aylanish jarayonida tolkatel o'z yo'naltiruvchisi orasiga tiqilib qolishi mumkin, bunday mexanizmlar noto'g'ri yoki notekis ishlaydi natijada ishdan chiqishi yoki sinishi mumkin.



16.3- shakl. Kulachokli mexanizmni

Kulachokli mexanizmlarni kinematik loyihalash uchun kulachokning eng kichik (minimal) radiusi ($\rho_{\min}$), bilan tolkatelning harakat qonuni tezlik, tezlanish yoki $S - t$ grafigi rasmida berilishi lozim. Agar harakat qonuni $a^t - t$ grafigi rasmida berilsa, uni ikki marta integrallash, $v - t$ grafigi rasmida berilgan bo'lsa, bir marta integrallash yo'li bilan $S - t$ grafigini hosil qilish mumkin. 16.3 – rasm, b da $S - t$ grafigi berilgan.

Kulachokli mexanizmlarning normal sharoitda ishlashini ta'minlash juda katta ahamiyatga ega. Bu masala tolkatelning yo'nalishi bilan kulachok profilining bog'lanish nuqtasiga o'tkazilgan urinma chiziq orasidagi burchakka bog'liqdir. Bu burchakning γ bilan belgilaymiz va uning uzatish burchagi deb ataymiz (16.4–rasm a)

Uzatish burchagi haqida tushuncha, kulachok profilining dinamik loyihasini tuzish

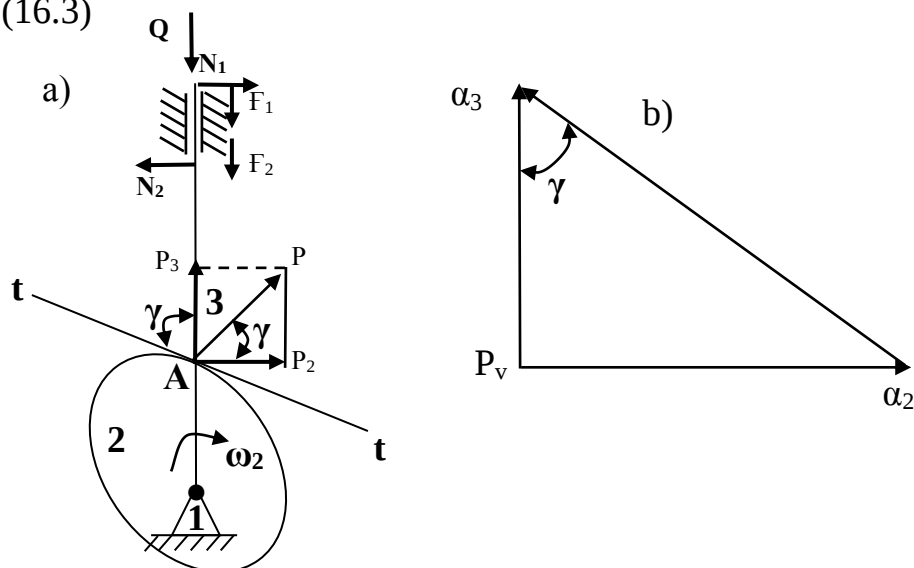
Tolkatelning kulachok profili bilan shu onda bog'langan nuqtasining absolyut va nisbiy tezliklari orasidagi o'tkir burchak uzatish burchagi deb ataladi.

Agar tolkatel bilan kulachok profili orasidagi ishqalanish kuchi e'tiborga olinmasa, masala osonlashadi. Bu ideal holat bo'lib, ko'pincha, Amaliy masalalarda yetarli natijalar beradi. Kulachokdan tolkatelga o'tadigan harakatlantiruvchi kuch (R) kulachok profilidagi A nuqtaga o'tkazilgan normal chiziq ustidan ketadi; uning parallelogram qoidasiga binoan, tolkatel bo'ylab va tolkatelga tik qilib ajratsak

bo'ladi. Bulardan birinchisini R_2 va ikkinchisini R_3 bilan belgilab, quyidagilarni hosil qilish mumkin (16.4 - rasm):

$$R_2 = R \cdot \sin \gamma$$

$$R_3 = R \cdot \cos \gamma \quad (16.3)$$



16.4 – shakl: a – kulachokli mexanizm; b – uzatish burchagi

Bulardan R_3 foydali qarshilik (Q) ni muvozanatlash uchun sarflanadi, R_2 esa tolkatelni qo'zalmas yo'naltiruvchi tomon siqadi. Buning natijasida tolkatel bilan uning yo'naltiruvchisi orasida ishqalanish kuchi hosil bo'ladi. Ishqalanish kuchi tolkatel harakatiga teskari yo'nalgan bo'ladi (G'_1, G'_2) va uning harakatiga qarshilik ko'rsatadi. 17. 4 rasmdan shuni kurish mumkinki R_3 kuch qanchalik ko'p va R_2 kuch qanchalik kam bo'lsa, tolkatel harakati yaxshilanib, mexanizm normal ishlaydigan bo'ladi. Bunday holatlarni kulachokli mexanizmlarida γ burchak kattalashganida kuzatish mumkin.

Yuqorida bayon etilganlardan shunday xulosaga kelish mumkin: agar γ burchak 90° ga teng bo'lsa va o'zgarmasa ($\gamma = 90^\circ = \text{sonst}$). Kulachokli mexanizm eng yaxshi mexanizmlardan bo'ladi.

Shunday qilib, kulachokli mexanizmlarning boshqa xillari uchun burchak tajriba yo'li bilan topilgan $\gamma_{\min}$ burchakdan kichik bo'lmasligi, ya'ni $\gamma \geq \gamma_{\min}$ bo'lishi shart. Agar bu shart bajarilmasa, kulachokli mexanizmlarning konstruksiyalari noqulay tuzilgan bo'lib, bunda tolkatel bilan yo'naltiruvchi orasida ishqalanish kuchi ko'payib, mexanizm detallari qizib ishdan chiqishi yoki ortiqcha energiya sarflanadi va ba'zi hollarda, tolkatel o'z yo'naltiruvchisi orasida harakatlana olmay, unga tiqilib qoladi.

Agar uzatish burchagi (γ) ruxsat etilganidan kichik bo'lsa, bunday kulachokli mexanizmning tolkateli kulachok aylangan tomonga qarab egilishi va kulachok aylanmay qolishi mumkin. Olimlarimizning o'tkazgan tajribalariga tayangan holda shuni aytish mumkinki ilgarilanma harakatlanuvchi tolkatel kulachokli mexanizmlar uchun $\gamma_{\min} = 60^\circ$, aylanma harakatlanuvchi tolkatel kulachokli mexanizmlar uchun esa $\gamma_{\min} = 45^\circ$ qilib olish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Kulachokli mexanizmlarni kinematik analiz qilish yoki sintez qilishda kulachokning minimal radiusi berilgan bo'ladi. Agar kulachokli mexanizmlar analiz

qilinib, undagi harakat uzatish burchagi (γ) topilsa, bu narsa kulachok mexanizmlarining dinamik analizi masalasi bo'ladi. Agar harakat uzatishning berilgan (ruxsat etilgan) minimal burchagi (γ) ga asoslanib, kulachok rasmi topilsa, kulachok mexanizmlarini dinamik loyihalash masalasi yeshilgan bo'ladi.

Ma'ruza uchun savollar.

1. Kulachokli mexanizmlarni qanday turlarini bilasiz?
2. Loyihalashning qanday usuli dinamik loyihalash deb ataladi?
3. Tolkatelning kulachok profili bilan shu onda bog'langan nuqtasining absolyut va nisbiy tezliklari orasidagi o'tkir burchak qanday burchak deb ataladi?
4. Kulachokli mexanizmlarni kinematik analiz qilish uchun kulachokning qanday parametrlari berilgan bo'lishi lozim?
5. Kulachokli mexanizmlarni kinematik sintez qilish davrida qanday parametr berilgan bo'lishi kerak?
6. Kulachokning minimal radiusi berilgan bo'lsa, u holda kulachokli mexanizmni analiz qilinadimi, yoki sintez qilinadimi?
7. Agar harakat uzatishning berilgan minimal burchagi (γ) ga asoslanib, kulachok rasmi topilsa, kulachokli mexanizmlarni qanday masalasi hal qilingan bo'ladi?
8. Kulachokli mexanizmlar dinamik loyihalash masalasini hal qilish uchun qanday masala topilishi lozim?

17 - Mavzu: TEKISLIKDA HARAKATLANUVCHI SHESTERNALI MEXANIZMLAR.

Reja:

1. Tishli (shesternyali) mexanizmlar va ularning turlari.
2. Evol'venta bo'yicha ilashish va uning xossalari.
3. Hisoblash tartibi, shesternyalardan tuzilgan murakkab uzatmalar.
4. Differensial va planetar mexanizmlar (episiklik mexanizmlar).

Tayanch iboralar.

G'ildirakli (shesternyali), evol'venta, evol'ventali chiziq, urunma, evol'venta profili, texnikoviy chiziq, asosiy aylana, normal ilashish, umumiy ilashish, qoplanish koeffisienti, normal tishlar, tishli g'ildirak.

Tishli g'ildiraklar (shesternyalar) vositasida bir valning aylanma harakati boshqa bir valga uzatiladi. Shesternyali vositasi bilan harakat bir zvenodan ikkinchi zvenoga to'xtovsiz va to'xtab – to'xtab uzatilishi mumkin.

Biz sizlar bilan silindrik va konus shesternyalardan tuzilgan mexanizmlarning geometriyasi va kinematikasini o'rganamiz. Ikki zveno orasidagi uzatish soni o'zgarmas $i_{12} = \text{sonst}$ bo'lishi uchun ular profilining tegishib (bog'lanib) turgan nuqtalariga utkazilgan umumiy normal hamma vaqt markazlar shizig'ining o'zgarmas nuqtasidan utishi shart. Bu nuqta **ilashish qutbi** deb ataladi. Bunday shartni bajaruvshi tish profillari **tutashma profillar** deb, shesternyalar esa **tutashma shesternyalar** deb ataladi. Bir qancha tekshirishlar natijasiga ko'ra, tutashma profillar ichida eng afzali evol'ventali profillar ilashish prosessida bo'lgan ikki tish

profili evol'ventaning bir qismiginadir. Shesternyali mexanizmlar silindrik, konus, reykali, shervyakli, og'ma tishli va boshqa ko'p xillardan iborat bo'lib, bu g'ildiraklarning tish profillari evol'venta, sikloida, episikloida, giposikloida va aylana rasmda bo'lishi mumkin.

Biz quyida faqat evol'venta va aylana profili tishli g'ildiraklar kinematikasi bilan tanishib chiqamiz.

Evol'venta bo'yisha ilashish va uning xossalari

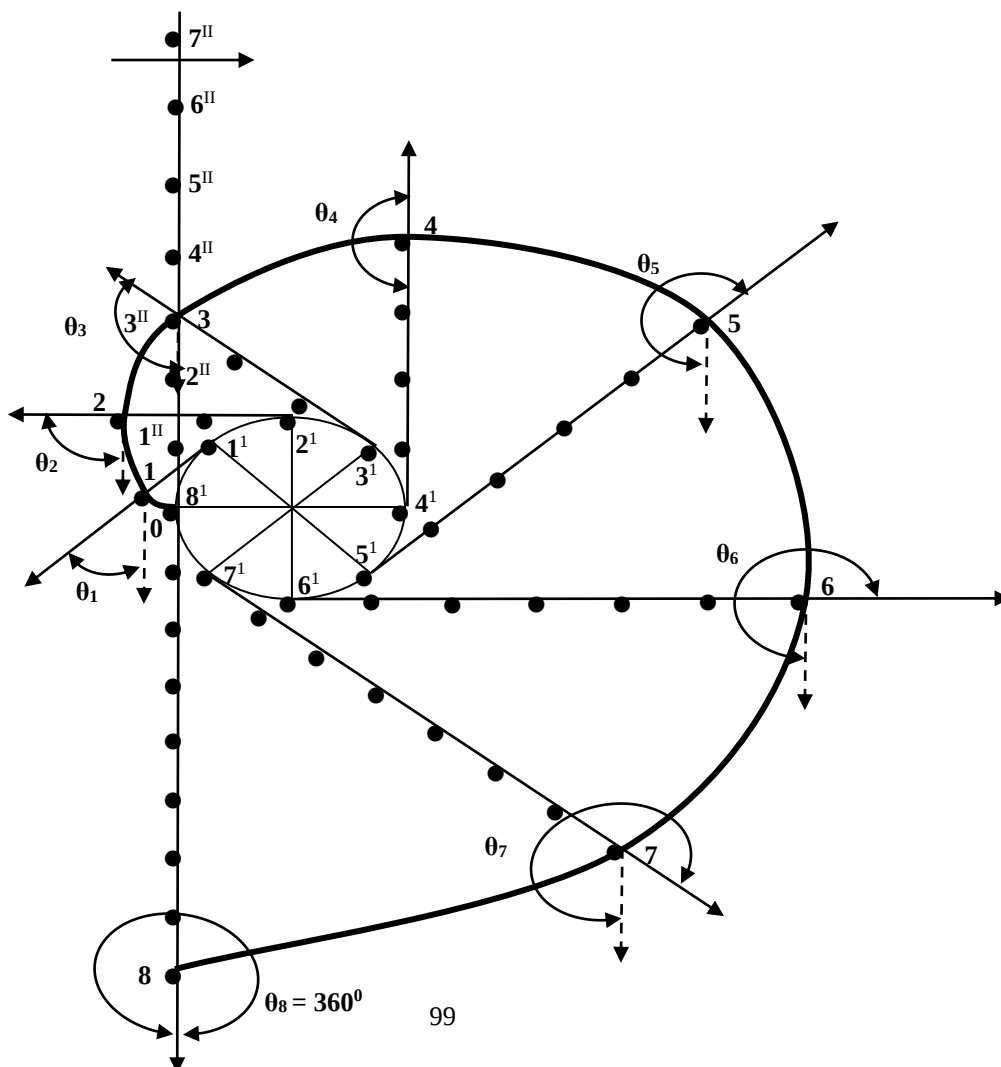
Evol'venta o'ziga xos egri chiziq bo'lib, ma'lum tartibda yasaladi. evol'venta, oddiy qilib aytganda, aylananing yoyilmasidir; aylananing ma'lum nuqtasi shu aylanaga o'tkazilgan urinmalarga chiqarib borilsa, bu nuqta **evol'venta** deb ataluvshi egri chiziq shizadi (17.1 - rasm). Bunda

$$\overline{11'} = \overset{\circ}{01}; \overline{22'} = \overset{\circ}{02}; \overline{33'} = \overset{\circ}{03}; \overline{44'} = \overset{\circ}{04};$$

$$\overline{55'} = \overset{\circ}{05}; \overline{66'} = \overset{\circ}{06}; \overline{77'} = \overset{\circ}{07}; \overline{88'} = \overset{\circ}{08};$$

Yoyilgan aylanaga (evol'ventga) urinma bo'lgan chiziqlar evol'ventaning tegishli nuqtaning egrilik radiuslaridir shesternyalardagi tish profilining qanday egri chiziq bo'lishi kerakligi haqidagi olimlar asrlar bo'yi tajribalar utkazib bosh qotirib kelganlar.

Bu masalani XVIII asrning ikkinchi yarimlarida Rossiya Fanlar akademiyasining akademigi Leonard eyler hal qiladi. U tishlarning profili evol'venta bo'lganda shesternyalarning bir tekisda aylanishi mumkinligini topdi.



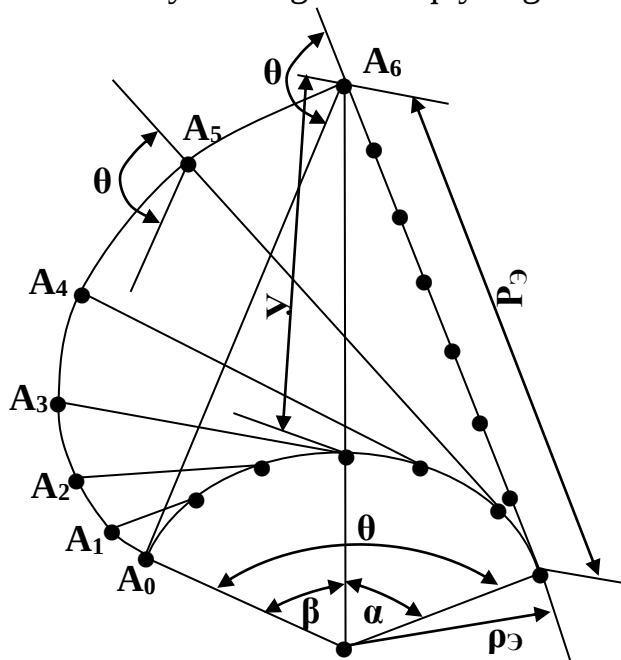
17.1 – shakl.

Evol'venta profili tishli g'ildiraklar hozirgi kunga qadar jahon mashinasozligida katta o'rin olib kelmoqda. evol'venta profili tishli g'ildiraklar ishlatilmagan mashinasozlik sohasini ushiratish qiyin. Shuning uchun biz ham normal evol'venta profili tishli g'ildiraklar geometriyasi va kinematikasi bilan batafsil tanishib o'tamiz. evol'venta matematik tenglamasi bo'lgan egri chiziq bo'ylab, uni texnikaviy chiziq deb ham ataydilar.

Evol'venta profili ikkita g'ildirak bir – biri bilan ilashsa, u holda profillar bog'lanishi faqat qiya to'g'ri chiziq bo'ylab boradi. evol'ventaning xossasiga kura, evol'ventali tutashma profillarining umumiy bog'lanish nuqtasiga o'tkazilgan normal evol'ventaning asosiy aylanalariga (evolyutalarga) urinma bo'ladi. Shu normal chiziqning asosiy aylanadagi urinish nuqtasidan evol'ventagasha shu nuqtadagi egrilik radiusi deb ataladi va ρ_e bilan belgilanadi (17. 2 - rasm).

Bir juft shesternya tishlarining profillari bir – biri bilan normal (yoki qo'zg'almas NN tekislikda) doimo ilashib turadi (17.3 - rasm). NN' chiziq evol'venta profili shesternyalarning **umumiy normal yoki ilashish shizig'i deb ataladi**. Haqiqatdan tishning balandligi ma'lum darajada bo'lib, tish

Profillari aylanish jarayonida faqat ab chiziqdagini ilashadi. Ab chiziq Amaliy ilashish shizig'i deb, AV chiziq esa nazariy ilashish shizig'i deb ataladi (17.3 rasm), α – ilashish burchagi deyiladi. Shesternalarada biri sheksiz kattalashtirilsa, shesternya bilan reykaning ilashuvi hosil bo'ladi. Bunda ham umumiy normal (NN) o'z holisha qoladi. Evol'venta profili shesternyalarning afzalli quyidagilardan iborat.



17. 2 - shakl. Evalveta profili,
1) ilashishning tug'riligini buzmasdan turib, ikki g'ildirak o'qlari oralig'ini o'zgartirish mumking;

2) berilgan g'ildirak tishining profili evolyuta egrilik radiusi orqali topiladi va u tutash g'ildirakka bog'liq bo'lmaydi.

I_{12} = sonst bo'lishi uchun ikki profilning bog'lanish nuqtasiga o'tkazilgan urinma (AV) hamma vaqt **R** nuqtadan utishi lozim. **R** nuqta qutib bo'lib, ikkala

shesternyaning markazlari shizig'ini burchak tezliklariga teskari proporsiyada bo'ladi.

Har qaysi tishning profilida, asosan, to'rtta aylana bo'ladi; 17.3 – rasmda O_I va O_{II} markazli shesternyalar tishlarning bittadan evol'ventali profili ko'rsatilgan; ulardan quyidagilarni ko'ramiz:

1. R_1 , R_2 – birinchi va ikkinchi Tish profillarining boshlang'ish aylanasi (bo'luvshi aylanasi) radiuslari. Ular quyidagi fomula orqali aniqlanadi:

$$R_1 = \frac{mz_1}{2} = \frac{t \cdot z_1}{2\pi}$$

$$R_2 = \frac{mz_2}{2} = \frac{t \cdot z_2}{2\pi} \quad (17.1)$$

t - tishlarning qadami;

Z_1 , Z_2 - ikala g'ildirakning tishlari soni;

$m = \frac{t}{\pi}$ - g'ildiraklar moduli (yoki ilashish moduli). Bu kattalik OST

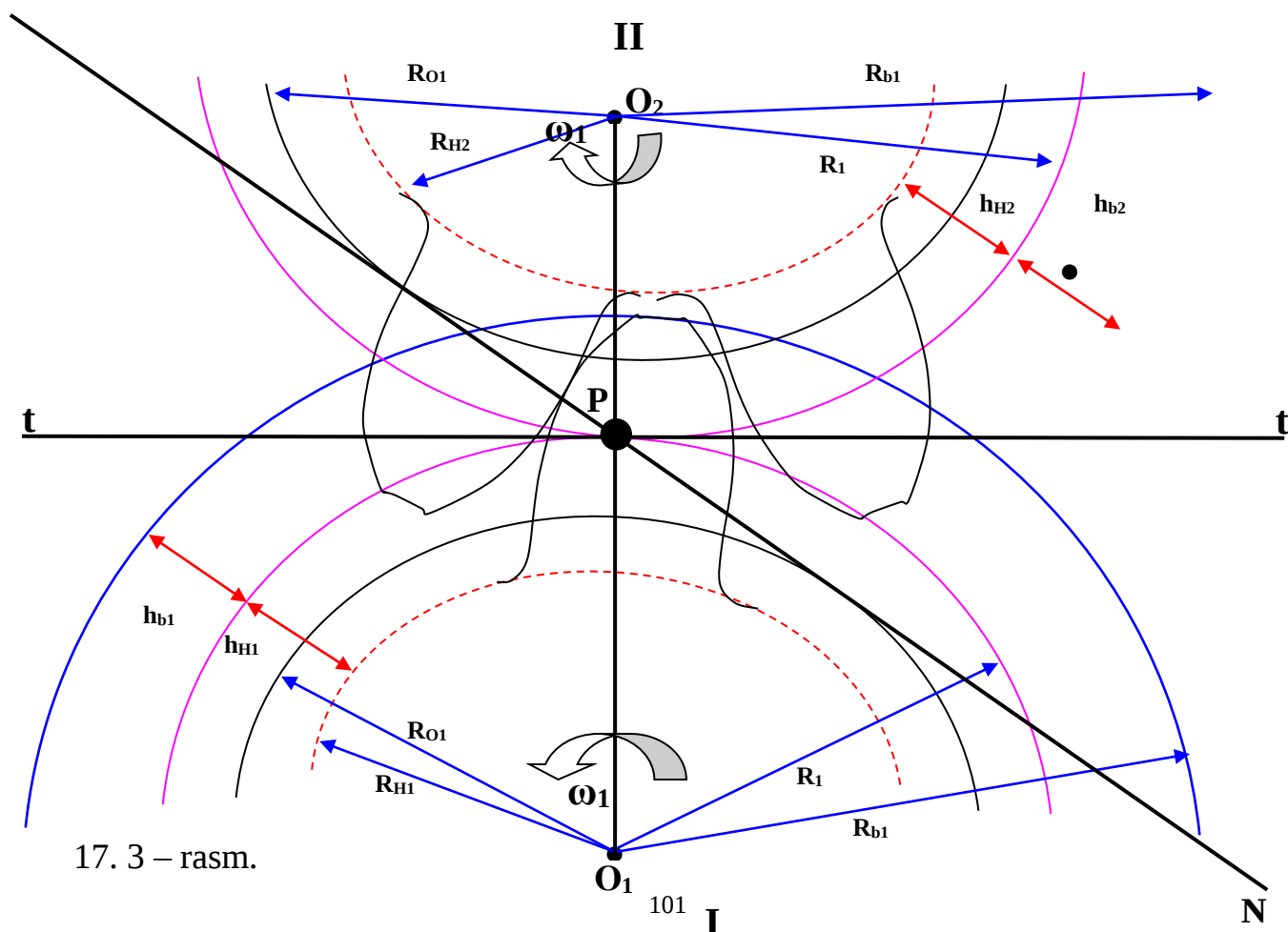
1597 dan olinadi.

2. R_{01} , R_{02} – ikala g'ildirakning asosiy aylanasi (evalyutasi) radiuslari. Ular quyidagicha topiladi:

$$R_{01} = R_1 \cdot \cos \alpha$$

$$R_{02} = R_2 \cdot \cos \alpha \quad (17.2)$$

α – ilashmsh burchagi; u standart evol'venta profili g'ildiraklar uchun 20° qabul qilingan.



3. R_{b1}, R_{b2} – ikkala g'ildirak tishlari boshining radiuslari; ular quyidagicha topiladi.

$$R_{b1} = R_1 + h_{b1}$$

$$R_{b2} = R_2 + h_{b2} \quad (17.3)$$

h_{b1} – birinchi g'ildirak tishi boshining balandligi;

h_{b2} – ikkinchi g'ildirak tishi boshining balandligi.

4. R_{H1}, R_{H2} – ikkala g'ildirak tishlari oyoqlari aylanasi radiuslari. Ular quyidagicha topiladi:

$$R_{H1} = R_1 - h_{H1}$$

$$R_{H2} = R_2 - h_{H2} \quad (17.4)$$

h_{H1} – birinchi g'ildirak tishi oyog'ining baladligi;

h_{H2} – ikkinchi g'ildirak tishi oyog'ining balandligi.

5. AV – nazariy ilashish shizig'i;

6. αb – Amaliy ilashish shizig'i;

7. $\tilde{a'b'}$ - birinchi g'ildirak tish profilining ish qismi;

$\tilde{a''b''}$ - ikkinchi g'ildirak tish profilining ish qismi;

9. $t - t$ – umumiy urinma shizig'i;

10. ω_1, ω_2 – 1 va 2 g'ildiraklarning burchak tezliklari.

11. α nuqta – ilashishning boshlanishi; bu nuqta 1 g'ildirak tishi profilidagi α' nuqta 2 g'ildirak tishi profilidagi α'' nuqta bilan kontaktda bo'ladi.

12. b nuqta 1 g'ildirak tishi profilidagi b' nuqta bilan (tishning boshi)

2 g'ildirak tishi profilidagi b'' nuqta bilan kontaktda bo'ladi.

17. 3 – rasmdan ko'rinishida, ilashish boshlanishida 1 g'ildirak tishining shap profili $\alpha_0 \alpha'$ b vaziatda bo'lsa ilashishning oxirida xudi shu profil' $b b_1 b_0$ vaziatga keladi.

Shunday qilib 1 g'ildirak tishi profilining ko'rsatilgan ikki vaziatda boshlang'ish aylani bo'ylab $\alpha' b_1$ yoy bosib o'tiladi. Anna shu $\alpha' b_1$ yoy **ilashish yoyi** deb ataladi.

Ilashish yoyining tish qadamiga nisbatan qoplanish koeffisienti deb ataladi.

Shunday qilib, qoplanish koeffisientini topish uchun ilashish yoyini tish qadamiga bo'lamiz va ilashish yoyi o'rniga $\frac{\overline{db}}{\cos a}$ ni quyib quyidagi formulani

$$\text{olamiz: } \varepsilon = \frac{\tilde{a'b_1}}{t} = \frac{\overline{ab}}{t \cdot \cos a} \quad (17.5)$$

chunki $\tilde{a'b_1} = \frac{\overline{ab}}{\cos a}$ ekanligi rasmdan ma'lum. Qoplanish koeffisienti normal tishlar uchun hamma vaqt $\varepsilon > 1$ shartini qanoatlantirishi kerak.

