

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

BUXORO MUHANDISLIK – TEXNOLOGIYA

INSTITUTI

AMALIY MEXANIKA

O`QUV – USLUBIY MAJMUA



Buxoro – 2018

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

BUXORO MUHANDISLIK – TEXNOLOGIYA INSTITUTI

Ro'yxatga olindi:
№ _____
2018 y. “__” _____

“TASDIQLAYMAN”
O'quv ishlari bo'yicha prorektor
prof. Q.T.Olimov _____
“__” _____ 2018 yil.

AMALIY MEXANIKA

O`QUV – USLUBIY MAJMUA

Bilim sohasi:	300000	– Ishlab chiqarish texnik soha
Ta'lim sohasi:	320000	– Ishlab chiqarishlar texnologiyasi
Ta'lim yo`nalishi:	5321500	– Texnologiyalar va jihozlar (tarmoqlar bo'yicha)

Buxoro – 2018

O'quv-uslubiy majmua O'zbekiston Respublikasi Oliy va O'rta maxsus ta'lim vazirligida № _____ raqam bilan ro'yhatga olingan 201_ yil "___" _____ da _____ - sonli buyruq bilan tasdiqlangan namunaviy fan dasturi asosida tuzilgan.

Tuzuvchilar:

Nuriddinov X. -Bux.MTI,
"Mashinasozlik texnologiyasi"
kafedra dotsenti, t.f.n.
Qalandarov N.O.- Bux MTI
"Mashinasozlik texnologiyasi"
kafedra assistenti.

Taqrizchilar:

Gaffarov H.R.- Buxoro muhandislik-texnologiya instituti "Mashinasozlik texnologiyasi kafedra dotsenti.

Nasullayev Z.R. – "Buxoro ta'mirlash mexanika zavodi AJ boshqaruv raisi.

Ushbu o'quv uslubiy majmua "Mashinasozlik texnologiyasi" kafedrasining 2018 yil _____dagi ____-sonli majlisida muhokama qilingan va fakultet uslubiy kengashiga taqdim qilingan.

Kafedra mudiri: _____ dots. N.F. O'rinov

Ushbu o'quv uslubiy majmua "Muhandislik-qurilish" fakultetining 2018 yil _____dagi ____-sonli majlisida ko'rib chiqilgan va institut uslubiy kengashiga taqdim qilingan.

Fakultet dekani: _____ dots. SH.M. Muradov

O'quv uslubiy boshqarma boshlig'i: _____ dots. SH.M. Xojiyev

Mundarija

1.	Ma'ruza mavzulari.....	5
	Amaliy mashg'ulot topshiriq va misollari.....	118
	Tajriba mashg'uloti mavzulari.....	140
	Kurs loyihasini bajarish bo'yicha topshiriqlar to'plami. Bajarishga uslubiy ko'rsatmalar, misollar.....	193
	Mustaqil ta'lim mashg'ulotlari mavzulari.....	232
2.	Glossariy.....	236
3.	Ilovalar.....	239
	Fan dasturi.....	240
	Ishchi fan dasturi.....	248
	Testlar.....	252
	Baholash mezonlari.....	263
4.	Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati.....	270
	O'quv uslubiy majmuaning elektron shakli (CD diskda).....	

I.Ma'ruza mavzulari

Mavzu: Fanning maqsad va vazifalari.

Reja:

- 1.Fanining asosiy qismlari.**
- 2.Mashinalar yaratishga quyiladigan talablar.**
- 3.Parametrlar, mexanizmlar analizi, mexanizmlar sintezi.**
- 4.Mashinalarning funksional klassifikatsiyasi,**
Tayanch iboralar.

Mashina, mexanikaviy mashina, gidravlik mexanizm yoki mashina, mexanizmlar analizi, mexanizmlar sintezi, stanok, tishli tasmali, mexanizmlar, mashina avtomat, fizik kattalik, agregat, ish mexanizmi, mexanizm strukturasi, kinematika, statika, dinamika.

Fanining asosiy qismlari Jamiyat taraqqiyoti, ishlab shiqarish darajasiga, ishlab shiqishdagi Mashina va mexanizmlarning texnika jihatidan qanshalik takomillashganligiga, bu mashina hamda mexanizmlarni bevosita yoki bilvosita boshqarib turuvshi kadrlar malakasiga bog'liqdir. asosan jamiyatimizdagi yosh kadrlarni yuqori darajali malakasiga bog'likdir. Jamiyatni oldin surish ushun yuqori malakali mutahassislar yordamida ishlab shiqarishni unimdorligini oshirish, buning ushun texnikani yanada yangi turlarini kashf etish shu borada rivojlantirishni jahon miqiyosiga kutarish, hamda jamiyatda olg'a qadam tashlashga erishish mumkin.

Mexanika qadimiy fan bo'lib bu fan shu kungacha bir neshta tarmoqlarga bo'linib alohida alohida Fan sifatida revojlaniy kelmoqda. Bugunlik kunda mexanika fani asosan 2 qisimdan iborat bo'lib ulardan biri nazariy mexanika ikkinshisi esa tadbqiqiy mexanika hisoblanadi.

1. **nazariy mexanika** bunda material sistema harakatining umumiy qonuniyatlari va hossalari urganiladi.

2. **tadbqiqiy mexanika** fanning bu tarmog'ida mexanik sistemaning boshqarish prosesslari o'rganiladi. Tadbqiqiy mexanikada – mexanikaning umumiy qonuniyatlari asosida mexanik sistema harakatini boshqarish usullari, bu harakatga tegishli bo'lgan hossalarni kiritish yo'llari urganiladi. Shuning ushun tadbqiqiy mexanika boshqariluvshi prosesslar haqidagi fan deb ataladi.

Tadbqiqiy mexanikada urganiladigan ilmiy masalalardan asosan quyidagilariga tuhtalib utish lozim.

1. tebranishlar va avtomatik me`yorlash hamda boshqarish nazariyasi.
2. MASHINA VA MEXANIZMLAR NAZARIYASI.
3. Ushi shva suzish apparatlari harakatini avtomatik boshqarish nazariyasi.

Demak biz urganayotagan MASHINA VA MEXANIZMLAR NAZARIYASI fani buyuk mexanika tarmog'i qismida joylashgan bir bo`lim bo`lib bugunlik kunda malakali kadrlar tayorlash jarayonida alohida fan tariqasida urganilmoqda.

Mashinalar yaratishga quyiladigan talablar Hammamizga ma`lumki Mashinalar yoki mexanizmlar yaratishda ularga quyiladigan talablar mavjud

bo'lib ular quydagilardan ibozat.

1. Tehnika talablari—Bunda asosan mashina ish unumining yuqor bulishi, aniq harakat qilishi va sifatli mahsulot ishlab shiqarish talab etiladi.

2. Konstruksiyaning ratsional bo'lishi – bunda mashinanig ortiqsha og'irlikdagi qismlari bo'lmasligi, materiallarni tug'ri tanlash va detallardagi haqiqiy kushlanish optimal bo'lishi talab qilinadi.

Mashina yoki mexanizmlarni ularning parametrlari bo'yisha nazoratdan utkazish talab qilinganda qo'yidagi parametrlar ko'zda tutiladi.

1. Konstruktiv parametrlar – maksimal kush va quvvat, siljish, tezlik, tezlanish, zvenolardagi kushlanish, gabarit ulshamlar va og'irliklar.

2. Technologik parametrlar – foydali qarshilik kuchlari yoki quvvat, mahsulotning o'lshov shigarasini ta'minlovshi mashina harakati va ish organining aylanish soni, kesuvshi asboblarning salt yurish tezligi, berilgan seklni bajarish aniqligi, uzelnig qattiqligi va h.k.

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

4. Iqtisodiy parametrlar – mashina uzellarini ishlab shiqarishda tayyorlash narhi, ularni boshqarish va remont narhi, harakatga keltirish ushun sarflangan energiya bahosi va hokazo.

Mashina va mexanizmlarning moddiy boyliklar ishlab shiqarishdagi ahamiyati hozirgi kunda har qashongidan ham oshib bormoqda. Mashina sanoatimizning turli sholarida qul mehnati o'rnini bosmoqda. Mashiea va mexanizmlar og'ir sanoatda, o'rmon hujaligida, aviasiya sanoatida, engil, tuqimashilik, oziq-ovqat sanoati va boshqa tarmiqlarda zo'r samaralar Bilan hizmat qilib kelmoqda.

Bizga ma'lumki har qanday mexanizm va mashina tarkibiga turli tarzda harakat qiluvchi qismlar (zvenolar) kiradi va ularning harakatlar tug'risidagi masalalar hal qilinishi Fan oldiga maqsad qilib qo'yiladi.

Fanida urganish davrida quyidagi ikkita masala hal qilinadi:

1. Mexanizmlar analizi bunda mavjud mexanizmlar knematik va dinamik jihatdan tekshiriladi.

Mexanizmlar analizidan, asosan tehnologik maqsadlar ushun foydalaniladi; mutahasis tehnologlar ushun mexanizmning ayrim no'qtalari harakat qonunini bilish katta ahamiyatga egadir.

2. Mexanizmlar sintezi bunda bizga kerak bulgan ya'ni tehnologik prosesni bajarishda ishlatiladigan mexanizm zvenolaring harakat qonuni berilgan buladi va shu harakat qonuni amalga oshiruvshi mexanizm yaratish talab etiladi. Mutahasis mashinasozlar ushun sintiz problemasining ahamiyati g'oyat kattadir. Turli maqsadlarni amalga oshirmoq ushun yaratilgan turli inshootlar va uskunalarni, asosan ikkita katta gruppaga bo'lish mumkin; birinshisi, qismlari bir – biriga nisbatan quzg'almaydigan, ikkinshisiga esa qismlari bir – biriga nisbatan qo'zg'ala oladigan qurilmalar kiradi.

Qismlari nisbiy harakatda buladigan inshootlar mexanikasi bilan, asosan, MASHINA VA MEXANIZMLAR NAZARIYASI fani shug'illanadi. Inson

biror ishni bajarish davrida ma'lum tartibda harakat qiladi. Mashina yoki mexanizmlar harakati ham insoniyatning harakatlanish prosesidagi 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 shiqarish prosesi yoki energiyani uzgartirish prosesi bilan bog'liq bo'lgan va foydali ish bajarish ushuni muljallangan mexanizmlar yig'indisi **mashina deb ataladi**. Mashina asosan, insonning ish bajarish qobiliyatini oshiruvchi mexanik sistemadan iboratdir. Mashina suzi fransuzsha «**machine**» va lotincha «**mashina**» so'zidan olingan bo'lib ma'nosi inshoot demakdir.

Mexanizm suzi grek meshane so'zidan olingan; bu so'z qurol yoki inshootni anglatadi.

Mashinalarning funksional klassifikatsiyasi, Inshootlar, uskunalar va mashinalar haqida tushunchalar.

Hozirgi davrgacha bo'lgan barcha mashinalarni asosan energitexnika, transport va texnologik guruhlariga bo'lib o'qitilgan edi. Hozir kontrol boshqaruvchi mashinalar va ustqurmalar; matematik va kibernetik mashinalar to'g'risida o'qitilib kelmoqda. Kontrol boshqaruvchi mashinalar mashina sistemasi majmuasida mahsulot olishda qatnashayotgan obektlarni kontrol qilish va boshqarish ishlarini, matematik mashinalar esa turli tipdagi logik operatsiyalarni bajaradi, ammo kibernetik mashinalar insonning bazi 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: kontrol boshqaruvchi va matematik mashinalar, kibernetik mashinalar hamda moslamalar kiradi.

Shunday qilib mashinalarni qo'yidagicha 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».

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

1. mashina divizorlari
2. ish mashinalari
3. uzgartiruvchi mashinalar

Mashina – dvigatellar, ya'ni harakatga keltiruvchi mashinalar (bug' mashinalari, ishki 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) shakli, holati yoki hossasi uzgartiriladi.

O'zgartiruvchi mashinalar. Bu mashinalar yordami bilan bir tur energiya

boshqa bir tur energiyaga aylantiriladi; bunday mashinalarga geniratorlar misol bo`la oladi. Masalan, genirator yordami Bilan mexanik energiya elektr energiyasiga aylantiriladi.

Demak asosiy ishni mashinaning ish organi bajaradi. Masalan, tikuv mashinasinin ish organi uning ninasi, pahta terish mashinasining ish organi shpindellar apparati hisoblanadi. Shundan bizga ma`lumki, har bir mashina tarkibida uning ish organini harakatga keltiruvshi qism ham bulishi lozim ekan. Mashinada ish organiga harakatlantiruvshi kushdan harakat uzatuvshi mexanizm ham bulishi lozim. Yuqorida aytilgan ush qism birga qushilganda mashina agrigati hosil buladi.

Har qanday mashina biror – bir foydali ish bajaradi Mashina narmal holatda ishlashi ushun unda qo`yidagi ushta: 1) mashina ma`lum tartibda tuzilgan bulishi; 2) uning qismlari ma`lum tartibda harakatlanishi; 3) mashina tegishli va kuzlangan maqsad asosida foydali mexanik ish bajarishi shart.

Mashinada shu ush belgidan faqat ikkitasi bo`lib, ushunshisi bulmasa, 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 uzgartirilishi mumkin.

Mexanizm harakati dovrida shu mexanizm zvenolarida sodir buladigan quzg`alish, tezlik, tezlanish, inersiya kuchlarining o`zgarish qonunlarini ma`lum bir dovr ishida urganish – MASHINA VA MEXANIZMLAR NAZARIYASI fanining asosini tashkil etadi.

MASHINA VA MEXANIZMLAR NAZARIYASIni o`rganishda, avvalo, shu mexanizm tarkibiga kiruvshi qismlar (zvenolar) absolyut qattiq jismlar deb, ularning harakati vaqtida shu qismlarda hish bir deformasiya bulmaydi deb faraz qilinadi.

MASHINA VA MEXANIZMLAR NAZARIYASIda fizik kattaliklarning ulshov birliklari ihtiyoriy bo`lsa ham, uzunlik o`lshov birligi sifatida **metr**, vaqt ulshov birligi sifatida **sekund**, kush ulshov birligi sifatida **kilogramm** qabul qilinadi. Qolgan barcha murakkab fizik kattaliklar anna shu asosiy fizik kattaliklarga qarab olinadi.

Jahon va O`rta Osiyo olimlari fanni rivojga 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 qo`shishlar (vertual kushishlar) prinsipini oshib berdilar Koriolis mexanik harakatlardagi o`zara ta`sirning shuqur sirriyotini tushuntirib berdi. Mashhur mexaniklardan I.V.Meshsherskiy (1859 - 1935) o`zining «O`zgaruvshan massali nuqta dinamikasi» (1897) Rus professori P.I. Somovning mexanizmlar geometrikanalizi va sentiziga oid asarlari Bilan o`z hissalarini qushib kelmoqda.

Qishloq ho`jaligi mashinalari mexanikasi sohasida akademik V.P.Goryashkinning (1868 - 1935) hizmatlari g`oyat kattadir.

Peterburg politehnika institutining professori Leonid Vladimirovish Asur

(1878 - 1920) tekislikda harakatqiluvchi sterjenli mexanizmlarning tuzulishi va klassifikasiyasiga oid katta – katta ishlar qildi. L.V. Asur quyi juftlardan tarkib topgan va tekislikda harakat qiladigan sterjenli mexanizmlarning tuzulish qonunini topdi va tekis mexanizmlarni ma`lum klass hamda tartiblarga bo`ldi. Bundan tashqari Yana bir qancha olimlarning qilgan ishlarini aytib utish mumkin.

Ma`ruza ushun savollar.

1. Mashina va mexanizmlar nazariyasi faning maqsadi.
2. Fanning asosiy vazifalari
3. Fanning boshqa fanlar bilan bogliqligi
4. Shu fanning rivojiga vatanimiz olimlarining qo'shgan hissalar.
5. Mashina qanday qyirma.
6. Mexanizmlar mashina hisoblanishi ushun qanday hislatlarga ega b`ylishi lozim.

Mavzu: Mashina va mexanizmlarning asosiy turlari.

Reja.

1. Rishagli mexanizmlar.
2. Kulashokli mexanizmlar.
3. Shesternali (tishli) mexanizmlar.
4. Vintli va ponali mexanizmlar.
5. Friksion mexanizmlar, egiluvshan zvenoli mexanizmlar,

Tayanch iboralar.

Richag, rishagli mexanizm, kulachok, kulachokli mexanizm, tishli mexanizm, vintli mexanizm, ponali mexanizm, gidravlik mexanizmlar, dezaksial, aksial, karamislo, sharnir, polzun.

Mashinasozlikda ishlatiladigan va ishlatilayotgan barcha mexanizmlarning konstruksiyasiga qarab, qo`yidagi gruppalariga bo`linadi.

- 1) Rishagli mexanizmlar
- 2) Kulashokli mexanizmlar
- 3) Shestirnali mexanizmlar
- 4) Vintli va ponali mexanizmlar
- 5) Friksionli mexanizmlar
- 6) Gidravlik va Pnivmatik mexanizmlar
- 7) egiluvshi zvenoli mexanizmlar

Utilayotgan fanimizning nomi hamamizga ma`lum MASHINA VA MEXANIZMLAR NAZARIYASI deb ataladi. Shunday ekan avvalom bor mashina nima va mexanizm nima degan savollarga javob berish lozim.

Mashina - uzi nima? **Mashina** bu inson tomonidan yaratilgan qurilma bo`lib, insoning jismoniy mehnatini osonlashtiradigan, hamda mehnat unumdorligini oshiradigan qurilma mashina deb ataladi. **Mashina** ikki va undan ortiq mexanizmlar tuplamidan tashkil topgan qurilma hisoblanadi.

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

Mexanizmlar zvenolardan tashkil topgan qurila hisoblanadi.

Zveno deganida nimani tushunamiz? zveno deb yagona detal yoki bir nisha

detallarning o'zaro quzg'almas birikmasi zveno deyiladi. Zvenolar bir-birlari bilan o'zaro kinematik juftlar orqali bog'lanadi.

Kinematik juft nima? Bu ikki zvenoning o'zaro nisbiy harakatiga imkon yaratib beradigan bog'lanishiga, yoki biri ikkinshisiga, hamda ikkinshisi birinshisiga nisbatan harakat qila oladigan ikki zvenoning qushilmasiga kinematik juft deb ataladi.

Bog'lanish deganda nima tushuniladi? Bog'lanish ikki zvenoning bir – biri bilan bog'langan qismi bo'lib bu elementlar sirt, shiziq yoki no`qta bulishi mumkun.

Bog'lanishlar turiga qarab kinematik juftlar **qo`yi** yoki **oliy** kinematik juftlarga bulinadi.

Agar bog'lanish elementlari sir tyoki yuza bulsa bunday kinematik juftlar **qo`yi** kinematik juftlar deb, Bog'lanishlar nuqta yoki shiziq bulsa **Oliy** kinematik juftlar deb ataladi.

Zvenolarning kinematik juftlar orqali bog'langan gruppasi **kinematik zanjir** deb ataladi. Kinematik zanjirlar oddiy va murakab, oshiq yoki yopiq holatda bulishi 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 bulgan zvenolarga aytiladi. oshiq kinematik zanjirda shunday zveno borki u faqat bita kinematik juft qiladi. Yopiq kinematik zanjirda esa ikkitadan kam kinematik juft hosil qilmaydi. Mexanizmni yopiq kinematik zanjirning hususiy kurinishi deb qarash mumkin. Mexanizm shunday yopiq zanjirki, undagi bir yoki bir nesha zvenoga harakat berilganda qolgan zenolar ham aniq harakat qiladilar.

Mexanizmlarning tuzulishlarini tekshirish ushun ularning shemasini shizish kifoya.

1. Rishagli mexanizmlar.

Rishagli mexanizm tarkibida faqat aylanma va ilgarilama quyi knematikoviy juftlari bo'lgan rishagli zvenolardan tuzilgan mexanizmdir Rishagli mexanizmlar boshqa mexanizmlarga qaraganda katta kush va quvvat uzatadi va foydali ish koeffisientlari ham yuqori bo'ladi.

Rishagli mexanizm zvenolarini tayyorlash oson, ular mustahkamligi va eyilishga shidamliligi yuqori bo'lgani ushun quvvati katta bo'lgan preslarda, bolg'alash mashinalarida keng ko`lamda ishlatilib kelmoqda.

Rishagli mexanizmlarning turlari va ularning ishlatish shemalari.

Mexanizm shemasi deb undagi zvenolar va kinematik juftlarning masshtabga rioya qilinmagan holatda, shartli belgilashlar orqali grafik tasvirlanishiga aytiladi. Masshtab asosida qurilgan mexanizm shemasi **kinematik shema** deb ataladi. Harakat qonunini belgilagan zveno odatda etakshi yoki **bosh zveno** deb ataladi. Mexanizm tarkibidagi etakshi zvenoning aniq harakat holati qolgan zvenolarning aniq harakat holatini beradi. Mexanizmning tuzilishini tekshirish ushun uning shemasini shizish kifoya. Mihanizmning kinematik va kinetostatik tekshirish ushun uning kinematik shemasi bulishi shart.

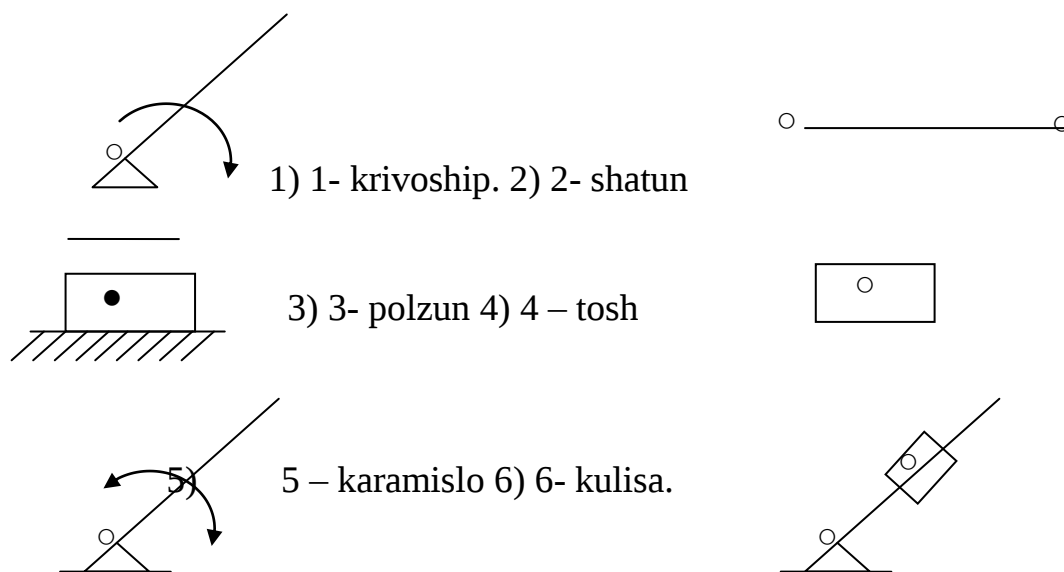
Mexanizmlar turli alomatlariga kura, ajiraladi. Birinshi navbatda ular **Oliy** va **Qo`yi** juftlarga ajiraladi, bunday mexanizmlar **tekis** yoki **fazoviy** bulishi mumkin. Hamma harakatlanuvshi nuqtalari paralel tekisliklarda harakatlangan mexanizmlar **tekis mexanizmlar** deb ataladi.

Bug'inlarning harakatlanuvshi no`qtalari tekis bulmagan troektoriyalar shizib yoki uzaro kesishuvshi tekisliklarda joylashuvshi, harakat dovrida traektoriyalar shizib harakatlangan mexanizmlar **fazoviy mexanizmlar** deb ataladi.

Quyi juftlik mexanizmlar tarkibiga pashangli, ponali va vintli mexanizmlar, **Oliy juftlik mexanizmlar** tarkibiga kulashokli, tishli g'ildirakli, friksion, hrapovik

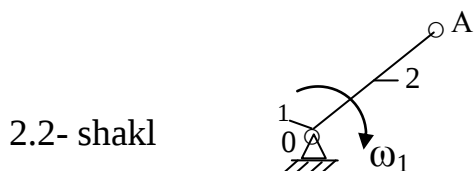
mexanizmlar kiradi.

Mexanizmlar zvenolarining tuzilishlari.



2.1 – shakl.

Rishagli mexanizmlar hozirgi zamon mashina va mexanizmlarida juda ko'p ishlatiladi. Bunday mexanizmlar sterjinli mexanizmlar deb ham ataladi. Biz hozir kuradigan oddiy rishagli mexanizmlar ikki zvenoli bo'lib, u quzg'almas stoyka va uning atrofida aylanuvshi qo'zg'aluvshi zvenodan iborat. (2.2- shakl).



Bu mexanizm asosan qo'zg'almas (1), va o'z o'qi atrofida aylanuvshi (2)-zvenodan krivoshipdan iborat. Bu turdagi mexanizmlar asosan hozirgi zamon mashinalarida va ratasion (aylanma harakat) qiladigan mashinalarda ko'p ishlatilib kelmoqda.

Masalan: elektr motorlari, trubinalar, ventilyatorlar shamol dvigatellari va boshqa shunga o'hshash mashinalar shular jumlasiga kiradi.

Rishagli mexanizmlar tuzilishiga ko'ra, bir nesda turlarga bulinadi.

2. Sharnirli to'rt zvenoli rishagli mexanizm. Bunday mexanizmlar faqat aylanma kinematikaviy juftlar (sharnirlar) dan tuzilgan bo'lib, ular mustaqil mexanizmbo'lishi yoki murakab mexanizmlarning tarkibiy qismini tashkil etishi mumkin.

Ular kurinishi jihatidan bir nesda gruppaga bulinadi:

a) ikki krivoshipli rishagli mexanizm;

b) krivoship – karamisloli mexanizm;

v) ikki karamisloli mexanizm;

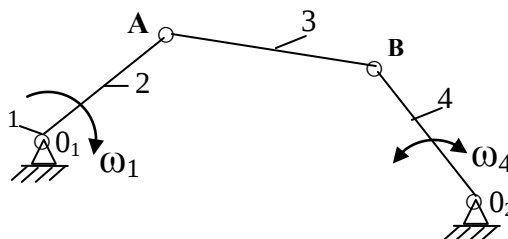
Murakabroq rishagli mexanizmlar hozirgi zamon to`quv va yuk ko`tarish kranlarining asosiy mexanizmi bulgan va tehnikaning turli tarmoqlarida ko`p ishlatiladigan 4-zvenoli mexanizmlardir (2.3- shakl).

1 - qo`zg`almas zveno

2 - tirsakli val (krivoship)

3 - shatun

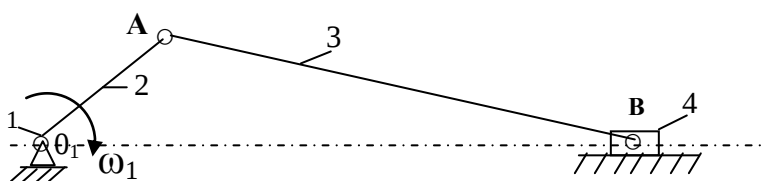
2.3- shakl 4 - karamislo



Bu mexanizmlar asosan bir-biriga sharnirlar yordamida bog`langan bo`lib 4-zvenoli mexanizm hisoblanadi. Bu mexanizm tarkibida birta krivoship va birta koromislo bo`lgani ushun, bunday mexanizm to`rt zvenoli **sharnirli krivoship koromisloli mexanizm** deb ataladi.

3. Krivoshipli – polzunli mexanizm. Bu mexanizm, asosan, krivoship shatun 2, va qo`zg`almas yo`naltiruvshi bo`ylab ilgarilama - qaytar harakatlanuvshi zveno – polzun 3 dan iborat. 2 – shakldagi sharnirli to`rt zvenoli mexanizmdagi koromislo o`rniga polzun o`rnatib, uni qo`zg`almas yo`naltiruvshi bo`ylab harakatga keltirsak u holda bu mexanizm krivoship polzunli mexanizmga aylanadi (2.4- shakl).

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



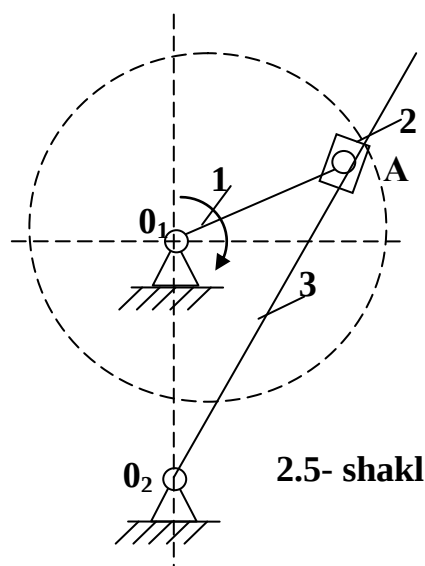
2.4-shakl. 1- qo`zg`almas zveno 3- shatun

2- krivoship 4- polzun

4. **Kulisali mexanizm.** Agar to`rt zvenoli sharnirli mexanizmning tarkibidagi polzun qo`zg`aluvshan yo`naltiruvshidan harakatlansa, bunday mexanizm **kulisali mexanizm** deyiladi. Kulisali mexanizmda (2.5– shakl) krivoship toshga ta`sir etadi. Bu mexanizmda kulisa tebranma harakat qiladi, tosh esa kulisa bilan tebrangan holda krivoship aylanasi bo`ylab harakatlanadi.

Kulisali mexanizmlarning kulisasi to`la aylanishi yoki ma`lum burshakka burilib, tebranma harakat qilishi mumkun. Agar krivoshipning uzunligi - r

krivoship bilan kulisa stoykalari h – oralig'idan katta yani $r > h$ bo'lsa, kulisa 360° ga tula aylanadi, aks holda esa tebranma harakat qiladi.



5. Kulashokli mexanizmlar

Kulashokli mexanizmlar texnikaning hamma – hil sohalarida juda keng ishlatiladi. masalan avtomatik mashinalarda, avtomobillar ishlarida juda yaxshi natijalar berib kelmoqda. 5 – shaklda oddiy kulashokli mexanizmlar tasvirlangan. bu mexanizmlar asosan turt zvenodan: 1- quzg'almas zveno, 2- qo'zg'almas o'q atrofida aylanuvshi zveno (kulashok), 3-rolik, 4- tolkatel (shunga) lardan iborat.

Kulashokli mexanizmlar aksial va dezaksial kulashokli mexanizmlarga bo'linadi 2.6- shakl.

2.6-shaklning A va S lari dezaksial va 2.6- shakl V esa aksial kulashokli mexanizm tarkibiga kiradi.

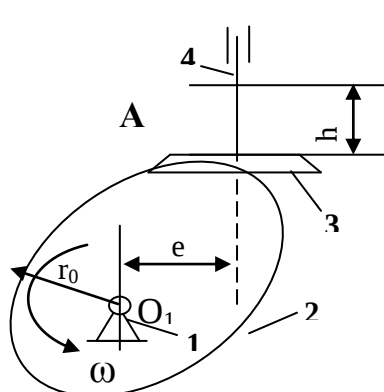
Tolkatelning o'qi kulashokning aylanish o'qi (O_1) dan o'tsa, kulashokli bunday mexanizm aksial (2.5-shakl V) yoki markaziy kulashokli mexanizm deb ataladi; tolkatel o'qi (O_1) nuqtadan utmasa, u holda mexanizm dezaksial kulashokli mexanizmi deb ataladi.

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 paralel bulsa tishli ilashishning bu turi to'g'ri tishli ilashma deb ataladi.

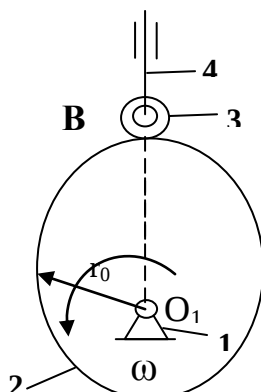
2.6- shakl

Silindrik sirtlarga tishlarning qanday urnatilishiga qarab tishli ilashishlar ikki turga bulinadi. Agar ikkala zvenodagi tishlar silindrning sirtqi yani tashqi yuzasiga o'rnatilgan bo'lsa, bunday ilashish sirtqi ilashish deb

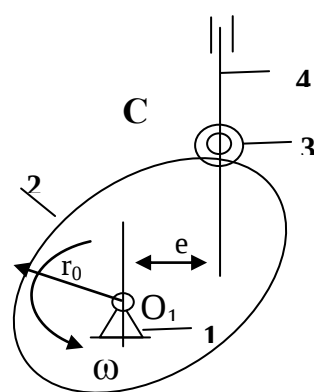
ataladi. G'ildiraklardan birining tishlari silindrning ishki yuzasiga joylashgan balsa bunday ilashish ishki ilashish deb ataladi. Silindrik ilashishda tishli g'ildiraklardan biri reyka balsa, u holda, ilashish reykali silindrik ilashish hisoblanadi



Dezaksial tekis talkatelli kulochokli mexanizm 1-kuzfalmas
zveno: 2-kulachok;
3-rol; 4-tolkatel.



Aksial kulochokli mexanizm 1-kuzfalmas
zveno: 2-kulachok;
3-rol; 4-tolkatel.



Dezaksial kulochokli mexanizm 1-kuzfalmas
zveno: 2-kulachok;
3-rol; 4-tolkatel.

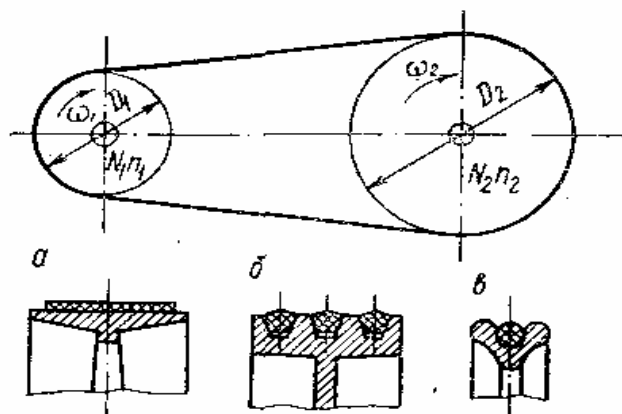
7. Friksion mexanizmlar

Ishqalanish kushining yordami bilan har qanday zvenoning harakati to'htatilishi yoki to'htab turgan zveno harakatga keltirilishi mumkin. Ishqalanish kuchlari yordami bilan harakatga keltiriluvshi yoki to'htatiluvshi mexanizmlar friksion mexanizmlar deb ataladi.

Friksion mexanizmlar texnikaning turli tarmoqlarida mexanizm zvenolarining burshak tezliklarini bir mi'yorda o'zgartirish ushun har hil 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 ishiga oluvshi mexanizmlar ham kup ishlatiladi (2.7.shakl).



2.7 – shakl.

Egiluvchan zvenoli mexanizmlar yordami bilan o'qlari etaklovshi zveno o'qiga paralel va ayqashib o'tuvshi zvenolarga harakat uzatiladi. Bunday

mexanizmlar tuqimashilik sanoatida igruv, to`quv mashinalaridakup ushiratish mumkin.

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

10.elektrik mexanizmlar Tehnikaning turli tarmoqlarida tarkibiga elektrik elementlar kirgan mexanizmlar juda kup ishlatiladi.Bunday mexanizmlarning elektrik jihozlari qatiq egiluvshan va suyuq muhitlar vazifasini utaydi.

Bunday elektrik mexanizmlarning afzalligi shundaki, ularning tarkibiga kiradigan etaklanuvshi zvenlar elektrik jihozlar yordami bilan tez tuhtatilishi yoki tez harakatga keltirilishi mumkin. elektrik mexanizmlar kontrol ishlarida va turli prosesslarni yozib olish ishlarida kup qullanilib kelinadi.

Ma`ruza uchun savollar.

1. Mexanizm qanday turlarga bo`linadi.
2. Qanday mexanizm rishagli mexanizm toifasiga kiradi.
3. Kulashokli mexanizmlar qanday harakat qmiladi.
4. Qanday mexanizmlar shestirnali mexanizm deb ataladi.
5. Vintli mexanizmlarning vazifasi nima.
6. Qanday mexanizmlar friksion mexanizm deb ataladi.
7. Tosmali mexanizmlar qanday mexanizm toifasiga kiradi.
8. Zanjirli mexanizm mexanizmlarning qaysi turiga mansub.
9. Pnivmatik mexanizmlar tehnikaning qaysi sohalarida qo`llaniladi.
- 10.Quyi juftlik mexanizmlar tarkibiga qanday mexanizmlar kiradi.
- 11.Oliy juftlik mexanizmlar toifasiga mansub mexanizmlarni ayting.

Mavzu: MEXANIZMLARNING TUZILISHI.

Reja:

1. Bog`lanishlar tug`risida umumiy tushunchalar.
2. Golonomli bog`lanishlar, golonomsiz bog`lanishlar.
3. Ushlab turuvshi yoki ajiralmas bog`lanishlar.
4. Stasionar va stasionarsiz bog`lanishlar.
5. Ideal va real bog`lanishlar.

Tayanch iboralar.

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

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

Bir yoki bir nesha jism harakatini boshqa jismlarning aniq qonuniyatiga amal qiluvchi harakatiga aylantirib berishga muljallangan qurilmaga mexanizm

deb ataladi.

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

Kuyilgan kuchlar ta'sirida ixtiyoriy harakat kiladigan nuqta **erkin nuqta** deb ataladi. Agar shu ta'sir etuvshi kuchlar ma'lum bulsa, u holda material nuqta traektoriyasi harakatining boshlang'ish shartlariga bog'liq bo'ladi. Material nuqtaning fazodagi harakati, biror geometrik va kinematik haraktyerdagi shartlar bilan sheklab qo'yilsa, bunday material nuqta **erksiz nuqta** deb ataladi. Nuqtaning erkin holatini sheklab turuvshi shartlar (sharoitlar) bog'lanishlar deb ataladi.

Kuyilganlar boglanishlarga tulik mexanik karakteristika berish ushun bog'lanishlarturli belgilarga qarab ma'lum klaslarga ajratiladi. Shu nuqtai nazardan bog'lanishlar qo'yidagi gruppalariga bulinadi.

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

Material nuktaga qo'yilgan bog'lanishlar uning fazodagi harakatigagina shek ko'yib, tezligini sheklamasa 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 buysunadigan mexanik sistemalar **golonomli sistemalar** deb ataladi.

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

Material nuqta doimo harakatlanuvshi sirti vaqt o'tishi bilan o'z shaklini o'zgartirsa, u holda shu sirtning tenglamasi qo'yidagisha bo'ladi.

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

(3.1) agar material nuqtaga quyilgan bog'lanishlar uning fazodagi holatni va tezligini sheklasa, u holda bunday bog'lanishlar **golonomsiz yoki kinematik** bog'lanishlar deb ataladi va uning matematik ifodasi quyidagisha bo'ladi

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

3. Ushlab turuvshi yoki ajralmas bog'lanishlar

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

4. Ushlab turmovshi yoki ajraluvshi bog'lanishlar

Material nuqta harakati vaqtida sirtidan yoki shiziqdan ajraladi. Bunday bog'lanishlar faqat faza sohasini sheklaydi, holos va material nuqta shu shegaradan shiqmaydi.

5. Stasionar bog'lanishlar

Bunda material nuqtaga ko'yilgan geometrik yoki kinematik bog'lanishlar vaktga oshkora bog'liq bulmaydi, ya'ni ular o'z shaklini va holatini o'zgartirmaydi. M: aylanada harakatlanuvshi nuqta $h^2 + u^2 = R$ stasionar

bog'lanishga bo'ysunadi.

6. Stasionarmas bog'lanishlar

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

7. Ideal va rical bog'lanishlar

Bog'lanish effektini reaksiya kushi bilan almashtirish mumkin agar ishqalanish hisobga olinmasa, bog'lanish sirti absolyut silliq bo'lib, reaksiya kushi sirt normalga bo'ylab yo'naladi. Bunday bog'lanish **ideal** bog'lanish deb ataladi. Agar reaksiya kushi sirt normaliga ma'lum burshak ostida yo'nalsa, u holda sirt gadir-budur bo'ladi. Bunday bog'lanish **real** bog'lanish deb ataladi.

8. Kinematik juft va ularning hossalari.

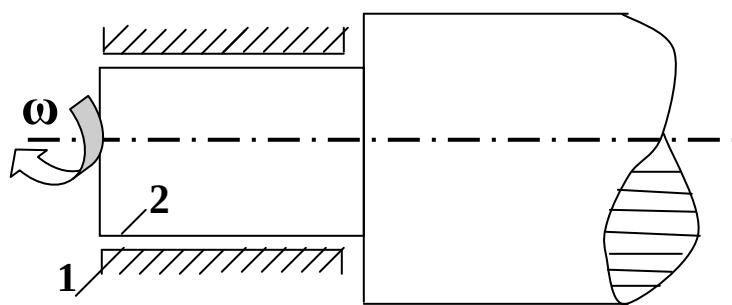
Biri ikkinshisiga yoki ikkinshisi birinshisiga nisbattan harakat qila oladigan ikkita zveno qo'shilmasi **kinematik juft** deb ataladi. Ikki zvenoning bir biri bilan qushilgan (tegishib turgan) erlari juftning elementlari deyiladi.

Mexanizmlar tarkibiga kiruvshi zvenolarning har biri ma'lum belgilangan tartibda harakat qiladi, va bu shart. Agar sistema tarkibiga kiruvshi zvenolar ma'lum belgilangan tartibda harakat qilmasa, u holda, bunday sistema mexanizm bo'lmay, tartibsiz harakat qiluvchi sistema buladi.

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

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

Agar val bilan podshnik erkin zvenolar deb qaralsa, ularning erkin darajalar juftning erkin darajasidan ortiq bo'ladi. kinematik juft tarkibiga kiruvshi zvenolarning nisbiy harakatiga ma'lum darajada shek qo'yiladi. Ana shu kinematik juft tarkibiga kirgan zvenolarning nisbiy harakatiga kuyilgan shek kinematik juftlardagi **bog'lanish shartlar** deb ataladi.



3.1- shakl:

1. podshipnik 2. val ushi (ship).

Mexanizm tarkibiga kiruvshi zvenolvr ilgarilanma, aylanma va murakkab harakat kilishi mumkin. Harakatning bunday turlari kinematik juftlar tarkibidagi zvenolarning nisbiy harakatlariga qo'yilgan sheklarga qarab bo'linadi.

Kinematik juftlar zvenolarning nisbiy harakatiga qo'yilgan sheklar

(boglanishlar) soniga qarab bo`linadi.

Ma`ruza ushun savollar

1. Qanday qurilma mexanizm deb atiladi?
2. Qanday vaziatda bulgan no`qtalarni erkin no`qtalar deb atash mumkin?
3. Qanday shart ostida bo`lgan holatlarga bog`lanishlar deb ataladi?
4. Qanday bog`lanishlarga golinomli bog`lanishlar deb ataladi?
5. Qanday bog`lanishlarga golinomsiz bog`lanishlar deb ataladi?
6. Kinematik bog`lanishlar deganda nimani tushunasiz?

Mavzu: KINEMATIK JUFTLARNING KLASSIFIKATSIYASI.

Reja:

1. Kinematik juftliklarning klassifikatsiyasi.
2. Quyi va oliy kinematik juftliklar.
3. Detal va zvenolar, zvenolar va kinematik juftlarni shartli belgilash.

1. Kinematik juftliklarning klassifikatsiyasi

Sovet olimlaridan akademik Artobolovskiy kinematik juftlarning ma`lum klaslarga bo`lib kinematik juftlarning klassifikatsiyani tuzdi. Bu klassifikatsiya kinematik juftlar tarkibiga kiruvshi zvenolarning nisbiy harakatiga kuyilgan sheklar soniga karab tuziladi. Dobrovelskiyning aniklashiga asosan fazoda kinematik juftlar 5 hil klassga yoki turga bo`linadi.

Golonomli bulinishga buysunuvshi biror ob`ektning fazodagi holatini aniqlovshi bir biriga bog`liqsiz fermentlar soni shu ob`ektning fazodagi holatini aniqlovshi bir biriga bog`liqsiz sonlari shu ob`ektning erkinlik darajasi deyiladi.

Agar ozod jism tekislikda harakat qilsa shu jismga tegishli ikki nuqta oralig`i uzgarmas bo`lib, uning bog`lanish tenglamasi tekislikda va fazoda qo`yidagisha bo`ladi.

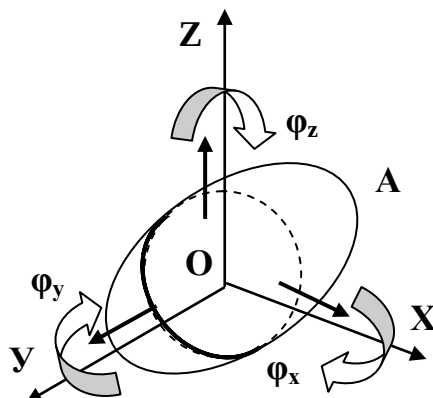
$$\begin{aligned}(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 &= L^2 \\ (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 &= L^2\end{aligned}\quad (4.1)$$

Ikki nuqtaning koordinatalari turtta bo`lib, ular bir biri bilan (4.1) tenglamadagi bog`lanish sharti orqali aloqada bo`ladi. Demak tekislikdagi ozod jismning erkinlik darajasi ushga teng ekan. Umumiy holda fazoda harakat qilayotgan har qanday qattiq jismning erkinlik darajasi oltita bo`lib, ulardan ushtasi H, U, Z, o`qlari buylab ilgarilanma harakatdan ushtasi esa shu o`qlar atrofida aylanma harakatdan iborat bulishi mumkin (4.1 - shakl).

Shunday qilib, fazodagi har bir zveno vaziatini 9 ta koordinata orqali ifodallasak, tekislikdagi zvenoning vaziatini 4 ta koordinata orqali ifodalash mumkin. Agar n ta zveno bulsa, u holda, fazodagi n ta zveno vaziatini 9n ta koordinata orqali, tekislikdagi n ta zvenoning vaziatini esa 4n ta koordinata orqali ifodalanadi.

Agar bu koordinatalar bir – biri bilan hesh qanday bog`lanish orqali

sheklanmagan bo'lsa, u holda, tekislikda ularning erkinlik darajalari $4n - n$ bo'lib, fazoda $9n - 3n$ bo'ladi. Aksinsha, tekislikdagi sistemalar sistemasi $4n$ ta bog'lanish orqali, fazodagi zvenolar sistemasi esa $9n$ ta bog'lanish orqali sheklangan bo'lsa, zvenolar sistemasi qatiq jismga aylanadi, ya'ni ularning erkinlik darajasi nolga teng bo'ladi.



4.1 - shakl:

Shunday qilib sistemaning quzg'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 sheklar soni 6 tadan kam bulishi kerak. Agar 6 ta bulsa, kinematik juftlar hususiyati yo'qolib juft qattiq nisbiy harakatsiz jismga aylanadi.

Demak, bog'lanishlar soni 1-5 shegarada o'zgarar ekan. endi nisbiy harakatdagi erkinlik darajasini N bilan, bog'lash shartlari soniga S bilan berilib qo'yidagi tenglamani hosil qilamiz.

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

Butun kinematik juftlar, ular tarkibidagi zvenolarning nisbiy harakatiga qo'yilgan sheklar soniga qarab, boshta klassga bo'lishni ko'rib urganamiz. Buning ushun (4.2) formuladan foydalanib kinematik juftlarning bog'lanishlarining sonini aniqlaymiz.

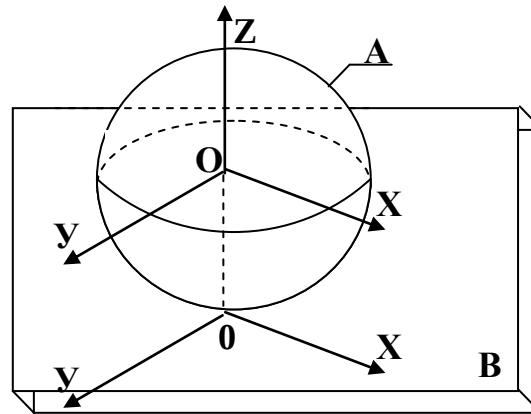
$$S = 6 - N \quad (4.3)$$

(4.3) tenglamadan foydalanib, kinematik juftlarning klassariga oid misollarni ko'rib shiqamiz.

Tekislik ustida shar turibdi, deb faraz qilaylik (4.2-shakl) Shar bilan tekislik birgalikda kinematik juft hosil qiladi. Shar A harfi bilan, tekislik V harfi bilan belgilangan. Shar tekislikda ushta H , U , Z o'qlari atrofida aylanma harakat va H , U o'qlari bo'ylab ilgarilama harakat qiladi.

Shar Z o'qi bo'ylab pastga tomon harakat qila olmaydi, shunki, uning harakatiga tekislik tusqinlik qiladi. Demak, shar bilan tekislik urtasida bog'lanish hosil bo'ladi. Sharining fazodagi vaziatini o'zaro ushta 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, sharning erkin

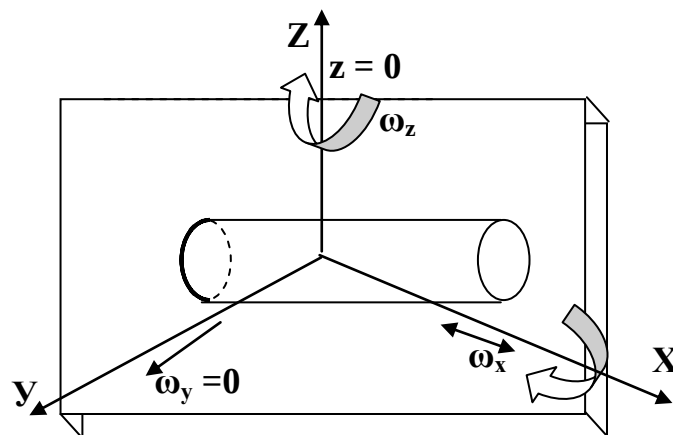


4.2 – shakl. I klass kinematik juft.

harakatiga yana bita shek qo'yamiz. Shunday qilib, sharning 3 ta o'q atrofida aylanma va ikki h, u o'qlari bo'ylab ilgarilama harakatini olamiz. Shunda shar 5 hil harakatda bo'ladi, bu esa sharning erkinlik darajasi sonini bildiradi, bunda bog'lanish tenglamalar soni quyidagisha bo'ladi. **Tekislik bilan shar $S = 6 - N = 6 - 5 = 1$ birinshi klass juft hosil kilinadi.**

Agar tekislik ustida silindr bo'lsa, bu silindr z v ah o'qlari atrofida harakat, h va u o'qlari bo'ylab ilgarilama harakat qiladi. Demak kinematik juft zvenosi bo'lgan silindrning erkinlik darajasi soni 4 ga tengdir (4.3 - shakl).

4.3 – shakl. II klass kinematik juft.



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

$S = 6 - 4 = 2$ II – klass kinematik juftidir.

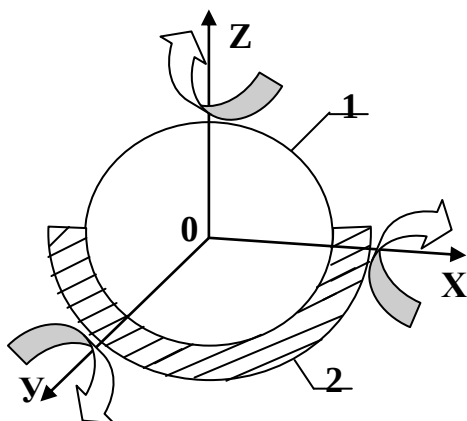
Sferik qobiq ishiga solingan shar bog'ldanishlar soni 3 ushga teng bo'lgan kinematik juftga misol bulla oladi..

1 zveno (shar) sirtqi yuzasi bilan 2 zvenoning ishki yuzasiga doimo tegib turishi va zvenolardan biri ikkinshisiga 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

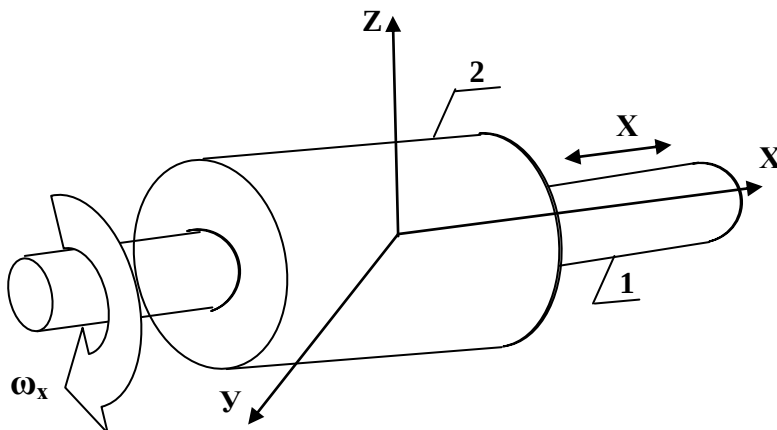
harakati faqat h , u , z o'qlari atrofida bo'ladigan aylanma harakatdan iboratdir (4.4 shakl). Unga qo'yilgan bog'lanishlar soni quyidagisha bo'ladi:

Sarli sharner: $S = 6 - N = 6 - 3 = 3$ ushinshi klass kinematik juft



4.4 – shakl. III klass kinematik juft.

IV klassga oid kinematik juftni ko'rib shiqaylik. Kovak silindr ishiga silindr joylashgan, deb faraz qilaylik (5 - shakl). Shaklda ko'rsatilgan yahlit va kovak silindrlarning elementlari silindrik yuzalar bo'lib, ulardan birining yuzasi (1 - zvenoniki) sirtqi silindrik yuza bulsa, ikkinshisniki (2 – zvenoniki) ishki silindrik yuzadir (4.5 shakl).

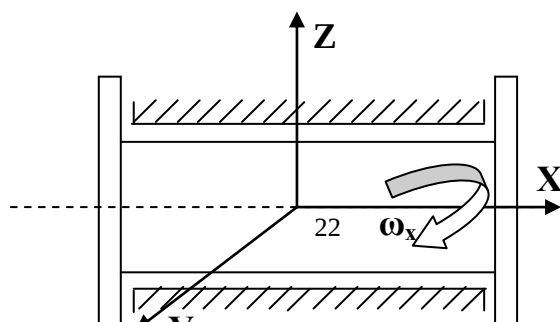


4.5 – shakl. IV klass kinematik juft.

Uning bog'lanishlar soni quyidagitsha. **Ishma ish joylashtirilgan silindr $S = 6 - N = 6 - 2 = 4$ turtinshi klass kinematik juft.**

V klassga oid kinematik juftlar bilan tanishib o'taylik. Agar h o'qi bo'ylab ilgarilama harakatga shek qo'ysak, u holda zveno faqat shu o'q atrofida aylanadi, bordi-yu, aylanma harakatga shek qo'ysak, zveno faqat h o'qi bo'ylab ilgarilama harakat qiladi (4.6 shakl). Demak kinematik juft zvenosiga qo'ilgan bog'lanish shartlarining soni qo'yidagisha buladi:

Yon tomonlariga sheklama urnatilgan ishki va tashki silindrik boglanish $S = 6 - N = 6 - 1 = 5$ beshinshi klass kinematik juft



4.6 – shakl. V klass kinematik juft.

Shaklda ko`rsatilgan v klass kinematik juftning elementlari ishki va sirtqi silindrik yuzalar bilan bir qatorda, ularning yon tomonlariga o`rnatilgan sheklanish 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 qushimsha tenglama orqali bog`langan kinematik juftlar ham ko`p ushraydi.

Yuqorida bayon qilingan beshta klass kinematik juftlarning birinshi klassdan boshqalarining har hil kurinishlari bor. Bu kurinishlar kinematik juft tarkibiga kiruvshi zvenolar nisbiy harakatlarning aylanma yoki ilgarilanma bo`lishiga bog`liqdir. Masalan: II, IV klass kinematik juftlarning ikki hil kurinishi, III, V klass kinematik juftlarning ush hil kurinishi bo`ladi (aylanma, ilgarilanma hamda vintli juftlar).

2. 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 shiziq orqali tegishib tursa, **oliy kinematik juft** deb ataladi.

Kinematik juftlardagi elementlar bir – biriga doimo tegib turishi ushun juftlar yopiq bulishi kerak. Kinematik juftlar ikki yo`l bilan, ya`ni kinematik va kush orqali yopiladi.

Juft shu juft konstruksiyasi orqali kinematik yopiladi.

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

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

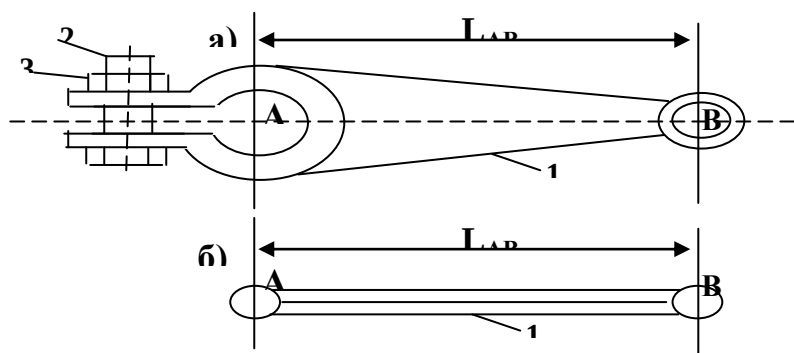
Quyi juftlarda bunday hollar bo`lmaydi. Shuning ushun, nisbiy harakatdagi bog`lanish nuqtasi traektoriyasiga ko`ra, quyi juftlar **qaytar**, oliy juftlar esa **qaytmas** bo`ladi.

4.3. Detal va zvenolar.

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

Bir yoki bir nesha detalning mustahkam birikmasi zveno bo`ladi (8 - shakl). Zveno hususiy holi detaldir. 4.7 - shakl a da shatun zvenosi

tasvirlangan. Bu zveno asosan ush qismdan yani (ush detaldan): Shulardan shatun (1), bolt (2) va gayka (3) lardan iborat. 4.7 – shakl b da shu zvenoning kinematik shemasi tasvirlangan.



4.7- shakl. a) Zveno. b) Kinematik shema.

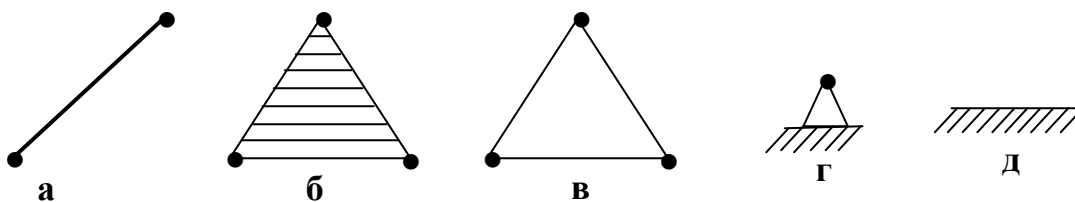
Mexanizmlar nazariyasini o`rganishda, asosan, mexanizmlarning kinematik shemasini tuza bili shva u bilan ishlash katta ahamiyatga egadir. Odatda, mexanizm tarkibidagi zvenolar (yoki detallar) va kinematik juftlar konstruktiv jihatdan ishlab shiqilgan va texnologik prosessga moslashtirilgan mahsus shakllarga (konfiguratsiyalarga) muvofiqlashtiriladi.

Odatda, mexanizm tarkibidagi zvenolar (yoki detallar) va kinematik juftlar konstruktiv jihatdan ishlab shiqilgan va texnologik prosessga moslashtirilgan mahsus shakllarga (konfiguratsiyalarga) muvofiqlashtiriladi.

4.Zvenolar va kinematik juftlarni shartli belgilash.

1. Zvenolarni belgilash

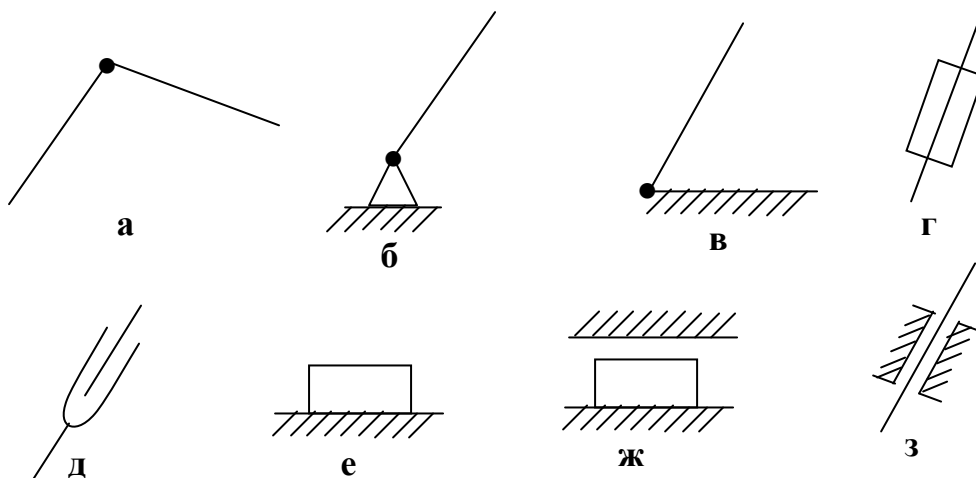
- 1) Ikki kinematik juft hosil qiluvchi harakatlanuvshi zveno (4.8- shakl, a);
- 2) ushta kinematik juft hosil qiluvchi harakatlanuvshi zveno (4.8-shakl, b, v)
- 3) qo`zg`almas zveno (4.8-shakl g, d).



4.8 – shakl .

2. Quyi kinematik juftlarni belgilash.

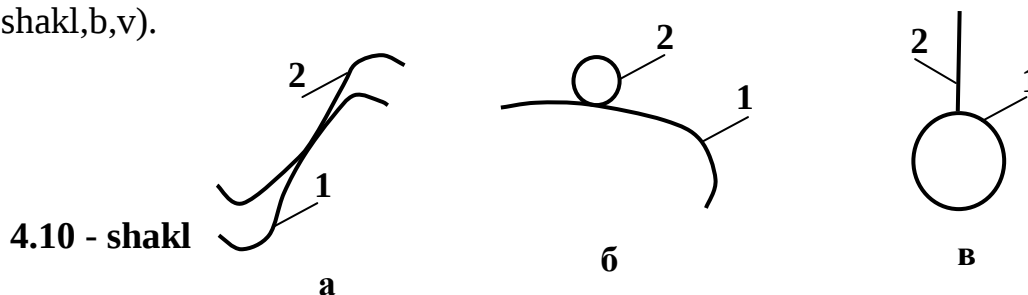
- 1) Ikkita harakatlanuvshi zvenoning aylanma kinematik juft hosil qilishi (4.9 - shakl, a);
- 2) quzg`almas va quzg`aluvshan zvenolarning aylanma kinematik juft hosil qilishi (4.9 – shakl, b, v)
- 3) qo`zg`aluvshan zvenolarning ilgarilama kinematik juft hosil qilishi (10 - shakl, g, d);
- 4) qo`zg`aluvshan va qo`zg`almas zvenolarning ilgarilama kinematik juft hosil qilishi (4.9 - shakl, e, j, z).



4.9 - shakl

3. Oliy kinematik juftlarni belgilash.

- 1) tishli g'ildiraklarda tishlarning kinematik bog'lanishi (4.10- shakl, a);
- 2) kulashokli mexanizmlarda zvenolarning kinematik bog'lanishi (4.10- shakl, b, v).



4.10 - shakl

Bir nesda zvenolarning kinematik juftlar vositasi bilan birikishidan (bog'lanishidan) hosil bo'lgan qo'zg'aluvshi sistema kinematik zanjir deb ataladi.

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

Ma`ruza ushun savollari.

1. erkinlik darajasi deganda nimani tushunasiz?
2. Jismning erkinlik darajasi neshta buladi?
3. Fazodagi har bir zveno vaziyati neshta koordinata orqali ifodalanadi?
4. Tekislikdagi sistemalar sistemasi neshta bog'lanish orqali aniqlanadi?
5. Kinematik juftlar tarkibidagi zvenolarning oniy nisbiy harakatlari bir – biriga bog'liq bo'ladimi?

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 Asur-Artobolevskiy klassifikatsiyasi.

Tayanch iboralar.

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

1. Kinematik zanjirlar va ularning turlari

Bir nasha zvenoning kinematik juftlar vositasi bilan birikishidan (bog'lanishidan) hosil o'lgan qo'zg'aluvshi sistema kinematik zanjir deb ataladi. Masalan. 2 va 3 zvenolar V klass aylanma kinematik juft orqali V no'qtada bog'lanib, kinematik zanjir hosil qiladi (5.1 - shakl).

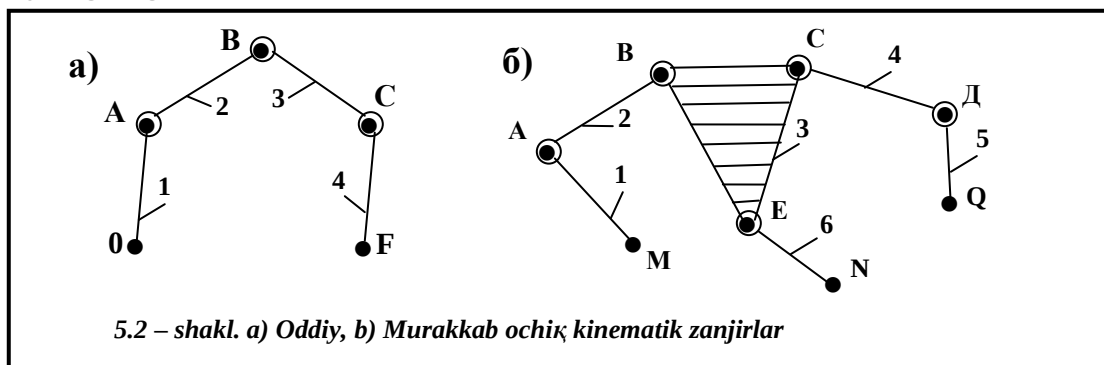
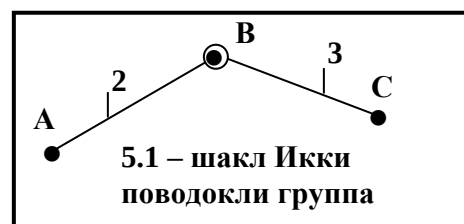
Shaklda ko'rsatilgan zvenolarda ikki hol bo'lishi mumkin: birinshidan, zvenolarning ikkalasi ham quzg'aluvshan bo'lib, bir-biriga nisbatan aylanma harakat qila oladi. Ikkinshidan zvenolarning biri quzg'almas bo'lib, ikkinshisi birinshisiga nisbatan (yoki, aksinsha, birinshisi ikkinshisiga nisbatan) V sharnir vositasida aylanma harakat qiladi.

Kinematik zanjirlar, tarkibidagi zvenolar hiliga ko'ra oddiy va murakkab zanjirlarga bo'linadi. Agao 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 qushilsa, bunday zanjir **murakkab zanjir** deb ataladi (5.2 - shakl, a, b).

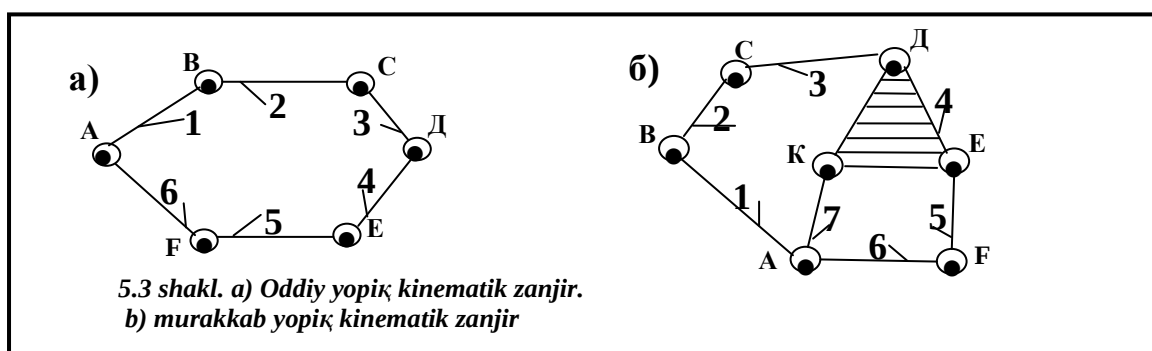
Shunday qilib 5.2 shakl a da hosil qilingan 4 zvenoli kinematik anjir oddiy oshiq zanjir bo'lib, uning O va F elementlari erkin elementlardir. 5.2 shakl, b da esa M, N, va Q lar erkin elementlar hisoblanadi.

5.2. shakldagi tasvirga kura, murakab kinematik zanjirlar tarkibida bazisli zvenolar bo'lib, bu zvenolar ush yerdan kinematik juftlarga qushilish imkoniyatiga egadir.



Zanjirlar oddiy va murakab turlarga bo'linibgina qolmay balki oshiq va yopiq kinematik zanjirlarga ham bo'linadi. oddiy va murakab oshiq zanjirlar 5.2

– shakl a va b da ko`rsatilgan. Kinematik zanjirlar tarkibiga kiruvshi har bir zveno eng kamida ikkita kinematik juftga qushilsa, bunday zanjirlar yopiq zanjirlar deb ataladi (5. 3 shakl).



Yopiq kinematik zanjirlarda erkin elementlarning bulmasligi shakldan kurinib turibdi. 5.3. a – shakldagi oddiy yopiq kinematik zanjir oltita zveno va oltita kinematik juftdan tashkil topgpn.

5.3. b – shakldagi murakab yopiq kinematik zanjirda zvenolar soni 7 ta, kinematik juftlar soni esa 8 ta, shunki A nuqtada 1,6,7 zvenolar kinematik juft hosil qilgan. bunday hollada A nuqtada ikkita kinematik juft bo`ladi.

5.2. Kinematik zanjirlarning erkinlik darajasi.

Kinematik zanjirlar bir nesha zvenoning kinematik juftlar vositasida birikishidan hosil bo`ladi.

Kinematik zanjirning quzg`aluvshanlik darajasi  $N$ , kinematik zanjir tarkibidagi zvenolar soni  $K$  demak turli klass 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 tegishlisha  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  va  $R_5$  harflari bilan belgilasak, u holda kinematik zanjirning umumiy erkinlik darajasi qo`yidagi ifoda orqali aniqlanadi:

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

bu formuladan N – kinematik zanjirning erkinlik darajasi;

K – kinematik zanjir tarkibiga kiruvshi zvenolarning umumiy soni;

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

R_4 - kinematik zanjir tarkibidagi IV klass kinematik juftlar soni (ularning har biri 4 tadan bog`lanish qo`yilgan);

R_3 - kinematik zanjir tarkibidagi III klass kinematik juftlar soni (ularning har biri 3 ta dan bog`lanish

qiyilgan);

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

R_5 - kinematik zanjir tarkibidagi V klass kinematik juftlar soni (ularning har biri 1 tadan bog'lanish qo'yilgan);

Agar kinematik zanjir tekislikda bo'lsa, u holda, (5.1) ifoda quyidagisha yoziladi:

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

Demak bir zvenosi qo'zg'almas bo'lgan kinematik zanjirning qo'zg'aluvshanlik darajasi quyidagisha aniqlanadi:

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

$K - 1 = n$ deb olsak, yuqoridagi ifodani qo'yidagisha yozib olishimiz mumkin:

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

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

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

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

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

Kinematik zanjirlar tarkibiga kiruvshi zvenolardan birini mahkamlab qo'yish 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 **etaklovshi zvenolar**, etaklovshi zvenolar harakat qonunlariga qarab aniqlanishi lozim bo'lgan zvenolar **etaklanuvshi zvenolar** deb ataladi. Shu bizga ma'lum buldiki har bir mexanizmدا etaklovshi va etaklanuvshi zvenolar bo'ladi.

Kinematik zanjir tarkibiga kiruvshi qo'zg'almas biror zvenoga nisbatan bir yoki bir nesha zveno muayyan tartibda harakatlangan vaqitda zanjirning qolgan zvenolari ham ma'lum tartibli harakat qilsa, bunday kinematik zanjir mexanizm deb ataladi.

Tekislikda harakat qiluvchi mexanizmlar qo'yidagisha ta'riflanadi.

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

Bunday mexanizmlarning tuzilish formulasi rus akademigi P. L. Shebishev 1986 yilda jahonda birinshi bo'lib isbotladi.

Bu formula quyidagisha yoziladi:

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

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

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

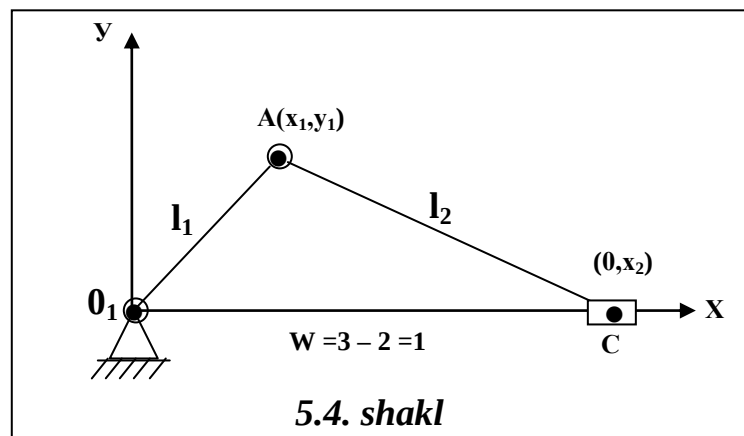
R_5 – V klass (tekislikda II klass) kinematik juftlar soni;

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

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

P. L. Shebishevning tuzilish formulasidan foydalanib, mexanizmlar-ning qo'zg'aluvshanlik darajasini aniqlaymiz. Agar qo'zg'aluvshi zvenolar soni bilan kinematik juftlar soni aniqlanib, sistemaning qo'zg'aluvshanlik darajasi nol' bulsa, bunday sistemaning birorta zvenosi ham harakat qila olmaydi, bu SA sistemaning ferma ekanligini bildiradi. Agar mexanik sistemaning qo'zg'aluvshanlik darajasi birga teng ($W = 1$) bo'lsa, bu sistema bitta etaklovshiga zvenoga ega mexanizm hisoblanadi. Agar berilgan mexanik sistemaning qo'zg'aluvshanlik darajasi ikkiga teng bulsa yani ($W = 2$) bulsa, bunday sistema ikki etaklovshi zvenosi bo'lgan mexanizm hisoblanadi.

Agar 5.4.shakldagi sistemaning qo'zg'aluvshanlik darajasini koordinatalar orqali topmoqshi 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: $W = 3 - 2 = 1$.



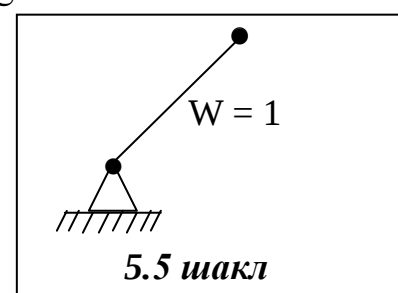
Kinematik juftlar nazariyasi bayon etilganda oliy juftlarning elementlari nuqta yoki shiziq, quyi juftlarning elementlari esa sir tyoki tekislik bo'lishi ma'lum.

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 klass quyi juftga ega bo'lgan ekvivalent mexanizm bilan almashtirsak buladi. Almashtirilgan bunday kinematik zanjirlar **kinematik ekvivalent sistemalar** deb ataladi.

5.4.Tekis mexanizmlarni hosil qilish, Mexanizmlarning Asur - Artobolevskiy klassifikasiyasi.

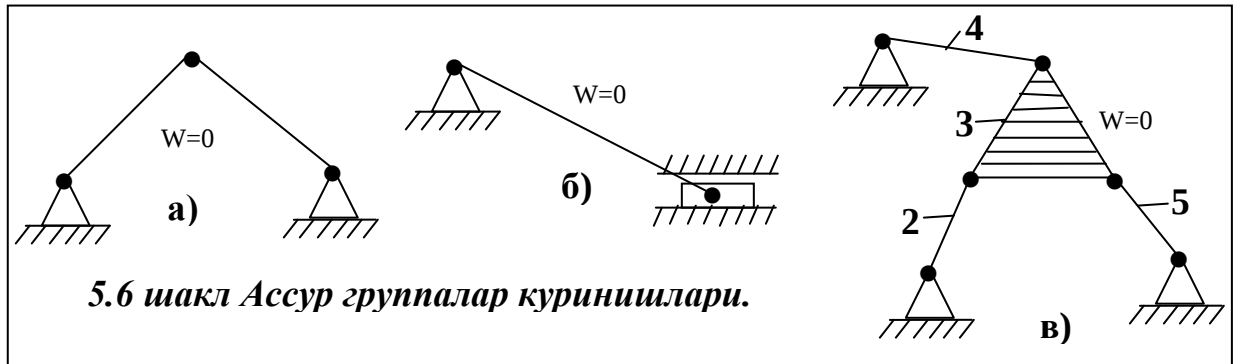
Har qanday mexanizm asosga o'rnatilgan bo'lib, bu asos shartli ravishda qo'zg'almas zveno deb qaraladi. Shemalarda qo'zg'almas zveno shtrih shiziqqlar bilan belgilanadi. Qo'zg'almas zveno hamda u bilan aylanma kinematik

juft hosil qiluvchi zvenodan tashkil topgan sistema bolang'ish mexanizm deyiladi (5.5 shakl). Bunday mexanizmning qo'zg'alvshanlik darajasi 1 ga teng ya'ni:



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

Kup zvenolardan tashkil topgan mexanizmlarning qo'zg'aluvshanlik darajasiga teng bo'lib qolishi ushuni qo'shiladigan kinematik zanjirning qo'zg'almas zveno bilan hosil qiladigan yopiq zanjirning qo'zg'aluvshanlik darajasi nolga teng bulishi kerak. Bunday kinematik zanjirlar Asur gruppalar deyiladi (5.6 shakl a, b, v).



Yuqorida aytilganlarga va keltirilgan misollarga ko'ra, Asur gruppalarining hosil bulish shartlari quyidagisha:

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

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

Asur gruppalar rishagsimon zvenolar va quyi kinematik juftlardan tashkil topgan. Agar mexanizm tarkibida oliy kinematik juft mavjud bo'lsa, u quyi kinematik juftli bita qo'shimsha zveno bilan almashtiriladi.