Qoplanish koeffisienti to'g'risida quyidagilarga tuxtalib o'tamiz:

1) ikki g'ildirakning uzluksiz ishlashi uchun ilashish yoyi hamma vaqt

tish qadamidan katt bo'lishi kerak, ya'ni $\tilde{a'd_1} \geq t$;

2) $\tilde{a'd_1} < t$ bo'lsa, birinchi juft t'ishlar ilashishdan chiqib, hali

ikkinchi ilashishga kirmagan bo'ladi va tishli uzatish to'xtaydi;

3) agar $\ddot{d}_1 = t$ bo'lsa, hamma vaqt Ayni bir vaqtda, faqat bir juft tish ilashish holatida bo'ladi;

4) $t < \ddot{d}' < 2t$ bo'lsa, qisman Ayni bir vaqtda ikki juft tish ilashish holatida bo'lib, sungra Yana bir juft tish ilashishda bo'ladi.

Shunday qilib, ilashish yoyining tish qadamiga nisbatan Ayni bir vaqtda ilashish holatida bo'lgan juft tishlar sonini bildiradi. Ilashish koeffisientini $1, 13 \leq 2$ shigarasida olish tavsiya etiladi.

13. Tish boshining balandligi $h_b = m$, tish oyog'ining balandligi $h_H = 1,2 m$, tishning to'la balandligi $h = h_b + h_H = 2,2 m$ bo'ladi.

Tish boshi balandligining tish moduliga nisbati **tish balandligining koeffisienti** deb ataladi va f bilan belgilanadi:

$$f = \frac{h_b}{m}$$

Normal balandlikdagi tishlar uchun bu koeffisient 1 ga teng, qisqartirilgan tishlar uchun 0,8 ga teng qilib olinadi.

Imshli g'ildiraklarda uzatmalar yasashda konstruktor tishning gabaritini ixsham qilishga urinadi, mumkin qadar tishlar sonini kamaytirishga harakat qiladi. Ammo kam tishli g'ildiraklar yasashda tishni kesuvshi asbob tish oyog'ining bir qismini kesib ketadi. Shuning uchun tish bag'ri qirqirmasligini ta'minlovshi g'ildirakdagi minimal tishni topish katta ahamiyatga ega. $Z_{\min}$ esa uzatish soniga, tish balandligiga hamda ilashish burchagiga bog'liqdir. Odatda $\alpha = 20^\circ$ uchun g'ildirakdagi minimal tishlar soni $Z_{\min} = 17^\circ \div 25$, $\alpha = 15^\circ$ uchun esa $Z_{\min} = 35 \div 40$ qilib olinadi.

Tish oyoqshalari qirqilmasligi uchun tishlarni korreksiyalash (tuzatish) lozimdir. Bu esa balandligini kamaytirish ($n = 1,8 m$, $h_b = 0,8 m$, $h_H = m$) va ilashish burchagini kattalashtirish yo'li bilan olib boriladi. Shuning uchun hamma $\alpha = 150$ xan $\alpha = 20^\circ$ ga o'tilgan.

14. tishli ilashishda shesternyalar markazlarining oralig'iquyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$L = 0,0_{11} = R_1 + R_2 = \frac{m}{2} (Z_1 + Z_2)$$

Shet ellarda (Angliya va AQShda) hozirgasha asosiy uzunlik ulshovi dyuymdir. Bir dyuym = 25,4 millimetr. Bu yerda tishli g'ildiraklarni loyihalash asosida pitsh, ya'ni diametral qadam yotadi. Pitsh boshlang'ish aylana diametrining bir dyuymga tug'ri kelgan tishlar sonini bildiradi.

$$D'' = \frac{z}{P}; \quad D'' = \frac{t \cdot z}{\pi} = mz \frac{z}{P}$$

$$\text{yoki } m = \frac{1''}{P} = \frac{25,4_{mm}}{H}$$

modul bilan pitsh orasidagi bog'lanish quyidagi tenglikdan topiladi:

$$mP = 25,4 \text{ mm} \quad (17,6)$$

$$\text{M i s o l. Modul' } m = 10 \text{ bo'lsa, } P = \frac{25,4}{10} = 2,54 \text{ tish / 1 dyuym.}$$

Modul (m) 1 tishga tug'ri kelgan boshlang'ish aylana diametridagi uzunlikni

bildirsa, pitch (R) 1 dyumga to'g'ri kelgan tishlar sonini bildiradi.

Tishli ilashishdagi uzatish sonining matematik ifodasi quyidagichadir:

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_{11}} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{Z_2}{Z_1} \quad (17.7)$$

(17.7) formuladagi uzatish soni (i_{12}) umumiy bo'lib, unquyidagi ush hol uchun tadbiq etamiz:

1. Tashqi ilashish uchun $i_{12} = -\frac{Z_2}{Z_1} = -\frac{R_2}{R_1}$, chunki I g'ildirak soat strelkasi yuradigan tomon aylansa, II g'ildirak unga teskari tomonga aylanadi, shuning uchun unga minus (-) ishorasi quyiladi.

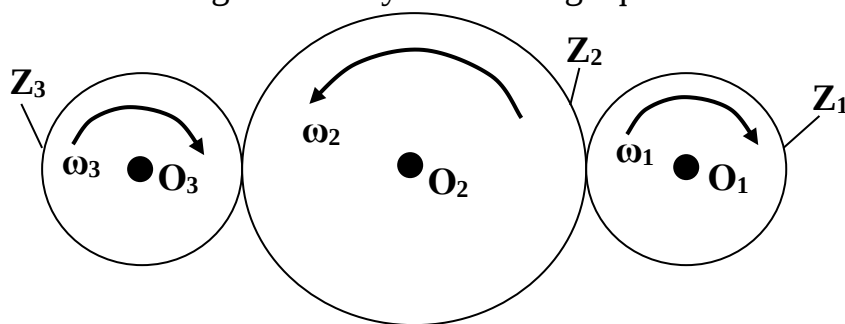
2. Ishki ilashish uchun $i_{12} = +\frac{Z_2}{Z_1} = +\frac{R_2}{R_1}$, chunki I g'ildirak soat strelkasi tomon (yoki aksinsha) aylansa, II g'ildirak ham shu tomonga aylanadi, shuning uchun unga plus (+) ishorasi quyiladi.

3. Reykali uzatma uchun ikki hol bo'lishi mumkin: birinchisida etaklovchi zveno I g'ildirak bo'lib, etaklovchi zveno reykasdir; bu hol uchun uzatish soni: $i_{12} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{\infty}{Z_1} = \infty$ bo'ladi, ikkinchisida reyka etaklovchi, g'ildirak esa etaklanuvchi zvenodir. Bunday hol uchun uzatish soni:

$$i_{21} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_1}{\infty} = 0 \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Tishli g'ildiraklardan tuzilgan murakkab uzatmalar.

Hozirgi zamon mashina, mexanizm va asboblari tarkibida tishli g'ildiraklar juda katta o'rin tutadi. Tishli g'ildiraksiz bir valdan ikkinchi valga, ikkinsha valdan uchunshi valga aylanma harakat uzatish ansha qiyin. Tishli g'ildiraklar orasidagi uzatish soni shu tishli g'ildiraklardan tuzilgan mexanizmlar turiga qarab topiladi. Masalan, 15. 4 – rasmda tishlar soni Z_1 , Z_2 , Z_3 bo'lgan ushta g'ildirakdan iborat mexanizm ko'rsatilgan. Bunday mexanizmga qatorli uzatma degan nom berilgan.



17. 4 – shakl

O_1 , O_2 , O_3 – g'ildiraklarning markazlari bo'lib, birinchi g'ildirak bildirak bilan uchunshi g'ildirak orasidagi uzatish sonini topish lozim bo'lsa, u holda, quyidagicha ish tutish talab qilinadi:

$$i_{12} = \frac{Z_1}{Z_2} \text{ – } z_1 \text{ va } z_2 \text{ tishli g'ildiraklar orasidagi uzatish soni;}$$

$i_{23} = -\frac{z_3}{z_2}$ va z_3 tishli g'ildiraklar orasidagi uzatish soni.

Bularni ikkala tomonini bir – biriga ko'paytirsak, quyidagi tenglami kelib chiqadi:

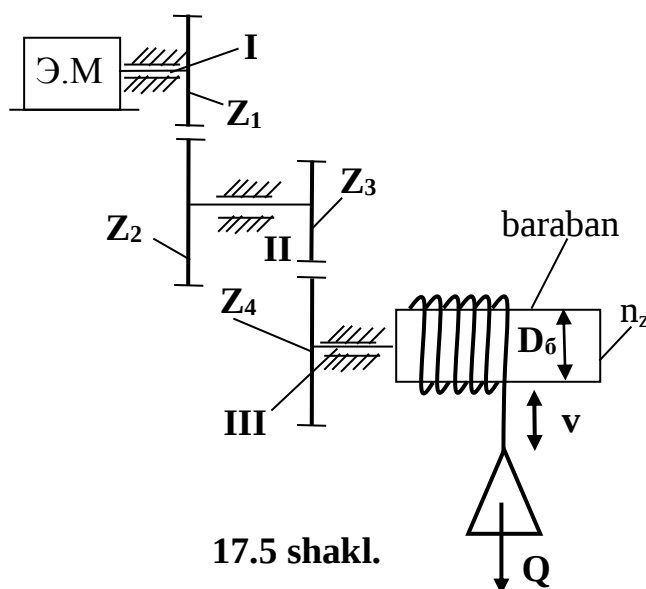
$$f_{13} = i_{12} \cdot i_{23} = \left(-\frac{z_2}{z_1}\right) \cdot \left(-\frac{z_3}{z_2}\right) = +\frac{z_3}{z_1} \quad (17.8)$$

(15.8) tenglamadan i_{13} musbat ekanligini anglash qiyin emas. Shunday qilib, qatorli uzatma ushta g'ildirakdan iborat bo'lmay, balki to'rtta g'ildirakdan iborat bo'lsa, umumiy uzatish soni quyidagicha topiladi:

$$i_{14} = i_{12} \cdot i_{23} \cdot i_{34} = \left(-\frac{z_2}{z_1}\right) \cdot \left(-\frac{z_3}{z_2}\right) \cdot \left(-\frac{z_4}{z_3}\right) = -\frac{z_4}{z_1} \quad (17.9)$$

Agar qatorli uzatmadagi tishli g'ildiraklar soni n – ta bo'lsa, u holda, uzatish soni $n - 1$ bo'ladi; birinchi g'ildirak bilan n g'ildirak orasidagi uzatish sonini quyidagicha topish mumkin:

$$i_{1-n} = i_{12} \cdot i_{23} \dots i_{(n-1)n} (-1)^{n-1} = \frac{z_n}{z_1} (-1)^{n-1} \quad (17.10)$$



17.5 shakl.

Tishli g'ildirakli uzatmalar qatorli bo'lmay, pog'onali bo'lishi ham mumkin (17.5 - rasm). U holda z_1 g'ildirak bilan z_4 g'ildirak orasidagi uzatish soni quyidagicha topiladi:

$$i_{12} = -\frac{z_2}{z_1}$$

$$i_{34} = -\frac{z_4}{z_3}$$

Ikala tenglamani bir – biriga ko'paytirsak, quyidagi tenglamaga ega bulamiz:

$$f_{14} = i_{12} \cdot i_{34} = + \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3} \quad (17.11)$$

15.5 – rasmdan ma'lum bo'lishicha, aylanma harakat I valdan z_1, z_2, z_3 va z_4 g'ildiraklar orqali II va III vallarga uzatiladi. Bu yerda z_1, z_2 va z_3, z_4 g'ildiraklar ishtirok etadi. Agar juft g'ildiraklar soni $n + 1$ bo'lib, k ta g'ildirak uchun umumiy uzatish soni quyidagicha tenglama bilan aniqlanadi:

$$i_{1(n+1)} = i_{12} \cdot i_{34} \cdot i_{56} \dots i_{(k-1)k} \cdot (-1)^n \quad (17.12)$$

$$\text{yoki } i_{1(n+1)} = \frac{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6 \dots z_k}{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5 \dots z_{k-1}} \cdot (-1)^n$$

Agar tishli g'ildiraklar konussimon bo'lsa, bunday mexanizm uchun ham umumiy uzatish soni (17.10) yoki (17.12) formulalardan topiladi.

Differensial va planetar mexanizmlar (episiklik mexanizmlar).

Planeta rva differensial mexanizmlar ham xilma – xil mexanizm, mashina va asboblarda turli vazifalarni bajarish – harakatlarni qushish yoki ayirish uchun ishlatiladi.

Oddiy g'ildirakli mexanizm tarkibidagi g'ildiraklarning o'qlari qo'zg'almas bo'lsa, episiklik mexanizm tarkibidagi g'ildiraklardan birining yoki bir nechtasining o'qi harakatda bo'ladi. 13.6 rasmda asosiy 4 ta zveno bo'lib, ushtasi z_1, z_2, z_3 g'ildiraklar, to'rtinshisi esa N sterjendir. Bunday mexanizmlar ham Shebishevning tuzilish formulasi asosida analiz qilinadi. 17.6 – rasmdagi mexanizmning ikki holi bo'ladi:

1. Planetar mexanizm – bunda z_1 g'ildirak (markaziy g'ildirak) qo'zg'almas ($n_1 = 0$) bo'lib, N sterjen' (bu sterjen' vodilo deb ataladi) minutiga n_H marta aylanadi. z_2, z_3 g'ildiraklar satellit deb ataladi, ular murakkab harakat qiladi. Bu g'ildiraklar vodilo bilan birga, O_1 o'q atrofida aylanadi va o'z o'qlari (O_2, O_3) atrofida nisbiy harakat qiladi. Bunda: qo'zg'aluvshi zvenolar soni $n = 3$;

V klass kinematik juftlar soni $R_5 = 3$;

IV klass kinematik juftlar soni $R_4 = 2$.

Shebishevning tuzilish formulasiga ko'ra, planetar mexanizmning qo'zg'aluvshanlik darajasi quyidagicha topiladi:

$$W = 3 \cdot n - 2h_5 - 1. P_4 = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 3 - 2 = 1.$$

Demak, planetar mexanizmning qo'zg'aluvshanlik darajasi $W = 1$ bo'ladi.

2. differensial mexanizm – bunda N vodilo O_1 atrofida minutiga n_N marta aylansa, z_1 markaziy g'ildirak O_1 atrofida (markaziy o'q atrofida) minutiga n_1 marta aylanadi. Satellit deb ataluvshi z_2, z_3 g'ildiraklar murakab harakat qiladi. Bunda:

qo'zg'aluvshan zvenolar soni $n = 4$;

V klass kinematik juftlar soni $R_5 = 4$; IV klass kinematik juftlar soni $R_4 = 2$.

Mexanizmning qo'zg'aluvshi darajasi quyidagicha bo'ladi:

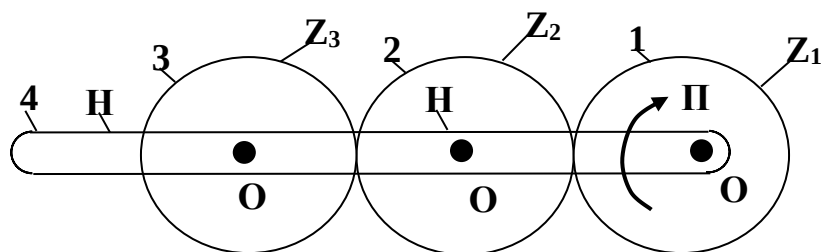
$$W = 3 \cdot n - 2 \cdot P_5 - P_4$$

$$W = 3 \cdot 4 - 2 \cdot 4 - 2 = 2$$

Demak, differensial mexanizmning qo'zg'aluvshanlik darajasi $W = 2$ bo'ladi.

Differensial mexanizmlar ochiq va yopiq bo'ladi. Bular vositasida satellitning revers harakatlarini olish mumkin. Ishki ilashishli differensial mexanizmlarda

mexanik foydali ish koeffisienti tashqisiga qaraganda katta bo'ladi.



17. 6 – shakl. Differensialva planetar mexanizm.
Ma'ruza uchun savollar.

1. G'ildirakli zvenolar vositasida harakat qanday uzatilishi mumkin ?
2. ikki g'ildirak orasidagi tt – chiziq qanday nomlanadi ?
3. qanday chiziqqa texnikoviy chiziq deb ataladi ?
4. g'ildirak tishlarining profillari qanday tekislikda ilashib turadi?
5. ikki orasidagi NN chiziq qanday tekislik bilan nomlanadi?
6. tishli g'ildiraklarning Tish oyog'ining balandligi qanday ifrda orqali aniqlanadi?
7. tishli g'ildiraklar orasidagi AV – shizig'i qanday nomlanadi ?
8. tishli g'ildiraklarning qoplanish koeffisienti qanday nomlanadi ?

18 - Mavzu: QUYI JUFTLI MEXANIZMLARNI LOYHALASH
ASOSLARI.

Reja:

1. Mexanizmlar loyhalashning asosiy masalalari.
2. Mexanizm kinematik sxemalarini sentizlash.
3. Oliy juftli mexanizmlar loyhalash asoslari.
4. Harakatni uzatish tug'risidagi umumiy masala.

Tayanch iboralar.

Vektorlar, krivoship, shatun, Roberts mexanizmi, ish organi, statik va dinamik, trigonometrik, sintez, sharnir, kinematik sxema, sentroida, qo'zgaluvshan polodiya, tezlik markazi, tishli mexanizmlar, traektoriya.

Mexanizmlar loyhalashning asosiy masalalari: Hozirgi zamon texnikasida Quyi juftli mexanizmlar juda ko'p ishlatiladi. Har xil mexanizmlar, asboblari va mashina qismlari (zvenolar), ko'pincha, bir-biri bilan sharnirlar yoki boshqa vositalar orqali boglangan bo'ladi. Kupshilik mexanizmlar quyi juftlar bilan boglangan zvenolar majmuidan iboratdir.

Quyi kinematik juftlarning afzalliklari shundaki, **Birinchidan**, ulardagi elementlar tekislik yoki sirtidan iborat bo'lib, bunday elementlarning yuzi birligiga to'g'ri kelgan solishtirma bosm boshqa kinematik juftlarnikiga qaraganda kichik bo'ladi, shu sababli bunday juftlar shidamli bo'ladi va uzoq muddat ishlaydi. **Ikkinchi tomondan**, quyi kinematik juftlar elementlarni ishlash texnologiyasi ham osondir. Quyi kinematik juftlarning elementlari tekislik, silindrik yuza va sirtidan iboratdir. Bunday yuzalar tayyorlash hozirgi mashinasozlik texnologiyasida yaxshi yo'lga qo'yilgan. **Uchunchidan**, quyi juftlarni qo'shimchavositasiz(prujira yoki boshqa vositasiz) kinematik berkitish juda qulay.

Quyi kinematik juftlardan tuzilgan mexanizmlarning kamchiliklari shundaki,

ular vositasida etaklanuvchi (ish bajaruvshi) zvenoning istalgan harakat qonunini olish hamma vaqt mumkin bulavermaydi. Bunday ishning bajarilishi mexanizmdagi zvenolir sonining ortib ketishiga sabab bo'ladi. Zvenolar sonining ortib borishi esa mexanizmlarning kinematik va dinamik sezgirligini oshiradi. Buning ma'nosi shundaki, mexanizm tarkibida zvenolar soni ko'paysa, ulardagi kinematik juft elementlarining ishqalanish oqibatida eyilishi, kinematik juft elementlarining ishqalanish oqibatida eyilishi, kinematik juft elementlarida o'zaro oraliq borligidan, harakat uzatilichidaa birmunsha xatoliklarga yo'l quyiladi, buning oqibatida etaklanuvchi zveno nuqtasining harakat qonuni biz istagan qonundan boshqasharoq bo'ladi. Buning orqasida kushlar ham o'zgarib, texnologik prosesning normal borishiga xalaqit beradi.

Quyi kinematik juftlardan tuziladigan mexanizmlar loyihalashning asosiy mohiyati Bilan tanishib o'tamiz. Malumki, har qanday mexanizm o'z tarkibiga kirgan etaklanuvchi zvenoning biror texnologik proses uchun zarur va oldindan belgilangan harakatini ta'minlash uchun xizmat qiladi. Etaklanuvchi zvenoning bu harakati juda ko'p faktorlarga bogliq bo'ladi. Bu faktorlar etaklovchi zvenoning harakat qonuni, mexanizm tarkibidagi zvenolarning uzunliklari, ilgarilanma harakat qiluvchi kinematik juft holatlarini belgilovchi chiziqli o'lshovlar kabi kinematik parametrlarni o'z ishiga oladi, binobarin, kinematik parametrlarga asoslanib, mexanizmning kinematik sxemasi tuziladi. Anna shu etaklanuvchi 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 aniqlash mumkin bo'lsa, masalaning asosiy qismini hal qilgan bo'lamiz, chunki qolgan masalalar shu mexanizm tarkibidagi zvenolarning harakatini sinab ko'rish, mustahkamligini ta'minlash vash u mexanizmning iqtisodiy jihatdan qanchalik foydali ekanligini yoki boshqa tomonlarini aniqlash Bilan bogliq bo'lib, ular boshqa fan tarmoqlari – matematika, materiallar qarshiligi, mashina detallari, tebranishlar nazariyasi, injenerlik ekonomikasi vash u kabilarning ishtiroki bilan hal qilinadi. Umuman, biror mashina yoki mexanizm yaratish, avvalo, shu mexanizm yoki mashinaning rasional kinematik sxemasini tuzishdan boshlanadi. Kolgan masalalarni mashinashunoslikning turli tarmoqlari hal qiladi.

Berilgan harakat qonunini ta'minlash etaklovchi zvenoning harakat qonuni berilgan holda etaklanuvchi zvenoning aniq yoki taqribiy harakat qonunini ta'minlay oladigan mexanizm kinematik sxemasining parametrlarini topish bilan bogliqdir. **Birinchi misol** tariqasidaquyida, P. L. Shebishevning turt zvenoli lambidasimon mexanizmini ko'rib chiqamiz (18-1 rasm).

Bu mexanizmning O_1A krivoship o'zining nol vaziyati (O_1A_0) dan boshlab, A nuqta shizgan yoydan aylansa, AV shatunning davomidagi E nuqta a, b, s taqribiy to'g'ri chiziq bo'ylab harakat qiladi. Bu hol esa mexanizm kinematik sxemasining parametrlari $O_1O_2 = 2 \cdot O_1A$; $AV=O_2V=VE=2,5 \cdot O_1A$ bo'lgandagina amalga oshadi.

Ikkinchi misol tariqasida Robertsning to'rt zvenoli taqribiy yo'naltiruvchi mexanizmini ko'rib chiqamiz (18-2- rasm).

Roberts mexanizmining E nuqtasi AB yoki CD zvenolar aylansa, rasmda ko'rsatilgan sxema parametrlari holatida to'g'ri chiziq bo'lab harakat qiladi. U yerda BCE shatun bazisli zveno bo'lib, murakkab harakat qiladi. Ammo uning E nuqtasigina ma'lum chegarada taqribiy to'g'ri chiziqli traektoriya shizadi; bu traektoriyalarni grafik yoki analitik usulda topish mumkin. Bunday mexanizmlar taqribiy yo'naltiruvchi mexanizmlar deb ataladi. Qaysi usulni mexanizm loyihalashga nisbatan qo'yilgan asosiy shartga bogliqdir. Agar talab qilingan harakat qonuni biz olgan harakat qonunidan qanchalik farq qilishini bilish kerak bo'lsa, masalani analitik usulda eshish kifoya etadi, sababi grafik usul bilan topilgan harakat qonuni bunday talabga to'la javob bera olmaydi. Ammo shunga qaramay, grafik usullarining afzalligi shuki, ular oddiy, tushunarli bo'lishi bilan birga, ko'zga yaqqol tashlanib turadi.

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

Mashinaning ish organlariturlisha harakatda bo'lishi, ya'ni to'g'ri chiziqli aylanma yoki murakkab harakatda bo'lishi mumkin. Agar ish organi to'g'ri chiziqli harakatda bo'lsa, uning harakat qonuni yurgan 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 boglangan bo'lib, ulardan birining boshlang'ich shartlaridan boshqalariniki aniqlanadi.

Agar ilgariylanma harakat o'rniga aylanma harakat bo'lsa, u holda harakat qonuni burchakning vaqt ichida o'zgarishi $\varphi = \varphi(t)$ va burchak tezligining $\dot{\varphi} = \dot{\varphi}(t)$ va burchak tezlanishining $\ddot{\varphi} = \ddot{\varphi}(t)$ ko'rinichida iborat bo'ladi.

Mashina ish organlarining (zvenolarning) harakat qonuni, odatda, uning loyihalash vaqtida berilgan bo'ladi vash u qonunni amalga oshiruvchi mexanizmning sxemasi va konstruksiyasi ishlab chiqiladi.

Ba'zan mashina ish organining harakat qonuni oldindan berilmaydi, balki tayyor sxema va uning uzunlik o'lshovlarini o'zgartirish yoki dinamik parametrlarni o'zgartirish orqali olinadi.

Umuman olganda, mashina mexanizmlaridagi ta'sir qiluvchi kushlar **s t a t i k** va **d i n a m i k** bo'lishi mumkin. Statik kushlarga turli texnologik qarshiliklar, elastik kushlar, og'irlik kushlari, ishqalanish kushlari va boshqalar kiradi. Bunday kushlar asosan mashina ish zvenosining harakat qonuni va mashina yoki mexanizm masalalarining joylashishiga bogliqdir.

Odatda, mashinaning ish organi ma'lum chegarada harakat qilib, shu chegarada uning tezligining o'zgarish qonuni (taxogrammasi) turlisha bo'lishi mumkin.

Mashina va mexanizmlarni loyihalashning nazariy asosi uning ish organining harakat qonuni ustalik bilan tanlay bilishiga bogliq. Harakat turlari xilma – xildir, ular mashina bajaradigan texnologik prosess xossasiga, mashina elemengtlaridagi ish prosessida hosil bo'ladigan kushlar qanday bo'lishiga bogliq. Agar mashina sekin harakatlansa, u holda uning tarkibidagi zvenolarning tezlanishi ham kichik bo'ladi, ya'ni tezlanishlarning ahamiyati bo'lmaydi. Bunday mashinalardagi ish zvenolarining harakat qonuni bevosita $S = S(t)$ qonunidan boshlanadi, ammo tezyurar mashinalar bo'lsa, ulardagi dinamik kushlar kattalashib ketmasligi uchun avvalo rasional

tezlanish grafigi tanlab olinadi va sunggra $a = a(t)$ ga qarab $v = v(t)$ va $S = S(t)$ lar aniqlanadi.

Mexanizm kinematik sxemalarini sintizlash.

Biz bu paragrfdada mexanizmlar kingematik sxemalarini sintezlash masalalari bilan tanishib o'tamiz. Mexanizmlar ichidaa eng kup tarqalganlari sharnirli mexanizmlar bo'lib, ulardan bazilarining kinematik sxemalarini sintezlash masalalarini ko'rib chiqamiz.

A. sh a r n i r l i 4 – z v e n o l i m e x a n i z m k i n e m a t i k s x e m a s i n i l o y h a l a s h. Bunday mexanizmlarni loyihalash dovrida asosan quyidagi ush guruhga bo'lamiz.

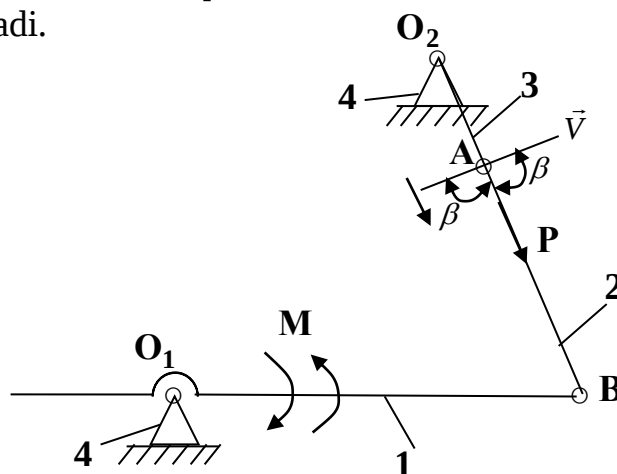
- 1) zvenolarning eng sheka siljishlariga qarab loyihalash;
- 2) chiquvshi va kiruvshi koordinatalarning berilgan boglanishiga qarab loyihalash;
- 3) shatundagi biror nuqtaning berilgan biror trayktoriya shizishiga qarab loyihalash.

Masalaga aniqlik kiritish maqsadida 18.1 rasmda ko'rsatilgan 4 zvenoli mexanizm quramiz.

Bunday mexanizmning normal ishlashi uchun bosim burchagi hamma vaqt $\beta < 90^\circ$ shartini bajarishi kerak. Agar oyoq pedali tomonidan qo'yilgan R kuch AV shatun bo'ylab yo'nalsa, u holda bosim burchagi $\beta < 90^\circ$ ga yaqinlashgan bo'ladi. Bunday holat etaklanuvchi zveno – krivoship (3) ikkita «o'lik» holatga ega bo'ladi, ya'ni soat strelkasi aylangan tomonga yoki unga teskari tomonga aylana olaishi mumkin. Shunday qilib $\beta = 90^\circ$ bo'lganda o'z – o'zidan tormozlanish holati paydo bo'ladi. Bundan qo'tilishning birdan – bir yo'li mexanizm inversiyasidir, ya'ni mexanizm zvenolari etarlik tezlikka ega bo'lsa, krivoship bu holatdan o'tib ketadi.

Umuman olganda, «o'lik» holatlarning bulmasligi uchun, mexanizm kinematik sxemasini shunday tuzish keraki, uning holatlari ichidaa bosim burchagi hamma vaqt $\beta < 90^\circ$ shartini qondirsin.

Bu aytilgan holatlar mexanizm kinematik sxemasining parametrlarini topish bilan bogliq. Shuning uchun ham sintez masalasining sonsiz – sanoqsiz eshimlari bulganligi sababli bunday masalalar matematik noaniq masalalar deb qaraladi. Sintez masalasi analitik va grafik usul bilan hal etilishi ham mumkin, ammo konstruktorlik praktikasiga asosan masalani grafik hal etilishi ma'quldir. Analitik hal etishda esa katta hisob ishlarini olib borish talab etiladi.



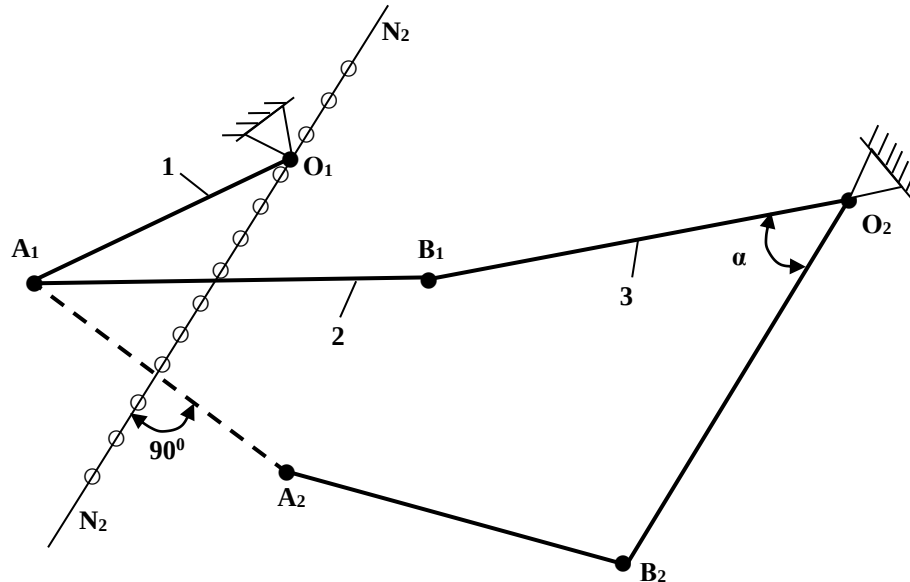
18.1 – rasm.

Biz quyida grafik usul orqali masalalarni hal etilishi borasida tuxtalib o'tamiz:

1). 4 zvenoli koromislosining berilgan ikki holatini ta'minlovshi kinematik sxemasini tuzish bilan tanishib chiqamiz. Koromislarning $O_2 V_1$ va $O_2 V_2$ holatlari berilgan (11.2 - rasm). Bunday mexanizmlar samolyotsozlikda uchraydi.

E sh i sh. Shatunga o'zimiz biror ikki $V_1 A_1$ va $V_2 A_2$ holatini beramiz. endi A_1 bilan A_2 holatni birlashtirib, ular o'rtasidan $N_2 N_2 \perp A_1 A_2$ ni o'tkazamiz va shu $N_2 N_2$ dan krivoship mexanizmini tanlaymiz (18.2 - rasm).

Demak biz hozir bajargan iShimiz orqali $O_1 A_1 V_1 O_2$ – 4 zvenoli mexanizm kinematik sxemasini hosil qildik. $N_2 N_2$ dan krivoship uchun sheksiz holatlarni berish ham mumkin.



18.2 – rasm.

2). Etaklovchi zveno to'la aylanganda koromislo berilgan α burchak oraligida tebranishi kerak bo'lgan to'rt zvenoli mexanizm kinematik sxemasini yaratish bilan tanishamiz. Bunday mexanizmlar gazlama to'quv avto-matlarida uchraydi. $O_2 V_1$ va $O_2 V_2$ – koromisli holatlari berilgan 18.3-rasm).

Yechish. Ixtiyoriy O_1 nuqtani krivoshipning aylanish markazi deb olamiz. Tanlangan O_1 nuqta bilan V_1 ni to'g'ri chiziq orqali birlashtiramiz. Natijada $O_1 A_1 B_1 O_2$ dan iborat 4 zvenoli mexanizm hosil qilamiz.

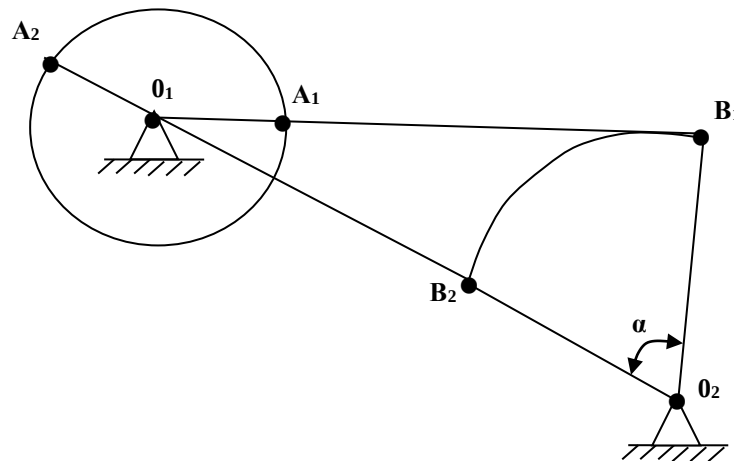
$O_1 A_1 B_1$ nuqtalarining bir to'g'ri chiziqda yotgan holati koromislarning eng sheka holati deb hisoblanadi, u holda

$$O_1 B_1 = A_1 B_1 + O_1 A_1 = A B_1 + O_1 A$$

$$O_1 B_2 = A_2 B_2 + O_1 A_2 = A B_2 + O_1 A \quad (18.1)$$

Bu ikki tenglamadan krivoship va shatunning uzunligini topish mumkin:

$$O_1 A = \frac{O_1 B_1 - O_1 B_2}{2} \text{ (mm)}; \quad A B_1 = A B_2 = A B = \frac{O_1 B_1 + O_1 B_2}{2} \text{ (mm)}$$



18.3 - rasm.

Oliy juftli mexanizmlar loyhalash asoslari, harakatni uzatish to'g'risidagi umumiy masala.

Hozirgi zamon texnikasida ishlatiladigan mexanizmlar tarkibida ikki xil kinematik juft – oliy va quyi juftlar uchraydi. Ko'pchilik mexanizmlar tarkibida faqat quyi juftlar bo'lib, ba'zi mexanizmlarda esa ikkala xil juftli mexanizmlar ushlab turishi mumkin.

Mexanizmlarni loyhalash, asosan ush bosqishda olib boriladi. Bulardan **b i r i n c h i s i** biz istagan harakat qonunini bera oladigan mexanizmning kinematik sxemasini tuzish, **i k k i n c h i s i** mexanizmning o'zoq muddat ishlashini, mustahkamligini va yuqori foydali ish koeffisientini ta'minlay oladigan konstruktiv formalar ishlab chiqarish va **u c h u n c h i s i** loyhalanuvshi mexanizmning texnologik va texnika – iqtisodiy ko'rsatkichlarini aniqlashdan iboratdir.

Mashina va mexanizmlar nazariyasida, biz talab qilgan, ya'ni ma'lum texnologik prosessda kerak bo'ladigan harakat qonunini bera oladigan mexanizmning kinematik sxemasini tuzish masalasi mexanizmlar loyihalashda asosiy masaladir. Demak, hozirgi zamon texnikasida mexanizmlar loyihalashning asosiy masalasi harakatni bir turdan boshqa turga aylantirishdan iborat bo'lib asosan, quyidagilarni o'z ishiga oladi:

- 1) bir o'q atrofida bo'ladigan aylanma harakatni boshqa o'q atrofida bo'ladigan harakatga aylantirish;
- 2) bir o'q atrofida bo'ladigan aylanma harakatni to'g'ri chiziqli harakatga aylantirish;
- 3) to'g'ri chiziqli harakatni aylanma harakatga aylantirish;
- 4) to'g'ri chiziqli harakatni boshqa bir to'g'ri chiziqli harakatga aylantirish;
- 5) mexanizmdagi nuqtalardan birini texnologik prosessda talab qilingan trayektoriyaga solib yuborish.

Yuqorida bayon qilinganlarni amalga oshirish uchun, bir – biriga harakat uzadigan ikki zvenoning harakat qonuni vaqtga nisbatan berilgan bo'lishi kerak. Mexanizmdagi biror nuqtaning texnologik prosesda talab etilgan trayektoriyaga tushirish uchun bu traektoriya analitik usulda (tenglama yordami bilan) yoki shu traektoriyada yotuvshi nuqtalar orqali, ya'ni grafik usulda berilishi kerak.

Ko'pincha berilgan harakatni amalga oshirish masalasi quyi juftlari bor mexanizmdan ko'ra, quyi va oliy juftlari bo'lgan mexanizmlar orqali yaxshiroq hal qilinadi. Buning sababi shuki, tekislikda quyi juftlar faqat ikkita juftdan – aylanma va ilgarilanma juftlardan iborat bo'ladi, oliy juftlarning esha turi juda ko'p bo'ladi.

Shu sababli hozirgi zamon texnikasida texnologik prosesslar uchun kerak bo'ladigan harakat turlarini aniq amalga oshirishda oliy va quyi juftlar bo'lgan mexanizmlardan foydalaniladi, faqat quyi juftlari bo'lgan mexanizmlar vositasida harakatning talab qilingan turi taqribiygina hosil qilinadi.

Binobarin, harakatning texnologik prosessidagi ahamiyatiga qarab mexanizm tanlash konstruktorning ixtiyorida bo'ladi.

Quyi juftlarning elementlari tekislik, silindrik sirtlar va sferik sirtlar bo'liadi.

Oliy juftlarning elementlari nisbiy harakatdagi sentroidalar yoki o'zaro egiluvshan egri chiziqlar bo'ladi. Agar oliy juft elementlari sentroida bo'lsa, bunday elementlar bir – biriga nisbatansirganmasdan yumalaydi, agar oliy juft elementlari o'zaro egiluvshan egri chiziqlar bo'lsa, bunday elementlar bir – biriga nisbatan sirganib yumalaydi. Shu sababli loyihalanadigan mexanizmlar tarkibida oliy juftlar bo'lsa, ularning elementlarini loyihalash nisbiy harakatdagi sentroidani yoki o'zaro egiluvshan egri chiziqlarni loyihalashdan iborat bo'ladi. Shunday qilib, tarkibidagi oliy juft elementlari – sentroidalar bo'lgan mexanizmlar **sentroidali mexanizmlar** deb ataladi. Tarkibida oliy juft elementlari o'zaro egiluvshan egri chiziqlar bo'lgan mexanizmlar **kulachokli mexanizmlar** yoki **tishli mexanizmlar** deb ataladi.

Oniy aylanish markazi **oniy tezlik markazi** deb ham ataladi. Tekis rasmning harakati vaqtida oniy tezliklar markazi qo'zgaluvshan va qo'zgalmas tekisliklarda uzluksiz harakat qilishi mumkin. Oniy markazlarning qo'zgalmas tekislikdagigeometrik o'rni (trayiktoriyasi) **qo'zgalmas sentroida** yoki **qo'zgalmas polodiya** deb, qo'zgaluvshan tekislikdagi trayiktoriyasi esa **qo'zgaluvshan sentroida** yoki **qo'zgaluvshan polodiya** deb ataladi. Misol tariqasida, rel'sda ketayotgan vagon gildiraklarin olamiz. Agar vagon gildiragi rel's ustida sirganmasdan yumalasa, aylanayotgan gildirak uchun qo'zgalmas sentroida rel'sning o'zi bo'lib, qo'zgaluvshan sentroida vagon gildragining aylanasi hisoblanadi.

Agar oniy markazlar fazoda sirt hasil qilsa, ular **aksoida** deb ataladi. Sentroidaga o'xshash, aksoida ham quzgaluvshan va qo'zgalmas bo'ladi. (Bu hol uchun oniy markaz bo'lmay, balki oniy o'q bo'ladi, shu oniy o'q silindrik yoki konus sirtlar hosil qilishi mumkin.)

Ma'ruza uchun savollar.

1. Qanday mexanizmlar tishli mexanizmlar deb ataladi.
2. Quzgaluvshan sentroida deganda nimani tuchunasiz.
3. Quzgaluvshan polodiya deganida qanday mexanizmni tuchunasiz.
4. Quzgaluvshan sentorida bilan quzgalmas sentroidani farqini aytib bering.

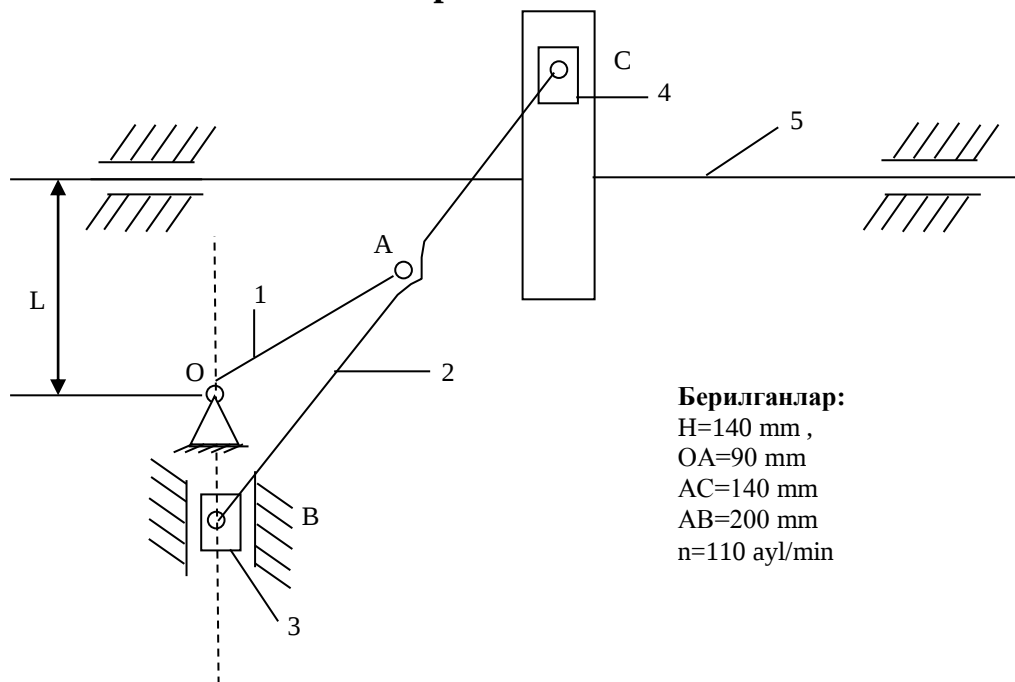
AMALIY MASHGULOT

TOPSHIRIQ VA

MISOLLARI

1. Mexanizmlar tuzilishini tahlil qilish

Krivoship karamisloli mexanizmni analizi.



Берилганлар:

$H=140$ mm ,

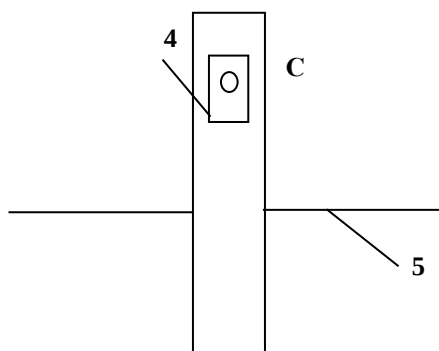
$OA=90$ mm

$AC=140$ mm

$AB=200$ mm

$n=110$ ayl/min

quyidagi krivoship karomislash mexanizmi berilgan bo'lib avval uni ishlashini tekshirish maqsadida Asur guruhiga ajraytib, tartibi, klass va ko'rinishlarini hamda tuzilishi bilan qo'zg'aluvchanlik darajasini topaman. Buning uchun berilgan mexanizmning oxirgi zvenosidan boshlab Assur guruhiga ajrataman.



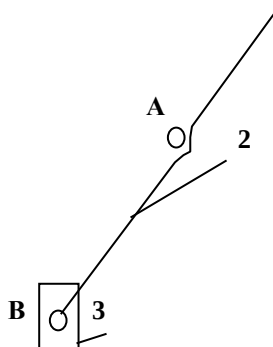
II-ko'rinish

II-tartib

II-sinf

II-(4,5)

$$W=3n-2P_5-1P_4=3.2-2.3-0=0$$



II-ko'rinish

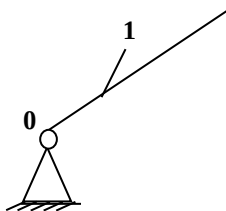
II-tartib

II-sinf

II-(3,2)

$$W=3n-2P_5-1P_4=3.2-2.3-0=0$$

Bu guruhning qo'zg'aluvchanlik darajasi 0 ga teng.



I-ko'rinish

I-tartib

I-sinf

I-(0,1)

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

Bu guruhning kuzgaluvchanlik darajasi 0 ga teng.

Bu guruhning kuzgaluvchanlik darajasi 1 ga teng. Endi umumiy tuzilish va qo'zg'aluvchanlik darajasini aniqlaymiz: tuzilish formulasi quyidagicha bo'ladi.

(0, 1) → (3, 2) → (4, 5)

Qo'zg'aluvchanlik darajasi esa,

$$W = 3n - 2R_5 - 1R_4 = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 = 1$$

Shunga asosan mexanizmni qo'zg'aluvchanlik darajasi

$W = 1$ ga tengligi aniqlandi.

1- masala:

a). Berilgan mexanizm uchun chizma masshtabni tanlang.

b). Mexanizmni o'lik holatlarini aniqlab shunga asosan mexanizmni 12 holatini quring.

Mexanizmning holatlar planini qurish.

Mexanizmning kinematik sxemasini chizish uchun avalambor chizma masshtab tanlab olamiz. Buning uchun kuydagi formuladan foydalanamiz $M_e = \frac{L_{OA}}{l_{OA}}; [m/mm]$

bu erda L_{OA} - berilgan ulcham

$$l_{OA} - \text{ixtiyoriy ulcham} \quad M_e = \frac{L_{OA}}{l_{OA}} = \frac{0,09}{45} = 0,002 [m/mm].$$

Aniqlangan chizma masshtabi foydalanib qolgan o'lchamlarni ham aniqlab olamiz.

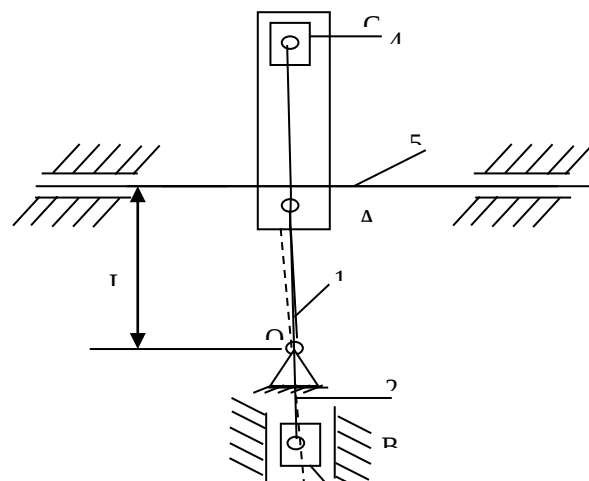
$$H = \frac{L_h}{M_l} = \frac{140}{2} = 70 [mm] \quad OA = \frac{L_{OA}}{M_l} = \frac{90}{2} = 45 [mm]$$

$$AV = \frac{L_{AB}}{M_l} = \frac{200}{2} = 100 [mm] \quad AS = \frac{L_{AC}}{M_l} = \frac{140}{2} = 70 [mm]$$

Agar n – yani mexanizmning aylanishlar soni berilgan bo'lsa u holda mexanizmning burchag tezligi ω - ni aniqlaymiz:

$$\omega = \frac{\pi n}{30^0} = \frac{3,14 \cdot 110}{30} = 11,45 [p/c]$$

Aniqlangan masshtab asosida mexanizmning topilgan zveno ulchamlariga rioya qilgan holda mexanizmning o'lik holatini quramiz (2- rasmda).



Berilganlar:

$H=140 \text{ mm}$,

$OA=90 \text{ mm}$

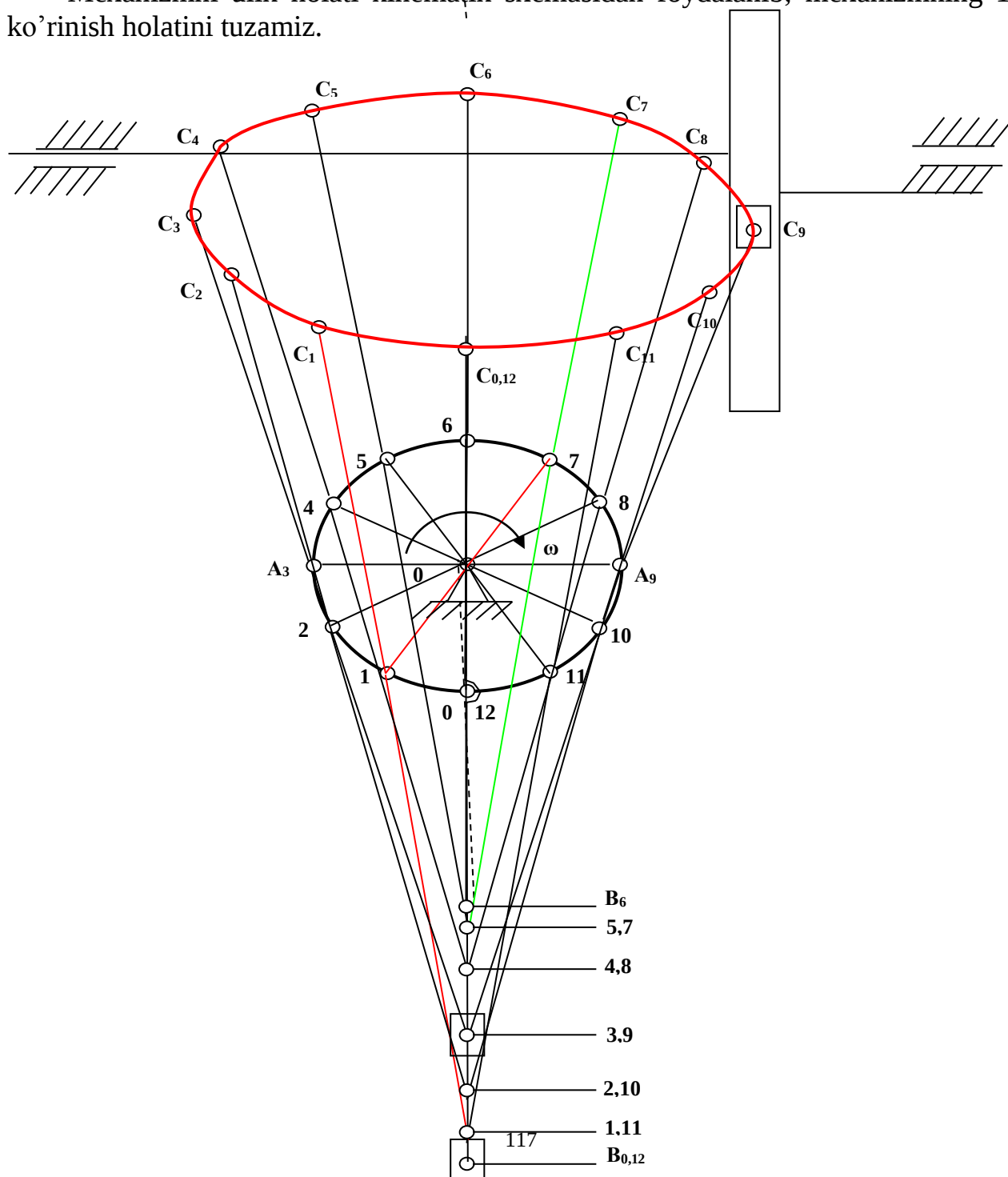
$AC=140 \text{ mm}$

$AB=200 \text{ mm}$

$n=110 \text{ avl/min}$

2 – rasm.

Mexanizmni ulik holati kinematik sxemasidan foydalanib, mexanizmning 12-ko'rinish holatini tuzamiz.



2 - rasm mexanizmni 12 holat ko'rinishi.

Buning uchun mexanizmning 12-xolatini chizish koidasiga asosan, mexanizmning o'lik xolatini, ya'ni markazdan eng uzoqda joylashgan nuqtasini aniqlab olish lozim bo'ladi bu ish amalga oshirilganligidan foydalanib, mexanizmning ω - burchak tezlik yo'nalishi bo'yicha holatlar raqamilarini belgilab chiqiladi.

3. masala:

- mexanizmning ishlash tartibini urganing va tezlik masshtabini tanlang.
- mexanizmning tezliklar rejalarini quring va ularni qiymatlarini toping.

Mexanizmlar kinematikasini tezlik planlari yordamida tahlil qilish

Mexanizmning istalgan holatini ajiraytib shu holat uchun tezlik rejalarini quramiz va ularni son qiymatlarini ham aniqlaymiz.

Mexanizmni tezlik rejalarini (planlari) tuzish quyidagi ketma – ketlik asosida amalga oshiriladi quriladi.

1. A-nuktaning tezligini quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz.

$$1. \quad v_A = \omega_1 \cdot l_{OA} = 11,513 \cdot 0,045 = 0,52 \text{ m/s.}$$

2. Aniklangan A - no'qtaning tezligidan foydalanib, tezlik rejasi (plani) uchun masshtab tanlaymiz:

$$2) \quad K_v = \frac{v_A}{P_A} = \frac{0,52}{36} = 0,0144 \frac{\text{m/c}}{\text{mm}}.$$

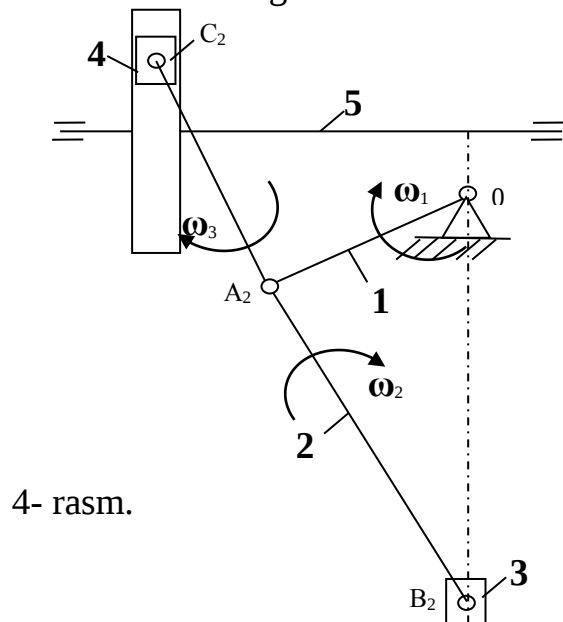
3. mexanizmni tezlik rezasini qurish uchun ixtiyoriy bir no'qtada (r) polus belgilab olamiz

4. belgilab olingan polus nuo'qtamizdan tezlik rejasini qurish usuli buyicha burchak tezligi – ω harakatlanayotgan tomonga qarata ixtiyoriy ulchamda (ulcham $30 \div 70$ gacha vatmanga chizmani joylashtirishga qarab talaba tomonidan tanlanadi) olinadi.