(5.6) ifodadan ko'rinib turibdiki, zvenolar kasr son bo'la olmaslik shartiga ko'ra, Asur gruppalaridagi zvenolarning va unga mos keladigan kinematik juftlarning soni quyidagi qiymatlardan biriga ega buladi:

$$n = 2 \quad n = 4 \quad n = 6 \quad n = 8$$

$$p_1 = 3 \quad p_1 = 6 \quad p_1 = 9 \quad p_1 = 12 \text{ va h. k.}$$

Asur gruppalar akademik I. I. Artobolevskiy taklif etgan klassifikasiya bo'yisha quyidagi klasslarga bo'linadi:

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

II klass. Ikki zvenodan tashkil topgan grupp.

III klass. Tarkibida 3 tomonli yopiq va oshiq kontur bo'lgan grupp.

IV klass. Tarkibida 4 tomonli yopiq konturli bo'lgan grupp.

V klass. Tarkibida 5 tomonli yopiq konturli bo'lgan grupp.

Ma'ruza ushun savollari.

1. Qanday mexanizmlar Asur gruppasi deyiladi?
2. Asur gruppada mexanizmning quzg'aluvshanlik darajasi neshaga teng buladi?
3. Fazodagi har bir zveno vaziyati neshta koordinata orqali ifodalanadi?
4. Tekislikdagi sistemalar sistemasi neshta bog'lanish orqali aniqlanadi?

Mavzu: MEHANIZIMLARNING KLASSIFIKASIYASI.

Reja:

1. **Mexanizmlarning rasional klassifikatsiyasiga nisbatan qo'yiladigan talablar.**
2. **Tekislikda harakat qiluvchi mexanizmlar klassifikatsiyasi.**
3. **Quyi kinematik juftli II klass 2 – tartibli gruppaning modifikatsiyalari.**

Tayanch iboralar.

Gruppa, klass, oshiq kinematik zanjir, povodok, yopiq zanjir, quzg'aluvshanlik, erkin juft, kinematik zanjir.

MASHINA VA MEXANIZMLAR NAZARIYASI taraqqiyotining dastlabki davrlarida mexanizmlarning tuzilishi va klassifikatsiyasi sohasida kulgina olimlar ishladilar. XVIII asrning ohirlarida fransuz olimlaridan Gaspar Monj mexanizmlarni harakat uzatish turiga ko'ra klassifikatsiya qilishga urindi. XIX asrning birinchi yarimida (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'zhashlik borligini ko'rsatib utdi.

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

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

Mexanizmlar klassifikatsiyasi shu mexanizmlarning vazifalariga (funktional belgilariga) ko'ra tuzilsa ham o'ladi, ammo bunday klassifikatsiya mavjud barcha mexanizmlarni o'z ishiga ololmas edi, shunki asosi bir bo'lgan va hozirgi zamon texnikasida eng ko'p tarqalgan mexanizmlardan – krivoship – shatunli, turt 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 ishki yonuv mashinasining asosiy mexanizmidir.

Tekislikda harakat qiluvchi mexanizmlar I. I. Artobolevskiyning klassifikatsiyasiga binoan ushinishi 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 ushinishi guruhiga kiradi. I. I. Artobolevskiy klassifikatsiyasiga binoan, quyidagi besh guruh mexanizmlar ushun asosiy tuzilish formulasini olamiz.

Nolinshi guruhga tegishli mexanizmlar tarkibida umumiy holda besh hil klass kinematik juft bo'ladi:

$$W_0 = 6n - 5P_5 - 4P_4 - 3P_3 - 2P_2 - P_1 \quad (6.1)$$

Birinshi guruhga oid mexanizmlar tarkibiga kiruvshi zvenolarga bita

umumiy bog'lanish qo'yiladi. Mexanizmning tuzilish formulasi quyidagisha buladi:

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

Demak, birinshi guruhga kiruvshi mexanizmlar tarkibida, umumiy holda, I klass kinematik juftlar bulmas ekan.

Ikkinshi guruhga tegishli mexanizmlar ushun tuzilish formulasi qo'yidagisha bo'ladi:

$$W_2 = 4n - 3P_5 - 2P_4 - P_3 \quad (6.3)$$

(6,3) formuladan ko'rinib turibdiki, ikkinshi guruhga tegishli mexanizmlar tarkibida umumiy holda I va II klass kinematik juftlar bo'lmas ekan.

Ushunshi guruhga tegishli mexanizmning tuzilish formulasi qo'yidagisha buladi:

$$W_3 = 3n - 2P_5 - P_4 \quad (6.4)$$

To'rtinshi guruhga tegishli mexanizmlarning tuzilish formulasi quyidagisha bo'ladi:

$$W_4 = 2n - P_5 \quad (6.5)$$

To'rtinshi guruh mexanizmlari tarkibiga faqat V klass aylanma, ilgari lama yoki vintli kinematik juftlar kirishi (6.5) formuladan ma'lum.

Shunday qilib, nolinishi guruhga tegishli mexanizmlar tarkibida, umumiy holda, besh hil kinematik juft bulishi, hususiy holda esa faqat har hil tekisliklarda harakat qiluvchifaqat V klass kinematik juftlar bo'lishi kifoya ekan.

Tekislikda harakat qiluvchi mexanizmlar klassifikatsiyasi.

Biz hozirgi kunda ishlatilayotgan mexanizmlar va mashinalarning hili birgina tuqimashilik sanoatida 2000 dan ortiq ekanligi ma'lum. Demak barcha mexanizmlarni tekshirish, ularni kinematik va dinamik nuqtai nazardan o'rganish ushun ularni ma'lum klassifikatsiyaga bo'lish va har qaysi klassga tegishli mexanizmlarni o'rganishning ma'lum metodlarini yaratish lozim buladi.

Tehnikada ushraydigan barcha mexanizmlarni ularning erkinlik darajalari soniga qarab asosan quyidagi ushta klassga bo'lish mumkin:

1. **I k l a s s m e h a n i z m l a r.** Bu klassga erkinlik darajasi 1 ga teng bo'lgan mexanizmlar kiradi. Masalan, Batan mexanizmi, planetar mexanizmlar, kulashokli mexanizm va boshqalari.

2. **II k l a s s m e h a n i z m l a r.** Bu klasslarga erkinlik darajasi 2 ga teng bo'lgan mexanizmlar kiradi. o'lar tehnika da juda ko'p tarqalgan bo'lib, bularga – differensial mexanizmlari, besh zvenoli mexanizmlar va shunga o'hshash mexanizmlar kiradi.

3. **III k l a s s m e h a n i z m l a r.** Bunday mexanizmlar gruppasiga erkinlik darajasi 3 ta va undan ortiq bo'lgan mexanizmlar kiradi.

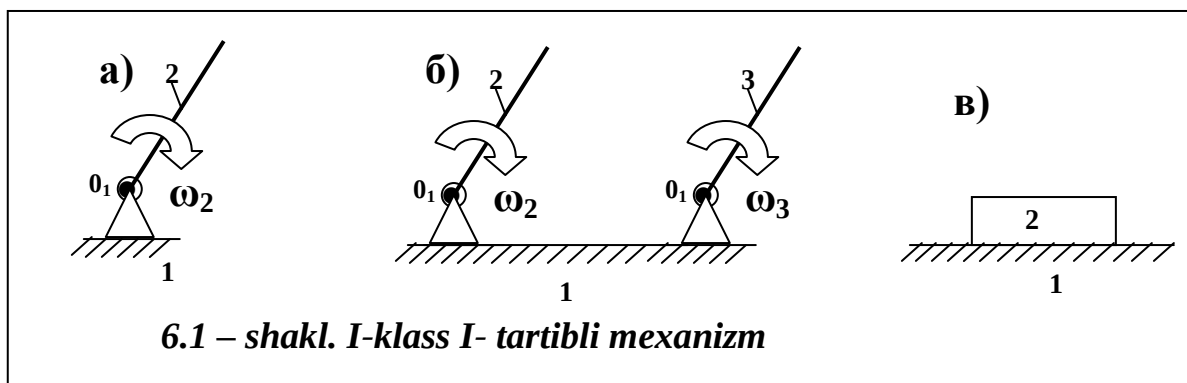
Mexanizmlavrning hosil qilinishiga oid asosiy prinsipni A. V. Asur birinshi marta ishlab shiqdi; uni quyidagisha tariflash mumkin:

Har qanday mexanizm etaklovshi zveno bilan (yoki etaklovshi zvenolar bilan) qo'zg'almas zvenoga (stoykaga) qo'zg'aluvshanlik darajasi nolga teng bulgan kinematik zanjirlarni (gruppalarni) ketma – ket qo'sha borib hosil qilinishi mumkin

Har qanday mexanizmning qo'zg'aluvshanlik darajasi (erkinlik darajasi)

shu mexanizmning etaklovshi zvenolari soniga teng bo'ladi. Agar mexanizmning qo'zg'aluvshanlik darajasi birga teng bulsa, u holda, uning etaklovshi zvenosi ham bita bo'ladi, agar mexanizmning qo'zg'aluvshanlik darajasi ikkiga teng ($W=2$) bo'lsa uning etaklovshi zvenolari ikkita bo'ladi.

L. V. Asur qo'zg'almas zveno bilan V klass kinematik juft hosil qiluvchi, ya'ni etaklovshi zveno bilan qo'zg'almas zvenoni (stoykani) shartli ravishda 1 klass 1- tartibli mexanizm deb atadi (6.1. shakl a, b va v).



6.1 shakl, a da 2 – zveno qo'zg'almas zveno (1) ga nisbatan ω_2 burshak tezligi bilan aylanmoqda. 1 zveno bilan 2 zveno birga qo'shilib, 0 nuqta V klass aylanma kinematik juft hosil qiladi.

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

Haqiqatdan 6.1.- shakl, a, b, v larda ush hil I klass mexanizmlar ko'rsatilgan. Shakldagi har bir mexanizmni qo'zg'aluvshanlik darajasini aniqlab olamiz; 6.1 – shakl a $W = 3n - 2P_5 = 3 \cdot 1 - 2 \cdot 1 = 1$ ga teng

6.1 – shakl b $W = 3n - 2P_5 = 3 \cdot 2 - 2 \cdot 2 = 2$ ga teng

6.1 – shakl v $W = 3n - 2P_5 = 3 \cdot 1 - 2 \cdot 1 = 1$ ga teng

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

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

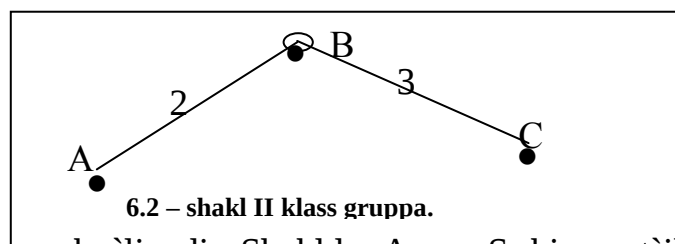
L. V. Asur tarkibiga faqat quyi kinematik juftlar kirgan gruppalarni tekshirib shiqd, u holda bunday gruppalarning matematik ifodasi quyidagisha bo'ladi:

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

(6.6) tenglama qo'zg'aluvshanlik darajasi nol bo'lgan gruppalar (kinematik zanjirlar) tarkibidagi zvenolar soni bilan V klass kinematik juftlar orasidagi bog'lanishni ifodalaydi. Shunga asosan (6.6) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozamiz: $P_5 = \frac{3}{2} n$ (6.7)

Gruppalardagi zvenolar soni juft sonlardan, ya'ni 2, 4, 6, 8, ... lardan V klass kinematik juftlar soni esa, tegishlisha, 3, 6, 9, 12, 15, ...lardan iborat ekanligi (6.7) formuladan kurinib turibdi.

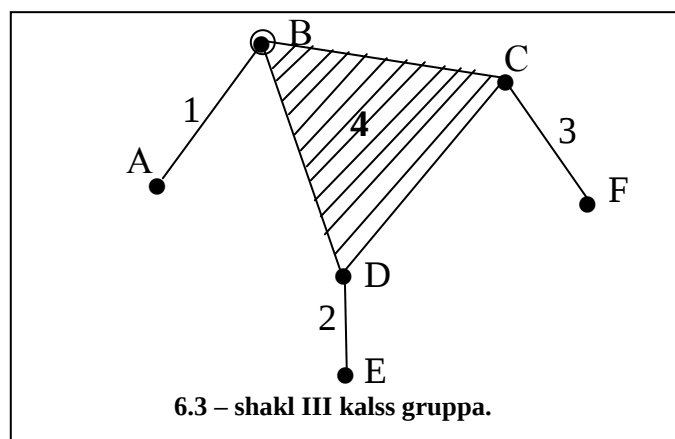
6.2. – shaklda ko'rsatilgan kinematik zanjirning qo'zg'aluvchanlik darajasi nolga teng ($W=0$). Bu grupp **ikki povodokli** grupp deb ataladi.



Gruppalar klaslarga bo'linadi. Shaklda A va S kinematik juft elementlari bo'shdir, ularni boshqa elementlar bilan qo'shish mumkin.

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

Demak, erkin juft elementlari ushta bo'lgani ushbu bu hil oshiq kinematik zanjir **ush povodokli** grupp yoki III klass grupp deb ataladi.



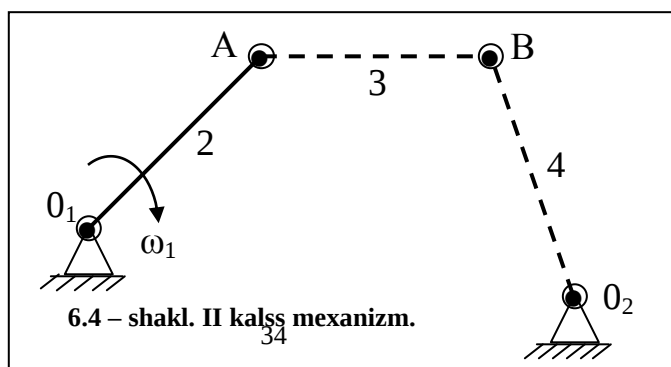
Ikki povodokli gruppada kinematik juftlarning erkin elementlari ikkita bo'lgani ushbu, u II klass 2 – tartibli grupp deb ataladi.

Yuqorida bayon etilgan 2, 3, 4, 5, - tartibli gruppalar **Asur gruppalar** deb ataladi. Agar grupp tarkibida ikkita zveno va ushta V klass juft bulsa, bunday grupp II klass va 2 – tartibli grupp deb yoki ikki povodokli grupp deb ataladi.

Tarkibiga faqat II klass 2 – tartibli gruppalar kirgan mexanizmlar II *klass mexanizmlar* deb ataladi. Bunday mexanizmlar I klass (yoki boshlang'ish) mexanizmlarga II klass 2 – tartibli Asur gruppasini qo'shish yo'li bilan hosil qilinadi (6.4 – shakl). Bu mexanizm to'rt zvenoli mexanizm bo'lib, hozirgi zamon texnikasida eng kup ushiraydigan mexanizmlardan biri hisoblanadi.

Bu mexanizm quyidagisha hosil qilinadi:

I klass mexanizmga (1, 2 zvenolarga) II klass 2 – tartibli Asur gruppasi qushiladi (3, 4 zvenolar), natijada II klass mexanizm hosil qilinadi.

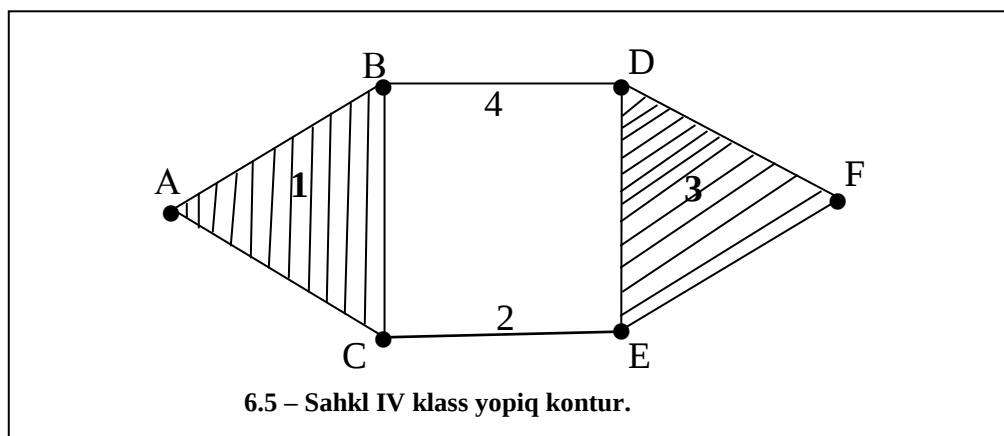


Turta zvenosi va oltita V klass kinematik jufti boʻlgan yopiq kinematik zanjirni koʻrib shiqamiz (6.5. – shakl). Bu quzgʻaluvshi yopiq sistema hisoblanadi.

Shakldan kurinib turibdiki, yopiq konturning bazisli zvenolaridagi kinematik juftning A va F elementlari erkin holdadir. Yopiq konturning A va F erkin elementlari konturning nisbiy harakatiga taʼsir etmaydi. Konturning istalgan zvenosiga nisbatan qoʻzgʻaluvshi ekanligini bili shva tuzilish formulasidan foydalanib, quzgʻaluvshanlik darajasini topish mumkin.

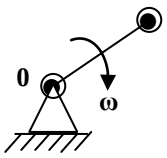
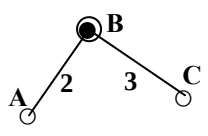
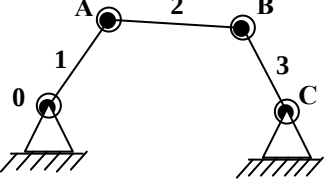
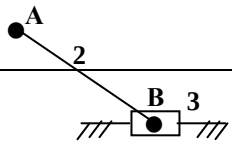
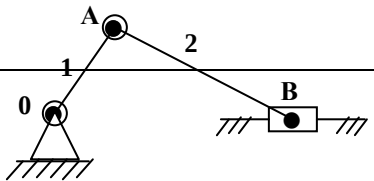
Shunday qilib, bu yopiq konturdagi erkin elementlardan birini (A ni) I klass mexanizm krivoshipdagi erkin element bilan, ikkinshisini qoʻzgʻalmas zvenodagi element bilan qoʻshib, Yangi mexanizm hosil qilish mumkin.

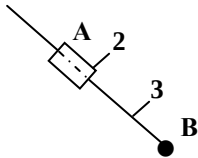
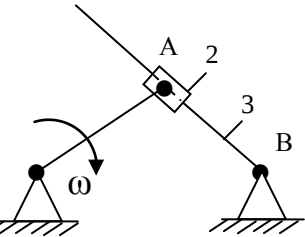
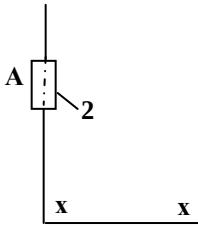
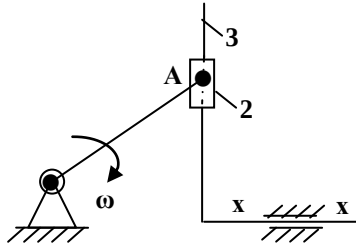
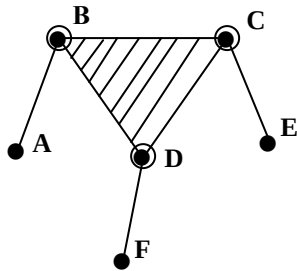
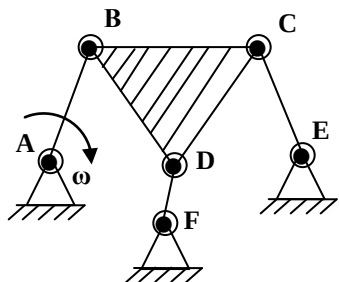
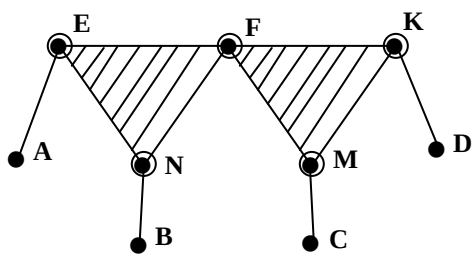
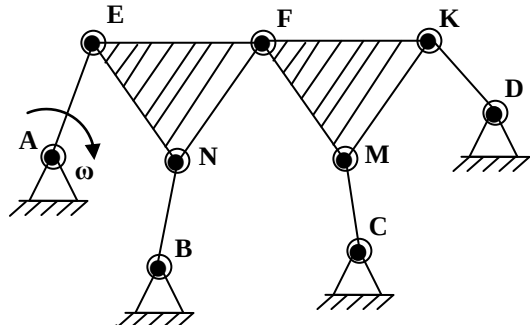
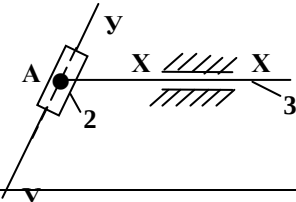
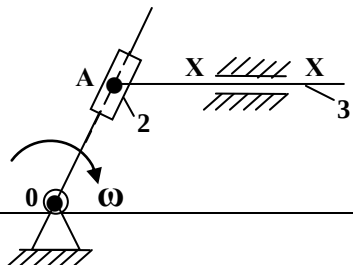
6.5 – shakldagi yopiq kinema zanjirda bazisli ikkita zveno (AVS va EDF) boʻlib, SVDE konturning nisbiy qoʻzgʻaluvshanlik darajasi birga tengdir. Shunday yopiq konturli gruppalar IV klass 2 – tartibli gruppalar deb ataladi. Bunday gruppalar asosiy mexanizmga A va F elementlari bilan qoʻshiladi va quyidagi 6.6 – shakldagi mexanizm hosil boʻladi.

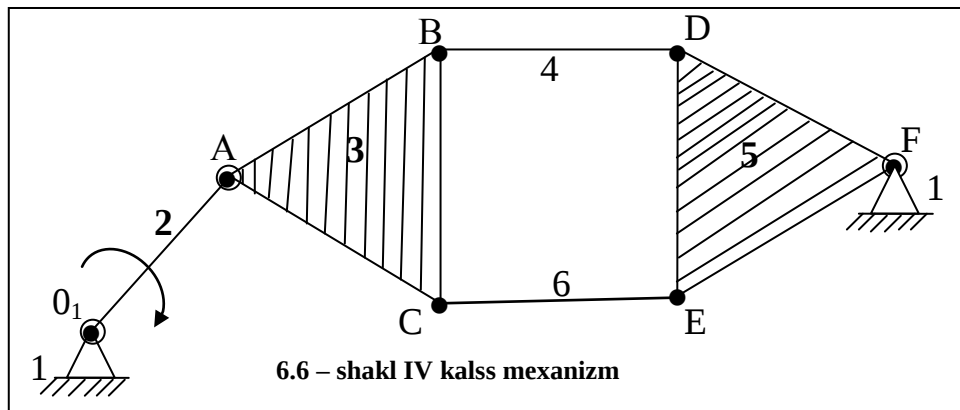


.1- jadval.

Tartib raqami	Povodoklar soni	Kinematik juftlardagi erkin elementlar soni	Assur gruppasi		Gruppaning kinematik shemasi	Gruppaning Assur bo`yisha klassi	Gruppaning Artobolevskiy bo`yisha klassi	Gruppaning qo`zg`aluvshanlik darajasi $W = 3n - 2p_5 - p_4$	Hosil bo`lgan mexanizm ning kinematik shemasi	Mexanizmnin qo`zg`aluvshanlik darajasi $W = 3n - 2p_5 - p_4$	Mexanizmlar klassi va tartibi		
			Gruppadagi soni	Gruppadagi kinemat`ik juftlar soni							Artobolevs		Asur buyisha
											kiy buyisha		
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	-	-	-	-	Shakl 1a -	-	-	-	Shakl 1a ¹ +	I	I	I	-
II	2	2(A, S)	2	3	Shakl 2a +	I	II	0	Shakl 2a ¹ +	I	II	I	2
III	2	2(A,H H)	2	3	Shakl 3a +	I	II	0	Shakl 3a ¹ +	I	II	I	2
IV	2	2(A, V)	2	3	Shakl 4a +	I	II	0	Shakl 4a ¹ +	I	II	I	2
V	2	2(A,H H)	2	3	Shakl 5a +	I	II	0	Shakl 5a ¹ +	I	II	I	2
VI	3	3(A ₁ F ₄ E)	4	6	Shakl 6a +	I	III	0	Shakl 6a ¹ +	I	III	I	3
VII	4	4(A, V,S, D)	6	9	Shakl 7a +	I	III	0	Shakl 7a ¹ +	I	III	I	4
VIII	2	2(HH, UU)	2	3	Shakl 8a +	I	II	0	Shakl 8a ¹ +	I	II	I	2

1	6	10
I	0 Shakl - 1a	Shakl - 1a ¹ 
II	 Shakl 2a	Shakl - 2a ¹ 
		

III	Shakl - 3a	Shakl -3a ¹
1	6	10
IV	 Shakl - 4a	 Shakl -4a¹
V	 Shakl - 5a	 Shakl -5a¹
VI	 Shakl- 6a	 Shakl -6a¹
VII	 Shakl- 7a	 Shakl -7a¹
VIII	 Shakl - 7a	 Shakl -7a¹



Shunday qilib, tarkibida IV klass 2 – tartibli gruppalar boʻlgan mexanizmlar **IV klass mexanizmlar** deb ataladi.

Agar bir mexanizm tarkibida I, II, III va IV klass gruppalar boʻlsa, shu mexanizm klassi eng yuqori klassli grupp nomi bilan yuritiladi.

Hozirgi zamon texnikasida eng koʻp tarqalgan mexanizmlar II, III klass mexanizmlardir. Shuning ushuni biz, asosan II va III klass mexanizmlar bilan tanishib oʻtamiz.

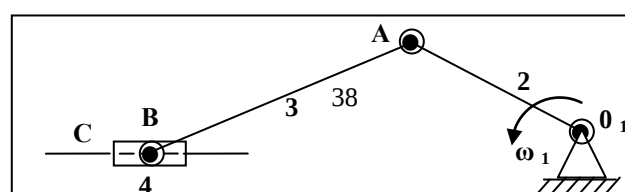
Grupp va mexanizmlar klassifikatsiyasi qoʻyidagi jadvalda keltirilgan.

Quyi kinematik juftli II klass 2 – tartibli gruppning modifikatsiyalari.

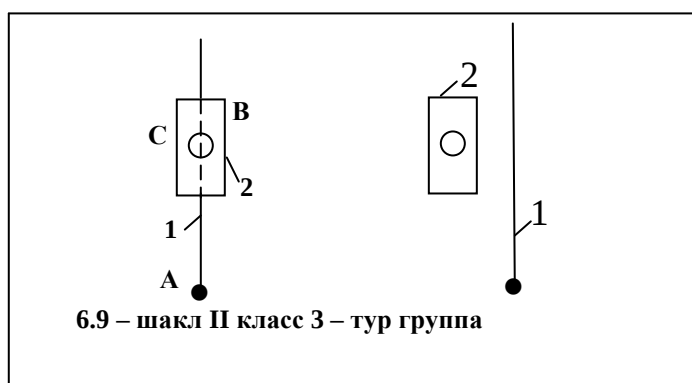
Mashina va mexanizmlar hozirgi zamon texnikasining asosidir. Texnikaning turli tarmoqlarida tarkibiga II klass 2 – tartibli gruppalar kirgan mexanizmlar juda koʻp ushiraydi. Shuning ushuni ham Asur gruppasiga alohida tuhtalib maqsadga muvofiq buladi.

Agar bu gruppada ikkita zveno va ushta aylanma juft bulsa, bunday grupp II klass 1 – tur grupp deb ataladi (6.2 shakl). Bu gruppni asosiy mexanizmga qoʻshish yoʻli bilan V klass aylanma juftli har hil II klass mexanizmlar, masalan, turt zvenoli, besh zvenoli, olti zvenoli, sakkiz zvenoli vash u kabi mexanizmlar hosil qilinadi.

Agar grupp tarkibida ikkita zveno, ikkita aylanma va bita ilgarilama juft bulsa, bunday grupp II klass 2 – tur grupp deb ataladi (6.7 shakl). Bunday gruppalarni asosiy mexanizmga qushish yoʻli bilan V klass aylanma va ilgarilama kinematik juftlari boʻlgan har hil II klass mexanizmlar hosil qilinadi.



Agar II klass 1 – tur gruppaning o`rta sharnirini (aylanma juftni) ilgarilanma juft bilan almashtirsak, hosil bo`lgan grupp II klass 3 – tur Asur gruppasi deb ataladi (6.9 shakl).



Bunday gruppalarni asosiy mexanizmga qo`shish yo`li bilan V klass aylanma va ilgarilanma juftlari bo`lgan kulisali har hil mexanizmlar hosil qilinadi.

Ma`ruza ushun savollar.

1. Asur grupp deganda nimani tushunasiz.
2. Klaslar bir – birlaridan qanday farqlanadi.
3. Hozirgi zamon texnikasida eng ko`p tarqalgan mexanizmlar qaysi klass mexanizmlar hisoblanadi.
4. Qanday oshiq kinematik zanjir **ush povodokli** grupp yoki III klass grupp deb ataladi.
5. Agar mexanizmning qo`zg`aluvshanlik darajasi birga teng bulsa, u holda, uning etaklovshi zvenosi neshiga teng bo`ladi,

Mavzu: TEKISLIKDA HARAKATLANUVSHI MEHANIZIMLAR KINEMATIKASINI GRAFIK VA ANALITIK TEKSHIRISH METODLARI.

Reja:

1. Mexanizmlar kinematikasining asosiy masalalari, mexanizmlarning turli vaziatdagi planlarini tuzish.
2. Tekislikda harakatlanuvshi mexanizm zveno nuqtalarining tezlik va tezlanish-larini topish.
3. Diagrammalar yordami bilan mexanizmlar kinematikasini o`rganish (grafik kinematika)

Tayanch iboralar.

Oniy aylanish, aylanish markazi, absalyut, uzunlik, zveno, kinematika, grafaanalitik,

1. Mexanizmlar kinematikasining asosiy masalalari.

Mexanizmlar kinematikasi alohida Fan bo'lib, u asosan mexanizmlar kinematikasini uning harakati bilan bog'liq bo'lgan kuchlarni hisobga olmagan holda o'rganiladi.

Mexanizmlar kinematikasida, asosan, mexanizmlar holatlari tuziladi, mexanizmlar zvenolaridagi nuqtalarning traektoriyalari vash u zvenolardagi nuqtalarning shiziqli siljishi, tezligi va tezlanishlari, zvenolarning esa burshak siljishi, tezligi va tezlanishlari topiladi.

Kinematikani o'rganishning analitik, grafik va grafoanalitik metodlari bo'lib, bularning am ziga hos hillari bor, Masalan: analitik metoda yopiq vektorli konturlar metodi, to'g'ri burshakli koordinatalar metod iva trigonometrik metodlar bor.

Hozirg 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 tug'ri baho berib bo'lmaydi.

Har qanday mexanizm ma'lum tartibda harakat qilishi shart, bu harakat mexanizm tarkibidagi etaklovshi zvenoning harakat qonuniga bog'liq bo'ladi. Mexanizmlardagi anna shu haraktlarni urganish mexanizmlar kinematikasining asosiy masalasidir.

Tekislikda harakat qiluvchi ko'p zvenoli mexanizmlardan kupining tarkibida zveno harakatlari, umuman ush hida buladi.

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 shiziqli harakatda bo'lishi mumkin. Polzun, zolotnik, kulisa va boshqa shunga uhshash zvenolar shunday zvenolar jumlasiga kiradi.

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

Mexanizmlar harakatlarini o'rganish dovrida ularning absalyut va nibiy harakatlarga bo'lib urganiladi. Mexanizm tarkibidagi zvenolarning har qanday qo'zg'almas zvenoga nisbatan olingan harakatlari absalyut harakat deb hisoblansa, quzg'aluvshi sistemaga (zvenoga) nisbatan olingan harakatlari esa nisbiy harakatlar deb ataladi. Qo'zg'almas o'q atrofida aylanuvshi zvenoning oniy aylanish markazi shu aylanish o'qida bo'ladi; bu markaz absalyut harakatdagi oniy markaz deb, shu zvenoning harakati quzg'aluvshan biror zvenoga nisbatan olinsa, nisbiy harakatdagi oniy markaz deb ataladi.

Haqiqatdan tabiatda absalyut harakat mavjud emas, shunki har qanday sodir bo'ladigan barcha zvenolar harakatlari, tirik jon va jamiki kuruladigan harakatlar biz istasak- istamasakda biror quzg'aluvshan sistemaga nisbatan olinadi. Er shari o'z o'qi atrofida bir sutkada (24 soatda) bir marta aylanib shiqadi, buning ustiga quyosh atrofida ham aylanadi. uning ushun barcha absolyut harakatlar ham nisbiy bo'ladi.

(7.1 – shakl) $0_1 AV0_2$ mexanizmi to`rtta – 1, 2, 3 va 4 zvenodan iborat bo`lib, bu mexanizmdani zvenolarning nomlari quyidagisha. $0_1 0_2$ – quzg`almias zveno (1),  $0_1 A$  – krivoship (2),  $AV$  – shatun (3),  $0_2 V$  – karamislo (4). Krivoshipning oniy aylanish markazi  $0_1$  nuqtada yotadi; bu nuqtani  $R_{21}$  bilan belgilab, absalyut harakatdagi oniy markaz deb ataymiz. Hudi shunga o`hshash, 4 zvenoning ham absolyut oniy aylanish markazi 0_2 nuqtada buladi, uni R_{41} orqali belgilaymiz.

Krivoship (2) ham koromislo (4) ham qo`zg`almas zveno bulgan 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 ( $R_{32}$ ). Karamisloning shatunga nisbatan oniy aylanish markazi V nuqtada bo`ladi, uni R_{43} orqali belgilaymiz. Nazariy mexanikada keltirilgan oniy aylanish markazi teorimasidan foydalanib, $0_1 A$ va $0_2 V$ larni A va V nuqtalar troektoriyasiga o`tkazilgan normallar deb davom ettirib, AV zvenoning  $R_{31}$  oniy aylanish markazini hosil qilamiz. Bu markaz shatunning qo`zg`almas zvenoga nisbatan oniy aylanish markazi bo`lib hisoblanadi.

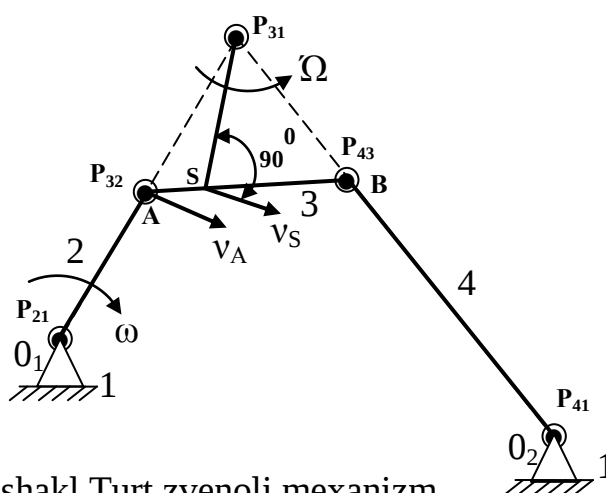
Mexanizmning zvenolarining absolyut oniy aylanish markazi qo`zg`almasdir, nisbiy oniy aylanish markazi esa zvenoning holatiga qarab o`zgaradi.

7.1- shakldagi AV shatunning R_{31} oniy markaz atrofida aylanishdan hosil bo`lgan oniy burshak tezligini quyidagisha aniqlash mumkin.

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

(7.1) formuladan foydalanib, AV shatunning oniy aylanish markazi atrofida aylanish burshak tezligi aniqlansa, u holda, shatunning istalgan S nuqtasi shiziqli tezligini quyidagisha topish mumkin:

$$v_s = \omega_{31} \cdot \bar{P}_{31} \bar{S} \quad [mcek^{-1}] \quad (7.2)$$



7.1- shakl Turt zvenoli mexanizm

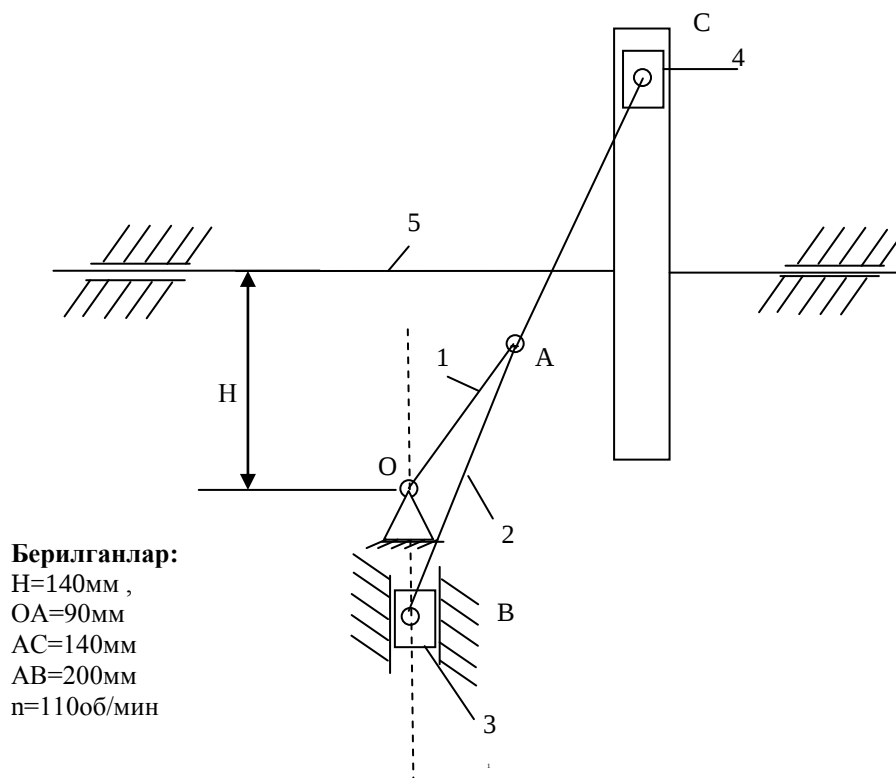
1- qo`zralmas zveno; 2- krivoship; 3- shatun; 4 - karamislo

bu yerda $R_{31}S$ – R_{31} oniy aylanish markazidan S gasha bo`lgan masofa.

2 Mexanizmlarning turli vaziatdagi planlarini tuzish.

Mexanizmlarning har hil vaziatlarini topishdan avval, mexanizmlarga

uzunlik masshtabi tanlanadi. Buning sababi, kupinsha mexanizmlar ma`lum masshtab asosida shiziladi. Bundan maqsad, mexanizm zvenolarining uzunlik ulshovlari juda kishik bulsa, ularni kattalashtirib, aksinsha katta bo`lsa, kishiraytirib shizishdan iboratdir.



7.2 – shakl Krivoship shatunli mexanizm.

Masalan, (7.2 shakl) dagi krivoship shatunli mexanizm berilgan bulsin.

Bu mexanizm zvenolarining uzunlik o`lshovlari quyidagishadmr:

$N = 140 \text{ mm} = 0,140 \text{ m}$ ikki uq orasidagi balanlik masofasi;

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

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

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

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

Mexanizmning 12 – holatini shizmada (7.2 - shakl) shizish ushun aytganizmiz kabi masshtab tanlab olamiz. Shizmaning 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_{AV} – shatun uzunligining masshtab kattaligi, yani berilgan uzunlik ulshov birligi -[m]

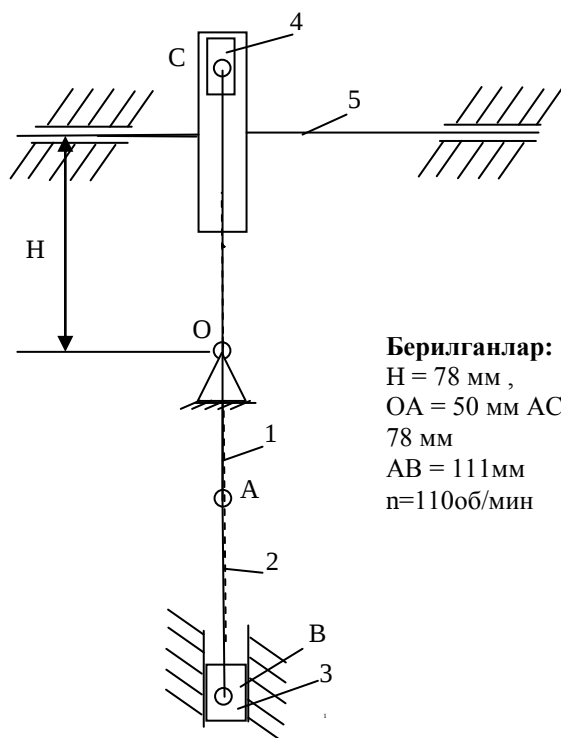
l_{AV} - biz tanlab oladigan shizma uzunligi bo`lib uning ulshov birligi [mm].

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

Shunday qilib aniqlangan uzunlik masshtabiga asosan mexanizmning qolgan zvenolar uzunliklari (har bir zvenoni qog'ozga shiziladigan uzunligi) quyidagisha buladi.

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

$$AB = \frac{L_{AB}}{K_M} = \frac{0,200}{0,0018} = 111 \text{ мм}$$



Берилганлар:
 $H = 78 \text{ мм}$,
 $OA = 50 \text{ мм}$ $AC = 78 \text{ мм}$
 $AB = 111 \text{ мм}$
 $n = 110 \text{ об/мин}$

7.3 – shakl. Krivoship shatunli mexanizm (nol') vaziyati. (ulik xolati)

Hisoblash ishlarini yakuniga etkazib mexanizmni 12 – holatini shizish lozim buning ushuncha avvalam bor mexanizmni ulik holati aniqlanadi.

Mexanizmni ulik holatini aniqlan ushuncha quyidagi ifodadan foydalanamiz.

$$L = OA + AB = 0,050 + 0,111 = 0,161 \text{ м } \text{ёки} \quad L = 50 + 111 = 161 \text{ мм}$$

Demak OA va AV zvenolar bir tug'ri shiziqda yotish holatidan boshlab burshak tezligi harakatlanish tomongiga qarab OA – krivoshipni harakatlantirish usuli orqali mexanizmning turli vaziyatlari topiladi.

Shunday qilib, mexanizm krivoshipining aylanish markazi (O) dan o'ng tomonga $L = 50 \text{ мм}$ uzunlikdagi radius bilan aylana shizamiz. V va S nuqtalarda joylashgan 3 – 4 zvenolar (porshn) lar 2- zveno shatunga mahkamlanganligi inobatga olinib, ularning har 30° burilish burshaklari krivoship bilan bog'langan holatda aniqlanib mexanizm zvenolarining tula 12 holati topiladi (7.4 shakl).

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 uzgarish) bo'lmaydi, yani barcha zvenolar absalyut

Shunday qilib, hozirgi zamon MASHINA VA MEXANIZMLAR NAZARIYASIning asosiy masalalaridan biri maqsadga muvofiq traektoriyalar shizishdagi mexanizm yaratish va bu mexanizmlardan kishi qo'li bilan bajaradigan ishlarni bajarishda foydalanishdan iboratdir. □



3 Tekislikda harakatlanuvshi mexanizm zveno nuqtalarining tezlik va tezlanishlarini topish.

Tekislikda harakat qiluvchi mexanizmlar kinematikasi, asosan, ush hil usul bilan o`rganiladi. Kinematikani o`rganishning birinshi 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 kinematikasi** deb ataladi. Bu usulda, asosan, mashhur fransuz olimi Rene Dikartning (1596 - 1650) koordinatalar sistemasidan foydalaniladi. Grafik kinematikaning afzalligi shundagi, unda zveno nuqtalarining tezliklarining va tezlanishlarining skalyar o`zgarish qonunlari yaqqol kurinib turadi, ammo ularning vektorial o`zgarish qonunlarini grafik kinematika metodidan ko`rib bulmaydi. Bu usulning kamshiligi shundaki, yo`l (yoki oraliq) grafiklaridan tezlik va tezlanish grafiklariga utishda birmunsha hatoliklarga yo`l qo`yilishi mumkin.

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

Mexanizm kinematikasini urganishning ikkinshi usuli tezlik va tezlanishlar rejasidan (planidan) foydalanishdir. Mexanizmlar kinematikasini o`rganishning bunday usuli mexanizmlarning **grafaanalitik kinematikasi** deb ataladi. Bunda, asosan, harakatlarning vektor tenglamalaridan foydalaniladi, bu tenglamalar esa, asosan, grafik usulda eshiladi. bu usul tezliklar va tezlanishlar planidan foydalanish usuli deb ham ataladi.

Grafaanalitik usulning afzalligi shundaki, bunda asosan, mexanizm zvenolari nuqtalarining tezligi va tezlanishining ham skalyar, ham vektorial qiymatlari mexanizmning istalgan vaziyati ushun ma`lum buladi.

Nihoyat, mexanizm kinematikasini urganishning ushunshi usuli, bu mexanizmlar kinematikasini analitik usul bilan ham o`rganish usulii deb ataladi. Analit`ik usul juda aniq usullardan bo`lib, uni ko`p zvenoli mexanizmlarga tadbiq etish ansha qiyin. Shuning ushun analitik kinematika usuli kam zvenoli mexanizmlarga (krivoship – shatunli, 4 zvenoli kulisali mexanizmlar va boshqa turli mexanizmlarga) tadbiq etilsa, yahshi nat`ijalar beradi.

Analitik kinematikaning afzalligi shundagi, bu usulda yo`l, tezlik va tezlanishlar (matematika tili bilan aytganda funksialar) bilan etaklovshi zvenoning aylanish burshagi yoki bir marta to`la aylanishi ushun ketgan vaqt orasidagi bog`lanish birgina tenglama orqali ifodalanadi.

Ma`ruza ushun savollar.

1. Analitik kinematikaning afzalligi nimada
2. Grafaanalitik usulning afzalligini tushuntiring
3. Mexanizm kinematikasini urganishning ushunshi usuli qanday usul hisoblanadi
4. Mexanizm kinematikasini urganishning ikkinshi usuli orqali qanday ishlar bajariladi
5. Grafik kinematikaning afzalligi asosan nimada hisoblanadi
6. Mexanizmni ulik holatini aniqlan ushun qanday ifodadan foydalanamiz.
7. Shizmaning uzunlik masshtabi qanday ifoda orqali aniqlanadi

Mavzu: KINEMATIK DIAGRAMMALAR YORDAMI BILAN MEXANIZMLAR KINEMATIKASINI O`RGANISH.

Reja:

1. **Kinematik diagrammalar yordami bilan mexanizmlar kinematikasini o`rganish. (grafik kinematika).**
2. **Urinmalar metodi bilan differensiallash.**
3. **Vatarlar yordami Bilan differensiallash, Ordinatalar ortirish usuli Bilan differensiallash.**

Tayanch iboralar.

Burchak tezligi, o`zgarmas kattalik, mexanizm davri, etaklovshi zveno, radian, aylana, tebranish davri, yo`l grafigi, vaziat, krivoship, masshtab, vaqt masshtabi, vatar, ortirish metodi.

1. Kinematik diagrammalar yordami bilan mexanizmlar kinematikasini o`rganish (grafik kinematika)

Mexanizmlar kinematikasini tekshirishda asosiy shartlardan biri shuki etaklovshi zveno yoki zvenolarning bir minut ishidagi aylanish soni (yohud burshak tezliklari) o`zgarmas kattaliklar deb faraz qilinadi. Buning analitik ifodasi quyidagisha:

$$n = \text{sonst}$$

bo`lgani ushun:

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

bo`ladi. Burshak tezligi ham o`zgarmas kattalik, yani: $\omega = \text{sonst}$ deb qaraladi.

Har qanday mexanizm yoki mashina zvenolarining harakati doviy bo`lib, boshlang`ish harakat ma`lum vaqt o`tgash Yana takrorlanadi va zvenolarning bu harakati etaklovshi zvenolarning harakat qonunlari bilan bog`liq bo`ladi. Mexanizm tarkibiga kiruvshi alohida zvenoni kinematikasini tekshirishda diagrammalar qo`rish usulidan foydalanish mumkin. Bunda zvenoning kinematik parametrlari vaqitning yoki etaklovshi zveno burilish burshagining funksiyasi deb qaraladi. Demak bu funksiyalar ilgarilanma harakat qiluvchi zvenolar ushun

$$S = S(t, \varphi); v = v(t, \varphi); \alpha = \alpha(t, \varphi)$$

aylanma harakat qiluvchi zvenolar ushun

$$\beta = \beta(t, \varphi) \omega = \omega(t, \varphi) \varepsilon = \varepsilon(t, \varphi)$$

Mexanizm etakshi zvenosi vaziatining boshlang'ish holatiga kelishi, tezligi va tezlanishining esa boshlang'ish qiymatga erishishi ushun ketgan vaqt shu mexanizm etakshi zvenosining harakat doври deyiladi.

Mexanizm doври, kupinsha, etaklovshi zvenoning bir marta Tula aylanishi ushun ketgan vaqtga teng bo'ladi. Masalan, mehanyizmning etaklovshi zvenosi har minutda n marta aylansa, uning bir aylanishi ushun ketgan T vaqt mexanizm doври hisoblanib u qo'yidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$T = \frac{60}{n} \left[\frac{сек}{мин} \right] \quad (8.2)$$

Bu yerda n – zvenoning bir minutdagi aylanishlar soni.

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

orqali topiladi. Burshak tezligi yoki, sikl takror esa quyidagisha topiladi

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu = \frac{2\pi \cdot n}{60} \left[\frac{рад}{сек} \right] \quad (8.3)$$

Demak burshak tezligi deb ataluvshi mikdor mexanizmning etaklovshi zvenosining 2π sekund vaqt ishida aylanishlar sonini bildiradi.

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

Demak, mexanizm tebranma harakat qilishi inobatga olinib uning (T) tebranish davri (8.2) ifodasi orqali aniqlanadi.

ГРАФИК КИНЕМАТИКА Grafik kinematika, bunda asosan ikkita grafik o'rganiladi – bular yo'l va oraliq grafiklardir. Yul grafigi davr ishida ku-tarilib boruvshi grafik bo'lib, ikkinshisi ma'lum vaqtdan so'ng o'z vaziyatiga kaytuvshi grafikdir.

Bunday grafiklar shizish ushun, tanlab olingan Dekart koordinatalar sistemasining ordinatalar o'qiga mexanizm zvenolari ayrim no'qtalarining o'tgan yo'llari yoki oraliqlari, abssissa o'qiga esa etaklovshi zvenoning bir marta to'la aylanish ushun ketgan vaqt qo'yiladi. Ikkala kattalik ham ma'lum masshtabda olinib, bulardan biri yo'l yoki roaliq masshtabda (K_s), ikkinshisi esa vaqt masshtabi (K_t) deb ataladi.

7.4 – shaklda ko'rsatilgan krivoship – shatunli mexanizm polzuni V nuqta yoki AV shatun davomida yotuvshi S nuqtaning traektoriyasi esa $S_0 S_1 S_2 S_3 \dots S_{12}$ yopiq egri shiziqdan iboratdir. Bu ikala traektoriya OA krivoshipning A_0 vaziatidan boshlab, bir marta to'la aylanganda hosil bo'ladi.

7.4 – shaklda A nuqtaning traektoriyasini – aylanani, tushuntirish oson bo'lishi ushun, 12 ta teng bo'lakka bulamiz. Shunda OA krivoship mexanizmning doври ishida OA_0 vaziatdan boshlab $OA_1, OA_2, OA_3, \dots OA_{11}$ vaziatlar orqali OA_{12} yoki OA_0 vaziatga qaytib keladi. Krivoshipning A nuqtasi A_0A_1 yoyni o'tsa (30° burshakka burilgan bo'ladi), u holda burilish ushun ketgan vaqt davrning un ikkidan biriga teng bo'lib, u qo'yidagi ifoda bilan aniqlanadi.

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

Shu vaqt ishida polzundagi V nuqta o'zining V_0 vaziatidan V_1 vaziatga o'tib, S nuqta esa S_0 vaziatdan S_1 vaziatga o'tib, uzlarining V_0V_1 va S_0S_1 yo'lini yoki oraliqni bosadi. Bu V_0V_1 oraliqning haqiqiy kattaligini S_{V1} bilan belgilab olsak, bu kattalik shakldagi $\overline{B_0B_1}$ ning mexanizm masshtabiga ko'paytirilganiga teng bo'ladi, ya'ni: $S_{V1} \cdot K_m \cdot \overline{B_0B_1}$. Agar krivoshipning A nqtasi A_1 vaziatdan A_2 vaziatga o'tgan bo'lsa u holda V_1 va S_1 nuqtalar V_2 va S_2 nuqtalarga ko'shgadi va 30^0 burshak ostidagi masofani bosib o'tgan bo'ladi.

Buni quyidagi 8.1- shaklda kurish mumkin.

1. Krivoshipning har 30^0 burilishi ushuni mexanizmning 12 holatdagi vaziyati tanlangan uzunlik masshtabi

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

da shiziladi. Shunda polzundan shap yoki ung shekka vaziyati, boshqasha qilib aytganimizda mexanizmning ikki shetki o'lik holati yoki krivoshipning boshlang'ish burilish burshagi tanlanadi.

2. Krivoshipning bir marta tula aylanish vaqti T 8.2 ifoda orqali hisoblab topiladi.

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

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

4. Tug'ri burshakli S - koordinatalar sistemasini tanlaymiz 8.1 - shakl absissalar o'qiga krivoshipning bir marta aylanish vaqti T ni tasvirlovshi

$\overline{OM}$ - kesmani qo'yamiz. Olingan $\overline{OM}$ - kesmani teng 12 qismga bo'lamiz. Ordinatalar o'qiga krivoship har 30^0 burilganda polzuning sheka vaziatdan siljishda bosib utgan masofa qiymatlarini qo'yamiz. Shunda ordinataning masshtabi K_L ni K_S ga teng (kishik yoki katta) qilib olish mumkin buladi. Absissalar o'qidagi 0,1,2,3... bo'linmalardan kutarilgan tik shiziqlarga polzuning shekka vaziyatdan boshlab bo'lgan oraliq masofalarini $S_0, S_1, S_2, S_3, \dots, S_{12}$ larni quyib shiqamiz. Ordinatalar o'qidan shiqarilgan tik shiziqlardagi 1,2,3,... nuqtalarni birlashtirib, polzundagi V no'qtaning vaqt – siljishi $S_V = S_V(t)$ grafigini hosil qilamiz. Agarda, absissalar o'qiga vaqt - t urniga krivoshipning bo'rilish burshagi φ qo'yilsa, unda mexanizm vaziyati funksiyasi yani oraliq diagrammasini hosil kilish imkoniyati tug'ilmadi. Uning masshtabi quyidagisha aniklanadi:

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

B nuqtaning tezligi $v = v(t)$ ni aniqlash ushuni $S = S(t)$ ni bir marotaba yoki V nuqtaning tezlanishi $\alpha = \alpha(t)$ ni aniqlash ushuni esa ikki marotaba differensiyalash kerak. Demak shu usul orqali yo'l, tezlik va tezlanish diagrammalari hosil qilinadi.

Demak krivoshipning Tula bir marta aylanishida V nuqta $S_{V1}, S_{V2}, \dots, S_{V12}$

bosib o'tar ekan. Agar bu oraliqlar judda kata yoki juda kishik bo'lsa, shizmada noqulaylik tug'dirisa, u holda K_{SV} mastab tanlanib, shu masshtab yordamida kata yoki kishik qilib shizish tavsiya etiladi. Nihoyat, Dekart koordinatalar sistemasining ordinatalar o'qiga K_{SV} V no'qtaning oralig'ini, absissalar o'qiga esa K_t masshtabda davrni qo'ysak, oraliq grafigi hosil bo'ladi (8.1 - shakl). U holda diagrammalar ushun masshtablar ko'yidagisha bo'ladi.

$$K_{SB} = \frac{K_M \bar{B}_0 \bar{B}_6}{y_{\max}} \left[\frac{M}{MM} \right] \quad (8.8)$$

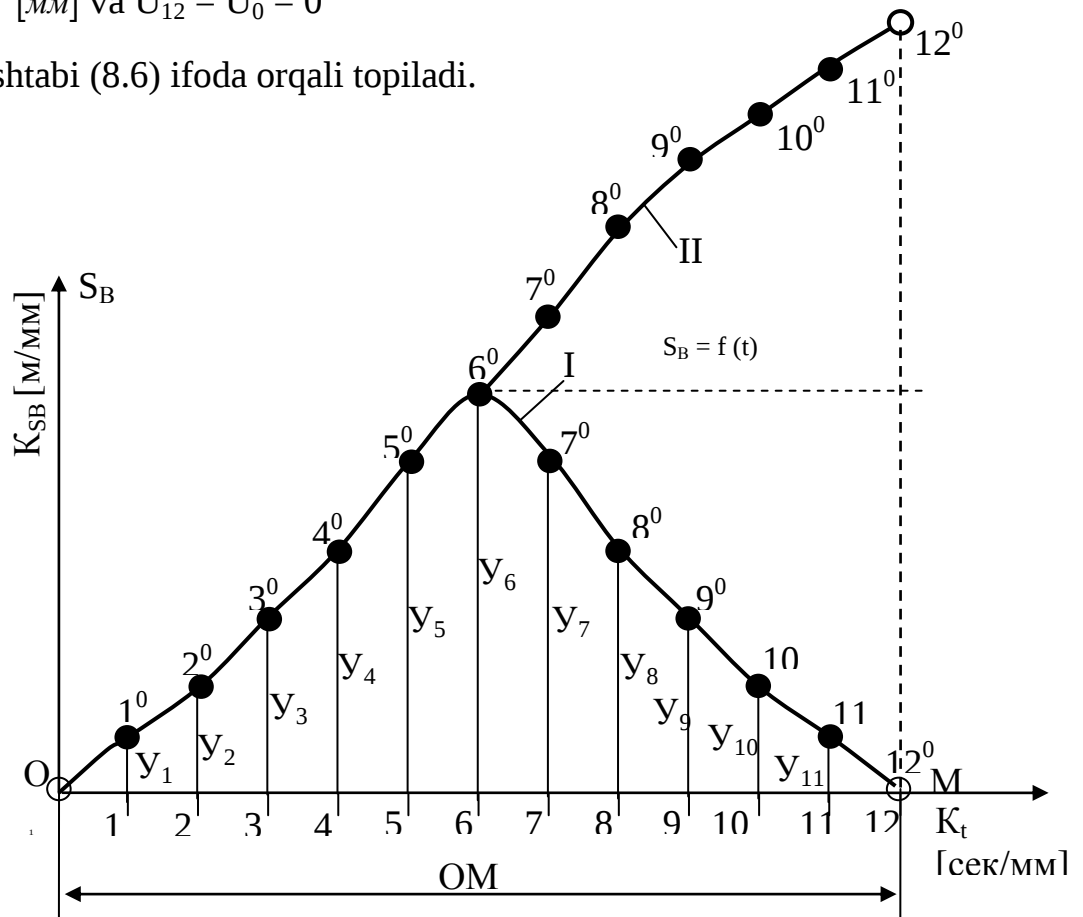
(8.8) formula orqali topilgan masshtab **oraliq masshtabi** deb ataladi.

bu yerda U_{mah} - yulning eng katta hakikiy qiymati, bo'lib uni shizmaga qarab tanlab olamiz. Shunga asosan grafika qo'yiladigan ordinatalar quyidagisha

topiladi: $U_0 = 0$, $y_1 = \frac{S_{B1}}{K_{SB}} [MM]$; $y_2 = \frac{S_{B2}}{K_{SB}} [MM]$; $y_3 = \frac{S_{B3}}{K_{SB}} [MM]$; ..,

$y_{11} = \frac{S_{B11}}{K_{SB}} [MM]$ va $U_{12} = U_0 = 0$

Vaqt masshtabi (8.6) ifoda orqali topiladi.



8.1 shakl. Yo'l va oraliq grafigi:
1- oraliq grafigi; 2- yo'l grafigi

8.1. shaklda yo'l va oraliq grafigi tasvirlangan. Oraliq grafigi O dan boshlab, 6 vaziatida uning ordinatasi maksimal qiymatga erishadi, keyingi vaziatlarda ordinatalari asta sekin pasayib, 12 vaziyatga etganida esa zn nolga tushadi. Yo'l gafigida esa O dan boshlab, doimo oshib boradi.

Krivoshipning 12 vaziatida bosib utilgan yo'l o'zining maksimal

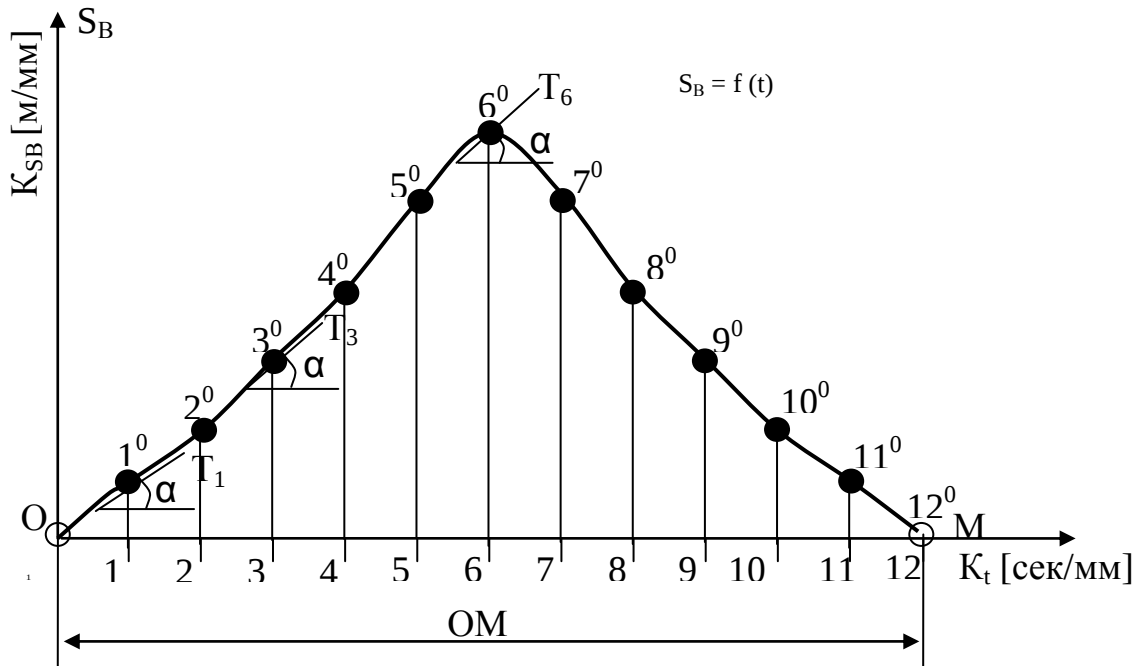
qiymatiga ega bo`ladi (8.1. shaklda I - oraliq grafigi; II - yo`l grafigi).

8.1. shakldagi hosil qilingan yo`l va oraliq grafiglaridan tezlik va tezlanish grafiklarini hosil qilish mumkin, buning ushun bu grafiglarni qo`yidagi ushu sh metod orqali differensiallash mumkin:

1. Urunmalar metodi. 2. Vatarlar metodi. 3. Ordinatalarni ortirish metodi.

8. 2 - §. Urinma metodlari bilan differensialash.

Bu metod bilan $S_V - t$ grafigini differensiallash ushun, grafigdagi tegishli 1, 2, 3, .., 11 nuqtalarga $T_1, T_2, T_3, \dots, T_{11}$ urunmalar o`tkazamiz (8.2- shakl, a). Funksiya hosilasining geometrik va fizik ma`nosi bor.



8. 2 shakl. a

Funksiya hosilasining geometrik ma`nosi shu egri shiziq nuqtasiga o`tkazilgan urinmaning absissalar o`qi Bilan hosil qilingan burshagi 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 shiqadi.

Oraliq grafigi $S_B - t$ dan tezlik grafigini hosil qilish ushun shu grafik ostiga $v_B - t$ koordinatalar sistemasini shizamiz (8.2 shakl, b). endi Ot o`qi-ning shap tomonidan ihtiyoriy  $N_1 = OO^I$  masofani olamiz.  $O^I$  nqtadan  $S_B - t$  grafigidagi  $T_1, T_2, T_3 \dots$  urunmalarga parallel shiziqlar o`tkazib, ularning ordiatalar o`qi bilan kesishgan nuqtalari $O_1, O_2, O_3, \dots$ larni olamiz. Shu ordinatalarni $N_1 -$ ga bulsak, $tga_{\alpha_1}, tga_{\alpha_2}, \dots$ lar kelib shiqadi. Shunday qilib, ihtiyoriy I nuqta ushun $tga_i = \frac{OO_i}{H_1}$

bo`ladi.

$tg\alpha_i = \frac{OO_i}{H_1}$ shuni tezlik tenglamasiga qo`ysak, quyidagi kelib shiqadi:

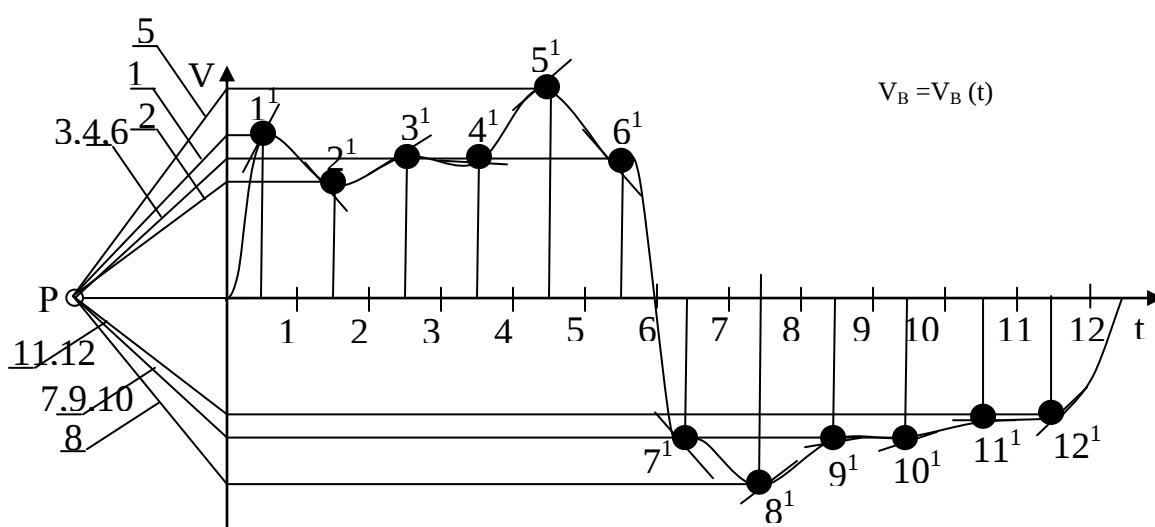
$$\vartheta_{Bi} = \frac{K_{SB}}{Kt} \cdot \frac{\overline{OO_i}}{H_1}$$

Ihtiyoriy i nuqtaning tezligi $\vartheta_{Bi} = K_{\vartheta} \cdot y_{\vartheta i}$ ekanligini e`tiborga olib, quyidagini hosil qilamiz:

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

(8.9) tenglama K_v masshtabda polzundagi V nuqtaning i vaziatdagi tezligini ko`rsatadi.  $K_v$  tezlik masshtabi bo`lib, u quyidagisha topiladi:

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



8. 2. b – shakl.

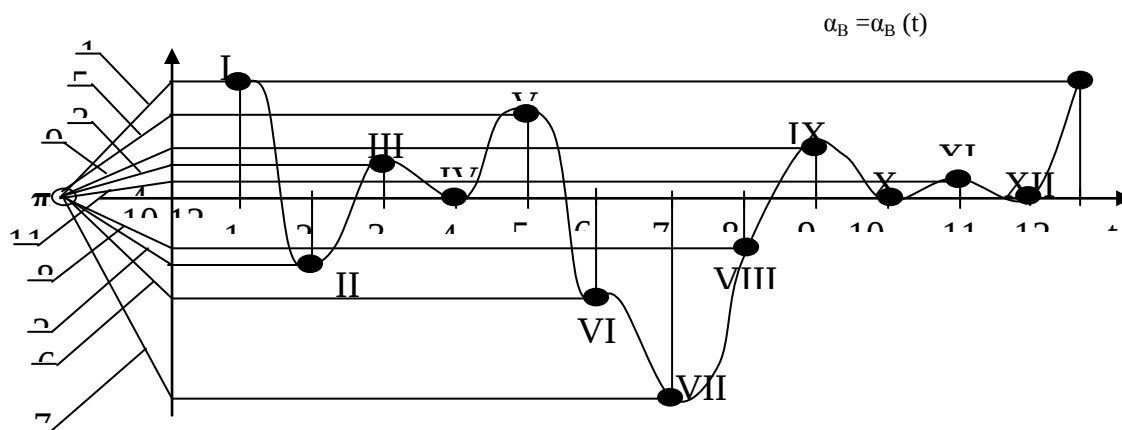
8.2.b – shaklda V no`qtaning tezliklar grafigini tuzish kursatilgan  $v_B - t$  koordinatalar sistemasini ordinatasidagi  $O^1$  nuqtadan gorizantal o`tkazib, uning $S_B - t$ grafigidagi 1^0 nuqtadan tushurilgan vertikal shiziq Bilan kesishuv nuqtasini α orqali belgilaymiz. Belgilangan $1 - \alpha$ ordinata K_v masshtabda V nuqtaning V_1 vaziatdagi tezligini beradi. Shu bilan bir qatorda, qolgan nuqtalarning tezliklari ham qo`yidagi ifodalar yordamida topiladi.

$$\begin{aligned} \vartheta_{B_1} &= K_{\vartheta} \cdot \overline{11^1} [mcek^{-1}], \quad \vartheta_{B_2} = K_{\vartheta} \cdot \overline{21^1} [mcek^{-1}], \quad \vartheta_{B_3} = K_{\vartheta} \cdot \overline{31^1} [mcek^{-1}], \\ \vartheta_{B_4} &= K_{\vartheta} \cdot \overline{41^1} [mcek^{-1}], \quad \vartheta_{B_5} = K_{\vartheta} \cdot \overline{51^1} [mcek^{-1}], \quad \vartheta_{B_6} = K_{\vartheta} \cdot \overline{61^1} [mcek^{-1}], \\ \vartheta_{B_{11}} &= K_{\vartheta} \cdot \overline{101^1} [mcek^{-1}], \quad \vartheta_{B_{12}} = K_{\vartheta} \cdot \overline{111^1} [mcek^{-1}], \quad \vartheta_{B_{12}} = 0 \end{aligned}$$

Shunday qilib, $S_v - t$ 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 buladi.

Demak $V_v - t$ tezliklar grafigidan tezlanishlar grafigini hosil qilamiz. Buning ushun tezlik grafigida o`tkazilgan urinmalarga  $O^{II}$  nuqtadan paralleler o`tkazamiz va bu parallel nurlarni ordinatalar o`qi Bilan kesishuv nuqtalari (O_1 ,

O₂, O₃, ..) dan gorizantal shiziqlar o'tkazib, bu gorizantallarning grafikdagi urinma o'tkazilgan nuqtalardan tushirilgan vertikal Bilan kesishuv nuqtalarini I, II, III, ... lar orqali belgilab olamiz (8.2.v - shakl).



8. 2. B – shakl.

Olingan bu nuqtalarni tutashtirsak, kosinusoida kabi egri shiziq hosil bo'ladi. Bu egri shiziq mexanizmdagi V nuqtaning tangensial tezlanish grafigidir, uning ordinatalarini K_a tezlanish masshtabiga ko'paytirsak, nuqtaning tegishli vaziatlaridagi tezlanishlarni hosil bo'lishini ko'ramiz.

shunga asoslangan holatda:

$$a_{B_i}^t = \frac{d\mathcal{G}_{B_i}}{dt} = \frac{K_{\mathcal{G}}}{K_t} \cdot \frac{dy_{\mathcal{G}_i}}{dxt} \cdot tg\alpha_i; \quad tg\alpha_i = \frac{\overline{OO_i}}{OO} = \frac{\overline{OO_i}}{H_2}$$

tgα qiymatini yuqoridagi tenglamaga qo`yib, quyidagilarni hosil qilamiz:

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

Bu yerda N_2 -tezlanish grafigining kutbiy oralig'i.

Shunga asosan tezlanishlar grafigning masshtabi quyidagisha aniklanadi.

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

Agar $N_1 = N_2$ bo'lsa, u holda (8.11) tenglama quyidagisha yoziladi:

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

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

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

3. Vatarlar yordami bilan differensiallash.

Oraliq yoki tezlik grafiklarining tegishli nuqtalariga urinmalar o'tkazish, bazi vaziyatlarda noqulay bo'ladi, shunki nuqtaning egrilik radiusi noma'lum bo'lib, urinma utkazish davrida kata hatolikka yo'l qo'yilishi mumkin. bunday hollarda taqribiy metoddan – vatarlar usulidan foydalaniladi. Bu usulda

grafiklarda bulgan kishik egri shiziqlar to`g`ri shiziq – vatar bilan almashtiriladi

(8. 3 – shakl, a). Shakldagi $01^1, 1^1 2^1, 2^1 3^1, 3^1 4^1, 4^1 5^1, 5^1 6^1$ yoylarini tug`ri shiziqlar (vatarlar) Bilan almashtiramiz.

Grafik differensiallashda abssissadagi roaliqlar qansha ko`p bo`lsa, olingan tezliklar grafigi ham shunsha aniq na`tijalar beradi va tezliklar haqiqiy tezlikka aylanadi. Sababi hammamizga ma`lum oraliq masofalar qanshalik kishiklaib borsa, nuqtalar orasidagi yoylar bolrgan sari tug`ri shiziqqa uhshab qoladi.

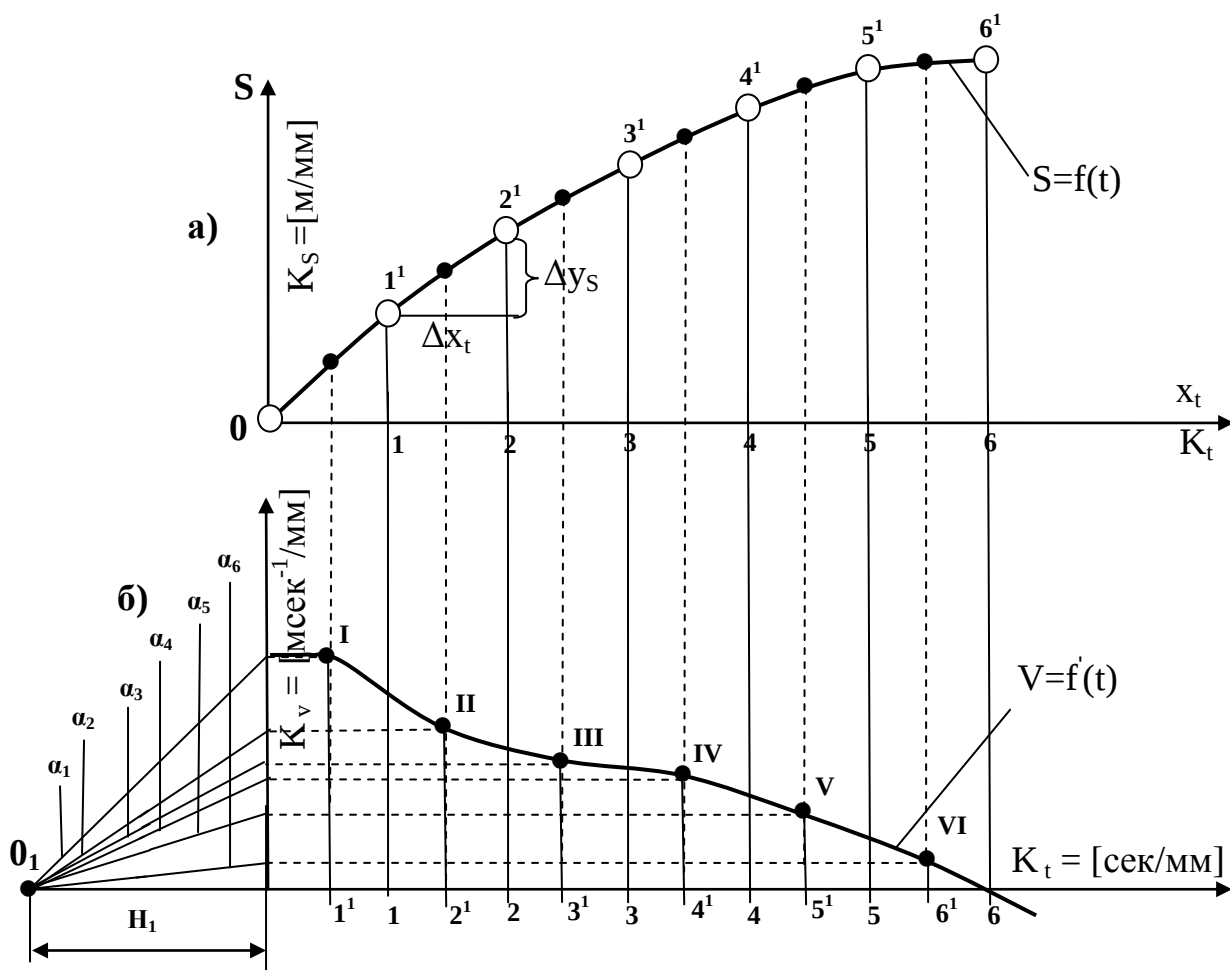
Vatarlar yordami Bilan o`rtasha tezlik yoki tezlanishlarni olishda asosan quyidagi ifodalardan foydalanamiz.

$$v_{yp} = \frac{\Delta S_i}{dt} = \frac{K_s \cdot \Delta y_{si}}{K_t \cdot \Delta x_t} = \frac{K_s}{K_t} \cdot \operatorname{tg} \alpha_i \quad (8.13)$$

Bularni o`rtasha tezlikdagi  $\operatorname{tg} \alpha_1$  ning o`rniga qo`yib:

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

ni hosil qilib olamiz.



8. 3 – shakl.

(8. 14) ifoda orqali topilgan tezlik o`rtasha tezlik hisoblanadi, shuning

ushun ularning ordinatalari ham o`rtasha hisoblanadi, ular 0 – 1, 1 -2, 2 -3, 3 -4, 4 -5, va 5 -6 oraliqlarining o`rtasida bo`lishi lozim. Buning hosil qilish ushun v – t koordinatalar o`qining shap tomonidan N_1 masofani ixtiyoriy tanlab olamiz va O_1 nuqtadan $\overline{01^1}$, $\overline{1^1 2^1}$, $\overline{2^1 3^1}$, $\overline{3^1 4^1}$ vatarlarga parallel nurlar utkazamiz. Bu nurlarning ordinatalar o`qi Bilan kesishuv nuqtasidan gorizantal shiziqlar o`tkazib, ularning tegishli oraliqlar o`rtasidan tushirilgan vertikalalar Bilan kesishuv nuqtalarini I, II, III, IV va V raqamlar orqali belgilab olamiz (8. 3 – shakl b).

Demak S – t grafigini differensiallashdan hosil bo`lgan v – t grafigidagi o`rtasha tezliklarning haqiqiy qiymatlari qo`yidagisha topiladi:

$$v_1 = K_v \cdot \left(\overline{I 1^1} \right); \quad v_2 = K_v \cdot \left(\overline{II 2^1} \right); \\ v_3 = K_v \cdot \left(\overline{III 3^1} \right); \quad v_4 = K_v \cdot \left(\overline{IV 4^1} \right);$$

Bunday olganimizda urunmalar usulida differensiallash Bilan vatarlar usulida differensiallash orasida farq yo`q, shunki egri shiziq ustidagi nuqtalar oralig`i sheksiz yaqinlashtirilsa, ikki nuqtani tutashtirish to`g`ri shiziq (vatar) urunmaga aylangaligini guvohi bo`lamiz.

4. Ordinatalar ortirish tusuli 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 utkazishga ehtiyoj qolmaydi. Ammo bunday usul bilan faqat o`rtasha tezlikni yoki tezlanishni olish mumkin.

Masalan, (8. 4 – shakl, a) da ko`rsatilgan tezlik  $v = v(t)$  grafigi berilgan bo`lsin. Uni ortirish usuli bilan differensiallab, tezlanish $a = a(t)$ grafi- gini hosil qilamiz.

Buning ushun differensiallash tartibi quyidagisha amalga oshiriladi.

1. Berilgan $v = v(t)$ grafigining absissalar o`qini bir neshga 0 - 1, 1 – 2, 2 – 3, 3 – 4, ... teng qismlarga bo`lib, ulardan tik shiziqlar utkazamiz.

2. Har bir bo`linmaning boshlanish tik shizig`i Bilan grafikning kesishuv nuqtasidan navbatdagi tik shizig`i Bilan kesishgunsha gorizantal o`tkazamiz, a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , a_5 , a_6 , ... nuqtalarni belgilab olamiz. Shunda hosil bo`lgan $a_1 - 1$, $a_2 - 2$, $a_3 - 3$, $a_4 - 4$, ...ordinata kesmalari tezlikning elementar ortirmasi.

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

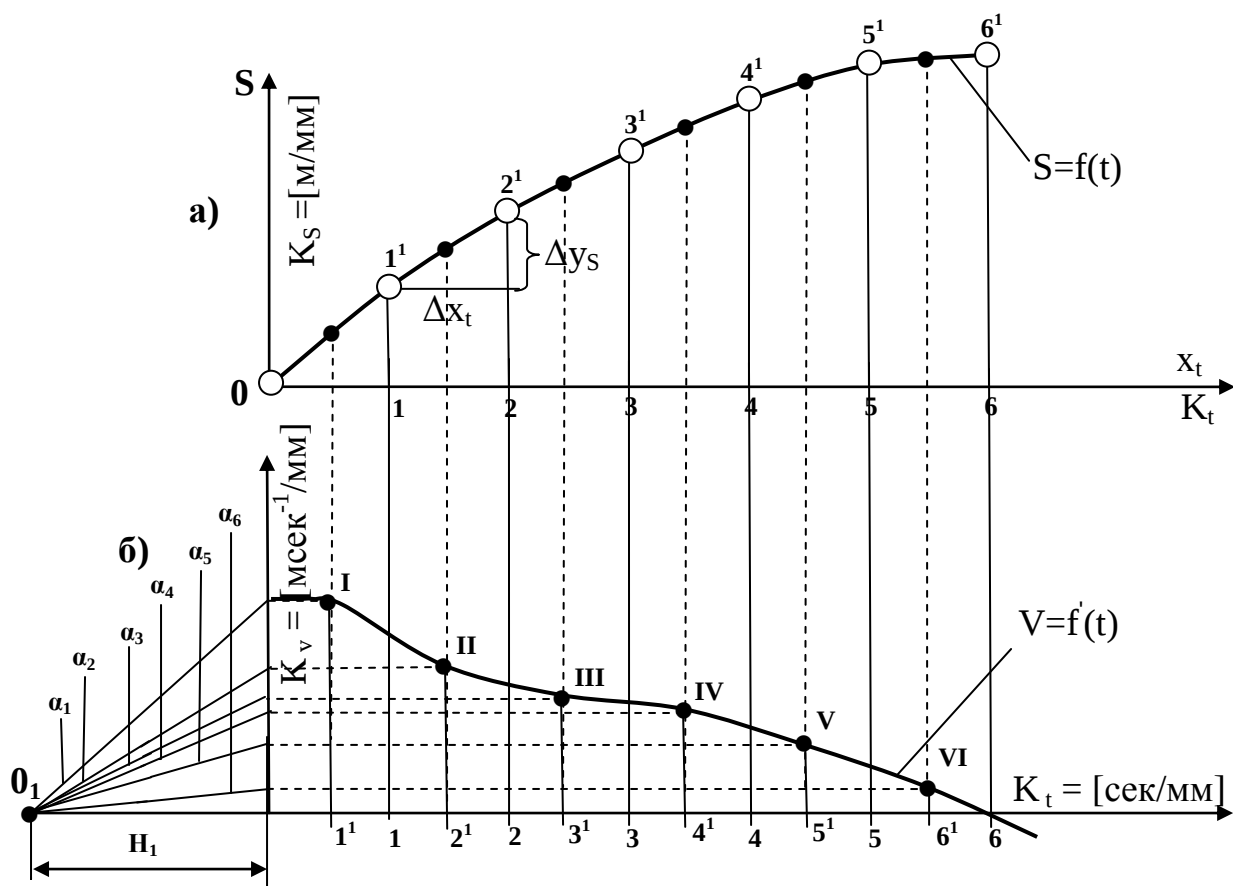
ifodasi 0 - a_1 , 1 – a_2 , 2 – a_3 , ..., korizantal kesmalar esa vaqtning elementar ortirmasi.

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

Ni bildiradi. U holda tezlanish quyidagisha 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 ushun har bir bo`linmaning o`rtasha tezlanishi  $a_1 - 1$ ,  $a_2 - 2$ ,  $a_3 - 3$ , ..., kesmalar Bilan ifodalanuvshi tezliklarning ortirmasiga proporsional bo`ladi.



8. 4 – shakl.

3. Berilgan tezlik $v = v(t)$ grafigining ostiga tezlanish $\alpha = \alpha(t)$ koordinatalarini shizamiz (8. 4 shakl, b).

4. Tezlik grafigining tik shiziqlarini pastga davom ettirib, $\alpha = \alpha(t)$ grafigining abssissalar 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 abssissalar 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 no`qtalarni ham shu tariqada joylashtirib shiqamiz. (Agar tezlanish $\alpha = \alpha(t)$ grafigi kishik shizilsa, ortirma kesmalarini K marta kattalashtirib shizish kerak.)

6. Belgilangan nuqtalarni yo`g`on tekis shiziq Bilan birlashtirib, tezlanish $\alpha = \alpha(t)$ grafigini hosil qilamiz.

7. Tezlanishning ordinatalar o`qidagi masshtabini aniqlaymiz:

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

ni kesmlar orqali ifodalab, quyidagi tenglamaga ega bulamiz:

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

Agar tezlik ortirmasi K marta oshirilsa,

$\bar{y}_e = K \cdot \Delta y_v$ ga ega bo'ladi.

U holda, tezlanish masshtabining qo'yidagi 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, $\frac{m / \text{sek}^2}{mm}$;

μ_t – vaqt masshtabi, $\frac{m / \text{sek}}{mm}$;

Δh_t – bo'linmalar oralig'i, mm;

K – tezlik ortirmasining nesha marta kattalashganini bildiruvshi son.

Ma'ruza uchun savollar.

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

Mavzu: TEKISLIKDA HARAKATLANUVSHI MEXANIZMLAR KINEMATIKASINI TADQIQ ETISH (tezliklar plani).

Reja:

1. Zveno hamda kinematikaviy juftning tezliklarini aniqlashning asosiy tenglamalari.
2. Mexanizmlar ushuncha tezliklar rejasi, ikkinchi klass, 1- tur gruppaning tezliklarini aniqlash.
3. Mexanizm nuqtalarining absolyut, nisbiy tezliklarini aniqlash, zvenolarning burshagiy tezliklarini aniqlash.

Tayanch iboralar.

Burchak tezligi, urinma, vektor, normal tehlaniş, mexanizm davri, etaklovshi zveno, aylana, tebraniş davri, kinematikaviy juft, vaziat, krivoshi, masshtab, vaqt masshtabi, vatar, ortirish metodi.

1. Zveno hamda kinematikaviy juftning tezlik vatezlanishlarini aniqlashning asosiy tenglamalari.

Mexanizmlarni kinematikaviy tekshirishda grafikaviy usullardan foydalanish ushuntezlik va tezlanish qiymatlarini aniqlovshi asosiy munosabatlarni, tezlik va tezlanish vektorlarining yo'nalishlari va turli hollar ushuncha ularning vektoriy tenglamalarini tuza olishni yahshi bilish kerak. Ma'lumki, mexanizm tarkibida ilgarilama va murakab harakat qiluvchi zvenolar bo'ladi. Ularning tezlik va tezlanishlarini aniqlash usullariga tuhtalib utamiz.

1. Bunda alohida zveno va ikki zvenoning bog'lovshi kinematikaviy juft ilgarilama

a) zveno ilgarilama harakatlanadi. Bu zvenoning barcha nuqtalaridagi tezlik va tezlanishining qiymat va yo`nalishi bir hil bo`ladi (9.1. shakl, a)

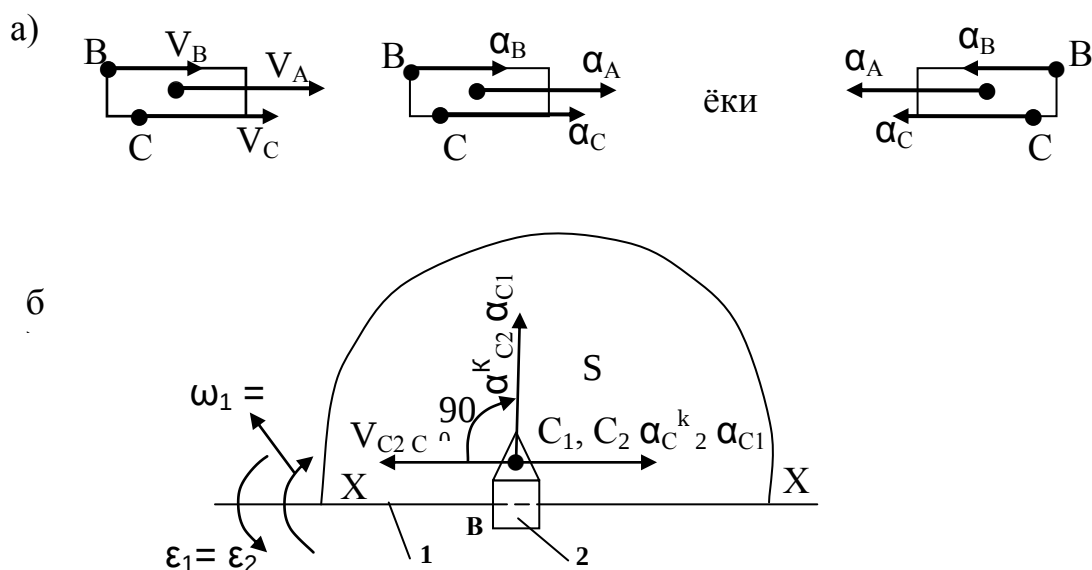
b) ikki zvenoning ikki nuqtasi bo`lgan kinematikaviy juft ilgarilama harakat qiladi. (9.1. – shakl, b) da ilgarilama harakatlanuvshi V juft kursatilgan.

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

$$\vec{v}_{C_2} = \vec{v}_{C_1} + \vec{v}_{C_2C_1}, \quad (9.1)$$

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 hh yo`naltiruvshiga paralel 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 hh yo`naltiruvshiga paralel to`g`ri shiziq bo`ylab harakat qiladi.

S_2 nuqtaning tezlanishi $\vec{a}_{C_2}$, C_1 nuqtaning kushirma 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 quyidagisha 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 burshagiy tezligi. Zvenolar 1 va 2 bitta ilgarilama kinematikaviy juft hosil qilgani ushun $\omega_1 = \omega_2$ bo`ladi. Shuning ushun ular birga aylanib, ularning burshagiy tezligi va tezlanishi bir hil bo`ladi.

Tezlanish vektori $\alpha_{C_2C_1}^k$ ning yo`nalishi nisbiy tezlik vektori  $\vec{v}_{C_2C_1}$  ni burshagiy tezligi  $\omega_1$  ning aylanish tomoniga  $90^\circ$  ga burish yo`li bilan aniqlanadi (9.1.- shakl, b). Nisbiy tezlanish vektori $\alpha_{C_2C_1}^r$ hh yo`naltiruvshiga paralel

yo`naladi (9.1 – shakl, b).

2. Zveno quzg'almas o`q atrofida quzg'almas harakat qiladi (9.2 – shakl, a).

Bunda A nuqta shizig'iy tezligining qiymati zvenoning burshagiy tezligi ω bilan radius $L_{O_1 A}$ ko`kapaytmaigateng:

$$v_A = \omega \cdot L_{O_1 A} \quad (9.4)$$

Tezlikning vektori zvenoning burshagiy tezligi ω bo'yisha radiusga tik yo`naladi.

A nuqtaning normal tezlanishiquyidagisha aniqlanadi:

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

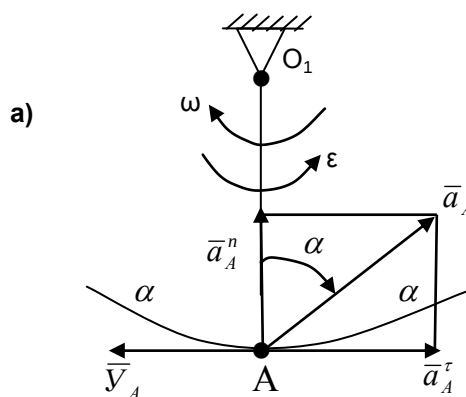
Uning vektori A nuqtadan O_1 nuqtaga tomon radiusga paralel yo`naladi.

A nuqtaning urinma tezlanishi quyidagisha topiladi:

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

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.

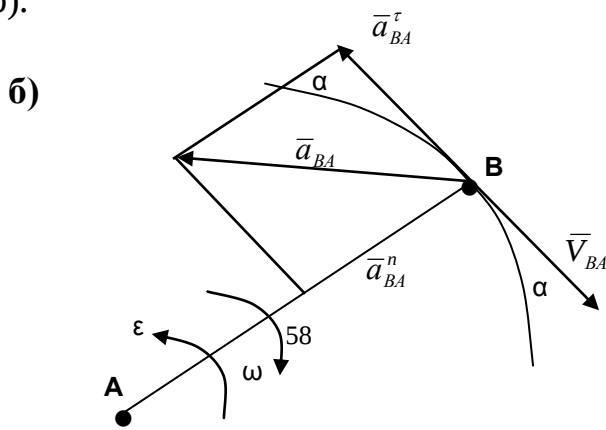
Uning vektori burshagiy tezlanish ε bo'yisha radiusga tik yo`naladi.

A nuqtaning to`la tezlanishi  $\vec{a}_A$  normal va urinma tezlanishlarning yig'indisi teng bo`lib, quyidagisha 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 burshagi α quyidagisha aniqlanadi: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_A^\tau}{a_A^n} = \frac{\varepsilon}{\omega^2}$. (9.9)

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



Nazariy mexanikadan ma'lumki, zvenodagi biror nuqtaning (masalan, V nuqtaning) hrsakti ikki harakatdan: shu zvendagai biror nuqtaning (masalan, A nuqtaning) kushirma harakatidan va V nuqtaning A nuqta atrofida aylanma nisbiy harakatidan iborat bo'ladi. Shunga ko'ra, ikki nuqtaning o'zaro bog'lanishi quyidagi vektoriy tenglama bilan ifodalanadi:

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

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

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

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

V nuqta A nuqtaga nisbatan har doim α yoy bo'lisha harakatlanadi. Shuning ushun $v_{BA} \perp AB$ bo'ladi. AV zvenoning burshagiy tezligi quyidagi formula yordamida hisoblab topiladi:

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

V nuqtaning tezlanishi $\bar{a}_B$ ikki tezlanishdan – A nuqtaning ko'shirma tezlanishi $\bar{a}_A$ va V 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, V nuqtaning tezlanish vektori quyidagi kurinishda ifodalanadi:

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

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

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

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

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

Burshagiy tezlanish ε ning qiymati quyidagisha topiladi: $\varepsilon = \frac{a_{BA}^\tau}{l_{AB}}. \quad (9.14)$

Ma'ruza ushun savollar.

1. Burchagiy 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.

Mavzu: TEKISLIKDA HARAKATLANUVSHI MEXANIZMLAR KINEMATIKASINI TADQIQ ETISH (tezlanishlar plani).

Reja:

1. Zveno hamda kinematikaviy juftning tezlanishlarini aniqlashning asosiy tenglamalari.
2. Mexanizmlar ushuncha tezlanishlar rejasi, ikkinchi klass.
3. 1- tur gruppaning tezlanishlarini aniqlash.
4. Mexanizm nuqtalarining absolyut, nisbiy tezlanishlarini aniqlash, zvenolarning burchagiy tezlanishlarini aniqlash.

Tayanch iboralar.

Burshak tezligi, urinma, vektor, normal tehlani, mexanizm davri, etaklovchi zveno, aylana, tebranish davri, kinematikaviy juft, vaziat, krivoship, masshtab, vaqt masshtabi, vatar, ortirish metodi.

1. Zveno hamda kinematikaviy juftning tezlanishlarini aniqlashning asosiy tenglamalari.

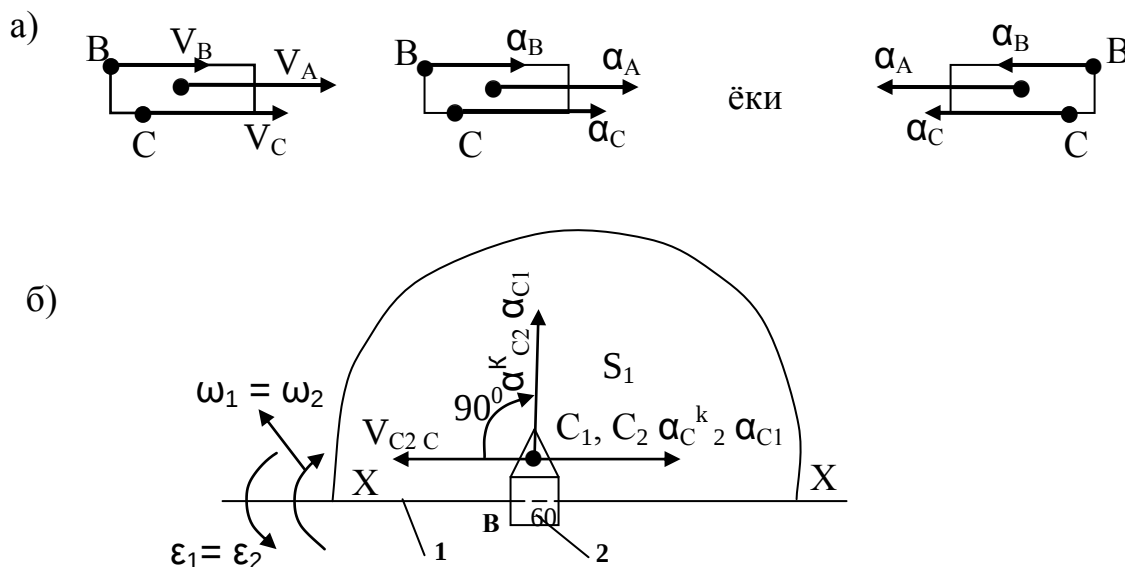
Mexanizmlarni kinematikaviy tekshirishda grafikaviy usullardan foydalanish ushuncha tezlik va tezlanish qiymatlarini aniqlovchi asosiy munosabatlarni, tezlik va tezlanish vektorlarining yo`nalishlari va turli hollar ushuncha ularning vektoriy tenglamalarini tuza olishni yahshi bilish kerak. Ma`lumki, mexanizm tarkibida ilgarihlama va murakab harakat qiluvchi zvenolar bo`ladi. Ularning tezlik va tezlanishlarini aniqlash usullariga tuhtalib utamiz.

1. Bunda alohida zveno va ikki zvenoning bog`lovchi kinematikaviy juft ilgarihlama

a) zveno ilgarihlama harakatlanadi. Bu zvenoning barcha nuqtalaridagi tezlik va tezlanishning qiymat va yo`nalishi bir hil bo`ladi (9.1. shakl, a)

b) ikki zvenoning ikki nuqtasi bo`lgan kinematikaviy juft ilgarihlama harakat qiladi. (9.1. – shakl, b) da ilgarihlama harakatlanuvchi V juft kursatilgan.

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



$$\bar{a}_{c_2} = \bar{a}_{c_1} + \bar{a}^n_{c_2 c_1} + \bar{a}^t_{c_2 c_1}, \quad (10.1)$$

bu yerda $\bar{a}_{c_2}$ - zveno 2 S_2 nuqtasining tezlik vektori;

$\bar{a}_{c_2 c_1}$ - ilgari lama harakatdagi zveno 2 S_2 nuqtasining zveno 1 ga nisbatan nisbiy tezlik vektori bo`lib, u hh yo`naltiruvshiga paralel yo`naladi;

$\bar{a}_{c_1}$ - zveno 1 ga S_1 nuqtasining ko`shirma tezlik vektori.

Bu tenglamadagi $\bar{a}^k_{c_2 c_1}$ tezlanishning qiymati quyidagisha 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 burshagiy tezligi. Zvenolar 1 va 2 bitta ilgari lama kinematikaviy juft hosil qilgani ushun $\omega_1 = \omega_2$ bo`ladi. Shuning ushun ular birga aylanib, ularning burshagiy tezligi va tezlanishi bir hil bo`ladi.

Tezlanish vektori $\bar{a}^k_{c_2 c_1}$ ning yo`nalishi nisbiy tezlik vektori  $\bar{v}_{c_2 c_1}$  ni burshagiy tezligi  $\omega_1$  ning aylanish tomoniga  $90^\circ$  ga burish yo`li Bilan aniqlanadi (10.1-shakl, b). Nisbiy tezlanish vektori $\bar{a}^r_{c_2 c_1}$ hh yo`naltiruvshiga paralel yo`naladi (10.1–shakl, b).

Tezlikning vektori zvenoning burshagiy tezligi ω bo`yisha radiusga tik yo`naldi.

A nuqtaning normal tezlanishi quyidagisha aniqlanadi:

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

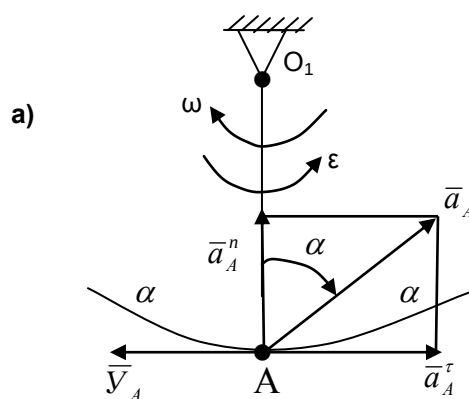
Uning vektori A nuqtadan O_1 nuqtaga tomon radiusga paralel yo`naladi.

A nuqtaning urinma tezlanishi quyidagisha 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 paralel yo`naladi.

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



9.2 - shakl.

Uning vektori burshagiy tezlanish ε bo`yisha radiusga tik yo`naladi.

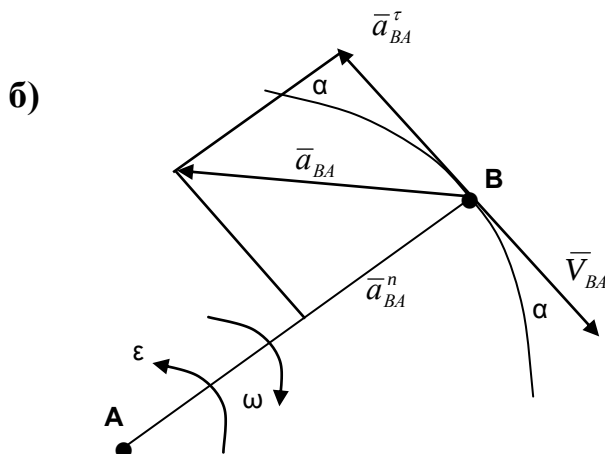
A nuqtaning to'la tezlanishi $\vec{a}_A$ normal va urinma tezlanishlarning yig'indisi teng bo'lib, quyidagisha aniqlanadi:

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

Bu tezlanish vektorining radiusi O_1A dan og'ish burshagi α quyidagisha 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 (9.2 – shakl, b).



10.2 – shakl.

Nazariy mexanikadan ma'lumki, zvenodagi biror nuqtaning (masalan, B nuqtaning) harsakti ikki harakatdan: shu zvendagai biror nuqtaning (masalan, A nuqtaning) kushirma harakatidan va V nuqtaning A nuqta atrofida aylanma nisbiy harakatidan iborat bo'ladi. Shunga ko'ra, ikki nuqtaning o'zaro bog'lanishi quyidagi vektoriy tenglama bilan ifodalanadi:

B nuqtaning tezlanishi $\vec{a}_B$ ikki tezlanishdan – A nuqtaning ko'shirma 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, V nuqtaning tezlanish vektori quyidagi kurinishda ifodalanadi:

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

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

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

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

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

Burshagiy tezlanish ε ning qiymati quyidagisha topiladi:

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

Ma'ruza ushun savollar.

Burshagiy tezlanish qaysi ifoda orqali aniqlanadi.

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.

M A S A L A L A R E S h I S h

Tezlik va tezlanishlar rejalarini aniqroq tushunish maqsadida quyidagi masalalarni kurib shiqamiz.

1. masala. Sharnirli turt zvenoli mexanizm berilgan (1 – shakl, a). Bu mexanizm ShGSP markali ipak gazlama to'quv dasgohining batanli mexanizmidir. Mexanizm $K_M = 0,01 \left[\frac{M}{MM} \right]$ mashtabda shizilgan. Shaklda ko'rsatilgan mexanizm ushuni 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.

EShISH:

1. O_1A krivoshipning (tirsakli valning) burshak tezligini topamiz

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

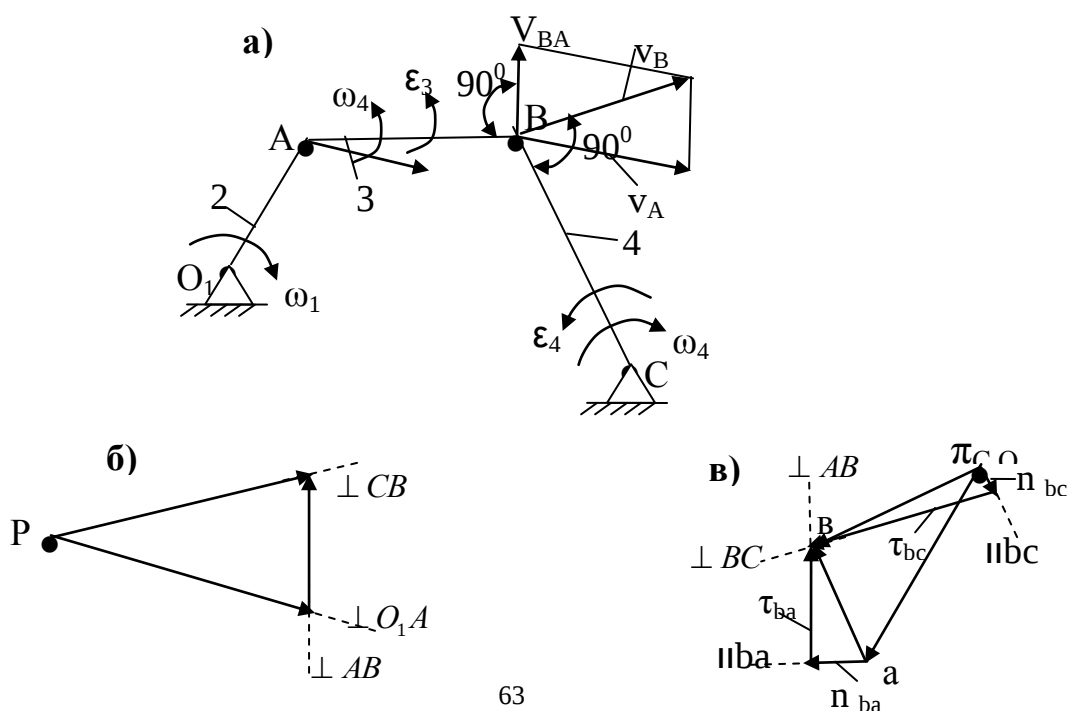
2. Krivoshipdagi A nuqtaning (sharnirning) teshligini topamiz

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

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

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

4. R qutbdan $Pa = 50 \text{ mm}$ ni O_1A ga tik qilib utkazamiz (1 – shakl, b).



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

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

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

Birinshi tenglamaga asosan, $\vec{p}a$ vektorining a ushidan BA ga tik o'tkazamiz. $v_C = 0$ (P_S = 0) bulgani ushun S nuqta qutbda yotadi, shu sababli VS ga tik shiziqni qutbdan o'tkazishga to'g'ri keladi. Ikala tik shiziq b nuqtada kesishadi (1- shakl, b).

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

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

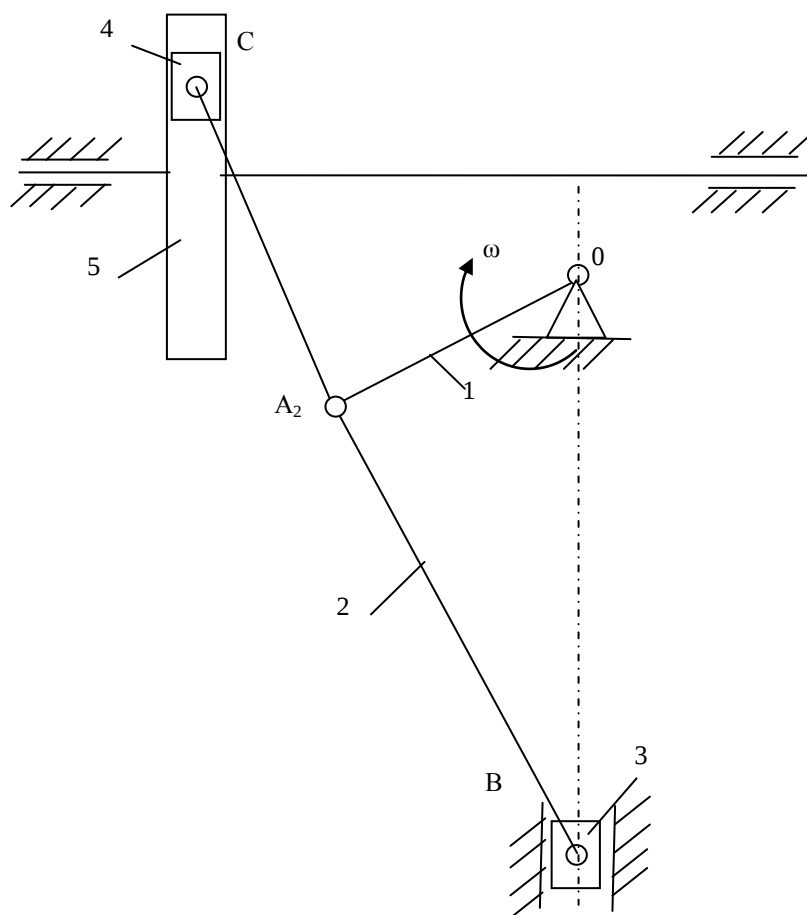
VS zvenoning burshak tezligini topamiz:

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

AV zvenoning burshak tezligi quyidagisha buladi:

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

2. masala. Ushbu krivoshi shatunli mexanizmini berilgan holati ushun tezlik va tezlanish rejalarini tuzing.



Berilgan:

H=140mm ,

OA=90mm AC=140mm

AB=200mm n=110ob/min

2 – shakl. Krivoshi-shatunli mexanizm

Berilgan besh zvenoli krivoship shatunli mexanizmni tezlik rejasini qo`yidagi ketma - ketlikda tuzamiz.

Yechish:

1. O_1A krivoshipning (tirsakli valning) burshak tezligini topamiz(3-shakl).

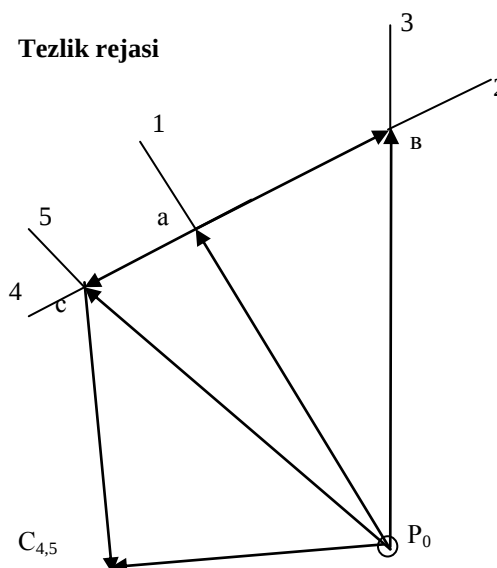
$$\omega_2 = \frac{\pi n}{30} \frac{3,14 \cdot 110}{30} = 11,51 [\text{cek}^{-1}]$$

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. Aniklangan A - no`qtaning tezligidan foydalanib, tezlik rejasi ushun masshtab tanlaymiz:

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



3 – shakl.

4. Mexanizmni tezlik rezasini qurish ushun ixtiyoriy bir no`qtada (P)polus belgilab olamiz
5. Mexanizmning qolgan zveno tezliklarini a nuqta uchidan perpendikulyar utkazish yo`li orqali aniqlanadi
6. V 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 absalyut va nisbiy tezliklarini aniqlaymiz.

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

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

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

8. C nuqta A va B nuqtalar bilan bir qatorda bo`lganligi sababli C nuqtaning qiymatini aniqlash ushun geometrik proporsiya tuzailadi.

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

9. Mexanizm zvenolaridagi burshak tezliklarini aniklanadi.

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

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

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

11. A-nuqtaning tezlanishini quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz.

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

12. B - nuqtaning tezlanishini aniqlash ushun quyidagisha 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:

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

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

14. Normal vektorlarni haqiqiy o`lshamini aniqlash ushun quyidagisha tezlanish masshtabi aniqlanadi.

$$K_a = \frac{\alpha_A}{\pi a} \left[\frac{m/cek^2}{mm} \right]$$

Bu yerda a_A – Aniqlangan A – nuqtaning tezlanishi π_A – Ihtiyoriy kesma

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

$$\frac{AB}{ae} \times \frac{BC}{ec} \quad ec = \frac{ae \cdot BC}{AB} = \frac{44 \cdot 170}{100} = 74,8 [mm]$$

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

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

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

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

17. Mexanizm zvenolarining normal vektorlarini haqiqiy ulshamlari ma`lum bo`lgash urunma vektor o`lshamlarini son qiymatlarini aniqlaymiz, ularning anqlash 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 burshak tezligidan tashqari burchak

tezlanishlari ham mavjud bo`lib ularning son qiymatlarni aniqlash ush un quyidagi ifodadan foydalanamiz.

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

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

19. Tezlanish rejasini qurish tartibi quyidagisha.

a) tezlanish qutbi nuqtasi π dan A nuqta tezlanish vektorini ifodalovshi (πa) shiziladi;

v) a nuqtadan normal tezlanish vektori $\vec{a}_{BA}^n$ ni ifodalovshi ($a n_2$) kesma belgilanadi;

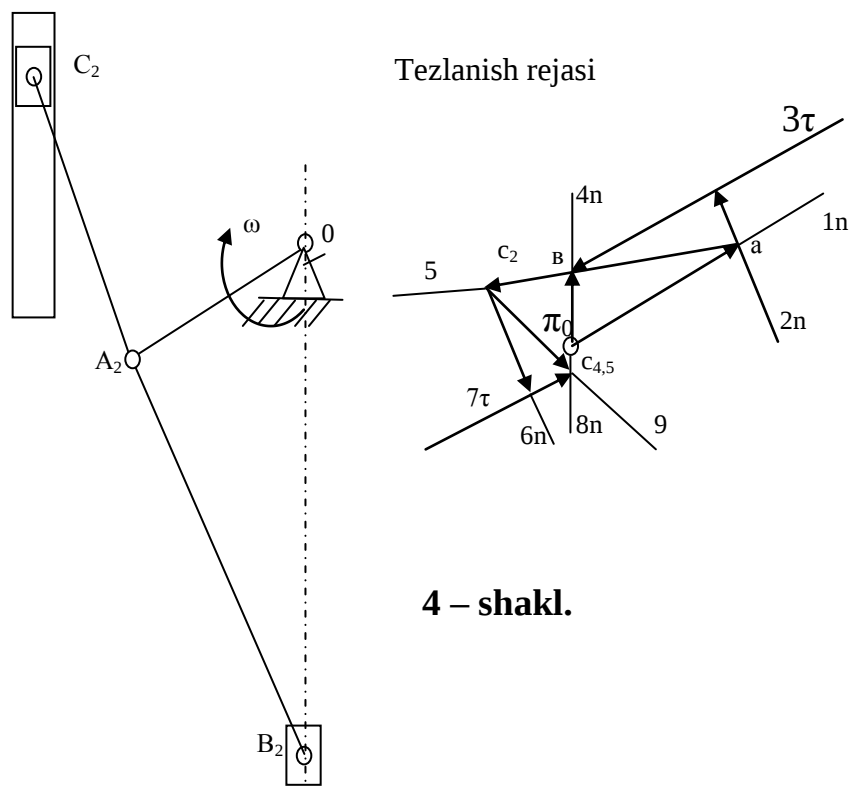
s) n_2 nuqtadan $\vec{a}_{BA}^r$ urunma (tangensial) tezlanish vektorining joylashuv shizig'i t – t AV zvenoga tik holatda utkaziladi;

d) V_2 U uqi bo`ylab harakatlanayotganligi sababli πV ga paralel kesma utkazamiz utkazagn kesma AV urunma shizig'i bilan kesishgan joyida v nuqtani tezlanishi topiladi;

e) S_2 nuqta praporsiya orqali aniqlanib S_4 tezlanish vektori $\vec{a}_{BC}^n$ belgilovshi kesma utkaziladi;

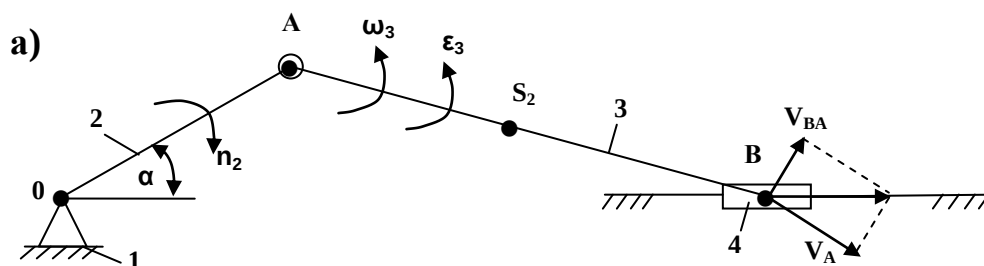
k) n_2 nuqtadan $\vec{a}_{CB}^r$ urunma (tangensial) tezlanish vektorining joylashuv shizig'i t – t SV zvenoga tik holatda utkaziladi;

z) π qo`tbidan U o`qi buylab normal kesim utkazamiz, bular o`zaro bir – biri bilan tutashgan joyida S_4 nuqta tezligi topiladi.



3. masala. Aviasiya dvigateli aksial krivoship – shatunli mexanizmning

ko'rsatilgan vaziyati ushun tezliklar rejasi tuzilsin va shatunning burshak tezligi hamda bu tezlikning yo'nalishi aniqlansin. $\alpha = 45^\circ$; krivoshipning uzunligi $l_{OA} = 0,095$ m, shatunning uzunligi $l_{AV} = 0,34$ m, krivoshipning aylanish soni $n = 2200$ ayl/min.



5 – shakl: a – krivoship – shatunli mexanizm;

b – tezliklar rejasi;

v – tezlanishlar rejasi.

EShISH: 1. Mexanizmni shizish ushun shizma masshtabi tanlanadi:

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

2. Krivoshipning qog'ozdagi shizma uzunligini topamiz:

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

3. Krivoshipning burshak tezligini aniqlaymiz:

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

4. Krivoshipdagi A nuqtaning shiziqli tezligini topamiz:

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

5. Tezliklar masshtabini tanlaymiz:

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

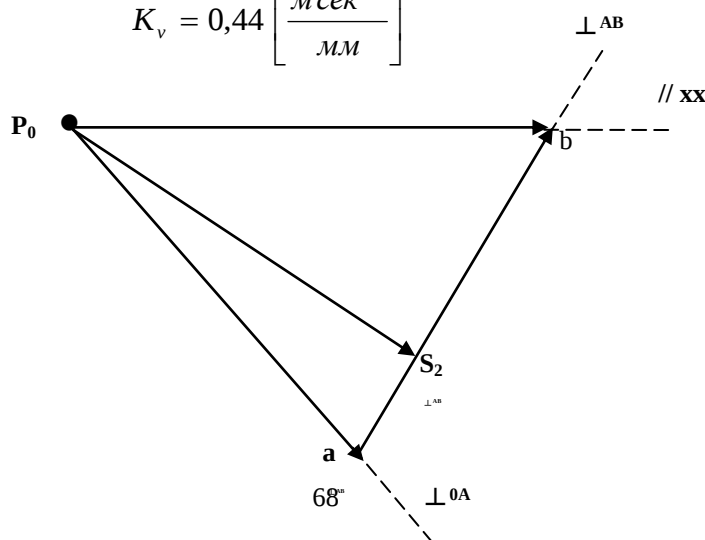
6. V nuqtaning tezligini topish maqsadida quyidagi vektorli tenglamani tuzamiz:

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

Tuzilgan vektorli tenglamalardan foydalangan holatda tezliklar rejasi quramiz.

6)

$$K_v = 0,44 \left[\frac{m.cek^{-1}}{MM} \right]$$



5 – shakl, a

Tezliklar rejasini qurish ushuni ixtiyoriy joydan R nuqtanin tanlab olamiz va OA ga tik qilib $R_a = 50$ mm vektor kesmasini o'tkazamiz. Sungra birinshi tenglamaga binoan, B nuqtaning tezligini topish ushuni R_a kesmani a ushidan AB ga tik bulgan kesma shizig'ini utkazamiz, ikkinshi tenglamaga binoan, qutbdan (shunki, hh qo'zg'almas bo'lganligi sababli $v_h = 0$ bo'ladi, bu esa r qutbda yotadi) hh ga parallel shiziq utkazamiz. O'tkazilgan ikala shiziq b nuqtada kesishadi. Shunday qilib, pab ushburshak shaklda ko'rsatilgan vektorlar, 5 – shaklda kursatilgan krivoship – shatunli mexanizm ushuni tezliklar rejasini hisoblanadi. Hosil bulgan tezliklar rejasidan foydalanib, tuqta tezliklarining haqiqiy qiymatlarini topamiz:

7. V nuqtaning absolyut tezligi:

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

8. V nuqtaning A atrofida aylanishdan hosil bo'lgan nisbiy tezlik:

$$v_{BA} = K_v \cdot ab = 0,44 \cdot 35 = 15,4 \text{ vctr}^{-1}$$

9. Shatunning burshak 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'hshashlik teorimasiga binoan, proporsiya tuzish yo'li Bilan topiladi:

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

$\overline{as}_2 = 10,2$ mm kesmani tezliklar rejasidagi ab ga a nuqtadan o'lshab qo'yamiz va S_2 ni topamiz, S_2 ni qutub bilan tutashtirib, ps_3 ni hosil qilamiz. Bu hasil qilingan kesma K_v masshtabda S_2 nuqtaning absolyut tezligini ifodalaydi:

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

Mavzu: MEXANIZMNING PEREMANENT VA BOSHLANG'ISH HARAKATLARINI TOPISH.

Reja:

1. Mexanizmning peremanent va boshlang'ish harakatlarini toppish.
2. mashina va mexanizm nazariyasidagi invariantlar o'hshashligi metodining asoslari haqida tushunsha.

Tayanch iboralar.

Vektorlar, tangensial (relyativ), tezlik va tezlanish analoglari, burshak tezligi, boshlang'ish harakat, kulisa, Geometrik miqdor, uhshashlik invariantlari, sikl, utish davri, aylanish burshagi.

Mexanizmning peremanent va boshlang'ish harakatlarini topish.
Avvalo etaklovshi zvenoning harakat qonuniqanday shaklda berilishi bilan

tanishish lozim. Shunki bu qonunlarni qo'zg'alishlar funksiyasi (siljishlar funksiyasi), tezliklar funksiyasi yoki tezlanishlar funksiyasi deb ataymiz. Qo'zg'alishlar qonuni, agar etakshi zveno aylanma harakat qilsa, quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

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

Agar etakshi zveno ilgarilanma qayar harakat qilsa u holda qo'zg'alishlar funksiyasi quyidagisha yoziladi:

$$S = S(t)$$

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

Bazi texnikaviy masalalarda etakshi zvenoning harakat qonuni $\omega = \omega(t)$ yoki $v = v(t)$ kurinishdagi tezliklar funksiyasi orqali beriladi. Unday holda qo'zg'alishlar funksiyalari qo'yidagisha topiladi:

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

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

Agar etakshi zvenolar qonuniyatlari $\varepsilon = \varepsilon(t)$ yoki $a = a(t)$ funksiyalar ko'rinishida berilgan bo'lsalar, u holda tezlik va holatlar funksiyalari quyidagisha topiladi:

tezliklar funksiyalari:

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

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

holatlar funksiyalari esa:

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

Agar qundaydir j zvenoning aylanish burshagi $\varphi_j = \varphi_j(\varphi)$ funksiya kurinishida berilgan bo'lsa, u holda shu zvenoning burshak tezligi ω_j quyidagisha topiladi:

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

Bunda ω – etakshi zvenoning burshak tezligi;

$i_{j\varphi}$ – o'lshovsiz son bo'lib, j zvenoning etakshi 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 urganilsa ham bo'ladi. Bu esa agar etakshi zveno aylanma harakat qilsa, u holda φ ning qator qiymatlari ushun mexanizm zvenolarining holatlarini aniqlash mumkin.

Agar etakshi zveno o'zgarmas burshak tezligi bilan aylansa, u holda, uning burshak tezlanishi nol bo'ladi. Bunday hol ushun j zvenoning burshak tezligi, tezlanishi Bilan zvenodagi V nuqtaning tezligi va tezlanishi quyidagisha

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, etakshi zvenoning o'zgarmas burshak tezligi bilan aylanish holatini ko'rib shiqdik. Bunday holatlarda $\omega = \text{sonst}$ bo'lib $\varepsilon = 0$ bo'ladi. Etakshi zvenoning o'zgarmas burshak tezligi bilan aylanishidagi 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 teshiramiz, holos.

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 etakshi zvenoda $\omega = 0$ bo'lgandagi harakat, uning **boshlang'ish harakati** deb ataladi. Mexanizmning boshlang'ish harakatida $\omega = 0$ bo'lib, bu holatdagi zveno va nuqta harakatlari faqat burshak va tangensial (urinma) tezlanishlardan iborat bular ekan. Shuning ushuni 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 metodining asoslari haqida tushunsha.

Biz quyida o'xshashlik nazariyasi bilan o'lshovliklar nazariyasi to'g'risida tushunsha berib utishni lozim topdik. Mexanik o'xshashlik teorimasini birinchi bo'lib Isaak N'yuton o'zining 1686 yilda chop etilgan «Natural fal'safaning matematik prinsiplari» kitobida bayon etgan. Bu masala bilan I. I. Artobolevskiy, V. P. Goryashkin, V. L. Kirpishhev va boshqa bir qancha olimlar shug'ullanganlar.

Mexanika material jismlarning fazoda vaqtga bog'liq harakatini o'rganuvshi 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 hususiy hol ushuni nolga teng bulishi mumkin. Ularning qiymatlari asosan M miqdor ulshoviga bog'lidir. k - o'lshamsiz koeffitsient bo'lib, u berilgan fizik modul' ulshovlarida (l_0 , t_0 , m_0) M miqdorni bildiruvshi sonidir:

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

Geometrik miqdor ushun $a \neq 0$, $\varphi = 0$, $\psi = 0$; uzunlik ushun $a = 1$, yuz ushun $a = 2$, hajim ushun $a = 3$. Kinematik miqdorlar ushun $a = 1$; $\varphi \neq 0$, $\psi = 0$, ya'ni tezlik ushun $\varphi = -1$, tezlanish ushun $\varphi = -2$; dinamik miqdorlar ushun $a \neq 0$, $\varphi \neq 0$, $\psi = 0$. ulshamsiz koeffisient (k) fizik jihatdan bir hil o'zgaradigan sistemalar ushun ma'lum nisbiy parametrlar va umumlashgan koordinata funksiyasidan iborat. O'hshashlik nazariyasida bunday koeffisientlarga **o'hshashlik invariantlari** deb ataladi.

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

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

Bunda T – siklning o'tish doври,

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

φ_s – mexanizm bosh valining T dovrda aylanish burshagi,

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

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

1. Geometrik uhshashlik.
2. Material o'hshashlik.
3. Kinematik o'hshashlik.
4. Dinamik o'hshashlik.

Geometrik uhshash 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'hshash figuralarni yaratish imkoniyatini beradi. Mexanizmdagi zveno figurasi bilan nisbiy tezliklardan tashkil etilgan tezliklar plandagi yuz ham hudi shunday geometrik o'hshashlikning o'zginasidir. Geometrik uhshash burshaklar bir – birlariga teng buladi.

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

Material o'hshash 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 urning 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 (10.14) ga qo'ysak, quyidagi kelib shiqadi:

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

Agar material o`hshash tsistemalarning solishtirma og'irlik nisbatlari birga teng bo`lsa, u holda ularning material o`hshashligi quyidagisha bo`ladi:

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

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

Dinamik uhshash sistemalarni o`rganish ushun N`yuton qonunidan foydalanamiz:

$$R = ma.$$

Bundan kinematik (a) va material (m) uhshash sistemalarning dinamik uhshash bulishini olish mumkin, ya`ni ikki sistemaning tegishli holatlaridagi kuchlar nisbati o`zgarmay qolsa, bunday sistemalar dinamik o`hshash 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`lshovsiz nisbiy kush bo`lib, dinamik uhshashlik invarianti yoki «N`yuton soni» deb ataladi.

Mexanizm dovriy harakatining qonuniyatlari va uhshashligining pozision invariantlari haqida bir oz tushunsha berib o`taman.

Mashina dovriy harakatda bo`ladi, ya`ni uning barcha zvenolari vash u zvenolardagi nuqtalar vaqtga bog`liq holda, ma`lum qonun bilan siklik qaytariluvshi harakat qiladi. Davriy harakatning asosiy belgilari quyidagilardan iborat:

1) zvenoning har bir nuqtasi harakati traektoriyasining doimiyligi va ma`lum shegarada bo`lishligi;

2) zvenoning 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 seklning dovi (T) ishidagina haqiqiydir, ya`ni $0 \leq t \leq T$ shegarada;

3) shu qonuniyatlar o`zgarmas takrorlik bilan to`la ritmik qaytariladi. O`larning takrorlari quyidagisha topiladi:

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

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

Shiziqli va burshak tezliklari quyidagisha topiladi:

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

Bu yerda S,T – harakatning miqdor parametrlarideb ataladi. Miqdor parametrlari turlisha bo`lsa ham, agar ular bir tur harakat qonunini ifodalasa,

sifat jihatidan mos keladi, shunki siklning (dovrning) istalgan fazasida yani 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 – dovr 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)

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

yoki

harakatning o'hshashlik invarianti;

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

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

Aytilganlarga aniqlik kiritish maqsadida quydagi misolni kurib o'tamiz.

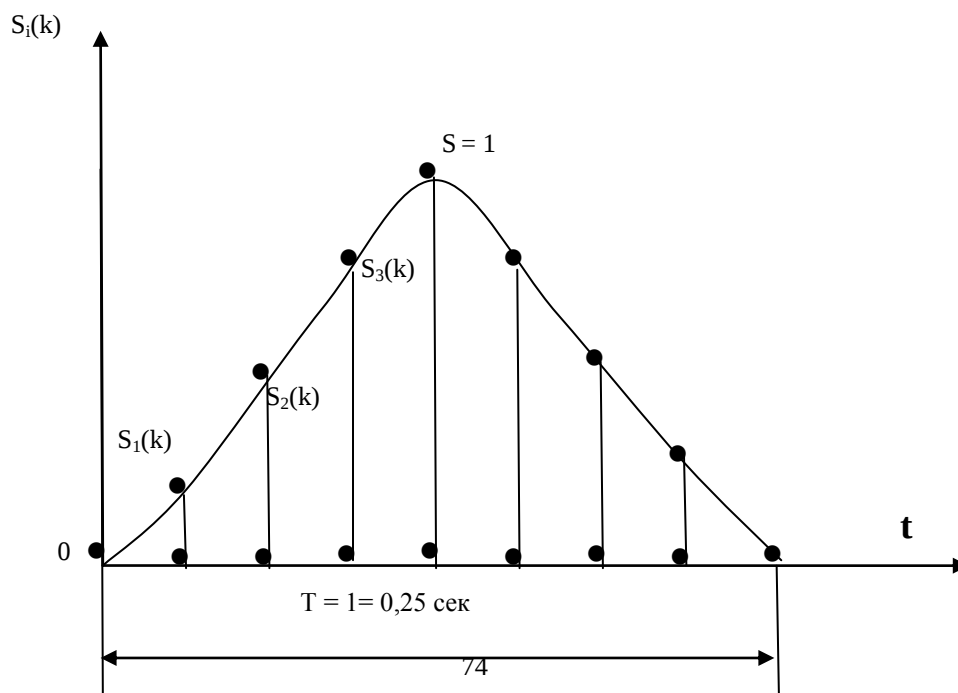
Misol tariqasida aksial krivoship – polzunli mexanizmning olamiz:

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

Bu yerda T - davr quyidagisha aniqlanadi.

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

Mexanizmning berilgan parametrlari ushun polzun harakatidagi nisbiy bosilgan oraliq grafigi quyidagi (10.1 – shakl) da keltirilgan.



11.1 - shakl

Ma`ruza uchun savollar.

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

Mavzu: MEXANIZMLAR DINAMIKASI.

Reja:

1. Mexanizmlar dinamikasi asosie masalalari.
2. Parametrlari mexanizmlar dinamik moduli.
3. Keltirilgan kush va (inersiya momenti) mexanizmlar zvenolari inertsia kuchlarini hisobga olish.

Tayanch iboralar.

Og'irlik, o'zgaruvshan tezlik, dinamika kushi, kinetostatika, harakatlantiruvshi kush, zveno massalari, foydali qarshilik kush, zararli qarshilik kush, inersiya kushi, krivoship, shatun.

Mexanizmlar dinamikasining asosiy masalalari.

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

a) zvenoning o'z og'irligi; bu ham kush bo'lib, uning vektori hamma vaqt yer markazi tomon yo'nalgan; uni G harfi bilan belgilaymiz;

b) zveno o'zgaruvshan tezlik bilan ilgarilanma harakat qilsa, inersiya kushi paydo bo'ladi; bu kushni P_u harfi bilan belgilaymiz;

v) zveno o'zgashan tezlik bilan murakkab harakat qilsa, u holda zvenoda P_u bu kushdan tashqari, yana inersiya kushining 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 ushuncha mexanizmning harakati vaqtida shu kinematik juftlarda reaksiya kuchlari paydo buladi. Bu kuchlarni R_{12} , R_{23} , R_{34} , bilan belgilaymiz. Bu yerda R_{12} – 1 zvenoning 2 – zvenoga ta'sir kushi va R_{34} – 3 zvenoning 4 – zvenoga ta'sir kushi. Jismni qo'zg'atuvshi sabab kush deb ataladi.

Kushning ta'siri ish bilan aniqlanadi.

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

1. mashina va mexanizm kinematik juftlaridagi reaksiya kuchlarni inersiya kuchlari hisobga olingan holda aniqlash.

Bu dinamikaning kinetostatika qismi (harakatdagi statika) deb ataladi.

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

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

4. mashina va mexanizmlar harakatining bir tekisda bulishini ta'minlash.

5. mashina va mexanizmlardagi zveno masalalarini muvozanatlash.

Mexanizm yoki mamashinaga ta'sir etayotgan barcha kuchlarni asosan quyidagi beshta gruppaga bo'lib o'rganish maqsadga muvofiqdir.

1. mashina yoki mexanizmni harakatlantiruvshi kuchlar.

2. mashinaga ta'sir qiladigan foydali qarshilik kuchlari.

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

4. mashina tarkibidagi zvenolarning og'irlik kuchlari.

5. mashina zvenolarining egri shiziqli va o'zgruvshan tezlikdagi harakatlari vaqtida paydo bo'ladigan inersiya kuchlari va shu kuchlarni momentlari.

Yuqorida aytib o'tilgan kuchlarni har birini alohida – alohida ta'riflab utamiz:

H a r a k a t l a n t i r u v s h i k u s h l a r. Mashinaning qabul organiga (zvenosiga) ta'sir qilib, uni harakatga keltiruvshi kuchlarga **harakatlantiruvshi kuchlar** deyiladi. Harakatlantiruvshi kuchlarning yo'nalishlari harakt yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi, shuning ushun harakatlantiruvshi kushning bajargan ishi musbat bo'ladi. 14.1 – shaklda R_g – harakatlantiruvshi kush krivoship – shatunli mexanizmning etaklovshi zvenosi OA (2) ning A – sharniriga qo'yilgan bo'lib, u A nuqta tezligi bilan bir yo'nalishda bo'ladi. Bazi hollarda haraktlantiruvshi kush harakt yo'nalishi bilan faqat utkir burshak tashkil qiladi. Shuning ushun R_g kush bilan A nuqta tezligi orasidagi burshak quyidagi tengsizlik bilan belgilanadi:

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

Shuning ushun R_g kushning ishi musbatdir.

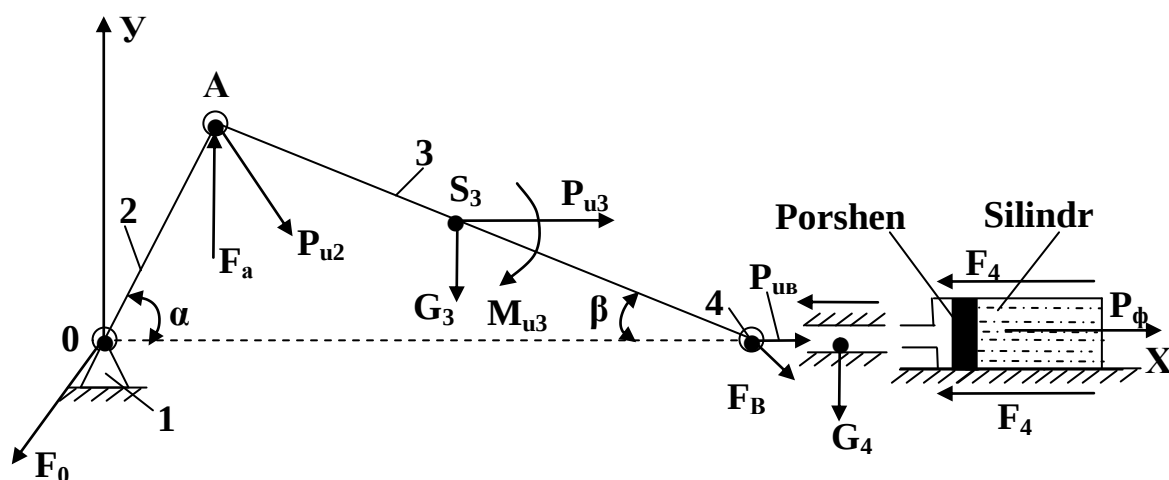
F o y d a l i q a r s h i l i k k u s h l a r i, Qanday kushning ishini mashina engishi zarur bo'lsa, u kushga **foyda li qarshilik kushi** deyiladi. Asosan mashinalar foydali qarshilik kuchlarni engish ushun ishlaydi. 14.1 – shakldagi krivoship – shatunli mexanizm orqali silindr ishidagi qotishma preslanadi. Qotishmaning porshenga ko'rsatgan qarshiligi foydali qarshilik kushi bo'lib, u shaklda R_f deb belgilangan. Foydali qarshilik kushi hamma vaqt harakatga teskari yo'nalgan bo'lib, kush bilan harakat (tezlik) orasidagi burshak quyidagi tengsizlik bilan ifodalanadi.

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

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

Z a r a r l i q a r s h i l i k k u s h l a r. **Zararli qarshilik kuchlari** mashinaning harakati vaqtida paydo bo'ladi. Masalan, 12.1 – shakldagi mexanizmning harakati vaqtida uning tarkibiga kiruvshi kinematik juft elementlari orasidagi ishqalanish kuchlari (F_0 , F_A , F_V , F_4 kuchlar). Shunigdek,

mashina harakatlanayotganda uning zvenolariga tashqi muhit ham ta'sir qiladi (masalan, havo, suv va boshqa qarshiliklar). Bunday ta'sir kuchlar ham harakat yo'nalishini (tezlik) bilan utmas burshak tashkil etadi va bu burshak (12.2) tengsizlik bilan belgilanadi. shuning ushun bunday kuchlarning ham bajargan ishlari manfiy buladi.



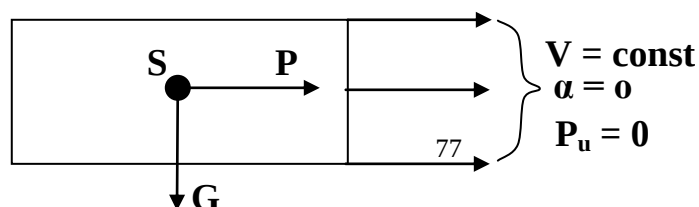
12.1 – shakl. Krivaship-shatunli mexanizm

Og'irlik kushlari. Mashinaning gorizontga nisbatan harakat qiluvchi qismlarning og'irlik markazlari o'zgarganda og'irlik kuchlarining bajargan ishlari ham o'zgarib boradi. Bu kuchlarning bajargan ishlari harakat qiluvchi zvenolarning og'irlik markazi ko'tarilishi yoki pasayishiga qarab musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin. Agar 12.1 – shakl-dagi G_3 – shatunning og'irligi va G_4 – shtok bilan porshinning og'irligi bo'lsa, u holda G_3 yuqoriga ko'tarilganda uning bajargan ishi manfiy bo'ladi, shunki G_3 kushning yo'nalishi bilan harakat yo'nalishi orasidagi burshak (12.2) tengsizlikdan aniqlanadi, agar G_3 kush bilan harakat yo'nalishi orasidagi burshak (12.1) tengsizlikdan aniqlanadi. G_4 og'irlik kushi harakat yo'nalishiga tik bo'lgani ushun uning bajargan ishi nolga teng bo'ladi.

Inertsia kushlari. Mashina qismlarining (zvenolarining) egri shiziqli va uzgaruvshan tezlikdagi harakatlari vaqtida inersiya kuchlari paydo bo'ladi. Ayniqsa kata tezlik bilan notekis harakatlanuvshi zvenolarda inersiya kuchlari ko'p bo'ladi. Tezlik o'zgarmas bo'lsa, ilgarilanma – qaytar harakatlanuvshi zvenoning inersiya kushi bo'lmaydi. Tez yuradigan mashinalarda inersiya kuchlarini hisobga olish dinamik hisoblashning asosiy masalasi hisoblanadi. Inersiya kuchlarini alohida diqqat bilan quyidagi paragrfdan o'rganamiz.

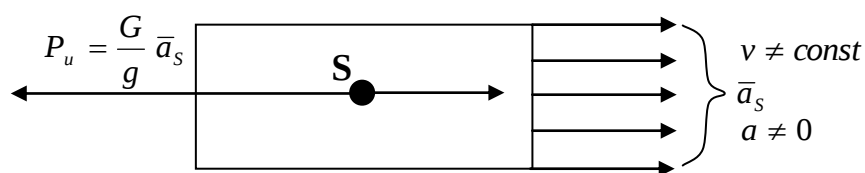
Mexanizm zvenolaridagi inersiya kuchlarini hisobga olish.

Zvenoga ta'sir etuvshi kuchlar ishida inersiya kushi kata ahmiyatga ega. Inersiya kushi o'zgaruvshan shiziqli tezlik yoki burshak tezligi bilan harakatlanuvshi zvenolardagina ushraydi. Tezlanish bilan haraktlanuvshi zvenoning harakatlantiruvshi zvenoga kursatgan ta'sir kushi **inersiya kushi** deb ataladi. Agar zveno uzgarmas tezlik bilan harakat qilsa, u holda, inersiya kushi ham bo'lmaydi (12.2 – shakl).



Ilgarilanma (to'g'ri shiziqli) harakatdagi zvenoni olaylik (12.3 – shakl). Shakldagi 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 inersiya kushini hisoblasak, u quyidagisha bo'ladi:

$$dp_u = - dm \cdot a$$



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

12.3 – shakl

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

bunda

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

bu yerda, P_u – zvenoning inersiya kushi;

α_s – zveno og'irlik markazining tezlanishi;

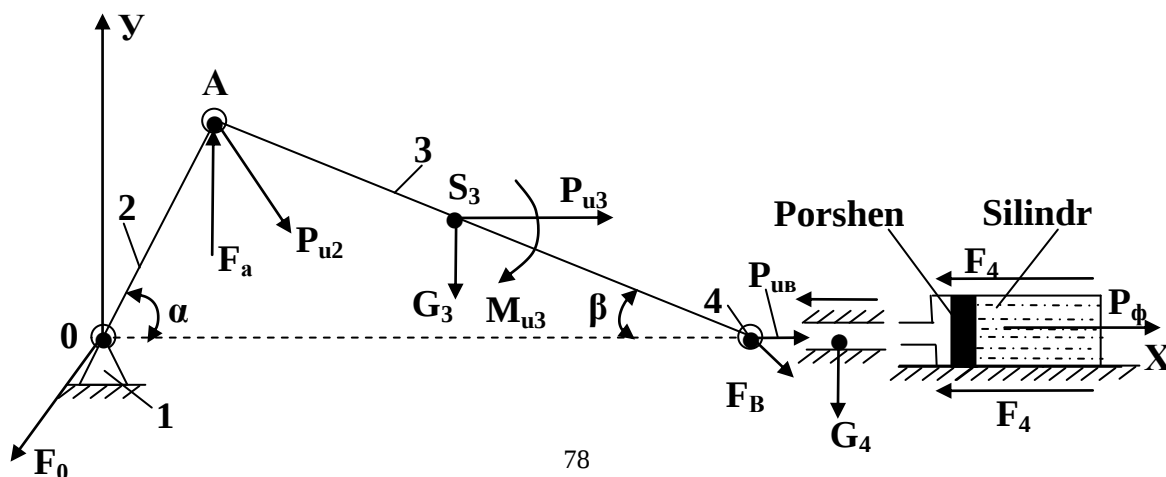
m – zvenonining massasi;

G – zvenoning og'irligi;

g – og'irlik kushining tezlanishi.

Nyutonning har qanday ta'sir aks ta'sirni vjudga keltiradi degan qonuniga binoan, inersiya kushi tezlanish oluvshi zvenodan tezlanish beruvshi zvenoga qarama – qarshi qo'yilganligi ushun (12.3) tenglamaning o'ng tomoniga minus ishorasi qo'yiladi. Bu minus ishorasi R_u kushining ezlanishga qarama – qarshi yo'nalganligini bildiradi.

Agar (12.3 - shakl) dagi masaladan S nuqtaning tezlanishi topilsa u holda R_u inersiya kushining miqdori va yo'nalishi topish mumkin. Buning ushun S nuqtani krivoship – polzunli mexanizmning polzun markazi deb qaraymiz va uning harakat qonunini quyidagisha topamiz (12.4 - shakl):



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:

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

etiborga olsak, X_S ni quyidagi kurinishda 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 atib utilgan fikrlar tushinarliroq bulishi ushun bir nesda xususiy holni tekshirib shiqamiz:

1. OA zvenoning og'irlik markazi (S) o'zgarmas burshak tezligi bilan O o'qi atrofida aylanayotgan bo'lsin. U holda $\varepsilon = 0$, $M_u = 0$ (12.5 – shakl, a) bo'ladi. Yolg'iz bita normal inersiya kushi paydo bo'lib, uning qiymati quyidagisha topiladi:

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

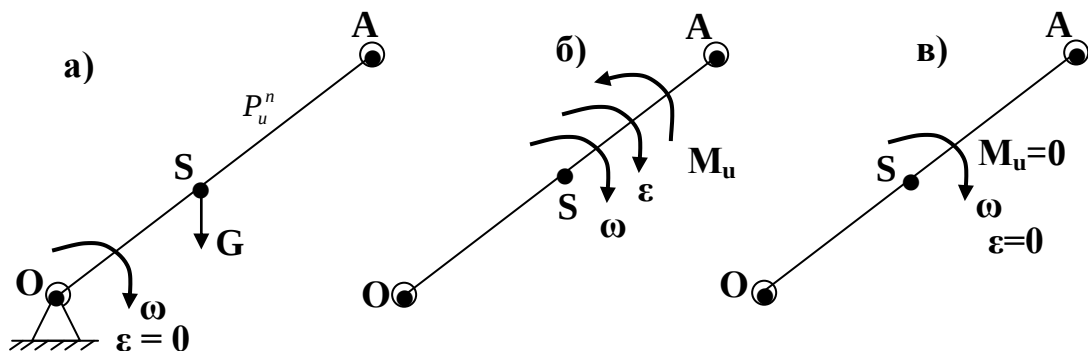
2. OA zveno S og'irlik markazidan o'tuvshi va shaklga tik o'q atrofida o'zgaruvshan burshak tezlanishi bilan aylanmoqda, deb faraz qilaylik (14.5 - shakl, b), u holda, $P_u^n = 0$, $P_u^t = 0$ bo'lib, quyidagi momentgina qoladi:

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

3. OA zveno S og'irlik markazidan o'tuvshi va shaklga tik o'q atrofida o'zgarmas burshak tezligi bilan aylanmoqda, deb faraz qilaylik (12.5 – shakl, 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 inersiya kushini bir nesda usulda topish mumkin, quyida shunday usullar bilan tanishib utamiz:

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



1. **G r a f i k u s u l.** Ushbu masala tushunarli bulishi ushun misolni konkret mezanizmda kurib shiqamiz.

OAV krivoshipli – shatunli mexanizm berilgan bo`lsin

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

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

(12.9) tenglamaning ikala tomonini shatun massasiga kupaytirsak, 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 tula inersiya kushi;

$\bar{P}_{uA} = -m_S \cdot \bar{a}_S$ - shatunning og`irlik markaziga qo`yilgan massasining $\bar{a}_A$ tezlanish bilanqilgan

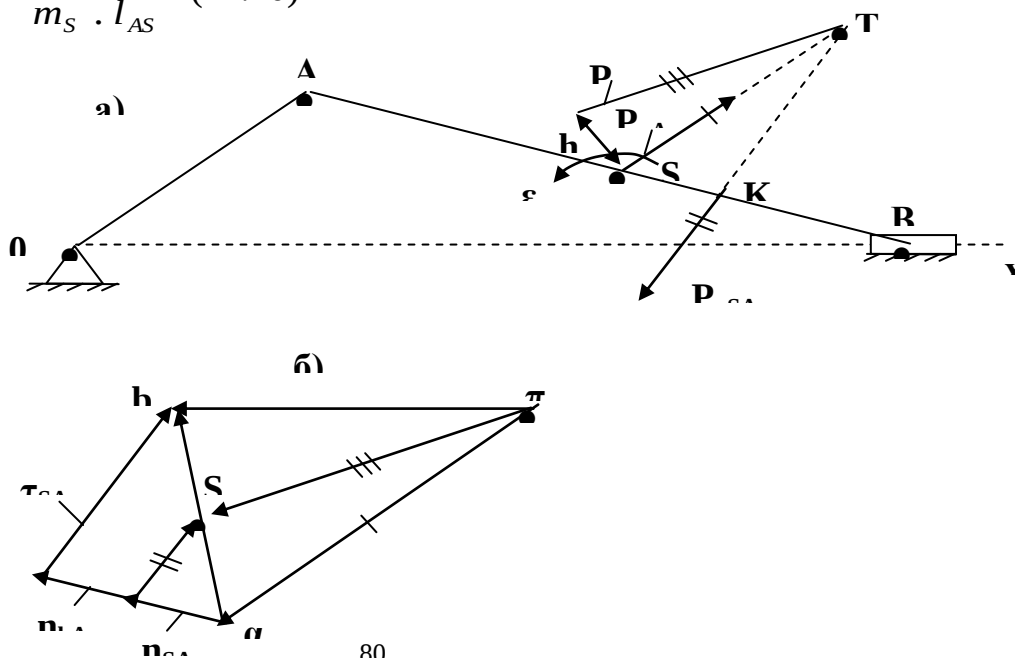
ilgarilanma harakatidan hosil bo`lgan inersiya kushi;

$\bar{P}_{uSA} = -m_S \cdot \bar{a}_{SA}$ - shatun massasining A nuqta atrofida aylanish-dan hosil bo`lgan inersiya kushi.

P_{uA} vektori $\pi\alpha$ vektoriga qarama – qarshi va parallel yo`nalgan bo`lib, S nuqtadan utadi. $\bar{P}_{uSA}$ esa τ_{SA} ga parallel va qarama – qarshi yo`nalgan. Uning qo`yilgan nuqtasi, ya`ni zarb markazi (k) quyidagisha topiladi:

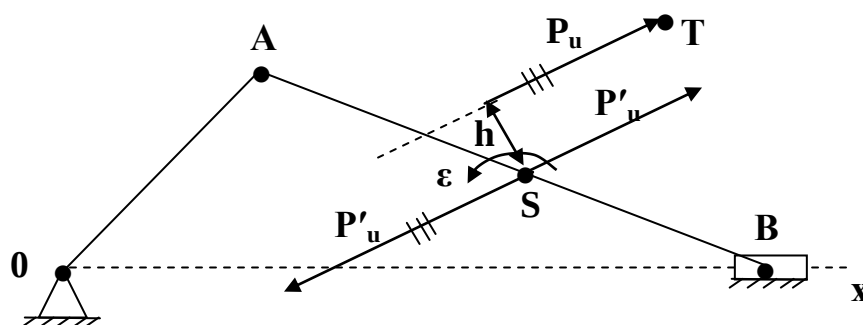
$$l_k = l_{Ak} + l_{Sk}$$

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



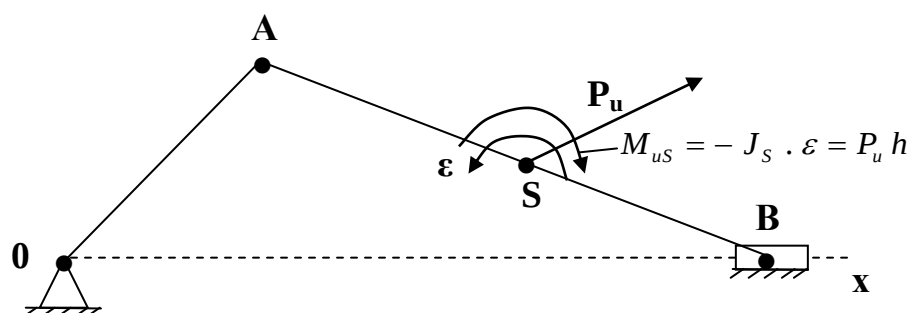
12.6 – shakl. a – krivoshipli – shatunli mexanizm; b – tezlanishlar rejasi (plani).

R_{uA} vektori R_{uSA} vektori bilan T nuqtada kesishadi. Bu nuqta shatunning zarb markazidir; demak, shatunning tula inersiya kushi shu nuqtadan o'tib, πS tezlanish vektoriga parallel va qarama – qarshi yo'nalgan (12.7 – shakl).



12.7 – shakl. krivashiqli – shatunli mexanizm, shatunning inertsia kuchini qo'shimcha moment usuli bilan topish.

2. Q o`sh i m sh a m o m e n t l a r u s u l i. shatun markazi (S) ga 12.6 – shakl, a dagi  $R_u$  kushni keltiramiz. U holda shatun markaziga  $(\bar{P}_u, \bar{P}_u)$  nol` sistema kushi qo'yiladi (12.7 - shakl). Agar T nuqtadagi R_u inersiya kushini shatun markazi S ga nazariy mexanika qoidasiga binoan keltirsak, S ga qo'yilgan R' inersiya kushi bilan $M_{us} = - \epsilon \cdot I_s$ momenti paydo bo`ladi (12.8 – shakl) $P'_u = P_u$.



12.8 – шакл. кривошипли – шатунли механизм шатунига инерция кучи ва инерция кучининг momenti қўйилган

Ma`ruza uchun savollar.

1. Harakatdagi har qanday zvenoda qanday kuchlar va momentlar bo'lishi mumkin.
2. Mexanizmlarning harakati vaqtida kinematik juftlarda qanday kuchlar paydo buladi.
3. Qanday kushga jismni quzg'atuvshi sabab kush deb ataladi.

4. Mashina va mexanizmlarga ta'sir etayotgan barcha kuchlarni asosan neshta gruppaga bo'linadi.

Mavzu: MEXANIZMLAR DINAMIKASI, KINETOSTATIKA

Reja:

- 1. Kinematik zanjirning statik aniqlik shartlari.**
- 2. Mexanizm kinematik juftlaridagi reaksiyalarini topish.**
- 3. Asur guruhlarining kinetostatikasi, Etaklovshi zvenoning kinetostatikasi.**

Tayanch iboralar.