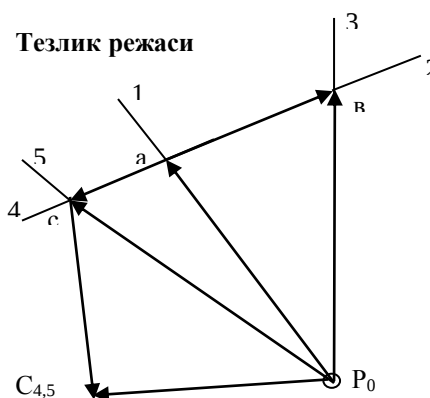
5. mexanizmning qolgan zveno tezliklarini a nuqta uchidan perpendikulyar utkazish yo'li orqali aniqlanadi

6. mexanizmning aniqlangan tezlik rejasidan foydalangan holatda mexanizm zvenolarining barchasida sodir bo'ladigan burchak tezligi – ω ning yo'nalishlari aniqlanadi.

Mexanizmning ajratilgan 2-holati va unga asosan qurilgan tezlik rejasi quyida 1- rasmda keltirilgan.



4- rasm.



7. Mexanizi 2 – holati uchun qurilgan tezlik rejasidan foydalangan holatda qolgan barcha no'qtalarning absolyut va nisbiy qiymatlarini aniklaymiz. Bizga berilgan topshirikda O - no'qta qo'zgalmas o'qda joylashganligi uchun O – no'qtaning barcha qiymatlari 0 - ga teng bo'ladi. Shu sababli biz V - nuqtaning absolyut va nisbiy qiymatlarini aniqlaymiz. V nuqtaning vektorli tenglamasi quyida keltirilgan (3-tenglama).

$$3) \begin{cases} \vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{AB} \\ \vec{v}_B = // yy \end{cases}$$

8. B nuqtaning tuzilgan vektorli tenglamasi yordamida V nuqtaning absolyut va nisbiy tezliklarini aniqlaymiz (4-ifoda)

$$v_v = P_B \cdot K_v [m/s]$$

$$4) v_{AV} = ab \cdot K_v [m/s]$$

$$v_{VS} = sb \cdot K_v [m/s]$$

9. C nuqta A va B nuqtalar bilan bir qatorda bo'lganligi sababli C nuqtaning qiymatini aniqlash maqsadida geometrik proporsiya tuzamiz (5-ifoda).

$$5. \frac{AB}{ab} \times \frac{BC}{bc}$$

$$bc = \frac{ab \cdot BC}{AB} [mm]$$

10. Mexanizm zvenolaridagi burchak tezliklarini aniklaymiz (6 - ifoda).

$$6. \omega_2 = \frac{v_{AB}}{LAB} [p/c]$$

$$\omega_3 = \frac{v_{BC}}{LBC} [p/c].$$

Mexanizmlar kinematikasi tezlanishlar plani yordamida tahlil qilish

a) mexanizm tezlanish masshtabini tanlang.

b) mexanizmning tezlanish rejalarini quring va son qiymatlarini aniqlang.

v) mexanizm tarkibidagi barcha nuqtalarning burchak tezlanishlarini aniqlang va ularning mexanizmida harakat yo'nalishini ko'rsating.

g) tezlanish rejasidan foydalangan holatda absolyut va nisbiy tezlanishlar qiymatlarini aniqlang.

1. A-nuqtaning tezlanishini quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz.

$$\alpha_A = \frac{(\bar{g}_A)^2}{l_{OA}} [m/c^2]$$

2. B va C - nuqtalarning tezlanishini aniqlash uchun vektorli tenglama tuzamiz:

$$\begin{cases} \alpha_B = \alpha_a + \alpha_{ab}^n + \alpha_{ab}^r \\ \alpha_B = // yy \end{cases} \begin{cases} \alpha_{c4,5} = \alpha_{c2,4} // yy \\ \alpha_{c4,5} = \alpha_{c2,4} // XX \end{cases}$$

3. Tuzilgan vektorli tenglamalardan foydalanib normal vektor qiymatlarini aniqlaymiz:

$$\alpha_{ab}^n = \frac{(\bar{g}_{ab})^2}{l_{ab}} [m/cek^2]$$

$$\alpha_{bc}^n = \frac{(\bar{g}_{bc})^2}{l_{bc}} \quad [M / c e \kappa^2]$$

4. aniqlangan qiymatlardan foydalangan holatda mexanizm zvenolarida sodir bo'ladigan tezlanish rejasini (tezlik plani) quramiz. Buning uchun chizma tekisligida biror tezlanish qutbi π ni belgilab olamiz. Shu nuqtadan, tenglama-lar sistemasiga kura, birinchi tenglamaning vektor chizma ifodasini sungra qolgan ifodalarni ketma ket chizib olamiz. Bunda chizma qo'lami hisobga olingan holda tezlanish masshtabi tanlanadi va son qiymatlari aniqlangan tezlanishlarning chizma uzunliklari belgilanadi.

5. Normal vektorlarni haqiqiy o'lchamini aniqlash uchun tezlanish masshtabi quyidagicha aniqlanadi.

$$K_a = \frac{\alpha_A}{\pi a} \quad \left[\frac{M / c e \kappa^2}{M M} \right]$$

Bu erda aA – Aniqlangan A – nuqtaning tezlanishi πA – Ixtiyoriy kesma

6. $S_{2,4}$ - nuqtaning qiymatini aniqlash uchun geometrik proporcya tenglamasini to'zib qiymatlarni aniqlaymiz

$$\frac{AB}{a\theta} \times \frac{BC}{\theta c} = \frac{a\theta \cdot BC}{AB} = \frac{44 \cdot 170}{100} = 74,8 [MM]$$

$\pi A \approx (40 \div 70)$ oraligida olinadi.

7. Quyidagi masshtabdan foydalanib tezlanish planlarining haqiqiy ulchamlari aniqlanadi.

$$n_{ab} = \frac{\alpha_{ab}^n}{K_a} \quad [MM] \quad n_{cb} = \frac{\alpha_{cb}^n}{K_a} \quad [MM]$$

8. Mexanizm zvenolarining normal vektorlarini haqiqiy ulchamlari ma'lum bo'lgach urunma vektor o'lchamlarini son qiy-matlarini aniqlaymiz, ularning anqlash ifodasi quyida keltirilgan.

$$a_{ab}^r = \tau_{ab} \cdot K_a [m/s^2]$$

$$a_{si}^r = \tau_{si} \cdot K_a [m/s^2]$$

9. Mexanizm zvenolarining har birida burchak tezligi-dan tashqari bo'rchak tezlanishlari ham mavjud bo'lib ularning kattaliklarining qiymatlarni aniqlash uchun quyidagi ifodadan foydalanamiz.

$$\varepsilon_1 = \frac{a_{ab}^r}{l_{ab}} = \frac{7,744}{0,1} = 77,44 [p / c^2]$$

$$\varepsilon_2 = \frac{a_{cb}^r}{l_{cb}} = \frac{13,376}{0,17} = 78,68 [p / c^2]$$

10. Tezlanish rejasini qurish tartibi quyidagicha.

a) tezlanish qutbi nuqtasi π dan A nuqta tezlanish vektorini ifodalovchi (πa) chiziladi;

v) a nuqtadan normal tezlanish vektori $\vec{a}_{BA}^n$ ni ifodalovchi ($a n_2$) kesma belgilanadi;

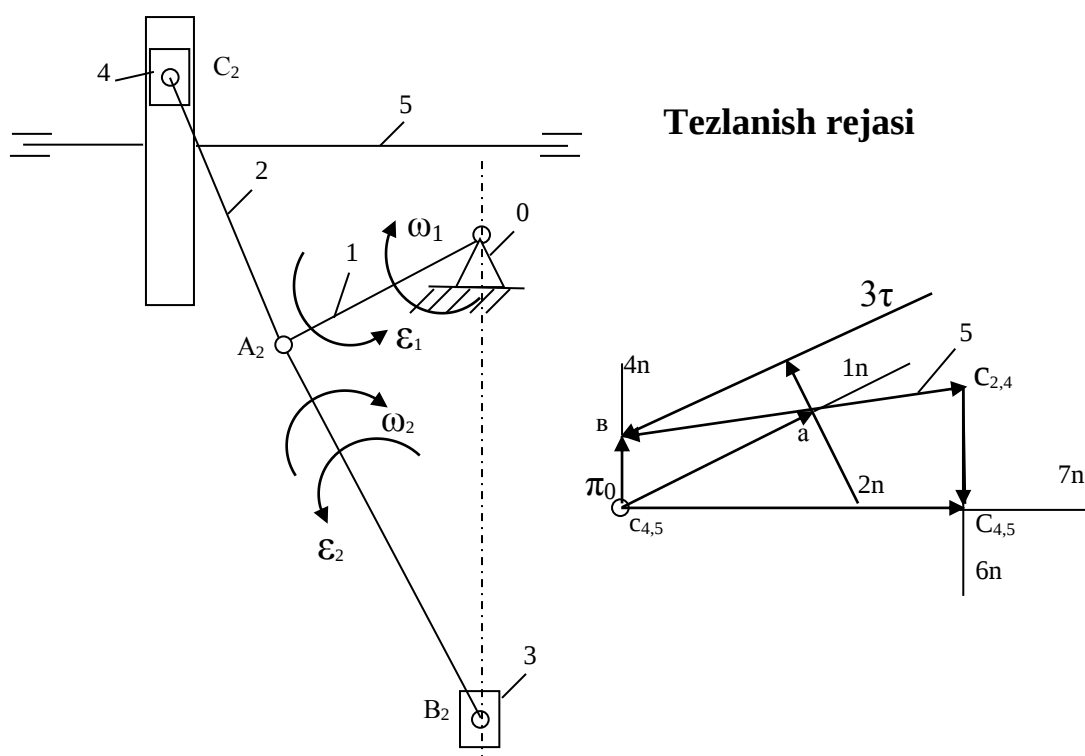
s) n_2 nuqtadan $\vec{a}_{BA}^r$ urunma (tangencial) tezlanish vektorining joylashuv chizigi t – t AV zvenoga tik rovishda utkaziladi;

d) V_2 U uqi bo'ylab harakatlanayotganligi sababli πV ga paralel kesma utkazamiz utkazagn kesma AV urinma chizigi bilan kesishgan joyida v nuqtani tezlanishi topiladi;

e) S_2 nuqta praporciya orqali aniqlanib S_4 tezlanish vektori $\vec{a}_{BC}^n$ belgilovchi kesma utkaziladi;

k) n_2 nuqtadan $\vec{a}_{CB}^t$ urunma (tangencial) tezlanish vektorining joylashuv chizigi t – t SV zvenoga tik rovishda utkaziladi;

z) π qo'tbidan U o'qi bo'ylab normal kesim utkazamiz, bular o'zaro bir – biri bilan tutashgan joyida S_4 nuqta tezlanishi topiladi.



5 – rasm.

Mexanizm kinematikasini diagrammalar usuli bilan tekshiring.

a) Yo'l grafigi, oraliq masshtabiini qurib shunga asosan yo'l, tezlik va tezlanish diagrammalarini quring.

b) qurilgan tezlik va tezlanishlar diagrammalari uchun ordinate masshtablarini aniqlang.

v) qurilgan tezlik va tezlanishlar diagrammalari uchun ordinata masshtablarini aniqlash.

Mexanizm harakat davri deb shunday vaqt oraligiga aytiladiki, bunda zvenolarning holati, tezligi va tezlanishi dastlabki holatidagi qiymatlarini takrorlaydi. Bir davr maboynida krivoship o'z o'qi atrofida to'la aylanib o'tadi.

Krivoshipnig bir marta to'la aylanish vaqti quyidagicha hisoblab topiladi:

$$T = \frac{60}{n} \text{ cek yoki } T = \frac{2\pi}{w} \left[\frac{pad}{cek} \right]$$

Bu erda n – krivoshipning aylanishlar soni (ob/min)

ω – krivoshipning burchak tezligi (rad/sek)

1. Mexanizmning diogrammalarini chizish uchun mexanizmning 12 holat ko'rinishi chizish lozim buning uchun quyidagi ifoda orqali uzunlik masshtabi tanlab olingan ulcham asosida 12 holat chiziladi.

$$\mu_l = \frac{L_{OA}}{l_{OA}} \left(\frac{m}{mm} \right)$$

Bu erda L_{OA} – krivoshipning haqiqi ulchami

l_{OA} – chizma uchun tanlangan ixtiyoriy ulcham.

Zvenoning vaqt buyicha siljishi $S_v = S_v(t)$ grafigi quyidagi tartibda chiziladi.

A) T vaqt uchun ixtiyoriy kesma uzunligi $T = \overline{OM}$ ni tanlab, vaqt masshtabi - μ_t quyidagicha hisoblab topiladi.

$$\mu_t = \frac{T}{\overline{OM}} \text{сек} / \text{мм}$$

B) Mexanizm nuqtasi grafikning tezlik masshtabi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$\mu_v = \frac{\mu_s}{H_1 \cdot \mu_t}; \quad \frac{m / \text{сек}}{mm}$$

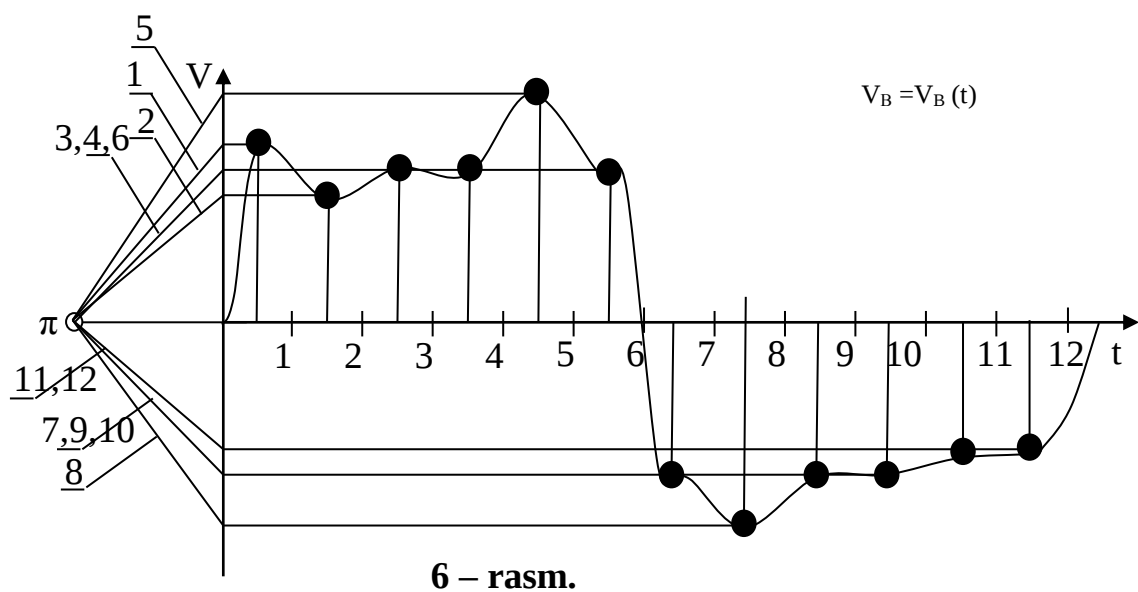
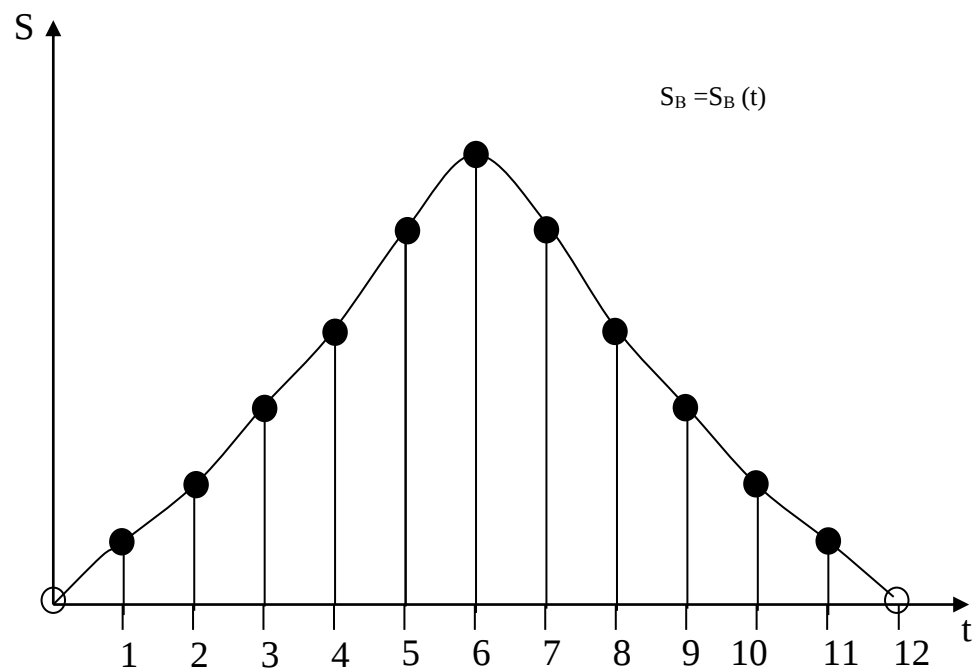
Bu erda N_1 – tezlik grafigining qutbiy oraligi.

endiki bosqichda tezlik grafigini yana bir bor differensiallash yo'li orqali tezlanish masshtabini aniqlaymiz, tezlanish grafigining masshtabini quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz.

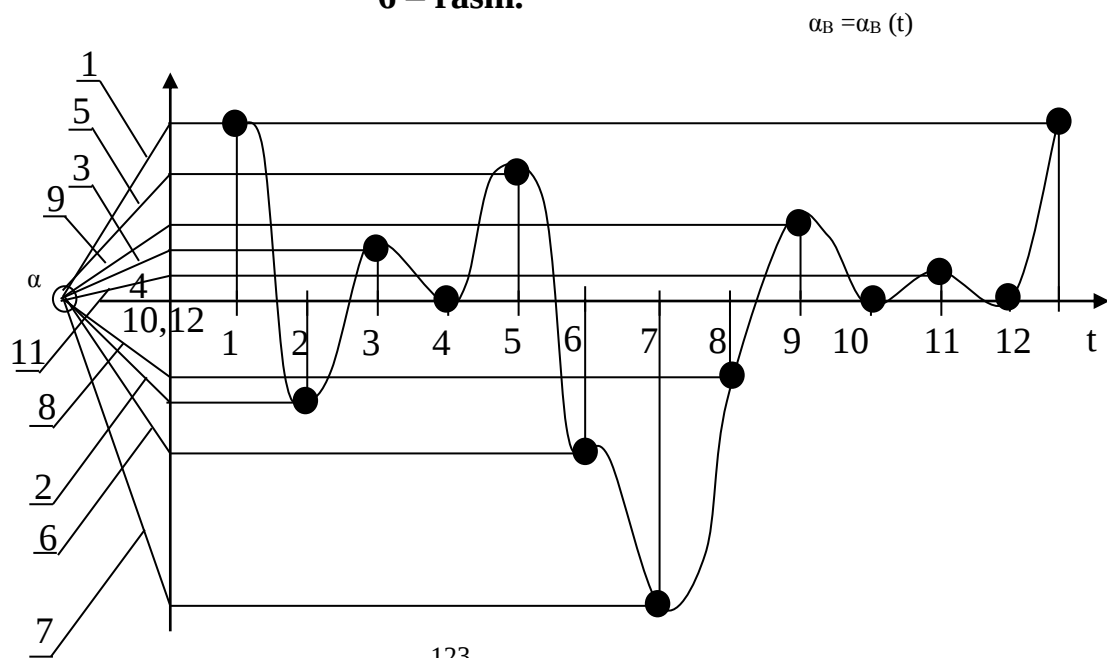
$$\mu_a = \frac{\mu_v}{H_2 \cdot \mu_t}; \quad \frac{m / \text{сек}^2}{mm}$$

Bu erda N_2 – tezlanish grafigining qutbiy oraligi.

Mexanizmning qurilgan 12 holat qurinishdan foydalanib (B) nuqta uchun quyidagicha diagramalar quramiz.



6 – rasm.



Tishli uzatmalarning kinematikasi.

Tashqi ilashmali evol'venta profilli gildirak tishlarining aniqlangan parametrlariga asosan qurish.

Tashqi ilashmali evolventa profili gildirak profili quyidagi ketma ketlikda bajariladi.

1). Chizmaning uzunlik masshtabi - μ_l ni tanlaymiz bunda tishning chizmadagi balandligi $h > 50$ mm dan katta bo'lishi kerak.

$$\mu_l = \frac{h}{\bar{h}} = \frac{0,027}{54} = 0,0005 \left[\frac{M}{MM} \right].$$

Bu masshtab 2:1 ga to'g'ri keladi, shu sababi chizmaning barcha o'lchamlari ikki baravariga kattalashtiriladi.

2). Tishli ilashmali gildiraklar o'qlari orasidagi masofani quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz:

$$a_w = \frac{z_1 \cdot m}{2} + \frac{z_2 \cdot m}{2} = \frac{D_1 + D_2}{2} = r_1 + r_2 = 72 + 108 = 180 [MM].$$

3). Aniqlangan o'qlar oraligi masofasini masshtab orqali bo'lib haqiqiy chizma ulchamini aniqlaymiz:

$$\bar{a}_w = \frac{a_w}{\mu_l} = \frac{0,18}{0,0005} = 360 [MM]$$

4). O_1 va O_2 markazlar to'g'ri chiziq bilan tutashtiriladi, bu markazlardan

$$\bar{r}_1 = \frac{r_1}{\mu_l} = \frac{0,072}{0,0005} = 144 [MM]$$

$$\bar{r}_2 = \frac{r_2}{\mu_l} = \frac{0,108}{0,0005} = 216 [MM]$$

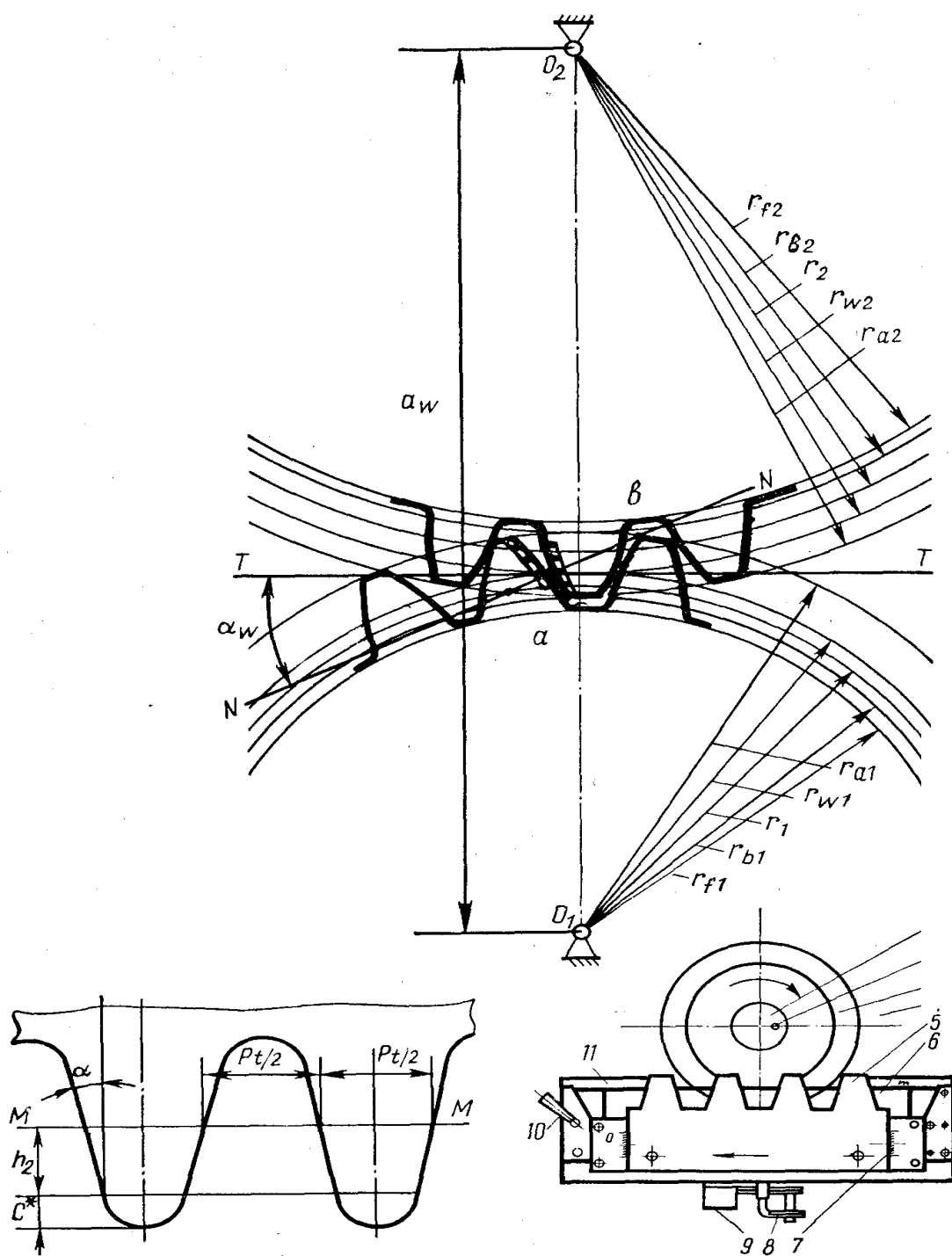
Ulchamga ega bo'lgan radiuslar bilan bo'lish aylanalari chiziladi.

5). Ikki aylananing

$$\bar{r}_{B1} = \frac{r_{B1}}{\mu_l} = \frac{0,6768}{0,0005} = 135,36 [MM]$$

$$\bar{r}_{B2} = \frac{r_{B2}}{\mu_l} = \frac{0,10304}{0,0005} = 206,08 [MM]$$

radiuslar bilan asosiy aylanalar chiziladi.



6) Qutub no'qtasi R dan $\tau - \tau$ urinmaga $\alpha - 20^\circ$ burchak ostida asosiy aylanalar umumiy bo'lgan urunma chizigi N – N o'tkaziladi. Bu urinma chiziq asosiy aylanalar r_{v1} va r_{v2} da urinish nuqtalari A va B ni beradi. Bunda $\overline{AB}$ kesma nazariy ilashish chizigi hisoblanadi.

7) Gildirakning O_1 va O_2 markazlaridan quyidagi radius bilan gildirak tishlarining chiqqilari chiziladi.

$$\bar{r}_{a1} = \frac{r_{a1}}{\mu_1} \frac{0,084}{0,0005} = 168 [\text{m.m}]$$

$$\bar{r}_{a2} = \frac{r_{a2}}{\mu_1} \frac{0,120}{0,0005} = 240 [\text{m.m}]$$

8) Gildirakning O_1 va O_2 markazlaridan Yana bir radius yani gildirak tishlarini botiqlar aylanalari chiziladi.

$$\bar{r}_{f2} = \frac{r_{f2}}{\mu_1} = \frac{0,093}{0,0005} = 186 \text{ [mm]}$$

Mexanizm zvenolarining inerciya kuchlarini aniqlang.

A). Zvenolarning massalarini aniqlash ifodasini keltiring.

B). Zvenolarning og'irlik kuchlarini qiymatlarini aniqlang.

Mexanizm zvenolarining inerciya kuchlarini quyidagi ketma – ketlikda aniqlanadi.