Krivoship, shatun, reaksiya kuchlari, statik va dinamik, og'irlik markazi, og'irlik kushi, burshak tezlanishi, absolyut tezlanish, inersiya 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 tuza olsak, u holda masalani hal qilish oson keshadi.

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

Agar mexanizm zvenolar tarkibidagi zvenolar soni n ta bo'lsa, shu n ta zveno ushun $3n$ ta muvozanat tenglamasi tuzish mumkin. Mexanizm tarkibida faqat quyi juftlar bo'lsa, har qaysi quyi juftda ikkita nomalum bo'ladi. Bulardan biri quyi kinematik juftdagi reaksiyaning qiymati bo'lsa, ikkinchisi shu reaksiya kushining yo'nalishidir. Shunday qilib, kinematik zanjirdagi quyi kinematik juftlar soni R_5 bo'lsa, nomalum kattalik soni

$2 \cdot R_5$ 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 quyidagisha yoziladi:

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

(13.1) tenglamadan ma'lum bo'lishisha, barcha Asur gruppasi statik aniq zanjirlar ekan.

Mexanizm kinematik juftlaridagi reaksiyalarini topish.

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

13.1 masala. Masala ro'vshan bulishi ushun 13.1 – shaklda, a da kursatilgan mexanizmning shaklida kursatilgan vaziyati ushun zvenolarga ta'sir etuvshi kuchlarni va ularning yo'nalishlarini aniqlab olamiz. Mexanizm K_m masshtabda

shizilgan: L_{OA} , L_{AV} , L_{SD} , L_{DO_2} lar ma'lum bo'lib, bundan O_1A – krivoship, ω_1 – burshak tezligi bilan aylanadi. krivoshipning og'irligi etiborga olinmaydi, qolgan zvenolarning og'irliklari quyidagisha 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'tuvshi o'qqa nisbatan olingan inersiya momenti;
 I_{S_4} – SD shatun massasining S_4 nuqtadan utuvshi o'qqa nisbatan olingan inersiya momenti;
 I_{S_5} – DO_2 koromislo massasining S_5 nuqtadan o'tuvshi o'qqa nisbatan olingan inersiya momenti.
 Masalani eshish qo'yidagi tartibda olib boriladi.

Yeshish: avval mexanizmning shu kurinish shakldagi vaziyati ushun

K_v - masshtabda tezliklar planini tuzamiz (13.1 – shakl, b), so'ngra K_a – masshtabda tezlanishlar rejasi (plani) ni tuzamiz (12.1 – shakl, v) va tezlik, tezlanish rejalari yordamida mexanizmning quyida keltirilgan qiymatlarini aniqlaymiz:

$$a_{S_2} = K_a \cdot \overline{\pi S_2} [msek^{-2}] - AV \text{ shatun markazining eo'lana tezlanishi};$$

$$a_B = K_a \cdot \overline{\tau b} [msek^{-2}] - V \text{ polzunning absalyut tezlanishi};$$

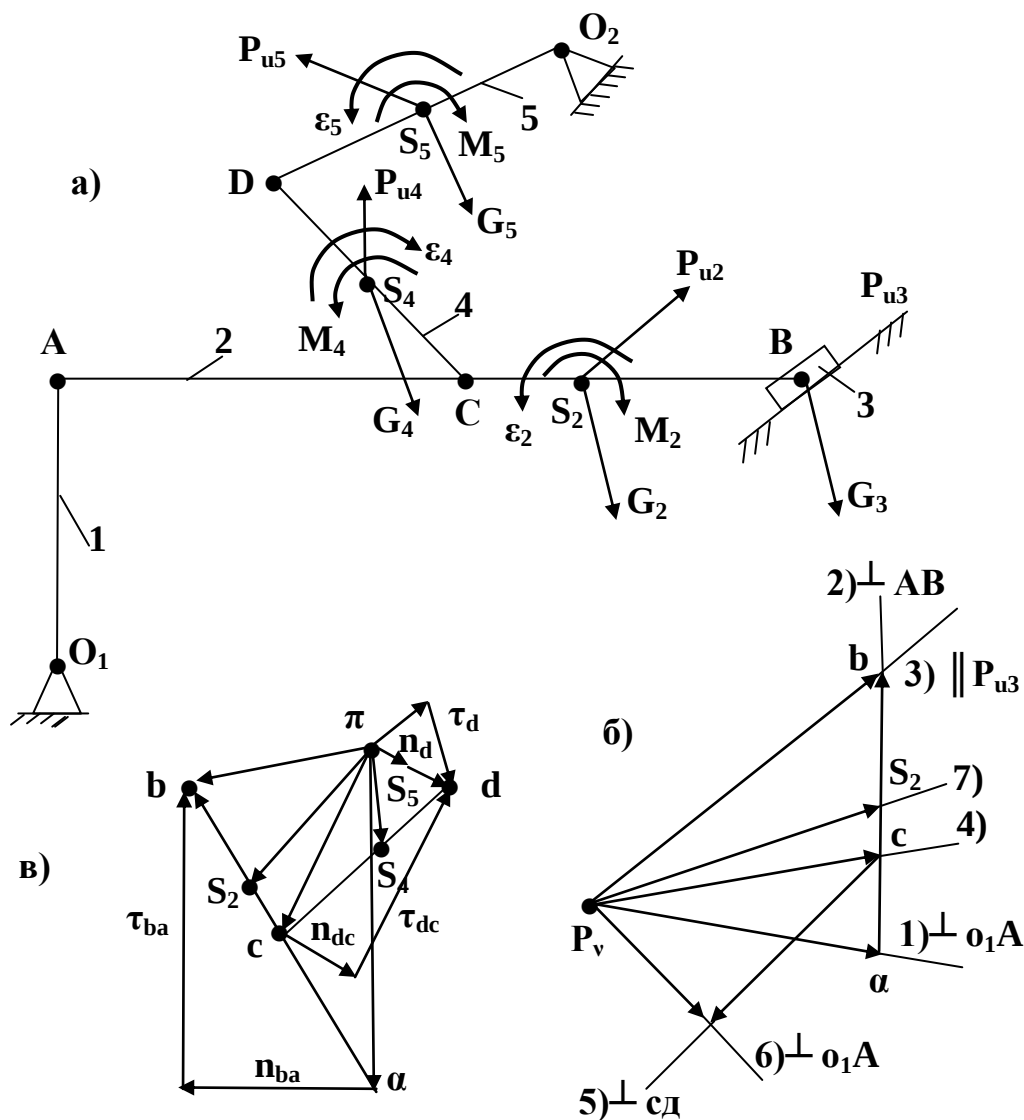
$$\varepsilon_2 = \frac{a_{BA}^{\tau}}{l_{BA}} = \frac{K_a \cdot \tau_{ba}}{l_{BA}} [sek^{-2}] - AV \text{ shatunning bursak tezlanishi};$$

$$a_{S_4} = K_a \cdot \overline{\pi S_4} [msek^{-2}] - S_4 - \text{nuqtaning absalyut tezlanishi};$$

$$\varepsilon_4 = \frac{a_{DC}^{\tau}}{l_{DC}} = \frac{K_a \cdot \tau_{dc}}{l_{DC}} [sek^{-2}] - SD \text{ shatunning burshak tezlanishi};$$

$$a_{S_5} = K_a \cdot \overline{\pi S_5} [msek^{-2}] - S_5 \text{ nuqtaning absalyut tezlanishi};$$

$$\varepsilon_5 = \frac{a_{DO_2}^{\tau}}{l_{DO_2}} = \frac{K_a \cdot \tau_{d0_2}}{l_{DO_2}} [sek^{-2}] - DO_2 \text{ koromisloneing burshak tezlanishi}.$$



13.1 – shakl: a – mexanizm zvenolarining inertsiya kuchlarini topish;
 g – tezliklar rejasi (plani); b – tezlanishlar rejasi.

Tegishli nuqtalarning shiziqli tezlanishlari bilan tegishli zvenolarning burshak tezlanishlari aniqlangash, inersiya kuchlari bilan inersiya momentlarini quyidagisha aniqlaymiz.

$$\bar{P}_{u_2} = -\frac{\bar{G}_2}{g} \cdot a_{s_2} [\kappa z] - \text{AV shatunning inersiya kushi};$$

$$\bar{M}_2 = -\varepsilon_2 \cdot I_{S_2} [\kappa z \mathcal{M}] - \text{AV shatun inersiya kushining momenti};$$

$$\bar{P}_{u_3} = -\frac{\bar{G}_3}{g} \cdot a_{s_3} [\kappa z] - \text{V polzunning inersiya kushi};$$

$$\bar{P}_{u_4} = -\frac{\bar{G}_4}{g} \cdot a_{s_4} [\kappa z] - \text{SD shatunning inersiya kushi};$$

$\overline{M}_4 = -\varepsilon_4 \cdot I_{S_4} [\kappa\mathcal{M}]$ - SD shatun inersiya kushining momenti;

$\overline{P}_{u_5} = -\frac{\overline{G}_5}{g} \cdot a_{S_5} [\kappa\mathcal{Z}]$ - DO₂ – koromislarning inersiya kushi;

$\overline{M}_4 = -\varepsilon_4 \cdot I_{S_4} [\kappa\mathcal{M}]$ - DO₂ – koromislo inersiya kushining momenti.

Inersiya kuchlarini tegishli shiziqli tezlanishlarga qarma-qarshi va paralel yo`naltirib, zvenolardagi tegishli nuqtalarga qo`yamiz; momentlarni esa tegishli burshak tezlanishlariga qarma-qarshi yo`naltiramiz. Kuchlar va momentlar qo`yilgan mexanizmlarning vaziyati (13.1 – shakl, a) da tasvirlangan.

Har qanday mexanizm ikki yo`l bilan – statik va kinetostatik yo`llar bilan hisoblanishi mumkin. Statik yo`l bilan hisoblashda faqt og`irlik kushi va boshqa kuchlar hisobga olinadi. Qinetostatik yo`l bilan hisoblashda esa shu kuchlarga inersiya kushi ham qushiladi.

Statik yo`l bilan hisoblash faqt sekin aylanuvshi (harakat qiluvchi) mexanizmlar ushun tadbiq qilinadi.

Kinetostatik yo`l bilan esa tez harakat qiluvchi mexanizmlar hisoblanadi.

Kinetostatik yo`l bilan hisoblashda asosan, Dalamber prinspidan foydalaniladi.

Bu prinsp quyidagisha ta`riflanadi: ***zvenoga ta`sir qiluvchi barcha kuchlarga inersiya kushini quyib, sistemani shu onda muvozanatda deb qarash mumkin.*** Buning matematik ifodasi quyida keltirilgan:

$$\sum_{l=1}^k \overline{P}_l + \overline{P}_u = 0 \quad (13.2)$$

Asur gruppalarining kinetostatikasi.

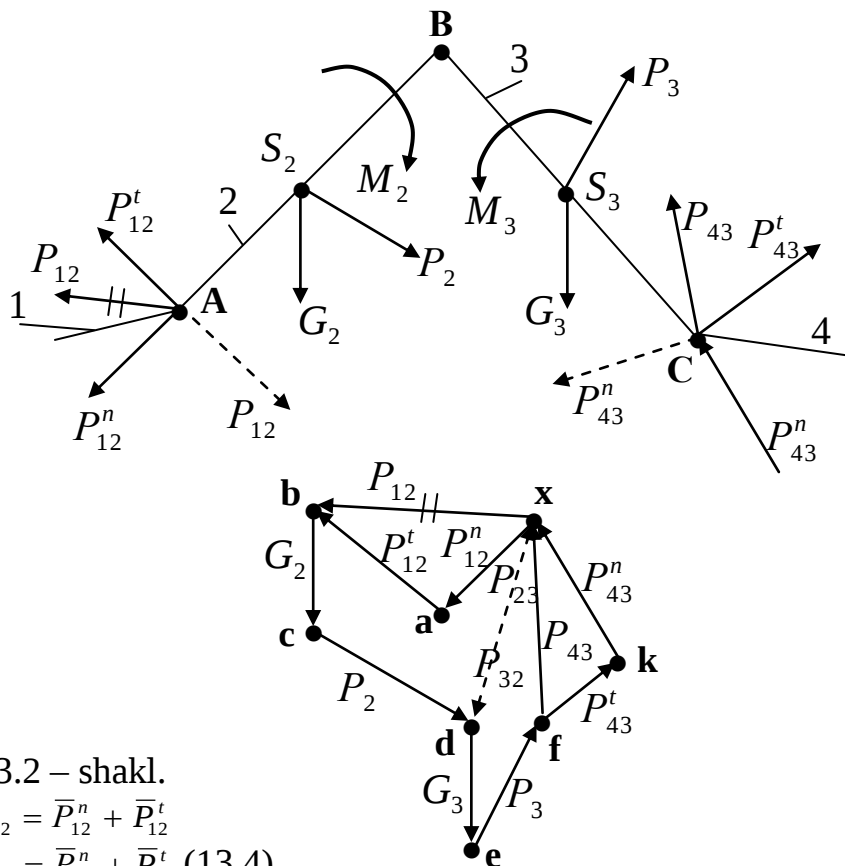
13.2 – shaklda 1 modifikasiyalı Asur gruppasi K_m masshtabda shizilgan. Uning 2 va 3 zvenolariga G₂, P₂, M₂ va G₃, P₃, va M₃ kuchlar bilan moment-lar ta`sir etadi. Shu kush va momentlar ta`sirida A, V va S sharnirlardagi (kinematik juftlardagi) reaksiya kuchlari topilsin.

1 – zveno tashlab yuborilgan, uning 2 – zvenoga ta`sirini R<sub>12</sub> 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 N`yutonning ta`sir aks ta`sirga teng degan qonunidan foydalanib, quyidagi tengliklarga tuxtalib utamiz:

$$\begin{aligned} \overline{P}_{12} &= -\overline{P}_{21} \\ \overline{P}_{23} &= -\overline{P}_{32} \\ \overline{P}_{43} &= -\overline{P}_{34} \end{aligned} \quad (13.3)$$

Masalani eshish ushun akademik Bruevish metodidan foydalanib, R₁₂ va R₃₄ reaksiya kuchlarini quyidagisha tashkil etuvshilarga ajratamiz:



13.2 – shakl.

$$\begin{aligned}\bar{P}_{12} &= \bar{P}_{12}^n + \bar{P}_{12}^t \\ \bar{P}_{43} &= \bar{P}_{43}^n + \bar{P}_{43}^t \quad (13.4)\end{aligned}$$

(13.4) tenglamalardagi $\bar{P}_{12}^n$ - AV zveno o'qi bo'lab, $\bar{P}_{12}^t$ esa shu o'qqa tik; $\bar{P}_{43}^n$ esa VS zveno o'qi bo'ylab hamda $\bar{P}_{43}^t$ esa shu o'qqa tik yo'nalgan deb faraz qilamiz.

Gruppadagi 2 – va 3 – zvenolarni o'zlariga ta'sir etayotgan kuchlar va momentlar ta'sirida, hozirgi onda, muvozanatda deb qaraymiz. Grappa tarkibidagi har bir zveno ham muvozanatda bo'ladi.

2 – zvenoga ta'sir etayotgan kuchlarning V sharnir markaziga nisbatan olingan momentlarning yig'indisini nolga tengligidan foydalanib, $\bar{P}_{12}^t$ ni topamiz:

$$\sum mom_B (P_i) = 0$$

bundan

$$\bar{P}_{12}^t \cdot l_{AB} - M_B (G_2) - M_B (P_2) + M_2 = 0$$

$$\bar{P}_{12}^t = \frac{M(G_2) + M(P_2) - M_2}{l_{AB}} \quad \kappa\mathcal{Z} \quad (13.5)$$

3 – zvenoga ta'sir etuvshi kuchlarning V sharnir markaziga nisbatan olingan momentlari yig'indisining nolga tengligidan foydalanib, $\bar{P}_{43}^t$ ni topamiz:

$$\sum mom_B (P_i) = 0$$

Bundan

$$\bar{P}_{43}^t \cdot l_{BC} + M_B (G_3) - M_B (P_3) - M_3 = 0$$

$$\bar{P}_{43}^t = \frac{M_B (P_3) + M_3 - M_B (G_3)}{l_{BC}} \quad (13.6)$$

$\bar{P}_{12}^t$ ning qiymati musbat, $\bar{P}_{43}^t$ ning qiymati manfiy shiqqan deb faraz etib, yo`nalishlarni shaklda kursatilgandek qilib joylashtirib qo`yamiz.

2 – 3 – gruppaga ta`sir etayotgan kuchlarning 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 shiziqlari ma`lum. Shu vektor tenglikka $K_P \left[\frac{\kappa \mathcal{Z}}{MM} \right]$ masshtabda kuchlar rejasini tuzib, shu kuchlar 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 kuchlari esa kuchlar rejasidan topiladi va o`lar quyidagisha 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 kushini, ya`ni R_{23} ni topish ushun quyidagi vektor tenglamani tuzamiz:

$$\bar{P}_{4,3} + \bar{G}_3 + \bar{P}_3 + \bar{P}_{23} = 0 \quad (13.8)$$

13.2 – shakl, b dan $R_{2,3}$ ni quyidagisha topamiz:

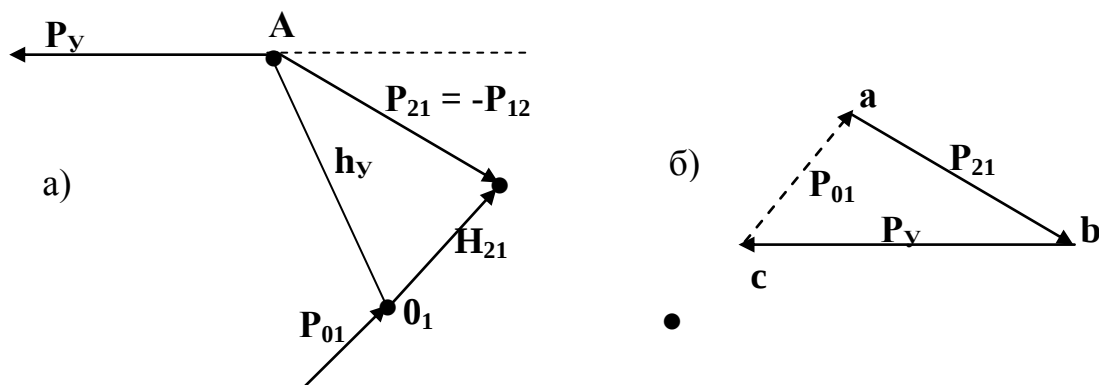
$$R_{23} = K_R \cdot (xd)$$

$R_{2,3} = - R_{3,2}$ – ekanligi kuchlar rejasidan aniq ravshandir.

Yetaklovchi zvenoning kinetostatikasi.

13.3 – shakl, a da etaklovshi zveno ($O_1 A$) va unga ta`sir qiluvchi  $\bar{P}_{1,2} = - P_{21}$  kush berilgan. Etaklovshi zvenoning kinetostatikasini o`rganishda, asosan, O_1 nuqtadagi reaksiya kushi bilan muvozanatlovshi kushni topish talab etiladi. Odatda muvozanatlovshi kushning ta`sir shizig`i berilgan bo`ladi. 13.3 –shakl, a da muvozanatlovshi kush  $O_1 A$  krivoshiga tik bo`lib, A nuqtadan o`tadi, deb faraz qilamiz. Muvozanatlovshi kushni R_u bilan belgilab, uni quyidagi momentlar muvozanatidan topamiz.

$$\sum mom_{O_1} (P_i) = 0; P_y = P_{21} \frac{h_2}{h_y} \quad (13.9)$$



13.3 – shakl a – yetaklovchi zveno; b – kuchlar rejasi

1 - z v e n o u s h u n.

Muvozanatlovshi kushning moment iva quvvati quyidagi tenglamadan topiladi:

$$M_y = P_y \cdot l_{O_1 A} \quad N_y = M_y \omega = P_y v_A$$

13.4 – shakl, a da etaklovshi zveno va unga ta'sir etuvshi kuchlar berilgan, muvozanatlovshi kush qo'yilgan nuqta k dir; muvozanatlovshi kushning yo'nalishi krivoship o'qi bilan α burshak hosil qilib o'tadi. bunday hol ushun ham muvozanatlovshi kush 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_{01} reaksiya kushini topish kerak. Bu kush fundamentni hisoblashda zarur bo'ladi. Buning ushun krivoshipning muvozanat shartini tekshirib shiqamiz. 15.3 va 15.4- shakllarda krivoshipga ushtadan R_U , R_{21} va R_{01} (fundamentning birinshi zvenoga ta'sir kushi) kuchlar ta'sir qiladi. Ularning ta'siridan krivoship muvozanatda bo'ladi:

$$\sum_{i=1}^3 \bar{P}_i = \bar{P}_y + \bar{P}_{21} + \bar{P}_{01} = 0 \quad (13.10)$$

(13.10) tenglama ushun kuchlar plani 13.3 – shakl, b va 13.4 – shakl, b larda ko'rsatilgan, punktir vektor – kesmalar orqali R_{01} topilgan:

$$P_{01} = K_p \cdot c\alpha$$

Mavzu: Prof. N. E. JUKOVSKIYNING QATTIQ RISHAG TO'G'RISIDAGI TEOREMASI.

Reja:

1. Prof. N. E. jukovskiyning qattiq richag to'g'risidagi teoremasi.

Tayanch iboralar.

Vektorlar, krivoship, shatun, bajarilgan ish, qutb, moment,

muvozanatlovshi kush, sharnir, kinematik sxema, tezlik markazi, tishli mexanizmlar quvvat.

N. E. Jukovskiy har qanday mexanizmning muvozanati haqidagi masalani qanday rishagning muvozanati haqidagi masalaga keltirib urganishni tavsiya etadi. Bu rishag oddiy rishag bo'lmay, uning zaminida quyidagi mulohazalar yotadi.

14.1 – shaklda 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 burshak tashkil etuvshi R kush ham berilgan bo'lsin. U holda A nuqtaning elementar (mumkin bo'lgan) ko'shishidagi R kushning bajargan ishi quyidagisha bo'ladi:

$$dA = P \cdot dS_A \cdot \cos \alpha \quad (14.1)$$

Kushning 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 ntpkbryb 14.1 – shaklda ko'rsatilganiday qandaydir qutibdan (R dan) $\bar{P}a \perp v_A$ qilib qo'yamiz va $\bar{P}a$ kesmani ushi α dan $\bar{P}$ kushning qutibiga nisbatan momenti quyidagisha 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 quyidagisha 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'lishisha, ular ham tezlikning qandaydir K_v masshtabida $\bar{P}$ kushning quvvatini ifoda etar ekan.

Agar qandaydir mexanizmning zvenolariga R_1, R_2, R_3 kuchlar ta'sir etib, shu kuchlar ta'sirida u muvozanatdabulsa, u holda kush qo'yilgan nuqta-larning kuchlar ta'siridan mumkin bo'lgan (vertual) kushishlardagi kuchlarning bajargan elementar ishlarining yig'indisi yoki quvvatlarning yig'indisi nol bo'lar edi, ya'ni:

$$\sum_{i=1}^k P_i \cdot ds_i \cdot \cos \left(P_i, \wedge ds_i \right) = 0,$$

yoki

$$\sum_{i=1}^k P_i \cdot \frac{ds_i}{dt} \cdot \cos \left(P_i, \wedge \frac{ds_i}{dt} \right) = \sum_{i=1}^k P_i \cdot v_i \cdot \cos (P_i, v_i) = 0$$

(14.3), (14.4) tengliklarga amal qilib, agar $R_1, R_2, \dots, R_k$ kuchlar qo'yilgan nuqtalarning 90° ga burilgan tezliklari rejasini tuzsak va shu tezliklari rejasidagi nuqtalarga tegishli kuchlarni o'z holishakeltirib quysak, u holda shu kuchlar tezliklar rejasining qutbi R ga nisbatan momentlarning yig'indisi nol bo'lishi kerak, ya'ni:

$$\sum_{i=1}^k P_i \cdot \frac{v_i}{K_v} \cdot \cos \left(P_i, \wedge v_i \right) = \sum_{i=1}^k P_i \cdot h_i = 0 \quad (14.5)$$

Shunday qilib 90° ga burilgan tezliklar rejasini o'z qutbi R ga nisbatan aylanuvchi qattiq rishag deb ataladi; shu tezliklar rejasini Jukovskiy rishagi deb ham ataladi.

Yuqoridag bayon etilgan masala faqat qo'zg'aluvshanlik darajasi ($W = 1$) bo'lgan har qanday mexanizmga taalluqlidir.

Masala tushunarli bo'lishi ushuni quyidagi misollarni keltiramiz.

14.1 – shakl, a da 4 zvenoli mexanizm keltirilgan. Mexanizmning S_2 , V va S_3 no'qtalariga tegishli G_2 , P_{S2} , P_B va G_3 kuchlar quyilgan. Shu kuchlar taasiridagi mexanizmning A nuqtasidan o'tib, TT ta'sir shizig'ida yotuvchi muvozanatlovchi kush va uning yo'nalishi topilsin, $TT \perp O_1A$ ekanligi etiborga olinsin. **Sh I Sh:**

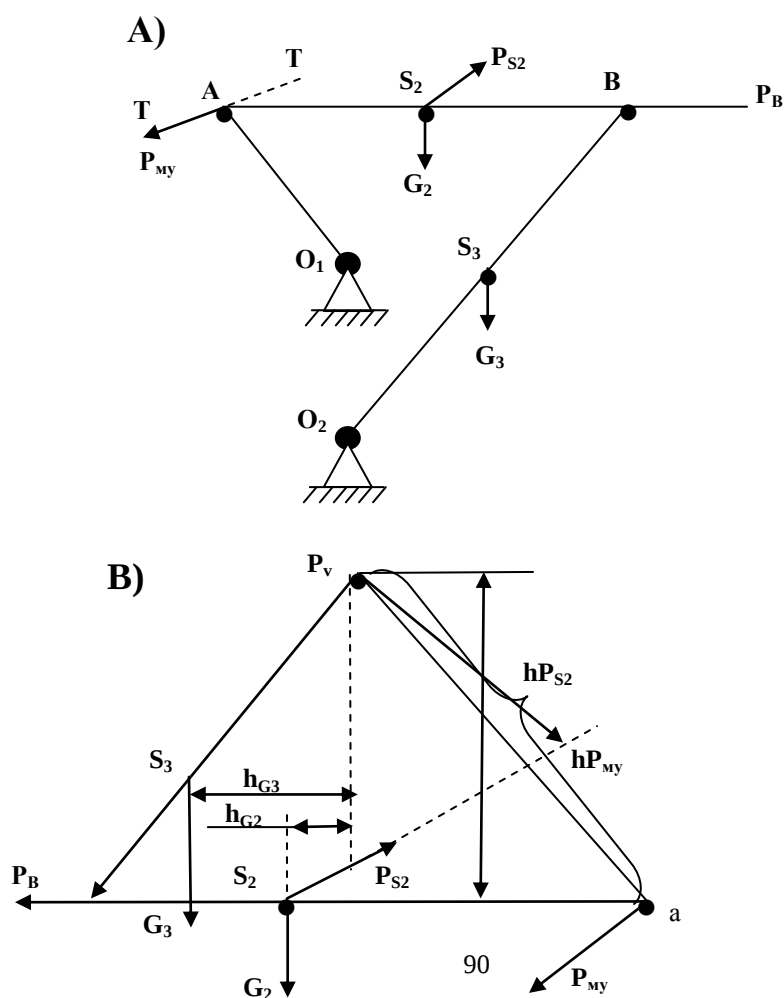
Masalani ixtiyoriy masshtabdagi tezliklar planini tuzishdan boshlaymiz (14.1 – shakl, b). sungra tezliklar rejasidagi b_1 , S_2 , va a nuqtaga tegishli kuchlarni o'z yo'nalishida keltiramiz; a ga esa TT ta'sir shizig'iga paralel shiziq o'tkazamiz. Rab tezliklar rejasini R nuqta (qutb) atrofida aylanuvchi qattiq rishag deb qarab, unga ta'sir etayotgan kuchlarni R ga nisbatan momentlarni olamiz va unga muvozanatlovchi kush momentini qushib, nolga tenglaymiz:

$$+R_V \cdot h_{PB} - P_{S2} \cdot h_{PS2} - G_3 \cdot h_{G2} + G_2 \cdot h_{G2} + P_{my} \cdot h_{Pmy} = 0,$$

Bu yerdan R_{mu} muvozanatlovchi kushni aniqlab olsak u holda quyidagi ifodaga ega bo'lamiz.

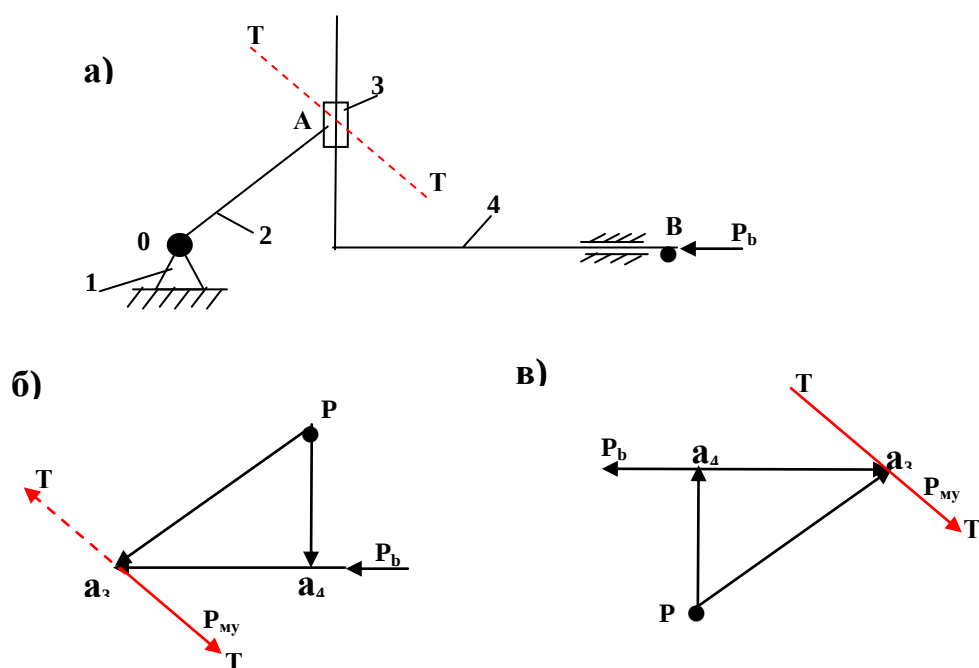
$$P_{my} = \frac{-P_B \cdot h_{PB} + P_{S2} \cdot h_{PS2} + G_3 \cdot h_{G3} + G_2 \cdot h_{G2}}{h_{Pmy}}$$

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 shakl, a da kulisali mexanizm va unga quyilgan kuch berilgan. Shu kuchni muvozanatlovshi kuchi topilsin. Muvozanatlovshi kuchning ta'sir chizig'i OA ga tik yo'nalgan.



14.2 – shakl.

Yechish

14.2- shakl, b da tezliklar rejasi tasvir etilgan. Shu rejaga R_V kushini o'z yo'nalishida; TT ta'sir shizig'iga paralel qilib, R_{mu} kushini a_3 nuqtadan o'tkazamiz va muvozanat shartini yozamiz:

$$- R_V \cdot h_{RV} + R_{mu} \cdot h_{pmu} = 0,$$

Ma'ruza ushun savollar.

1. Kuchning quvvati qanday topiladi, bajarilgan ishni qanday topish mumkin?
2. Muvozanatlovshi kuchning momenti qanday topiladi?

Kinematik juft elementlaridagi ishqalanish kuchlar.

Reja:

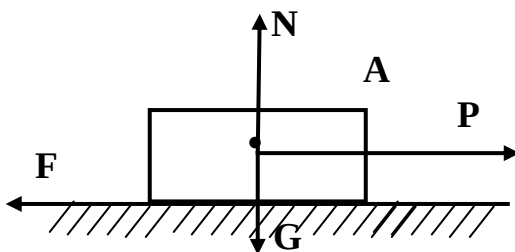
1. Hisbiy harakatga ko'rsatilgan qarshiliklar.
2. Ilgarilanma harakat qiluvchi kinematik juft elementlaridagi ishqalanish.

3. Sirg'anish podship-niklaridagi ishqalanish, oliy kinematik juftlardagi ishqalanish.

Tayanch iboralar.

Vektorlar, krivoship, shatun, ishqalanish kuchi, ogirlik, 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 elementlarining nisbiy harakatiga kursatiladigan qarshilik kushi **ishqalanish kushi** deb ataladi. M: stol ustida turgan gishtni stol yuzasida siljitish ushun biror kush talab etiladi. Gisht bilan stol ilgarilami kinematik juft tashkil qiladi. Ularning elementlari tekislik bo`lib, gishtga stol yuzasi shu gisht ogirligiga teng reaksiya kushi bilan ta`sir etadi (15.1. shakl)



15.1- shakl Sirpanib ilgarilanva harakat qiladigan zvenoga na`sir qiladigan kychlar ($v = 0$)

Gishtning ogirligini - G bilan stol yuzasining gishtga kursatadigan ta`sir kushini  $N$  bilan belgilaymiz.  $N$  kushi kinematik juft elementlariga tik yo`nalgan (15.1 – shakl). Agar stol elementi (yuzasi) gisht ogirligiga bardosh bera olmasa, u holda, juftlik buziladi. $G = N$ bo`lganda kinematik juftlik mavjud bo`ladi. Agar gisht biror P kush ta`sirida qo`zgalmasa, uning harakatiga F_1 ishqalanish kushi qarshilik ko`rsatgan bo`ladi. Gishtga biror P_0 kush quyilganda, gisht qo`zgalish shegarasiga kelsa, ya`ni bir tekis harakat qilsa (yoki to`xtabtursa), u holda, gishtning harakatiga  $F_0$  kush qarshilik qilgan bo`ladi. agar jismga $P > P_0$ kush bilan ta`sir etilsa, u holda gisht biror  $x = a$  tezlanish bilan harakat qila boshlaydi. Harakatga kursatiladigan qarshilik esa  $F$  bo`ladi. N`yuton qonuniga ko`ra gishtning harakat tenglamasi quyidagisha bo`ladi:

$$P - F = \frac{G}{g} \ddot{x} \quad (15.1)$$

bu yerda. G – gishtning ogirligi;

g – urning tortish kushi tezlanishi ($g = 9,81 \text{ m sek}^{-2}$)

$a = \ddot{x}$ gishtning shiziqli tezlanishi.

(15.1) formulani quyidagisha yozamiz:

$$F = P - \frac{G}{g} \cdot \ddot{x} < F_0 \quad (15.2)$$

O`tkazilgan kupginatajribalar (15.2) tenglamadagi  $F_0$  kush qanshalik kata bulmasin, qarshilik kushi o`zgarmay qolishini ko`rsatadi. F_0 kush gishtning tinsh holatdagi ishqalanish kushi deb, F esa jismning sirganishdagi ishqalanish kushi deb ataladi.

Kinematik juft elementlarini xarakterlovshi miqdorishqalanish koeffisienti

deyiladi; bu koeffisient qarshilik kuchining normal reaksiyasiga bo'linganiga tengdir.

$$f = \frac{F}{N} \quad (15.3)$$

Bu yerda, f – sirganib ishqalanish koeffisienti

F - qarshilik kushi

N – normal reaksiya (bu reaksiya hamma vaqt ilgariylanma 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) **shegarali ishqalanish** – bunda kinematik juft elementlari juda oz moylangan bo'ladi; juft elementlardagi moy qalinligi 0,1 mikron va undan hamkam 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 ajiralgan bo'ladi.

g) **yarim quriq ishqalanish** – bunda ayni bir vaqitda quriq va shegarali ishqalanish bo'ladi;

e) **yarim suyuq ishqalanish** – bunda ayni bir vaqitda suyuq ishqalanish bilan shegarali ishqalanish yoki suyuq va quriq ishqalanish buladi.

Ilgarilanma harakat qiluvchi kinematik juft elementlaridagi ishqalanish.

Ilgarilanma harakat qiluvchi kinematik juft elementlari orasidagi ishqalanish kushini topishga kirishamiz.

Buning ushun biz faqat quruq ishqalanish bilan tanishamiz.

G ogirlikdagi A jism (zveno) tekislik ustida turibdi (15.2 shakl). Jism ogirligiga teng N reaksiya borligi shakldan ma'lum. Agar jism P kush bilan o'ng tomonga sirgantirilsa, uning harakatiga teskari yo'nalgan F qarshilik, ya'ni ishqalanish kushi vjudga keladi. F bilan N kuchlarni geometrik qo'shib qo'yidagini hosil qilamiz:

15.2 – шакл. R – тўла реакция: Φ – ишқаланиш бурчаги.

$$\bar{R} = \bar{N} + \bar{F} \quad (15.4)$$

Bu yerda, R – to'la reaksiya, OVK dan qo'yidagi tenglamani shiqaramiz

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\overline{OK}}{\overline{KB}} = \frac{F}{N} \quad (15.5)$$

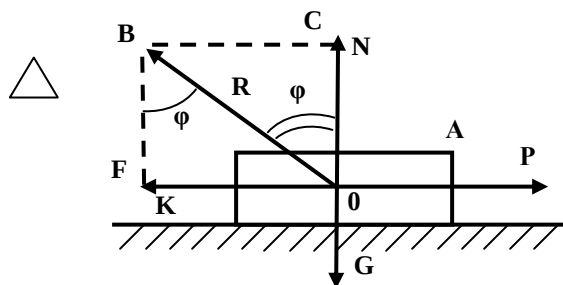
(15.5) formuladagi $\frac{F}{N} = f$ –

ishqalanish koeffisienti;

(15.3) formulaga binoan qo'yidagini yozamiz:

$$\operatorname{tg} \varphi = f \quad (15.6)$$

(15.6) formuladagi φ burshak **ishqalanish burshagi** deb ataladi.



Xo'sh ishqalanishning o'zi nima? U qanday sodir buladi? Agar biz eng yaxshi tozalangan yuzalarni kattalashtiruvshi asbob Bilan qarasak, uning yuzasida gadir – budirlik borliginikursmiz. Tokkarlik va randalash dastgohlarida ishlov berilgan yuzalarning gadir – badirligi 100 mikron (1 mikron millimetrning mingdan biri).

Shunday qilib, ishqalanish kushi, ya'ni harakatga kursatilgan qarshilik anna shu gadir – budirlikdan kelib shiqar ekan. Kinematik juft zvenoning nisbiy harakati vaqtida elementlardagi gadir – budirliklar orasidagi reaksiya ikkiga: normal kuchlar Bilan tangensial kuchlarga ajratiladi. Bulardan normal tashkil etuvshilar yigindisi zveno ogirligiga teng reaksiya bo'lib, tangensiallar tashkil etuvshilarning yigindisi esa harakatga (siljishga) ko'rsatilgan qarshilik – ishqalanish kushidir.

Ishqalanuvshi jismlar nima ushun qizib ketadi? Kinematik juft elementlari bir – biriga nisbatan harakatda bo'lganda ulardagi molekulalar bir – biriga kata kush bilan ta'sir qiladi. Buning oqibatida juft elementlardagi molekulalar tebranma harakat qiladi, bu tebranma harakat zveno ishidagi molekulalarni ham harakatga keltiradi. Zveno ishkarisidagi molekulalarning harakati natijasida zvenolar qiziy boshlaydi. Demak, ishqalanish kushini engish ushun ketgan ish issiqlikka aylanib, kinematik juft elemenntlarini qizib ketishiga sabab bo'ladi. Shuning ushun mashinalarni harakatga keltiruvshi energiyaning sarflanishi jihatidan ishqalanish zararli bo'lib, boshqa kupgina ishlarni bajarishda ishqalanishning ahamiyati goyat kattadir.

Sirganish podshipniklaridagi ishqalanish.

Sirgnish podshipniklaridagi ishqalanish bilan tanishib utamiz. Har qanday mashina yoki mexanizmnda sapfa va podshipnik bo'ladi. Podshipnikda aylanuvshi valning bir qismi sapfa deb ataladi. Agar sapfa valning oxirida bo'lsa, bo'yin deb ataladi. Sapfaning podshipnikdagi ishqalanish kushini yoki ishqalanish kushining ishini topish ushun ikki xil gipoteza bor.

Birinshi gipoteza. Bu gipotezada sapfa Bilan podshipnik kinematik aylanma juft deb qaraladi va sapfaning podshipnika bosimi kinematik juftning elementlariga barobar tushadi, t ya'ni solishtirma bosim o'zgarmas kattalik deb qabul qilinadi.

AV – kinematik juft elementlari bo'lsin (15.3 - shakl). Sapfa Bilan podshipnik elementlaridan elementar yuza (ds) ajratamiz:

$$ds = l \cdot r d\alpha$$

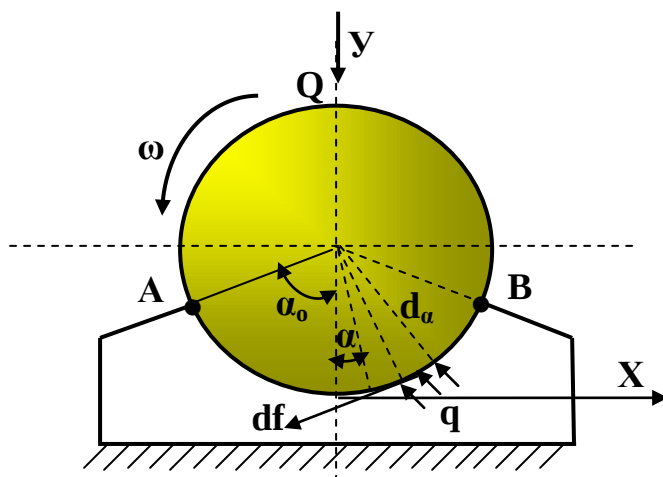
bunda, l – sapfaning uzunligi.
Sapfaning elementar yuzasiga tugri keladigan reaksiyaani quyidagisha aniqlaymiz

$$dN = qds = q \cdot r \cdot l \cdot d\alpha$$

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:

$$Q = 2 q \cdot r.l. \sin \alpha_0$$

$$\text{Bundan: } q = \frac{Q}{2 \cdot r.l. \sin \alpha_0} \left[\frac{\hat{e}i}{\hat{n}l^2} \right] \quad (15.7)$$

Oliy kinematik juftlardagi ishqalanish.

Hozirgi zamon mashina va mexanizmlaridagi kinematik juftlarning turiga qarab, ishqalanish ikki xil bo`ladi. Bulardan biri qo`yi kinematik juft elementlari orasidagi ishqalanishdir. Bunday ishqalanish ***birinshi turdagi ishqalanish*** deb, bundagi ishqalanish koeffisienti ***birinshi turdagi ishqalanish koeffisienti*** deb ataladi.

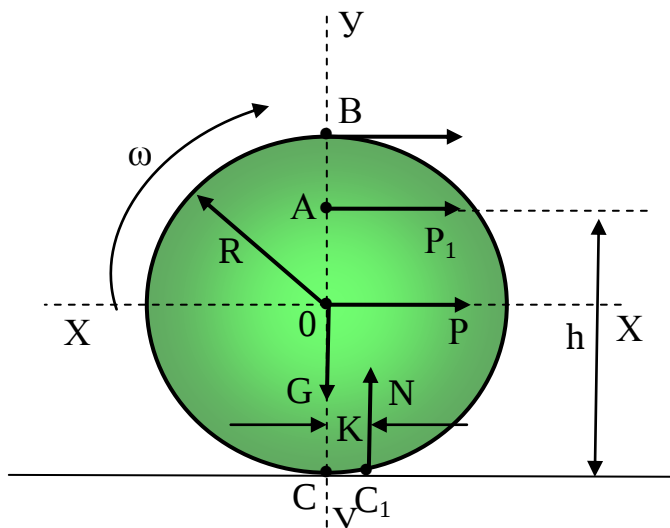
Oliy juft elementlaridagi ishqalanish ***ikkinshi turdagi ishqalanish*** deb, bundagi ishqalanish koeffisienti esa ***ikkinshi turdagi ishqalanish koeffisienti*** deb ataladi.

Biror sharni bir tekislik ustida dumalatish ushun, uni biror kush bilan itarish lozim (15.4 - shakl). Umuman, tabiatda absolyut qattiq jism bo`lmagani ushun shar bilan tekislikni qo`yidagisha talqin qilish mumkin:

1. tekislik ustida turgan shar absolyut qattiq, tekislik esa bushroq, deb faraz qilaylik. Bunday holda shar tekislikka botadi, ya`ni tekislik bir oz eziladi – oliy juft quyi 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 .ilan tekislik orasida oliy juft urniga qo`yi juft hosil buladi.

3. agar shar ham tekislik ham absolyut qattiq bulsa, shar bilan tekislik urtasida oliy juftlik mavjud bo`ladi (bunday hol ideal hol hisoblanadi).



15.4 – shakl. Tekislik ustidagi shar

15.4 – shaklda tasvirlangan sharning ogirligi G, radiusi esa R dir. Shu sharni shaklda kursatilganidek dumalatish ushun unga biror P, P₁ yoki P₂ kush quyish kerak.

Shar tinsh turganda shar bilan tekslik elementlari S no`qtada boglanadi va sharning ogirligi YY vertikal o`q ustida bo`ladi. Sharni soat strelkasi yuradigan tomonga dumalatish ushun unga ta`sir etuvshi kush elementlar boglanishini S dan S₁ ga kushiradi. S₁ nuqtada sharning ogirligiuf teng N reaksiya kushi UU vertikal uqdan biror k masofada turadi, shar esa (G, N) juftning momenti ta`sirida o`zining boshlangish vaziatini saqlashga harakat qiladi va harakatlantiruvshi momentga qarshilik ko`rsatadi. Sharning muvozanat sharti (yoki uning bir tekisda o`zgarmas burshak tezligi bilan dumalanish sharti) quyidagisha bo`ladi:

$$M = M_G$$

bu yerda, M = R . R – harakatlantiruvshi kushning momenti;

$$M_G = k \cdot G - \text{qarshilik kushinin momenti } (N - G).$$

M o`rniga RR ni, M<sub>G</sub> o`rniga esa K . G ni olamiz. Unda:

$$PR = k \cdot G$$

$$H = k/R \cdot G \text{ [kg]} \text{ (15.8)}$$

Kelib shiqadi, bu yerda, R – O nuqtaga qo`yilgan qarshilik enguvshi kush (harakatlantiruvshi kush);

G = N – normal bosim;

K – proporsionallik koeffisenti yoki ikkinshi turdagi ishqalanish koeffisenti, mm hisobida.

(15.8) fomuladan quyidagi xulosaga kelish mumkin:

1. Ikkinshi turdagi ishqalanish kushi F normal bosim (N) ga tugri, dumalanuvshi jism rabiysiga esa teskari proporsianaldir.

2. Ishqalanish kushi dumalanuvshi jismning materialiga va uning fizik xossasiga bogliqdir.

15.4 – shakldagi harakatlantiruvshi kushning S nuqtaga nisbatan elkasini uzgartirib, (15. 8) formulani quyidagi kurinishda yozamiz:

$$P_1 = \frac{k}{h} G \text{ [}\kappa\text{z]} \text{ (15. 9)}$$

$$P_2 = \frac{k}{2R} G \text{ [}\kappa\text{z]} \text{ (15.9)}$$

(15. 8), (15. 9), (15. 10) formulalaridan $R > R_1 > R_2$ holat kelib shiqadi. Shunday qilib, sharga qo`yilgan harakatlantiruvshi kushning elkasi qansha kata bo`lsa, sharning dumalashi shunsha oson bo`lar ekan.

Ma`ruza ushun savollar.

1. Qanday kuchlar ishqalanish kuchi deb ataladi?
2. Ishqalanish koeffisenti deb qanday koeffisient tushuniladi?
3. Qanday ishqalanishga shegarali ishqalanish deb ataladi?
4. Sapfa valning qaysi qismida bo`lsa bo`yin deb ataladi?

Mavzu: KULACHOKLI MEXANIZMLAR VA ULARNI LOYIHALASH

Reja:

1. Tekislikda va fazoda harakatlanuvshi kulashokli mexanizmlar.

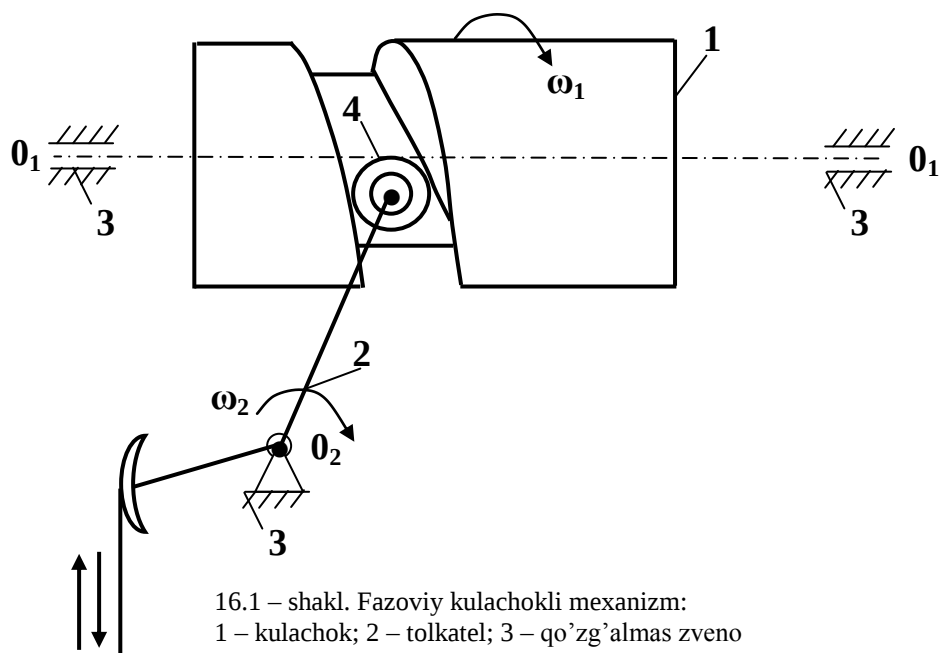
2. Kulachokli mexanizmlarning analizi.
3. Kulachokli mexanizmlarning kinematik loyihasini tuzish.
4. Uzatish burshagi haqida tushunsha; kulashok profilining dinamik loyihasini tuzish

Tayanch iboralar.

Kulashok, tolkatel, braban, 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 etaklanuvshi zvenoning istalgan harakat qonunini olish mumkin. Tekislikda harakatlanuvshi kulashokli mexanizmlar tarkibidagi kulashok rolik va tolkatel` (etaklanuvshi zveno) bir tekislikda yoki bir nisha parallel tekislikda harakat qilishi mumkin, fazoda harakatlanuvshi kulashokli mexanizmlarda esa kulashok bir tekislikda yoki unga parallel tekislikda harakat qilsa, uning tarkibidagi etaklanuvshi zveno kulashok harakatlanadigan tekislikka parallel bo`lmagan boshqa tekislikda harakat qiladi (16.1 - shakl).

16.1 – shaklda ko`rsatilgan silindrik baraban (1) o`z o`qi ( $O_1$   $O_1$ ) atrofida  $\omega_1$  burshak tezligi bilan aylanadi. Barabanning sirtiga moslab kishik ariqsha o`silgan, shu ariqsha ishiga kulashok tolkateliga o`rnatilgan rolik (4) tushib turadi. Rolik o`z o`qi ( $O_2$ ) atrofida bemalol aylana oladi. Baraban aylangash, tolkatel` o`z o`qi atrofida tebranma harakat qiladi. Tolkatelning harakat qonunining qarab, ariqshaning sirt bo`ylab qanday harakat qilishi aniqlanadi.



Kulachokli mexanizmlarning analizi. Tekslilikda Xarakat qiluvchi ushi o`tkir tolkateli kulashokli mexanizmni analiz qilamiz (16.2 – shakl a).

Shaklda 1 raqami bilan kulashok, 2 raqami bilan o`tkir ushli tolkatel` ko`rsatilgan. Agar kulashok  $\omega_1$  burshak tezligi bilan aylanganda, kulashokning kishik radiusi ushi ( $A_0$ ) bilan tolkatel` urinib tursa, bunda tolkatel` eng pastki vaziatda bo`ladi, agar kulashokning eng kata radius – vektori (OA) ushi (A) bilan tolkatel` urinsa, tolkatel` eng baland vaziatda bo`ladi. Shunday qilib, kulashokning har aylanishida tolkatel` $S_{\max} = (OA - OA_0)$ oraliqqa ko`tarilib, yana o`z joyiga qaytib keladi. Agar kulashok har sekundiga 10 marotaba aylansa, tolkatel` sekundiga 10 marotaba yuqoriga kutarilib 10 marotaba pastga tushadi, ya`ni garmonik tebragma harakat qiladi.

Tolkatel`ning (etaklovshi zvenoning) harakat qonunini topish kulashokli mexanizmning analizi deb ataladi. Bunig ushun mexanizm kulashogining bir aylanishi ishida tolkatelning harakat qonunini bo`lishi kifoya, shunki kulashokning navbatdagi aylanishida tolkatelning harakat qonuni avvalgisining takrorlanishidan iborat bo`ladi. Shaklda ko`rinishisha, tolkatel`ning maksimal ko`tarilish oralig`i $S_{\max} = K_m \cdot AV$ kesmasiga tengdir.

Kulashokning O nuqtasini markaz qilib olib, $1', 2', 3', 4', \dots$ nuqtalarni tolkatel`ning  $OY$  o`qiga shiqaramiz-da I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII nuqtalarni hosil qilamiz.

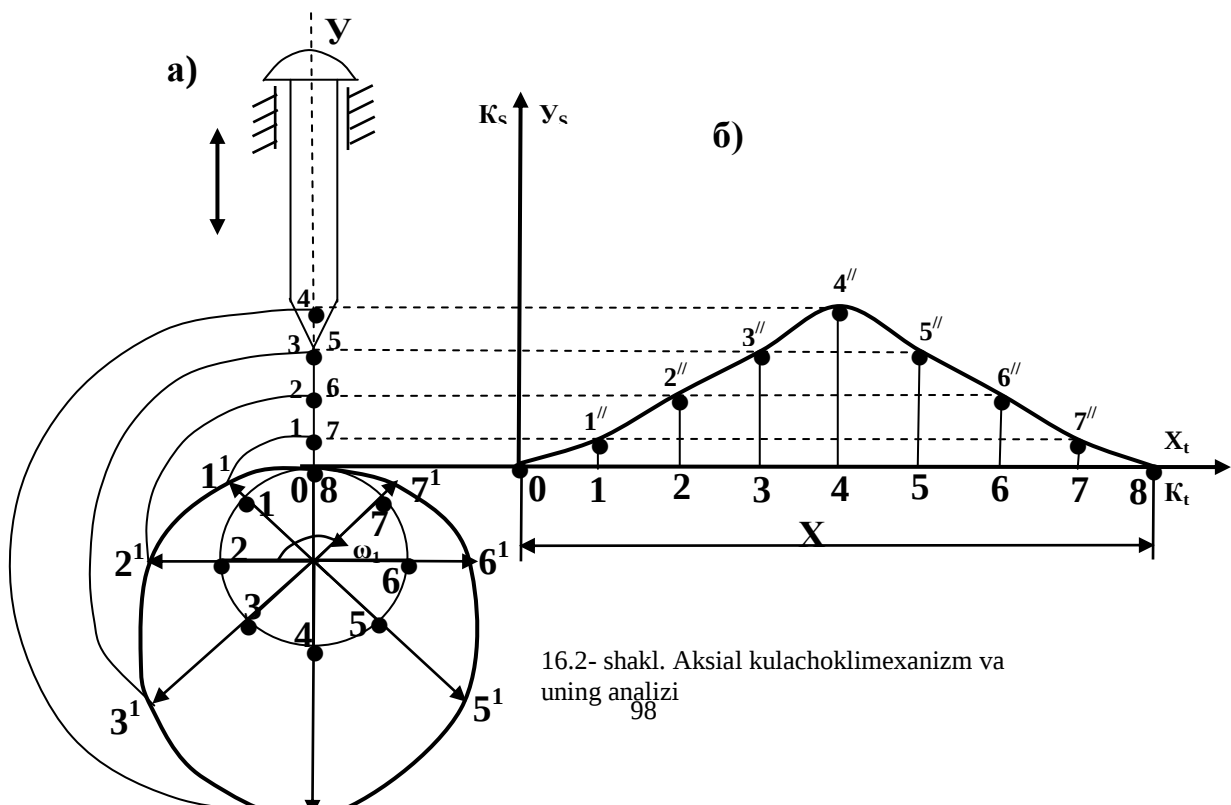
Tolkatelning ko`tarilish – tushish grafigini tuzish ushun Dekart koordinatalar sistemasining ordinatalar o`qiga tolkatel`ning ko`tarilish – tushishini K_s masshtabda, absissalar o`qiga va kulashokning bir aylanishi ushun ketgan vaqt ( $T$ ) ni  $K_t$  masshtabda qo`yib shiqamiz (16.2 – shakl b).

K_t masshtab quyidagisha topiladi:

$$K_t = \frac{T}{x} = \frac{60''}{x \cdot n'} \quad (16.1)$$

bu yerda n – kulashokning minutiga aylanishlar soni;

$X = 08$ - absissalar o`qida olingan ixtiyoriy kesma.



16.2- shakl. Aksial kulachokli mexanizm va uning analizi

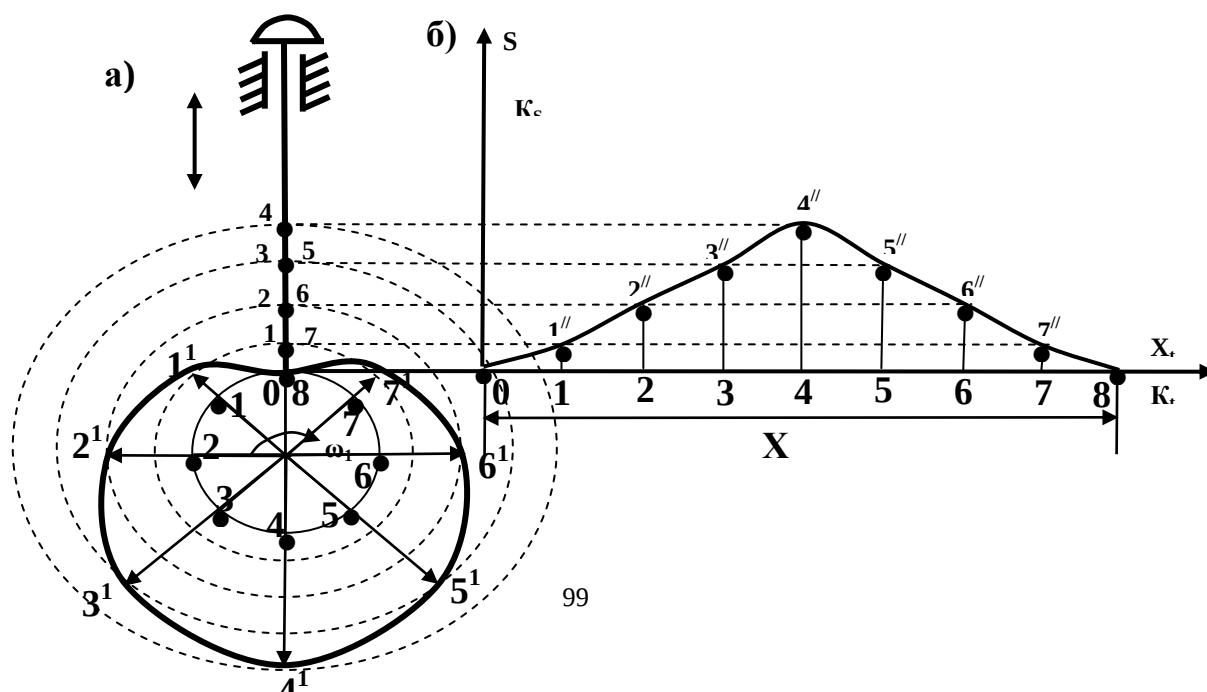
Kulachokning eng kishik radiusi bilan shiligan aylanani sakkizta teng bo'lakka bo'lganimiz ushun, sh oraliqni ham sakkizta teng bo'lakka bo'lamiz-da, ularni 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 bilan belgilab shiqamiz. Anna shu nuqtalardan ordinatalar ko'tarib, ularning I, II, III,VIII nuqtalaridan o'tkazilgan gorizantal shiziqlar bilan kesishuv nuqtalarini 1'', 2'', 3'', orqali belgilaymiz; ularni o'zaro tutashtirsak, K_s masshtabdagi 0 1'' 2'' 3'' 4'' 5'' 6'' 7'' 8'' egri shizig'i, ya'ni $S - t$ grafigi hosil bo'ladi. $U_{\max} = 44''$ qilmib olinib, K_s masshtabni quyidagisha topamiz:

$$K_s = \frac{S_{\max}}{y_{\max}} = \frac{KM \cdot AB}{Y_{\max}} \left[\frac{M}{MM} \right]. \quad (16.2)$$

$S - t$ grafigini istalgan metod bilan bir marta differensiallasak $v - t$ grafigi, ikki marta differensiallasak tolkatelning $a^t - t$ tezlanish grafigi shiqadi.

Kulachokli mexanizmlarning kinematik loyihalasini tuzish.

Kulachokli mexanizmlarning loyihalashning asosan ikki usuli bor. Bulardan biri kulachokli mexanizmlarni **kinematik loyihalash** bulsa, ikkinshisi **dinamik loyihalashdir**. **Kinematik loyihalashda** etaklanuvshi zvenoning harakat qonuni va profilining shakli topilishi lozim bo'lgan kulachokning eng kishik radiusi bilan tolkatelning maksimal ko'tarilish oraliq'i beriladi. Agar tolkatelning harakat qonuni $a^t - t$ grafigi bilan berilgan bulsa, oraliq ($S - t$) grafigini olish ushun $a^t - t$ ni ikki marta integrallash lozim bo'ladi. Agar tolkatelning harakat qonuni asosida loyhalanishi lozim bo'lgan kulachokning eng kishik radiusi uzatish burshagi (γ) hisobga olinib topilsa va topilgan eng kishik radius asosida kulachok profilining shakli tuzilsa, bu usulda loyihalash **dinamik loyihalash** deb ataladi. Dinamik loyihalangan kulachokli mexanizmlar kulachokning har qanday tezlikdagi harakatida ham normal ishlay oladi. Agar uzatish burshagi hisobga olinmasdan loyihalangan kulachokli mexanizmlar bo'lsa, u holda, kulachokning aylanish jarayonida tolkatel o'z yo'naltiruvshisi orasiga tiqilib qolishi mumkin, bunday mexanizmlar notug'ri yoki notekis ishlaydi natijada ishdan shiqishi yoki sinishi mumkin.



Kulashokli mexanizmlarni kinematik loyhalash ushun kulashokning eng kishik (minimal) radiusi ($\rho_{\min}$), bilan tolkatelning harakat qonuni tezlik, tezlanish yoki $S - t$ grafigi shaklida berilishi lozim. Agar harakat qonuni

$a^t - t$ grafigi shaklida berilsa, uni ikki marta integrallash, $v - t$ grafigi shaklida berilgan bo'lsa, bir marta integrallash yo'li bilan $S - t$ grafigini hosil qilish mumkin. 17.3 – shakl, b da $S - t$ grafigi berilgan.

Kulashokli mexanizmlarning normal sharoitda ishlashini ta'minlash juda kata ahamiyatga ega. Bu masala tolkatelning yo'nalishi bilan kulashok profilining bog'lanish nuqtasiga o'tkazilgan urinma shiziq orasidagi burshakka bog'liqdir. Bu burshakning γ bilan belgilaymiz va uning uzatish burshagi deb ataymiz (16.4– shakl a)

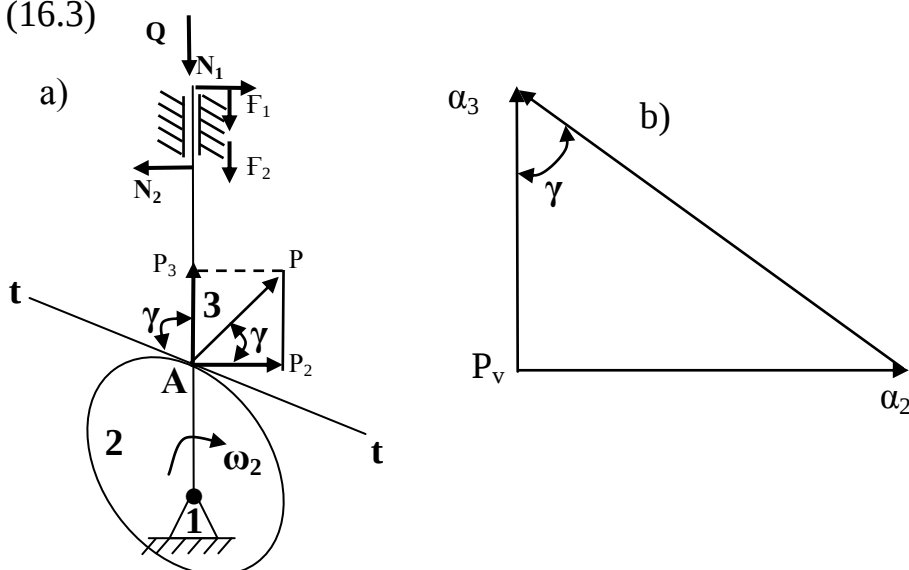
Uzatish burshagi haqida tushunsha, kulachok profilining dinamik loyihasini tuzish

Tolkatelning kulashok profili bilan shu onda bog'langan nuqtasining absolyut va nisbiy tezliklari orasidagi o'tkir burshak uzatish burshagi deb ataladi.

Agar tolkatel bilan kulachok profili orasidagi ishqalanish kushi e'tiborga olinmasa, masala osonlashadi. Bu ideal holat bo'lib, ko'pinsha, Amaliy masalalarda etarli natijalar beradi. Kulachokdan tolkatelga o'tadigan harakatlantiruvshi kush (R) kulachok profilidagi A nuqtaga o'tkazilgan normal shiziq ustidan ketadi; uning paralellogram qoidasiga binoan, tolkatel bo'ylab va tolkatelga tik qilib ajiratsak bo'ladi. Bulardan birinshisini R_2 va ikkinshisini R_3 bilan belgilab, quyidagilarni hosil qilish mumkin (16.4 - shakl):

$$R_2 = R \cdot \cos \gamma$$

$$R_3 = R \cdot \sin \gamma \quad (16.3)$$



17.4 – shakl: a – kulachokli mexanizm; b – uzatish burchagi

Bulardan R_3 foydali qarshilik (Q) ni muvozanatlash ushun sarflanadi, R_2 esa tolkatelni qo'zalmas yo'naltiruvshi tomon siqadi. Buning natijasida tolkatel

Bilan uning yo`naltiruvshisi orasida ishqalanish kushi hosil bo`ladi. Ishqalanish kushi tolkatel` harakatiga teskari yo`nalgan bo`ladi ( $G'_1$ ,  $G'_2$ ) va uning harakatiga qarshilik ko`rsatadi. 17. 4 shakldan shuni kurish mumkinki R_3 kush qanshalik ko`p va  $R_2$  kush qanshalik kam bo`lsa, tolkatel` harakati yaxshilanib, mexanizm normal ishlaydigan bo`ladi. Bunday holatlarni kulashokli mexanizmlarida γ burshak katlashganida ko`zatish mumkin.

Yuqorida bayon etilganlardan shunday xulosaga kelish mumkin: agar γ burshak 90° ga teng bo`lsa va o`zgarmasa ($\gamma = 90^\circ = \text{sonst}$). Kulashokli mexanizm eng yaxshi mexanizmlardan bo`ladi.

Shundayqilib, kulachokli mexanizmlarning boshqa xillari ushuni burshak tajriba yo`li bilan topilgan topilgan  $\gamma_{\min}$  burshakdan kishik bo`lmasligi, ya`ni  $\gamma \geq \gamma$  bo`lishi shart. Agar bu shart bajarilmasa, kulashokli mexanizmlarning konstruksiyalari noqulay tuzilgan bo`lib, bunda tolkatel` bilan yo`naltiruvshi orasida ishqalanish kushi ko`payib, mexanizm detallari qizib ishdan shiqishi yoki ortiqsha energiya sarflanadi va ba`zi hollarda, tolkatel` o`z yo`naltiruvshisi orasida harakatlana olmay, unga tiqilib qoladi.

Agar uzatish burshavgi (γ) ruxsat etilganidan kishik bo`lsa, bunday kulashokli mexanizmning tolkateli kulashok aylangan tomonga qarab egilishi va kulashok aylanmay qolishi mumkin. Olimlarimizning o`tkazgan tajribalariga tayangan holda shuni aytish mumkinki ilgarilanma harakatlanuvshi tolkateli kulashokli mexanizmlar ushuni $\gamma_{\min} = 60^\circ$, aylanma harakatlanuvshi talkateli kulashokli mexanizmlar ushuni esa $\gamma_{\min} = 45^\circ$ qilib olish maxsadga muvofiq bo`ladi.

Kulashokli mexanizmlarni kinematik analiz qilish yoki sintez qilishda kulashokning minimal radiusi berilgan bo`ladi. Agar kulashokli mexanizmlar analiz qilinib, undagi harakt uzatish burshagi ( $\gamma$ ) topilsa, bu narsa kulashak mexanizmlarining dinamik analizi masalasi bo`ladi. Agar harakat uzatishning berilgan (ruxsat etilgan) minimal burshagi (γ) ga asoslanib, kulashok shakli topilsa, kulashok mexanizmlarini dinamik loyihalash masalasi eshilgan bo`ladi.

Ma`ruza ushuni 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 absalyut va nisbiy tezliklari orasidagi o`tkir burshak qanday burshak deb ataladi?
4. Kulachokli mexanizmlarni kinematik analiz qilish ushuni kulachokning qanday parametrlari berilgan bo`lishi lozim?
5. Kulachokli mexanizmlarni kinematik sintez qilish dovrida qanday parametr berilgan bo`lishi kerak?
6. Kulachokning minimal radiusi berilgan bo`lsa, u holda kulachokli mexanizmi analiz qilinadimi, yoki sintez qilinadimi?
7. Agar harakat uzatishning berilgan minimal burshagi (γ) ga asoslanib, kulachok shakli topilsa, kulachokli mexanizmlarni qanday masalasi hal qilingan bo`ladi?

8. Kulachokli mexanizmlar dinamik loyihalash masalasini hal qilish ushun qanday masala topilishi lozim?

Mavzu: TEKISLIKDA HARAKATLANUVSHI SHESTERNALI MEXANIZMLAR.

Reja:

- 1. Tishli g'ildirakli (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 shiziq, urunma, evol'venta profili, texnikoviy shiziq, 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 ikkinshi 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 ushun 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 kura, tutashma profillar ishida 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 shaklda bo'lishi mumkin.

Biz quyida faqat evol'venta va aylana profili tishli g'ildiraklar kinematikasi bilan tanishib shiqamiz.

Evol'venta bo'yicha ilashish va uning xossalari

Evol'venta o'ziga xos egri shiziq bo'lib, ma'lum tartibda yasaladi. evol'venta, oddiy qilib aytganda, aylananing yoyilmasidir; aylananing ma'lum nuqtasi shu aylanaga o'tkazilgan urinmalarga shiqarib borilsa, bu nuqta **evol'venta** deb ataluvshi egri shiziq shizadi (17.1 - shakl). Bunda

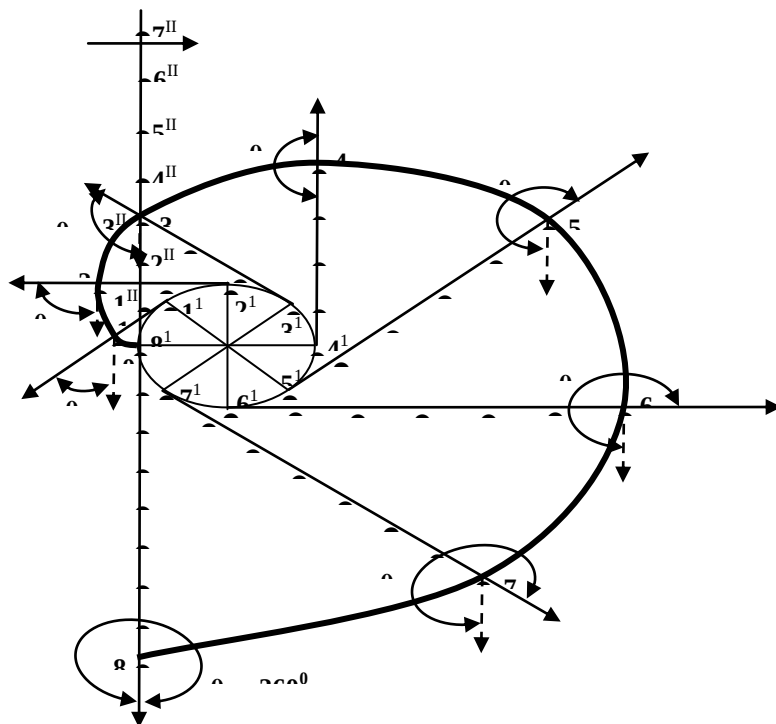
$$\overline{11'} = \overset{\circ}{01}; \quad \overline{22'} = \overset{\circ}{02}; \quad \overline{33'} = \overset{\circ}{03}; \quad \overline{44'} = \overset{\circ}{04};$$

$$\overline{55'} = \overset{\circ}{05}; \quad \overline{66'} = \overset{\circ}{06}; \quad \overline{77'} = \overset{\circ}{07}; \quad \overline{88'} = \overset{\circ}{08};$$

Yoyilgan aylanaga (evol'ventga) urinma bo'lgan shiziqlar evol'ventaning tegishli nuqtaning egrilik radiuslaridir shesternyalardagi tish profilining qanday egri shiziq bo'lishi kerakligi haqidagi olimlar asrlar bo'yi tajribalar utkazib bosh

qotirib kelganlar.

Bu masalani XVIII asrning ikkinshi yarimlarida Rossiya Fanlar akademiyasining akademigi Leonard eyler hal qiladi. U tishlarning profili evol`venta bo`lganda shesternyalarning bir tekisda aylanishi mumkinligini topdi.



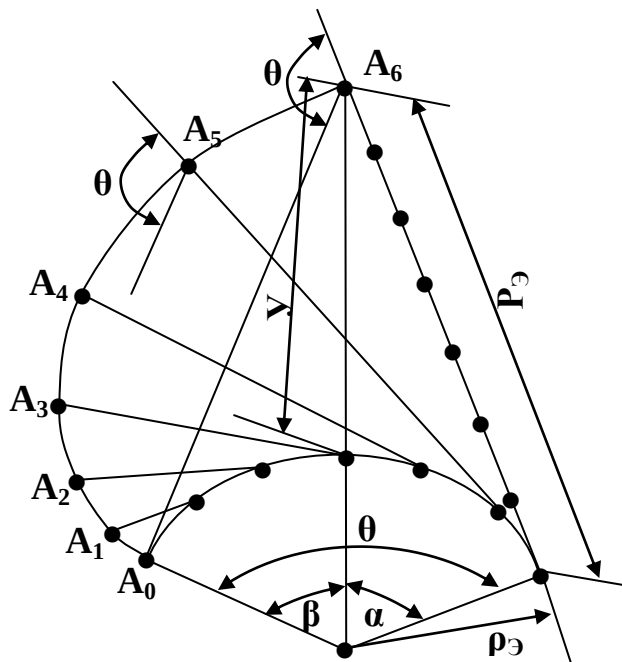
17.1 – shakl.

Evol`venta profili tishli g`ildiraklar hozirgi kunga qadar jahon mashinasozligida kata o`rin olib kelmoqda. evol`venta profili tishli g`ildiraklar ishlatilmagan mashinasozlik sohasini ushiratish qiyin. Shuning ushun biz ham normal evol`venta profili tishli g`ildiraklar geometriyasi va kinematikasi bilan batafsil tanishib o`tamiz. evol`venta matematik tenglamasi bo`lgan egri shiziq bo`ylab, uni texnikaviy shiziq deb ham ataydilar.

Evol`venta profili ikkita g`ildirak bir – biri bilan ilashsa, u holda profillar bog`lanishi faqat qiya to`g`ri shiziq 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 shiziqning asosiy aylanadagi urinish nuqtasidan evol`ventagasha shu nuqtadagi egrilik radiusi deb ataladi va ρ_e bilan belgilanadi (17.2 - shakl).

Bir juft shesternya tishlarining profillari bir – biri bilan normal (yoki qo`zg`almas NN tekislikda) doimo ilashib turadi (17.3 - shakl). NN` shiziq 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 shiziqdagini ilashadi. Ab shiziq Amaliy ilashish shizig'i deb, AV shiziq esa nazariy ilashish shizig'i deb ataladi (17.3 shakl), α – ilashish burshagi 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 mumkin;

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 ushun 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 burshak tezliklariga teskari proporsiyada bo'ladi.

Har qaysi tishning profilida, asosan, to'rta aylana bo'ladi; 13.3 – shaklda O_I va O_{II} markazli shesternyalar tishlarning bittadan evol'ventali profili ko'rsatilgan; ulardan quyidagilarni ko'ramiz:

1. R_1 , R_2 – birinshi va ikkinshi 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 - ikkala g'ildirakning tishlari soni;

$m = \frac{t}{\pi}$ - g'ildiraklar moduli (yoki ilashish moduli). Bu kattalik OST

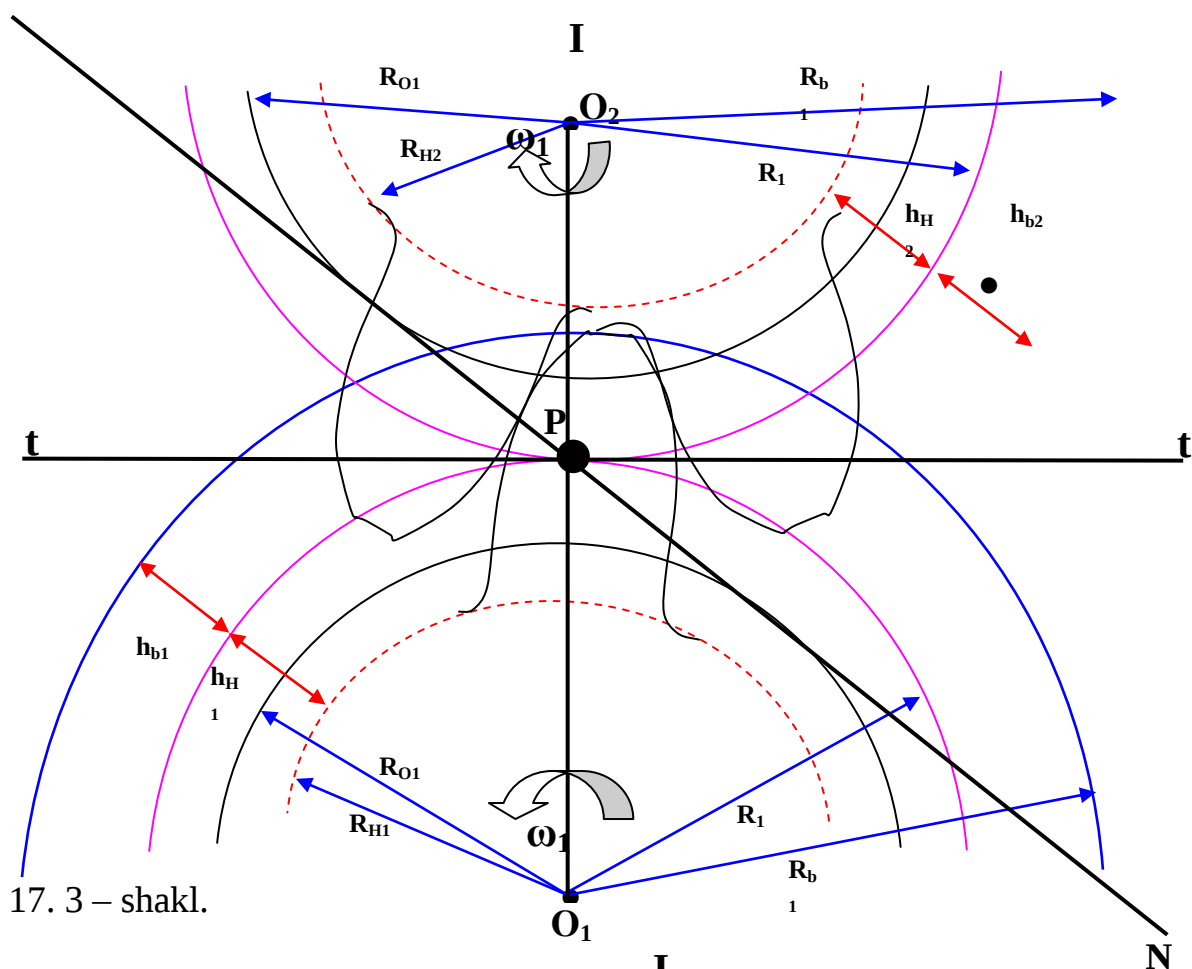
1597 dan olinadi.

2. R_{01} , R_{02} – ikkala g'ildirakning asosiy aylanasi (evalyutasi) radiuslari. Ular quyidagisha topiladi:

$$R_{01} = R_1 \cdot \cos a$$

$$R_{02} = R_2 \cdot \cos \alpha \quad (17.2)$$

α – ilashmish burshagi; u standart evol`venta profili g'ildiraklar ushun 20° qabul qilingan.



17. 3 – shakl.

3. R_{b1} , R_{b2} – ikala g'ildirak tishlari boshining I radiuslari; ular quyidagisha topiladi.

$$R_{b1} = R_1 + h_{b1}$$

$$R_{b2} = R_2 + h_{b2} \quad (17.3)$$

h_{b1} – birinshi g'ildirak tishi boshining balandligi;

h_{b2} – ikkinshi g'ildirak tishi boshining balandligi.

4. R_{H1} , R_{H2} – ikala g'ildirak tishlari oyoqlari aylanasining radiuslari. Ular quyidagisha topiladi:

$$R_{H1} = R_1 - h_{H1}$$

$$R_{H2} = R_2 - h_{H2} \quad (17.4)$$

h_{H1} – birinshi g'ildirak tishi oyog'ining baladligi;

h_{H2} – ikkinshi g'ildirak tishi oyog'ining balandligi.

5. AV – nazariy ilashish shizig'i;

6. αb – Amaliy ilashish shizig'i;

7. $\tilde{a'b'}$ - birinshi g'ildirak tish profilining ish qismi;

$\tilde{a}''\tilde{b}''$ - ikkinshi g'ildirak tish profilining ish qismi;

9. $t - t$ – umumiy urinma shizig'i;

10. $\omega_1, \omega_2 - 1$ va 2 g'ildiraklarning burshak 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.

15. 3 – shakldan ko'rinishisha, 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 vaziatida 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 ushun ilashish yoyini tish qadamiga bo'lamiz va ilashish yoyi o'rniga $\frac{\tilde{db}}{\cos a}$ ni qo'yib quyidagi formulani

$$\text{olamiz: } \varepsilon = \frac{\tilde{a}'\tilde{b}_1}{t} = \frac{\tilde{ab}}{t \cdot \cos a} \quad (17.5)$$

shunki $\tilde{a}'\tilde{b}_1 = \frac{\tilde{ab}}{\cos a}$ ekanligi shakldan ma'lum. Qoplanish koeffisienti normal

tishlar ushun hamma vaqt $\varepsilon > 1$ shartini qanoatlantirishi kerak.

Qoplanish koeffisienti to'g'risida quyidagilarga tuxtalib utamiz:

1) ikki g'ildirakning uzluksiz ishlashi ushun 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, birinshi juft tishlar ilashishdan shiqib, hali ikkinshi ilashishga kirmagan bo'ladi va tishli uzatish to'xtaydi;

3) agar $\tilde{a}d_1 = t$ bo'lsa, hamma vaqt Ayni bir vaqtda, faqat bir juft tish ilashish holatida bo'ladi;

4) $t < \tilde{a}d' < 2t$ 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, 1,3 ≤ 2 shigarasida olish tavsiya etiladi.

13. Tish boshining balandligi $h_b = m$, tish oyog'ining balandligi $h_H = 1,2 m$, tishning tula 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 ushun bu koeffisient 1 ga teng, qisqartirilgan tishlar ushun 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 ushuni tish bag'ri qirqirmasligini ta'minlovshi g'ildirakdagi minimal tishni topish kata ahamiyatga ega. $Z_{\min}$ esa uzatish soniga, tish balandligiga hamda ilashish burshagiga bog'liqdir. Odatda $\alpha = 20^\circ$ ushuni g'ildirakdagi minimal tishlar soni $Z_{\min} = 17^\circ \div 25$, $\alpha = 15^\circ$ ushuni esa $Z_{\min} = 35 \div 40$ qilib olinadi.

Tish oyoqshalari qirqilmassligi ushuni tishlarni korreksiyalash (tuzatish) lozimdir. Bu esa balandligini kamaytirish ($n = 1,8$ m, $h_b = 0,8$ m, $h_H = m$) va ilashish burshagini kattalashtirish yo'li bilan olib boriladi. Shuning ushuni hamma $\alpha = 150$ xan $\alpha = 20^\circ$ ga utilgan.

14. tishli ilashishda shesternyalar markazlarining oralig'iquyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$L = 0_1 0_{11} = R_1 + R_2 = \frac{m}{2} (Z_1 + Z_2)$$

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.

$$D'' = \frac{Z}{P}; \quad D'' = \frac{t \cdot Z}{\pi} = mZ \frac{Z}{P}$$

yoki $m = \frac{1''}{P} = \frac{25,4 \text{ mm}}{H}$

modul bilan pitsh orasidagi bog'lanish quyidagi tenglikdan topiladi:

$$mP = 25,4 \text{ mm} \quad (17,6)$$

M i s o l. Modul $m = 10$ bo'lsa, $P = \frac{25,4}{10} = 2,54$ tish / 1 dyuym.

Modul (m) 1 tishga tug'ri kelgan boshlang'ish aylana diametridagi uzunlikni bildirsa, pitch (P) 1 dyumga to'g'ri kelgan tishlar sonini bildiradi.

Tishli ilashishdagi uzatish sonining matematik ifodasi quyidagishadir:

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_{11}} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{Z_2}{Z_1} \quad (17.7)$$

(17.7) formuladagi uzatish soni (i_{12}) umumiy bo'lib, unquyidagi ush hol ushuni tadbiq etamiz:

1. Tashqi ilashish ushuni $i_{12} = -\frac{Z_2}{Z_1} = -\frac{R_2}{R_1}$, shunki I g'ildirak soat

strelkasi yuradigan tomon aylansa, II g'ildirak unga teskari tomonga aylanadi, shuning ushuni unga minus (-) ishorasi quyiladi.

2. Ishki ilashish ushuni $i_{12} = +\frac{Z_2}{Z_1} = +\frac{R_2}{R_1}$, shunki I g'ildirak soat strelkasi

tomon (yoki aksinsha) aylansa, II g'ildirak ham shu tomonga aylanadi, shuning ushuni unga plyus (+) ishorasi quyiladi.

3. Reykali uzatma ushuni ikki hol bo'lishi mumkin: birinshisida etaklovshi zveno I g'ildirak bo'lib, etaklovshi zveno reykasdir; bu hol ushuni uzatish soni:

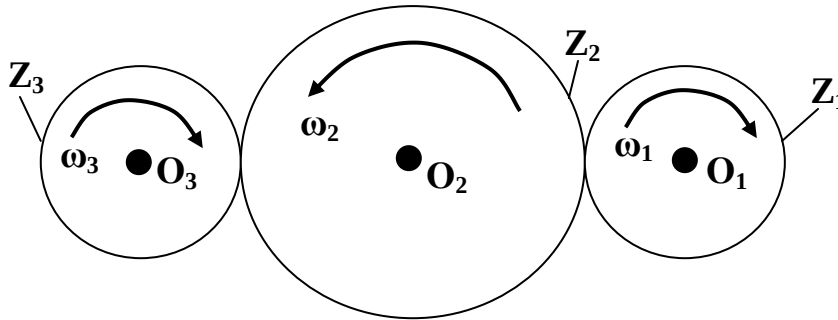
$$i_{12} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{\infty}{Z_1} = \infty \quad \text{bo'ladi, ikkinshisida reyka etaklovshi, g'ildirak esa}$$

etaklanuvshi zvenodir. Bunday hol ushun 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 kata o'rin tutadi. Tishli g'ildiraksiz bir valdan ikkinshi valga, ikkinsha valdan ushunshi valga aylanma harakat uzatish ansha qiyin. Tishli g'ildiraklar orasidagi uzatish soni shu tishli g'ildiraklardan tuzilgan mexanizmlar turiga qarab topiladi. Masalan, 15. 4 – shaklda 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, birinshi g'ildirak bildirak Bilan ushunshi g'ildirak orasidagi uzatish sonini topish lozim bo'lsa, u holda, quyidagisha ish tutish talab qilinadi:

$$i_{12} = \frac{Z_1}{Z_2} \text{ – } z_1 \text{ va } z_2 \text{ tishli g'ildiraklar orasidagi uzatish soni;}$$

$$i_{23} = \frac{Z_2}{Z_3} \text{ – } z_2 \text{ va } z_3 \text{ tishli g'ildiraklar orasidagi uzatish soni.}$$

Bularni ikkala tomonini bir – biriga ko'paytirsak, quyidagi tenglami kelib shiqadi:

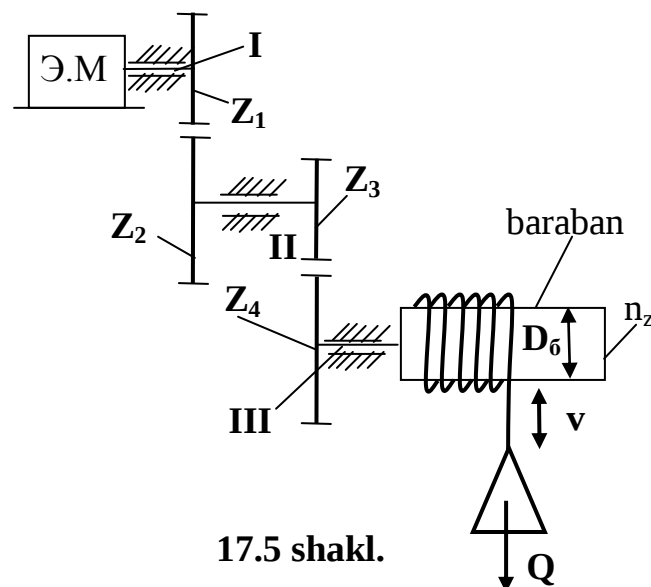
$$f_{13} = i_{12} \cdot i_{23} = \left(-\frac{Z_2}{Z_1}\right) \cdot \left(-\frac{Z_3}{Z_2}\right) = + \frac{Z_3}{Z_1} \quad (17.8)$$

(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 quyidagisha 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; birinshi g'ildirak bilan n g'ildirak orasidagi uzatish sonini quyidagisha topish mumkin:

$$i_{1-n} = i_{12} \cdot i_{23} \cdot \dots \cdot i_{(n-1)n} (-1)^{n-1} = \frac{Z_n}{Z_1} (-1)^{n-1} \quad (17.10)$$



Tishli g'ildirakli uzatmalar qatorli bo'lmay, pog'onali bulishi ham mumkin (17.5 - shakl). U holda z_1 g'ildirak bilan z_4 g'ildirak orasidagi uzatish soni quyidagisha topiladi:

$$i_{12} = - \frac{z_2}{z_1}$$

$$i_{34} = - \frac{z_4}{z_3}$$

Ikala tenglamani bir – biriga kupaytirsak, 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 – shakldan ma'lum bulishisha, 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 ushun umumiy uzatish soni quyidagisha 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 ushun 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 ushun ishlatiladi.

Oddiy g'ildirakli mexanizm tarkibidagi g'ildiraklarning o'qlari qo'zg'almas bo'lsa, episiklik mexanizm tarkibidagi g'ildiraklardan birining yoki

bir neshtasining o`qi harakatda bo`ladi. 13.6 shaklda 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 – shakldagi 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 quyidagisha 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 murakkab harakat qiladi. Bunda:

qo`zg`aluvshan zvenolar soni $n = 4$;

V klass kinematik juftlar soni $R_5 = 4$; IV klass kinematik juftlar soni $R_4 = 2$.

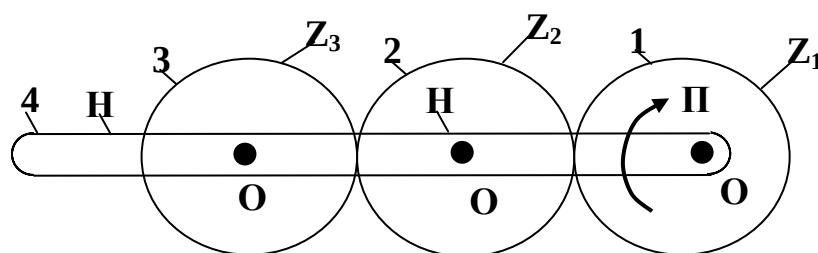
Mexanizmning qo`zg`aluvshi darajasi qo`yidagisha bo`ladi:

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

$$W = 3 \cdot 4 - 2 \cdot 4 - 2 = 2$$

Demak, differensial mexanizmning qo`zg`aluvshanlik darajasi $W = 2$ bo`ladi.

Differensial mexanizmlar oshiq 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 ushun savollar.

1. G`ildirakli zvenolar vositasida harakat qanday uzatilishi mumkin ?
2. ikki g`ildirak orasidagi tt – shiziq qanday nomlanadi ?
3. qanday shiziqqa texnikoviy shiziq deb ataladi ?
4. g`ildirak tishlarining profillari qanday tekislikda ilashib turadi?
5. ikki orasidagi NN shiziq 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 ?

Mavzu: QUYI JUFTLI MEXANIZMLAR 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 Quyil juftli mexanizmlar juda ko'p ishlatiladi. Har xil mexanizmlar, asboblari va mashina qismlari (zvenolar), ko'pinsha, bir-biri bilan sharnirlar yoki boshqa vositalar orqali boglangan bo'ladi. Kupshilik mexanizmlar quyil juftlar bilan boglangan zvenolar majmuidan iboratdir.

Quyil kinematik juftlarning afzalliklari shundaki, **Birinchidan**, ulardagi elementlar tekislik yoki sirtdan iborat bo'lib, bunday elementlarning yuzi birligiga tugri kelgan solishtirma bosim boshqa kinematik juftlarnikiga qaraganda kishik bo'ladi, shu sababli bunday juftlar shidamli bo'ladi va uzoq muddat ishlaydi. **Ikkinshi tomondan**, quyil kinematik juftlar elementlarni ishlash texnologiyasi ham osondir. Quyil kinematik juftlarning elementlari tekislik, silindrik yuza va sirtdan iboratdir. Bunday yuzalar tayyorlash hozirgi mashinasozlik texnologiyasida yaxshi yo'lga qo'yilgan. **Ushunchidan**, quyil juftlarni qo'shimsha vositasiz (prujira yoki boshqa vositasiz) kinematik berkitish juda qulay.

Quyil kinematik juftlardan tuzilgan mexanizmlarning kamchiliklari shundaki, ular vositasida etaklanuvshi (ish bajaruvshi) zvenoning istalgan harakat qonunini olish hamma vaqt mumkin bulavermaydi. Bunday ishning bajarilishi mexanizmdagi zvenolir sonining ortib ketishiga sabab buladi. 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 uzatilishida birmunsha xatoliklarga yo'l qo'yiladi, buning oqibatida etaklanuvshi zveno nuqtasining harakat qonuni biz istagan qonundan boshqasharoq bo'ladi. Buning orqasida kuchlar ham o'zgarib, texnologik prosesning normal borishiga xalaqit beradi.

Quyidagi kinematik juftlardan tuziladigan mexanizmlar loyihalashning asosiy mohiyati bilan tanishib utamiz. 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, ilgari harakat qiluvchi kinematik juft holatlarini belgilovchi shizikli o'lshovlar kabi kinematik parametrlarni o'z ishiga oladi, binobarin, kinematik parametrlarga asoslanib, mexanizmning kinematik sxemasi tuziladi. Ana 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, shunki qolgan masalalar shu mexanizm tarkibidagi zvenolarning harakatini sinab ko'rish, mustahkamligini ta'minlash va u mexanizmning iqtisodiy jihatdan qanshalik foydali ekanligini yoki boshqa tomonlarini aniqlash bilan bogliq bo'lib, ular boshqa fan tarmoqlari – matematika, materiallar qarshiligi, mashina detallari, tebranishlar nazariyasi, injenerlik ekonomikasi va 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** tariqasida quyida, P. L. Shebishevning turt zvenoli lambidasimon mexanizmini kuring shiqamiz (18-1 shakl).

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 tugri shizikli bo'ylab harakat qiladi. Bu hol esa mexanizm kinematik sxemasining parametrlari $O_1 O_2 = 2 \cdot O_1A$; $AV=O_2V=VE=2,5 \cdot O_1A$ bo'lgandagina amalga oshadi.

Ikkinchi misol tariqasida Robertsning to'rt zvenoli taqribiy yo'naltiruvchi mexanizmini ko'rib shiqamiz (18-2- shakl).

Roberts mexanizmining E nuqtasi AB yoki CD zvenolar aylansa, shaklda kursatilgan sxema parametrlari holatida tugri shizikli bo'lab harakat qiladi. U yerda BCE shatun bazisli zveno bo'lib, murakkab harakat qiladi. Ammo uning E nuqtasigina ma'lum shegarada taqribiy to'gri shizikli traektoriya shizadi; bu traektoriyalarni grafik yoki analitik usulda topish mumkin. Bunday mexanizmlar taqribiy yo'naltiruvchi mexanizmlar deb ataladi. Qaysi metodni mexanizm loyihalashga nisbatan qo'yilgan asosiy shartga bogliqdir. Agar talab qilingan harakat qonuni biz olgan harakat qonunidan qanshalik farq qilishini bilish kerak bo'lsa, masalani analitik usulda eshish kifoya etadi, sababi grafik metod bilan topilgan harakat qonuni bunday talabga tula javob bera olmaydi. Ammo shunga qaramay, grafik metodlarining afzalligi shuki, ular oddiy,

tushunarli bo'lishi bilan birga, ko'zga yaqqol tashlanib turadi.

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

Mashinaning ish organlariturlisha harakatda bo'lishi, ya'ni to'g'ri shiziqli aylanma yoki murakkab harakatda bo'lishi mumkin. Agar ish organi to'g'ri shiziqli 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 ilgari aylanma harakat o'rniga aylanma harakat bo'lsa, u holda harakat qonuni burshakning vaqt ishida o'zgarishi $\varphi = \varphi(t)$ va burshak tezligining $\dot{\varphi} = \dot{\varphi}(t)$ va burshak tezlanishining $\ddot{\varphi} = \ddot{\varphi}(t)$ ko'rinishidan iborat buladi.

Mashina ish organlarining (zvenolarning) harakat qonuni, odatda, uning loyihalash vaqtida berilgan bo'ladi vash u qonunni amalga oshiruvshi mexanizmning sxemasi va konstruksiyasi ishlab shiqiladi.

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 kuchlar **statik** va **dinamik** bo'lishi mumkin. Statik kuchlarga turli texnologik qarshiliklar, elastik kuchlar, ogirlik kuchlari, ishqalanish kuchlari va boshqalar kiradi. Bunday kuchlar asosan mashina ish zvenosining harakat qonuni va mashina yoki mexanizm masalalarining joylashishiga bogliqdir.

Odatda, mashinaning ish organi ma'lum shegarada harakat qilib, shu shegarada uning tezligining o'zgarish qonuni (taxogrammasi) turlisha bulishi 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 kuchlar qanday bulishiga bogliq. Agar mashina sekin harakatlansa, u holda uning tarkibidagi zvenolarning tezlanishi ham kishik 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 kuchlar kattalashib ketmasligi ushun 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 sentizlash.

Biz bu paragrfdan mexanizmlar kinematik sxemalarini sintezlash masalalari bilan tanishib o'tamiz. Mexanizmlar ishida eng kup tarqalganlari sharnirli mexanizmlar bo'lib, ulardan bazilarining kinematik sxemalarini sintezlash masalalarini ko'rib shiqamiz.

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 gruppaga bo'lamiz.

1) zvenolarning eng sheka siljishlariga qarab loyihalash;

2) shiquvshi va kiruvshi koordinatalarning berilgan boglanishiga qarab loyihalash;

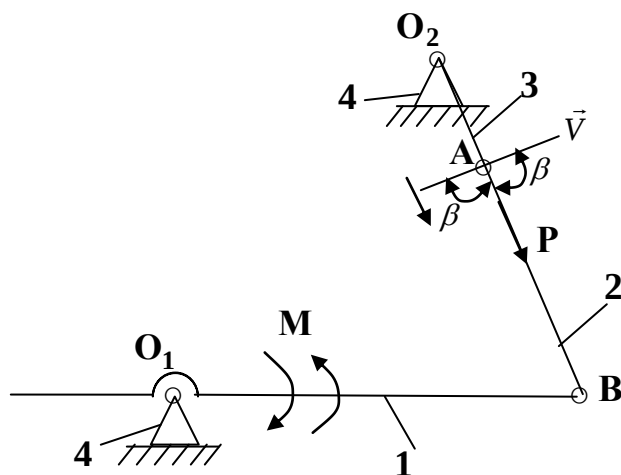
3) shatundagi biror nuqtaning berilgan biror trayektoriya shizishiga qarab loyihalash.

Masalaga aniqlik kiritish maqsadida 18.1 shaklda ko`rsatilgan 4 zvenoli mexanizm quramiz.

Bunday mexanizmning normal ishlashi ushun bosim burshagi hamma vaqt $\beta < 90^\circ$ shartini bajarishi kerak. Agar oyoq pedali tomonidan qo`yilgan R kush AV shatun bo`ylab yo`nalsa, u holda bosim burshagi  $\beta < 90^\circ$  ga yaqinlashgan bo`ladi. Bunday holat etaklanuvshi 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 qutilishning birdan – bir yo`li mexanizm inversiyasidir, ya`ni mexanizm zvenolari etarlik tezlikka ega bulsa, krivoship bu holatdan o`tib ketadi.

Umuman olganda, «o`lik» holatlarning bulmasligi ushun, mexanizm kinematik sxemasini shunday tuzish keraki, uning holatlari ishida bosim burshagi hamma vaqt $\beta < 90^\circ$ shartini qondirsin.

Bu aytilgan holatlar mexanizm kinematik sxemasining parametrlarini topish bilan bogliq. Shuning ushun 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 kata hisob ishlarini olib borish talab etiladi.



18.1 – шакл.

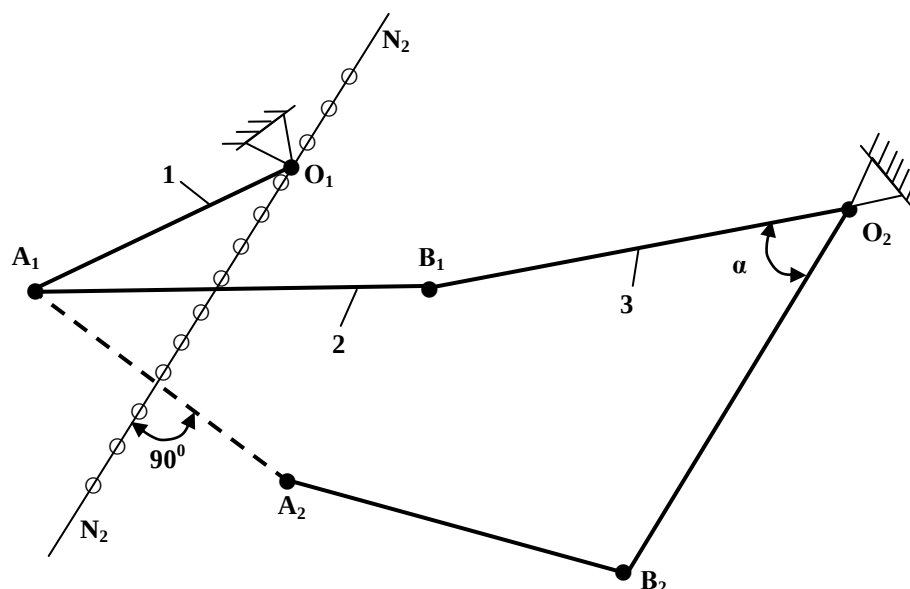
Biz quyida grafik usul orqali masalalarni hal etilishi borasida tuxtalib o`tamiz:

1). 4 zvenoli koromislosining berilgan ikki holatini ta`minlovshi kinematik sxemasini tuzish bilan tanishib shiqamiz. Koromisloning $O_2 V_1$ va $O_2 V_2$ holatlari berilgan (11.2 - shakl). Bunday mexanizmlar samolyotsozlikda ushraydi.

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 (11.2 - shakl).

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 ushun sheksiz holatlarni berish ham mumkin.



18.2 – шакл.

2). Etaklovshi 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 ushraydi. O_2V_1 va O_2V_2 – koromisli holatlari berilgan 11.3-shakl).

Yechish. Ixtiyoriy O_1 nuqtani krivoshipning aylanish markazi deb olamiz. Tanlangan O_1 nuqta bilan V_1 ni to'g'ri shiziq orqali birlashtiramiz. Natijada $O_1A_1B_1O_2$ dan iborat 4 zvenoli mexanizm hosil qilamiz.

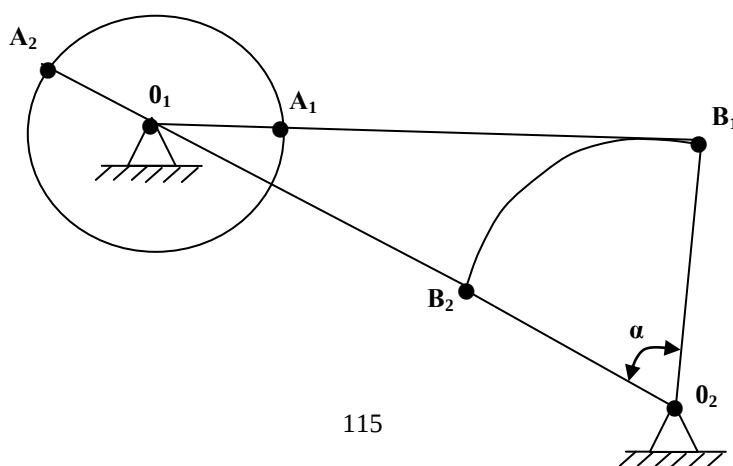
$O_1A_1B_1$ nuqtalarining bir to'g'ri shiziqda yotgan holati koromislarning eng sheka holati deb hisoblanadi, u holda

$$O_1B_1 = A_1B_1 + O_1A_1 = AB_1 + O_1A$$

$$O_1B_2 = A_2B_2 + O_1A_2 = AB_2 + O_1A \quad (18.1)$$

Bu ikki tenglamadan krivoship va shatunning uzunligini topish mumkin:

$$O_1A = \frac{O_1B_1 - O_1B_2}{2} \text{ (mm)}; \quad AB_1 = AB_2 = AB = \frac{O_1B_1 + O_1B_2}{2} \text{ (mm)}$$



18.3 - шакл.

Oliy juftli mexanizmlar loyhalash asoslari, harakatni uzatish tugrisidagi umumiy masala.

Hozirgi zamon texnikasida ishlatiladigan mexanizmlar tarkibida ikki xil kinematik juft – oliy va quyi juftlar ushraydi. Ko'pchilik mexanizmlar tarkibida faqat quyi juftlar bo'lib, ba'zi mexanizmlarda esa ikkala xil juftli mexanizmlar ushrab 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 koeffitsientini ta'minlay oladigan konstruktiv formalar ishlab shiqarish 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 tugri shiziqli harakatga aylantirish;
- 3) tugri shiziqli harakatni aylanma harakatga aylantirish;
- 4) tugri shiziqli harakatni boshqa bir tugri shiziqli harakatga aylantirish;
- 5) mexanizmdagi nuqtalardan birini texnologik prosessda talab qilingan trayektoriyaga solib yuborish.

Yuqorida bayon qilinganlarni amalga oshirish ushun, bir – biriga harakat uzadigan ikki zvenoning harakat qonuni vaqtga nisbatan berilgan bulishi kerak. Mexanizmdagi biror nuqtaning texnologik prosesda talab etilgan trayektoriyaga tushirish ushun 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 ushun 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 konstruktoring ixtiyorida bo`ladi.

Kuyi juftlarning elementlari tekislik, silindrik sirtlar va sferik sirtlar bo`liadi.

Oliy juftlarning elementlari nisbiy harakatdagi sentroidalar yoki o`zaro egiluvshan egri shiziqlar bo`ladi. Agar oliy juft elementlari sentroida bo`lsa, bunday elementlar bir – biriga nisbatansirganmasdan yumalaydi, agar oliy juft elementlario`zaro egiluvshan iegri shiziqlar bo`lsa, bunday elementlar bir – biriga nisbatan sirganib yumalaydi. Shu sababli loyihalanadigan mexanizmlar tarkibida oliy juftlar bo`lsa, ularning elementlarini loyihalash nisbiy haraktdagi sentroidani yoki o`zaro egiluvshan egri shiziqlarni loyihalashdan iborat bo`ladi. Shunday qilib, tarkibidagii oliy juft elementlari – sentroidalar bo`lgan mexanizmlar **sentroidali mexanizmlar** deb ataladi. Tarkibida oliy juft elementlari o`zaro egiluvshan egri shiziqlar bo`lgan mexanizmlar **kulachokli mexanizmlar** yoki **tishli mexanizmlar** deb ataladi.

Oniy aylanish markazi **oniy tezlik markazi** deb ham ataladi. Tekis shaklning 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 ushun 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 ushun 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 tushunasiz.
3. Quzgaluvshan polodiya deganida qanday mexanizmni tushunasiz.
4. Quzgaluvshan sentorida bilan quzgalmas sentroidani farqini aytib bering.

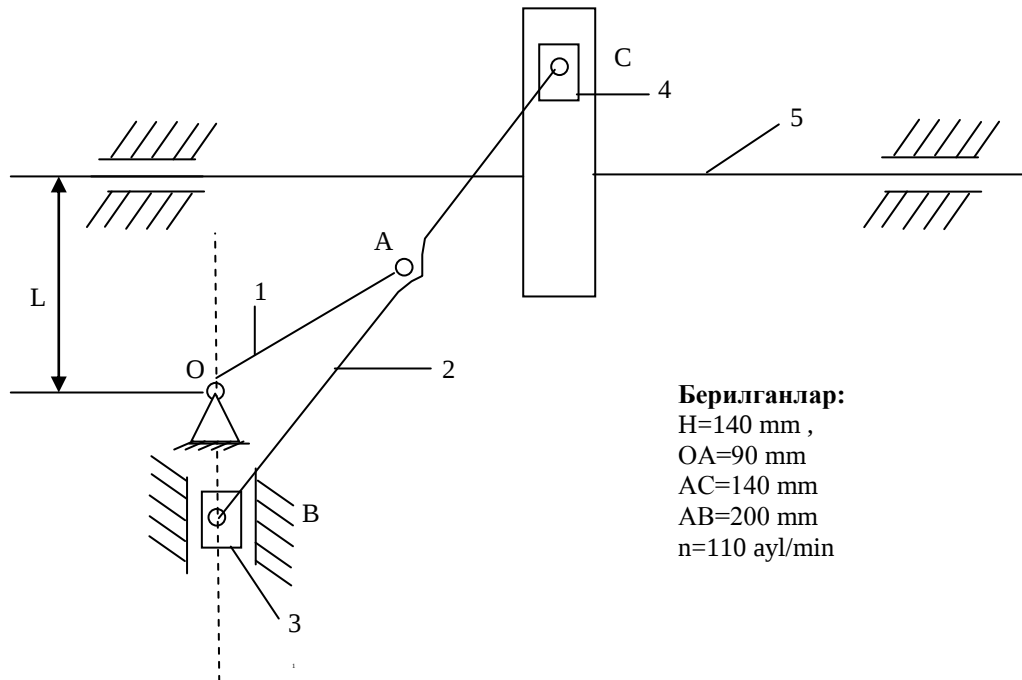
AMALIY MASHGULOT

TOPSHIRIQ VA

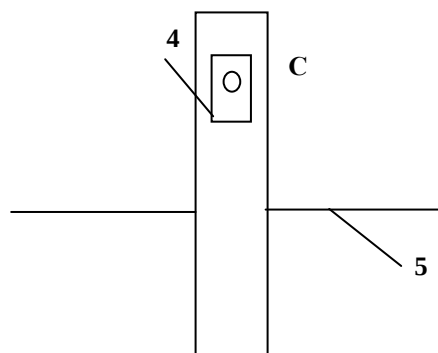
MISOLLARI

NAMUNA 1.

1) krivoship karamisloli mexanizmni analizi.



quyidagi krivoship karomislash mexanizmi berilgan bo'lib avval uni ishlashini tekshirish maqsadida Assur gruppasiga ajratib, tartibi, klass va ko'rinishlarini hamda tuzilishi bilan qo'zg'aluvchanlik darajasini topaman. Buning uchun berilgan mexanizmning oxirgi zvenosidan boshlab Assur gruppasiga ajrataman.



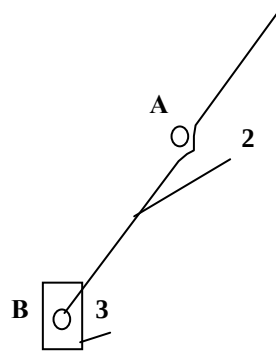
II-ko'rinish

II-tartib

II-sinf

II-(4,5)

$$W=3n-2P_5-1P_4=3.2-2.3-0=0$$



II-ko'rinish

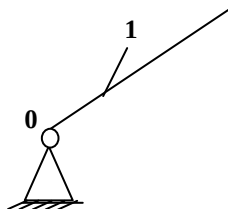
II-tartib

II-sinf

II-(3,2)

$$W=3n-2P_5-1P_4=3.2-2.3-0=0$$

Bu gruppaning 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 gruppaning kuzgaluvchanlik darajasi 0 ga teng.

Bu gruppaning kuzgaluvchanlik darajasi 1 ga teng. Endi umumiy tuzilish va qo'zg'aluvchanlik darajasini aniqlaymiz: tuzilish formulasi quyidagicha bo'ladi.

$$(0, 1) \rightarrow (3, 2) \rightarrow (4, 5)$$

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 12holatini quring.

NAMUNA -2

Mexanizmning kinematik sxemasini chizish uchun avalambor chizma masshtab tanlab olamiz. Buning uchun kuydagi formuladan foydalanamiz $M_e =$

$$\frac{L_{OA}}{l_{OA}}; [m/mm] \text{ bu erda } L_{OA} - \text{berilgan ulcham}$$

$$l_{OA} - \text{ixtiyoriy ulcham } M_e = \frac{L_{OA}}{l_{OA}} = \frac{0,09}{45} = 0,002 [m/mm].$$

Aniqlangan chizma masshtabi foydalanib qolgan o'lchamlarni ham aniqlab olamiz.

$$H = \frac{L_h}{M_l} = \frac{140}{2} = 70 [mm] \quad OA = \frac{L_{OA}}{M_l} = \frac{90}{2} = 45 [mm]$$

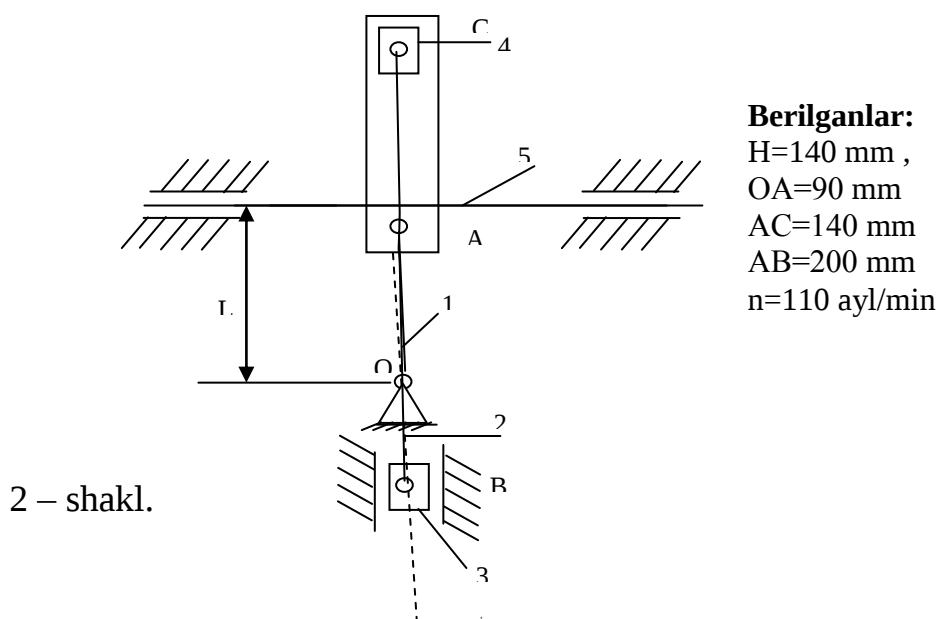
$$AV = \frac{L_{AB}}{M_l} = \frac{200}{2} = 100 [mm] \quad AS = \frac{L_{AC}}{M_l} = \frac{140}{2} = 70 [mm]$$

Agar n – yani mexanizmning aylanishlar soni berilgan bulsa u holda

mexanizmning burchag tezligi ω - ni aniqlaymiz:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 110}{30} = 11,45 \text{ [p/c]}$$

Aniqlangan masshtab asosida mexanizmning topilgan zveno ulchamlariga rioya qilgan holda mexanizmning o'lik holatini quramiz (2- shaklda).



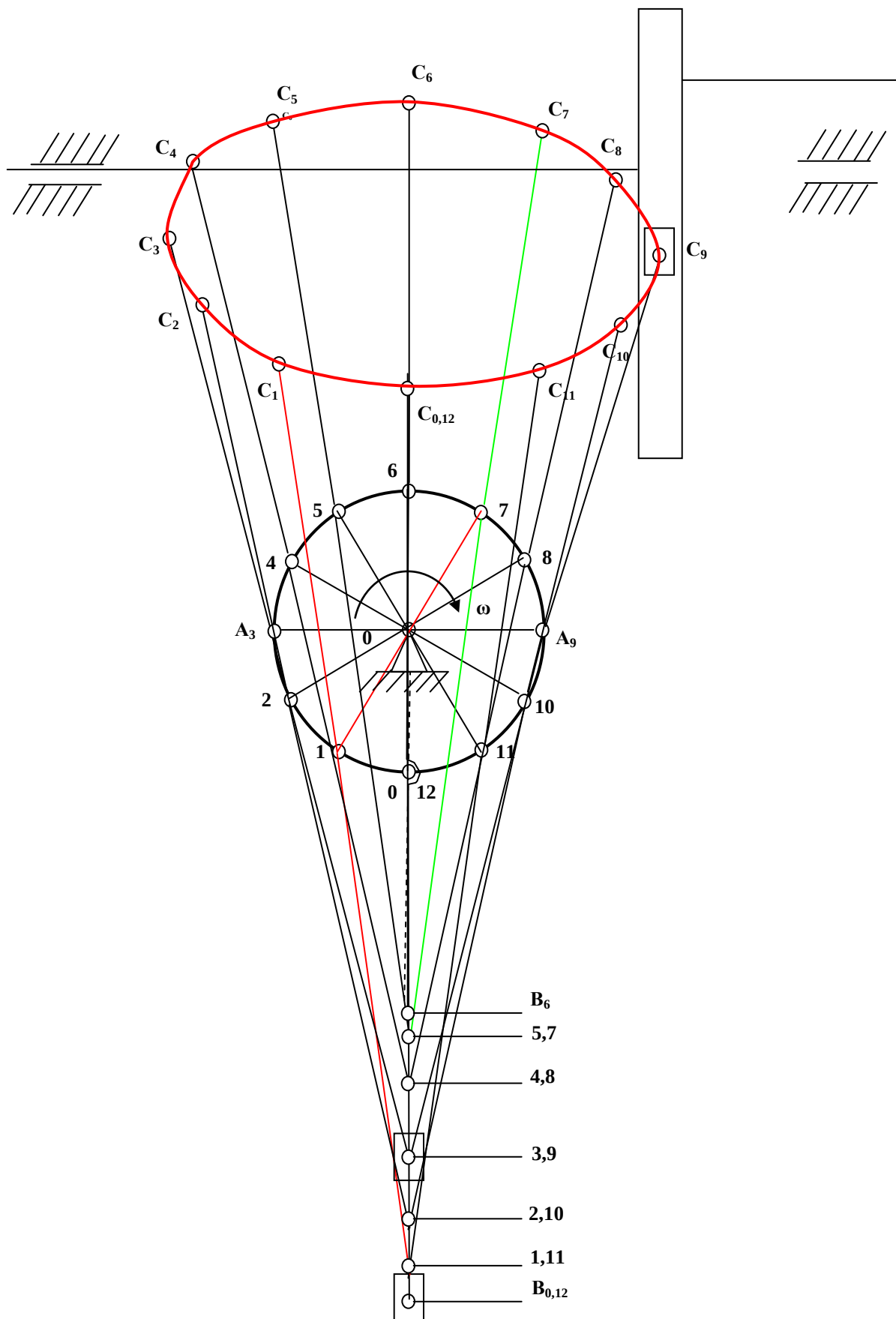
2 – shakl.

Mexanizmni ulik holati kinematik sxemasidan foydalanib, mexanizmning 12-ko'rinish holatini tuzamiz. 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 raqamlarini belgilab chiqiladi.

3- shakl mexanizmni 12 holat kurinishi.

3. masala:

- mexanizmning ishlash tartibini urganing va tezlik masshtabini tanlang.
- mexanizmning tezliklar rejalarini quring va ularni qiymatlarini toping.



NAMUNA 3.

Mexanizmning istalgan holatini ajiratib 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:

$$2) \quad K_v = \frac{v_A}{P_A} = \frac{0,52}{36} = 0,0144 \frac{\text{m/c}}{\text{mm}}.$$

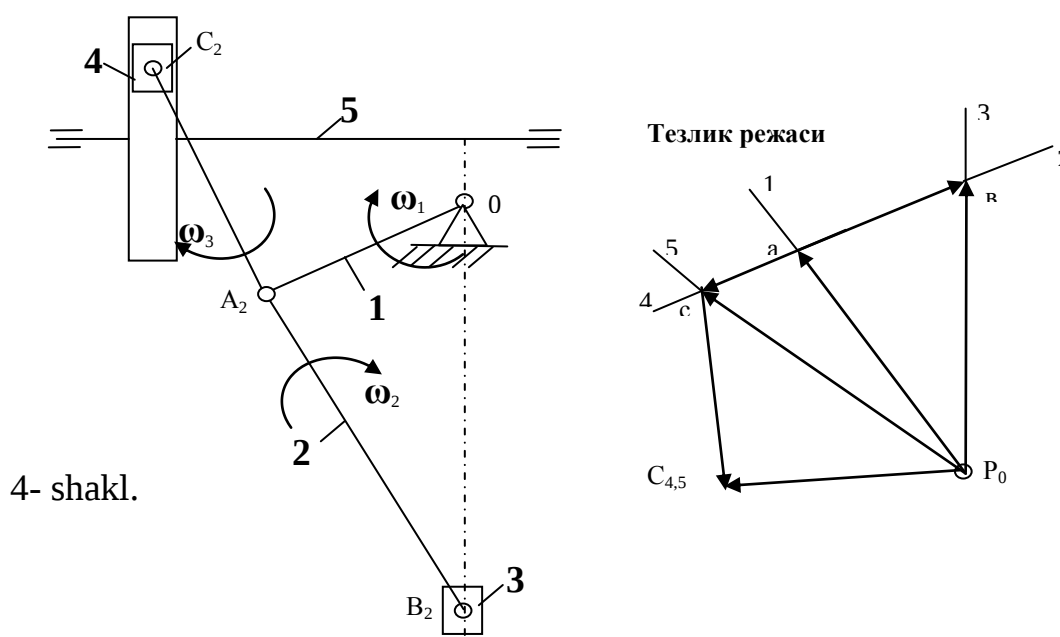
3. mexanizmni tezlik rezasini qurish uchun ixtiyoriy bir no`qtada (r) polus belgilab olamiz

4. belgilab olingan polus nuo`qtamizdan tezlik rejasini qurish metodi 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 buladigan burchak tezligi – ω ning yo`nalishlari aniqlanadi.

Mexanizmning ajratilgan 2-holati va unga asosan qurilgan tezlik rejasi quyida 1- shaklda keltirilgan.



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`zgalmis 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).

$$6. \omega_2 = \frac{v_{AB}}{LAB} [p/c]$$

$$\omega_3 = \frac{v_{BC}}{LBC} [p/c].$$

4. MASALA

- 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.

NAMUNA 4.

1. A-nuktaning tezlanishini quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz.

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

2. B va C - nuqtalarning tezlanishini aniqlash uchun vektorli tenglama tuzamiz:

$$\begin{cases} \alpha_B = \alpha_a + \alpha_{ab}^n + \alpha_{ab}^\tau \\ \alpha_B = // yy \end{cases} \begin{cases} \alpha_{c4,5} = \alpha_{c2,4} // YY \\ \alpha_{c4,5} = \alpha_{c2,4} // XX \end{cases}$$

3. Tuzilgan vektorli tenglamalardan foydalanib normal vektor qiymatlarini aniqlaymiz:

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

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

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.

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

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

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

$\pi A \approx (40 \div 70)$ 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.

$$\mathbf{a}_{ab}^\tau = \tau_{ab} \cdot \mathbf{K}_a [m/s^2]$$

$$\mathbf{a}_{si}^\tau = \tau_{si} \cdot \mathbf{K}_a [m/s^2]$$

9. Mexanizm zvenolarining har birida burchak tezligi-dan tashqari bo'rchak tezlanishlari ham mavjud bo'lib ularning kattaliklarining qiymatlarni aniqlash uchun qo'yidagi ifodadan foydalanamiz.

$$\epsilon_1 = \frac{a_{ab}^\tau}{l_{ab}} = \frac{7,744}{0,1} = 77,44 [p / c^2]$$

$$\epsilon_2 = \frac{a_{cb}^\tau}{l_{cb}} = \frac{13,376}{0,17} = 78,68 [p / c^2]$$

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) kesma belgilanadi;

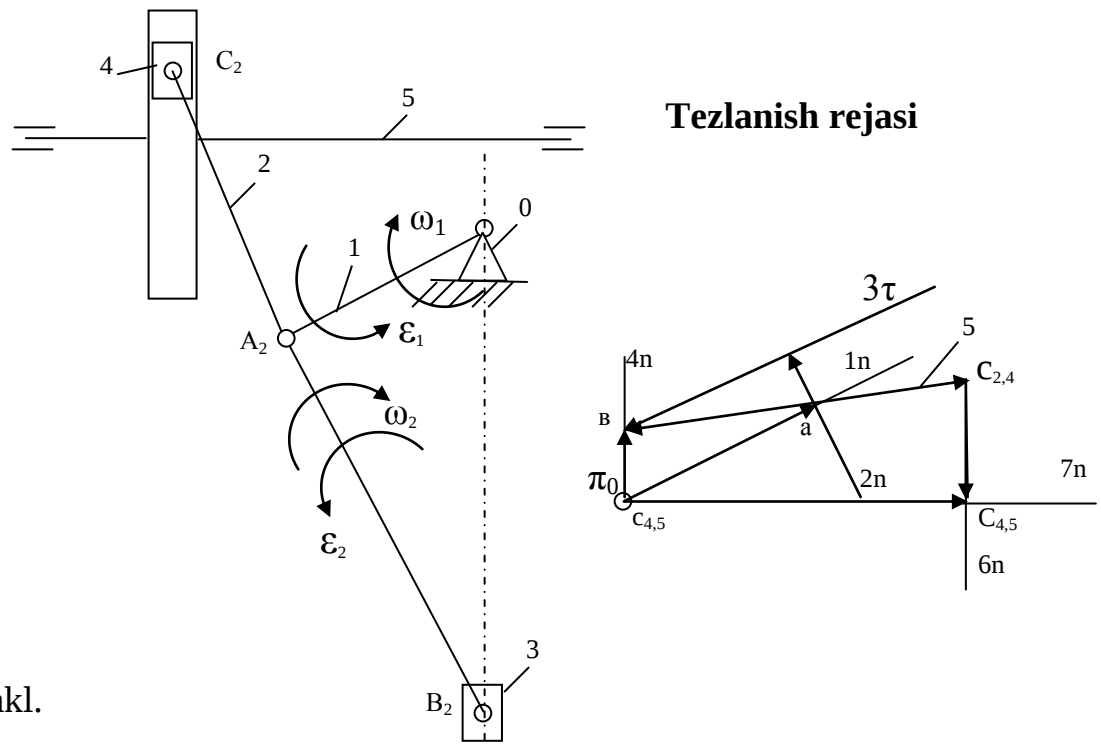
s) n_2 nuqtadan $\vec{a}_{BA}^r$ urunma (tangencial) tezlanish vektorining joylashuv chizigi t – t AV zvenoga tik ro'vishda utkaziladi;

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 $\vec{a}_{CB}^r$ urunma (tangencial) tezlanish vektorining joylashuv chizigi t – t SV zvenoga tik ro'vishda 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 – shakl.

5. MASALA.

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.

NAMUNA -5.

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 qo'yidagicha hisoblab topiladi:

$$T = \frac{60}{n} \text{ cek } \text{ yoki } T = \frac{2\pi}{\omega} \left[\frac{pad}{cek} \right]$$

Bu erda n – krivoshipning aylanishlar soni (ob/min)

ω – krivoshipning burchak tezligi (rad/sek)

1. Mexanizmning diogrammalarini chizish uchun mexanizmning 12 holat kurinishi chizish lozim buning uchun qo'yidagi 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.

$$\mu_t = \frac{T}{\overline{OM}} \text{ cek / MM}$$

B) Mexanizm nuqtasi grafikning tezlik masshtabi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$\mu_v = \frac{\mu_s}{H_1 \cdot \mu_t}; \quad \frac{M / \text{cek}}{MM}$$

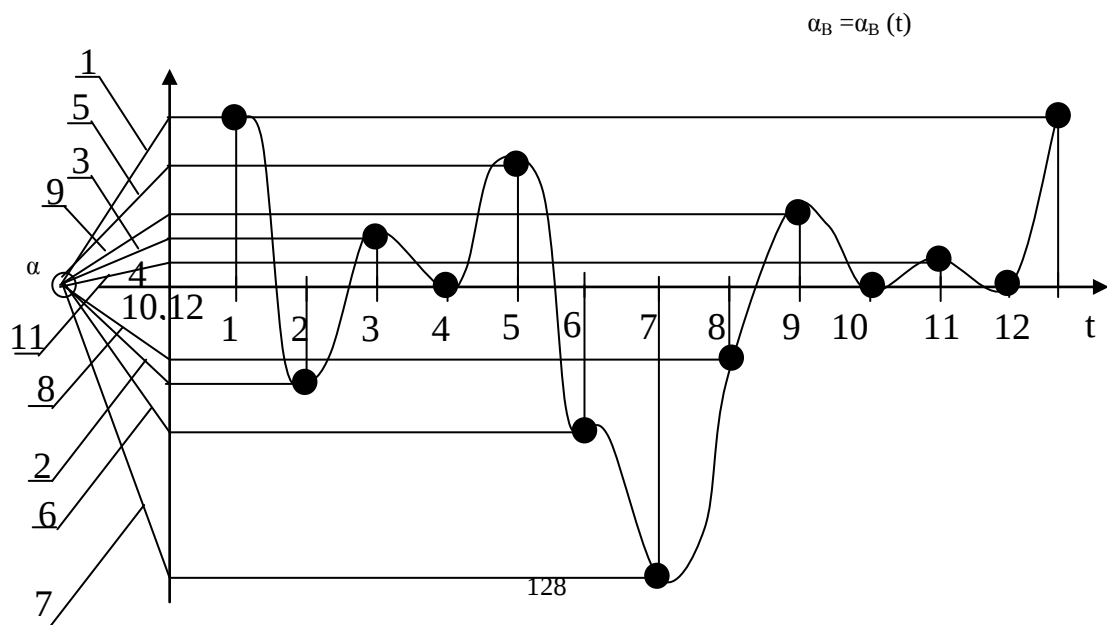
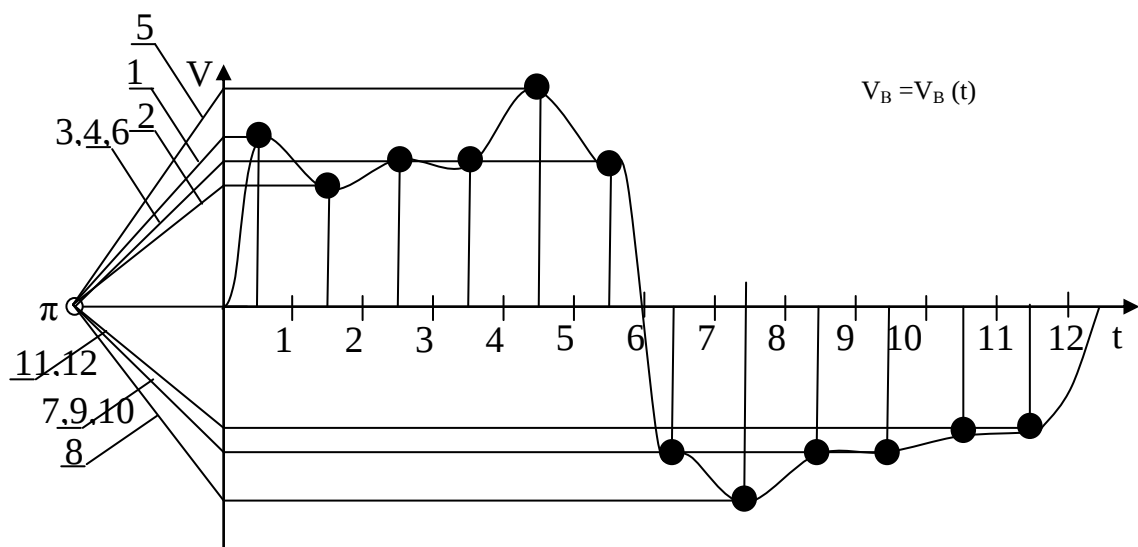
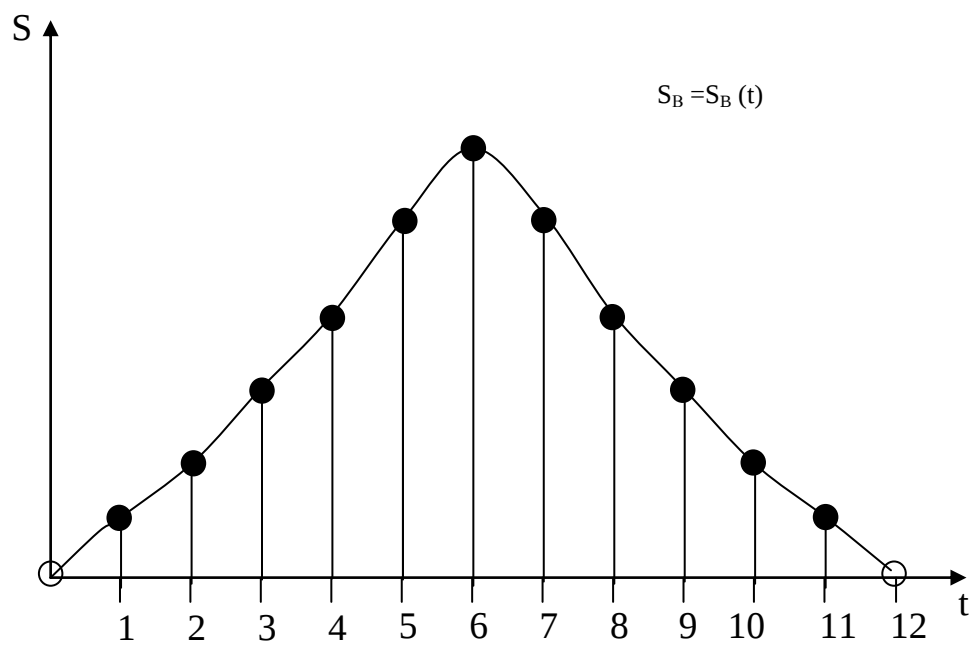
Bu erda N_1 – tezlik grafigining qutbiy oraligi.

endiki bosqichda tezlik grafigini yana bir bor differensiallash yo'li orqali tezlanish masshtabini aniqlaymiz, tezlanish grafigining masshtabini qo'yidagi ifoda orqali aniqlaymiz.

$$\mu_a = \frac{\mu_v}{H_2 \cdot \mu_t}; \quad \frac{M / \text{cek}^2}{MM}$$

Bu erda N_2 – tezlanish grafigining qutbiy oraligi.

Mexanizmning qurilgan 12 holat qurinishdan foydalanib (B) nuqta uchun quyidagicha diagramalar quramiz.



6 – shakl.

6. MASALA.

Tashqi ilashmali normal tishli va ikki gildirakning evolventoviy profilini parametrlarini aniqlash.

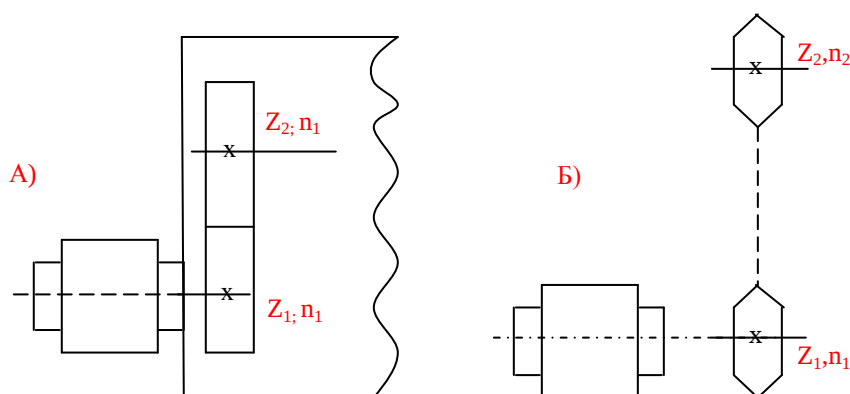
a) Turli xil ko'rinishdagi tishli uzatmalar bilan tanishish ularning parametrlarini aniqlash.

g) Aniqlangan parametrlar asosida tishning ilashishdagi evolvent profilini qurish.

NAMUNA -6.

Mexanizm gildiraklari tishlarini soni $z_1 = 12$, $z_2 = 18$ tishli gildiraklar moduli $m = 12$ mm ga teng.

7, a - shaklda tasvirlangan tashqi ilashmali reduktorning yetaklovchi va yetaklanuvchi gildiraklarning parametrlari aniqlansin.



7- shakl:

H i s o b l a s h t a r t i b i.

7- shakl (A) sxemasida berilgan reduktorning etaklovchi gildirakning tishlar soni $z = 12$ ga etaklanuvchi gildirakning tishlar soni $z = 18$ ga va tishlar moduli esa $m = 12$ mm ga teng.

1) Hsoblash uchun tishli gildiraklarning bo'lish aylanasi radiuslarini aniqlaymiz.

z_1 - yetaklovchi gildirakning bo'lish aylanasi radiusi:

$$r_1 = \frac{m \cdot z_1}{2} = \frac{12 \cdot 12}{2} = 72 \text{ [mm]}.$$

2) yetaklanuvchi gildirakning bulish aylana radiusi:

$$r_2 = \frac{m \cdot z_2}{2} = \frac{12 \cdot 18}{2} = 108 \text{ [mm]}.$$

3). Reduktor sxemasining uzunlik masshtabi koeffisienti - μ_l ni tanlaymiz:

$$\mu_l = \frac{\bar{r}_1}{r_1} = \frac{0,072}{144} = 0,0005 \left[\frac{\text{m}}{\text{mm}} \right].$$

Oddiy tishli uzatma gildiraklarining asosiy geometrik parametrlarini hisoblaymiz.

4). Asosiy aylanalarning radiuslari:

$$r_{B1} = r_1 \cdot \cos \alpha 20^\circ = 72 \cdot \cos \alpha 20^\circ = 67,68 \text{ [mm]}.$$

$$r_{B2} = r_2 \cdot \cos \alpha 20^\circ = 108 \cdot \cos \alpha 20^\circ = 103,1 \text{ [mm]}.$$

5) Gildirak tishlarining balandligi:

$$h_1 = h_2 = 2,25 \cdot m = 2,25 \cdot 12 = 27 \text{ [mm]}.$$

6) Tish kalagi balandligi:

$$h_{a1} = h_{a2} = h_a^* \cdot m = 1 \cdot 12 = 12 \text{ [mm]}.$$

bu erda $h_a^* = 1$ ga teng.

7) Tish oyogi balandligi:

$$h_{f1} = h_{f2} = 1,25 \cdot m = 1,25 \cdot 12 = 15 \text{ [mm]}.$$

8) Ilashmaning boshlangich aylana yoyi bo'yicha qadami:

$$P = \pi \cdot m = 3,14 \cdot 12 = 37,68 \text{ [mm]}.$$

9) Tishning boshlangich aylana yoyi bo'yicha qalinligi:

$$S_1 = S_2 = 0,5 \cdot P = 0,5 \cdot 37,68 = 18,84 \text{ [mm]}.$$

10) Ikki tishning boshlangich aylana yoyi bo'yicha oraligi:

$$e_1 = e_2 = 0,5 \cdot P = 0,5 \cdot 37,68 = 18,84 \text{ [mm]}.$$

11) gildirak tishlarining chiqiqlari aylanasi radiuslari:

$$r_{a1} = r_1 + h_{a1} = 72 + 12 = 84 \text{ [mm]},$$

$$r_{a2} = r_2 + h_{a2} = 108 + 12 = 120 \text{ [mm]}.$$

12) Gildirak tishlarining botiqligi aylanasi radiuslari:

$$r_{f1} = r_1 - h_{f1} = 72 - 15 = 57 \text{ [mm]},$$

$$r_{f2} = r_2 - h_{f2} = 108 - 15 = 93 \text{ [mm]}.$$

13) Galtelning yumoloqlanish radiusi:

$$\rho_f = 0,3 \cdot m = 0,3 \cdot 12 = 3,6 \text{ [mm]}.$$

7. MASALA.

Tashqi ilashmali evolventa profili gildirak tishlarining aniqlangan parametrlariga asosan qurish.

NAMUNA -7.

Tashqi ilashmali evolventa profili gildirak profili quyidagi ketma ketlikda bajariladi.

1). Chizmaning uzunlik masshtabi - μ_l ni tanlaymiz bunda tishning chizmadagi balandligi $h > 50 \text{ mm}$ dan kata bo'lishi kerak.

$$\mu_l = \frac{h}{h} = \frac{0,027}{54} = 0,0005 \left[\frac{M}{MM} \right].$$

Bu masshtab 2:1 ga tugri keladi, shu sabali 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 aylanalarga 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.

$$\bar{r}_{a1} = \frac{r_{a1}}{\mu_l} = \frac{0,084}{0,0005} = 168 [MM]$$

$$\bar{r}_{a2} = \frac{r_{a2}}{\mu_l} = \frac{0,120}{0,0005} = 240 [MM]$$

8) Gildirakning O_1 va O_2 markazlaridan Yana bir radius yani gildirak tishlarini botiqlar aylanalari chiziladi.

$$\bar{r}_{f2} = \frac{r_{f2}}{\mu_l} = \frac{0,093}{0,0005} = 186 [MM]$$

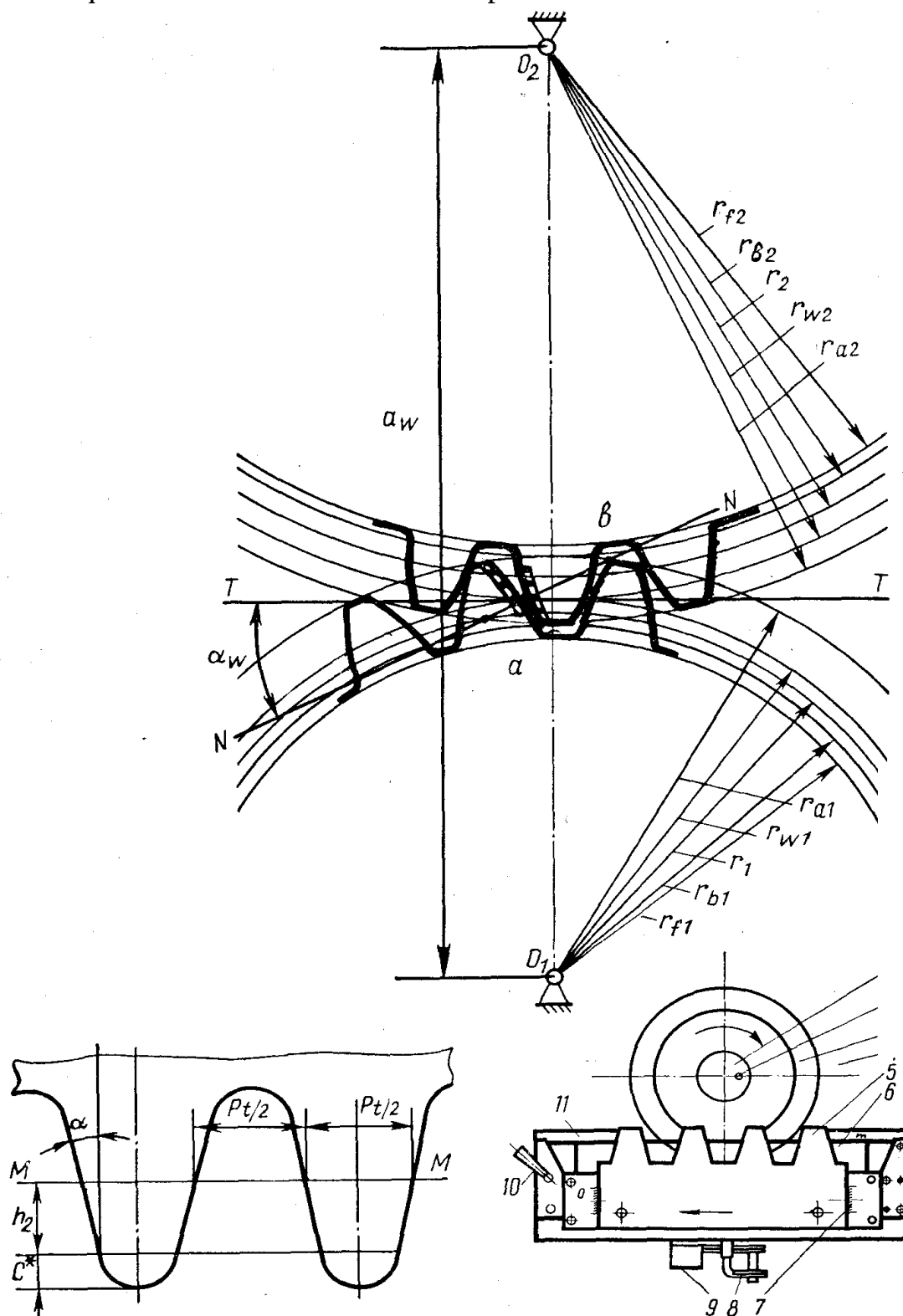
9) Qolgan barcha ulchamlarning ham shu kabi bir xil birlikka yoki o'lchamga keltirib olamiz.

$$\bar{h}_{f1} = \bar{h}_{f2} = \frac{h_{f1}}{\mu_l} = \frac{0,015}{0,0005} = 30 [MM].$$

$$h_{a1} = h_{a2} = \frac{h_{a1}}{\mu_1} = \frac{0,012}{0,0005} = 24 [mm]$$

$$\bar{\rho} = \frac{\rho}{\mu_1} = \frac{0,03768}{0,0005} = 75,36 [mm]$$

10) Ilashish chizigi N – N ni ikki gildirakning asosiy aylanalaridan dumalatib, qutib nuqtasi - R dan o`tuvchi evolventa profili chiziladi.



8- shakl:

8. MASALA.

Mexanizm zvenolarining inerciya kuchlarini aniqlang.

A). Zvenolarning massalarini aniqlash ifodasini keltiring.

B). Zvenolarning ogirlik kuchlarini qiymatlarini aniqlang.

NAMUNA -8.

Mexanizm zvenolarining inerciya kuchlarini qo'yidagi ketma – ketlikda aniqlanadi.

1. Agar richagli zvenolarning massalari berilmagan bulsa 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. Mexanizmnin barcha zvenolari massalari berilganligi tufayli ularni hisoblash tavsiya etilmaydi shu sababli zvenolarning ogirlik kuchlari tugridan – tugri 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.

$$K_a = \frac{a_{A1}}{\pi a_1} \left[\frac{\mathcal{M} / \text{cek}^2}{\text{mm}} \right];$$

Bu yerda a_{A1} krivoshipdagi A_1 nuqtaning tezlanishi bo'lib buni qo'yidagicha aniqlaymiz:

$$a_{A1} = a_{A1O1}^n = \omega_1^2 \cdot O_1A \left[\frac{\mathcal{M}}{\text{cek}^2} \right]$$

Bu erda $\omega_1 = \frac{\pi n}{30} \left[\frac{\text{pad}}{\text{cek}} \right]$ orqali aniqlanadi.

πa_1 - ixtiyoriy son bo'lib chizmaning chiqishiga qarab tanlanadi.

$$\text{Olingan natijalarga kura } K_a = 0,176 \left[\frac{\mathcal{M} / \text{cek}^2}{\text{mm}} \right];$$

ga teng bo'ladi.

5. Kuchlarning zveno markazlariga bo'lgan ta'siri kuchlarini quyidagicha aniqlaymiz.

$$\alpha_{s_1} = \pi_{s_1} \cdot K_a = 18 \text{ мм} \cdot 0,176 \frac{\text{м/с}^2}{\text{мм}} = 3,168 \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$$

$$\alpha_{s_2} = \pi_{s_2} \cdot K_a = 28 \text{ мм} \cdot 0,176 \frac{\text{м/с}^2}{\text{мм}} = 5,928 \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$$

$$\alpha_{s_3} = \pi_{s_3} \cdot K_a = 18 \text{ мм} \cdot 0,176 \frac{\text{м/с}^2}{\text{мм}} = 3,168 \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$$

$$\alpha_{s_4} = \pi_{s_4} \cdot K_a = 50 \text{ мм} \cdot 0,176 \frac{\text{м/с}^2}{\text{мм}} = 8,8 \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$$

$$\alpha_{s_5} = \pi_{s_5} \cdot K_a = 50 \text{ мм} \cdot 0,176 \frac{\text{м/с}^2}{\text{мм}} = 8,8 \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$$

6. mexanizm zvenolaridagi inersiya kuchlarini qiymatlarini aniqlash talab etilgan bo`lib ularni quyidagi ifodalar orqali aniqlaymiz.

$$R_{u1} = m_1 \cdot \alpha_{s_1} = 0,7 \text{ kg} \cdot 3,168 \text{ м/с}^2 = 2,21 \text{ [н]}$$

$$R_{u2} = m_2 \cdot \alpha_{s_2} = 1,2 \text{ kg} \cdot 5,928 \text{ м/с}^2 = 7,114 \text{ [н]}$$

$$R_{u3} = m_3 \cdot \alpha_{s_3} = 0,8 \text{ kg} \cdot 3,168 \text{ м/с}^2 = 2,534 \text{ [н]}$$

$$R_{u4} = m_4 \cdot \alpha_{s_4} = 0,7 \text{ kg} \cdot 8,8 \text{ м/с}^2 = 6,16 \text{ [н]}$$

$$R_{u5} = m_5 \cdot \alpha_{s_5} = 1,5 \text{ kg} \cdot 8,8 \text{ м/с}^2 = 13,2 \text{ [н]}$$

7. Mexanizm zvenolarida hosil buladigan inersiya momentlari quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$\mu_{u2} = \varepsilon_2 \cdot J_{S2} ;$$

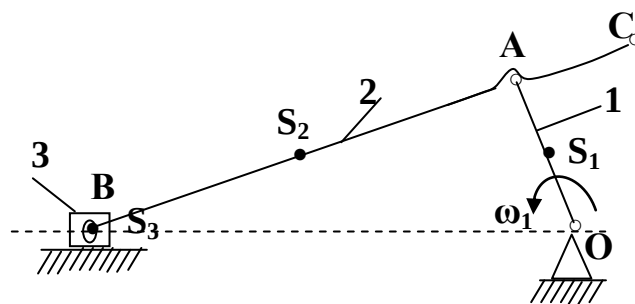
$$\text{bu erda } \varepsilon_2 = \varepsilon_2 = \frac{a_{ab}^r}{l_{ab}} \frac{7,744}{0,1} = 77,44 \left[\frac{\text{рад}}{\text{сек}^2} \right] \text{ ga teng bo`lib bu qiymat}$$

mexanizmning tezlanish rejasidan olinadi.

8. Aniqlangan qiymatga asosan inersiya momenti quyidagicha aniqlanadi.

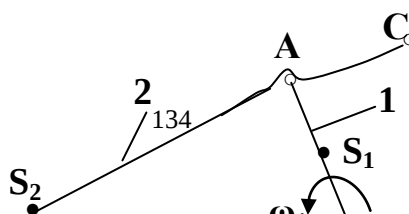
$$\mu_{u2} = \varepsilon_2 \cdot J_{S2} = 77,44 \cdot 0,07 = 5,42 \text{ [н м]}.$$

Talabalarga mo`ljallab beriladigan variantlar quyida keltirilgan bo`lib variantlar talabalarga rahbar tomonidan jurnal raqami yoki rahbar ixtiyori bilan belgilab beriladi.