1. Agar richagli zvenolarning massalari berilmagan bo'lsa u holda zvenolarning massalari qiymati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$m = q \cdot l \text{ [kg]},$$

2. bu erda q – richagning uzunlik buyicha massasi (zveno uzunligining har 1 metri massasi qiymatini 5 kg/m ga teng deb olish tavsiya etiladi);

l – zvenoning uzunligi, m;

3. Mexanizmning barcha zvenolari massalari berilganligi tufayli ularni hisoblash tavsiya etilmaydi shu sababli zvenolarning og'irlik kuchlari to'g'ridan – to'g'ri quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$G_1 = m_1 \cdot g = 0,7 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ n/kg} = 6,867 \text{ [n]}$$

$$G_2 = m_2 \cdot g = 1,2 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ n/kg} = 11,772 \text{ [n]}$$

$$G_3 = m_3 \cdot g = 0,8 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ n/kg} = 7,848 \text{ [n]}$$

$$G_4 = m_4 \cdot g = 0,7 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ n/kg} = 6,867 \text{ [n]}$$

$$G_5 = m_5 \cdot g = 1,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ n/kg} = 14,715 \text{ [n]}$$

4. Qolgan qiymatlarni aniqlash maqsadida K_a – tezlanishlar rejasini masshtab koefficientini tanlab olish lozim buni quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz.

$$K_a = \frac{a_{A1}}{\pi a_1} \left[\frac{M / \text{cek}^2}{MM} \right];$$

Bu yerda a_{A1} krivoshipdagi A_1 nuqtaning tezlanishi bo'lib buni quyidagicha aniqlaymiz:

$$a_{A1} = a_{A1O1}^n = \omega_1^2 \cdot O_1 A \left[\frac{M}{\text{cek}^2} \right]$$

$$\text{Bu erda } \omega_1 = \frac{\pi n}{30} \left[\frac{pad}{\text{cek}} \right] \text{ orqali aniqlanadi.}$$

πa_1 - ixtiyoriy son bo'lib chizmaning chiqishiga qarab tanlanadi.

$$\text{Olingan natijalarga kura } K_a = 0,176 \left[\frac{M / \text{cek}^2}{MM} \right];$$

ga teng bo'ladi.

5. Kuchlarning zveno markazlariga bo'lgan ta'siri kuchlarini quyidagicha aniqlaymiz.

$$a_{S_1} = \pi_{S_1} \cdot K_a = 18_{MM} \cdot 0,176 \frac{M/c^2}{MM} = 3,168 \left[\frac{M}{c^2} \right]$$

$$a_{S_2} = \pi_{S_2} \cdot K_a = 28_{MM} \cdot 0,176 \frac{M/c^2}{MM} = 5,928 \left[\frac{M}{c^2} \right]$$

$$a_{S_3} = \pi_{S_3} \cdot K_a = 18_{MM} \cdot 0,176 \frac{M/c^2}{MM} = 3,168 \left[\frac{M}{c^2} \right]$$

$$a_{S_4} = \pi_{S_4} \cdot K_a = 50_{MM} \cdot 0,176 \frac{M/c^2}{MM} = 8,8 \left[\frac{M}{c^2} \right]$$

$$a_{S_5} = \pi_{S_5} \cdot K_a = 50_{MM} \cdot 0,176 \frac{M/c^2}{MM} = 8,8 \left[\frac{M}{c^2} \right]$$

6. mexanizm zvenolaridagi inertsia kuchlarini qiymatlarini aniqlash talab etilgan bo'lib ularni quyidagi ifodalar orqali aniqlaymiz.

$$R_{u1} = m_1 \cdot a_{S_1} = 0,7 \text{ kg} \cdot 3,168 \text{ m/s}^2 = 2,21 \text{ [n]}$$

$$R_{u2} = m_2 \cdot a_{S_2} = 1,2 \text{ kg} \cdot 5,928 \text{ m/s}^2 = 7,114 \text{ [n]}$$

$$R_{u3} = m_3 \cdot a_{S_3} = 0,8 \text{ kg} \cdot 3,168 \text{ m/s}^2 = 2,534 \text{ [n]}$$

$$R_{u4} = m_4 \cdot a_{S_4} = 0,7 \text{ kg} \cdot 8,8 \text{ m/s}^2 = 6,16 \text{ [n]}$$

$$R_{u5} = m_5 \cdot a_{S_5} = 1,5 \text{ kg} \cdot 8,8 \text{ m/s}^2 = 13,2 \text{ [n]}$$

7. Mexanizm zvenolarida hosil bo'ladigan inerciya momentlari quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$\mu_{u2} = \varepsilon_2 \cdot J_{S2} ;$$

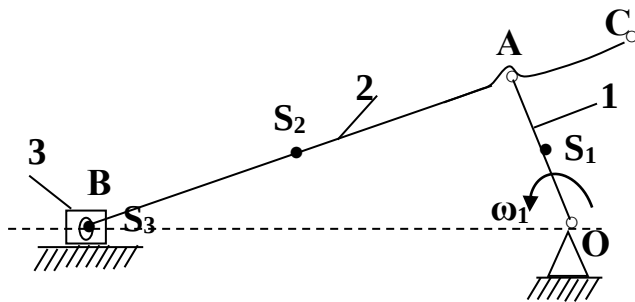
$$\text{bu erda } \varepsilon_2 = \varepsilon_2 = \frac{a_{ab}^r}{l_{ab}} \frac{7,744}{0,1} = 77,44 \left[\frac{pad}{cek^2} \right] \text{ ga teng bo'lib bu qiymat}$$

mexanizmning tezlanish rejasidan olinadi.

8. Aniqlangan qiymatga asosan inertsia momenti quyidagicha aniqlanadi.

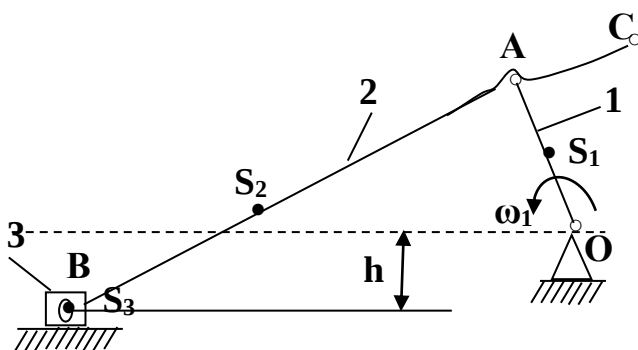
$$\mu_{u2} = \varepsilon_2 \cdot J_{S2} = 77,44 \cdot 0,07 = 5,42 \text{ [n m]}.$$

Talabalarga mo'ljallab beriladigan variantlar quyida keltirilgan bo'lib variantlar talabalarga rahbar tomonidan jurnal raqami yoki rahbar ixtiyori bilan belgilab beriladi.



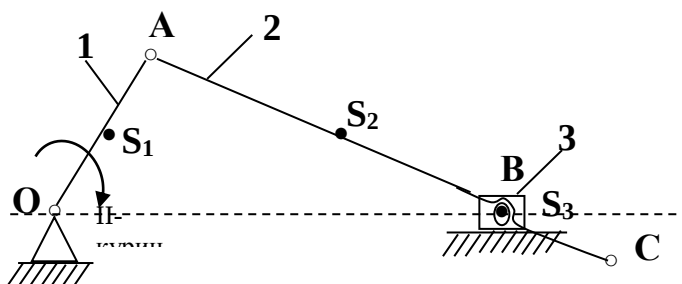
1- rasm

N _o	n ₁ ayl/min	L OA m	L AB m	L AC m	φ ₁ grad
1	150	0,05	0,2	0,07	30
2	100	0,06	0,25	0,06	35
3	130	0,07	0,3	0,055	40



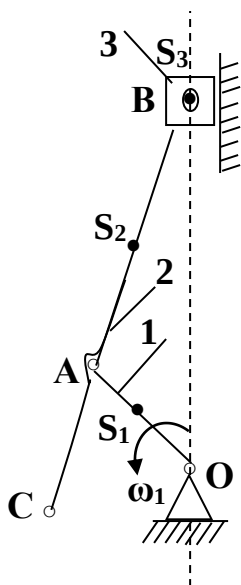
2- rasm

N _o	n ₁ ayl /min	L OA m	L AB m	L AC m	φ ₁ grad	h m
1	150	0,05	0,2	0,07	30	0,01
2	100	0,06	0,25	0,06	35	0,015
3	130	0,07	0,3	0,055	40	0,02



3 - rasm

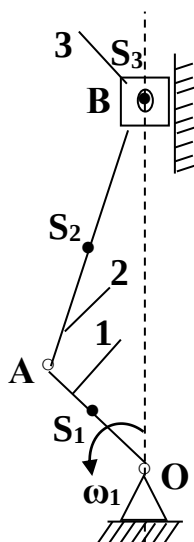
N _o	n ₁ ayl/min	L OA m	L AB m	L VC m	φ ₁ grad
1	130	0,05	0,23	0,03	30
2	120	0,06	0,26	0,04	35
3	100	0,07	0,28	0,025	40



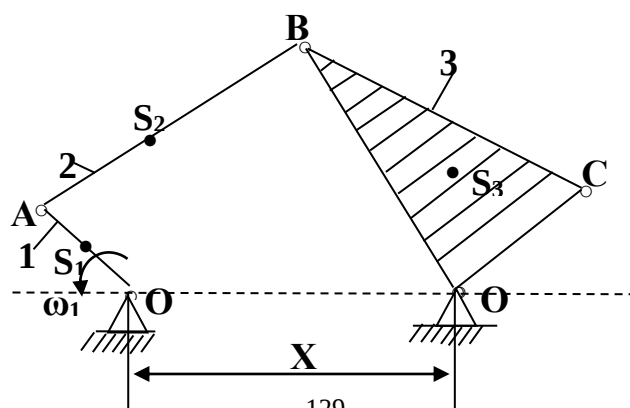
Nº	n_1 ayl/ min	L OA m	L AB m	L AC M	φ_1 grad
1	100	0,04	0,33	0,035	30
2	150	0,05	0,36	0,045	35
3	130	0,06	0,38	0,03	40

4 – rasm

Nº	n_1 ayl/ min	L OA m	L AB m	φ_1 grad
1	70	0,05	0,35	30
2	80	0,06	0,40	35
3	85	0,07	0,45	40

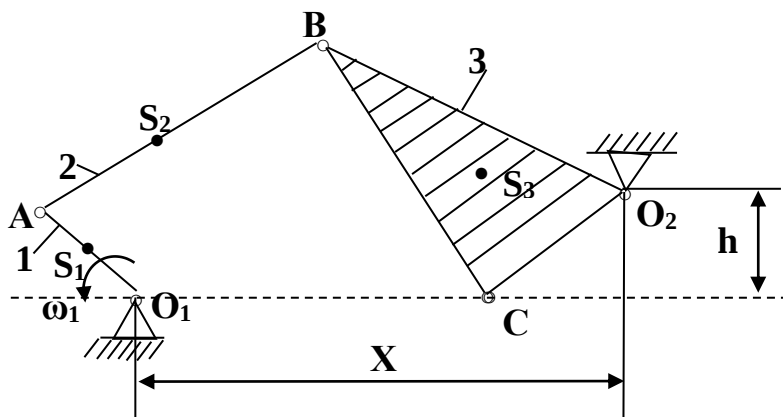


5 – rasm



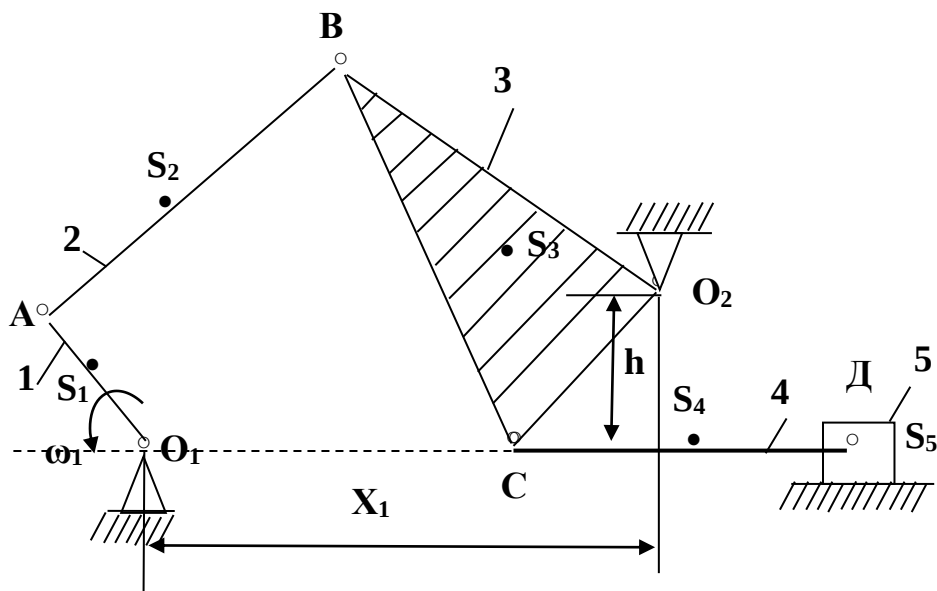
6 – rasm

№	n_1 ayl/ min	L OA m	L AB m	L BC m	L O ₂ S m	L VO ₂ m	L X m	φ_1 grad
1	120	0,04	0,35	0,25	0,15	0,25	0,07	30
2	110	0,05	0,45	0,30	0,20	0,30	0,08	35
3	120	0,06	0,35	0,25	0,15	0,25	0,09	40



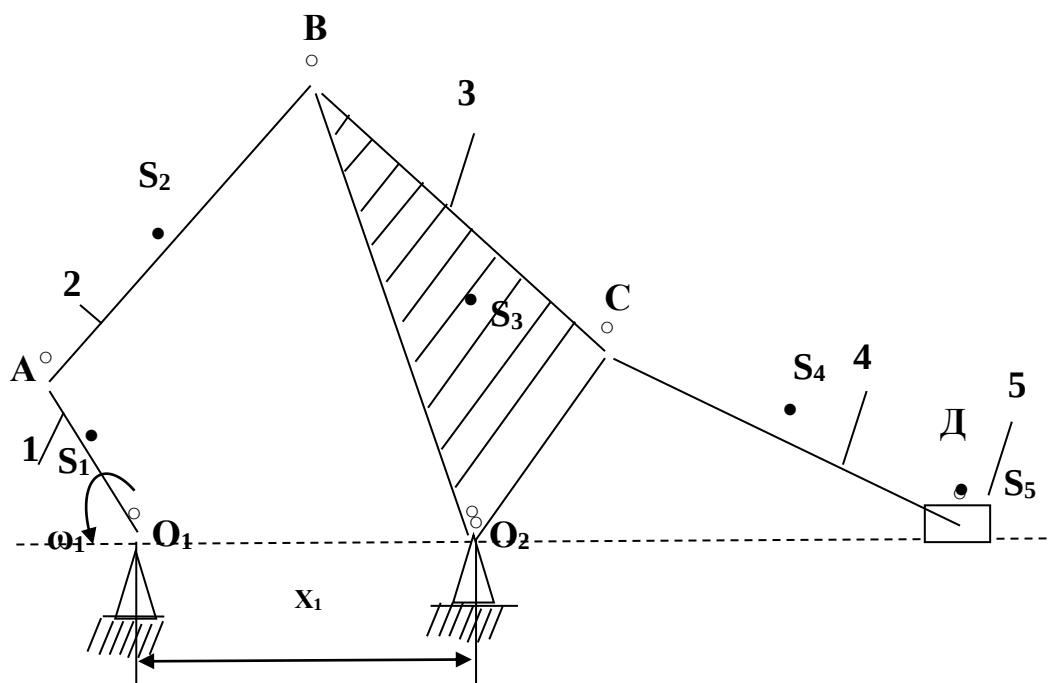
7 – rasm

№	n_1 ayl/ min	L OA m	L AB m	L BC m	L O ₂ S m	L VO ₂ m	L X m	φ_1 grad	L h m
1	120	0,04	0,35	0,25	0,15	0,25	0,07	30	0,02
2	110	0,05	0,45	0,30	0,20	0,30	0,08	35	0,03
3	120	0,06	0,35	0,25	0,15	0,25	0,09	40	0,035



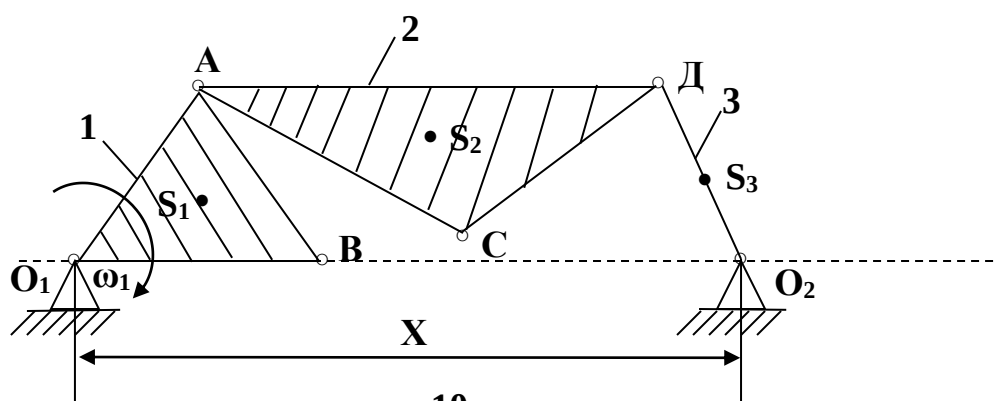
8 – rasm

№	n_1 ayl min	OA m	AB m	BC m	O ₂ S m	VO ₂ m	L X m	φ_1 grad	L h m	CD m
1	100	0,03	0,3	0,25	0,15	0,25	0,05	30	0,02	0,05
2	130	0,04	0,4	0,30	0,20	0,30	0,06	35	0,03	0,06
3	120	0,05	0,3	0,25	0,15	0,25	0,06	40	0,035	0,04



9 – rasm

№	n_1 ayl min	O_1A m	AB M	BC m	O_2S m	BO_2 m	$L X$ m	φ_1 grad	SD m
1	125	0,04	0,35	0,25	0,15	0,25	0,07	30	0,04
2	115	0,05	0,45	0,30	0,20	0,30	0,08	35	0,05
3	100	0,06	0,35	0,25	0,15	0,25	0,09	40	0,07



10 – rasm

№	n_1 ayl min	O_1A m	AB M	O_1B m	AC m	AD m	CD m	O_2D m	X m
1	100	0,04	0,04	0,04	0,15	0,25	0,15	0,14	0,35
2	110	0,05	0,05	0,05	0,20	0,30	0,20	0,15	0,40
3	120	0,06	0,06	0,06	0,15	0,25	0,15	0,16	0,3

Kurs loyihasini bajarish
bo'yicha topshiriqlar
to'plami. Bajarishga
uslubiy ko'rsatmalar,
misollar

**«MASHINA VA MEXANIZMLAR NAZARIYASI»
fanidan
kurs loyihasini bajarish bo'yicha**

USLUBIY KO'RSATMA

Kirish.

Kelajak taraqqiyotini ilmiy asosda yaratilgan texnika, ya'ni mexanizm va mashinasiz tassavur etib bo'lmaydi, demak shunday ekan mashina va mexanizmning ilmiy asosini o'rgatuchi fanga e'tiborni kuchaytirmoq lozim.

Mashina va mexanizmlar nazariyasi fanida asosan ikki yo'nalishda ish olib boriladi: Bular kinematik, dinamik yo'nalishlardir. Bunda mexanizmlar harakatini vibratsiyani, kinematik juft elementlardagi ishqalanishni, zvenolar deformatsiyasi hamda ularning konstruktiv elementlarini hisobga olgan holda o'rganiladi.

Texnika taraqqiyotini yanada tezlashtirish uchun ishlab chiqarishning barcha sohalaridagi texnologik protsesslarni kompleks mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish zarur bo'ladi. Bu masalani hal qilish uchun har bir talaba injener yoki mutaxassis mexanizmlarni to'la bilishi, ularni ishlash darajasi, qanday tayyorlanganligi, tarkibidagi qotishmalar hamda mashinalar qanday mexanizmlardan tuzilganligi hamda ish bajarish qobiliyati to'g'risida bilishi va mexanizm va mashinalar loyihalashni, ularni tekshirishni va takomillashtirish usullarini chuqur bilishi kerak va bu talab etiladi. Mashina va mexanizmlar nazariyasi kursi mashinasozlik ixtisoslarida asosan, richagli mexanizmlarni strukturaviy, kinematikaviy va kinetostatikaviy hamda kulochokli mexanizmlarning tekshiradilar.

Mashina va mexanizmlar nazariyasi fanida asosan mexanizmlar tarkibidagi zveno, kinematikaviy juft va guruhning geometrik, kinematikaviy va dinamikaviy parametrlarini hisoblash usullari asosini yaxshi bilsalar, har qanday murakab tuzilgan mexanizmn loyihalashni tadqiq etadi.

«Mashinalar va mexanizmlar nazariyasi» fanining og'ir sanoatning yuragi deb ataladi. Mashina va mexanizmlarning moddiy boyliklar ishlab chiqarishdagi ahamiyati hozirgi kunda har qachongidan ham oshib bormoqda. Mashina sanoatining turli sohalarida qo'l mehnati o'rnini bosmoqda. Mashina va mexanizmlar og'ir sanoatda, yengil, tuqimachilik, oziq-ovqat sanoati va ijtimoiy xo'jaligining boshqa tarmoqlarida zo'r samaralar bilan ishlatilmoqda. Texnika taraqqiyoti masalasi, asosan qo'l mehnati bilan bajariladigan ishlarni mashinada bajarishning ratsional formalarini o'z ichiga oladi. Har qanday mexanizm va mashina tarkibidagi turli tarzda harakat qiluvchi zvenolar kiradi. Mexanizm va mashinalar nazariyasida, asosan quyidagi ikki muammo o'rganiladi:

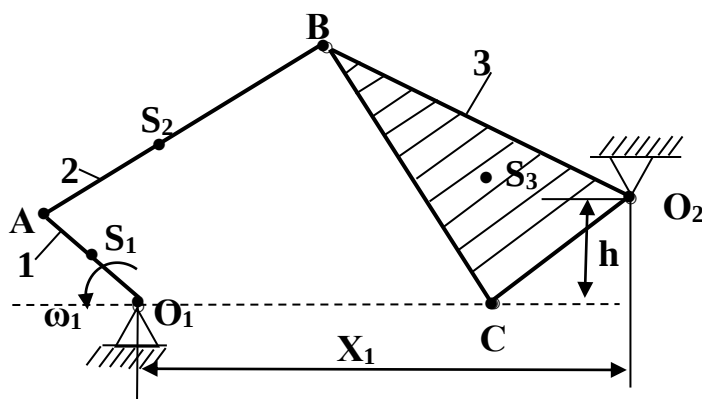
1).Mexanizmlar nazariyasi - bunda mavjud mexanizmlar kinematik va dinamik jihatdan tekshiriladi.

2).Mexanizmlar sintezi, bunda bizga kerak bo'lgan, ya'ni ma'lum texnologik jarayonni bajarishda ishlatiladigan mexanizm zvenolarining harakat qonuni berilgan bo'ladi va shu harakat qonunini amalga oshiruvchi mexanizm yaratish talab etiladi.

Mexanizmlar analizida, asosan texnologik maqsadlar uchun amalga oshiriladi;

Mutaxassis texnologlar uchun sintez muammosining ahamiyati nihoyat kattadir, ammo mashinalashtirilgan ishlab chiqarishga ong'li ravishda rahbarlik qilish va mashinalardan unumli foydalanish uchun shu ishlab chiqarishdagi mexanizm va mashinalarning kinematik sxemalarini yaxshi tuzatib bilish, uning tarkibidagi ayrim zvenolarning harakat qonunlarini bilish va undan maqsadga muvofiq ravishda foydalana olish ikkala mutaxassisga ham taaluqlidir.

I. Richagli mexanizmning kinematik tahlili



$$O_1A = 0.03m$$

$$\varphi = 20$$

$$n_1 = 50 \frac{ayl}{min}$$

$$AB = 2.5 \cdot O_1A = 2.5 \cdot 0.03 = 0.075m$$

$$BC = 2.0 \cdot O_1A = 2.0 \cdot 0.03 = 0.06m$$

$$O_2C = 1.5 \cdot O_1A = 1.5 \cdot 0.03 = 0.045m$$

$$O_2B = 2.0 \cdot O_1A = 2.0 \cdot 0.03 = 0.06m$$

$$X_1 = 3.0 \cdot O_1A = 3.0 \cdot 0.03 = 0.09m$$

$$h = 1.3 \cdot O_1A = 1.3 \cdot 0.03 = 0.039m$$

Mexanizmlarning tuzilish formulasi

Turli-tuman mexanizmlar tuzilichida mexanizmning erkinlik darajasini (W) undagi bo'g'inlar soni va kinematik juftlar soni hamda turlari bilan bog'laydigan umumiy qonuniyatlar mavjud. Ushbu qonuniyatlar mexanizmlarning tuzilish formulalari deb yuritiladi.

Hozirgi vaqtda fazoviy mexanizmlarning tuzilishini nazoratda Malishev formulasi keng qo'llaniladi. Tekis mexanizmlar uchun esa P.L.Chebishev formulasi keng qo'llaniladi

$$W = 3 \cdot n - 2 \cdot p_5 - p_4, \quad (1.1)$$

bu erda; n – qo'zg'aluvchan bo'g'inlar soni,

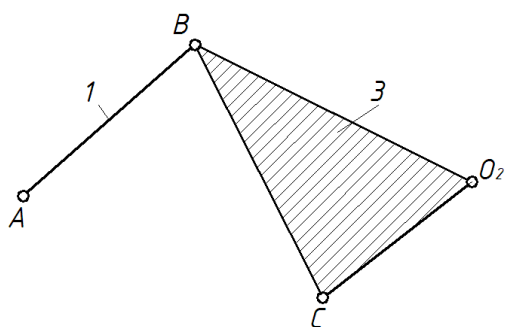
P_5 - quyi kinematik juftlar soni,

P_4 – oliy kinematik juftlar soni.

$$W = 3 \cdot n - 2 \cdot p_5 - p_4 = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 4 = 1$$

Mexanizmlarni tuzilishi bo'yicha tahlil qilish Assur g'oyasiga asoslangan bo'lib, bu g'oyaga asosan har qanday mexanizmni hosil qilish uchun boshlang'ich mexanizmga (ustun va yyetakchi bo'g'indan iborat bo'lgan mexanizm) qo'zg'aluvchanlik darajasi nolga teng bo'lgan Assur guruhlarini birlashtirish lozim bo'ladi. Qo'shilayotgan Assur guruhlarining qo'zg'aluvchanlik darajasi nolga teng bo'ladi

2-3 Assur guruhi

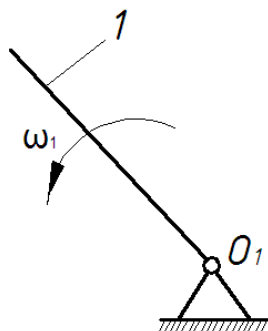


II-klass

2-tartibli

2-modifikatsiyasi;

$$W = 3n - 2P_5 - P_4 = 3 \cdot 2 - 2 \cdot 3 = 6 - 6 = 0$$



I-klass

1-tartibli

$$W = 1$$

Mexnizmning tuzilish formulasi quyidagicha

$$I(0,1) \rightarrow II(2,3)$$

Mexanizm nuqtalarining traektoriyalarini aniqlash.

Mexanizm bo'g'inlarining turli vaziyatlarini aniqlash bilan shu bo'g'inlarga

tegishli nuqtalar hodati ham aniqlanadi.

Mexanizm kinematik sxemasi ma'lum mashtabda chiziladi. Bundan maqsad, mexanizm bo'g'inlarining uzunlik o'lchovlari juda kichik bo'lsa, ularni kattalashtirib, katta bo'lsa, kichraytirib chizishdan iboratdir.