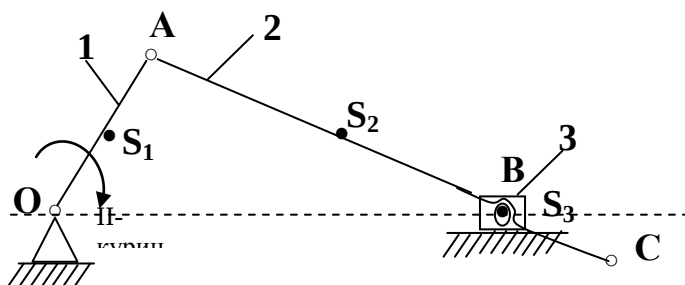
1- shakl

№	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



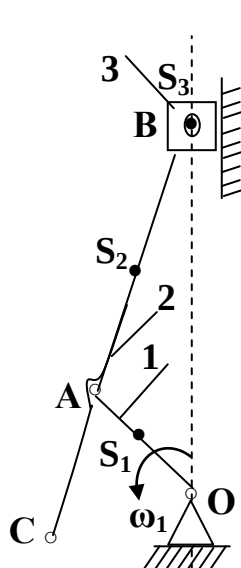
2- shakl

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 - shakl

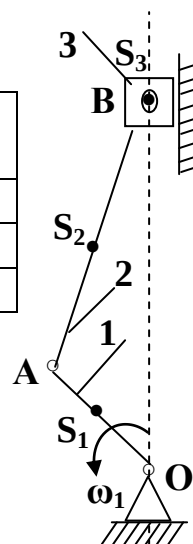
N _o	n ₁ ayl/min	L OA m	L AB m	L VC m	φ ₁ grad
1	130	0,05	0,23	0,03	30
2	120	0,06	0,26	0,04	35
3	100	0,07	0,28	0,025	40



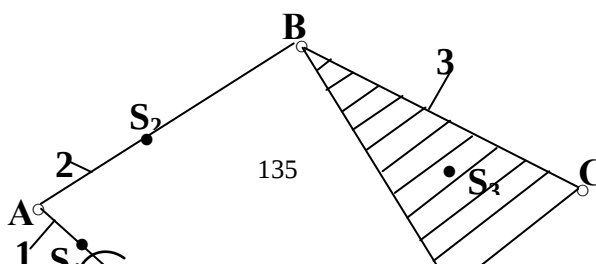
4 – shakl

N _o	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

N _o	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

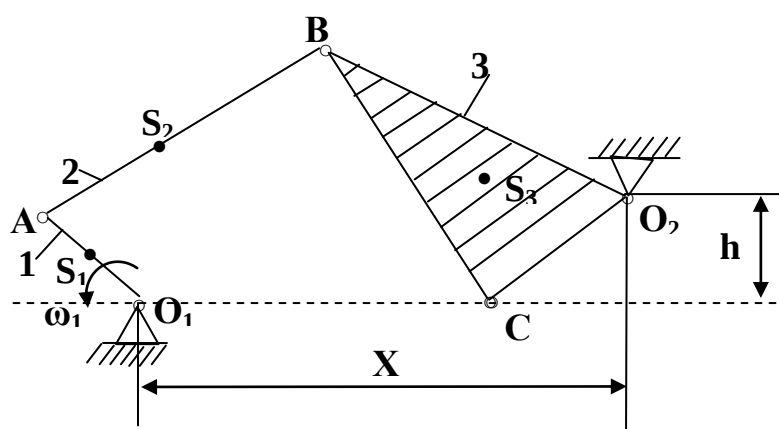


5 – shakl



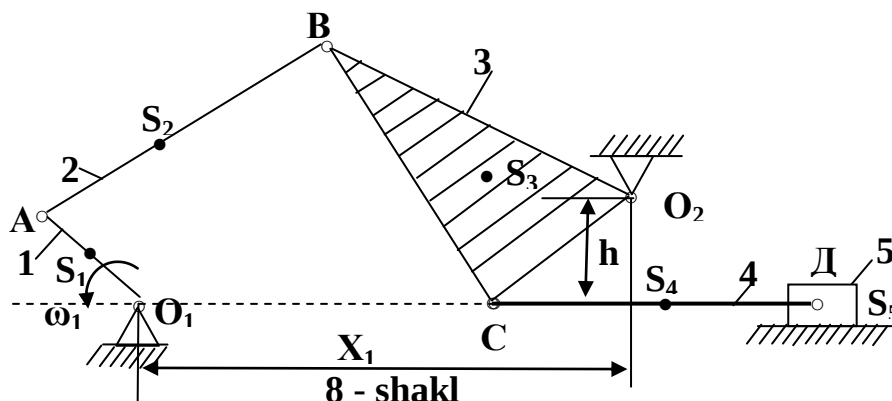
6 – shakl

N _o	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



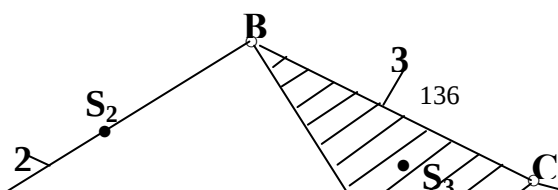
7 – shakl

N _o	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



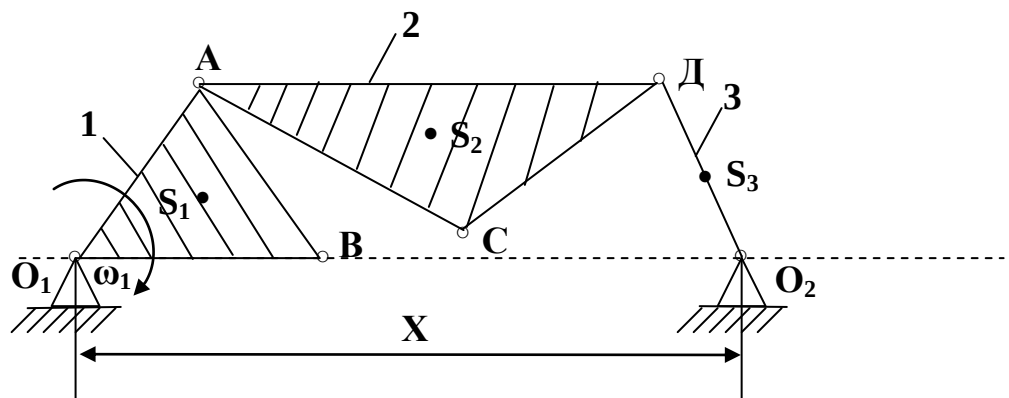
8 - shakl

N _o	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 – shakl

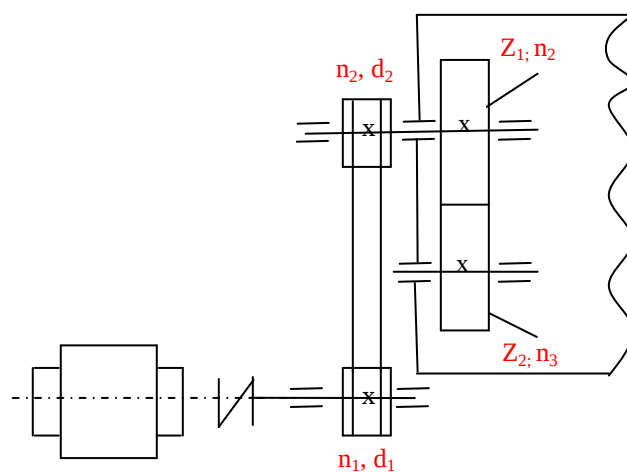
N _o	n ₁ ayl min	OA m	AB M	BC m	O ₂ S m	BO ₂ m	L X m	φ ₁ grad	SD m
1	125	0,04	0,35	0,25	0,15	0,25	0,07	30	0,04
2	115	0,05	0,45	0,30	0,20	0,30	0,08	35	0,05
3	100	0,06	0,35	0,25	0,15	0,25	0,09	40	0,07



10 – shakl

N _o	n ₁ ayl min	O ₁ A m	AB M	O ₁ B m	AC m	AD m	CD m	O ₂ D 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

Tishli ilashmani kinematik sxemasi



Tishli ilashmali masalalarniechish uchun tayyorlangan variantlar.

№	Z ₁	Z ₂	m	n	№	Z ₁	Z ₂	m	n
	dona	dona	Mm	ay/ min		dona	dona	mm	ay/ min
1	13	14	6	150	16	14	13	6	80
2	15	26	8	140	17	26	15	8	70
3	17	28	4,5	130	18	28	17	4,5	100
4	19	26	4	120	19	26	19	4	110
5	13	26	5,5	110	20	26	13	5,5	90
6	11	22	6,5	140	21	22	11	6,5	70
7	15	24	8	130	22	24	15	8	60
8	17	28	4	140	23	28	17	4	90
9	13	26	6	150	24	26	13	6	80
10	11	22	6	160	25	22	11	6	50
11	15	30	65	110	26	30	15	65	60
12	21	32	4	100	27	32	21	4	100
13	17	28	6,5	120	28	28	17	6,5	80
14	15	30	3,5	130	29	30	15	3,5	70
15	13	26	6	110	30	26	13	6	100

Tishli ilashmalarni loyhalash uchun variantlar talabalarga raxbar tomonidan belgilanadi va shu raxbar kursatmasiga asosan talabalar o`z variantlari ustida Amaliy topshiriqlarini bajarishlari lozim..

Mexanizmlarni kuchlar analizi bo`yicha tekshirish topshiriqlari quyidagi jadvalda keltirilgan bo`lib, bunda har bir mexanizm uchun alohida – alohida variantlar qiymatlari keltirilgan.

№ shakl	Zvenolarning ogirliklari [kg]					Zvenolarning Inerciya momentlari [kg.m ²]				
	m ₁	m ₂	m ₃	m ₄	m ₅	Js ₁	Js ₂	Js ₃	Js ₄	Js ₅
1	0,6	1,2	0,8	-	-	0,11	0,13	-	-	-
	0,8	1,3	1,5	-	-	0,13	0,17	-	-	-
	1,6	1,4	0,6	-	-	0,13	0,14	-	-	-
	0,9	1,6	0,9	-	-	0,15	0,11	-	-	-
2	0,4	1,4	0,6	-	-	0,13	0,11	-	-	-
	0,6	1,2	1,2	-	-	0,10	0,12	-	-	-
	1,1	1,1	0,8	-	-	0,11	0,10	-	-	-
	0,9	1,2	0,7	-	-	0,12	0,12	-	-	-
3	0,8	1,1	0,6	-	-	0,12	0,11	-	-	-
	0,6	1,1	1,1	-	-	0,15	0,13	-	-	-
	1,2	1,2	0,9	-	-	0,11	0,12	-	-	-
	0,7	1,3	0,6	-	-	0,10	0,13	-	-	-
4	0,5	1,0	0,6	-	-	0,13	0,10	-	-	-
	0,8	1,1	1,2	-	-	0,12	0,11	-	-	-
	1,0	1,4	0,9	-	-	0,10	0,14	-	-	-

	0,9	1,0	0,8	-	-			0,13	0,12	-	-	-	
5	0,7	1,1	0,8	-	-			0,13	0,12	-	-	-	
	0,6	1,2	1,2	-	-			0,12	0,11	-	-	-	
	1,1	1,1	0,9	-	-			0,10	0,12	-	-	-	
	0,6	1,2	0,7	-	-			0,13	0,11	-	-	-	
	0,8	1,1	0,6	-	-			0,12	0,11	0,18	-	-	
6	0,6	1,1	1,1	-	-			0,15	0,13	0,21	-	-	
	1,2	1,2	0,9	-	-			0,11	0,12	0,23	-	-	
	0,7	1,3	0,6	-	-			0,10	0,13	0,25	-	-	
	0,8	1,1	0,6	-	-			0,12	0,11	0,21	-	-	
7	0,6	1,1	1,1	-	-			0,15	1,3	0,23	-	-	
	1,2	1,2	0,9	-	-			0,11	0,12	0,19	-	-	
	0,7	1,3	0,6	-	-			0,10	0,13	0,26	-	-	
	0,8	1,1	0,6	0,7	1,1			0,12	0,11	0,19	0,23	-	
8	0,6	1,1	1,1	1,1	1,5			0,15	0,13	0,22	0,21	-	
	1,2	1,2	0,9	1,3	0,8			0,11	0,12	0,20	0,17	-	
	0,7	1,3	0,6	0,9	0,6			0,10	0,13	0,23	0,15	-	
	0,8	1,1	0,6	1,3	0,7			0,12	0,11	0,17	0,21	-	
9	0,6	1,1	1,1	0,6	1,3			0,15	0,13	0,21	0,23	-	
	1,2	1,2	0,9	1,4	1,1			0,11	0,12	0,23	0,13	-	
	0,7	1,3	0,6	0,8	0,9			0,10	0,13	0,21	0,12	-	
	0,5	1,0	0,6	-	-			0,11	0,13	0,25	-	-	
10	0,6	1,2	1,2	-	-			0,13	0,17	0,22	-	-	
	1,2	1,1	0,6	-	-			0,13	0,14	0,21	-	-	
	0,7	1,2	0,8	-	-			0,15	0,11	0,18	-	-	
	0,4	1,1	0,6	-	-			0,13	0,15	0,21	-	-	
11	0,6	1,2	1,2	-	-			0,14	0,14	0,19	-	-	
	1,1	1,3	0,5	-	-			0,13	0,12	0,14	-	-	
	0,6	1,3	0,7	-	-			0,11	0,13	0,17	-	-	
	0,6	1,3	0,6	-	-			0,10	0,13	0,19	-	-	
12	0,8	1,1	1,1	-	-			0,13	0,12	0,22	-	-	
	1,1	1,4	0,7	-	-			0,14	0,12	0,24	-	-	
	0,9	1,2	0,6	-	-			0,13	0,15	0,17	-	-	
	0,5	1,0	0,6	-	-			0,17	0,15	0,23	-	-	
13	0,7	1,2	1,1	-	-			0,16	0,16	0,24	-	-	
	1,2	1,0	0,9	-	-			0,12	0,14	0,22	-	-	
	0,9	1,2	0,9	-	-			0,14	0,18	0,21	-	-	
	0,7	1,1	0,7	-	-			0,13	0,12	0,25	-	-	
14	0,8	1,1	1,1	-	-			0,12	0,11	0,19	-	-	
	1,4	1,4	0,9	-	-			0,10	0,12	0,13	-	-	
	0,6	1,1	0,8	-	-			0,13	0,11	0,18	-	-	
Zvenolarning ogirliklari [kg]								Zvenolarning inerciya momentlari [kg.m ²]					
	m ₁	m ₂	m ₃	m ₄	m ₅	m ₆	m ₇	Js ₁	Js ₂	Js ₃	Js ₄	Js ₅	Js ₆
15	0,7	1,4	0,6	1,2	0,8			0,12	0,11	0,18	0,25	-	
	0,9	1,3	1,2	0,9	0,7			0,15	0,13	0,21	0,21	-	
	1,1	1,5	0,9	0,7	1,2			0,11	0,12	0,23	0,19	-	
	0,7	1,2	0,8	1,2	1,3			0,10	0,13	0,25	0,20	-	
16	0,8	1,1	0,6	-	-			0,22	0,16	0,22	-	-	
	0,6	1,3	1,2	-	-			0,25	0,15	0,22	-	-	
	1,1	1,4	0,7	-	-			0,21	0,17	0,23	-	-	
	0,7	1,1	0,8	-	-			0,10	0,13	0,22	-	-	
17	0,7	1,2	0,9	0,7	1,3			0,20	0,17	0,15	0,21	0,19	
	0,8	1,3	1,4	1,5	1,2			0,12	0,15	0,24	0,26	20	
	1,3	1,4	0,9	1,1	0,8			0,14	0,14	0,21	0,15	0,22	
	0,9	1,1	0,7	0,7	0,9			0,19	0,15	0,23	0,17	0,25	
18	0,8	1,1	0,6	-	-			0,12	0,11	0,17	-	-	
	0,6	1,1	1,1	-	-			0,15	0,13	0,21	-	-	
	1,2	1,2	0,9	-	-			0,11	0,12	0,23	-	-	
	0,7	1,3	0,6	-	-			0,10	0,13	0,21	-	-	

19	0,5	1,0	0,6	1,2	0,9			0,11	0,13	-	0,25	-	
	0,6	1,2	1,2	0,8	1,1			0,13	0,17	-	0,22	-	
	1,2	1,1	0,6	1,2	1,1			0,13	0,14	-	0,21	-	
	0,7	1,2	0,8	0,7	1,5			0,15	0,11	-	0,18	-	
20	0,7	1,1	0,6	0,9	1,2			0,13	0,15	0,23	0,21	-	
	0,6	1,2	1,2	0,7	1,3			0,14	0,14	0,21	0,19	-	
	1,1	1,3	0,5	0,5	1,2			0,13	0,12	0,19	0,14	-	
	0,6	1,3	0,7	1,1	1,5			0,11	0,13	0,24	0,17	-	

Tajriba mashg'uloti mavzulari

№ 1 T A J R I B A I S H.

TEKIS MEXANIZIMLARNING STRUKTURAVIY TAHLILI, STRUKTURAVIY SIXIMALARINI TUZISH.

I. Ishning maqsadi.

Talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlash, mexanizmlarning kinematik, strukturoviy tuzilishlari va mexanizm-larning shartli belgilanishlari bilan yaqindan tanishtirish. Talabalarga mexanizmlarning erkinlik darajasini aniqlash va mexanizmlarning tiplarga, sinflarga hamda Assur gruppalariga ajratishdan iborat.

II. Mashg'ulot uchun jihozlar.

- A) turli hil mexanizm maketlari.
- B) Turli hil mehanizi kinematik shemalari.
- V) mexanizmlar tasvirlari tushurilgan devoriy gazetalar.

III. Umumiy ma'lumotlar.

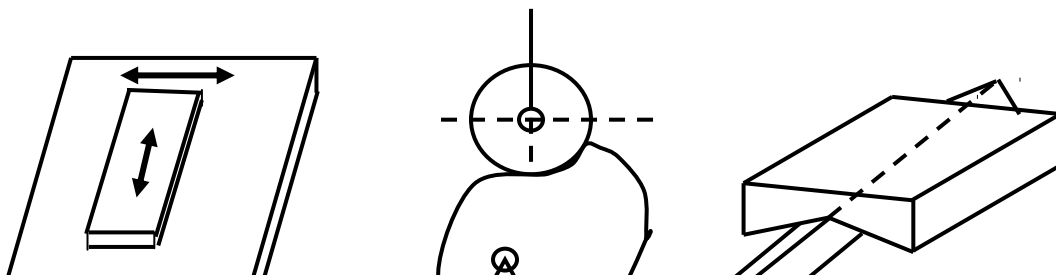
Bir yoki bir nechta jism harakatini boshqa jismlarning aniq qonuniyatlariga amal qiluvchi harakatiga aylantirib beruvchi qurilma **mexanizm** deb ataladi. Bir nechta mexanizmlardan tashkil topgpn qurilmaga **mashina** deb ataladi. mexanizmlar esa **zvenolardan** tashkil topgan. **Mashina** tarkibida buladigan yagona detal` yoki bir nechta detal`ning uzaro quzgalmas birikmasi **zveno** deyiladi. Zvenolar bir – biriga uzaro kenimatik juftlar aro boglanadi.

Kinematik juft deganda, bir – biri bilan ilashish jarayonida ikki zvenoning harakatlanishi uchunimkon yaratib beradigan boglanishga aytiladi. Boglanish elementlari **sirt**, **chiziq** yoki **nuqta** bulishi mumkin.

Kinematik juftlar boglanish turiga qarab **quyi** yoki **oliy** kinematik juftlarga bulinadi. Boglanish elementi **sirt** yoki **yuza** bulsa, Bunday kinematik juft **quyi kinematik juft** deyiladi (1 - shakl). Agar boglanish kinematik juftlarda **nuqta** yoki **chiziqlar** orqali amalga oshgan bulsa bunday kinematik juftlar **oliy kinematik juftlar** deyib ataladi (2-shakl).

Mashina va uning mexanizmlari tarkibidagi zvenolarning kinematik juftlar orqali boglangan gruppasi **kinematik zanjir** deb ataladi.

Zvenolar harakatlanish tarkibiga kura **etakchi** va **etaklanuvchi** zvenolarga bulinadi. harakat qonunini belgilagan zveno, **etakchi** yoki **bosh zveno** deb ataladi.



1-shakl 2 - shakl

Quyi kinematik juft Oliy kinematik juft

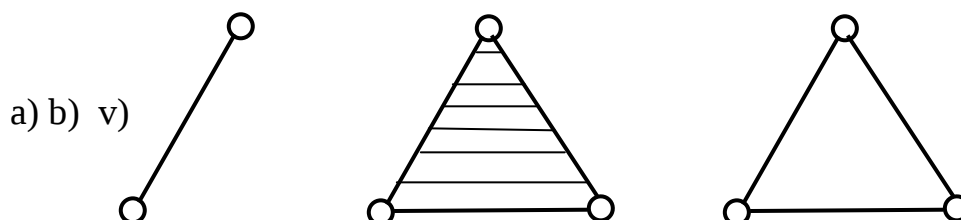
mexanizmdagi etakchi zvenolar aniq holati etaklanuvchi zvenolarning aniq holatini belgilaydi. mexanizmning tuzilishini tekshirish uchun uning shemasini chizish kifoya.

Mnhanizm shemasini deb, mexanizm zvenolari va kinematik juftlarini ulchamlariga rioya qilmagan holda, shartli belgilar orqali tasvirlanishiga aytiladi. Ulchamlariga rioya qilingan shema kinematik shema deb ataladi.

Mnhanizmning kinematik juftlarini va ularning zvenolarini shartli ravishda belgilash lozim.

1. Zvenolarni belgilash.

A) Ikkita yoki uchta kinematik juft hosil qiluvchi harakatlanuvchi zvenolar. (3 – shakl a, b, v).

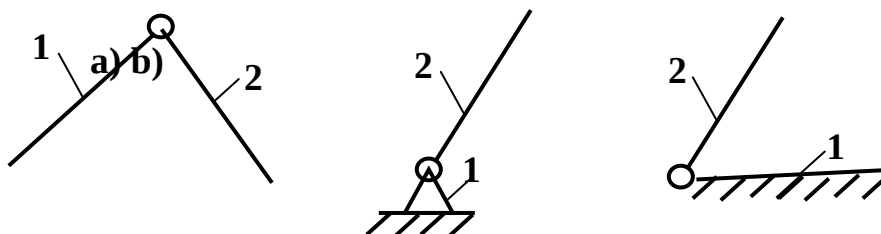


3 – shakl

2. Quyi kinematik juftlarni belgilash.

a) Ikkita harakatlanuvchi zveno aylanma kinematik juft hosil qilish (4 - shakl)

b) Quzgalmas va quzgaluvchan zvenolarning aylanma kinematik juft hosil qilishi (5 – shakl a, b)



4- shakl. 5- shakl.

v) Quzgalmas zvenolarning ilgarilama qaytar harakatdagi kinematik juftlik hosil qilishi (6 – shakl a, b)

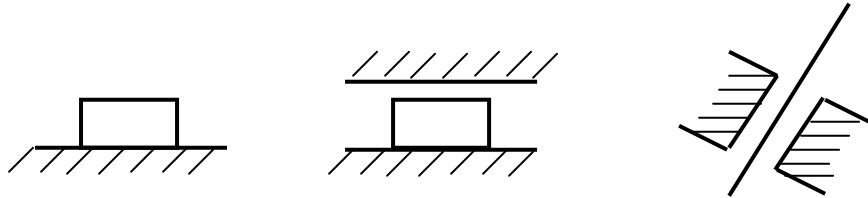


a) b)

6 – shakl.

g) kuzgaluvchan va quzgalmas zvenolarning ilgarilama va qaytar harakat qiluvchi kinematik juftlik hosil qilishi (7 – shakl a, b, v)

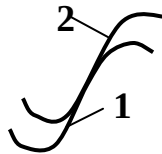
a) b) v)



7 – shakl.

3 – Oliy kinematik juftlarni belgilash.

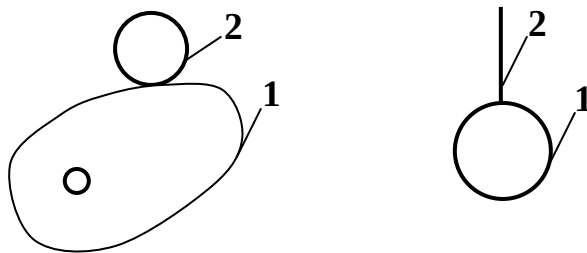
a) Tishli gildiraklarda tishlarning kinematik boglanishi



(8 - shakl).

b) Kulachokli mexanizmlarda zvenolarning boglanishi (9 – shakl a, b).

a) b)

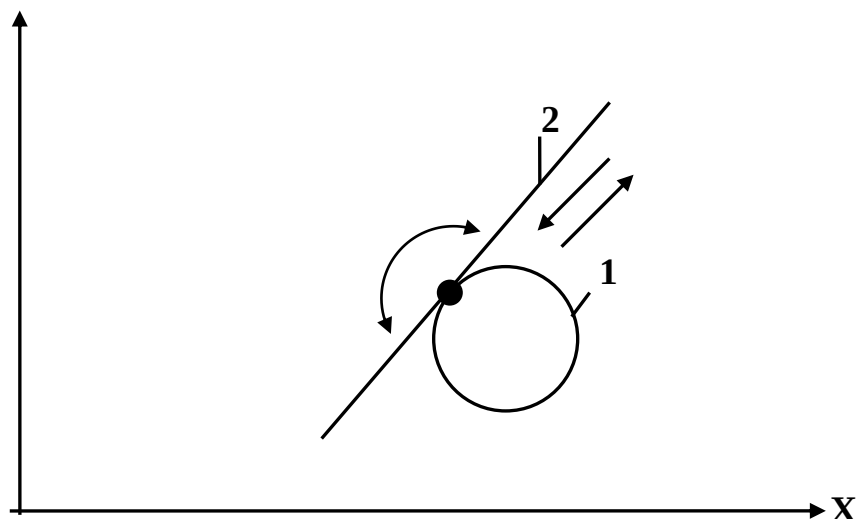


9 – shakl.

har bir harakatda buladigan mexanizm va ular tarkibida bulgan zvenolarni tekshirish lozim. Bularni tekshirish dovrida asosan tekislikda joylashgan erkin zvenolarning holati uchta koordinata ulchami bilan belgilanadi. Zvenolar koordinata uqlari buo`yicha ilgarilanma – qaytar va tekislikda perpendikulyar o`q atrofida aylanma harakat qilishi lozim.

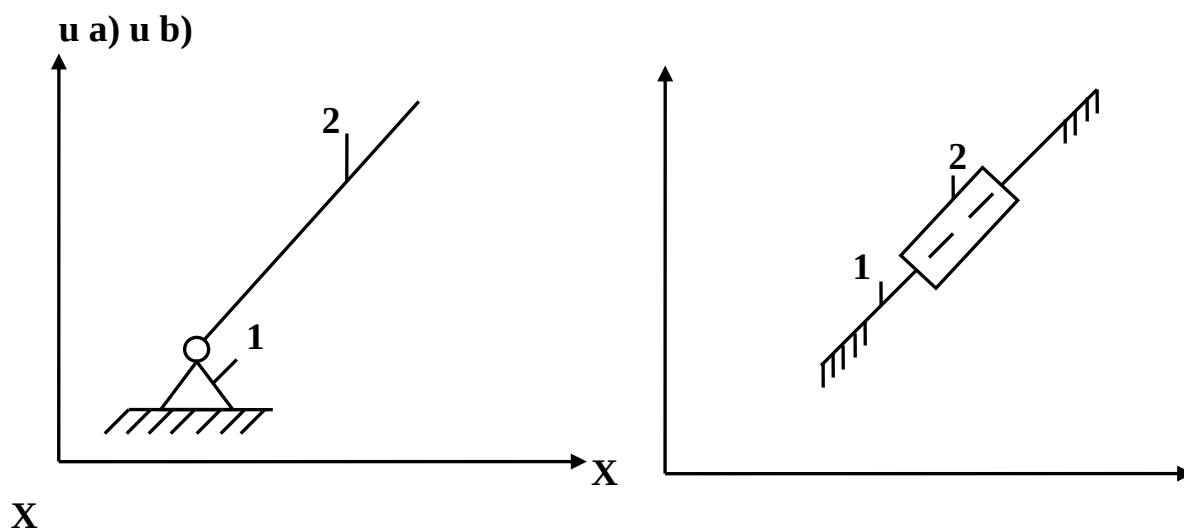
Tekislikda joylashgan zveno boshqa bir zveno bilan kinematik juft orqali boglanadi. Bunda zvenoning koordinata tekisligidagi ekinligi ma`lum darajada kamayadi . (10 - shakl)da tasvirlangan zvenolar o`zaro nuqta yoki chiziq orqali boglangan, bunday kinematik juftlar zvenonig tekislik koordinata sistemasidagi bita erkinligini cheklamaydi. Bunday kinematik juftlar **oliy kinematik juftlar** deyiladi (10-shakl).

U



10-shakl

Tekis yuzalar yoki egri sirtlar orqali boglangan kinematik juftlarzvenoning tekis koordinata sistemasidagi ikkita erkinlikni cheklaydi. Bunday kinematik juftlar shartli ravishda **quyi kinematik juftlar** deyiladi (11-shakl a,b).



11-shakl

mexanizm yoki zvenolarni erkinlik darajasini aniqlashda ularni tekislikda yoki fazoda harakatlanayotgan jism deb qaraladi. harakatda bo`ladigan jism yoki mexanizm strukturaviy tuzilishi analiz qilinadi. Mihanizmning **strukturaviy analizi** deganda mexanizmning **ASSUR** gruppasiga ajratgan holda zvenolarning tartibini, klasslarini, uning qo`zgaluvchanlik darajasini aniqlash lozim bo`ladi.

IV – Ishning bajarish tartibi

- mexanizm va zvenolar bilan tanishish, mexanizmning zvenolarga ajiratish.
- berilgan mexanizmni kinematik shemasini chizish.
- mexanizm tarkibidagi etaklovchi va etaklanuvchi zvenolarning harakatini aniqlash.

V – Bajarilgan ish tugrisida hisobot

- a) Ishning maqsadini tushuntirish.
- b) mexanizm zvenolarini sxemalarini chizish.
- v) Talabaning o'z xulosasi.

№ 2 T A J R I B A I S H.

RICHAGLI MEXANIZIMLARNING KINEMATIK SINTEZI.

I. Ishning maqsadi.

Talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlash, mexanizmlarning kinematik, strukturoviy tuzilishlari va mexanizm-larning shartli belgilanishlari bilan yaqindan tanishtirish. Talabalarga mexanizmlarning erkinlik darajasini aniqlash va mexanizmlarning tiplarga, sinflarga hamda Assur gruppalariga ajratishdan iborat.

II. Mashg'ulot uchun jihozlar.

- A) turli hil mexanizm maketlari.
- B) Turli hil mehanizi kinematik shemalari.
- V) mexanizmlar tasvirlari tushurilgan devoriy gazetalar.

III. Umumiy ma'lumotlar.

1. Richagli mexanizmlar.

Rishagli mexanizm tarkibida faqat aylanma va ilgarilama quyi kinematik juftlari bo'lgan rishagli zvenolardan tuzilgan mexanizmdir. Rishagli mexanizmlar boshqa mexanizmlarga qaraganda katta kush va quvvat uzatadi va foydali ish koeffisientlari ham yuqori bo'ladi.

Rishagli mexanizm zvenolarini tayyorlash oson, ular mustahkamligi va eyilishga shidamliligi yuqori bo'lgani ushuni quvvati katta bo'lgan preslarda, bolg'alash mashinalarida keng ko'lamda ishlatilib kelmoqda.

Richagli mexanizmlarning turlari va ularning ishlatish sxemalari.

mexanizm shemasi deb undagi zvenolar va kinematik juftlarning masshtabga rioya qilinmagan holatda, shartli belgilashlar orqali grafik tasvirlanishiga aytiladi. Masshtab asosida qurilgan mexanizm shemasi **kinematik sxema** deb ataladi. Harakat qonunini belgilagan zveno odatda etakshi yoki **bosh zveno** deb ataladi. mexanizm tarkibidagi etakshi zvenoning aniq harakat holati qolgan zvenolarning aniq harakat holatini beradi. mexanizmnining

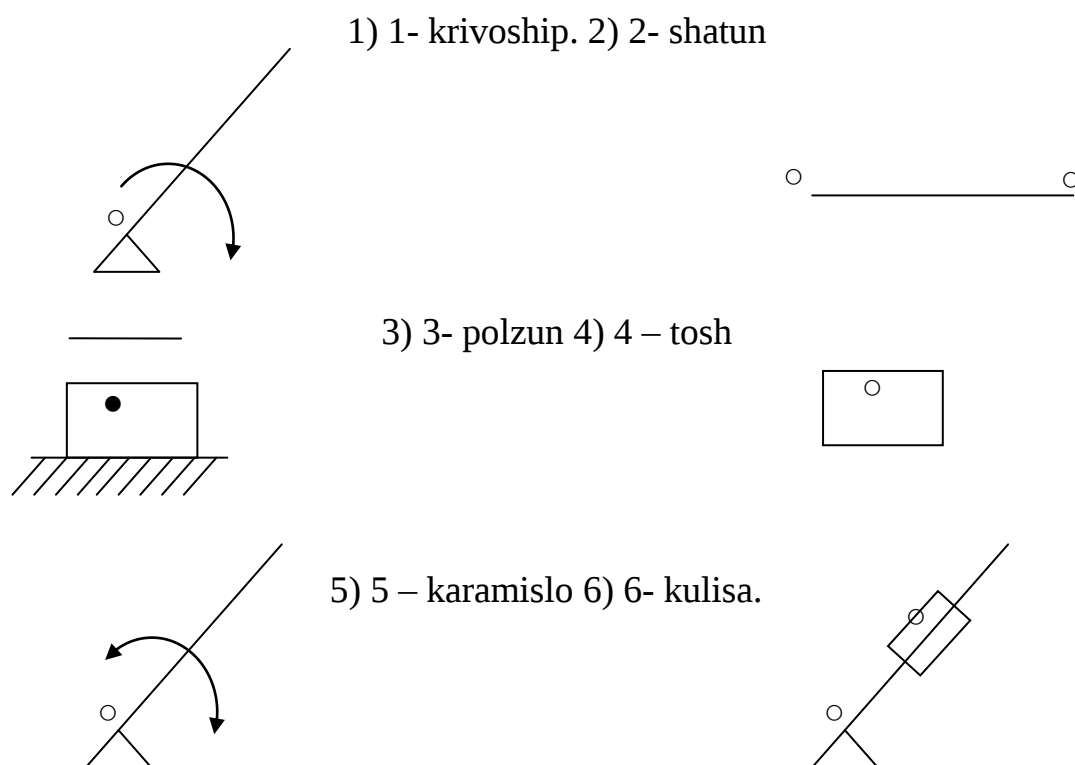
tuzilishini tekshirish ushun uning shemasini shizish kifoya. Mihanizmning kinematik va kinetostatik tekshirish ushun uning kinematik shemasi bulishi shart.

mexanizmlar turli alomatlariga kura, ajiraladi. Birinshi navbatda ular **Oliy** va **Qo`yi** juftlarga ajiraladi, bunday mexanizmlar **tekis** yoki **fazoviy** bulishi mumkin. Hamma harakatlanuvshi nuqtalari paralel tekisliklarda harakatlangan mexanizmlar **tekis mexanizmlar** deb ataladi.

Bug`inlarning harakatlanuvshi no`qtalari tekis bulmagan troektoriyalar shizib yoki uzaro kesishuvshi tekisliklarda joylashuvshi, harakat dovrida traektoriyalar shizib harakatlangan mexanizmlar **fazoviy mexanizmlar** deb ataladi.

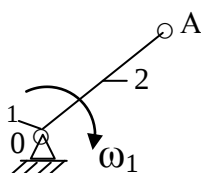
Quyi juftlik mexanizmlar tarkibiga pashangli, ponali va vintli mexanizmlar, **Oliy juftlik mexanizmlar** tarkibiga kulashokli, tishli g`ildirakli, friksion, hrpovik mexanizmlar kiradi.

Mexanizmlar zvenolarining tuzilishlari.



2.1 – shakl.

Richagli mexanizmlar hozirgi zamon mashina va mexanizmlarida juda ko`p ishlatiladi. Bunday mexanizmlar sterjinli mexanizmlar deb ham ataladi. Biz hozir kuradigan oddiy rishagli mexanizmlar ikki zvenoli bo`lib, u quzg`almas stoyka va uning atrofida aylanuvshi qo`zg`aluvshi zvenodan iborat. (2.2- shakl).



2.2- shakl

Bu mexanizm asosan qo'zg'almas (1), va o'z o'qi atrofida aylanuvshi (2)-zvenodan krivoshipdan iborat. Bu turdagi mexanizmlar asosan hozirgi zamon mashinalarida va ratasion (aylanma harakat) qiladigan mashinalarda ko'p ishlatilib kelmoqda.

Masalan: elektr motorlari, trubinalar, ventilyatorlar shamol dvigatellari va boshqa shunga o'hshash mashinalar shular jumlasiga kiradi.

Rishagli mexanizmlar tuzilishiga ko'ra, bir nesha turlarga bulinadi.

2. Sharnirli to'rt zvenoli rishagli mexanizm. Buday mexanizmlar faqat aylanma kinematikaviy juftlar (sharnirlar) dan tuzilgan bo'lib, ular mustaqil mexanizmbo'lishi yoki murakab mexanizmlarning tarkibiy qismini tashkil etishi mumkin.

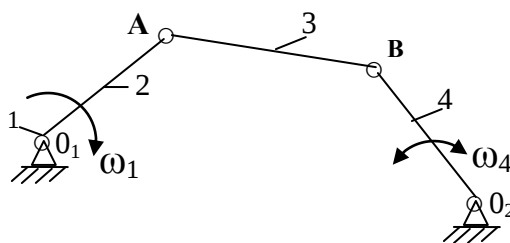
Ular kurinishi jihatidan bir nesha gruppaga bulinadi:

- a) ikki krivoshipli rishagli mexanizm;
- b) krivoship – karamisloli mexanizm;
- v) ikki karamisloli mexanizm;

Murakabroq rishagli mexanizmlar hozirgi zamon to'quv va yuk ko'tarish kranlarining asosiy mexanizmi bulgan va texnikaning turli tarmoqlarida ko'p ishlatiladigan 4-zvenoli mexanizmlardir (2.3- shakl).

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

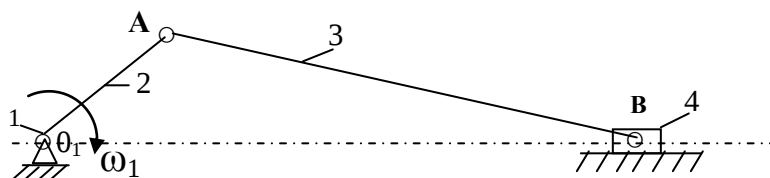
2.3- shakl 4 - karamislo



Bu mexanizmlar asosan bir-biriga sharnerlar yordamida bog'langan bo'lib 4-zvenoli mexanizm hisoblanadi. Bu mexanizm tarkibida birta krivoship va birta koromislo bo'lgani ushun, bunday mexanizm to'rt zvenoli **sharnirli krivoship koromisloli mexanizm** deb ataladi.

3. Krivoshipli – polzunli mexanizm. Bu mexanizm, asosan, krivoship shatun 2, va qo'zg'almas yo'naltiruvshi bo'ylab ilgarilama - qaytar harakatlanuvshi zveno – polzun 3 dan iborat. 2 – shakldagi sharnirli to'rt zvenoli mexanizmdagi koromislo o'rniga polzun o'rnatib, uni qo'zg'almas yo'naltiruvshi bo'ylab harakatga keltirsak u holda bu mexanizm krivoship polzunli mexanizmga aylanadi (2.4- shakl).

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



2.4-shakl. 1- qo'zg'almas zveno 3- shatun

2- krivoship 4- polzun

Zvenolarning quzgaluvchanlik darajasini aniqlashda

ChEBIShEV ning quyidagi formulasidan foydalaniladi.

$$W = 3n - 2p_5 - 1p_4$$

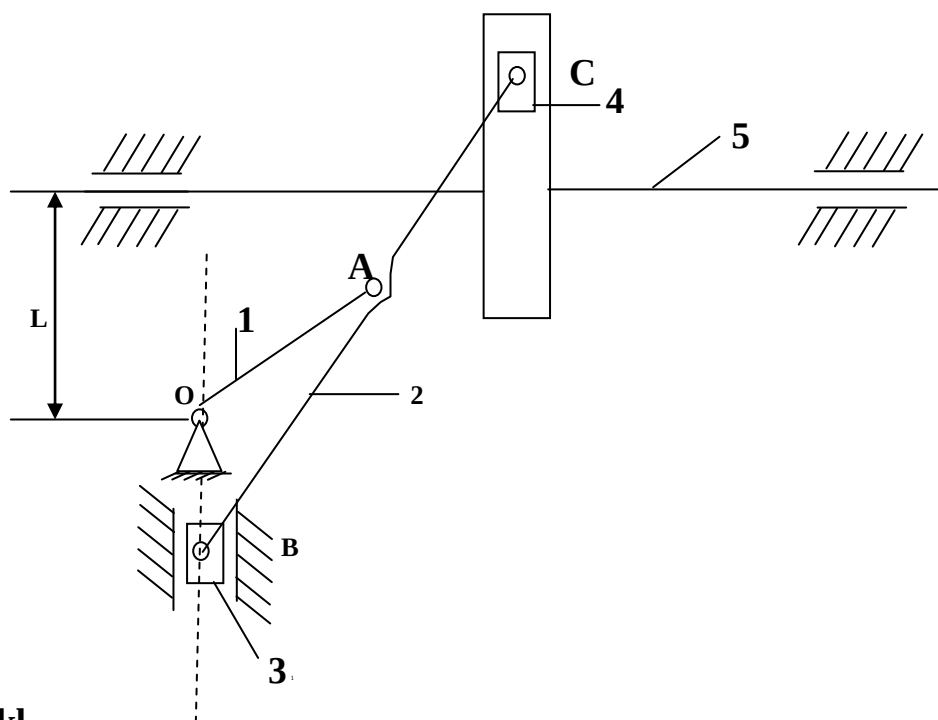
Bu erda W - tekis mexanizmning quzgaluvchanlik darajasi

n – tekis mexanizm tarkibidagi quzgaluvchi zvenolar soni

p_5 - 5 klass (tekislikda 2 - klass) kinematik juftlar soni

p_4 – 4 klass (tekislikda 1-klass) kinematik juftlar soni

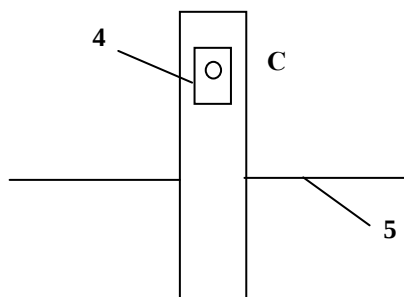
Mexanizmning Assur gruppasiga ajratishda mexanizmning harakatga keltiradigan bosh zvenodan eng o'zoqda joylashgan zvenolarni ajiratgan holda amalga oshiriladi. Assur gruppasi bulishi uchun ikkita va undan ortiq zvenolardan tashkil topgan bo'lishi lozim.



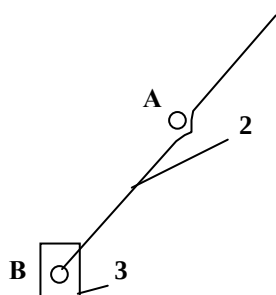
12 – shakl

krivoship karomislash mexanizmi berilgan bulib avval uni ishlashini tekshirish maksadida Assur gruppasiga ajratib, tartibi, klass va kurinishlarini hamda

tuzilishi bilan kuzgaluvchanlik darajasini topamiz. Buning uchun berilgan mexanizmning ohirgi zvenosidan boshlab Assur gruppasiga ajratish lozim.

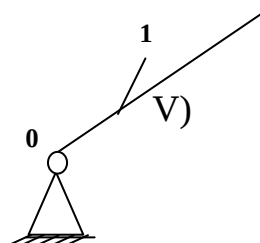


A) Bu gruppaning qo'zg'aluvchanlik darajasi 0 ga teng.



II-kurinish
II-tartib
II-sinf
II-(3,2)
 $W = 3n - 2R_5 - 1R_4 = 3 \cdot 2 - 2 \cdot 3 - 0 = 0$

B) Bu gruppaning kuzgaluvchanlik darajasi 0 ga teng.



I-kurinish
I-tartib
I-sinf
I-(0,1)
 $W = 3n - 2R_5 - 1R_4 = 3 \cdot 1 - 2 \cdot 1 = 1$

13- шакл

Bu gruppaning kuzgaluvchanlik darajasi 1 ga teng. endi umumiy tuzilish va kuzgaluvchanlik darajasini aniklaymiz: tuzilish formulasi quyidagicha buladi.

$$(0, 1) \rightarrow (3, 2) \rightarrow (4, 5)$$

Bu erda 0, 1, 2, 3, 4, 5 lar mexanizm tarkibidagi zvenolar ketma ketligi. Yuqorida keltirilgan mexanizmning quzgaluvchanlik darajasi esa, quyidagiga teng buladi.

$$W = 3n - 2R_5 - 1R_4 = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 = 1$$

Bajarilgan ishlarga asosan mexanizmni quzgaluvchanlik darajasi

$W = 1$ ga tengligi aniqlandi.

Yuqorida keltirilgan mexanizmning Assur gruppasiga ajratilgan zvenoning klasslari gruppadagi zvenolar soniga qarab belgilanadi. Shu gruppadagi zvenolarning tartibi esa zvenolarning quishisoniga qarab kursatiladi. Bundan tashqari Assur gruppasiga ajratilgan zvenolar uchun tuzilish

tushunchasi (vid mexanizmov) kiritilgan.

mexanizmning tuzulishini aniqlash va uni belgilashda ajratilgan gruppalaridagi harakatlanayotgan zvenolarning harakatlanish turiga qarab aniqlanadi (13 shakl a, b, v) larda kursatilgan.

mexanizm zvenolari Assur gruppasiga ajratilgandan sung mexanizmning bosh zvenosi yoki mexanizmning harakatga keltiradigan zveno Assur gruppasi bulaolmaydi shuning uchun mexanizm tushunchasini o`zida saqlab qoladi.

IV – Ishning bajarish tartibi

a) mexanizm va zvenolar bilan tanishish, mexanizmning zvenolarga ajratish, agar berilgan mexanizmدا oliy kinematik juft bo`lsa, uni quyi kinematik juftga ugirish.

b) berilgan mexanizmni kinematik shemasini chizish va masshtab tanlash.

v) mexanizm tarkibidagi etaklovchi va etaklanuvchi zvenolarning harakatini aniqlash, mexanizmning quzgaluvchanlik darajasini P.L.Chebeshev formulasi orqali aniqlash.

g) mexanizmning Assur gruppasiga ajratish, har bir Assur rupasini tartibini, sinfini, va kurinishini aniqlash.

d) mexanizmning umumiy kurinish formulasini Assur gruppasiga ajratilgan zvenolarga asoslangan holda keltirish.

V – Bajarilgan ish to`g`risida hisobot

a) Ishning maqsadini tushuntirish.

b) mexanizm ishlashi haqida qisqacha ma`lumot berish.

v) mexanizmning kinematik shemasini chizish, yuqorida keltirilgan

bash punkitni batafsil tushuntirish.

g) Talabaning o`z hulosasi.

VI – tekshirish uchun savollar

a) Mexanizm deb nimaga aytiladi.

b) kinematik juft deb nimaga aytiladi, va ular necha gruhga bulinadi.

v) qanday shemaga mexanizm shemasi deb ataladi.

g) qanday kinematik juftlik qo`yi kinematik juftlar deb ataladi.

d) mexanizmni Assur gruppasiga ajratish tartibi qanday tarzda amalga oshiriladi.

e) bosh mexanizm Assur gruppasi bulolmasligi sababi nimada.

№ 3 T A J R I B A I S H.

MEXANIZMNI TEZLIKLARINI TAJRIBA USULIDA ANIQLASH.

I - Ishning maqsadi.

Talabalarining nazariy bilimlarini mustahkamlash, mexanizmlarning kinematik, strukturoviy tuzilishlari va mexanizmlarning tezlik rejalari orqali tekshirish buning bilan talabalarni nazariy olgan bilimlarini yanada mustahkamlashdan iborat.

II – Mashg'ulot uchun jihozlar.

- A) turli hil mexanizm maketlari.
- B) mehanizi kinematik shemalari.
- V) ulchash asboblari, chizgich va rezinka hamda cerkul va hisoblagichlar.

III - Umumiy ma'lumotlar.

mexanizmning istalgan holatini ajratib (rahbar tomonidan kursatilgan holat nazarda tutilgan) shu holat uchun tezlik rejalarini quriladi va ularni son qiymatlarini ham aniq olingan zvenolar ulchamlari asosida aniqlanadi.

Quyidagi holat 2- holati uchun tezlik rejalarini (planlari) tuzish quyidagi ketma – ketlik asosida amalga oshiriladi quriladi.

1. A-nuktaning tezligini quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz.

$$3. v_A = \omega_1 \cdot l_{OA} = 11,513 \cdot 0,045 = 0,52 \text{ m/s.}$$

2. Aniklangan A - no`qtaning tezligidan foydalanib, tezlik rejasi (plani) uchun masshtab tanlaymiz:

$$2) K_v = \frac{v_A}{P_A} = \frac{0,52}{36} = 0,0144 \frac{\text{m/c}}{\text{mm}}.$$

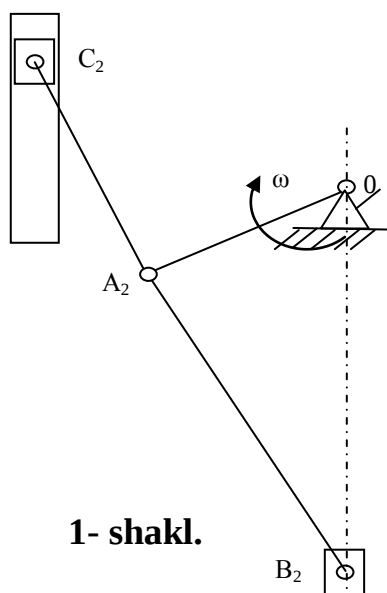
3. mexanizmni tezlik rejasini qurish uchun ixtiyoriy bir no`qtada (r) polus belgilab olamiz

4. belgilab olingan polus nuo`qtamizdan tezlik rejasini qurish metodi buyicha burchak tezligi – ω harakatlanayotgan tomonga qarata ixtiyoriy ulchamda (ulcham $30 \div 70$ gacha vatmanga chizmani joylashtirishga qarab talaba tomonidan tanlanadi) olinadi.

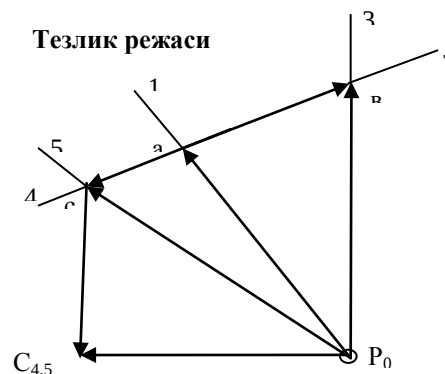
5. mexanizmning qolgan zveno tezliklarini a nuqta uchidan perpendikulyar utkazish yo`li orqali aniqlanadi

6. mexanizmning aniqlangan tezlik rejasidan foydalangan holatda mexanizm zvenolarining barchasida sodir buladigan burchak tezligi – ω ning yo`nalishlari aniqlanadi.

mexanizmning ajratilgan 2-holati va unga asosan qurilgan tezlik rejasi quyida 1- shaklda keltirilgan.



1- shakl.



7. Mexanizm 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. V nuqtaning tuzilgan vektorli tenglamasi yordamida V nuqtaning absolyut va nisbiy tezliklarini aniqlaymiz (4-ifoda)

$$v_v = P_B \cdot K_v \text{ [m/s]}$$

$$4) v_{AV} = ab \cdot K_v \text{ [m/s]}$$

$$v_{VS} = sb \cdot K_v \text{ [m/s]}$$

9. S nuqta A va V nuqtalar bilan bir qatorda bo`lganligi sababli S nuqtaning qiymatini aniqlash maqsadida geometrik proporciya tuzamiz (5-ifoda).

$$5. \frac{AB}{ab} \times \frac{BC}{bc} = \frac{ab \cdot BC}{AB} \text{ [mm]}$$

10. mexanizm zvenolaridagi burchak tezliklarini aniklaymiz (6 - ifoda).

$$6. \omega_2 = \frac{v_{AB}}{LAB} \text{ [p/c]} \quad \omega_3 = \frac{v_{BC}}{LBC} \text{ [p/c]}.$$

IV – Ishning bajarish tartibi.

- mexanizm ishlashi bilan tanishish, tezlik masshtabini tanlash.
- mexanizmning tezliklar rejalarini qurish va arifmetik ifodalarini aniqlash
- mexanizm tarkibidagi hamma nuqtalarning burchak tezliklarini aniqlash va ularning mexanizmida harakat yo`nalishini kursatish.
- tezliklar rejasidan foydalangan holatda absolyut va nisbiy tezliklarni qiymatlarini aniqlash.
- keltirilgan turt topshiriqlarni bajarish va batafsil suzlab berish.

V – Bajarilgan ish to`g`risida hisobot.

- Ishning maqsadini tushuntirish.
- mexanizm ishlashi haqida qisqacha ma`lumot berish.
- mexanizmning kinematik shemasini chizish, talab etilgan holat buyicha tezlik rejasini qurish va mexanizm zvenolarida burchak tezligi yo`nalishlarini kursatish.
- talabning bajargan tajriba ishi tugrisida hulosasi.

VI – tekshirish uchun savollar.

- tekislikda harakat qiluvchi kup zvenoli mexanizm zvenolari asosan necha hil harakatlanish qobiliyatiga ega va ular qaysilari ?
- mexanizm kinematik shemasini chizish uchun qaysi ma`lumotlar berilgan bulishi kerak ?
- uzunlik masshtab koefficientini tanlab olishdan maqsad?
- mexanizm kinematik shemasini chizish ketma – ketligi ?
- mexanizm ikkinchi va undan kitingi zvenolarning burchak tezligi zvenolarda

qanday aniqlanadi?

№ 4 T A J R I B A I S H.

MEXANIZMNI TEZLANISHLARNI TAJRIBA USULIDA ANIQLASH.

I - Ishning maqsadi.

Talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlash, mexanizmlarning kinematik, strukturoviy tuzilishlari va mexanizmlarning tezlanish rejalari orqali tekshirish buning bilan talabalarni nazariy olgan bilimlarini yanada mustahkamlashdan iborat.

II – Mashg'ulot uchun jihozlar.

- A) turli hil mexanizm maketlari.
- B) mehanizi kinematik shemalari.
- V) ulchash asboblari, chizgich va rezinka hamda cerkul va hisoblagichlar.

III - Umumiy ma'lumotlar.

mexanizmning istalgan holati 12 holatdan ajratib chiziladi (rahbar tomonidan kursatilgan holat nazarda tutilgan) shu holat uchun tezlanish rejalari qurib ularni

son qiymatlarini ham aniqlab olinadi zvenolar ulchamlari albatda inobatga olinishi shart.

Quyidagi 2- holati uchun tezlanish rejasini (planlari) tuzamiz bu ish quyidagi ketma – ketlik asosida amalga oshiriladi.

1. A-nuktaning tezlanishini quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz.

$$\alpha_A = \frac{(\bar{g}_A)^2}{l_{OA}} \quad [m/c^2]$$

2. V - nuqtaning tezlanishini aniqlash uchun vektorli tenglama tuzamiz:

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

3. Tuzilgan vektorli tenglamalardan foydalanib normal vektor qiymatlarini aniqlaymiz:

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

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

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.

4. Normal vektorlarni haqiqiy o'lchamini aniqlash uchun tezlanish masshtabi quyidagicha aniqlanadi.

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

Bu erda aA – Aniqlangan A – nuqtaning tezlanishi

πa – Ihtiyoriy kesma

5. S - nuqtaning qiymatini aniqlash uchun geometrik proporcya tenglamasini to'zib qiymatlarni aniqlaymiz

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

$\pi a \approx (40 \div 70)$ oraligida olinadi.

6. Quyidagi masshtabdan foydalanib tezlanish planlarining haqiqiy ulchamlari aniqlanadi.

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

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

7. mexanizm zvenolarining normal vektorlarini haqiqiy ulchamlari ma'lum bo'lgach urunma vektor o'lchamlarini son qiy-matlarini aniqlaymiz, ularning anqlash ifodasi quyida keltirilgan.

$$\mathbf{a}_{ab}^{\tau} = \tau_{ab} \cdot \mathbf{K}_a [\text{m/s}^2]$$

$$\mathbf{a}_{si}^{\tau} = \tau_{si} \cdot \mathbf{K}_a [\text{m/s}^2]$$

8. mexanizm zvenolarining har birida burchak tezligi-dan tashqari bo'rchak tezlanishlari ham mavjud bo'lib ularning kattaliklarining qiymatlarni aniqlash uchun qo'yidagi ifodadan foydalanamiz.

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

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

9. 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 $\vec{a}_{BA}^{\tau}$ urunma (tangencial) tezlanish vektorining joylashuv chizigi $t - t$

AV zvenoga tik ro'vishda 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

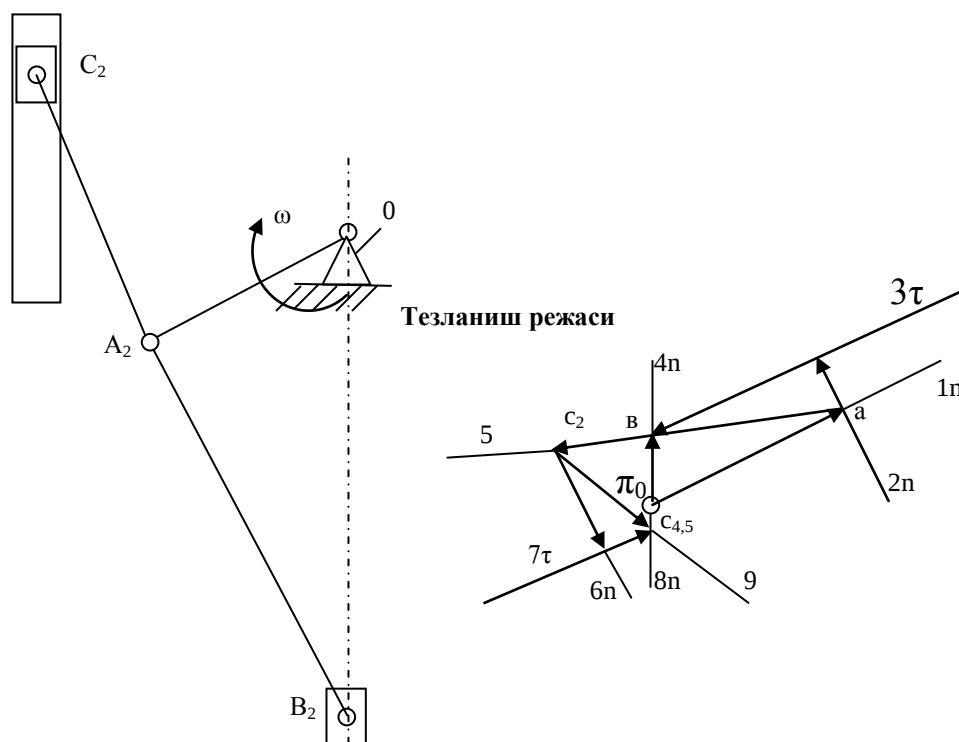
utkaziladi;

k) n_2 nuqtadan $\vec{a}_{CB}^r$ urunma (tangencial) tezlanish vektorining joylashuv chizigi $t - t$

SV zvenoga tik ro'vishda utkaziladi;

z) π qo'tbidan U o'qi buylab normal kesim utkazamiz, bular o'zaro bir – biri bilan

tutashgan joyida S_4 nuqta tezligi topiladi.



IV – Ishning bajarish tartibi

- mexanizm ishlashi bilan tanishish, tezlanish masshtabini tanlash.
- mexanizmning tezlanish rejalarini qurish va arifmetik ifodalarini aniqlash
- mexanizm tarkibidagi hamma nuqtalarning burchak tezla-nishlarini aniqlash
va ularning mexanizmدا harakat yo`nalishini kursatish.
- tezlanish rejasidan foydalangan holatda absolyut va nisbiy tezlanishlar qiymatlarini aniqlash.
- keltirilgan turt punktdagi topshiriqlarni bajarish va batafsil suzlab berish.

V – Bajarilgan ish to'g'risida hisobot

- Ishning maqsadini tushuntirish.
- mexanizm ishlashi haqida qisqacha ma`lumot berish.
- mexanizmning kinematik shemasini chizish, talab etilgan holat buyicha tezlanish rejasini qurish va mexanizm zvenolarida burchak tezlanish

yo`nalishlarini kursatish.

g) talabaning bajargan tajriba ishi tugrisida hulosasi.

VI – tekshirish uchun savollar

a) tekislikda harakat qiluvchi kup zvenoli mexanizm zvenolaridagi burchaktezlanish yo`nalishlari kinematik sxemada nimaga asoslangan holda tasvirlanadi?

b) mexanizm tezlanish rejalarini qurish qay tartibda amalga oshiriladi?

№ 5 T A J R I B A I S H.

RECHAGLI MEXANIZIMLARNING KELITIRILGAN ENERTSIYA MAMENTINI TAJRIBA USULI BILAN ANIQLASH.

I - Ishning maqsadi.

Talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlash, mexanizm zvenolarning ishlash jarayonida ularda hosil bo`ladigan inertiya kuchlarini aniqlash usullarini o`rgatish bilan birga talabalarni nazariy olgan bilimlarini yanada mustahkamlashdan iborat.

II – Mashg`ulot uchun jihozlar.

A) turli hil mexanizm maketlari.

B) mehanizi kinematik shemalari.

V) ulchash asboblari, chizgich va rezinka hamda cerkul va hisoblagichlar.

III - Umumiy ma`lumotlar.

Mexanizmlar dinamikasining asosiy masalalari.

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

1. mashina va mexanizm kinematik juftlaridagi reaksiya kuchlarni inersiya kuchlari hisobga olingan holda aniqlash.

Bu dinamikaning kinetostatika qismi (harakatdagi statika) deb ataladi.

2. mashina va mexanizmlarga berilgan energiyaning tarqalish qonuni, ya`ni energitik balansi orqali mashina yoki mexanizmlarning foydali ish koeffitsientlarini topish.

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

4. mashina va mexanizmlar harakatining bir tekisda bulishini ta`minlash.

5. mashina va mexanizmlardagi zveno masalalarini muvozanatlash.

Harakatlantiruvshikushlar. Mashinaning qabul organiga (zvenosiga) ta`sir qilib, uni harakatga keltiruvshi kushlarga **harakatlantiruvshi kushlar** deyiladi. Harakatlantiruvshi kushlarning yo`nalishlari harakt yo`nalishi bilan bir xil bo`ladi, shuning ushun harakatlantiruvshi kushning bajargan ishi musbat bo`ladi.  $R_g$  – harakatlantiruvshi kush krivoship – shatunli mexanizmning etaklovshi zvenosi OA (2) ning A – sharniriga qo`yilgan bo`lib, u A nuqta tezligi bilan bir yo`nalishda bo`ladi. Bazi hollarda harakatlantiruvshi kush harakt yo`nalishi bilan faqat utkir burshak tashkil qiladi. Shuning ushun R_g kush bilan A nuqta tezligi orasidagi burshak quyidagi tengsizlik bilan belgilanadi:

$$0^{\circ} \leq (\bar{P}_g \wedge \bar{V}_A) < 90^{\circ} \quad (1)$$

Shuning ushun R_g kushning ishi musbatdir.

F o y d a l i q a r s h i l i k k u s h l a r i. Qanday kushning ishini mashina engishi zarur bo'lsa, u kushga **foydali qarshilik kuchi** deyiladi. Asosan mashinalar foydali qarshilik kushlarni engish ushun ishlaydi. 14.1 – shakldagi krivoship – shatunli mexanizm orqali silindr ishidagi qotishma preslanadi. Qotishmaning porshenga ko'rsatgan qarshiligi foydali qarshilik kushi bo'lib, u shaklda R_f deb belgilangan. Foydali qarshilik kushi hamma vaqt harakatga teskari yo'nalgan bo'lib, kush bilan harakat (tezlik) orasidagi burshak quyidagi tengsizlik bilan ifodalanadi.

$$90^{\circ} \leq (\bar{P}_f \wedge \bar{V}) \leq 180^{\circ} \quad (2)$$

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

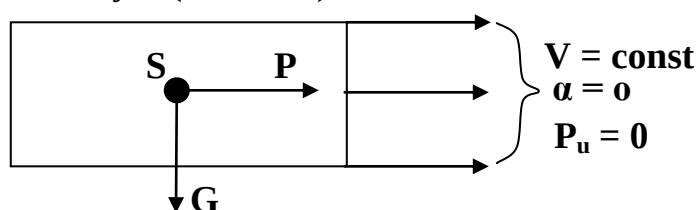
Z a r a r l i q a r s h i l i k k u s h l a r. Zararli qarshilik kuchlari mashinaning harakati vaqtida paydo bo'ladi. Bunday ta'sir kushlar ham harakat yo'nalishini (tezlik) bilan utmas burshak tashkil etadi va bu burshak (2) tengsizlik bilan belgilanadi. shuning ushun bunday kushlarning ham bajargan ishlari manfiy buladi.

O g' i r l i k k u c h l a r i. Mashinaning gorizontga nisbatan harakat qiluvshi qismlarning og'irlik markazlari o'zgarganda og'irlik kushlarining bajargan ishlari ham o'zgarib boradi. Bu kushlarning bajargan ishlari harakat qiluvshi zvenolarning og'irlik markazi ko'tarilishi yoki pasayishiga qarab musbat yoki manfiy bo'ladi

I n e r t s i y a k u c h l a r i. Mashina qismlarining (zvenolarining) egri shiziqli va uzgaruvchan tezlikdagi harakatlari vaqtida inersiya kushlari paydo bo'ladi. Ayniqsa kata tezlik bilan notekis harakatlanuvchi zvenolarda inersiya kushlari ko'p bo'ladi. Tezlik o'zgarmas bo'lsa, ilgarilanma – qaytar harakatlanuvshi zvenoning inersiya kushi bo'lmaydi. Tez yuradigan mashinalarda inersiya kushlarini hisobga olish dinamik hisoblashning asosiy masalasi hisoblanadi.

Mexanizm zvenolaridagi inersiya kuchlarini hisobga olish.

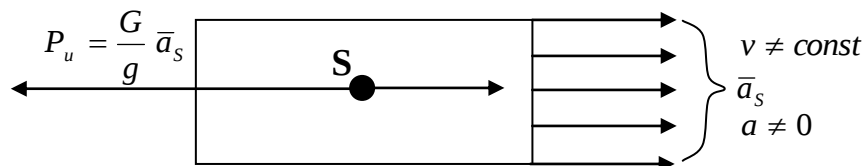
Zvenoga ta'sir etuvshi kushlar ishida inersiya kushi kata ahmiyatga ega. Inersiya kushi o'zgaruvshan shiziqli tezlik yoki burshak tezligi bilan harakatlanuvshi zvenolardagina ushraydi. Tezlanish bilan haraktlanuvshi zvenoning harakatlantiruvshi zvenoga kursatgan ta'sir kushi **inersiya kushi** deb ataladi. Agar zveno uzgarmas tezlik bilan harakat qilsa, u holda, inersiya kushi ham bo'lmaydi (1 – shakl).



1 - shakl

Ilgarilanma (to'g'ri shiziqli) harakatdagi zvenoni olaylik (2 – shakl). Shakldagi zveno o'ng tomonga v – tezlik bilan va α – tezlanish bilan harakatlanayotgan bo'lsin, u holda zvenoning barsha nuqtalari bir bir xil tezlik va tezlanishga ega bo'ladi. Agar zvenoning dm – massasining inersiya kushini hisoblasak, u quyidagisha bo'ladi:

$$dp_u = - dm \cdot a$$



2 – shakl

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

$$p_u = - \int dm \cdot a_s = - m \cdot a_s \quad (3)$$

bunda

$$m = \frac{G}{g}, \quad (4)$$

bu erda, P_u – zvenoning inersiya kushi;

α_s – zveno og'irlik markazining tezlanishi;

m – zvenonining massasi;

G – zvenoning og'irligi;

g – og'irlik kushining tezlanishi.

N'yutonning har qanday ta'sir aks ta'sirni vjudga keltiradi degan qonuniga binoan, inersiya kushi tezlanish oluvshi zvenodan tezlanish beruvshi zvenoga qarama – qarshi qo'yilganligi ushuni (3) tenglamaning o'ng tomoniga minus ishorasi qo'yiladi. Bu minus ishorasi R_u kushining ezlanishga qarama – qarshi yo'nalganligini bildiradi.

Yuqorida atib utilgan fikrlar tushinarliroq bulishi ushuni bir nisha xususiy holni tekshirib shiqamiz:

1. OA zvenoning og'irlik markazi (S) o'zgarmas burshak tezligi bilan O o'qi atrofida aylanayotgan bo'lsin. U holda $\varepsilon = 0$, $M_u = 0$ (3 – shakl, a) bo'ladi. Yolg'iz bita normal inersiya kushi paydo bo'lib, uning qiymati quyidagisha topiladi:

$$P_u = - \omega^2 \cdot I_{OS} \cdot \frac{G}{g} \quad (5)$$

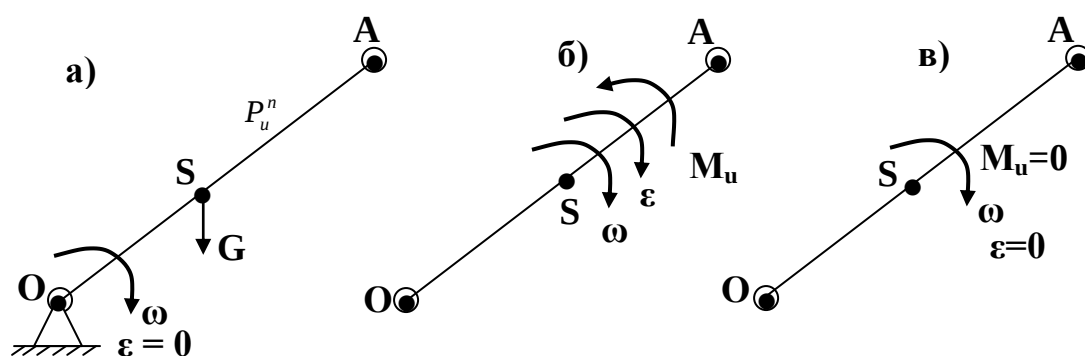
2. OA zveno S og'irlik markazidan o'tuvshi va shaklga tik o'q atrofida o'zgaruvshan burshak tezlanishi bilan aylanmoqda, deb faraz qilaylik (14.5 - shakl, b), u holda, $P_u^n = 0$, $P_u^t = 0$ bo'lib, quyidagi momentgina qoladi:

$$M_u = - I_S \cdot \varepsilon \quad (6)$$

3. OA zveno S og'irlik markazidan o'tuvshi va shaklga tik o'q atrofida **o'zgarmas** burshak tezligi bilan aylanmoqda, deb faraz qilaylik (3 – shakl, 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 inersiya kushini bir nesha usulda topish mumkin, quyida shunday usullar bilan tanishib utamiz:

- 5) grafik usul;
- 6) qo`shimsha momentlar usuli;
- 7) oniy tezlanishlar markazidan foydalanish usuli;
- 8) almashinuvshi masalalar usuli.



3 – shakl. Aylanma harakatdagi zvenoning uch vaziyati

1. **G r a f i k u s u l.** Ushbu masala tushunarli bulishi ushun misolni konkret mezanizmda kurib shiqamiz.

OAB krivoshipli – shatunli mexanizm berilgan bo`lsin

(4 – shakl, a). AB shatun murakkab, ya`ni ilgarilanma va aylanma harakat qiladi. AB shatunning og`irlik markazi (S) shatunning inersiya kushi qo`yilgan nuqta va inersiya kushi qiymati topilsin. Uning ushun mexanizmni shu ondagi vaziyati ushun tezlanishlar planini tuzamiz (4 – shakl, b). tezlanishlarning vektor tenglamasiga asoslanamiz:

$$\bar{a}_S = \bar{a}_A = \bar{a}_{SA} \quad (7)$$

(7) tenglamaning ikala tomonini shatun massasiga kupaytirsak, quyidagi tenglama hosil bo`ladi:

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

bu erda, $\bar{P}_u = -m_S \cdot \bar{a}_S$ - shatunning tula inersiya kushi;

$\bar{P}_{uA} = -m_S \cdot \bar{a}_S$ - shatunning og`irlik markaziga qo`yilgan massasining $\bar{a}_A$ tezlanish bilanqilgan ilgarilanma harakatidan hosil bo`lgan inersiya kushi;

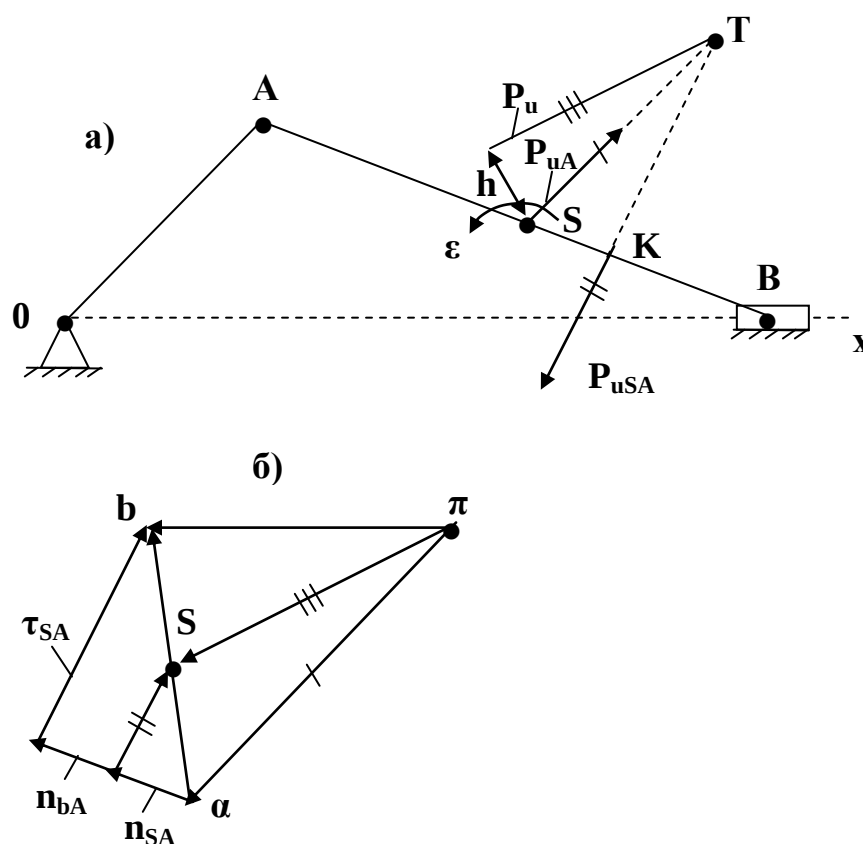
$\bar{P}_{uSA} = -m_S \cdot \bar{a}_{SA}$ - shatun massasining A nuqta atrofida aylanishdan hosil bo`lgan inersiya kushi.

$\bar{P}_{uA}$ vektori $\pi\alpha$ vektoriga qarama – qarshi va parallel yo`nalgan bo`lib, S nuqtadan utadi. $\bar{P}_{uSA}$ esa τ_{SA} ga parallel va qarama – qarshi yo`nalgan. Uning

qo'yilgan nuqtasi, ya'ni zarb markazi (k) quyidagisha topiladi:

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

$$l_k = l_{Ak} + \frac{I_S}{m_S \cdot l_{AS}} \quad (8)$$



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

IV – Ishning bajarish tartibi.

- 1) Topshiriq sifatida berilgan mexanizmning mustaqil holatda nazorat qilish, mexanizmning ishlash principini urganish.
- 2) mexanizm zvenolariga ta'sir qiladigan barcha kuchlarni urganish va aniqlash.
- 3) mexanizmning kuchlar rijasini qurish.
- 8) Yuqorida kursatilgan punktlari bajarganligitugirrisida hisobot.
- 9) Talabaninghulosasi.

V– Bajarilgan ish to'g'risida hisobot.

- a) Ishning maqsadini tushuntirish.
- b) mexanizmga ta'sir qiladigan kuchlar tug'risida qisqacha ma'lumot berish.
- g) talabaniing bajargan tajriba ishi tug'risida hulosasi.

VI – tekshirish uchun savollar.

- 5. Harakatdagi har qanday zvenoda qanday kuchlar va momentlar bo'lishi mumkin.
- 6. Mexanizmlarning harakati vaqtida kinematik juftlarda qanday kuchlar paydo buladi.
- 7. Qanday kuchga jismni qo'zg'atuvchi sabab kuch deb ataladi.

№ 6 T A J R I B A I Sh.

EVOLVENTAVIY TISHLI UZATMANING ASOSIY PARAMETORLARINI VA O'LCHASH NATIJALARIGA BINOAN ULARNI ANIQLASH.

I - Ishning maqsadi.

Talabalarining tishli uzatmalar tug'risidagi tushunchasini yanada oshirishdan, evol'ventoviy profilini qurishni urgatishdan iborat va buning bilan talabalarni nazariy olgan bilimlarini yanada mustahkamlashdan iborat.

II – Mashg'ulot uchun jihozlar.

Tishli gildiraklar, turli hil tishli ilashmalar tasvirlangan devoriy gazitalar va mexanizm maketlari hamda qogoz, Qalam va uchirgichlar.

III - Umumiy ma'lumotlar.

Tishli gildiraklarning homashiyolari (zagatovka) materiallari, shakli va ulchamlariga qarab, qo'yima, shtampovka yoki pratkat tarzida olinadi.

Mashinasozlikda asosan gildirak tishlari mahsus dastgoh-larda frizalash yoki randalash usullari orqali tayyorlanadi.

Tishli uzatmani tayyorlashda uning tuliq parametrlarini aniqlash lozim. Bu parametrlar asosan qo'yidagilardan tuzilgan.

$d\omega$ – ilashish burchagi,

R – ilashish qutbi,

$a\omega$ – uqlar aorasidagi masofa

$r\omega_1$ – va $r\omega_2$ – boshlangich aylanalar radiuslari.

Tish uchlarining aylanalari ilashish chizigi bilan V^I va V^{II} nuqtalarda kesishadi. O'zaro urunuvchi yuzalar V^I no'qtada, V^{II} no'qtada esa ular ajiraladi. Ilashish chizigining bu qismi aktiv ilashish chizigi deb ataladi. Tishli uzatma shunday loyhalanishi lozimki V^I va V^{II} qismi N_1 N_2 ilashish chizigidan tashqariga chiqmasin. Aks holda tishlar ilashish jarayonida bir – biriga qadalishi mumkun.

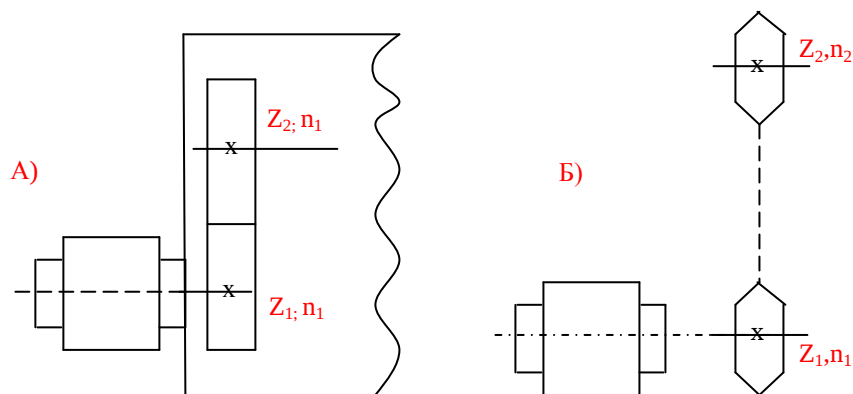
Tishli ilashish jarayonida faqat bir tomoni bilan kuchni qabul qilib oladi va bir tomoni bilan o'zatadi tishning shu tomoni ish bajaruvchi yuzasi bo'ladi.

Ilashuvchi gildiraklarda birining Tish uchi ikkinchisining botiqlik yuzasi orasiga etibor qilinsa ular orasidagi tirqish hosil bulganligi kurinadi, bu tirqishni

S – harfi bilan belgilanadi. S – ning kattalik qiymati $S = S^* \cdot m$ ga teng buladi. Bunda $S^* = 0,25$ ga teng. Qolgan parametrlarni aniqlash qo`idagi tartib asosida amalga oshiriladi.

Reduktor kinematikaviy tekshirilsin va quydagi ma`lumotlar asosida, tashqi ilashmali normal tishli va ikki gildirakning evolventoviy profili loyhalansin; a) mexanizm gildiraklari tishlarini soni $z_1 = 12$, $z_2 = 18$ tishli gildiraklar moduli $m = 12$ mm ga teng.

Bizga quyidagi shakllardan A – shaklda tasvirlangan tashqi ilashmali reduktorning yetaklovchi va yetaklanuvchi gildiraklarning ilashish holatini aniqlash va loyihada tasvirlash berilgan bulib u quyidagi ketma ketlikda amalga oshiriladi.



1- shakl:

Hisoblash tartibi.

1- shakl (A) sxemasida berilgan reduktorning yetaklovchi gildirakning tishlar soni $z = 12$ ga etaklanuvchi gildirakning tishlar soni $z = 18$ ga va tishlar moduli esa $m = 12$ mm ga teng.

1) hisoblash uchun tishli gildiraklarning bo`lish aylanasi radiuslarini aniqlaymiz.

z_1 - etaklovchi gildirakning bo`lish aylanasi radiusi:

$$r_1 = \frac{m \cdot z_1}{2} = \frac{12 \cdot 12}{2} = 72 \text{ [mm]}.$$

2) etaklanuvchi gildirakning bulish aylana radiusi:

$$r_2 = \frac{m \cdot z_2}{2} = \frac{12 \cdot 18}{2} = 108 \text{ [mm]}.$$

3). Reduktor shemasining uzunlik masshtabi koefficienti - μ_l ni tanlaymiz:

$$\mu_l = \frac{\bar{r}_1}{r_1} = \frac{0,072}{144} = 0,0005 \left[\frac{m}{mm} \right].$$

Oddiy tishli uzatma gildiraklarining asosiy geometrik parametrlarini hisoblaymiz.

4). Asosiy aylanalarning radiuslari:

$$r_{B1} = r_1 \cdot \cos \alpha \ 20^0 = 72 \cdot \cos \alpha \ 20^0 = 67,68 \text{ [mm]}.$$

$$r_{B2} = r_2 \cdot \cos \alpha \ 20^0 = 108 \cdot \cos \alpha \ 20^0 = 103,1 \text{ [mm]}.$$

5) G'ildirak tishlarining balandligi:

$$h_1 = h_2 = 2,25 \cdot m = 2,25 \cdot 12 = 27 \text{ [mm]}.$$

14) Tish kalagi balandligi:

$$h_{a1} = h_{a2} = h_a^* \cdot m = 1 \cdot 12 = 12 \text{ [mm]}.$$

bu erda $h_a^* = 1$ ga teng.

15) Tish oyogi balandligi:

$$h_{f1} = h_{f2} = 1,25 \cdot m = 1,25 \cdot 12 = 15 \text{ [mm]}.$$

16) Ilashmaning boshlangich aylana yoyi bo'yicha qadami:

$$P = \pi \cdot m = 3,14 \cdot 12 = 37,68 \text{ [mm]}.$$

17) Tishning boshlangich aylana yoyi bo'yicha qoinligi:

$$S_1 = S_2 = 0,5 \cdot P = 0,5 \cdot 37,68 = 18,84 \text{ [mm]}.$$

18) Ikki tishning boshlangich aylana yoyi bo'yicha oraligi:

$$e_1 = e_2 = 0,5 \cdot P = 0,5 \cdot 37,68 = 18,84 \text{ [mm]}.$$

19) gildirak tishlarining chiqiqlari aylanasi radiuslari:

$$r_{a1} = r_1 + h_{a1} = 72 + 12 = 84 \text{ [mm]},$$

$$r_{a2} = r_2 + h_{a2} = 108 + 12 = 120 \text{ [mm]}.$$

20) G'ildirak tishlarining botiqligi aylanasing radiuslari:

$$r_{f1} = r_1 - h_{f1} = 72 - 15 = 57 \text{ [mm]},$$

$$r_{f2} = r_2 - h_{f2} = 108 - 15 = 93 \text{ [mm]}.$$

21) Galtelning yumoloqlanish radiusi:

$$\rho_f = 0,3 \cdot m = 0,3 \cdot 12 = 3,6 \text{ [mm]}.$$

tashqi ilashmali evolventa profilligildirak tishini yasash tartibi.

1). Chizmaning uzunlik masshtabi - μ_l ni tanlaymiz Bunda tishning chizmadagi balandligi $h > 50 \text{ mm}$ dan kata bo'lishi kerak.

$$\mu_l = \frac{h}{h} = \frac{0,027}{54} = 0,0005 \left[\frac{m}{mm} \right].$$

Bu masshtab 2:1 ga tugri keladi, shu sabali chizmaning barcha o'lchamlari ikki baravariga kattalashtiriladi.

2). Tishli ilashmali gildiraklar o'qlari orasidagi masofani qo'yidagi ifoda orqali aniqlaymiz:

$$a_w = \frac{z_1 \cdot m}{2} + \frac{z_2 \cdot m}{2} = \frac{D_1 + D_2}{2} = r_1 + r_2 = 72 + 108 = 180 \text{ [mm]}.$$

3). Aniqlangan o'qlar oraligi masofasini masshtab orqali bo'lib haqiqiy chizma ulchamini aniqlaymiz:

$$\bar{a}_w = \frac{a_w}{\mu_l} = \frac{0,18}{0,0005} = 360 \text{ [mm]}$$

4). O_1 va O_2 markazlar to'g'ri chiziq bilan tutashtiriladi, bu markazlardan

$$\bar{r}_1 = \frac{r_1}{\mu_l} = \frac{0,072}{0,0005} = 144 \text{ [mm]}$$

$$\bar{r}_2 = \frac{r_2}{\mu_l} = \frac{0,108}{0,0005} = 216 \text{ [mm]}$$

Ulchamga ega bulgan radiuslar bilan bo'lish aylanalari

chiziladi.

5). Ikki aylananing urinish nuqtasi R dan (ilashish quti-bidan) bulish aylanalariga urinma $\tau - \tau$ chiziq utkaziladi. U O_1 va O_2 markazlarini tutashtiruvchi chiziqqa tik bo'ladi. Shu O_1 va O_2 markazlardan

$$\bar{r}_{B1} = \frac{r_{B1}}{\mu_l} = \frac{0,6768}{0,0005} = 135,36 [mm]$$

$$\bar{r}_{B2} = \frac{r_{B2}}{\mu_l} = \frac{0,10304}{0,0005} = 206,08 [mm]$$

radiuslar bilan asosiy aylanalar chiziladi.

6) Qutub no`qtasi R dan $\tau - \tau$ urinmaga $\alpha - 20^\circ$ burchak ostida asosiy aylanalariga 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) G'ildirakning O_1 va O_2 markazlaridan quyidagi radius bilan gildirak tishlarining chiqqilari chiziladi.

$$\bar{r}_{a1} = \frac{r_{a1}}{\mu_l} = \frac{0,084}{0,0005} = 168 [mm]$$

$$\bar{r}_{a2} = \frac{r_{a2}}{\mu_l} = \frac{0,120}{0,0005} = 240 [mm]$$

8) G'ildirakning O_1 va O_2 markazlaridan Yana bir radius yani gildirak tishlarini botiqlar aylanalari chiziladi.

$$\bar{r}_{f1} = \frac{r_{f1}}{\mu_l} = \frac{0,057}{0,0005} = 114 [mm]$$

$$\bar{r}_{f2} = \frac{r_{f2}}{\mu_l} = \frac{0,093}{0,0005} = 186 [mm]$$

9) Qolgan barcha ulchamlarning ham shu kabi ulchamlarini bir hil birlikka yoki ulchamga keltirib olamiz.

$$\bar{h}_{f1} = \bar{h}_{f2} = \frac{h_{f1}}{\mu_l} = \frac{0,015}{0,0005} = 30 [mm].$$

$$h_{a1} = h_{a2} = \frac{h_{a1}}{\mu_l} = \frac{0,012}{0,0005} = 24 [mm]$$

$$\bar{\rho} = \frac{\rho}{\mu_l} = \frac{0,03768}{0,0005} = 75,36 [mm]$$

10) Ilashish chizigi N – N ni ikki gildirakning asosiy aylanalaridan dumalatib, qutib nuqtasi - R dan o'tuchi evolventa profili chiziladi.

IV – evolventa profili g'ildirak tishini yasash

Aniqlangan parametrlarga asoslangan holda gildirak tishlari quyidagi ketma - ketlikda yasaladi.

1). Ihtiyoriy ikki nuqta belgilanib, shunuqtalardan o'qlar orasidagi masofaga teng qilib tugri chiziq tortiladi va o'qlar orasidagi masofalar va gildiraklarning markazlari belgilanadi.

2). Belgilangan O_1 no`qtadan r_1 – radius buyicha aylana chiziladi O_2 dan ham

r_2 – bo'icha aylanalar chizamiz. Chizilgan ikki r_1 va r_2 ulchamli doiralalar bir nuqtada kesishadi bu no'qtani biz R – qo'tb deb belgilab olamiz.

3). R qutbdan O_1 va O_2 nuqtalarni tutashtiruvchi tugri chiziqqa perpendikulyar qilib tugri chiziq utkazamiz va uni $\tau - \tau$ bilan belgilab olamiz.

4). O_1 – nuqtadan r_{b1} va O_2 nuqtadan r_{b2} radiuslar chiziladi.

5). Qutb nuqtasi R – dan $\tau - \tau$ turinmaga α – burchak ostida r_{b1} va r_{b2} aylanalarga urunma bo'lgan chiziq utkazib uni $N - N$ bilan belgilab olamiz.

6). Utkazilgan $N - N$ chizigi r_{b1} va r_{b2} doiralari bilan uringan nuqtasi A va B bilan belgilanib O_1 va O_2 markazlar bilan tutashtiriladi.

7). Belgilangan A – nuqtadan toki R – qutbgacha bo'lgan masofa teng ihtiyoriy bulaklarga bo'linadi va sonli raqamlar bilan belgilanib shu nuqtalarning proyeksiyalari r_{b1} aylanasi aniqqlanadi, hamda O_1 markaz bilan tutashtirilib shu tutash chiziqlarga tik qilib nuqta proeksiyalaridan tugri chiziqlar tortiladi.

8). har bir nuqtaning $N - N$ chizigidagi uzunligi nuqtaning uzidan toki R – qutbgacha bo'lgan qiymati olinib nuqta proyeksiyalaridagi urinma to'gri chizig'iga olib qo'yiladi va nuqtalar uzaro tutashtirilib tishning profili yasaladi.

V – Ishning bajarish tartibi.

a) Turli hil kurinishdagi tishli uzatmalar bilan tanishish ularning ishlashda ilashish va ajiralish jarayonini kuzatish.

b) Rahbardan topshiriqni olish.

v) Tish profilini ilashish evolventini qurish uchun kerakli parametrlarini aniqlash.

VI – Tekshirish uchun savollar.

1. Tishli gildiraklarning homashiyosini qay usulda olish mumkun.
2. r_w – tishli gildirakning qaysi parametri hisoblanadi.
3. Tishli gildiraklarga qaysi dasgohlarda ishlov berish mumkin.

№ 7 T A J R I B A I S H.

TISHLI UZATMANING AKTIV ILASHISH EVOL`VENTOVIY PROFILINING AKTIV QISMINING QURISH.

I - Ishning maqsadi.

Talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlash, tishli uzatmalarni ilashish jarayonida hosil buladigan barcha jarayonlarni organishdan iborat..

II – Mashg'ulot uchun jihozlar.

A) turli hil mexanizm maketlari.

B) mehanizi kinematik shemalari.

V) ulchash asboblar, chizgich va rezinka hamda serkul va hisoblagichlar.

III - Umumiy ma'lumotlar.

Tishli g'ildiraklar (shesternyalar) vositasida bir valning aylanma harakati boshqa bir valga uzatiladi. Shesternyali vositasi bilan harakat bir zvenodan

ikkinshi zvenoga to'xtovsiz va to'xtab – to'xtab uzatilishi mumkin.

Ikki zveno orasidagi uzatish soni o'zgarmas i_{12} = sonst bo'lishi ushuni 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 kura, tutashma profillar ishida eng afzali evol'ventali profillar hisoblanadi.

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 shaklda bo'lishi mumkin.

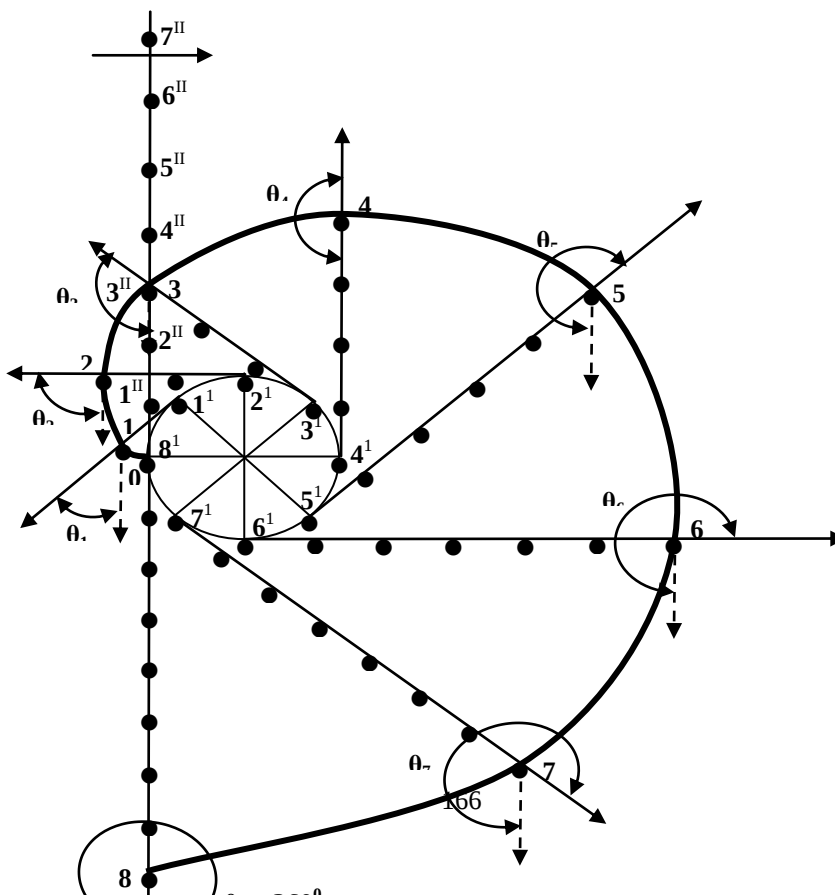
Biz quyida faqat evol'venta va aylana profili tishli g'ildiraklar kinematikasi bilan tanishib shiqamiz.

Evolventa bo'yisha ilashish va uning xossalari

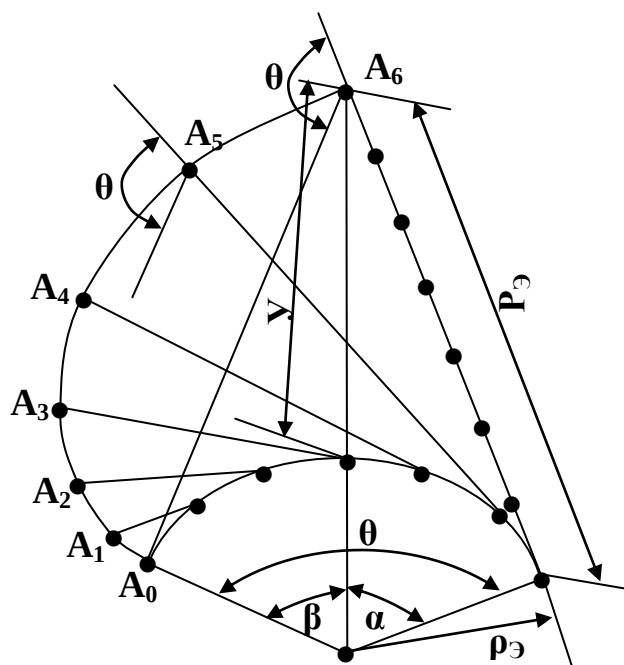
Evolventa o'ziga xos egri shiziq bo'lib, ma'lum tartibda yasaladi. evol'venta, oddiy qilib aytganda, aylananing yoyilmasidir; aylananing ma'lum nuqtasi shu aylanaga o'tkazilgan urinmalarga shiqarib borilsa, bu nuqta **evol'venta** deb ataluvshi egri shiziq shizadi (1 - shakl). Bunda

$$\begin{aligned} \overline{11'} &= \overline{01}; \quad \overline{22'} = \overline{02}; \quad \overline{33'} = \overline{03}; \quad \overline{44'} = \overline{04}; \\ \overline{55'} &= \overline{05}; \quad \overline{66'} = \overline{06}; \quad \overline{77'} = \overline{07}; \quad \overline{88'} = \overline{08}; \end{aligned}$$

Yoyilgan aylanaga (evol'ventga) urinma bo'lgan shiziqlar evol'ventaning tegishli nuqtaning egrilik radiuslaridir shesternyalardagi tish profilining qanday egri shiziq bo'lishi kerakligi haqidagi olimlar asrlar bo'yi tajribalar utkazib bosh qotirib kelganlar. U tishlarning profili evol'venta bo'lganda shesternyalarning bir tekisda aylanishi mumkinligini topdi.



Bir juft shesternya tishlarining profillari bir – biri bilan normal (yoki qoʻzgʻalmas NN tekislikda) doimo ilashib turadi (2 - shakl). NN` shiziq evol`venta profili shesternyalarning **umumiy normal yoki ilashish shizigʻi deb ataladi**. Haqiqatdan tishning balandligi maʼlum darajada boʻlib, tish profillari aylanish jarayonida faqat ab shiziqdagini ilashadi. Ab shiziq Amaliy ilashish shizigʻi deb, AV shiziq esa nazariy ilashish shizigʻi deb ataladi (2 shakl), α – ilashish burshagi deyiladi.



2 – shakl. Evalveta profili

Shesternalarda biri sheksiz kattalashtirilsa, shesternya bilan reykaning ilashuvi hosil boʻladi. Bunda ham umumiy normal (NN) oʻz holisha qoladi.

Evolventa profili shesternyalarning afzalli quyidagilardan iborat.

1) ilashishning tugʻriligini buzmasdan turib, ikki gʻildirak oʻqlari oraligʻini oʻzgartirish mumking;

2) berilgan gʻildirak tishining profili evolyuta egrilik radiusi orqali topiladi va u tutash gʻildirakka bogʻliq boʻlmaydi.

I_{12} = sonst boʻlishi ushun ikki profilning bogʻlanish nuqtasiga oʻtkazilgan urinma (AV) hamma vaqt **R** nuqtadan utishi lozim. **R** nuqta qutib boʻlib, ikkala shesternyaning markazlari shizigʻini burshak tezliklariga teskari proporsiyada boʻladi.

Har qaysi tishning profilida, asosan, to'rtta aylana bo'ladi; 3 – shaklda O_I va O_{II} markazli shesternyalar tishlarning bittadan evolventali profili ko'rsatilgan; ulardan quyidagilarni ko'ramiz:

2. R_1, R_2 – birinshi va ikkinshi Tish profillarining boshlang'ish aylanasi (bo'luvshi aylanasi) radiuslari. Ular quyidagi formula orqali aniqlanadi:

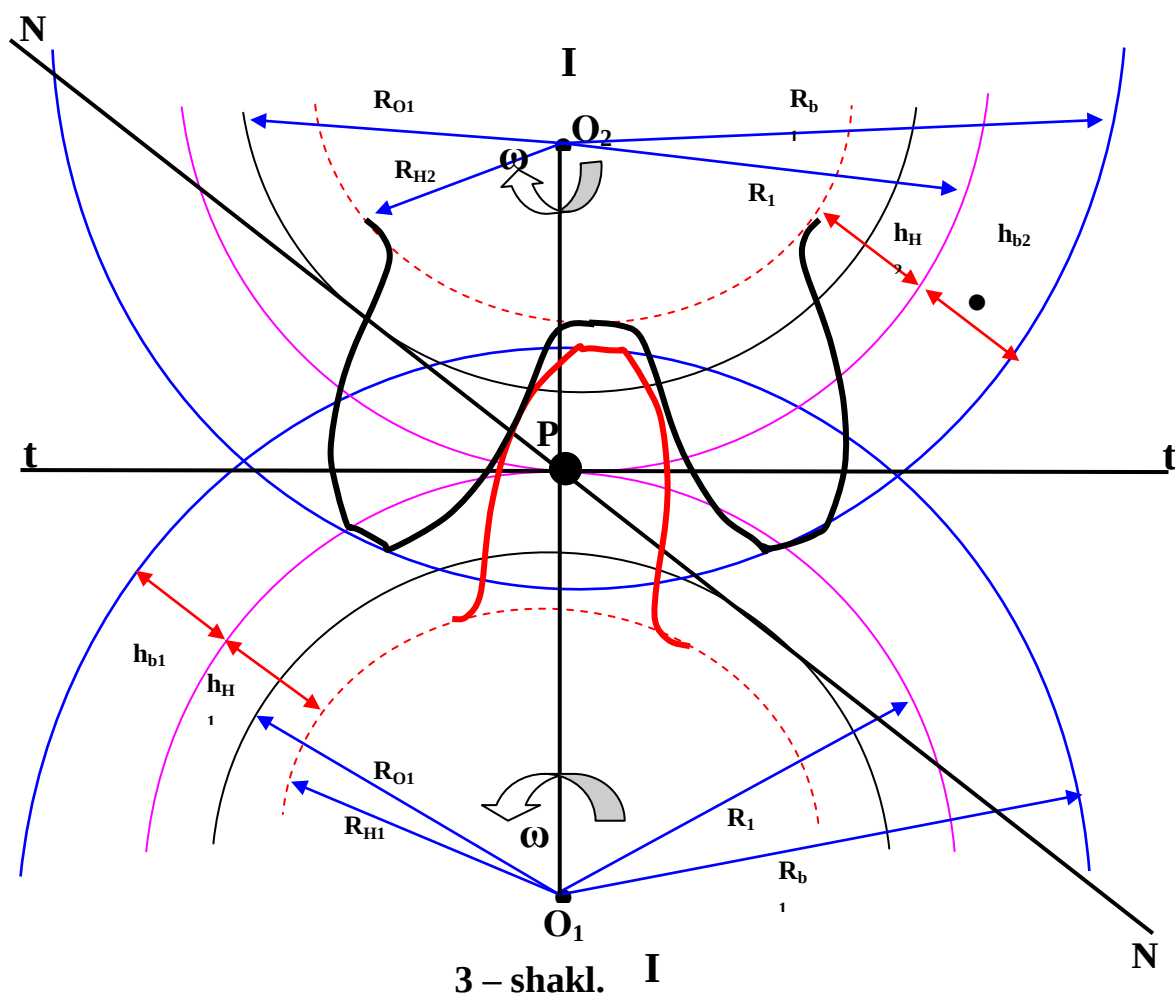
$$R_1 = \frac{mz_1}{2} = \frac{t \cdot z_1}{2\pi}$$

$$R_2 = \frac{mz_2}{2} = \frac{t \cdot z_2}{2\pi} \quad (1)$$

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 quyidagisha topiladi:

$$R_{01} = R_1 \cdot \cos a$$

$$R_{02} = R_2 \cdot \cos a \quad (2)$$

α – ilashish burshagi; u standart evol`venta profili g'ildiraklar ushun 20° qabul qilingan.

3. R_{b1}, R_{b2} – ikkala g'ildirak tishlari boshining radiuslari; ular quyidagisha topiladi.

$$R_{b1} = R_1 + h_{b1}$$

$$R_{b2} = R_2 + h_{b2} \quad (3)$$

h_{b1} – birinshi g'ildirak tishi boshining balandligi;

h_{b2} – ikkinshi g'ildirak tishi boshining balandligi.

4. R_{H1}, R_{H2} – ikkala g'ildirak tishlari oyoqlari aylanasi radiuslari. Ular quyidagisha topiladi:

$$R_{H1} = R_1 - h_{H1}$$

$$R_{H2} = R_2 - h_{H2} \quad (4)$$

h_{H1} – birinshi g'ildirak tishi oyog'ining baladligi;

h_{H2} – ikkinshi g'ildirak tishi oyog'ining balandligi.

5. AV – nazariy ilashish shizig'i;

6. αb – Amaliy ilashish shizig'i;

7. $\tilde{a'b'}$ – birinshi g'ildirak tish profilining ish qismi;

$\tilde{a''b''}$ – ikkinshi g'ildirak tish profilining ish qismi;

9. $t - t$ – umumiy urinma shizig'i;

10. ω_1, ω_2 – 1 va 2 g'ildiraklarning burshak 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. bnuqta 1 g'ildirak tishi profilidagi b' nuqta bilan (tishning boshi) 2 g'ildirak tishi profilidagi b'' nuqta bilan kontaktda bo'ladi.

3 – shakldan ko`rinishisha, 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 vaziatida boshlang'ish aylani bo`ylab  $\alpha'$   $b_1$  yoy bosib o`tiladi. Anna shu α' b_1 yoy **ilashish yoyi** deb ataladi.

Ilashish yoyining tish qadamiga nisbatan qoplanish koeffisienti deb ataladi.

Shunday qilib, koplanish koeffisientini topish ushun ilashish yoyini tish

qadamiga bo`lamiz va ilashish yoyi o`rniga $\frac{\tilde{ab}}{\cos a}$ ni qo`yib quyidagi formulani

$$\text{olamiz: } \varepsilon = \frac{\tilde{a'b_1}}{t} = \frac{\tilde{ab}}{t \cdot \cos a} \quad (5)$$

shunki $\tilde{a'b_1} = \frac{\tilde{ab}}{\cos a}$ ekanligi shakldan ma`lum. Qoplanish koeffisienti normal

tishlar ushun hamma vaqt $\varepsilon > 1$ shartini qanoatlantirishi kerak.

Qoplanish koeffisienti to`g'risida quyidagilarga tuxtalib utamiz:

2) ikki g'ildirakning uzluksiz ishlashi ushun ilashish yoyi hamma vaqt tish qadamidan katt bo`lishi kerak, ya`ni $\tilde{dd}_1 \geq t$;

2) $\tilde{dd}_1 < t$ bo`lsa, birinshi juft tishlar ilashishdan shiqib, hali ikkinshi ilashishga kirmagan bo`ladi va tishli uzatish to`xtaydi;

4) agar $\tilde{dd}_1 = t$ bo`lsa, hamma vaqt Ayni bir vaqtda, faqat bir juft tish

ilashish holatida bo`ladi;

4) $t < \ddot{d}d' < 2t$ 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 tula 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 ushuni bu koeffisient 1 ga teng, qisqartirilgan tishlar ushuni 0,8 ga teng qilib olinadi.

IV – evolventa profilli g`ildirak tishini yasash

Aniqlangan parametrlarga asoslangan holda gildirak tishlari quyidagi ketma - ketlikda yasaladi.

1). Ihtiyoriy ikki nuqta belgilanib, shunnuqtalardan o`qlar orasidagi masofaga teng qilib to`g`ri chiziq tortiladi va o`qlar orasidagi masofalar va gildiraklarning markazlari belgilanadi.

2). Belgilangan O_1 no`qtadan  $r_1$  – radius buyicha aylana chiziladi  $O_2$  dan ham  $r_2$  – bo`icha aylanalar chizamiz. Chizilgan ikki r_1 va r_2 ulchamli doiralari bir nuqtada kesishadi bu no`qtani biz  $R$  – qo`tb deb belgilab olamiz.

3). R qutbdan O_1 va O_2 nuqtalarni tutashtiruvchi tugri chiziqqa perpendikulyar qilib tugri chiziq utkazamiz va uni τ – τ bilan belgilab olamiz.

4). O_1 – nuqtadan r_{b1} va O_2 nuqtadan r_{b2} radiuslar chiziladi.

5). Qutb nuqtasi R – dan τ – turinmaga α – burchak ostida r_{b1} va r_{b2} aylanalariga urunma bo`lgan chiziq utkazib uni N – N bilan belgilab olamiz.

6). Utkazilgan N – N chizigi r_{b1} va r_{b2} doiralari bilan uringan nuqtasi A va B bilan belgilanib O_1 va O_2 markazlar bilan tutashtiriladi.

7). Belgilangan A – nuqtadan toki R – qutbgacha bo`lgan masofa teng ihtiyoriy bulaklarga bo`linadi va sonli raqamlar bilan belgilanib shu nuqtalarning proyeksiyalari r_{b1} aylanasi aniqqlanadi, hamda O_1 markaz bilan tutashtirilib shu tutash chiziqlarga tik qilib nuqta proekciyalaridan tugri chiziqlar tortiladi.

8). har bir nuqtaning N – N chizigidagi uzunligi nuqtaning o`zidan toki  $R$  – qutbgacha bo`lgan qiymati olinib nuqta proyeksiyalaridagi urinma tugri chizigiga olib qo`yiladi va nuqtalar uzaro tutashtirilib tishning profili yasaladi.

V – Ishning bajarish tartibi.

a) Turli hil kurinishdagi tishli uzatmalar bilan tanishish ularning ishlashda ilashish va ajiralish jarayonini kuzatish.

b) Rahbardan topshiriqni olish.

v) Tish profilini ilashish evol`ventini qurish uchun kerakli parametrlarini aniqlash.

g) Aniqlangan parametrlar asosida tishning ilashishdagi evolvent profilini qurish.

VI – Tekshirish uchun savollar.

1. Tishli gildiraklarning homashiyosini qay usulda olish mumkun.
2. r_w – tishli gildirakning qaysi parametri hisoblanadi.
3. Tishli gildiraklarga qaysi dasgohlarda ishlov berish mumkin.

№ 8 T A J R I B A I S H.

MEXANIZM KINEMATIKASINI DIAGRAMMALAR USULI BILAN TEKSHIRISH.

I - Ishning maqsadi.

Talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlash, mexanizm zvenolarning ishlash jarayonida tutgan 12 holati bilan tanishish, mexanizm zvenolarining 12 – holatiga asoslangan holda, mexanizm kinematikasining yoʻl, tezlik va tezlanish diagrammalarini qurishni urgatishdan, hamda talabalarni nazariy olgan bilimlarini yanada mustahkamlashdan iborat.

II – Mashgʻulot uchun jihozlar.

- A) turli hil mexanizm maketlari.
- B) mehanizi kinematik shemalari.
- V) ulchash asboblari, chizgich va rezinka hamda cerkul va hisoblagichlar.

III - Umumiy maʼlumotlar.

Mexanizm biror nuqtasining toʻla harakatlanish dovrini tekshirish uchun kinematikaviy diagramma usulidan foydalaniladi. Buning uchun ilgarilanma – qaytar harakatlanuvchi nuqtaning vaqt – siljishi $S = S(t)$, vaqt tezligi $V = V(t)$, hamda vaqt tezlanishi $\alpha = \alpha(t)$ grafiklari tuziladi.

Mexanizm etakchi zvenosi vaziatining boshlangich holatiga kelishi, tezligi va tezlanishining esa boshlangich qiymatiga erishish uchun ketgan vaqt shu mexanizm etakchi zvenosining harakat dovi deyiladi.

Mexanizm etakchi zvenosining harakat dovi yoki kinematikaviy sikl zvenoning bir marta toʻla aylanishi bilan aniqlanadi.

Agar yoʻl diagrammasidan tezlik diagrammasi tezlik diagrammasidan tezlanish diagrammasi hosil qilinsa, diagrammalarning bunday ketma – ketlikda hosil qilinishi **grafik differenciallash** deyiladi. Agar diagrammalar hosil qilishda teskari ketma – ketlikka amal qilinsa, bunday usulga **grafik integrallash** usuli deyiladi. Grafik differenciallashning vatarlar, urinmalar va ortirmalar usuli bilan amalga oshiriladi. mexanizm diagrammalar usulida uning doviy harakati davomida tekshiriladi.

Mexanizm harakat dovi deb shunday vaqt oraligiga aytiladiki, bunda zvenolarning holati, tezligi va tezlanishi dastlabki holatidagi qiymatlarini takrorlaydi. Bir davr maboynida krivoship oʻz oʻqi atrofida toʻla aylanib oʻtadi.

Krivoshipnig bir marta toʻla aylanish vaqti qoʻyidagicha hisoblab topiladi:

$$T = \frac{60}{n} \text{ сек} \text{ yoki } T = \frac{2\pi}{\omega} \left[\frac{\text{рад}}{\text{сек}} \right]$$

Bu erda n – krivoshipning aylanishlar soni (ob/min)

ω – krivoshipning burchak tezligi (rad/sek)

1. mexanizmning diogrammalarini chizish uchun mexanizmning 12 holat kurinishi chizish lozim buning uchun qo'yidagi 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.

$$\mu_t = \frac{T}{\overline{OM}} \text{ сек / мм}$$

B) mexanizm nuqtasi grafikning tezlik masshtabi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

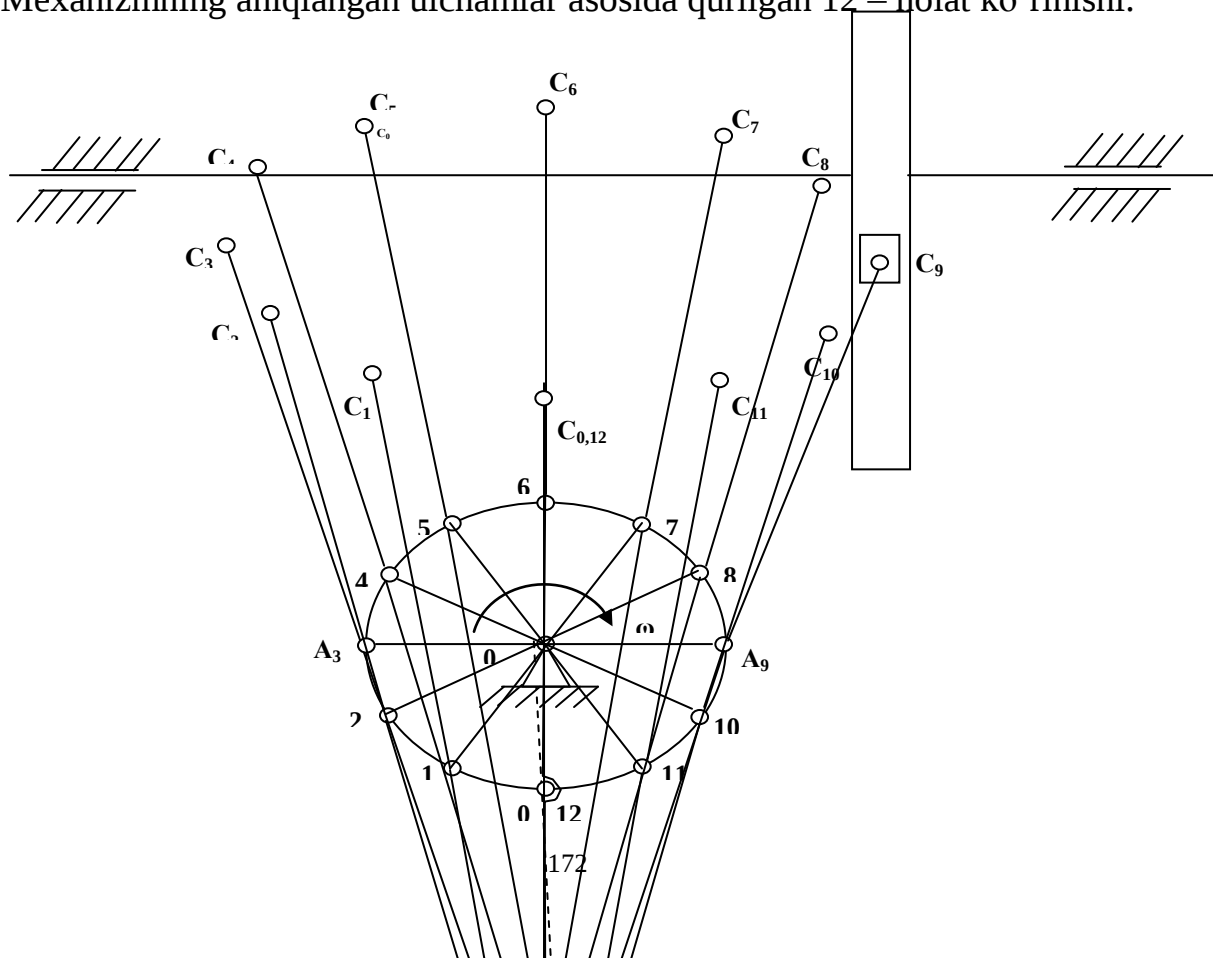
$$\mu_v = \frac{\mu_s}{H_1 \cdot \mu_t}; \quad \frac{m / \text{сек}}{mm}$$

Bu erda N_1 – tezlik grafigining qutbiy oraligi. keyingi bosqichda tezlik grafigini Yana bir bor differenciallash yo'li orqali tezlanish masshtabini aniqlaymiz, tezlanish grafigining masshtabini qo'yidagi ifoda orqali aniqlaymiz.

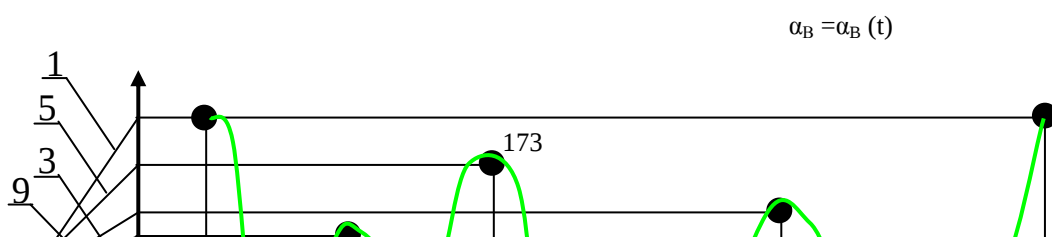
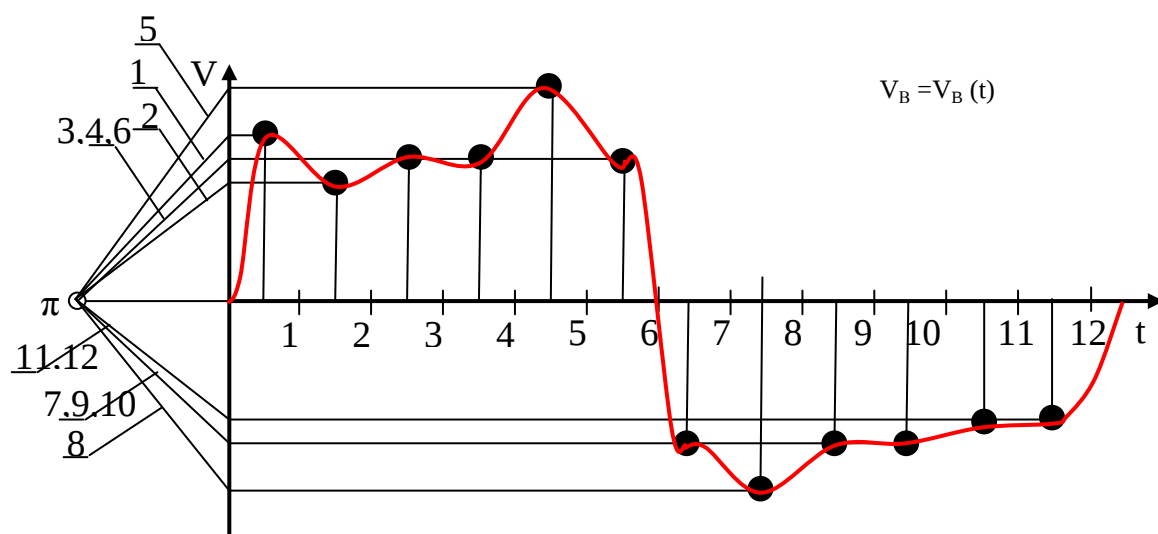
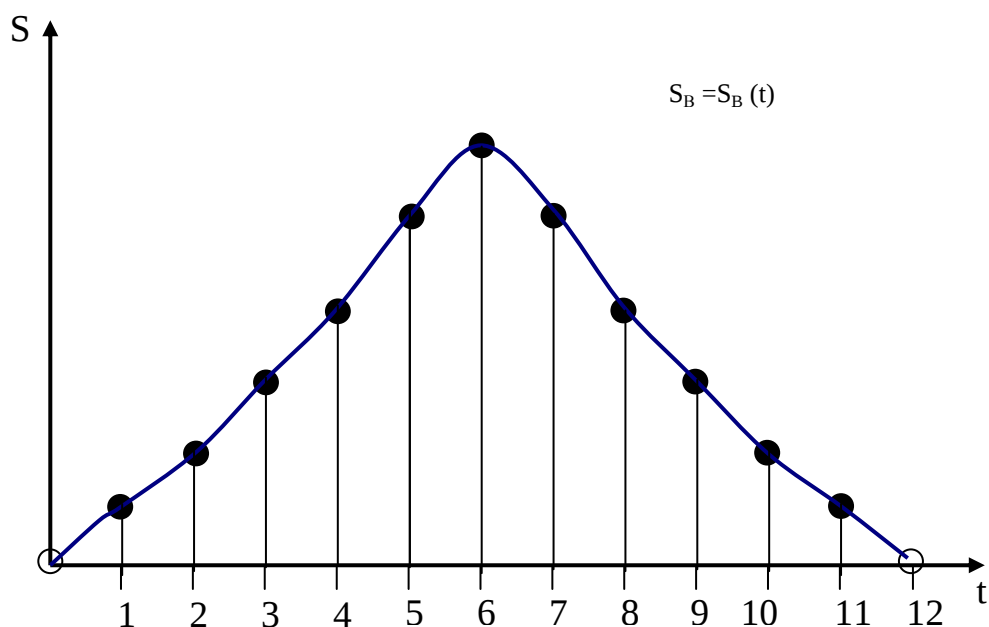
$$\mu_a = \frac{\mu_v}{H_2 \cdot \mu_t}; \quad \frac{m / \text{сек}^2}{mm}$$

Bu erda N_2 – tezlanish grafigining qutbiy oraligi.

Mexanizmning aniqlangan ulchamlar asosida qurilgan 12 – holat ko'rinishi.



Mexanizmning qurilgan 12 holat qurinishdan foydalanib (B) nuqta uchun quyidagicha diagramalar quramiz.



IV – Ishning bajarish tartibi.

- 1) Topshiriq sifatida berilgan mexanizmning mustaqil holatda nazorat qilish, mexanizmning ishlash principini urganish.
- 2) mexanizm 12 holatini qurish yoki ikkinchi tajribadan ishidan foydalanish.
- 3) mexanizmning uzunlik masshtabini aniqlash va krivoshipning aylanish dovrini hisoblash.
- 4) Yo`l grafigi chun oraliq masshtabi qurib shunga asosan o`l diagrammasini qurish.
- 5) Yo`l diogrammasidan differenciallash o`li orqali tezlik diagrammasini qurish.
- 6) Tezlik grafigi orqali tezlanish grafigini qurib nuqtalar holatini tekshirish.
- 7) Qurilgan tezlik va tezlanishlar diagrammalari uchun ordinata masshtablarini aniqlash.
- 8) Yuqorida kursatilgan punktlari bajarganligitugirrisida hisobot.
- 9) Talabaning xulosasi.

V– Bajarylga ish to`g`risida hisobot.

- a) Ishning maqsadini tushuntirish.
- b) mexanizm ishlashi haqida qisqacha ma`lumot berish.
- v) mexanizmning kinematik shemasini chizish, talab etilgan holat buyicha tezlanish rejasini qurish va mexanizm zvenolarida burchak tezlanish yo`nalishlarini kursatish.
- g) talabaning bajargan tajriba ishi tugrisida hulosasi.

VI – tekshirish uchun savollar.

- a). Differinsiallash grafigi degangda nimani tushunasiz?
- b). Integrallash metodi deganda nimani tushunasiz ?
 - v). mexanizm harakat davri deb nimaga aytiladi (ta`rifini aytib bering, ifodasini keltiring) ?
- g). mexanizmning 12 holatini qurish uchun qaysi kursatkichlar talab qilinadi ?
- d). mexanizmning tezlik,tezlanish planlari bian tezlik-tezlanish grafiklarining bir-biridan farqinimada ?

- e). Yo`l, tezlik va tezlanishlar grafiklarini oh ordinatasini 12 bulakka bulish sababi
- j). Tezlik va tezlanish grafigiga nima sababdan ihtieriy N_1 va N_2 qutblar ajratiladi

№ 9 T A J R I B A I S H

KULACHOKLI MEXANIZMLAR SINTEZI. (KULACHOKLI MEXANIZMNI KULACHOK PROFILINI CHIZISH VA HAQIQI, MARKAZIY PROFILLARNI ANIQLASH)

I - Ishning maqsadi.

Kulachokli mexanizmlarning tuzilishi, ishlashi, qullanilishi va ularnng harakatlari tugrisida talabalarga yaqindan ma`lumot berish, hamda turtkichning berilgan qonuni buyicha kulochok profilini chizish. Buning bilan talabalarni nazariy olgan bilimlarini yanada mustahkamlashdan iborat.

II – Mashg`ulot uchun jihozlar.

- A) Turli hil kulachokli mexanizmlarni qurilmalari.
- B) TMM – 21 markali qurilma (pribor) va mehanizimlarn kinematik sxemalari.
- V) O`lchash va chizgich asboblari.

III - Umumiy ma`lumotlar.

Kulachokli mexanizmlar etaklanuvchi zvenoni (turtkichni) bir vaziatdan ikkinchi vaziatga siljitish yoki burish uchun hizmat qiladi. Ular turtkichning oldindan belgilangan harakat qonuni orqali bajariladi. Ular tehnikaning kupgina tarmoqlarida: Mntallarga ishlov berish dasgohlarida, avtotehnikalarda, ulchash va hisoblash qurilmalarida bug mashina va ichki yonuv dvigatellarida keng kullamda ishlatiladi.

Kulachokli mexanizmni urganishda uning kenimatik tekshirish maqsadga muvofiqdir. Kulachokli mexanizmlarni tekshirishda grafik, grafoanalitik va analitik usullaridan foydalaniladi.

Grafik usuldan foydalanilganda kulachokning kenimatik shemasiga kura turtkichning harakat diogrammalari hosil qilinib, uning holati, tezligi va tezlanishlar qiymatlari aniqlanadi.

Turtkini tezlik va tezlanishlarini qutbiy tezlik va qutbiy tezlanishlar rejaralinr qo`rib aniqlash grafoanalitik usul deyiladi. Kulochokli mexanizmni grafoanalitik usul bilan tekshirishda uninghaqiqi yoki almashtiriuvchi mexanizmning kinematik shemasidan foydalaniladi.

Almashtiriuvchi mexanizm haqiqi mexanizmga ekvivalent bo`lib, uning knematik shemasidan foydalanib aniqlanadigan tezlik va tezlanish qiymatlari haqiqiy knematik shemaga ko`ra aniqlanadigan tezlik va tezlanishlar qiymatlariga teng bo`ladi. Labaratoriya darsida berilgan topshiriqda quyidagi uch tip kulachokli mexanizm shemasi tavsiya etiladi. I-shakl.

A. shema- to`gri chiziq bo`ylab ilgarilanma qaytar harakat qiluvchi rolikli turtkichi bulgan kulachokli mexanizm.

V. shema- to`gri chiziqli bo`ylab ilgarilanma qaytar harakat qiluvchi tekis tarelkali turtkich bulgan kulachokli mexanizm.

S. shema- tebranma (burilma) harakatlanuvchi, rolikli, karamisloli turtgichi bo`lgan kulachokli mexanizm.

Kulachokli mexanizm loyihalash uchun quyidagi parametrlar ma`lum bulishi kerak.

1. Turtkichning harakat qonuni.
2. Kulachokning burilish burchagi.
 Φ_k – Turtkichning ko`tarilish burchagi.
 F_y – Turtkichning uzoqlashgan vaziyatda turish burchagi.
 F_k – Turtkichning qaytish burchagi.
 F_{ya} – Turtkichning yaqinlashgan vaziyatda turish burchagi.
3. n_k – Kulachokning aylanishlar soni.
4. n_{mah} – Turtkichning maksimal siljishi.
5. e – ekscentrisikat holati.
6. α – bosim burchagi.

Kulachok profili shunday loyihalanishi kerakki, u turtkichning berilgan harakat qonunini yuqori aniqlik bilan bajarsin.

Kulachok loyihalash,fsosan kulachok profilining i shva salt yurish qismlarini aniqlashdan iborat.

mexanizmning berilgan funkciyasini bajaruvchi turtkichning ish yo`liga tugri kelgan profil` kulachok profilining ish qismi deyiladi.

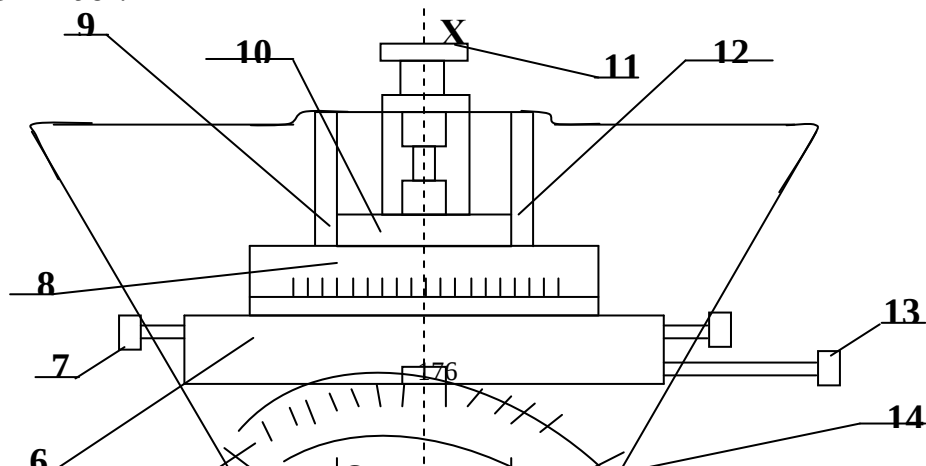
Turtkichning ish yo`lidagi harakat tezligi ko`pincha doimiy bo`lishi talab qilinadi. Kulachokli mexanizmning tehnologik ish processini bajarmaydigan qismi kulachok profiliningsalt yurish qismi deyiladi. Bunda turtkich bir vaziyatdan ikkinchi vaziyatga berilgan vaqt ichida siljishi kerak. Uning harakati har hil bo`ladi. U mexanizmدا dinamik kuchlar hosil bo`lish bilan aniqlanadi.

Kulachokli mihanizmni sintez qilishda mexanizmning shemasi, turtkichning harakat qonuni va mexanizmning asosiy geometrik o`lchamlarini aniqlanishi, kulachokning profilini chizish masalalari hal qilinishi kerak.

1. KULACHOK PROFILINI CHIZISH QURILMASI.

Kulachok profilini chizishda TMM-21 markali qurilma ishlatiladi. Bu qurilma yordamida turtkini burilma va ilgarilanma harakat qiluvchi mexanizmning kulachok profili ikki usulda

1. kulachokning burilish burchaklari va turtkichning unga mos siljishi.
2. kulachok profilining hissoqlangan burchaklari va unga mos radius-vektor usullarida chiziladi.



TMM-21 markali kulachok profilini chizish qurilmasi

5. PRIBORNING ASOSIY TEXNIKAVIY KO'RSATKICHLARI.

1. Qogoz doira o'rnatiladigan disketning burilish burchagi $f_k = 0^\circ \dots 360^\circ$
2. Karamisloning aylanish o'qidan kulachok markazigacha bo'lgan oraliq $A = 50 \dots 120 \text{ mm}$.
- 3 Karamisloning uzunligi $L = 35 \dots 120 \text{ mm}$.
- 4 Rolik radiusi $r = 10 \text{ mm}$.
5. Dezaksial qiymati $e = 0 \dots 45 \text{ mm}$.
6. Turtkich yo'li $n = 0 \dots 90 \text{ mm}$.
7. Karamisloning burilish burchagi $f_k = 0^\circ \dots 59^\circ$.
8. Kulachok profili chiziladigan qogoz doiraning diametri $D = 190 \text{ mm}$.

6. PRIBORNING TUZILI SH I.

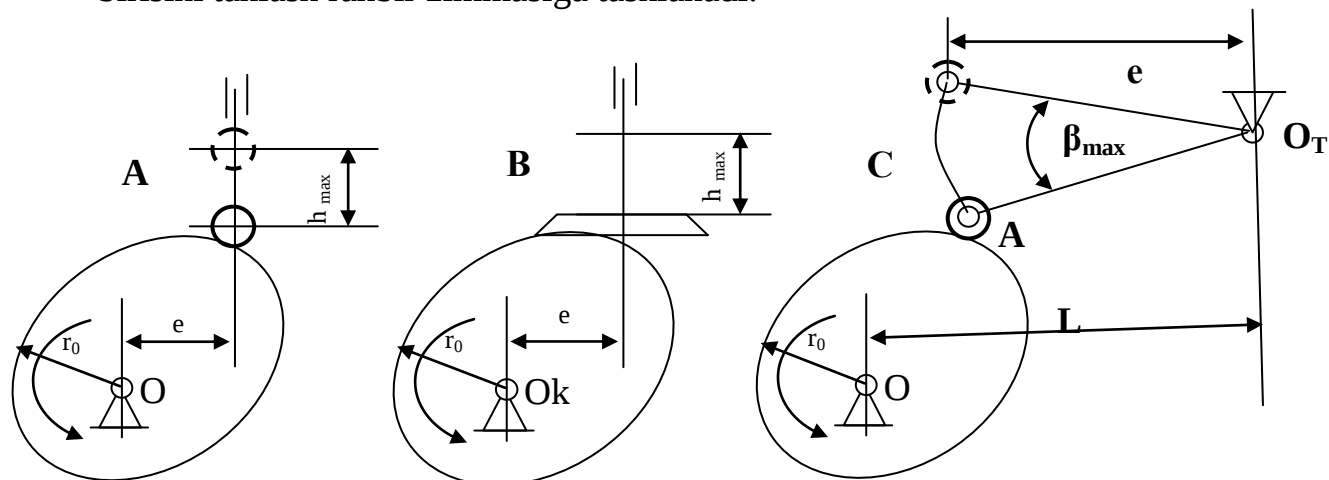
1. Doiraviy disk asos 4 ga o'rnatilgan. Diskning aylanasi 360° ga burilgan. Diskning ustiga kulachok profili chiziladigan doira qogoz tayyorlana o'rnatiladi. Friksion tuzilma 15 yordamida disk 1-ni markazi O_k atrofida aylantiriladi. Diskning burilish burchaklari ko'rsatkich-17 va darajalar bo'lingan diskning shkalasi yordamida belgilanadi.

Pribor asosining o'ng tomonida korpus-6 o'rnatilgan bo'lib, uning uchi 14 ga turtkich-3ning yo'naltirgichi mahkamlangan. Yo'naltirgichga burilish burchaklarining darajalari ko'rsatilgan 5- sektor berkitilgan. Yo'naltirgich-3 bo'ylab, karetk-10 ni vint-11 yordamida surish yo'li bilan yo'naltirgich-3 O_{kh} o'qi bo'ylab ilgarilanma harakatga keltiriladi. Karetk -10 ning siljish qiymati 12- shkala yordamida aniqlanadi. 6-korpus 3- yo'naltirgich bilan birgalikda 7- vint yordamida O_{kh} o'qi bo'ylab siljtiladi.

13- chervyakli uzatma yordamida yo'naltirgich-3 O_t o'q atrofida aylantiriladi. Uning necha gradus burilganligi 5- spektor shkalasidan aniqlanadi. 3- yo'naltirgich kesigiga 2- polzun o'rnatilgan bo'lib, uning siljish qiymati 3- yo'naltirgichdagi shkala yordamida aniqlanadi. 2-polzunga ignali knopka -16 va rolik aylanasi chizuvchi sirkul` tuzilma-18 biriktiriladi. Sirkul` tuzilma

yordamida qogoz doiraga rolik radiusi 10 mm boʻlgan aylanalar chiziladi.

Talabalarga kulachokli mexanizmlardan kurs loyihasi quyidagi shakllar asosida beriladi. Talabalarga variantlar shifr raqamining sungi ikki raqamiga yoki jurnal raqamiga asosan rahbar tomonidan belgilanadi. Ikki usuldan qay birisini tanlash rahbar zimmasiga tashlanadi.



1- jadval

№	r_0	h	e	φ_k	φ_u	φ_q	φ_{ya}
	mm			Grad			
1	30	40	10	120	30	120	90
2	35	30	10	90	80	90	100
3	40	35	15	120	45	120	75
4	30	40	10	90	30	90	150
5	35	45	15	120	90	120	30
6	35	40	10	90	60	90	120
7	40	35	10	120	60	120	60
8	40	35	15	90	100	90	80
9	30	35	10	120	60	120	60
10	30	40	15	90	30	90	150

2- jadval

№	L	e	Ψ_0	Ψ_{mah}	φ_k	φ_u	φ_q	φ_{ya}
1	75	40	15	30	90	90	90	90
2	80	45	20	32	20	60	120	60
3	85	50	30	25	0	60	90	120
4	95	60	15	30	20	80	120	100
5	105	70	20	30	0	60	90	120
6	110	80	20	45	00	80	100	80
7	120	85	15	30	0	40	90	130
8	110	75	20	35	10	40	110	100
9	100	65	20	30	0	75	90	105
10	95	60	25	30	20	30	120	90

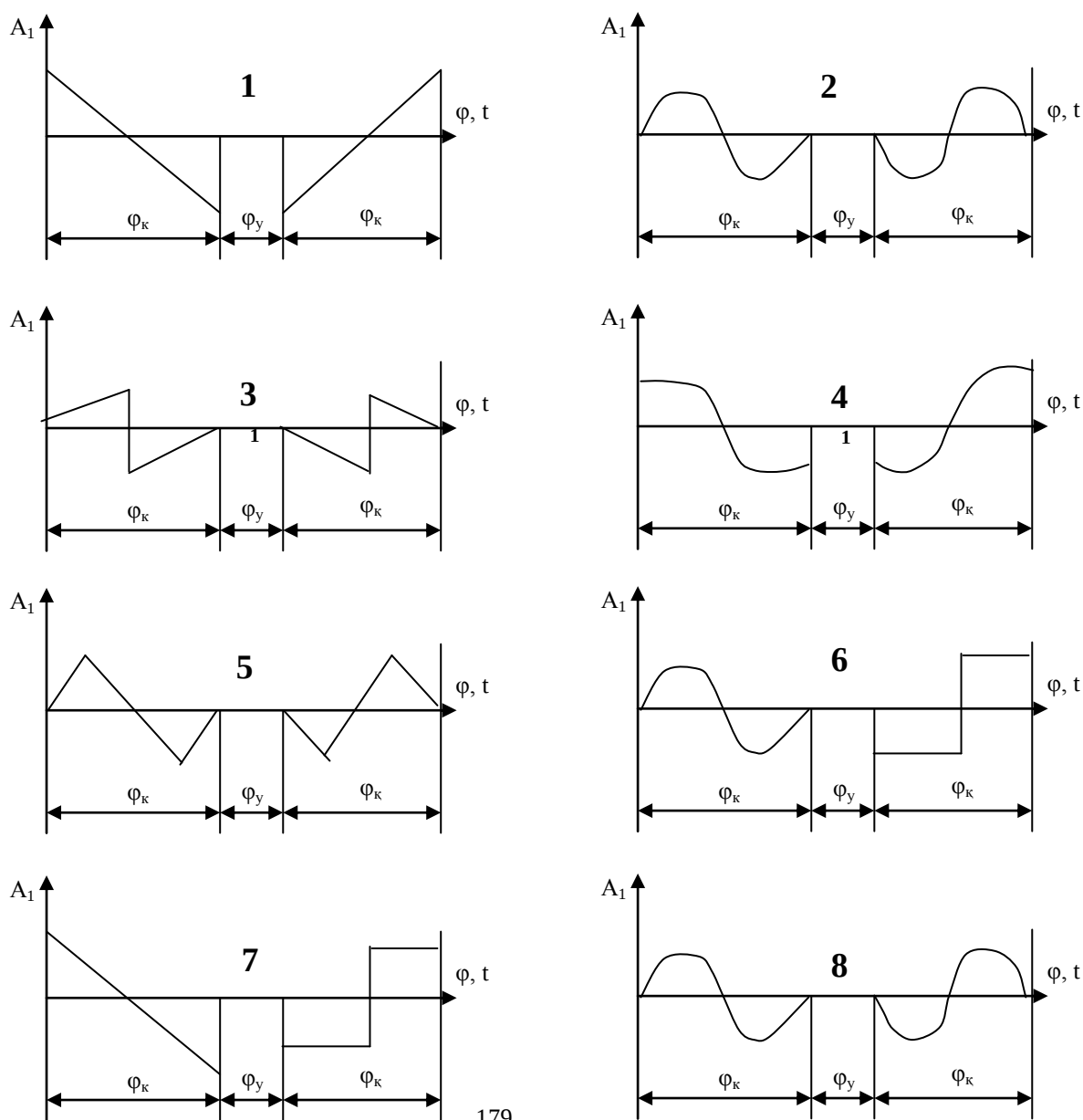
Bu erda A va V shakllar uchun variantlar 1- jadvaldan belgilanadi,

S shakldagi kulachok uchun variantlar 2- jadvaldan tanlanadi.

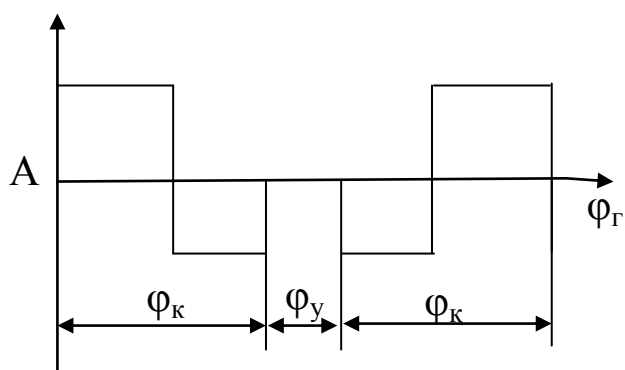
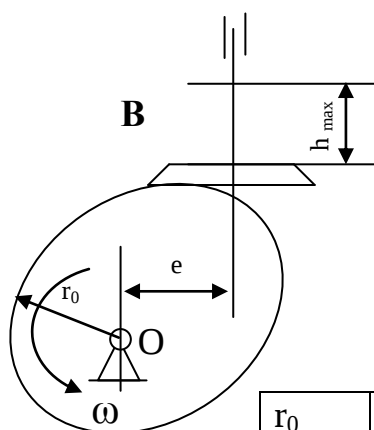
Talabalarga kulachokli mexanizmlardan kurs loyihasi yoki topshirigini berish jarayonida kulachik shemesi va variantlardan tashqari turtkichning harakat qonunlari ham berish lozim. Shu munosabat bilan turtkichning harakat qonuni shemalari istagan biri A, V va S chizmadagi kulachoklarga mos tushadi, Shuning uchun bu erdagi kulachokning harakat qonuni rahbar tomonidan istalgan variantga kursatilishi mumkin.

Kulachokli mexanizmi turtkichining harakat qonuni tezlanish grafigi qo'yida keltirilgan bo'lib, tezlanish grafigidan tezlik grafigini va tezlik grafigidan yo'l grafigini hosil qilamiz.

Kulachokli mexanizmi turtkichining harakat qonunlari.



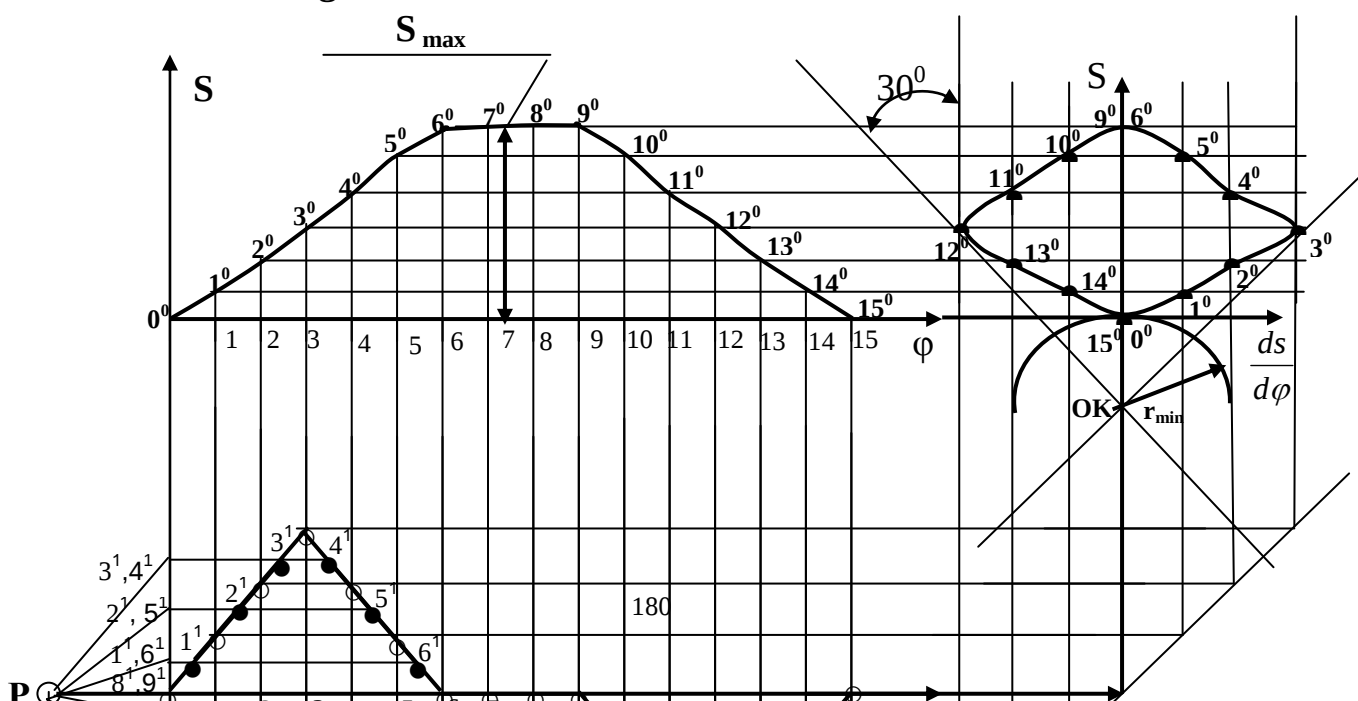
Buning uchun istalgan bir kulochok turi, kulachokning tezlanish grafigi yani harakat qonuni hamda kerakli bulgan ulchamlar berilgan bulishi shart. Bunday ma'lumotlar quyida keltirilgan.



r_0	H_{mah}	L	ϕ_k	ϕ_y	ϕ_q	ϕ_{ya}
mm	mm	mm	R a d i u s l a r			
35	40	10	120	60	120	60

Turtgichning harakar diagrammasi

Kulochokning minimal radiusi



0"1" 2",3",12"
13", 14", 15,"

π

VII – Ishning bajarish tartibi.

- 1) Disk – 1 korpus – 6 va 5 – sektorning barcha kursatkichlari shkalalarining nol` belgilariga va 10 – karetkaning bulinmasi 12 – ga tugrilab urnatiladi.
- 2) Qogoz doira diska mahkamlanadi.
- 3) mexanizm shemasi topshiriq jadvali a yoki b, v larda berilgan qiymatlar buyicha qurilma sozlanadi.
- 4) Turtkichning harakat qonunlari $S = S(\varphi)$ yoki $\psi = \psi(\varphi)$ tenglamalarining parametrlari hisoblanib, jadval`ga yoziladi.
- 5) Kulochokning burilish φ_k , φ_u , φ_q , φ_{ya} burchaklarning har biri uchun alohida turtkichning siljish yoki burilish qiymatlari belgilanib rolik aylanalari chiziladi.
- 6) kulochokli mexanizmning bita vaziatini qalin chiziq bilan chizilib, uning barcha ulchamlari shemada kursatiladi.
- 7) Kulochokning nazariy profili shtrih chiziq bilan, Amaliy profili esa tutash yo`gon chiziq bilan chiziladi.
- 8) Bajarilgan ishning hisobot varagi tuldirilib, ish bajarilgan qogoz doira bilan birga rahbarga topshiriladi.

VIII – Bajarilgan ish to`g`risida hisobot

- a) Ishning maqsadini tushuntirish.
- b) mexanizm va qurilmaning ishlashi haqida qisqacha ma`lumot berish.
- v) talabaning bajargan tajriba ishi tugrisida hulosasi.

IX – tekshirish uchun savollar

1. Kulachokli mexanizmlarni vazifalari nimalardan iborat?
2. Kulachokli mexanizmni grafoanalitik usul bilan tekshirishda qanday parametrlardan foydalanish mumkin.
3. Kulachokli mexanizmni loyhalash uchun qanday parametrlar ma`lum bulishi kerak.

4. Kulachok profilining ishchi qismi deb nimaga aytiladi?

№ 10 T A J R I B A I S H
KULACHOGLI MEXANIZIMLARNI ANALIZI. .
(KULACHOKLI MEXANIZMNI TEZLIK, TEZLANISH VA YO'L
GRAFIGINI QURISH , KULACHOKNI MINIMAL RADIUSINI
TOPISH)

I - Ishning maqsadi.

Kulachokli mexanizmlarning tuzilishi, ishlashi, qullanilishi va ularning harakatlari tugrisida talabalarga yaqindan ma'lumot berish, hamda turtkichning berilgan harakat qonuni buyicha aniqlangan tezlik, tezlanish va yo'l grafiklaridan foydalangan holatda kulachok profilini chizish, va oliy kinematik juftlikni quyi kinematik juftlikga ugirib tezlik va tezlanish rejalarini qurish. Buning bilan talabalarni kulachokli mexanizmlarda harakat dovrida sodir buladigan harakatlar va ularga ta'sir etayotgan kuchlar bilan tanishtirish va olgan nazariy bilimlarini yanada mustahkamlashdan iborat.

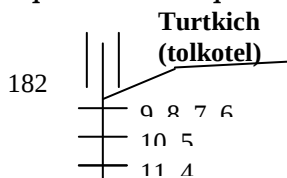
II – Mashg'ulot uchun jihozlar.

- A) Turli hil kulachokli mexanizmlarni qurilmalari.
- B) Mexanizimlarning kinematik shemalari.
- V) O'lchash va chizgich asboblari.

III - Umumiy ma'lumotlar.

Agar $e = 0$ bo'lsa, markaziy(aksial) kulachok profili chiziladi. mexanizm «qaytarish» usulini tatbiq etib, kulachok profilini chizamiz. Kulachok profilini chizish asosan quyidagi tartibda amalga oshiriladi.

1. Chizmada ihtiyoriy nuqtada kulachokning aylanish markazi O_k ni tanlaymiz.
2. Uzunlik masshtabi $\mu_l = K \cdot \mu_s$ bo'yicha kulachok radiusini hisoblaymiz. Bu erda K – proporcionallik koefficienti bo'lib $1 \leq K \leq 1$ ga teng buladi.
3. Kulachokning markazi O_k dan vertikal $u - u$ chiziq utkazilsin. Kulachokning markaziga rolikning yaqin turish paytida turtkichning vaziatini aniqlaymiz. Bu nuqtada kulachokning nazariy radiusi r_{omin} aylanasi yotadi
4. kulachokning aylanish tomoniga teskari yo'nalishda boshlangich radius O_k A dan ketma ket $\varphi_k = 120$ $\varphi_u = 60$ $\varphi_q = 120$ gradus burchaklarini belgilaymiz.
5. Bo'lingan burchaklar qismlarini r_{omin} radiusli aylana bilan kesishuv nuqtalaridan nurlar utkazamiz.
6. Kulachokning r_{omin} radiusi bilan chizilgan aylanasidan o'tgan nur chiziqlarining davomida turtkichning $S = S(\varphi)$ diagrammasidagi siljish qiymatlari $1-1^0$ $2-2^0$ $3-3^0$ vektorlarini belgilab chiqamiz.
7. Belgilangan 1^0 , 2^0 , 3^0 nuqtalarni siliq chiziq bilan tutashtirilib,



kulachokning profilini chizamiz. ●○

Uzunlik masshtabi μ_l - ulcham asosida kulachok radiusini hisoblaymiz.

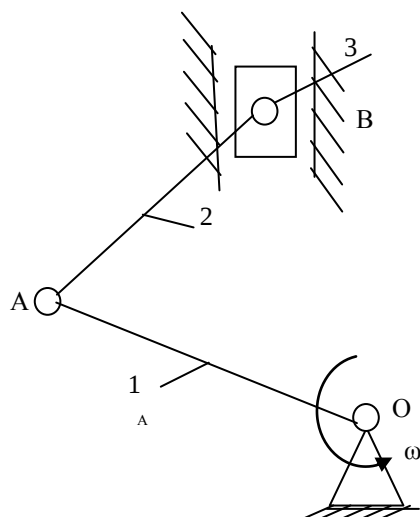
$$\bar{r}_{0\min} = \frac{r_{0\min}}{\mu_l} [MM]$$

Aniqlangan ulcham buyicha aylana chizamiz. bu erda kulachok profilining uzunlik masshtabi μ_l siljish grafigining masshtabi μ_s ga teng emas. Shuning uchun proporcionallik koeficienti K – hisobga olinadi.

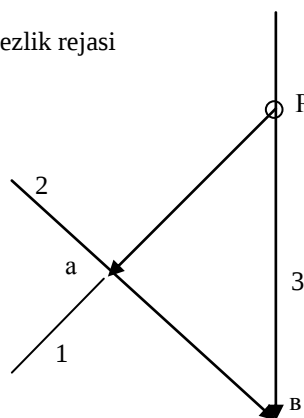
$$\mu_l = K \cdot \mu_s \left[\frac{M}{MM} \right]$$

$K \geq 1$ –doimiylik deb hisobga olinadi. Shunday kilib, kulachokli mexanizmni berilgan variant asosida deferenciyalash yo`li orqali tezlanish grafigidan tezlik grafigi, tezlik grafigidan yo`l grafigi hosil kilinadi va kulachokni harakat davrida bosadigan yullari haqiqiy profili topiladi.

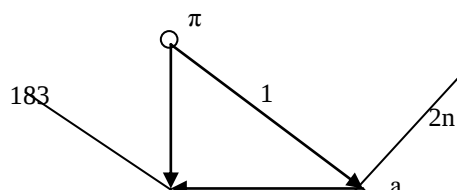
Almashtirilgan mexanizm:



Tezlik rejasi



Tezlanish rejasi



$$n = 250 \text{ ayl/min}$$

Kulachokli mexanizm aylanishlar soni berilganidan foydalanib, mexanizmni burchak tezligini aniqlaymiz u quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$\omega_1 = \frac{\pi n}{30^0} \left[\frac{pad}{cek} \right]$$

Burchak tezligi son qiymati aniqlanga A nuqtani tezligini aniqlaymiz, A nuqtani tezligi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$\bar{v}_A = \omega_1 l_{OA} \left[\frac{m}{cek} \right]$$

Oliy kenimatik jutlikdan quyi kenimatik juftlikka ugirilgan mexanizmni aniliz qilish uchun masshtab tanlanadi u quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$K_v = \frac{v_A}{|P_A|} \left[\frac{m/cek}{mm} \right]$$

mexanizmning chizilgan tezlik rejasiga asosan son qiymatlarini va nisbiy va absalyut qiymatlarini aniqlash maqsadida quyidagicha vektorli tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \bar{g}_B = \bar{g}_A + \bar{g}_{AB} \\ \bar{g}_B = \Pi YY \end{cases}$$

Tuzilgan iektorli tenglamadan foydalanib v nuqtanin absalyut tezligini aniqlaymiz.

$$\bar{g}_B = P_B \cdot K_g \left[\frac{m}{cek} \right]$$

Tuzilgan iektorli tenglamadan foydalanib v nuqtanin nisbiy tezligini aniqlaymiz.

$$\bar{g}_{AB} = ab \cdot K_g \left[\frac{m}{cek} \right]$$

V nuqtani absalyut tezlik qiymatidan foydalangan holatda mexanizmni burchak tezligini aniqlaymiz.

$$\omega_2 = \frac{\bar{g}_{AB}}{l_{AB}} \left[\frac{pad}{cek} \right]$$

Bu etapda a nuqtani tezlanish qiymati quyidagicha aniqlanadi.

$$\alpha_A = \frac{(\bar{g}_A)^2}{l_{OA}} \left[\frac{m}{cek^2} \right]$$

V nuqtani absolyut va nisbiy qiymatlarini aniqlash maqsadida vektorli tenglama tuziladi u quyidagicha buladi.

$$\begin{cases} \alpha_B = \alpha_a + \alpha_{AB}^n + \alpha_{aB}^\tau \\ \alpha_B = \Pi \quad YY \end{cases}$$

Tuzilgan vektorli tenglamadan va tezlanish rejasidan foydalangan holatda v nuqtani narmal tezlanish qiymatini aniqlayimz.

$$\alpha_{aB}^n = \frac{(g_{AB})^2}{l_{aB}} \left[\frac{M}{ceK^2} \right]$$

Barcha qiymatlarni bir hil kattalikda saqlash maqsadida tezlanish masshtabi tanlash lozim u quyidagicha aniqlanadi.

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

Aniqlangan tezlanish masshtabidan foydalangan holatda v nuqtani nisbiy qiymati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

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

Tuzilgan tezlanish rejasidan foydalangan holatda urinma tezlanish qiymatini quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz.

$$\alpha_{aB}^\tau = \tau_{aB} \cdot Ka \left[\frac{M}{ceK^2} \right]$$

V nuqtani urunma nisbiy tezlanish qiymatidan foydalangan hloatda burchak tezlanish qiymatini quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz.

$$\varepsilon = \frac{\alpha_{aB}^\tau}{l_{aB}} \left[\frac{pad}{ceK^2} \right]$$

VII – Ishning bajarish tartibi.

- 1) aniqlangan kschik radius buyicha ihtiyoriy nuqtadan aylana chiziladi.
- 2) Berilgan burchaklarga mos ravishda burchak tezligiga teskari holatda nurlar tortiladi.
- 3) har bir nurga aniqlangan nuqtalar belgilanib uzaro tutashtirilib chiqiladi.
- 4) Turtkichning harakat qonunlari $S = S(\varphi)$ yoki $\psi = \psi(\varphi)$ tenglamalarining parametrlari hisoblanib, jadval`ga yoziladi.
- 5) Kulochokning burilish φ_k , φ_u , φ_q , φ_{ya} burchaklarning har biri uchun alohida turtkichning siljish yoki burilish qiymatlari belgilanib rolik aylanalari chiziladi.
- 6) kulochokli mexanizmning bita vaziatini qalin chiziq bilan chizilib, uning barcha ulchamlari shemada kursatiladi.
- 7) Kulochokning nazariy profili shtrih chiziq bilan, Amaliy profili esa tutash yo`gon chiziq bilan chiziladi.
- 8) Bajarilgan ishning hisobot rahbarga topshiriladi.