Mexanizm masshtabi quyidagicha aniqlanadi.

$$\mu_l = \frac{l_{AB} - \text{berilgan}}{AB - \text{chizmada}} \frac{\text{xaqiqiy}}{\text{tasvirlangan}} \frac{\text{uzunlik}}{\text{uzunlik}} = \frac{M}{MM}$$

$$\mu_l = \frac{l_{O_1A}}{O_1A} = \frac{0.03}{50} = 0.0006 \frac{M}{MM}$$

Qolgan bo'g'inlarning chizmadagi uzunligi quyidagicha aniqlanadi.

$$AB = \frac{l_{AB}}{\mu_l} = \frac{0.075}{0.0006} = 125mm$$

$$BC = \frac{l_{BC}}{\mu_l} = \frac{0.06}{0.0006} = 100mm$$

$$O_2C = \frac{l_{O_2C}}{\mu_l} = \frac{0.045}{0.0006} = 75mm$$

$$O_2B = \frac{l_{O_2B}}{\mu_l} = \frac{0.06}{0.0006} = 100mm$$

$$X = \frac{l_x}{\mu_l} = \frac{0.09}{0.0006} = 150mm$$

$$h = \frac{l_h}{\mu_l} = \frac{0.039}{0.0006} = 65mm$$

Nuqtalar traektoriyalarini aniqlash uchun yuqorida hisoblangan o'lchovlar bilan mexanizm «o'lik» (chetki) vaziyatda chiziladi. Bunda krivoship va shatun bir to'g'ri chiziqda yotgan holatda bo'ladi, vaziyatni aniqlash uchun krivoship aylanish markazidan o'ng tomoniga

$R_1=OA+AB$ radius bilan yoy chizamiz. Bu yoyning ikkinchi qo'zg'almas tayanch nuqtamizda (O_2) $R_2=O_2B$ radiusli yoy chizamiz, bu yoylar kesishgan nuqtani tayanch nuqtalar bilan birlashtiramiz.

Natijada krivoship va shatun bir to'g'ri chiziqda joylashadi, polzun esa eng chetki xolatda yotadi. Krivoshipni tekis xarakat qiladi ($w=sonst$) deb qabul qilib, A nuqta traektoriyasi- aylanani A_0 dan boshlab teng bo'laklarga bo'lamiz. Mexanizmning birinchi vaziyatini topish uchun shatun $A_1B_1=A_0B_0$ uzunligini radius qilib va A_1 nuqtani markaz qilib O_2B yoy bilan kesishguncha yoy chizamiz. Ikkala yoy kesishgan nuqta B_1 vaziyatni beradi. Shu tartibda qolgan nuqtalar aniqlanadi

Kinematik diagrammalar usuli (grafik usuli)

Bu usulda nuqtaning vaqt birligida bosib o'tgan yo'l (oraliq) $S=S(t)$ garafigidan chiziqli tezlik $V_t=V_t(t)$ va tezlanish $a_t=a_t(t)$ grafiklari aniqlanishi lozim.

Keltirilgan bo/lanishlarda:

S-nuqtaning siljishi

V-nuqtaning chiziqli tezligi

a^t -nuqtaning tangentsial (urinma) tezlanishi

t - vaqtdir

Agar shu bog'lanishlardan birortasi, masalan $S=S(t)$ ma'lum bo'lsa, qolgan ikkitasini aniqlash mumkin.

$S=S(t)$ grafigini qurish

Nuqtalar harakatining turiga qarab S-t grafigi ikki ko'rinishda bo'ladi. Bular yo'l va oraliq grafiklaridir. Bunday grafiklarni chizish uchun tanlab olingan dekart koordinatalar sistemasining ordinatalar o'qiga mexanizm bo'g'inlarining ayrim nuqtalari o'tgan yo'llari yoki oraliqlari, abstsissa o'qiga esa etaklovchi bo'g'inning (masalan, krivoshipning) bir marta to'la aylanishi uchun ketgan vaqt t quyiladi.

Oraliq diagrammasi

Bunday diagramma (qaytma chiziqli yoki egri chiziqli) harakat qiluvchi nuqtalar uchun quriladi. Mexanizmni C (egri chiziqli traektoriya ega) nuqtasi uchun ana shunday diagrammalar quriladi.

C nuqtaning oraliq diagrammasi quyidagicha quriladi. Avvalo C nuqtaning vaziyatlarga tegishli C nuqtaning C_0, C_1, C_2 va h. k. xolatlari aniqlanadi. Polzunning C nuqtasi chetki vaziyatdan (C_0) boshlab to'g'ri chiziq bo'ylab harakat qilib, C_6 holatga erishganda maksimal oraliqni bosib o'tadi $S_{max}=C_0C_6$, so'ngra shu traektoriya bo'ylab orqaga qaytadi, masofa asta sekin kamayib boradi. Agar C_0C_1 oraliqni haqiqiy kattaligini S_{Y1} bilan belgilasak, bu kattalik rasmdagi oraliq C_0C_1 ning mexanizm mashtabiga ko'paytirilganiga teng bo'ladi,

$$S_{C1} = C_0C_1 = 10mm$$

$$S_{C2} = C_0C_2 = 29mm$$

$$S_{C3} = C_0C_3 = 47mm$$

$$S_{C4} = C_0C_4 = 70mm$$

$$S_{C5} = C_0C_5 = 85mm$$

$$S_{C6} = C_0C_6 = 90mm$$

$$S_{C7} = C_0C_7 = 84mm$$

$$S_{C8} = C_0C_8 = 70mm$$

$$S_{C9} = C_0C_9 = 52mm$$

$$S_{C10} = C_0C_{10} = 30mm$$

$$S_{C11} = C_0C_{11} = 9mm$$

$$S_{C12} = C_0C_{12} = 0mm$$

Dekart koordinatalar sistemasida B nuqta harakat grafigi quyidagicha quriladi.

Ordinatalar o'qiga B nuqtaning oralig'i S_B ni, abstsissa o'qiga ega krivoshipni bir aylanish davri t ni quyiladi. Misolimizda abstsissa o'qi 12 ta teng bo'lakka bo'lingan Bu bo'laklar yi/indisini X_t bilan belgilaymiz va davr masshtabi μ_t ni aniqlaymiz.

$$\mu_t = \frac{T}{X_t} = \frac{60}{n_1 x_t}$$

Ifodada n_1 -krivoshipning bir minutda aylanishlar soni x_t -abstsissa o'qidagi oraliq uzunligi, mm (ko'pincha 180 yoki 240 mm qabul qilinadi)

$$\mu_t = \frac{60}{n_1 x_t} = \frac{60}{50 \cdot 240} = \frac{1}{200} \frac{c}{mm}$$

Abstsissa o'qining 12 ta nuqtasidan ordinatalar o'tkazamiz va ularga $S_{C1}, S_{C2}, \dots, S_{C12}$, qiymatlarini qo'yamiz. Bu holda oraliq masshtabi $\mu_s = \frac{S_{\max}}{Y_{s \max}}$ birga teng bo'ladi. Ammo ko'p hollarda S_B larning qiymati juda katta yoki kichik bo'lishi va qog'ozga sig'masligi mumkin. Bundan xolis bo'lish uchun qog'ozga chiziladigan grafikdagi maksimal ordinata uzunligi Y_{s1}, Y_{s2} va h.k. uzunliklari qayta xisoblanishi kerak.

Diagramma masshtabini quyidagicha aniqlanadi:

$$\mu_s = \frac{S_{\max}}{Y_{s \max}} = \frac{90}{90} = 1 \left[\frac{mm}{mm} \right]$$

Grafik differentsiallash

Vatarlar yordami bilan differentsiallash

S-t rafigidagi (S,a-rasm) kichik egri chiziqlar to'g'ri chiziq-vatarlar bilan almashtiriladi — $0, 1^\circ, 2^\circ, 3^\circ, \dots, 12^\circ$, nuqtalarni vatarlar bilan tutashtiramiz. Natijada har bir intervaldagi tekis bo'lmagan harakat o'rtacha tezlikka ega bo'lgan tekis harakatga almashtiriladi. Nuqtalar soni qancha ko'p bo'lsa, o'tkazilgan vatarlar egri chiziqqa shuncha yaqin bo'ladi va o'rtacha tezlik haqiqiy tezlikka yaqinlashadi.

O'rtacha tezlik qo'ydagicha aniqlanadi:

$$V_{o'r} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (1)$$

$\Delta S = \mu_s \Delta Y_s$ — intervalda o'tilgan masofa yoki yo'l. $\Delta t = \mu_t \Delta X_t$ — intervalda vaqt o'zgarishi.

Demak,

$$V_{o'r} = \frac{\mu_s \Delta Y_s}{\mu_t \Delta X_t} = \frac{\mu_s}{\mu_t} \operatorname{tg} \alpha \quad (2)$$

α — abstsissa o'qi bilan vatar orasidagi burchak.

Intervaldagi o'rtacha tezlik miqdori vatarni qiyalik burchagi tangensiga proporsionaldir.

$S=S(t)$ grafigidan $V=V(t)$ grafigini keltirib chiqarildi, xuddi shu tartibda $V=V(t)$ grafigidan $a(a(t))$ grafigi keltirilib chiqarildi.

Differentsiallashtirish natijasida aniqlangan tezlik (μ_v) va tezlanish (μ_a) grafiklarining mashtablari quydagicha aniqlanadi:

$$\mu_{v_b} = \frac{\mu_{s_b}}{\mu_t H_v} \left[\frac{MM}{cMM} \right]; \quad \mu_{aB} = \frac{\mu_{vB}}{\mu_t H_a} \left[\frac{MM}{c^2 MM} \right]$$

Misolimizda $H_1 = 40 \text{ mm}$, $H_2 = 15 \text{ mm}$

$$\text{Natijada } \mu_v = \frac{1}{\frac{1}{200} \cdot 40} = 5 \frac{MM}{cMM}; \quad \mu_a = \frac{5}{\frac{1}{200} \cdot 15} = 66.6 \frac{MM}{c^2 MM}$$

2-Holatning tezlik rejasini qurish.

1) Tayanch nuqtaning absolyut tezligi aniqlanadi:

$$v_0 = 0$$

2) Krivoshipning burchak tezligi aniqlanadi:

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 50}{30} = 5.23 \text{ rad/s}$$

3) A nuqtaning absolyut tezligi aniqlanadi:

$$v_A = \omega_1 \cdot l_{OA} = 5.23 \cdot 0,03 = 0.157 \text{ m/s}$$

4) Tezlik plani masshtab koeffitsientini hisoblash.

$$\mu_v = \frac{g_A}{Pa} = \frac{0.157}{70} = 0.0022 \frac{m/c}{mm}$$

Paq $20 \div 80 \text{ mm}$

5) B nuqtaning tezligini aniqlaymiz. Buning uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{BA} (\perp AB) \\ v_B = \vec{v}_{O_2} + \vec{v}_{BO_2} (\perp O_2 B) \end{cases}$$

6) C nuqtaning tezligini aniqlaymiz. Buning uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \vec{v}_C = \vec{v}_B + \vec{v}_{CB} (\perp BC) \\ v_C = \vec{v}_{O_2} + \vec{v}_{CO_2} (\perp O_2 C) \end{cases}$$

7. Mexanizm nuqtalarning absolyut tezligining miqdori aniqlaymiz.

$$v_0 = 0$$

$$v_A = 0,157 \text{ m/s}$$

$$v_B = Pb \cdot \mu_v = 45 \cdot 0.0022 = 0,099 \frac{m}{s}$$

$$v_C = Pc \cdot \mu_v = 34 \cdot 0.0022 = 0,074 \frac{m}{s}$$

Pb, Pc - masofalar tezlik rejasidan o'lchab olinadi.

8) B nuqtaning A hamda C nuqtalarga nisbatan nisbiy tezligining son qiymatini aniqlaymiz.

$$v_{BA} = ab \cdot \mu_v = 50 \cdot 0.0022 = 0,11 \frac{m}{s}$$

$$v_{BC} = cb \cdot \mu_v = 45 \cdot 0.0022 = 0,099 \frac{m}{s}$$

$$v_{BO_2} = v_B = 0,099 \frac{m}{s}$$

9) Bo'g'inlarining burchak tezligining son qiymati aniqlanadi.

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 50}{300} = 5.23 \text{ rad/s}$$

$$\omega_2 = \frac{v_{BA}}{l_{AB}} = \frac{0,11}{0.075} = 1.46 \text{ rad/s}$$

$$\omega_3 = \frac{v_{BO_2}}{l_{BO_2}} = \frac{0.099}{0.06} = 1.65 \text{ rad/s}$$

2- Holatni tezlanish rejasini qurish.

1) Tayanch nuqtaning absolyut tezlanishi aniqlanadi:

$$a_0 = 0$$

2) A nuqtaning absolyut tezlanishi aniqlaymiz:

$$a_A = \omega_1^2 \cdot l_{OA} = 5.23^2 \cdot 0.03 = 0.82 \text{ m/s}^2$$

3) Tezlanish plani masshtab koeffitsienti aniqlanadi:

$$\mu_a = \frac{a_A}{\pi a} = \frac{0.82}{30} = 0.027 \quad \frac{m/s^2}{mm}$$

$$\pi a = 20 \div 80 mm$$

$$\pi a = 30 mm \text{ uzunlikdagi qiymat qabul qilamiz.}$$

4) B nuqta uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \bar{a}_B = \bar{a}_A + \bar{a}_{BA}^n + \bar{a}_{BA}^t \\ a_B = \bar{a}_{O_2} + \bar{a}_{BO_2}^n + \bar{a}_{BO_2}^t \end{cases}$$

4.1) Normal tezlanishlarning son qiymati aniqlaymiz.

$$a_{BA}^n = \frac{v_{BA}^2}{l_{AB}} = \frac{(0.11)^2}{0.075} = 0.16 \quad \text{m/s}^2$$

$$a_{BO_2}^n = \frac{v_B^2}{l_{O_2B}} = \frac{(0.099)^2}{0.06} = 0.16 \quad \text{m/s}^2$$

4.2) Aniqlangan normal tezlanish kesmasining uzunligi hisoblaymiz.

$$n_{ab} = \frac{a_{BA}^n}{\mu_a} = \frac{0.16}{0.027} = 5.9 \quad \text{mm}$$

$$n_{bo_2} = \frac{a_{BO_2}^n}{\mu_a} = \frac{0.16}{0.027} = 6 \text{ mm}$$

5) B nuqta uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \bar{a}_C = \bar{a}_B + \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^t \\ a_C = \bar{a}_{O_2} + \bar{a}_{CO_2}^n + \bar{a}_{CO_2}^t \end{cases}$$

5.1) Normal tezlanishlarning son qiymati aniqlaymiz.

$$a_{CB}^n = \frac{v_{CB}^2}{l_{BC}} = \frac{(0.099)^2}{0.06} = 0.16 \quad \text{m/s}^2$$

$$a_{CO_2}^n = \frac{v_C^2}{l_{O_2C}} = \frac{(0.074)^2}{0.045} = 0.12 \quad \text{m/s}^2$$

5.2) Aniqlangan normal tezlanish kesmasining uzunligi hisoblaymiz.

$$n_{cb} = \frac{a_{CB}^n}{\mu_a} = \frac{0.16}{0.027} = 6 \text{ mm}$$

$$n_{co_2} = \frac{a_{CO_2}^n}{\mu_a} = \frac{0.12}{0.027} = 4.4 \text{ mm}$$

6) O, A, B, C- nuqtalarning absolyut tezlanishining son qiymati aniqlanadi:

$$a_0 = 0$$

$$a_A = 0.82 \text{ m/s}^2$$

$$a_C = \pi \cdot \mu_a = 68 \cdot 0.027 = 1.83 \text{ m/s}^2$$

$$a_B = \pi b \cdot \mu_a = 90 \cdot 0.027 = 2.43 \text{ m/s}^2$$

7) Urunma tezlanishlarning son qiymatini aniqlaymiz.

$$a_{BA}^{\tau} = \tau_{ba} \cdot \mu_a = 30 \cdot 0.027 = 0.81 \text{ m/s}^2$$

$$a_{BO_2}^{\tau} = \tau_{bo_2} \cdot \mu_a = 92 \cdot 0.027 = 2.5 \text{ m/s}^2$$

$$a_{CB}^{\tau} = \tau_{cb} \cdot \mu_a = 70 \cdot 0.027 = 1.9 \text{ m/s}^2$$

$$a_{CO_2}^{\tau} = \tau_{co_2} \cdot \mu_a = 54 \cdot 0.027 = 1.45 \text{ m/s}^2$$

Bu yerdagi $\tau_{ab}, \tau_{bo_2}, \tau_{cb}, \tau_{co_2}$ ni tezlanish planidan o'lchab olamiz,

8) Bo'g'inlarning burchak tezlanishi.

$$\varepsilon_1 = 0$$

$$\varepsilon_2 = \frac{a_{BA}^t}{l_{AB}} = \frac{0.81}{0.075} = 10.8 \text{ rad/s}^2$$

$$\varepsilon_3 = \frac{a_{BO_2}^t}{l_{O_2B}} = \frac{2.5}{0.06} = 41.6 \text{ rad/s}^2$$

7-Holatning tezlik rejasini qurish.

4) Tayanch nuqtaning absolyut tezligi aniqlanadi:

$$v_0 = 0$$

5) Krivoshipning burchak tezligi aniqlanadi:

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 50}{30} = 5.23 \text{ rad/s}$$

6) A nuqtaning absolyut tezligi aniqlanadi:

$$v_A = \omega_1 \cdot l_{OA} = 5.23 \cdot 0,03 = 0.157 \text{ m/s}$$

4) Tezlik plani masshtab koeffitsientini hisoblash.

$$\mu_v = \frac{v_A}{Pa} = \frac{0.157}{80} = 0.0019 \frac{\text{m/c}}{\text{mm}}$$

$$Pa = 20 \div 80 \text{ mm}$$

5) B nuqtaning tezligini aniqlaymiz. Buning uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{BA} (\perp AB) \\ \vec{v}_B = \vec{v}_{O_2} + \vec{v}_{BO_2} (\perp O_2B) \end{cases}$$

6)C nuqtaning tezligini aniqlaymiz. Buning uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \vec{v}_C = \vec{v}_B + \vec{v}_{CB}(\perp BC) \\ v_C = \vec{v}_{O_2} + \vec{v}_{CO_2}(\perp O_2C) \end{cases}$$

8. Mexanizm nuqtalarning absolyut tezligining miqdori aniqlaymiz.

$$v_0=0$$

$$v_A = 0,157 \text{ m/s}$$

$$v_B = Pb \cdot \mu_v = 87 \cdot 0.0019 = 0,165 \frac{m}{s}$$

$$v_C = Pc \cdot \mu_v = 64 \cdot 0.0019 = 0,12 \frac{m}{s}$$

Pb, Pc - masofalar tezlik rejasidan o'lchab olinadi.

8)B nuqtaning A hamda C nuqtalarga nisbatan nisbiy tezligining son qiymatini aniqlaymiz.

$$v_{BA} = ab \cdot \mu_v = 17 \cdot 0.0019 = 0,032 \frac{m}{s}$$

$$v_{BC} = cb \cdot \mu_v = 84 \cdot 0.0019 = 0,16 \frac{m}{s}$$

$$v_{BO_2} = v_B = 0,165 \frac{m}{s}$$

9)Bo'g'inlarining burchak tezligining son qiymati aniqlanadi.

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 50}{30} = 5.23 \text{ rad/s}$$

$$\omega_2 = \frac{v_{BA}}{l_{AB}} = \frac{0,032}{0.075} = 0.42 \text{ rad/s}$$

$$\omega_3 = \frac{v_{BO_2}}{l_{BO_2}} = \frac{0.165}{0.06} = 2.75 \text{ rad/s}$$

7- Holatni tezlanish rejasini qurish.

1) Tayanch nuqtaning absolyut tezlanishi aniqlanadi:

$$a_0 = 0$$

4) A nuqtaning absolyut tezlanishi aniqlaymiz:

$$a_A = \omega_1^2 \cdot l_{OA} = 5.23^2 \cdot 0.03 = 0.82 \text{ m/s}^2$$

5) Tezlanish plani masshtab koeffitsienti aniqlanadi:

$$\mu_a = \frac{a_A}{\pi a} = \frac{0.82}{25} = 0.033 \quad \frac{m/c^2}{mm}$$

$$\pi a = 20 \div 80 mm$$

$\pi a = 30 mm$ uzunlikdagi qiymat qabul qilamiz.

4) B nuqta uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \bar{a}_B = \bar{a}_A + \bar{a}_{BA}^n + \bar{a}_{BA}^t \\ a_B = \bar{a}_{O_2} + \bar{a}_{BO_2}^n + \bar{a}_{BO_2}^t \end{cases}$$

4.1) Normal tezlanishlarning son qiymati aniqlaymiz.

$$a_{BA}^n = \frac{v_{BA}^2}{l_{AB}} = \frac{(0.032)^2}{0.075} = 0.014 \quad m/s^2$$

$$a_{BO_2}^n = \frac{v_B^2}{l_{O_2B}} = \frac{(0.165)^2}{0.06} = 0.45 \quad m/s^2$$

4.2) Aniqlangan normal tezlanish kesmasining uzunligi hisoblaymiz.

$$n_{ab} = \frac{a_{BA}^n}{\mu_a} = \frac{0.014}{0.033} = 0.43 \quad mm$$

$$n_{bo_2} = \frac{a_{BO_2}^n}{\mu_a} = \frac{0.45}{0.033} = 13.6 mm$$

5) B nuqta uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \bar{a}_C = \bar{a}_B + \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^t \\ a_C = \bar{a}_{O_2} + \bar{a}_{CO_2}^n + \bar{a}_{CO_2}^t \end{cases}$$

5.1) Normal tezlanishlarning son qiymati aniqlaymiz.

$$a_{CB}^n = \frac{v_{CB}^2}{l_{BC}} = \frac{(0.16)^2}{0.06} = 0.42 \quad m/s^2$$

$$a_{CO_2}^n = \frac{v_C^2}{l_{O_2C}} = \frac{(0.12)^2}{0.045} = 0.32 \quad m/s^2$$

5.2) Aniqlangan normal tezlanish kesmasining uzunligi hisoblaymiz.

$$n_{cb} = \frac{a_{CB}^n}{\mu_a} = \frac{0.42}{0.033} = 12.7 mm$$

$$n_{CO_2} = \frac{a_{CO_2}^n}{\mu_a} = \frac{0.32}{0.033} = 9.7 \text{ мм}$$

6) O, A, B, C- nuqtalarning absolyut tezlanishining son qiymati aniqlanadi:

$$a_0 = 0$$

$$a_A = 0.82 \text{ m/s}^2$$

$$a_C = \pi \cdot \mu_a = 110 \cdot 0.033 = 3.63 \text{ m/s}^2$$

$$a_B = \pi b \cdot \mu_a = 150 \cdot 0.033 = 4.95 \text{ m/s}^2$$

7) Urunma tezlanishlarning son qiymatini aniqlaymiz.

$$a_{BA}^\tau = \tau_{ba} \cdot \mu_a = 125 \cdot 0.033 = 4.12 \text{ m/s}^2$$

$$a_{BO_2}^\tau = \tau_{bo_2} \cdot \mu_a = 80 \cdot 0.033 = 2.64 \text{ m/s}^2$$

$$a_{CB}^\tau = \tau_{cb} \cdot \mu_a = 75 \cdot 0.033 = 2.47 \text{ m/s}^2$$

$$a_{CO_2}^\tau = \tau_{co_2} \cdot \mu_a = 58 \cdot 0.033 = 1.9 \text{ m/s}^2$$

Bu yerdagi $\tau_{ab}, \tau_{bo_2}, \tau_{cb}, \tau_{co_2}$ ni tezlanish planidan o'lchab olamiz,

8) Bo'g'inlarning burchak tezlanishi.

$$\varepsilon_1 = 0$$

$$\varepsilon_2 = \frac{a_{BA}^t}{l_{AB}} = \frac{4.12}{0.075} = 55 \text{ rad/s}^2$$

$$\varepsilon_3 = \frac{a_{BO_2}^t}{l_{O_2B}} = \frac{2.64}{0.06} = 44 \text{ rad/s}^2$$

10-Holatning tezlik rejasini qurish.

7) Tayanch nuqtaning absolyut tezligi aniqlanadi:

$$v_0 = 0$$

8) Krivoshipning burchak tezligi aniqlanadi:

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{3.14 \cdot 50}{30} = 5.23 \text{ rad/s}$$

9) A nuqtaning absolyut tezligi aniqlanadi:

$$v_A = \omega_1 \cdot l_{OA} = 5.23 \cdot 0.03 = 0.157 \text{ m/s}$$

4) Tezlik plani masshtab koeffitsientini hisoblash.

$$\mu_v = \frac{g_A}{Pa} = \frac{0.157}{80} = 0.0019 \frac{\text{m/c}}{\text{мм}}$$

$$Pa = 20 \div 80 \text{ mm}$$

5) B nuqtaning tezligini aniqlaymiz. Buning uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{BA} (\perp AB) \\ v_B = \vec{v}_{O_2} + \vec{v}_{BO_2} (\perp O_2 B) \end{cases}$$

6) C nuqtaning tezligini aniqlaymiz. Buning uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \vec{v}_C = \vec{v}_B + \vec{v}_{CB} (\perp BC) \\ v_C = \vec{v}_{O_2} + \vec{v}_{CO_2} (\perp O_2 C) \end{cases}$$

7. Mexanizm nuqtalarning absolyut tezligining miqdori aniqlaymiz.

$$v_0 = 0$$

$$v_A = 0,157 \text{ m/s}$$

$$v_B = Pb \cdot \mu_v = 52 \cdot 0.0019 = 0,09 \frac{m}{s}$$

$$v_C = Pc \cdot \mu_v = 34 \cdot 0.0019 = 0,064 \frac{m}{s}$$

Pb, Pc - masofalar tezlik rejasidan o'lchab olinadi.

8) B nuqtaning A hamda C nuqtalarga nisbatan nisbiy tezligining son qiymatini aniqlaymiz.

$$v_{BA} = ab \cdot \mu_v = 62 \cdot 0.0019 = 0,12 \frac{m}{s}$$

$$v_{BC} = cb \cdot \mu_v = 50 \cdot 0.0019 = 0,095 \frac{m}{s}$$

$$v_{BO_2} = v_B = 0,09 \frac{m}{s}$$

9) Bo'g'inlarining burchak tezligining son qiymati aniqlanadi.

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 50}{30} = 5,23 \text{ rad/s}$$

$$\omega_2 = \frac{v_{BA}}{l_{AB}} = \frac{0,12}{0,075} = 1,6 \text{ rad/s}$$

$$\omega_3 = \frac{v_{BO_2}}{l_{BO_2}} = \frac{0,09}{0,06} = 1,5 \text{ rad/s}$$

10- Holatni tezlanish rejasini qurish.

1) Tayanch nuqtaning absolyut tezlanishi aniqlanadi:

$$\mathbf{a}_0 = \mathbf{0}$$

2. A nuqtaning absolyut tezlanishi aniqlaymiz:

$$a_A = \omega_1^2 \cdot l_{OA} = 5.23^2 \cdot 0.03 = 0.82 \text{ m/s}^2$$

3. Tezlanish plani masshtab koeffitsienti aniqlanadi:

$$\mu_a = \frac{a_A}{\pi a} = \frac{0.82}{30} = 0.027 \quad \frac{\text{m/s}^2}{\text{mm}}$$

$$\pi a = 20 \div 80 \text{ mm}$$

$$\pi a = 30 \text{ mm} \text{ uzunlikdagi qiymat qabul qilamiz.}$$

4) B nuqta uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \bar{a}_B = \bar{a}_A + \bar{a}_{BA}^n + \bar{a}_{BA}^t \\ a_B = \bar{a}_{O_2} + \bar{a}_{BO_2}^n + \bar{a}_{BO_2}^t \end{cases}$$

4.1) Normal tezlanishlarning son qiymati aniqlaymiz.

$$a_{BA}^n = \frac{v_{BA}^2}{l_{AB}} = \frac{(0.12)^2}{0.075} = 0.192 \text{ m/s}^2$$

$$a_{BO_2}^n = \frac{v_B^2}{l_{O_2B}} = \frac{(0.09)^2}{0.06} = 0.135 \text{ m/s}^2$$

4.2) Aniqlangan normal tezlanish kesmasining uzunligi hisoblaymiz.

$$n_{ab} = \frac{a_{BA}^n}{\mu_a} = \frac{0.192}{0.027} = 7.1 \text{ mm}$$

$$n_{BO_2} = \frac{a_{BO_2}^n}{\mu_a} = \frac{0.135}{0.027} = 5 \text{ mm}$$

5) B nuqta uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \bar{a}_C = \bar{a}_B + \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^t \\ a_C = \bar{a}_{O_2} + \bar{a}_{CO_2}^n + \bar{a}_{CO_2}^t \end{cases}$$

5.1) Normal tezlanishlarning son qiymati aniqlaymiz.

$$a_{CB}^n = \frac{v_{CB}^2}{l_{BC}} = \frac{(0.095)^2}{0.06} = 0.15 \text{ m/s}^2$$

$$a_{CO_2}^n = \frac{v_C^2}{l_{O_2C}} = \frac{(0.064)^2}{0.045} = 0.09 \text{ m/s}^2$$

5.2) Aniqlangan normal tezlanish kesmasining uzunligi hisoblaymiz.

$$n_{CB} = \frac{a_{CB}^n}{\mu_a} = \frac{0.15}{0.027} = 5.55 \text{ mm}$$

$$n_{CO_2} = \frac{a_{CO_2}^n}{\mu_a} = \frac{0.09}{0.027} = 3.3 \text{ mm}$$

6) O, A, B, C- nuqtalarning absolyut tezlanishining son qiymati aniqlanadi:

$$a_0 = 0$$

$$a_A = 0.82 \text{ m/s}^2$$

$$a_C = \pi \cdot \mu_a = 45 \cdot 0.027 = 1.21 \text{ m/s}^2$$

$$a_B = \pi b \cdot \mu_a = 40 \cdot 0.027 = 1.08 \text{ m/s}^2$$

7) Urunma tezlanishlarning son qiymatini aniqlaymiz.

$$a_{BA}^\tau = \tau_{BA} \cdot \mu_a = 34 \cdot 0.027 = 0.91 \text{ m/s}^2$$

$$a_{BO_2}^\tau = \tau_{BO_2} \cdot \mu_a = 72 \cdot 0.027 = 1.94 \text{ m/s}^2$$

$$a_{CB}^\tau = \tau_{CB} \cdot \mu_a = 50 \cdot 0.027 = 1.35 \text{ m/s}^2$$

$$a_{CO_2}^\tau = \tau_{CO_2} \cdot \mu_a = 42 \cdot 0.027 = 1.13 \text{ m/s}^2$$

Bu yerdagi $\tau_{ab}, \tau_{bo_2}, \tau_{cb}, \tau_{co_2}$ ni tezlanish planidan o'lchab olamiz,

8) Bo'g'inlarning burchak tezlanishi.

$$\varepsilon_1 = 0$$

$$\varepsilon_2 = \frac{a_{BA}^t}{l_{AB}} = \frac{0.91}{0.075} = 12.1 \text{ rad/s}^2$$

$$\varepsilon_3 = \frac{a_{BO_2}^t}{l_{O_2B}} = \frac{1.94}{0.06} = 32.3 \text{ rad/s}^2$$

Mustaqil ta'lim mashg'ulotlari mavzulari

Mustaqil ta'limni tashkil etishning rasmi va mazmuni.

"Mashina va mexanizmlar nazariyasi" fani bo'yicha talabaning mustaqil ta'limi shu fanni o'rganish jarayonining tarkibiy qismi bo'lib, uslubiy va axborot resurslari bilan to'la ta'minlangan.

Talabalar auditoriya mashg'ulotlarida professor-o'qituvchilarning ma'ruzasini tinglaydilar, misol va masalalar yechadilar. Auditoriyadan tashqarida talaba darslarga tayyorlanadi, adabiyotlarni tahlil qiladi, uy vazifa sifatida berigan misol va masalalarni yechadi. Bundan tashqari ayrim mavzularni kengroq o'rganish maqsadida qo'shimcha adabiyotlarni uqib referatlar tayyorlaydi hamda mavzu bo'yicha testlar yechadi. Mustaqil ta'lm natijalari tizimi asosida baholanadi.

Uyga bazifalarni bajarish, qo'shimcha darslik va adabiyotlardan yangi bilimlarni mustaqil o'rganish, kerakli ma'lumotlarni izlash va ularni toppish yo'llarini aniqlash, internet tarmoqlaridan foydalanib ma'lumotlar to'plash va ilmiy izlanishlar olib boorish, ilmiy to'garak doirasida yoki mustaqil ravishda ilmiy manbalardan foydalanib ilmiy maqoli va ma'ruzalar tayyorlash kabilar nalabani darsda olgan bilimni chuqirlashtiradi, talabani mustaqil fikrlash va ijoddy qobiliyatlarini rivojlantiradi. Shuning uchun ham mustaqil ta'limsiz o'quv faoliyati samarali bo'lishi mumkin emas.

Uy vazifasini tekshirish va baholash amaliy mashg'ulot olib boruvchi o'qituvchi tomonidan, konspektlarni va mavzuni o'zlashtirish darajasini tekshirish va baholash esa ma'ruza darslarini olib boruvchi o'qituvchi tomonidan har darsda amalga oshiriladi.

Talabalar mustaqil ta'limining mavzulari.

- 1 Jahon va o'rta Osiyo olimlarining fanni rivojiga qushgan hissalar.
- 2 Kinematik juftlik klassifikatsiyasi.
- 3 Mexanizmlarning asosiy turlari.
- 4 egiluvchi zvenoli mexanizmlar.
- 5 Bog'lanishlar tug'risida umumiy tuchunchalar.
- 6 Mexanizm va mashinalarning tuzulish asoslarining asosiy tuchuncha va qoidalari.
- 7 Ideao va real bog'lanishlar.
- 8 Zvenolar va kinematik juftlarni shartli belgilash.
- 9 Kinematik zanjirlar va ularning turlari.
- 10 Mexanizmlarning racional klassifikatsiyasiga nisbatan quyiladigan talablar.
- 11 quyi kinematik juftli II – klass 2 – tartibli guruhning modifikatsiyalari.
- 12 Fazoviy va tekis mexanizmlartuzilish formulasining ishlatilishi.
- 13 Oniy aylanish markazi (OAM).
- 14 Mexanizm bug'inlarining tezliklari orasidagi munosabatlar.
- 15 Kinematik juftlar bo'g'inlarining tezlik va tezlanishlarini grafoanalitik usulda aniqlash.
- 16 Kinematik taxlilning analitik usuli.
- 17 Uzatish mexanizmlarining taxlili.
- 18 egiluvchan bug'inli mexanizmlar.
- 19 Tishli mexanizmlar.

- 20 Ilashishning asosiy qonuni va elementlari.
- 21 G'ildiraklar tishlari yig'indisining minimal qiymati.
- 22 evol'ventali profillar geometriyasi.
- 23 Planitar va differencial mexanizmlarda uzatish nisbati.
- 24 Mushtakli mexanizmlar turlari.
- 25 Mushtakli mexanizm chiqish bo'g'inining harakatqonunini aniqlash.
- 26 Mushtakli mexanizm nuqtalari tezlik va tezlanishlarini aniqlash.
- 27 Mexanizmlarni kuchlar ta'siri bo'yicha hisoblash masalalari
- 28 Mexanizm bo'g'inlariga ta'sir qiluvchi kuchlar.
- 29 Bug'inlarning inerciya kuchlarini aniqlash
- 30 Etaklovchi bo'g'inni kinetostatikhisoblash (muvozanatlash).
- 31 Kuchlar va momentlarni keltirish.
- 32 Jukovski pishangi (richagi).
- 33 Keltirilgan va muvozanatlovchi kuchlarni Jukovski usuli bilan aniqlash.
- 34 Kinematik juftlardagi reaksiyalarni ishqalanish kuchlarini hisobga olib aniqlash.
- 35 Ishqalanish turlari.
- 36 Moylanmagan jismlardagi sirpanish ishqalanishi.
- 37 Ilgarilanma kinematik juftlardagi ishqalanish.
- 38 Kuchlar, ishlar va quvvatlar diogrammalari.
- 39 Mexanizm va mashinalarning harakat rejimlari.
- 40 Mexanizmlarning foydali ish koefficientlari.
- 41 Vittenbauer diogrammasi.
- 42 Mexanizmlarni eksperimental yo'l bilan tekshirish.
- 43 Mexanizmlarni sentez (barpo) qilish.
- 44 Mexanizmlarni sentez qilish masalalarini echishning asosiy usullari.
- 45 Tekislikda harakatlanuvchi mexanizm zveno no'qtalarining tezlik va tezlanishlarini topish.
- 46 Kinematik diogrammalar yordami bilan mexanizmlar kinematikasini o'rganish.
- 47 Urinmalar usuli Bilan differenciallash.
- 48 Vatarlar yordami Bilan differenciallash.
- 49 Ordinatalar ortirish usuli Bilan diferenciallash.
- 50 II – klass mexanizmlar uchun tezliklar rejasini tuzish.
- 51 To'rt zvenoli shanir mexanizm uchun V.T.Kostichinning yuzalar qonuni
- 52 Analitik kinematika.
- 53 III – klass 3-tartibli mexanizm uchun tezliklar rejasi.
- 54 Grafik integrallash usullari integral chiziqlar.
- 55 Uzatish funkciyasi haqida tuchuncha.
- 56 Mexanezmning permanent boshlang'ich harakatini topish.
- 57 Mexanizm kinematikasi sxemalarini sintezlash.
- 58 H'arakatni uzatish to'g'risida umumiy masala.
- 59 Nisbiy harakatdagi centroidlar.
- 60 Loyhalashning analitik usuli.

- 61 Shesternalardan tuzilgan murakkab uzatmalar.
- 62 Villis formulasi.
- 63 Fazoda harakatlanuvchi shesternyali mexanizmlar.
- 64 Satelli o'zgaruvchan bo'rchak tezlikli epitsiklik mexanizmlarning analitik kinematikasi.
- 65 Kinematik zanjirning statik aniqlik shartlari.
- 66 Kulochokli mexanizmlardagi bosim burchagi haqida tushuncha.
- 67 egiluvchi zvenolardagi ishqalanish.
- 68 energiya va ish tug'risida tushuncha.
- 69 Mexanizmning kinetik energiyasi.
- 70 Keltirilgan massa va inertiya momenti haqida tushuncha.
- 71 Harakat differensial tenglamasini taqribiy integrallash.
- 72 Ketma – ket, parallel ulchashdagi mexanik foydali ish koeffitsienti.
- 73 Mashinaning doviy va doviymas harakati.
- 74 Urinma kuchlar usuli bilan ortiqcha ishni topish.
- 75 I. I. Artobolevskiy usuli.
- 76 Mexanizm etaklovchi zvenosining urtacha burchak tezligini kinetik energiya orqali topish.
- 77 Aylanuvchi massalarni muvozanatlash.
- 78 elastik valning kritik tezligi haqida tushuncha.
- 79 Mexanizm yoki mashinani to'la va qisman muvozanatlash.
- 80 Mexanizm harakatini urganishda Lagranj tenglamasining tadbiqu.

Glossariy

Atamaning o'zbek tilidagi nomlanishi	Atamaning ingliz tilidagi nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Mashina	machine	qurilma, insonning aqliy va jismoniy mehnatini yengillashtirish, ish umumdorligini oshirish uchun foydali mexanik ish qilishdir.
Mexanizm	mechanism	mashinaning asosiy qismi – maqsadga muvofiq nisbiy harakat qiluchi jismlar sistemasi.
Zveno	link	bitta yoki bir qancha, aniq harakat qiluvchi qattiq bog'langan detal.
Kinematik juft	kinematics pair	harakatdagi ikki zvenoning bog'lanichidair.
Sterjenli mexanizm	core mechanism	mexanizm zvenolari asosan sterjen ko'rinichida bo'ladi.
Koromislo	Koromislo	qo'zg'almas nuqtaga nisbatan tebranma harakatlanadigan zveno.
Tosh	stone	qo'zg'aluvchan yo'nalishda harakatlanadigan zveno.
Kulisa	Kulik	tosh uchun qo'zg'aluvchan yo'nalish
Sharnirli mexanizm	Knuckle mechanism	mexanizm tarkibidagi kinematik juftlar sharnirdan iborat.
Polzunli mexanizm	mechanism slidem	bitta polzunga ega mexanizm.
Kulisali mexanizm	Mechanism kulik	bitta kulisaga ega mexanizm.
Absolyut tezlik	absolute speed	bu stoykaga nisbatan nuqtaning tezligi.
Nisbiy tezlik	the relative speed	bu zvenodagi bir nuqtaning boshqa nuqtasiga nisbatan tezligi (shatun uchun).
Tezlik rejasi	speed plan	absolyut, nisbiy va relyativ tezlik vektorlaridan qurilgan ko'pburchak; absolyut tezlik vektorlari tezliklar rejasidan qutb «p» dan chiqadi, bu vektorlarning oxirlarini birlashtiruvchi vektorlar nisbiy va relyativ tezlik hisoblanadi.
Massa	mass	ilgarilanma harakatlanuvchi jism o'lchovi
Reaktsiya	reaction	kinematik juftdagi ikki zvenoning o'zaro ta'sir kuchi.

Muvozanatlovchi kuch	the balance of power	dvigatel kuchi, shartli krivoshipga quyilib, tashqi va inertsia kuchini muvozanatlaydi.
Tolkatel	pusher	bu zveno kulachok bilan bog'langan.
Kulachokli mexanizm	The cam mechanism	bu mexanizmدا kulachok deb ataladigan kirish zvenosining formasiga qarab, zveno harakatining harakteri aniqlanadi.
Inertsia momenti	Moment of inertia	aylanma yoki silkinma harakatlanuvchi jism o'lchovi.
Bosim burchagi	corner of barefoot	bu kuch qo'yilgan nuqtaning tezlik vektori bilan kuch vektori orsidagi o'tkir burchak.
Qattiq zarb	tattoo solid	tolkatel tezlanishi cheksizlikka ega bo'lib, unda sakrash hodisasi ro'y beradi.
Tishli mexanizm	the gear mechanism	bu mexanizmدا zvenodagi maxsus burtiklar yordamida harakat uzaytib, ish protsessida bir-birini almashtiradi
Silindrik uzatma	cylindrical extension	g'ildirak o'qlari parallel uzatma.
Konusli uzatma	the extension of the tip	g'ildirak o'qlari kesishuvchi uzatma.
Giperbola uzatma	hyperbolic extension	o'qlari ayqash uzatma.
Evolventa	Evolventa	bu tayyorlash chizig'ini asosiy aylanada harakatlantirilganda hosil bo'lgan egrilik.
Modul	The module	bu bo'luvchi diametrni tishlar soniga nisbati
Tish qadami	step tooth	bu bir xil profilli ikki tish oraliqidagi aylana bo'yicha o'lchangan masofa.
Reduktor	reducer	bu sekinlanuvchan uzatma.
Multiplikator	animator	bu tezlanuvchan uzatma.
Planetar reduktor	planetary reduction gear	bu bitta qo'zg'almas markaziy g'ildirakka, bitta kirish va bitta chiqishga ega bo'lgan planetar mexanizm
Mashina dinamikasi	The dynamics of the car	bu tashqi kuchlar ta'sirida mashina harakatini o'rganish
Kuch imkoniyati	the possibility of power	bu keltirilgan kuch momenti qiymatini tsikl davomida o'zgarishi.

Inertsiya imkoniyati	the possibility of inertia	bu keltirilgan inertsiya momenti qiymatini tsikl davomida o'zgarishi.
Maxovik	leper	kinetik energiya akkumulyatori.

Testlar

“Mashina va mexanizmlar nazariyasi” fani bo'yicha ON va YaN test savollari

1. Bitta detal yoki mexanizmda aniq harakat qiladigan bir nechta detallarning qattiq bog'langan sistemasi deb nimaga aytiladi?

- A) kinematik juft
- B) mexanizm
- C) kinematik zanjir
- D) bo'g'in

2. Bo'g'inlarni bog'lovchi kinematik juftlar klassifikatsiyasida kinematik juftlar necha sinfga bo'linadi?

- A) 2
- B) 4
- C) 5
- D) 6

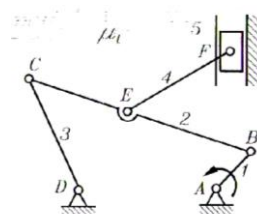
3. Rasmdagi ushbu bog'lanish nechanchi sinfdagi kinematik bog'lanishga mansub?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5



4. Rasmdagi ushbu mexanizmning erkinlik darajasini aniqlang?

- A) $W=0$
- B) $W=1$
- C) $W=2$
- D) $W=3$

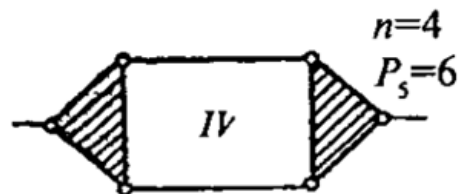


5. Kinematik zanjirlar tuzilishining murakkablik darajasiga ko'ra nechaga ajraladi.

- A) 2 ta
- B) 3 ta
- C) 4 ta
- D) 5 ta

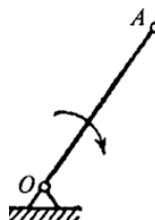
6. Rasmdagi kinematik zanjir nechanchi sinfdagi Assur guruhiga mansub?

- A) 4-sinli 4-tartibli
- B) 2-sinli 2-tartibli
- C) 4-sinli 2-tartibli
- D) 3-sinli 2-tartibli



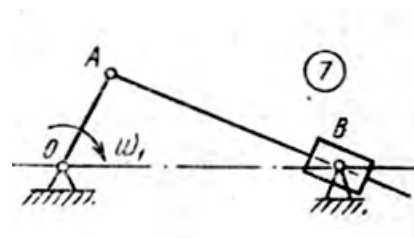
7. Rasmda keltirilgan krivoshipning uzunligi $l=0.45$ m, aylanishlar soni esa $n=75$ ayl/min bo'lsa unda O nuqtaning tezligini aniqlang?

- A) $v_A=3.4$ m/s
- B) $v_A=3.43$ m/s
- C) $v_A=3.53$ m/s
- D) $v_A=0$ m/s



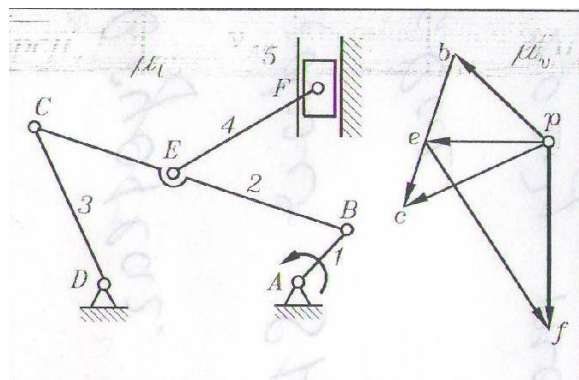
8. Rasmda keltirilgan mexanizmni erkinlik darajasini aniqlang?

- A) $W=0$
- B) $W=1$
- C) $W=-1$
- D) $W=3$



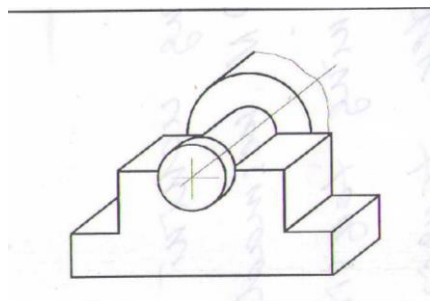
9. Koromisioning burchak tezligini qaysi munosabat to'g'ri ifodalaydi?

- A) $\omega_3 = \frac{\overline{pc} \mu_v}{CD \mu_1}$
- B) $\omega_1 = \frac{v_{AB}}{EF}$
- C) $\omega_4 = \frac{EF}{ef \mu_v}$
- D) $\omega_2 = \frac{i_{EF}}{bc \mu_v}$

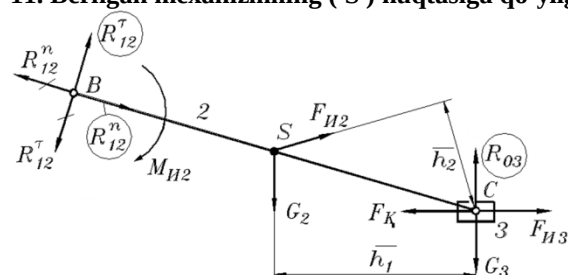


10. Rasmda ko'rsatilgan kinematik juftning sinfini ko'rsating.

- A) V
- B) II
- C) III
- D) IV



11. Berilgan mexanizmning (S) nuqtasiga qo'yilgan F_{i2} kuch qanday nomlanadi.



- A) Inertsiya kuchi
- V) Reaksiya kuchi
- S) Og'irlik kuchi
- D) Muvozanatlovchi kuch

12. Mexanizm uzunlik masshtabi qanday aniqlanadi?

- A) $\mu_l = \frac{AB}{l_{AB}}$
- V) $\mu_l = \frac{l_{AB}}{AB}$

S) $\mu_l = l_{AB} \cdot AB$

D) $\mu_l = l_{AB} - AB$

13. Fazodagi harakatlanayotgan jismning erkinlik darajasi

A) 3

V) 5

S) 6

D) 1

14. Quyidagi tenglama $\sum \frac{mv_2^2}{2} = A_g - A_c$ harakatni qaysi vakti uchun tuzilgan?

A) Boshlang'ich

V) To'xtash

S) Barqaror

D) Tormozlanish

15. Inertsiya kuchi paydo bo'lishi nimaga bog'liq?

A) Tezlanishga

V) Tezlikka

S) Kuchga

D) Vaqtga

16. Qaysi bir kuchlar mexanizmni hamma holati uchun bir xil bo'ladi?

A) Reaksiya kuchi

V) Inertsiya kuci

S) Og'irlik kuci

D) Prujina kuchi

17. Mexanizmlarni kinematikasida nima o'rganiladi?

A) Muvozanati

V) Tinch holati

S) Harakati

D) Mustahkamligi

18. Kinematik elementi bo'yicha kinematik juftlar bo'linadi:

A) oliy va quyi.

V) murakkab va oddiy.

S) oliy va tashki.

D) Quyi va ichki.

19. Mexanizmning nuqtaning nisbiy tezligini aniqlash ifodasini ko'rsating?

A) $v_{BA} = ba \cdot \mu_v$

V) $v_{BA} = pb \cdot \mu_v$

S) $v_A = ba \cdot \mu_v$

D) $v_B = ba \cdot \mu_v$

20. Mexanizmni kinetostatik tekshi-rishda qaysi kuchni aniqlash uchun tezlanish plani ko'riladi?

A) Harakatlanuvchi kuchini

B) Qarshilik kuchini

C) Inertsiya kuchini

Og'irlik kuchini

21. Qaysi grafik usul mexanizm zvenolarining chiziqli va burchak tezliklarini yo'nalishlari va qiymatlari aniqlab beradi?

A) Tezliklar plani usuli.

B) Kinematik diagramma usuli,

- C) Berk vektor konturlari usuli.
D) Qaytarma xarakat usuli

22. Mexanizm harakat davri qaysi ifoda orqali aniqlanadi.

- A) $T = \frac{2\pi}{\omega}$
B) $T = \frac{\omega}{\pi}$
C) $T = \frac{\omega \cdot n}{2\pi}$
D) $T = \frac{2\pi}{n}$

23. Yo'l diagrammasi chizilgan nuqtaning tezlik diagrammasini aniqlash uchun qaysi usuldan foydalanish mumkin.

- A) Differensiallash usulidan
B) Integrallash usulidan
C) Vatarlash usulidan
D) Integrallash va orttirma usulidan

24. Normal tezlanishni ifodasini toping.

- A) $a_{BA}^n = \frac{v_{BA}^2}{l_{BA}}$
B) $a_{BA}^n = \frac{v_{BA}}{l_{BA}}$
C) $a_{BA}^n = \frac{v_{BA}}{l_{BA}} BA$
D) $a_{BA}^n = \frac{w_{BA}}{l_{BA}}$

25. Absolyut harakat deb qanday harakatga aytiladi.

- A) Har qanday qo'zg'almas zvenoga nisbatan olingan harakatga absolyut harakat deb aytiladi.
B) Zvenolarning burchak tezligiga bog'liq bo'lgan harakatga absolyut harakat deb aytiladi.
C) Qo'zg'aluvchi zvenoga nisbatan olingan harakatga absolyut harakat deb aytiladi.
D) Zvenolarning burchak tezlashishiga bog'liq bo'lgan harakat tuchuniladi.

26. Absolyut tezlik qanday topiladi.

- A) $v_b = pb \cdot \mu_v$
B) $v_{cD} = \alpha b \cdot \mu_v$
C) $v_b = pb \cdot \mu_\alpha$
D) $v_A = \alpha b \cdot \mu_v$

27. Agar absissalar o'qiga burchak berilgan bo'lsa u holda burchak masshtabi qanday tanlab olinadi.

- A) $\mu_\varphi = \frac{2\pi}{OM} [pad/mm]$

B) $\mu_{\varphi} = \frac{2\pi}{T} [pa\partial / \text{mm}]$

C) $\mu_{\varphi} = \frac{OM}{2\pi} [pa\partial / \text{mm}]$

D) $\mu_{\varphi} = \frac{DM}{3\pi} [pa\partial / \text{mm}]$

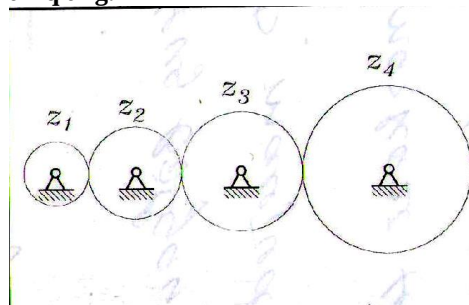
28. Kinematik juftning bog'lanish elementi yuza yoki sirtdan iborat bo'lsa bunda kenatik juft qaysi turga mansub?

- A) murakkab
- B) oddiy
- C) oliy
- D) quyi

29. Kinematik juftning bog'lanish elementi chiziqli yoki nuqtadan iborat bo'lsa bunda kenatik juft qaysi turga mansub?

- A) murakkab
- B) oddiy
- C) oliy
- D) quyi

30. Tishli mexanizmning uzatish nisbati u_{14} ni va uning ishorasini $z_1=20$, $z_2=30$, $z_3=50$, $z_4=100$ bo'lgan hol uchun aniqlang.



- A) $u_{14}=-5$
- B) $u_{14}=5$
- C) $u_{14}=3$
- D) $u_{14}=-3$

31. Rasmdagi ushbu bog'lanish nechanchi sinfdagi kinematik bog'lanishga mansub?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5



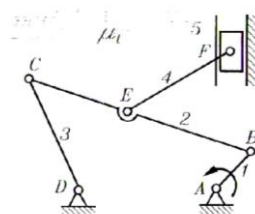
32. Rasmdagi ushbu bog'lanish nechanchi sinfdagi kinematik bog'lanishga mansub?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5



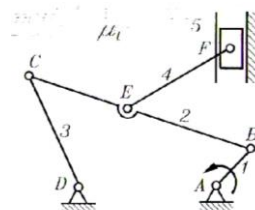
33. Rasmdagi ushbu mexanizmda to'rtinchi bo'g'in qanday nomlanadi?

- A) krivoship(richag)
- B) polzun
- C) shatun
- D) koromislo



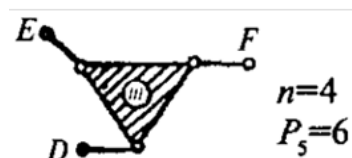
34. Rasmdagi ushbu mexanizmda ikkinchi bo'g'in qanday nomlanadi?

- A) krivoship(richag)
- B) polzun
- C) shatun
- D) koromislo



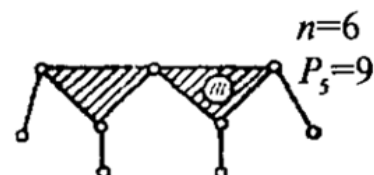
35. Rasmdagi kinematik zanjir nechanchi sinfdagi Assur guruhiga mansub?

- A) 3-sinli 3-tartibli
- B) 2-sinli 3-tartibli
- C) 2-sinli 2-tartibli
- D) 3-sinli 2-tartibli



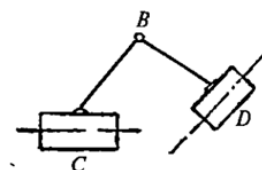
36. Rasmdagi kinematik zanjir nechanchi sinfdagi Assur guruhiga mansub?

- A) 3-sinli 3-tartibli
- B) 2-sinli 3-tartibli
- C) 3-sinli 2-tartibli
- D) 3-sinli 4-tartibli



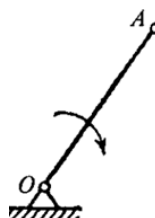
37. Rasmdagi kinematik zanjir nechanchi sinfdagi Assur guruhiga mansub?

- A) 2-sinli 2-tartibli
- B) 2-sinli 1-tartibli
- C) 1-sinli 2-tartibli
- D) 1-sinli 1-tartibli



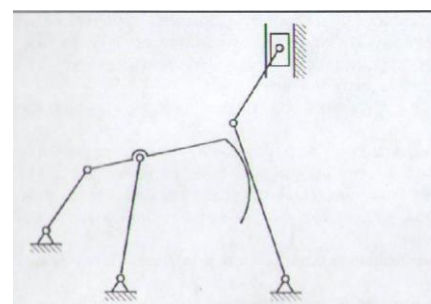
38. Rasmda keltirilgan krivoshipning uzunligi $l=0.32$ m, aylanishlar soni esa $n=115$ ayl/min bo'lsa unda burchak tezligini aniqlang?

- A) 12.03 m/s
- B) 3.85 m/s
- C) 3.85 rad/s
- D) 12.03 rad/s



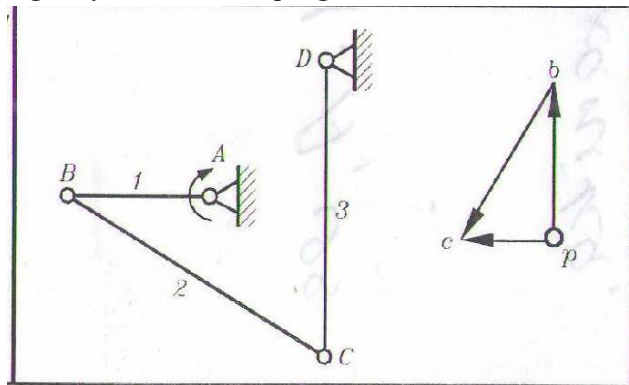
39. Tekis mexanizmning erkinlik darajasini aniqlang

- A) $W = 1$
- B) $W = 0$
- C) $W = 2$
- D) $W = -2$



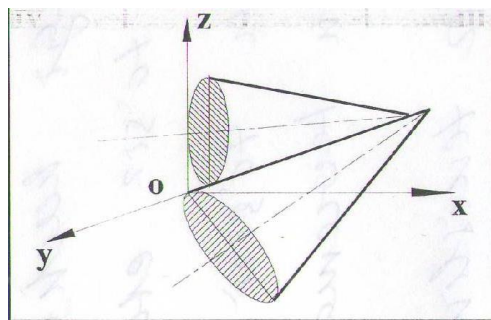
40. Tezliklar plani yordamida shatunning burchak tezligi va yo'nalishini aniqlang

- A) $\omega_2 = \frac{bc \mu_v}{BC \mu_1}$
 B) $\omega_1 = \frac{pb \mu_v}{cd \mu_1}$
 C) $\omega_3 = \frac{l_{AB}}{cd \mu_v}$
 D) $\omega_3 = \frac{CD \mu_1}{pb \mu_v}$
 E) $\omega_3 = \frac{CD \mu_1}{l_{CD}}$



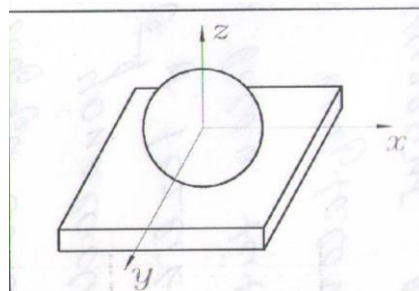
41. Rasmda ko'rsatilgan kinematik juftning sinfini ko'rsating.

- A) IV
 B) I
 C) III
 D) V



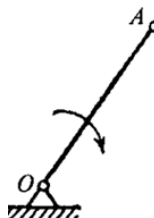
42. Rasmda ko'rsatilgan kinematik juftning sinfini ko'rsating.

- A) I
 B) II
 C) III
 D) IV

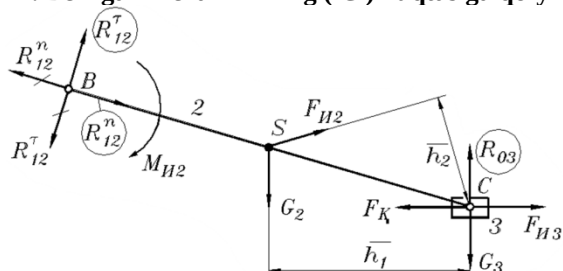


43. Rasmda keltirilgan krivoshipning uzunligi $l=0.45 \text{ m}$, aylanishlar soni esa $n=75 \text{ ayl/min}$ bo'lsa unda A nuqtaning tezligini aniqlang?

- A) $v_A=3.4 \text{ m/s}$
 B) $v_A=3.43 \text{ m/s}$
 C) $v_A=3.53 \text{ m/s}$
 D) $v_A=0 \text{ m/s}$



44. Berilgan mexanizmning (C) nuqtasiga qo'yilgan F_q kuch qanday nomlanadi.



- A) Inertsia kuchi
- V) Reaksiya kuchi
- S) Qarshilik kuchi
- D) Muvozanatlovchi kuch

45. Mexanizm zvenolarining inertsia kuchlari qanday yo'naltiriladi?

- A) Zveno og'irlik markazi tezlik vektoriga parallel ravishda qilib bir tomonga yo'naltiriladi.
- V) Zveno og'irlik markazi tezlanishiga parallel qilib bir tomonga yo'naltiriladi.
- S) Zveno og'irlik kuchiga yo'nalishi teskari yo'nalishda yo'naltiriladi.
- D) Zveno og'irlik markazi tezlanishiga parallel qilib teskari yo'nalishda yo'naltiriladi.

46. Mexanizmning tezlik rejasi masshtabi koeffitsienti qanday aniqlanadi?

A) $\mu_v = \frac{a_B}{Pb}$

V) $\mu_v = \frac{l_{AB}}{AB}$

S) $\mu_v = \frac{v_A}{Pb}$

D) $\mu_v = \frac{v_B}{Pb}$

47. Mexanizmning tezlanish rejasi masshtabi koeffitsienti qanday aniqlanadi?

A) $\mu_a = \frac{a_B}{\pi a}$

V) $\mu_v = \frac{l_{AB}}{AB}$

S) $\mu_a = \frac{a_A}{\pi a}$

D) $\mu_a = \frac{a_A}{\pi b}$

48. Agar yetakchi zveno o'zgarmas burchak tezligi bilan aylansa, u holda uning burchak tezlanishi nimaga teng bo'ladi.

- A) Nolga teng bo'ladi.
- B) Ikkiga teng bo'ladi
- C) Uchga teng bo'ladi
- D) Beshga teng bo'ladi.

$$Y_{SI} = \frac{K_v \cdot K_t}{K_s} \cdot F_i = K_0 \cdot F_i$$

49. Agar zveno to'g'ri chiziqli harakatda bo'lmasa ko'rsatgich hisoblanadi.

ushbu ifodadagi K_0 qanday

- A) K_0 – yo'lining har qaysi kvadrat millimetr yuzaga to'g'ri keladigan Ordinatasi.
- B) K_0 – yo'lining istalgan bir nuqtasiga to'g'ri keladigan ordinatasi.
- C) K_0 - Kordinata o'qlari ordinatasi
- D) K_0 - chiziqli tenglamalar ordinatasi.

50. Agar yo'l diagrammasidan tezlik diagrammasi tezlik diagrammasidan tezlanish diagrammasi hosil qilinsa bu ketma-ketlik qanday nomlanadi.

- A) Grafik differensiallash deyiladi
- B) Integrallash deyiladi

- C) Orttirma usul deyiladi.
D) Integrallash, orttirma usul deyiladi.

51. Berilgan mexanizmning (B) nuqtasi uchun vektor tenglama tuzing.

A)
$$\begin{cases} \vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{AB} \\ \vec{V}_B = \vec{V}_C + \vec{V}_{CB} \end{cases}$$

B)
$$\begin{cases} \vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA} \\ \vec{V}_B = // y - y \end{cases}$$

C)
$$\begin{cases} \vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA} \\ \vec{V}_B = \vec{V}_C + \vec{V}_{BA} \end{cases}$$

D)
$$\begin{cases} \vec{V}_B = \vec{V}_C + \vec{V}_{BC} \\ \vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA} \end{cases}$$

52. Yetaklovchi zvenoni aylanishlar soni berilgan bo'lsa, burchak tezligi qaysi formuladan topiladi?

A) $\omega_1 = \frac{2\pi n}{30}$

B) $\omega_1 = \frac{\pi n}{2\pi}$

C) $\omega_1 = \frac{\pi 30}{n}$

D) $\omega_1 = \frac{\pi n}{30}$

53. Mexanizmni kinematik analizida kuch e'tiborga olinadimi?

- A) E'tiborga olinadi
B) E'tiborga olinmaydi.
C) Moment bilan birga qo'shib olinadi
D) Kuch vektori e'tiborga olinadi

54. Kinematik juftning sinfi qanday ko'rsatgich bilan aniqlanadi?

- A) Bo'g'inlarni tutatish nuqtalari soni bilan
B) Bo'g'inni erkinlik darajasi soni bilan
C) Qo'yilgan bog'lanish sharti soni bilan
D) Bo'g'inlarni soni bilan

55. Tekis mexanizmning kinetostatik tadqiqoti qaysi zvenodan boshlanadi?

- A) Yetaklovchi zvenodan
B) Oxirgi biriktirilgan Assur guruhidan
C) Birinchi biriktirilgan Assur guruhidan
D) Harakatlantiruvchi kuch qo'yilgan zvenodan

56. Ixtiyoriy B nuqta uchun tezlanish vektori tenglamasini yozing.

A)
$$\begin{cases} \vec{a}_B = \vec{a}_B + a_{BA}^n + a_{BA}^t \\ \vec{a}_B = \vec{a}_C + a_{BC}^n + a_{nc}^t \end{cases}$$

B)
$$\begin{cases} \vec{a}_B = \vec{a}_B + a_{BA}^n - a_{BA}^t \\ \vec{a}_B = \vec{a}_C + a_{BC}^n + a_{nc}^t \end{cases}$$

$$C) \begin{cases} \bar{a}_B = \bar{a}_B - a_{BA}^n - a_{BA}^t \\ a_B = a_C - a_{BC}^n - a_{nc}^t \end{cases}$$

$$D) \begin{cases} \bar{a}_B = \bar{a}_B + a_{BA}^n - a_{BA}^t \\ a_B = a_C - a_{BC}^n + a_{nc}^t \end{cases}$$

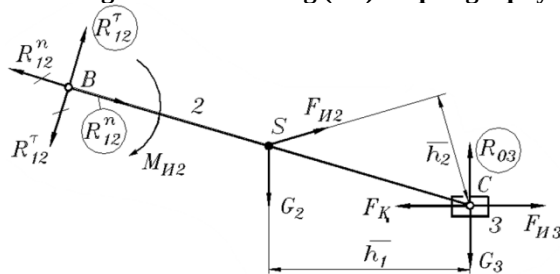
57. Differensiallash yo'li bilan hosil qilingan chiziqlar qanday nomlanadi.

- A) Differensial chiziqlar deb nomlanadi
- B) Integral chiziqlari deb nomlanadi
- C) Differensial integrallash chiziqlari deb nomlanadi
- D) Integral differensiallari deb nomlanadi.

58. Qanday mexanizmlar richagli mexanizmlar deyiladi.

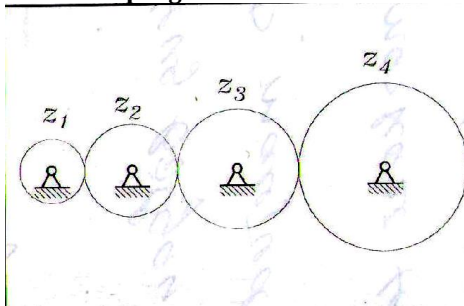
- A) Richagli mexanizm tarkibida faqat aylanma va ilgariylanma harakat qiluvchi quyi kinematik juftlar bo'lgan richagli zvenolardan
- B) Richagli mexanizm deb to'g'ri chiziqli ilgariylanma va qaytar harakat qiluvchi zvenolarga aytiladi.
- C) Aylanma harakatni uzaytib tezlik va tezlantirishni o'zgartirib beruvchi, mexanizmlar richagli mexanizmlar deyiladi.
- D) Richagli mexanizmlar deb faqat aylanma harakat qiluvchi mexanizmlarga aytiladi.

59. Berilgan mexanizmnining (C) nuqtasiga qo'yilgan R_{03} kuch qanday nomlanadi.



- A) Inertsiya kuchi
- V) Reaksiya kuchi
- S) Og'irlik kuchi
- D) Muvozanatlovchi kuch

60. Tishli mexanizmnining uzatish nisbati u_{14} ni va uning ishorasini $z_1=44$, $z_2=60$, $z_3=80$, $z_4=122$, bo'lgan hol uchun aniqlang.



- A) $u_{14}=2.77$
- B) $u_{14}=-2.77$
- C) $u_{14}=1.81$
- D) $u_{14}=-1.81$

Baholash mezoni

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRINING 2018 yil 9 avgustdagi "Oliy ta'lim muassasalarida talabalar
bilimini nazorat qilish va baholashning reyting tizimi to'g'risidagi Nizom"
haqidagi 19 – 2018 sonli buyruqi**

1 Nizomning maqsadi talabalarning fanlarni o'zlashtirishini xolis (ob'ektiv) va aniq baholashini ta'minlashdan iborat.

2. Talabalarning fan bo'yicha o'zlashtirishi joriy, oraliq va yakuniy baholash turlari orqali aniqlanadi.

3. Joriy baholash (JB) – semestr davomida doimiy ravishda o'quv mashg'ulotlari davomida talabaning fan mavzulari bo'yicha har bir laboratoriya ishi va mustaqil ta'lim topshiriqlari sifatida bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash turi hisoblanadi.

JB fanning xususiyatlaridan kelib chiqib og'zaki so'rov, taqdimot, test o'tkazish, kollokvium, muammoli vaziyatlarni (keys stadi) hal etish usullarda o'tkazilishi mumkin

Har bir laboratoriya ishi va mustaqil ta'lim topshiriqlari JB lardan biri siftida qabul qilinadi.

Talabaning JBdan olgan ijobiy baholari asosida unga oraliq baholashni topshirishga ruxsat beriladi.

4. Oraliq baholash (OB) – semestr davomida ishchi fan dasturining

tegishli bo'limi tugagandan keyin talabaning bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash turi hisoblanadi.

OB talaba tomonidan ishchi fan dasturining tegishli bo'limlari mazmunini o'zlashtirish darajasi, talabaning adabiyotlar bilan ishlash amaliy ko'nikmalari, muammoli vaziyatlarini hal etish (keys stadi), tahlil, mantiqiy fikrlash, o'z fikrlarini izchil va aniq bayon qilish qobiliyatini aniqlashga qaratilgan.

OB soni (bir semestrda 2tadan oshmasligi lozim) va shakli (yozma ish, og'zaki, test, kollokvium, hisob- grafik ishi, kurs ishi, kurs loyihasi, ijodiy topshiriq) fan xususiyati va unga ajratilgan soatlar hajmidan kelib chiqqan holda kafedra tomonidan belgilanadi.

5. Yakuniy baholash (YaB) semestr yakunida talabaning muayyan fan bo'yicha nazariy bilim va amaliy ko'nikmalarining talaba tomonidan o'zlashtirish darajasini aniqlash turi hisoblanadi.

YaB asosan tayanch tushuncha va iboralarga asoslangan yozma ish, og'zaki so'rov, test, ijodiy ish kafedra tomonidan belgilangan boshqa shaklda o'tkaziladi. Talaba YaBni belgilangan muddatda topshirishi shart.

6. Talabalar o'zlashtirishini baholash yozma shaklda o'tkazilganda:

- yozma ishning mazmuni va mantiqiy bayon etilganligi;
- savol va topshiriqlarning to'g'ri yondoshilganligi;
- yozma ishni xato va nuqsonsiz bajarilganligi e'tiborga olinadi.

Yozma ish talaba tomonidan mustaqil ravishda yoziladi. Muallif-likni o'zlashtirish (plagiat) ga yo'l qo'yilmaydi. Yozma ishni tekshirishda plagiat

holatlari aniqlanishi, shuningdek ikki yoki undan ortiq yozma ishning mustaqil yozilganligiga shubha uyg'otadigan darajada o'xshash bo'lishi ushbu barcha yozma ishlarga nol ball qo'yish yoki ularga qo'yilgan ballarni bekor qilishga asos bo'ladi.

7. Talabalarining har bir semestrda fanlarni o'zlashtirishi har bir baholash turlari bo'yicha 4 ballik tizimda 5 (a'lo), 4 (yaxshi), 3 (qoni-qarli) va 2 (qoniqarsiz) baholanadi. 5,4,3 baholar ijobiy hisoblanadi.

8. Talabaning fan bo'yicha o'zlashtirishini baholashda quyidagi namunaviy mezonlardan foydalanish mumkin:

5 (a'lo) baho

xulosa va qaror qabul qilish
ijodiy fikrlay olish
mustaqil mushog'ada yurita olish
olgan bilimlarini amalda qo'llay olish
mohiyatini tushunish
bilish, ifodalash, aytib berish
tasavvurga ega bo'lish

4 (yaxshi) baho

mustaqil mushog'ada yurita olish
olgan bilimlarini amalda qo'llay olish
mohiyatini tushunish
bilish, ifodalash, aytib berish
tasavvurga ega bo'lish

3 (qoniqarli) baho

mohiyatini tushunish
bilish, ifodalash, aytib berish
tasavvurga ega bo'lish

2 (qoniqarsiz) baho

dasturni o'zlashtirmaganlik
fanning mohiyatini bilmaslik
mustaqil fikrlay olmaslik

9. Kafedra tomonidan har bir fanning o'ziga xos xususiyatlarini inobatga olgan holda baholash mezonlari ishlab chiqiladi.

10. Baholash turlari bo'yicha tuzilgan savollar mazmuni baholash mezonlariga muvofiq talabaning o'zlashtirishini xolis va aniq baholash imkoniyatini berishi kerak.

Savollar tarkibiga ishchi fan dasturida ko'rsatilgan nazariy materiallar, mustaqil ish, laboratoriya va hisob- grafika ishlari, amaliy mashg'ulotlar materiallari kiritiladi.

11. Hisob- grafika ishlari 4 ballik tizimda ushbu fandan Ya'Nga qadar bo'lgan muddatda topshirilishi shart.

12. Fan bo'yicha OB baholashlardan qoniqarsiz baholangan talaba

YaBgacha bo'lgan muddatda ulardan ijobiy baho olmasa, bu talaba YaNga kiritilmaydi va u talaba akademik qarzdor hisoblanadi.

13. YaNdan qoniqarsiz baholangan talaba akademik qarzdor hisoblanadi.

14. Talaba ON va YaNdan 3,4,5 baho olgan taqdirda, ya'ni ijobiy baholanganda uni qayta topshirishga yo'l qo'yilmaydi. Agar talaba ON va YaB topshirish vaqtida kelmagan bo'lsa, u holda qaydnomaning ushbu talabaga mos keluvchi qatordagi mos katakda "kelmadi" deb yoziladi.

15. Talabaning semestr davomida topshirishi belgilangan ON va YaN larning har biri bo'yicha olingan ijobiy (3,4,5) baholarning o'rtacha arifmetik miqdori yaxlitlanib butun sonlarda (masalan, $(5+4+5)/3=4,5 \approx 5$ yoki $(5+4+4)/3=4,35 \approx 5$ deb olindi) talabalar o'zlashtirish elektron shakldagi Reyting qaydnomasiga qayd etiladi.

Materiallar qarshiligi fanidan talabalarning mustaqil ta'limi-ni baholash amaliy mashg'ulotlarda "Talabalar o'zlashtirishini baholash tizimi to'g'risidagi Nizom" ning 8 bandi 2 abzatsiga muvofiq 4 balli tizimda quyidagi mavzular bo'yicha tavsiya etilayotgan baholash mezonlari asosida og'zaki so'rov shaklida o'tkaziladi

ORALIK NAZORAT

Semestr davomida talabalar 2 ta oraliq nazorati topshiradilar. Har bir oraliq nazorati fan ishchi dasturida belgilangan hisob-grafik ishlari bo'yicha o'tkaziladi.

Birinchi oraliq nazorati - "Cho'zilish va siqilishda statik noaniq masalalarni echish va epyuralarini qurish" va " mavzulari bo'yicha 4 ballik tizimda o'tkaziladi.

Masalani aniqlik darajasini ochib bersa 1.0 ball, ichki bo'ylama kuchni aniqlab epyurasini qurishni tushuntirsa -1.0 ball, uzayishni aniqlab epyurasini qurishni tushuntirsa -1.0 ball, normal kuchlanishni aniqlab epyurasini qurishni tushuntirsa -1.0 ball.

Ikkinchi oraliq nazorat . Egilishda balkalarda (M) va (Q) epyuralarini kurish, egilish deformatsiyasiga tekshirish va vallarni buralish bilan egilishga hisoblash mazulari bo'yicha o'tkaziladi va unga 4 ball reyting belgilanadi.

Ko'ndalang kuch (Q) ni aniqlab epyurasini qurib bersa -1,0 ball, eguvchi moment (M) ni aniqlab epyurasini qurib bersa -1,0 ball, balkani salqiliginani aniqlasa -1,0 ball.

Vallarni buralish bilan egilishga xisoblash mavzusi buyicha bajargan misolining ximoyasiga 1,0 ball belgilanadi: jumladan, valning kesimidagi kuchlanishlarni va mustaxkamlik shartini tushuntirsa -0,5 ball; val diametrining formulasini tushuntirsa -0,5 ball.

Yakuniy nazoratni talabalar "Materiallar qarshiligi" fanining ishchi dasturidagi ma'ruza, amaliy va tajriba ishlari hamda kurs loyihasini o'z ichiga olgan barcha mavzulari yoki materiallaridan tashkil topgan savollar bo'yicha tuzilgan testlar asosida topshiradilar. Bund har biri 30 ta savoldan tashkil topgan

testlar variantlari tuziladi. Talaba tanlagan varianti bo'yicha test savollariga 4 ballik tizimda javob beradi. Ijobiy baholar 3,4 va 5 hisoblanadi.

YaN da test savollariga javoblar sonidan 100 ballik va 4 ballik hamda ijobiy baholash tizimiga o'tish jadvali.

№	To'g'ri javoblar soni	100 bal-lik shkala	4 bal-lik shkala	baho
1	30	100	5,00	5
2	29	96,67	4,78	
3	28	93,33	4,67	
4	27	90,00	4,50	
5	26	86,67	4,27	4
6	25	83,33	4,17	
7	24	80,00	4,00	
8	23	76,67	3,79	
9	22	73,33	3,67	
10	21	70,00	3,50	

№	To'g'ri javob- lar soni	100 bal-lik shkala	4 bal- lik shkala	baho
11	20	66,67	3,29	3
12	19	63,33	3,17	
13	18	60,00	3,00	
14	17	60,0 dan kam	3 dan kam	

YaN dan ijobiy baho olish uchun 30 ta test savolidan kamida 18 tasiga to'g'ri javob berish lozim!

Yakuniy nazorat yozma ish shaklida o'tkazilsa. Yozma ishda kafedra tomonidan topshiriq variantlari tuziladi. Har bir topshiriq vaprian-tida 5 ta savol, jumladan 4 ta savol fanning nazariy qismidan va bitta savol misoldan tashkil topadi.

Bitta misolni to'liq echsa talabaga 3 baho belgilanadi, jumladan to'g'ri sxema chizilsa – 1 ball; to'g'ri yozilgan tenglama uchun – 1 ball va to'g'ri bajarilgan arifmetik hisoblash hamda o'lchov birlik uchun – 1 ball.

To'rtta nazariy savollarga aniq va ravon to'liq berilgan javoblar-ga jami 2 ball belgilanadi, jumladan har bir savolning to'g'ri javobi-ga – 0,5 ball.

ASOSIY ADABIYOTLAR

1	Жўраев А.Ж., Максудов Р.Х.	“Машина ва механизмлар назарияси”.Т., “Фан ва технология”, 2019й. 1-2қисм.
2	Жўраев А.Ж., Мавляев М.Р., Абдукаримов Т., Мирахмедов Ж.Ю.	“Машина ва механизмлар назарияси”.Т., 2014й.
3	К.В.Фролов ва б.	“Машина ва механизмлар назарияси”.Т., “Ўқитувчи”, 1990 й.
4	К.В.Фролов и др.	«Теория механизмов и машин», М., «Высшая школа», 1987 г.
5	И.И.Артоболовский	«Теория механизмов и машин», «Наука», 1987 г.
6	A.Djo`raev va b.	«Mechanizm va mashinalar nazariyasi». Т., O`qituvchi, 2004 у.
7	Ashok G. Ambekar	«Mechanism and machine theory». New-Delhi, 2011.

ҚЎШИМЧА АДАБИЁТЛАР.

6	Ш.Мирзиёев	Эркин ва фаровон демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз.-Т.: Ўзбекистон, 2016.
7		Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси” тўғрисидаги Фармони (“Халқ сўзи” газетаси, 2017 йил, 8-февраль).
8	Ш.Мирзиёев	Буюк келажакимизни мард ва олийжаноб халқимиз билан бирга курамиз.-Т.: Ўзбекистон 2017.
9		Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари” тўғрисидаги қарори (“Халқ сўзи” газетаси, 2017 йил, 12 апрель).
10	Р.П.Рустамхўжаев	“Механизм ва машиналар назариясидан масала ҳамда мисоллар тўплами”, Т., “Ўқитувчи”, 1987 йил.
11	З.Иззатов	“Механизм ва машиналар назариясидан лаборатория машғулоти”, Т.: “Ўқитувчи”, 1979 й.
12	Р.Қодиров	“Механизм ва машиналар назариясидан курсавий лойиҳалаш”, Т.: “Ўқитувчи”, 1990 й.
13	А.С.Коренько	«Курсовое проектирование по теории механизмов и машин». М., 1979 г.
	Балдин В.А., Галевко В.В.	Детали машин и основы конструирования: Передачи: Учебное пособие для вуз. Россия, Москва, 2006 г. – 332 с.
	Чернавский С.А. и др.	Проектирование механических передач. М.: Машиностроение, 1984 г.
	Дунаев П.Ф., Леликов О.П.	“Детали машин: курсовое проектирование” М.: Высшая школа, 1990 г.
	Farberman B.L. va b	Oliy o‘quv yurtlarida o‘qitishning zamonaviy usullari. O‘quv – uslubiy qo‘llanma. Т. : OShMMM.,2002 у. 192 b

Internet Ziya Net saytlari

1. www.google.ru
2. www.madi.ru
3. www.ru.wikipedia.org
4. <http://univer.in/tashkentkiy-avtomobilno-dorozniy-institut>