VIII – Bajarilgan ish tugrisida hisobot

- a) Ishning maqsadini tushuntirish.
- b) mexanizm va qurilmaning ishlashi haqida qisqacha ma`lumot

berish.

v) talabaning bajargan tajriba ishi tugrisida hulosasi.

IX – tekshirish uchun savollar

1. Kulachokli mexanizmlarni minimal radiusi qanday aniqlanadi?
2. Rolikning diametri qaysi ifoda orqali aniqlanadi.
3. Kulachokli mexanizmni loyhalash uchun qanday parametrlar

№ 11 T A J R I B A I S H.

MEXANIZM ZVENOLARINING INERSIYA KUCHLARINI ANIQLASH.

I - Ishning maqsadi.

Talabalarga har qanday mexanizm harakatlanayotganda ularga ta'sir etayotgan kuchlar bilan tanishtirish, kuchlarni mexanizmlarda aniqlash buning bilan talabalarni nazariy olgan bilim-larini yanada mustahkamlashdan iborat.

II – Mashg'ulot uchun jihozlar.

Mexanizmlarning shemalari ulchash va hisoblagich va turli chizgichlar qalam va o'chirg'ichlar.

III - Umumiy ma'lumotlar.

Agar richagli zvenolarning massalari berilmagan bo'lsa u holda zvenolarning massalari qiymati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$m = q \cdot l \text{ [kg]},$$

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;

Mexanizmning barcha zvenolari massalari berilganligi tufayli ularni hisoblash tavsiya etilmaydi shu sababli zvenolarning ogirlik kuchlari tugridan – tugri quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$G_1 = m_1 \cdot g = 0,7 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ n/kg} = 6,867 \text{ [n]}$$

$$G_2 = m_2 \cdot g = 1,2 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ n/kg} = 11,772 \text{ [n]}$$

$$G_3 = m_3 \cdot g = 0,8 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ n/kg} = 7,848 \text{ [n]}$$

$$G_4 = m_4 \cdot g = 0,7 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ n/kg} = 6,867 \text{ [n]}$$

$$G_5 = m_5 \cdot g = 1,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ n/kg} = 14,715 \text{ [n]}$$

qolgan qiymatlarni aniqlash maqsadida K_a – tezlanishlar rejasini masshtab koeffisientini tanlab olish lozim u quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$K_a = \frac{a_{A1}}{\pi a_1} \left[\frac{m / \text{cek}^2}{mm} \right];$$

Bu yerda a_{A1} krivoshipdagi A_1 nuqtaning tezlanishi bo'lib buni quyidagicha aniqlaymiz:

$$a_{A1} = a_{A1O1}^n = \omega_1^2 \cdot O_1A \left[\frac{m}{ceK^2} \right]$$

Bu erda $\omega_1 = \frac{\pi n}{30} \left[\frac{pad}{ceK} \right]$ orqali aniqlanadi.

πa_1 - ixtiyoriy son bo'lib chizmaning chiqishiga qarab tanlanadi.

Olingan natijalarga ko'ra $K_a = 0,176 \left[\frac{m/ceK^2}{mm} \right]$; ga teng bo'ladi.

shunga asoslangan holatda kuchlarning zveno markazlariga bo'lgan ta'sir kuchlarini quyidagicha aniqlaymiz.

$$as_1 = \pi s_1 \cdot K_a = 18_{mm} \cdot 0,176 \frac{m/c^2}{mm} = 3,168 \left[\frac{m}{c^2} \right]$$

$$as_2 = \pi s_2 \cdot K_a = 28_{mm} \cdot 0,176 \frac{m/c^2}{mm} = 5,928 \left[\frac{m}{c^2} \right]$$

$$as_3 = \pi s_3 \cdot K_a = 18_{mm} \cdot 0,176 \frac{m/c^2}{mm} = 3,168 \left[\frac{m}{c^2} \right]$$

$$as_4 = \pi s_4 \cdot K_a = 50_{mm} \cdot 0,176 \frac{m/c^2}{mm} = 8,8 \left[\frac{m}{c^2} \right]$$

$$as_5 = \pi s_5 \cdot K_a = 50_{mm} \cdot 0,176 \frac{m/c^2}{mm} = 8,8 \left[\frac{m}{c^2} \right]$$

Keyingi bosqichda mexanizm zvenolaridagi inertsia kuchlarini qiymatlarini aniqlash talab etilgan bo'lib ularni quyidagi ifodalar orqali aniqlaymiz.

$$R_{u1} = m_1 \cdot as_1 = 0,7 \text{ kg} \cdot 3,168 \text{ m/s}^2 = 2,21 \text{ [n]}$$

$$R_{u2} = m_2 \cdot as_2 = 1,2 \text{ kg} \cdot 5,928 \text{ m/s}^2 = 7,114 \text{ [n]}$$

$$R_{u3} = m_3 \cdot as_3 = 0,8 \text{ kg} \cdot 3,168 \text{ m/s}^2 = 2,534 \text{ [n]}$$

$$R_{u4} = m_4 \cdot as_4 = 0,7 \text{ kg} \cdot 8,8 \text{ m/s}^2 = 6,16 \text{ [n]}$$

$$R_{u5} = m_5 \cdot as_5 = 1,5 \text{ kg} \cdot 8,8 \text{ m/s}^2 = 13,2 \text{ [n]}$$

Mexanizm zvenolarida hosil bo'ladigan inertsia momentlari quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$\mu_{u2} = \varepsilon_2 \cdot J_{S2};$$

$$\text{bu erda } \varepsilon_2 = \varepsilon_2 = \frac{a_{ab}^r}{l_{ab}} \frac{7,744}{0,1} = 77,44 \left[\frac{pad}{ceK^2} \right] \text{ ga teng bo'lib bu qiymat}$$

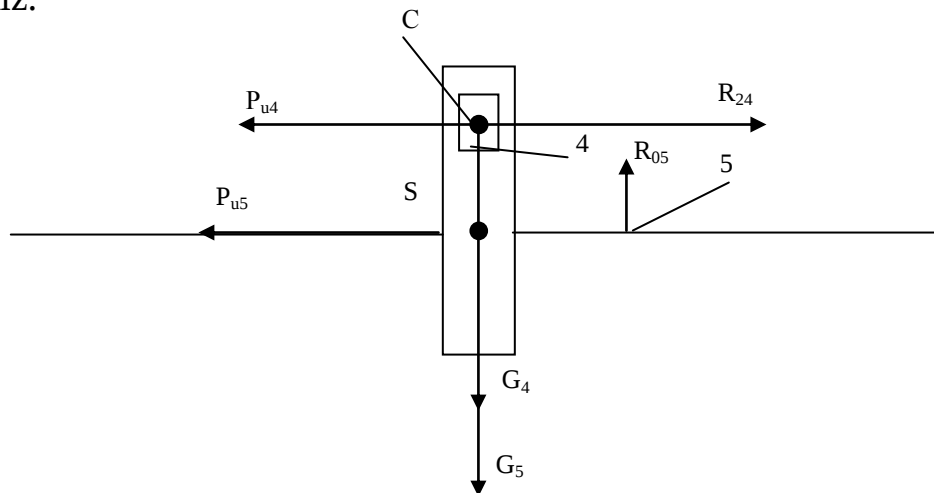
mexanizmning tezlanish rejasidan olinadi.

Aniqlangan qiymatga asosan inertsia momenti

$$\mu_{u2} = \varepsilon_2 \cdot J_{S2} = 77,44 \cdot 0,07 = 5,42 \text{ [n m]}.$$

Mexanizmni Assur gruppasiga yaratilgan holatlariga alohida –alohida ta'sir etuvchi kuchlarni va burchak tezligi hamda burovchi momentlarni kursatib

chiqamiz.



4-5 zvenolarga ta'sir etuvchi kuchlar quyilganligini inobatga olib kuchlar rejasini quramiz, buning uchun avvolam bor kuchlar masshtabi tanlanadi.

$$K_M = \frac{P_{u4}}{ab} \left[\frac{H}{MM} \right]$$

Bu yerda P_{u4} – mexanizmni to'rtinchi zvenosiga ta'sir etayotgan inertsia kuchi hisoblaymiz, buni qiymati yuqorida aniqlangan. ab – chizma uchun olinadigan ixtiyoriy kesma.

Shunga asosan chizma masshtab quyidagiga teng bo'ladi.

$$K_M = \frac{P_{u4}}{ab} = \frac{6,16}{44} = 0,14 \left[\frac{H}{MM} \right]$$

Qolgan ta'sir kuchlarini o'lchamlarini aniqlangan o'lcham masshtab qiymatiga bo'lib chizma o'lchamlarini aniqlaymiz.

$$bc = \frac{G_4}{K_M} = \frac{6,867}{0,14} = 49,05 [MM]$$

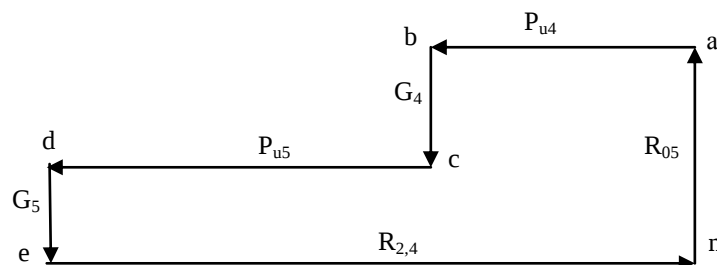
$$cd = \frac{P_{u5}}{K_M} = \frac{13,2}{0,14} = 94,28 [MM]$$

$$de = \frac{G_5}{K_M} = \frac{14,715}{0,14} = 105,10 [MM]$$

$$R_{05} = a_n \cdot K_p = 70 \cdot 0,14 = 9,8 [N]$$

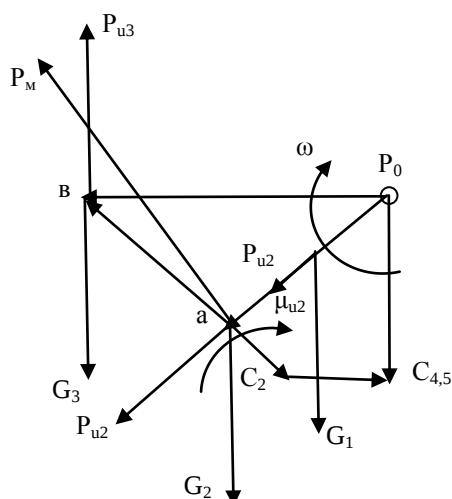
$$R_{24} = e_n \cdot K_p = 155 \cdot 0,14 = 21, [N]$$

Aniqlangan o'lchamlar asosida 4,5 zvenolarni kuchlar rejasini tuzamiz.

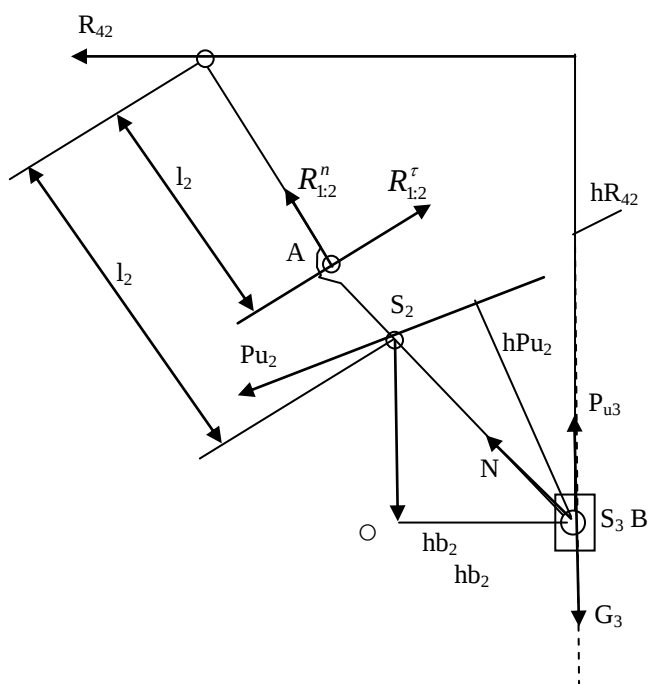


Ikkinchi va uchunchi zvenolarga ta'sir etayotgan kuchlarni aniqlaymiz. Buning uchun Assur ruppasini alohida chizib barcha ta'sir kuchlarini joylashtirib olamiz va qiymatlarini hisoblab topamiz. Ta'sir kuchlarini aniqlash uchun zvenolarga barcha kuchlarni joylashtirib mament olamiz.

**Tezlik rejasi 90° burilgan
holati**



90° burchak ostiga burilib chizilgan tezlik rejasidan foydalangan holatda Assur gruppasga kuchlarni qo'yib chiqamiz.



Kuchlar joylashtirilgan Assur gruppasidan ihtiyoriy biror tomondan moment olamiz va ularni son qiymatlarini aniqlaymiz.

Buning uchun bizga $R_{0,5}$ va $R_{2,4}$ larning son qiymatlarini aniqlash lozim buladi ularni biz qo'yidagi ifoda orqali aniqlaymiz.

$$R_{0,5} = \alpha_n \cdot K_r = 70 \cdot 0,14 = 9,8 \text{ [N]}$$

$$R_{2,4} = e_n \cdot K_r = 155 \cdot 0,14 = 16,1 \text{ [N]}$$

2 - 3 zvenolar gruppasini Xisoblash maqsadida $V(.)$ dan $\sum \mu_B = 0$ moment olib kuchlar va momentlarni muvozanat sharti tenglamalarini tuzamiz

$$\sum \mu_B = 0$$

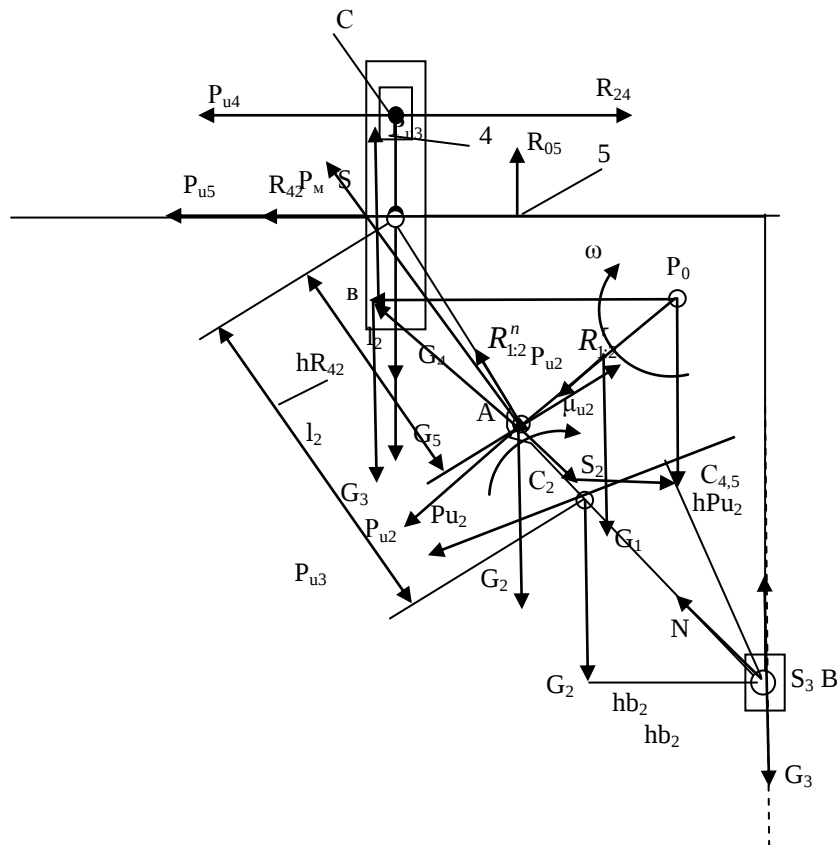
$$-R_{1:2}^r \cdot l_{AB} + P_{u2} \cdot h_{Pu2} + G_2 \cdot h_{G2} + R_{4:2} \cdot h_{R4:2} - \mu_{u2} = 0$$

Bu tenglamada $R_{1:2}^r$ nomalum bulganligi sababli uni topib olamiz va son qiymatlarini urinlariga quyib aniqlaymiz

$$R_{12}^r = \frac{P_{u2} \cdot h_{Pu2} + G_2 \cdot h_{G2} + R_{4:2} \cdot h_{R4:2} - M_{u2}}{l_{AB}} = \frac{7,114.60 + 11,772 \cdot 31 + 49,29.93 - 5,42}{100} =$$

$$= \frac{426 + 364 + 4584 - 5,42}{100} = 53,6 [H]$$

$$R_{12} + R_{42} + P_{U2} + G_2 + P_{u3} + G_3 + R_{12}^n + M = 53,6 + 22,24 + 7,114 + 11,772 + 7,33 + 5,4 = 0$$



Ikkinchi gruppaning kuchlar ta'sirida muvozanatda bulishini aniqlaymiz. Kuchlarning geometrik yigindisi nolga teng bo'lsa u holda gruppa muvozanatda bo'ladi. Bularga ta'sir etuvchi kuchlarni tenglamalari quyidagicha bo'ladi.

$$K_p = \frac{R_{12}^r}{ab} = \frac{25,5}{44} = 0,58 \left[\frac{H}{MM} \right]$$

$$bc = \frac{R_{42}}{K_p} = \frac{49,29}{0,58} = 85 \text{ MM}$$

$$cd = \frac{P_{U2}}{K_p} = \frac{10,8}{0,58} = 18,6 \text{ MM}$$

$$de = \frac{G_2}{K_p} = \frac{11,772}{0,58} = 20,3 \text{ MM}$$

$$ef = \frac{P_{U3}}{K_p} = \frac{31,2}{0,58} = 54 \text{ MM}$$

$$fm = \frac{G_3}{K_p} = \frac{7,848}{0,58} = 13,5 \text{ MM}$$

$$mk = \frac{R_{12}}{K_p} = \frac{7,33}{0,58} = 12,7 \text{ MM}$$

$$\sum_{mc}=0 \quad R_{21}^n \cdot l_1 + P_{U2} \cdot l_2 + G_2 \cdot l_3 - P_{U3} \cdot l_4 + G_3 \cdot l_5 = 0$$

$$\begin{aligned} R_{21}^n &= \frac{P_{U2} \cdot l_2 + G_2 \cdot l_3 - P_{U3} \cdot l_4 + G_3 \cdot l_5}{l_1} = \\ &= \frac{10,8 \cdot 65 + 11,722 \cdot 82 - 31,2 \cdot 51 + 7,848 \cdot 51}{65} = 7,33 \text{ H} \end{aligned}$$

$$\sum_{mc}=0$$

$$R_{1,2}^n \cdot l_1 + P_{u2} \cdot l_2 + G_2 \cdot l_3 - P_{u3} \cdot l_4 + G_3 \cdot l_5 = 0$$

Bu tenglamadan R_{12}^n no'malum bo'lganligi sababli uni quyidagicha aniqlaymiz.

$$R_{12}^n = \frac{P_{u2} \cdot l_2 + G_2 \cdot l_2 - P_{u3} \cdot l_4 + G_3 \cdot l_5}{l_1} = \frac{7,114 \cdot 60 + 11,772 \cdot 31 - 2,53 \cdot 51 + 7,84 \cdot 51}{65} = 7,33 [H]$$

Krivoshipning muvozanatlovchi R_M muvozanatlovchi kuchini aniqlash uchun barcha kuchlarning (O) nuqtaga nisbatan olingan momentlar tenglamasini yozamiz, ya'ni

$$\sum_{mo}=0 \quad K \cdot l_k + P_M \cdot l' + G_1 \cdot l'' = 0$$

$$\begin{aligned} P_M &= \frac{-K \cdot l_k - G_1 \cdot l''}{l'} = \frac{-93 \cdot 63 - 6,867 \cdot 30}{65} = \frac{-5859 - 206,01}{70} = \\ &= \frac{-6065,01}{65} = -86,64 \text{ H} \end{aligned}$$

$$K_p = \frac{P_M}{ab} = \frac{86,64}{44} = 1,97 \left[\frac{H}{MM} \right]$$

$$bc = \frac{K}{K_p} = \frac{93}{1,97} = 47,2 \quad MM$$

$$cd = \frac{G_1}{K_p} = \frac{6,867}{1,97} = 3,5 \quad MM$$

Muvozanatlovchi R_M kuchni N. E. Jukovskiy usuli bilan aniqlash.

Krivoshipning aylanish (ω_1) yo`nalishiga qarama-qarshi yo`nalishda 90° ga burilgan tezliklar planini tuzamiz. Mexanizm zvenolariga ta`sir etuvchi barcha kuchlarni va momentlarni o`zlariga paralel qilib sxemadan tezliklar planidagi o`z nuqtalariga ko`chiramiz.

$$\Sigma m_o = 0$$

$$M_{U2} - G_2 \cdot n - P_{U2} \cdot d - P_m \cdot m - R_{12}^n \cdot m + G_4 \cdot G_{l1} + G_3 \cdot G_{l1} + \\ + R_{42} \cdot S + P_{U4} \cdot S + P_{U5} \cdot \varphi - R_{24} \cdot S - R_{05} \cdot G_4 = 0$$

$$P_M = \frac{-93,70 - 5420,8 + 11,772 \cdot 51 - 10,8 \cdot 25 + 93,63 - 7,33 \cdot 70 + 6,867 \cdot 103 + 14,715 \cdot 103 + \\ + 49,29 + 14,15 + 37,5 \cdot 35 - 49,29 \cdot 15 - 70 \cdot 103}{70} = \frac{16562,92 + 10944,165}{70} = 80,257 \quad H$$

Ikki usul orqali aniqlangan muvozanatlovchi kuchlarni farqli ro'vishda aniqlanadi.

$$\Delta P_M = \frac{P_M^{\mathcal{K}} - P_M^n}{P_M^{\mathcal{K}}} 100\% = \frac{86,64 - 80,257}{86,64} = 0,073 \cdot 100 = 7,36\% \quad H$$

Ikki usul orqali aniqlangan muvozanatlovchi kuch natijasi 7,36% N ni tashkil qilishi aniqlandi. Olingan natija mumkin qadar aniq holatda hisoblangan.

V – Ishning bajarish tartibi.

- a) Turli hil kurinishdagi tishli uzatmalar bilan tanishish ularning ishlashda ilashish va ajiralish jarayonini kuzatish.
- b) Rahbardan topshiriqni olish.
- v) Tish profilini ilashish evol`ventini qurish uchun kerakli parametrlarini aniqlash.
- g) Aniqlangan parametrlar asosida tishning ilashishdagi evol`vent profilini qurish.
- d) Bajarilgan ish tugrisida talabaning hulosasi.
- e) Tayyorlangan ish tugrisida talabaning hisoboti.

VI – Tekshirish uchun savollar.

1. Tishli gildiraklarning homashiyosini qay usulda olish mumkun.
2. r_w – tishli gildirakning qaysi parametri hisoblanadi.
3. Tishli gildiraklarga qaysi dasgohlarda ishlov berish mumkin.
4. Burilish kallagining vazifasi nimadan iborat.
5. Tishli uzatmalarda ilashish qismining qaysi qismi aktiv ilashish chizigi deb ataladi.
6. Ilashish chizigi nima sababdan N_1 va N_2 gacha bulgan masofa orasida bulishi kerak.
7. Tishlar orasida hosil qilinadigan tirqishning aniqlash ifodasini keltiring.
8. Ilashmaning boshlangich aylana yoyi buyicha qadamini aniqlash ifodasini keltiring.
9. Ilashmada asosan qaysi yuzalar ish bajaruvchi yuza hisoblanadi.

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 gruppaning geometrik, kinematikaviy va dinamikaviy parametrlarini hisoblash usullari asosini yaxshi bilsalar, har qanday murakab tuzilgan mexanizmni loyihalashni tadqiq etadi.

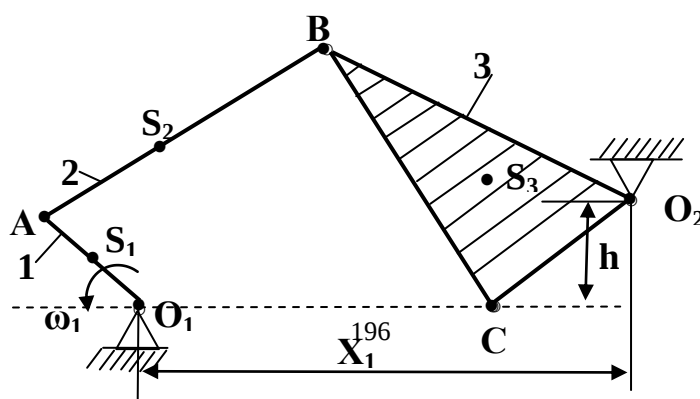
«Mashinalar va mexanizmlar nazariyasi» fanining og`ir sanoatning yuragi deb ataladi. Mashina va mexanizmlarning moddiy boyliklar ishlab chiqarishdagi ahamiyati hozirgi kunda har qachongidan ham oshib bormoqda. Mashina sanoatining turli sohalarida qo`l mehnati o`rnini bosmoqda. Mashina va mexanizmlar 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. MASHINA VA MEXANIZMLAR 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; Mutaxisis texnologlar uchun sintez muammosining ahamiyati nihoyat kattadir, ammo mashinalashtirilgan ishlab chiqarishga ongli ravishda rahbarlik qilish va mashinalardan unumli foydalanish uchun shu ishlab chiqarishdagi mexanizm va mashinalarning kinematik sxemalarini yaxshi tuza bilish, uning tarkibidagi ayrim zvenolarning harakat qonunlarini bilish va undan maqsadga muvofiq ravishda foydalana olish ikkala mutaxisisga 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 tuzilishida mexanizmning erkinlik darajasini (W) undagi bo'g'inlar soni va kinematik juftlar soni hamda turlari bilan bog'laydigan umumiy qonuniyatlar ma'jud. 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,

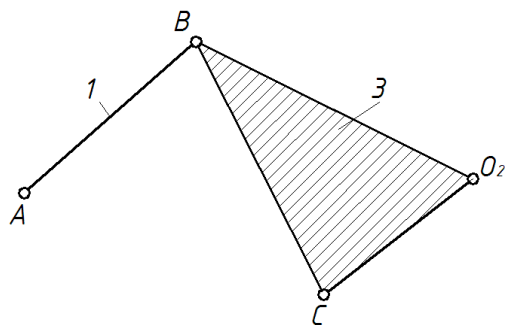
p_5 - qo'yi kinematik juftlar soni,

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

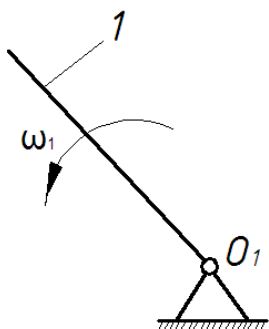


II-klass

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.

$$AB = \frac{l_{AB}}{\mu_l} = \frac{0.075}{0.0006} = 125mm$$

$$BC = \frac{l_{BC}}{\mu_1} = \frac{0.06}{0.0006} = 100mm$$

$$O_2C = \frac{l_{O_2C}}{\mu_1} = \frac{0.045}{0.0006} = 75mm$$

$$O_2B = \frac{l_{O_2B}}{\mu_1} = \frac{0.06}{0.0006} = 100mm$$

$$X = \frac{l_x}{\mu_1} = \frac{0.09}{0.0006} = 150mm$$

$$h = \frac{l_h}{\mu_1} = \frac{0.039}{0.0006} = 65mm$$

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 ($w = const$) 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 qo'yiladi.

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. Polzuning 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 shakldagi 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 qo'yiladi. 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)

$$\mu_t = \frac{60}{n_1 x_t} = \frac{60}{50 \cdot 240} = \frac{1}{200} \quad \frac{c}{mm}$$

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 $\mu_s = \frac{S_{max}}{Ys_{max}}$ 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-shakl) 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.

$$\text{Demak,} \quad V_{o'r} = \frac{\mu_s \Delta Y_s}{\mu_t \Delta X_t} = \frac{\mu_s}{\mu_t} \operatorname{tg} \alpha \quad (2)$$

α – abtssissa 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.

Differentsiallash 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 koefitsientini hisoblash.

$$\mu_v = \frac{v_A}{Pa} = \frac{0.157}{70} = 0.0022 \frac{m/s}{MM}$$

Paq $20 \div 80 \text{ mm}$

5)B nuqtaning tezligini aniqlaymiz. Buning uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \bar{v}_B = \bar{v}_A + \bar{v}_{BA} (\perp AB) \\ \bar{v}_B = \bar{v}_{O_2} + \bar{v}_{BO_2} (\perp O_2 B) \end{cases}$$

6)C nuqtaning tezligini aniqlaymiz. Buning uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \bar{v}_C = \bar{v}_B + \bar{v}_{CB} (\perp BC) \\ \bar{v}_C = \bar{v}_{O_2} + \bar{v}_{CO_2} (\perp O_2 C) \end{cases}$$

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:

$$\mathbf{a}_0 = \mathbf{0}$$

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:

$$\mu_a = \frac{a_A}{\pi a} = \frac{0.82}{30} = 0.027 \quad \frac{\text{m/s}^2}{\text{mm}}$$

$$\pi a = 20 \div 80 \text{ mm}$$

$\pi a = 30 \text{ mm}$ uzunlikdagi qiymat qabul qilamiz.

4) B nuqta uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \bar{a}_B = \bar{a}_A + \bar{a}_{BA}^n + \bar{a}_{BA}^t \\ \bar{a}_B = \bar{a}_{O_2} + \bar{a}_{BO_2}^n + \bar{a}_{BO_2}^t \end{cases}$$

4.1) Normal tezlanishlarning son qiymati aniqlaymiz.

$$a_{BA}^n = \frac{v_{BA}^2}{l_{AB}} = \frac{(0.11)^2}{0,075} = 0.16 \text{ m/s}^2$$

$$a_{BO_2}^n = \frac{v_B^2}{l_{O_2B}} = \frac{(0.099)^2}{0.06} = 0.16 \text{ m/s}^2$$

4.2) Aniqlangan normal tezlanish kesmasining uzunligi hisoblaymiz.

$$n_{ab} = \frac{a_{BA}^n}{\mu_a} = \frac{0.16}{0.027} = 5.9 \text{ мм}$$

$$n_{bo_2} = \frac{a_{BO_2}^n}{\mu_a} = \frac{0.16}{0.027} = 6 \text{ мм}$$

5) B nuqta uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \bar{a}_C = \bar{a}_B + \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^t \\ \bar{a}_C = \bar{a}_{O_2} + \bar{a}_{CO_2}^n + \bar{a}_{CO_2}^t \end{cases}$$

5.1) Normal tezlanishlarning son qiymati aniqlaymiz.

$$a_{CB}^n = \frac{v_{CB}^2}{l_{BC}} = \frac{(0.099)^2}{0.06} = 0.16 \text{ m/s}^2$$

$$a_{CO_2}^n = \frac{v_C^2}{l_{O_2C}} = \frac{(0.074)^2}{0.045} = 0.12 \text{ m/s}^2$$

5.2) Aniqlangan normal tezlanish kesmasining uzunligi hisoblaymiz.

$$n_{cb} = \frac{a_{CB}^n}{\mu_a} = \frac{0.16}{0.027} = 6 \text{ мм}$$

$$n_{co_2} = \frac{a_{CO_2}^n}{\mu_a} = \frac{0.12}{0.027} = 4.4 \text{ мм}$$

6) O, A, B, C- nuqtalarning absolyut tezlanishining son qiymati aniqlanadi:

$$a_0 = 0$$

$$a_A = 0.82 \text{ m/s}^2$$

$$a_C = \pi \cdot \mu_a = 68 \cdot 0.027 = 1.83 \text{ m/s}^2$$

$$a_B = \pi b \cdot \mu_a = 90 \cdot 0.027 = 2.43 \text{ m/s}^2$$

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.

$$\mu_v = \frac{g_A}{Pa} = \frac{0.157}{80} = 0.0019 \frac{\text{m/c}}{\text{mm}}$$

$$Pa = 20 \div 80 \text{ mm}$$

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.

$$\begin{cases} \vec{v}_C = \vec{v}_B + \vec{v}_{CB} (\perp BC) \\ \vec{v}_C = \vec{v}_{O_2} + \vec{v}_{CO_2} (\perp O_2C) \end{cases}$$

8. Mexanizm nuqtalarning absolyut tezligining miqdori aniqlaymiz.

$$v_0 = 0$$

$$v_A = 0.157 \text{ m/s}$$

$$v_B = Pb \cdot \mu_v = 87 \cdot 0.0019 = 0.165 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_C = Pc \cdot \mu_v = 64 \cdot 0.0019 = 0.12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Pb, Pc - masofalar tezlik rejasidan o'lchab olinadi.

8) B nuqtaning A hamda C nuqtalarga nisbatan nisbiy tezligining son qiymatini aniqlaymiz.

$$v_{BA} = ab \cdot \mu_v = 17 \cdot 0.0019 = 0.032 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{BC} = cb \cdot \mu_v = 84 \cdot 0.0019 = 0,16 \frac{m}{s}$$

$$v_{BO_2} = v_B = 0,165 \frac{m}{s}$$

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:

$$\mu_a = \frac{a_A}{\pi a} = \frac{0.82}{25} = 0.033 \frac{\text{m/s}^2}{\text{mm}}$$

$$\pi a = 20 \div 80 \text{ mm}$$

$\pi a = 30 \text{ mm}$ uzunlikdagi qiymat qabul qilamiz.

4) B nuqta uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \bar{a}_B = \bar{a}_A + \bar{a}_{BA}^n + \bar{a}_{BA}^t \\ \bar{a}_B = \bar{a}_{O_2} + \bar{a}_{BO_2}^n + \bar{a}_{BO_2}^t \end{cases}$$

4.1) Normal tezlanishlarning son qiymati aniqlaymiz.

$$a_{BA}^n = \frac{v_{BA}^2}{l_{AB}} = \frac{(0.032)^2}{0,075} = 0.014 \text{ m/s}^2$$

$$a_{BO_2}^n = \frac{v_B^2}{l_{O_2B}} = \frac{(0.165)^2}{0.06} = 0.45 \text{ m/s}^2$$

4.2) Aniqlangan normal tezlanish kesmasining uzunligi hisoblaymiz.

$$n_{ab} = \frac{a_{BA}^n}{\mu_a} = \frac{0.014}{0.033} = 0.43 \text{ } MM$$

$$n_{bo_2} = \frac{a_{BO_2}^n}{\mu_a} = \frac{0.45}{0.033} = 13.6 MM$$

5) B nuqta uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \bar{a}_C = \bar{a}_B + \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^t \\ \bar{a}_C = \bar{a}_{O_2} + \bar{a}_{CO_2}^n + \bar{a}_{CO_2}^t \end{cases}$$

5.1) Normal tezlanishlarning son qiymati aniqlaymiz.

$$a_{CB}^n = \frac{v_{CB}^2}{l_{BC}} = \frac{(0.16)^2}{0.06} = 0.42 \text{ } m/s^2$$

$$a_{CO_2}^n = \frac{v_C^2}{l_{O_2C}} = \frac{(0.12)^2}{0.045} = 0.32 \text{ } m/s^2$$

5.2) Aniqlangan normal tezlanish kesmasining uzunligi hisoblaymiz.

$$n_{cb} = \frac{a_{CB}^n}{\mu_a} = \frac{0.42}{0.033} = 12.7 MM$$

$$n_{co_2} = \frac{a_{CO_2}^n}{\mu_a} = \frac{0.32}{0.033} = 9.7 MM$$

6) O, A, B, C- nuqtalarning absolyut tezlanishining son qiymati aniqlanadi:

$$a_0 = 0$$

$$a_A = 0.82 \text{ } m/s^2$$

$$a_C = \pi \cdot \mu_a = 110 \cdot 0.033 = 3.63 \text{ } m/s^2$$

$$a_B = \pi b \cdot \mu_a = 150 \cdot 0.033 = 4.95 \text{ } m/s^2$$

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 koefitsientini hisoblash.

$$\mu_v = \frac{g_A}{Pa} = \frac{0,157}{80} = 0,0019 \frac{\text{m/c}}{\text{mm}}$$

$$Pa = 20 \div 80 \text{ mm}$$

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.

$$\begin{cases} \vec{v}_C = \vec{v}_B + \vec{v}_{CB} (\perp BC) \\ \vec{v}_C = \vec{v}_{O_2} + \vec{v}_{CO_2} (\perp O_2C) \end{cases}$$

7. Mexanizm nuqtalarning absolyut tezligining miqdori aniqlaymiz.

$$v_0 = 0$$

$$v_A = 0,157 \text{ m/s}$$

$$v_B = Pb \cdot \mu_v = 52 \cdot 0,0019 = 0,09 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_C = Pc \cdot \mu_v = 34 \cdot 0,0019 = 0,064 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

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:

$$\mu_a = \frac{a_A}{\pi a} = \frac{0.82}{30} = 0.027 \quad \frac{\text{m/s}^2}{\text{mm}}$$

$$\pi a = 20 \div 80 \text{ mm}$$

$\pi a = 30 \text{ mm}$ uzunlikdagi qiymat qabul qilamiz.

4) B nuqta uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \bar{a}_B = \bar{a}_A + \bar{a}_{BA}^n + \bar{a}_{BA}^t \\ \bar{a}_B = \bar{a}_{O_2} + \bar{a}_{BO_2}^n + \bar{a}_{BO_2}^t \end{cases}$$

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.

$$n_{ab} = \frac{a_{BA}^n}{\mu_a} = \frac{0.192}{0.027} = 7,1 \text{ мм}$$

$$n_{BO_2} = \frac{a_{BO_2}^n}{\mu_a} = \frac{0.135}{0.027} = 5 \text{ мм}$$

5) B nuqta uchun vektor tenglama tuzamiz.

$$\begin{cases} \bar{a}_C = \bar{a}_B + \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^t \\ \bar{a}_C = \bar{a}_{O_2} + \bar{a}_{CO_2}^n + \bar{a}_{CO_2}^t \end{cases}$$

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.

$$n_{CB} = \frac{a_{CB}^n}{\mu_a} = \frac{0.15}{0.027} = 5.55 \text{ мм}$$

$$n_{CO_2} = \frac{a_{CO_2}^n}{\mu_a} = \frac{0.09}{0.027} = 3.3 \text{ мм}$$

6) O, A, B, C- nuqtalarning absolyut tezlanishining son qiymati aniqlanadi:

$$a_0 = 0$$

$$a_A = 0.82 \text{ m/s}^2$$

$$a_C = \pi \cdot \mu_a = 45 \cdot 0.027 = 1.21 \text{ m/s}^2$$

$$a_B = \pi b \cdot \mu_a = 40 \cdot 0.027 = 1.08 \text{ m/s}^2$$

7) Urunma tezlanishlarning son qiymatini aniqlaymiz.

$$a_{BA}^\tau = \tau_{BA} \cdot \mu_a = 34 \cdot 0.027 = 0.91 \text{ m/s}^2$$

$$a_{BO_2}^\tau = \tau_{BO_2} \cdot \mu_a = 72 \cdot 0.027 = 1.94 \text{ m/s}^2$$

$$a_{CB}^\tau = \tau_{CB} \cdot \mu_a = 50 \cdot 0.027 = 1.35 \text{ m/s}^2$$

$$a_{CO_2}^\tau = \tau_{CO_2} \cdot \mu_a = 42 \cdot 0.027 = 1.13 \text{ m/s}^2$$

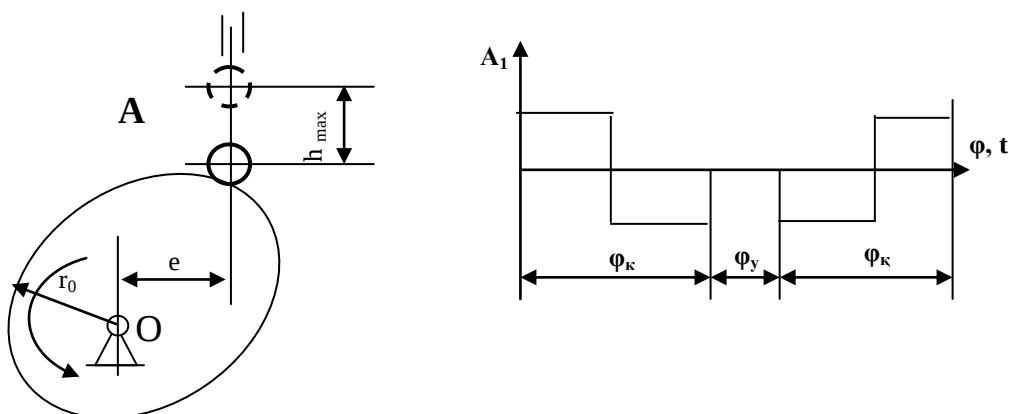
Bu yerdagi $\tau_{ab}, \tau_{bo_2}, \tau_{cb}, \tau_{co_2}$ ni tezlanish planidan o'lchab olamiz,
8) Bo'g'inlarning burchak tezlanishi.

$$\varepsilon_1 = 0$$

$$\varepsilon_2 = \frac{a_{BA}^t}{l_{AB}} = \frac{0.91}{0.075} = 12.1 \text{ rad/s}^2$$

$$\varepsilon_3 = \frac{a_{BO_2}^t}{l_{O_2B}} = \frac{1.94}{0.06} = 32.3 \text{ rad/s}^2$$

KULACHOKLI MEXANIZMLARNI LOYIHALASH



1- jadval

N ^o	r ₀	h	e	φ _k	φ _u	φ _q	φ _{ya}
	Mm			grad			
1	30	35	15	60	20	60	220

Absissalar o'qining φ burchak masshtabini quyidagi formuladan aniqlaymiz.

$$\mu_{\varphi} = \frac{\frac{\pi}{180}(\varphi_k + \varphi_y + \varphi_k)}{X} = \frac{3.14(60^0 + 20^0 + 60^0)}{180^0 \cdot 140} = 0,01745 \text{ rad/mm}$$

Kesma asosida 90^0 li absissalar o'qining teng ikki qismiga bo'lib shu radiusli turtkichni harakat qonunini belgilayman. Bunda turtkichning kutarilish vaziyatiga tashqi diagramma hosil bo'ladi. Diagrammaning chap tomonidagi tutish orali/i quydagicha aniqlanadi:

$$H_1 = \frac{1}{\mu_{\varphi}} = \frac{1}{0,01745} = 57,2 \text{ mm}$$

Tezlanish grafigidan tezlik grafigini hosil qilish maqsadida H_2 – qo'tb tanlab olaman. H_2 – qutb quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$H_1 = \frac{1}{\mu_\varphi} = \frac{1}{0,01745} = 57,2_{MM}$$

H_2 qiymati aniq bulgach $H_2 = H_1$ qilib belgilab olaman.

$$\mu_s = \frac{h_{\max}}{S_{\max}} = \frac{0,035}{17,5} = 0,002 \frac{M}{MM}$$

Bu erda $S_{\max}$ - siljish diagrammasi ordinatasining maksimal qiymati, [mm].

Tezlik analogining ordinata masshtabini aniklash uchun kuydagi formuladan foydalanaman:

$$\mu_{\frac{ds}{d\varphi}} = \frac{\mu_s}{H_1 \cdot \mu_\varphi} = \frac{\mu_s}{\frac{1}{\mu_\varphi} \cdot \mu_\varphi} = \mu_s = 0,002 \frac{M}{MM}$$

Aniklangan tezlik masshtabidan foydalanib, kuydagi ifoda orkali tezlanish masshtabini aniklayman:

$$\mu_{\frac{d^2s}{d\varphi^2}} = \frac{\mu_{\frac{ds}{d\varphi}}}{H_2 \cdot \mu_\varphi} = \frac{\mu_{\frac{ds}{d\varphi}}}{\frac{1}{\mu_\varphi} \cdot \mu_\varphi} = \mu_{\frac{ds}{d\varphi}} = \mu_s = 0,002 \frac{M}{MM}$$

Endi ordinatalar uqining chizi/iy tezligi va urinma tezlanish masshtabi M_u -ni aniqlayman. Buning uchun kuydagi ifodadan foydalanaman:

$$\mu_{g2} = \omega_k \cdot \mu_{\frac{ds}{d\varphi}} = 10,46 \cdot 0,002 = 0,209 \frac{M/c}{MM}$$

Bu erda ω_k – kulachokning burchagiy tezligi bulib, quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$\omega_k = \frac{\pi n_k}{30} = \frac{3,14 \cdot 100}{30} = 10,46 \frac{pad}{c}$$

Chizig'iy tezlanishning ordinata masshtabi kuydagicha aniklanadi.

$$\mu_\alpha = \omega_k^2 \cdot \mu_{\frac{d^2s}{d\varphi^2}} = (10,46)^2 \cdot 0,002 = 0,219 \frac{M/c^2}{MM}$$

Chizmada ixtiyoriy nuktada kulachokning aylanish markazi O_k -ni tanlayman.

Mexanizmni «qaytarish» usulii tadbiq etib, kulachok profili chiziladi.

1. Chizmada ixtiyoriy nuqta kulachokning aylanish markazi O_k ni tanlanadi.
2. Uzunlik masshtabi $\mu_l = 0,001$ [m/mm] buyicha kulachok radiusi hisoblanadi

Uzunlik masshtabi $\mu_l = 0,001$ [m/mm] buyicha kulachok radiusini xisoblayman.

$$\bar{r}_{0\min} = \frac{r_{0\min}}{\mu_l} = \frac{0,092}{0,001} = 92_{MM}$$

Aniqlangan ulcham buyicha aylana chizaman. bu erda kulachok profilining uzunlik masshtabi μ_l siljish grafigining masshtabi μ_s ga teng emas. Shuning uchun proportsionallik koefitsenti K – hisobga olinadi.

$$\mu_l = K \cdot \mu_s = \frac{1}{2} \cdot 0,002 = 0,001 \frac{M}{MM}$$

$K \leq 1$ –doimiylik deb xisobga olinadi.

Shunday kilib, kulachokli mexanizmni berilgan variant asosida deferentsiyalash yo'li orqali tezlanish grafigidan tezlik grafigi, tezlik grafigidan yo'l grafigi hosil kilinadi va kulachokni xarakat davrida bosadigan yullari haqiqiy profili topiladi.

$n = 100 \text{ayl/min}$ Kulachokli mexanizm aylanishlar soni berilganidan foydalanib, mexanizmni burchak tezligini aniqlayman u quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$\omega_k = \frac{\pi n_k}{30} = \frac{3,14 \cdot 100}{30} = 10,46 \frac{pad}{c}$$

Burchak tezligi son qiymati aniqlanga A nuqtani tezligini aniqlayman, A nuqtani tezligi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$\bar{v}_A = \omega_1 l_{OA} = 10,46 \cdot 74 \cdot 0,001 = 0,774 \frac{M}{c}$$

Oliy kenimatik jutlikdan quyi kenimatik juftlikka ugirilgan mexanizmni aniliz qilish uchun masshtab tanlanadi u quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$K_v = \frac{v_A}{|P_A|} = \frac{0,0774}{37} = 0,209 \frac{\frac{M}{c}}{MM}$$

Mexanizmning chizilgan tezlik rejasiga asosan son qiymatlarini va nisbiy va absalyut qiymatlarini aniqlash maqsadida quyidagicha vektorli tenglama tuzaman.

$$\begin{cases} \bar{g}_B = \bar{g}_A + \bar{g}_{BA} \\ \bar{g}_B = \Pi \quad YY \end{cases}$$

Tuzilgan iektorli tenglamadan foydalanib v nuqtanin absalyut tezligini aniqlayman.

$$\bar{g}_B = P_B \cdot K_g = 21 \cdot 0,209 = 0,44 \frac{M}{c}$$

Tuzilgan iektorli tenglamadan foydalanib v nuqtanin nisbiy tezligini aniqlayman.

$$\bar{g}_{BA} = ab \cdot K_g = 20 \cdot 0,209 = 0,42 \frac{M}{c}$$

Tezliklar farqini hisoblab topamiz

$$\Delta v = \frac{v_A - v_A^0}{v_A} = \frac{0.44 - 0.42}{0.44} = 4.55\%$$

B nuqtani absolyut tezlik qiymatidan foydalangan holatda mexanizmni burchak tezligini aniqlayman.

$$\omega_2 = \frac{\bar{g}_{BA}}{l_{AB}} = \frac{0.42}{94 \cdot 0.001} = 4.46 \text{ rad/s}$$

Bu etapda a nuqtani tezlanish qiymati quyidagicha aniqlanadi.

$$\alpha_A = \frac{(g_A)^2}{l_{OA}} = \frac{(0.774)^2}{74 \cdot 0.001} = 8.09 \text{ m/s}^2$$

V nuqtani absolyut va nisbiy qiymatlarini aniqlash maqsadida vektorli tenglama tuziladi u quyidagicha buladi.

$$\begin{cases} \alpha_B = \alpha_a + \alpha_{BA}^n + \alpha_{BA}^r \\ \alpha_B = \Pi \quad YY \end{cases}$$

Tuzilgan vektorli tenglamadan va tezlanish rejasidan foydalangan holatda v nuqtani normal tezlanish qiymatini aniqlayimz.

$$\alpha_{BA}^n = \frac{(g_{BA})^2}{l_{aB}} = \frac{(0.42)^2}{94 \cdot 0.001} = 1.87 \text{ m/s}^2$$

Barcha qiymatlarni bir xil kattalikda saqlash maqsadida tezlanish masshtabi tanlash lozim u quyidagicha aniqlanadi.

$$K_a = \frac{\alpha_a}{\pi a} = \frac{8.09}{37} = 0.219 \frac{\text{m}}{\text{mm}}$$

Aniqlangan tezlanish masshtabidan foydalangan holatda v nuqtani nisbiy qiymati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$n_{BA} = \frac{\alpha_{BA}^n}{K_a} = \frac{1.87}{0.219} = 8.53 \text{ mm}$$

Tuzilgan tezlanish rejasidan foydalangan holatda urinma tezlanish qiymatini quyidagi ifoda orqali aniqlayman.

$$\alpha_{BA}^r = \tau_{BA} \cdot K_a = 29.3 \cdot 0.219 = 6.41 \text{ m/s}^2$$

Tezliklar farqini hisoblab topamiz

$$\Delta a = \frac{a_A - a_A^0}{a_A} = \frac{8.09 - 8.042}{8.09} = 0.6\%$$

B nuqtani urunma nisbiy tezlanish qiymatidan foydalangan hloatda burchak tezlanish qiymatini quyidagi ifoda orqali aniqlayman.

$$\varepsilon = \frac{\alpha_{BA}^r}{l_{AB}} = \frac{6.41}{94 \cdot 0.001} = 68.2 \text{ p/s}^2$$

3) Richagli mexanizmlar dinamik tahlili

Mexanizmni kinetostatikaviy hisoblashning asosiy vazifalaridan biri mexanizmni quyidagi parametrlarini aniqlashdan iborat.

- 1) Mexanizm zvenolariga ta'sir etuvchi kuchlarni aniqlash;
- 2) Kinematikaviy juftlarda hosil bo'ladigan reaksiya kuchlarini va yetakchi zvenodagi muvozanatlovchi kuchni aniqlash.

Inertsia kuchi nazarda tutilib olib boriladigan hisoblash kinetostatikaviy hisoblash deb nomlanadi. Bu kuchlarni hisoblash mexanizm zvenolarining mustahkamligini, eyilishga chidamliligini oshirish, mexanizmning barcha kinematikaviy juftlaridagi ishqalanuvchi yuzalarda sarf bo'ladigan quvvatlarni aniqlash uchun lozim bo'ladi.

Mexanizmni kinetostatikaviy hisoblash, asosan, yetakchi zvenoga eng oxirida birlashgan Asur gruppasini hisoblashdan boshlanadi. So'ngra unga ketma – ket birlashgan boshqa gruppalar hisoblanadi va eng sugi urinda yetakchi zveno o'zi hisoblanadi. Demak kuchlar analizi shu ketma – ketlikda hisoblanadi.

Kuchlar analizi uchun beriladigan qiymatlar.

№	Zvenolarning og'irligi [kg]							Zvenolarning inertsia momentlari momentlari [kg.m ²]					
	m ₁	m ₂	m ₃	m ₄	m ₅	m ₆		Js ₁	Js ₂	Js ₃	Js ₄	Js ₅	Js ₆
0	0,8	1,2	1,1					0,11	0,12				

Bo'g'inlar, kinematik juftlar va tayanchlarga turli kuchlarning ta'sirini o'rganish masalasi dinamikaning asosiy masalalaridan biri hisoblanadi. Bundan maqsad mexanizm harakatini engillashtirish va uning uzoq muddatga chidamliligini oshirishdir, ya'ni mexanizm detallarini mustahkamligini hisoblash, kinematik juftlarni edirilish darajasini belgilash va mexanizmni harakatlantirish uchun sarflanadigan quvvatni aniqlash masalalaridir.

Kinetostatik hisobni bajarishda Dalamber printsipi qo'llaniladi. Statikaning muvozanat tenglamalarini qo'llab harakatdagi mexanizmni kuch ta'siridagi analizi kinetostatik analiz deb ataladi.

Quyida mexanizmlarning kinematik juftlaridagi reaksiya kuchlarini aniqlash va ularning muvozanatlovchi kuchlarini aniqlash uslubi bilan misollarda tanishamiz.

Masalani echish uchun quyidagilar berilgan:

1. Mexanizmni turi (metrik o'lchamlari bilan).
2. Bo'g'inlarga ta'sir etuvchi tashqi kuchlar- R.
3. Bo'g'inlarning og'irlik kuchlari- G.
4. Boshlang'ich (etaklovchi) bo'g'inning harakat qonuni ω_1 yoki n_1 .

5. Bo'g'inlar masalalarini inertsia momentlari J.

Yuqoridagilardan foydalanib:

1. Mexanizmni berilgan xolati uchun tezlik va tezlanish rejalari qurib, bo'g'inlarning chiziqli, burchak tezlik va tezlanishlarining miqdori va yo'nalishlari aniqlanadi.

2. Bo'g'inlarni og'irliklari (G) va og'irlik markazi tezlanishlaridan (a_s) foydalanib, inertsia kuchlari va juft kuch momentlarining (F_U, M_U) yo'nalishi va miqdorlari aniqlanadi.

3. Mexanizmi Assur guruxlariga ajratib, oxirgi bog'lanuvchi Assur guruhidan boshlab muvozanatlik tenglamalarini qo'llagan xolda kinematik juftlardagi reaksiya kuchlari aniqlanadi.

4. Yetaklovchi bo'g'inni muvozanatga keltiruvchi kuch (moment) va mexanizmni harakatlantirish uchun sarflanadigan quvvat aniqlanadi.

Kurs loyihasini amalga oshirishda kinematik juftlardagi ishqalanishni hisobga olmasdan yuqoridagi masalalarni hal qilish tartibi bilan tanishamiz

Mexanizmning holati uchun tezlik va tezlanishlar rejalari chiziladi:

Bo'g'inlarning chiziqli va burchak tezlanishlari aniqlanadi

$$a_{s2} = \mu_a \cdot \pi s_2 = 85 \cdot 0,231 = 19,63 [M/c^2],$$

$$a_{s3} = \mu_a \cdot \pi s_2 = 73 \cdot 0,231 = 16,8 [M/c^2],$$

$$\varepsilon_2 = \frac{a_{tBA}}{l_{AB}} = \frac{\mu_a \cdot t_{BA}}{l_{AB}} = 17,7 \left[\frac{1}{c^2} \right]$$

$$\varepsilon_3 = \frac{a_{tBO_2}^t}{l_{O_2B}} = \frac{\mu_a \cdot t_{BO_2}}{l_{O_2B}} = 14,2 \left[\frac{1}{c^2} \right]$$

Bo'g'inlar inertsia hamda og'irlik kuchlarining miqdorlari va yo'nalishlarini aniqlash

$$G_1 = m_1 \cdot g = 0,8 \cdot 9,8 = 7,8 \text{ N}$$

$$G_2 = m_2 \cdot g = 1,2 \cdot 9,8 = 11,8 \text{ N}$$

$$G_3 = m_3 \cdot g = 1,1 \cdot 9,8 = 10,8 \text{ N}$$

$$P_{u_2} = -\frac{G_2}{g} a_{s_2} = -m_2 a_{s_2} = -19,6 \cdot 1,2 = -23,5 [H],$$

$$P_{u_3} = -\frac{G_3}{g} a_{s_3} = -m_3 a_{s_3} = -16,8 \cdot 1,1 = -18,5 [H],$$

$$M_{u_2} = -\varepsilon_2 I_{s_2} = -17,7 \cdot 0,11 = -1,95 [HM]$$

$$M_{u_3} = -\varepsilon_3 I_{s_3} = -14,2 \cdot 0,12 = -1,7 [HM]$$

Inertsia kuchlarining yo'nalishi og'irlik markazlari tezlanishlari yo'nalishiga parallel xolda teskari ravishda yo'nalgan.

Inertsia momentlari yo'nalishi esa bo'g'inlarniig burchak tezlanishlari ε yo'nalishiga qarama-qarshidir. Mexanizm kinematik sxemasida bo'g'inlarning inertsia kuchlari va momentlarini yo'nalishlari belgilanadi.

Kinematik juftlardagi reaksiya kuchlarini aniqlash

Bu masala ohirgi bog'lanuvchi Assur guruhidan boshlanadi va krivoshipni tayanch bilan birgalikdagi guruh bilan tugatiladi;

a) 2-3 bo'g'inlardan tarkib topgan Assur guruhining kinetostatikasi.

2 va 3 bo'g'inlarga $G_2, P_{u2}, M_{u2}, G_3, P_{u3}, M_{u3}$ kuchlar va momentlar tasir etadi.

B va O₂ kinematik juftdagi reaksiya kuchini R_{21}^n, R_{21}^t va R_{43}^t, R_{43}^n tashkil etuvchilarga ajratib yo'nalishini tahminan qabul qilamiz.

2,3 Assur guruhining muvozanatlik tenglamasini tuzamiz:

$$R_{21}^n + R_{21}^t + \overline{G_2} + P_{u2} + G_3 + P_{u3} + R_{43}^t + R_{43}^n = 0$$

Tenglamada $R_{21}^n; R_{21}^t; R_{43}^n; R_{43}^t$ kuchlarining miqdorlari noma'lum. Shulardan 2 tasini aniqlash uchun 2 va 3 bo'g'inlarga ta'sir etuvchi kuchlardan nuqtaga nisbatan momentlar olib ularning yig'indisi nolga tenglashtiriladi.

2- bo'g'inga ta'sir etuvchi kuch momentlari:

$$\sum M_B = 0$$

$$-M_{u2} - R_{21}^t \cdot AB - G_2 h_{G_2} + P_{u2} h_{P_{u2}} = 0$$

$$R_{21}^t = \frac{M_{u2} + G_2 h_{G_2} - P_{u2} h_{P_{u2}}}{AB} = \frac{-1.9 + 11.8 \cdot 49 + 23.5 \cdot 61}{125} = 16.1 [H]$$

3- bo'g'inga ta'sir etuvchi kuchlardan olingan momentlar yi/indisi:

$$\sum M_K = 0$$

$$M_{u3} - R_{43}^t \cdot O_2 K + G_3 h_{G_3} - P_{u3} h_{P_{u3}} = 0 \quad (5)$$

bundan

$$R_{43}^t = \frac{M_{u3} + G_3 h_{G_3} - P_{u3} h_{P_{u3}}}{O_2 K} = \frac{-1.7 + 10.8 \cdot 24 + 18.5 \cdot 10}{72} = 6.1 [H]$$

$$\text{Rejaning masshtabi } \mu_F = \frac{R_{21}^t}{ab} = \frac{16.1}{90} = 0.178 \text{ N/mm}$$

Demak, R_{21}^t kuchi ab kesmasi bilan ifodalanadi.(ab kesma ixtiyoriy uzunlikda tanlanadi). Qolgan kuchlarni ifodalovchi kesmalar hisoblanishi kerak, ya'ni

$$bc = \frac{G_2}{\mu_F} = \frac{11.8}{0.178} = 66 [MM],$$

$$cd = \frac{P_{u2}}{\mu_F} = \frac{23.5}{0.178} = 132 [mm]$$

$$de = \frac{G_3}{\mu_F} = \frac{10.8}{0.178} = 60.5 [mm]$$

$$ef = \frac{P_{u3}}{\mu_F} = \frac{18.5}{0.178} = 104 [mm]$$

$$fg = \frac{R_{43}^t}{\mu_F} = \frac{6.1}{0.178} = 34 [mm]$$

Tuzilgan kuch rekjasidan foydalanib qolgan kuchlarning miqdorlarini aniqlab olamiz.

$$R_{21}^n = ah \cdot \mu_F = 25 \cdot 0.178 = 4.5 N$$

$$R_{43}^n = gh \cdot \mu_F = 45 \cdot 0.178 = 8 N$$

$$R_{21}^n = ak \cdot \mu_F = 265 \cdot 0.178 = 47.2 N$$

$\overline{R}_{21}q - \overline{R}_{12}$ nazarga olib, krivoshipni kinetostatik hisobi bajariladi. Shakldan krivoship bo'lak ravishda chiziladi. Unga ta'sir etuvchi kuchlar quyidagilardir:

R_{21} – shatunning krivoshipga ta'sir(reaktsiya) kuchi.

P_M – krivoshipni (mexanizmni) muvozanatlovchi kuch. Bu kuch krivoship holatiga tik R_{21} reaksiya kuchiga qarshi yo'nalgan.

R_{01} – tayanchning krivoshipga ta'sir(reaktsiya) kuchi.

Krivoshipni aylanish markazi O nuqtani nisbatan kuchlardan moment olinib P_M kuchi aniqlanadi.

$$P_M \cdot l_{OA} + R_{12} \cdot h_{R12} \cdot \mu_e = 0$$

$$P_M = \frac{R_{12} \cdot h_{R12} \cdot \mu_l}{l_{OA}} = \frac{R_{12} \cdot h_{R12} \cdot \mu_l}{OA \cdot \mu_l} = \frac{47.2 \cdot 47}{50} = 44.3 \quad [H]$$

Krivoshipga ta'sir etuvchi kuchlar rejasini μ_F masshtabida chizamiz va R_{01} kuchini aniqlaymiz.

$$\text{Kuch rejas masshtabi: } \mu_F = \frac{R_{12}}{ab} = \frac{47.2}{50} = 0.944 [N/mm]$$

Keltirilgan kuch rejasidan:

$$R_{01} = \mu_F \cdot ac = 0.944 \cdot 3 = 2.83 [H]$$

Muvozanatlovchi moment va quvvat quyidagicha aniqlanadi:

$$M_m = P_m \cdot l_{OA} = 44.3 \cdot 0.65 = 28.8 Nm$$

N.E.JUKOVSKIYNING “QATTIQ RICHAG” USULI.

Muvozanatlovchi kuchni N.E.Jukovskiyning “qattiq richag” usuli bilan ham aniqlash mumkin. Mexanizm holati uchun tezlik rejas ma'lum masshtabda chiziladi.

Bu reja N.E.Jukovskiyning “qattiq richag”i hisoblanadi. So'ngra mexanizmga ta'sir etuvchi kuchlarni hammasini (momentlarni juft kuchga ajratgan holda) 90° burib “qattiq richag”ni nuqtalariga keltirib qo'yiladi. Qutb

nuqtasiga nisbatan kuchlardan olingan momentlar yi/indisi nolga tengligidan foydalanib, R_M - muvozanatlovchi kuch aniqlanadi. Birinchi misolimizdagi (1-shakl) mexanizmni muvozanatlovchi kuchni “qattiq richag” usuli bilan aniqlaymiz.

Kuchlarni soat strelkasi harakati yoʻnalishiga mos ravishda 90° burib richag nuqtalariga qoʻyamiz.

Boʻgʻinga taʼsir etuvchi momentlarni juft kuchlarga ajratish uchun mexanizmdan boʻgʻinlar momentlar holati oʻzgartirilmay shartli ravishda ajratiladi va chiziladi.

$$F_A = F_{B_2} = \frac{M_{u_2}}{l_{AB}} = \frac{1.95}{1.625} = 1.2 \text{ N}$$

$$F_{O_2} = F_{B_3} = \frac{M_{u_3}}{l_{O_2B}} = \frac{1.7}{1.3} = 1.3 \text{ N}$$

Juft kuchlar 90° ga burilib tegishli nuqtalarga keltirib qoʻyiladi.

Muvozanatlovchi kuchni ham 90° ga burib qattiq richagning P nuqtasiga nisbatan kuchlar momentlarini yigʻindisi nolga tengligidan foydalanib P_M kuchi aniqlanadi.

$$P_M \cdot Pa - F_{B_3} \cdot h_{F_{B_3}} + P_{u_2} \cdot h_{P_{u_2}} + F_{B_2} \cdot h_{F_{B_2}} - G_2 h_{G_2} + P_{u_3} h_{P_{u_3}} - G_3 h_{G_3} - F_A \cdot h_{FA} = 0$$

$$P_M = \frac{-F_{B_3} \cdot h_{F_{B_3}} - P_{u_2} \cdot h_{P_{u_2}} - F_{B_2} \cdot h_{F_{B_2}} + G_2 h_{G_2} - P_{u_3} h_{P_{u_3}} + G_3 h_{G_3} - F_A h_{FA}}{Pa} =$$

$$\frac{-1.3 \cdot 90 + 23.52 \cdot 28 - 1.2 \cdot 47 + 11.8 \cdot 7.6 + 18.5 \cdot 20 + 10.8 \cdot 43 + 1.2 \cdot 25}{80} = 41.4 \text{ N}$$

Ikki usul orqali aniqlangan muvozanatlovchi kuchlarni farqli ravishda aniqlanadi.

$$\Delta P_M = \frac{P_M^{\text{ж}} - P_M^n}{P_M^{\text{ж}}} 100\% = \frac{|41,4 - 44,3|}{41,4} \cdot 100 = 7,01\% \text{ H}$$

Ikki usul orqali aniqlangan muvozanatlovchi kuch natijasi 7.01% ni tashkil qilishi aniqlandi. Olingan natija mumkin qadar aniq holatda hisoblangan.

Xulosa

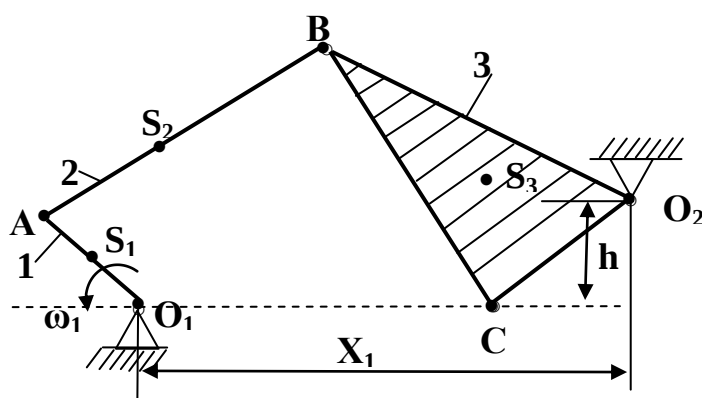
Xulosa qilib shuni aytish mumkinki mexanizm tarkibida boʻlgan har bir zveno oʻzining harakatlanish qoidasiga asosan oʻz harakatlarini bajarib, harakatlanish davrida kinematik juftliklarida sodir boʻladigan har bir jarayonlarni oʻrganib chiqdim. Bunda kinematik juftliklardagi absalyut va nisbiy tezliklar, tezlanishlar hamda shu nuqtalarga taʼsir etuvchi ichki foydali,

ichki zararli qarshilik kuchlarni, nuqtalardagi mahaliy kuchlarni tahlil qildim. Bundan tashqari zvenolarning kinematik juftliklaridagi reaksiya kuchlarini tahlil qilib undagi vaziatlarni aniqladim.

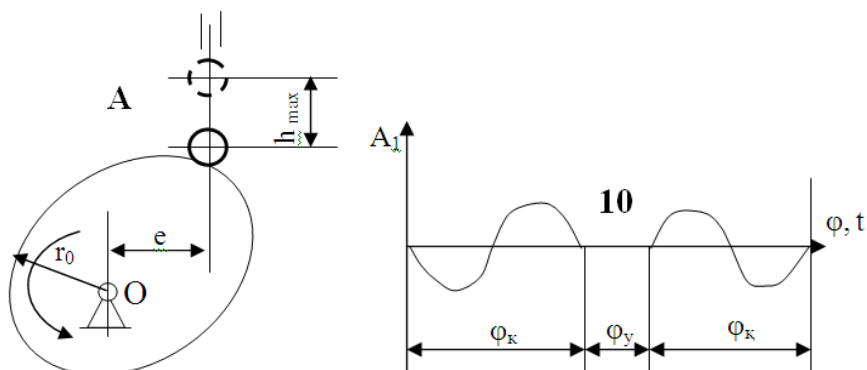
Mexanizmlarni analiz qilish davrida ularni ikki usul orqali urganib ikkalasidan olingan natijalarni solishtirib aniq bir xulosaga keldim. Bu usullarning birinchisi analitik usul bo'lib bunda mexanizm tarkibidagi barcha nuqtalarni aniq bir vaziatdagi holatlari tekshirilib, qolgan vaziatlar uchun ham zveno nuqtalaridagi holatlar natijalari shunga yaqin bo'ladi deb faraz qilinishi to'g'ri ekanligiga yana bir bora ishonch hosil qildim. Ikkinchi usul esa grafaanalitik usul bo'lib, bunda mexanizmning istalgan bir nuqtasi olinib shu nuqtaning to'la 12 holati natijalari olinadi va shu natijalar buyicha yo'l va oraliq diagrammalari urganilib shunga asosan tezlik va tezlanish grafiklari quriladi. Grafiklardan olingan natijalar bilan analitik usulda olingan natijalar solishtirilib xulosa qilinadi. Bunda zveno nuqtalarida jarayonlarning aniq natijalari olinar va ular solishtirilib xulosa qabul qilish mumkunligiga iqror buldim.

Kurs loyihasi topshiriqlar to'plami

0 – topshiriq



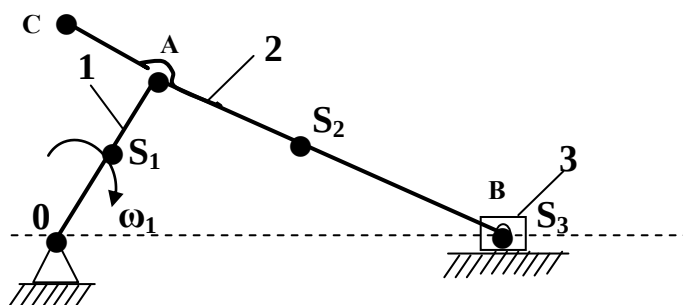
Zvenolarning uzunligi	Berilgan kattaliklar	Variantlar									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$AB = 2,5. O_1 A$	$O_1 A \text{ м}$	0,03	0,04	0,05	0,045	0,15	0,06	0,65	0,25	0,05	0,06
$BC = 2,0. O_1 A$	φ, grad	20	10	60	20	50	40	10	20	30	20
$O_2 C = 1,5. O_1 A$	$n \text{ айл/мин}$	50	30	40	60	75	65	85	75	100	120
$O_2 B = 2,0. O_1 A$	$P, \text{н}$	50	55	70	50	30	40	100	80	210	150
$X_1 = 3,0. O_1 A$											
$h = 1,3. O_1 A$											



1- jadval

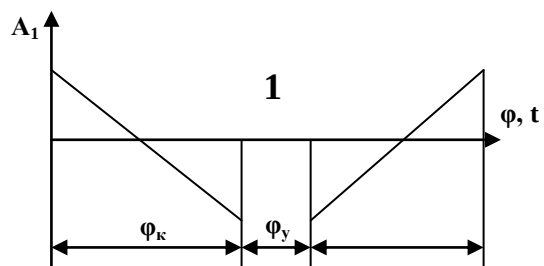
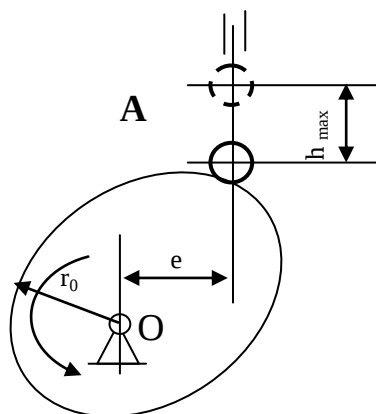
№	r_0	h	E	φ_k	φ_u	φ_q	φ_{ya}
	Mm			grad			
1	30	40	10	120	30	120	90
2	35	30	10	90	80	90	100
3	40	35	15	120	45	120	75
4	30	40	10	90	30	90	150
5	35	45	15	120	90	120	30
6	35	40	10	90	60	90	120
7	40	35	10	120	60	120	60
8	40	35	15	90	100	90	80
9	30	35	10	120	60	120	60
10	30	40	15	90	30	90	150

1 – topshiriq



Zvenolarning uzunligi	Berilgan kattaliklar	Variantlar									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$AB = 2,5. O_1 A$	$O_1 A \text{ м}$	0,03	0,04	0,05	0,045	0,15	0,06	0,65	0,25	0,05	0,06

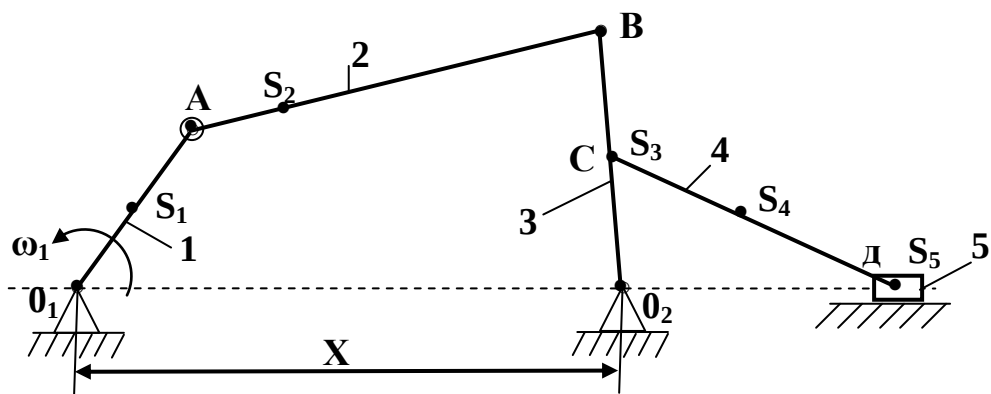
AC = 0,5 O ₁ A	φ, grad	20	10	60	20	50	40	10	20	30	20
	n айл/мин	50	30	40	60	75	65	85	75	100	120
	P, н	50	55	70	50	30	40	100	80	210	150



1- jadval

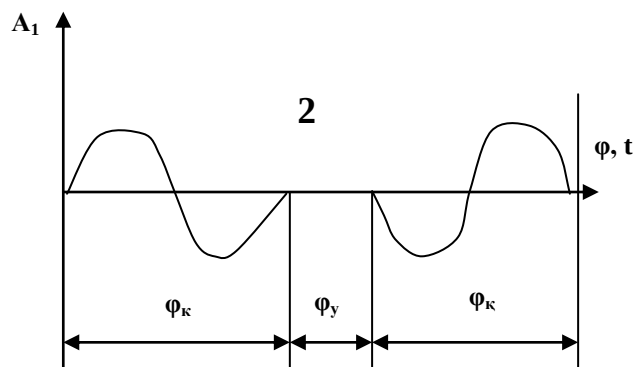
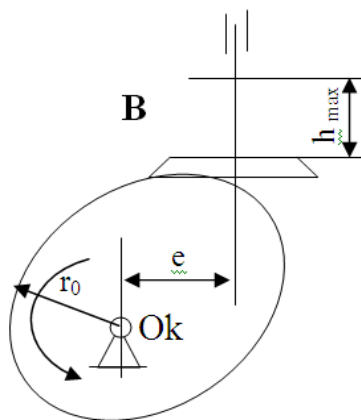
№	r ₀	h	E	φ _k	φ _y	φ _q	φ _{ya}
	mm			grad			
1	30	40	10	120	30	120	90
2	35	30	10	90	80	90	100
3	40	35	15	120	45	120	75
4	30	40	10	90	30	90	150
5	35	45	15	120	90	120	30
6	35	40	10	90	60	90	120
7	40	35	10	120	60	120	60
8	40	35	15	90	100	90	80
9	30	35	10	120	60	120	60
10	30	40	15	90	30	90	150

2 – topshiriq



Zvenolarning uzunligi	Berilgan kattaliklar	Variantlar									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

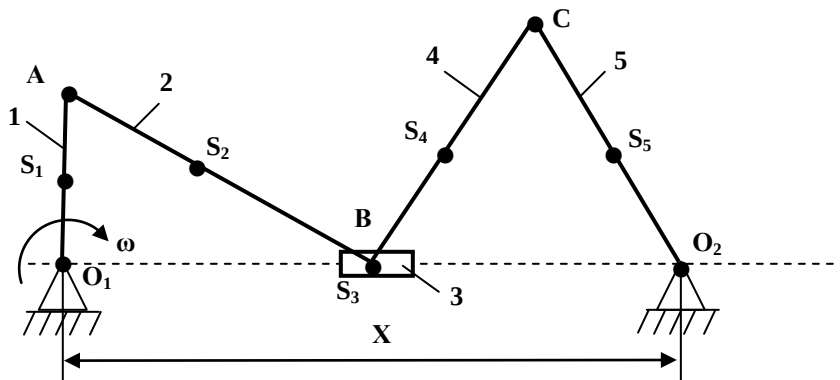
$AB = 1,5 \cdot O_1 A$ $BO_2 = 1,5 \cdot O_1 A$ $BC = 0,5 \cdot O_1 A$ $CD = 2,0 \cdot O_1 A$ $X = 1,75 \cdot O_1 A$	$O_1 A$ м	0,05	0,04	0,06	0,05	0,07	0,06	0,05	0,15	0,05	0,06
	φ , grad	60	70	60	50	80	100	70	50	40	30
	n айл/мин	55	80	140	160	70	60	85	70	100	120
	P, н	55	50	75	55	35	45	90	80	110	150



1- jadval

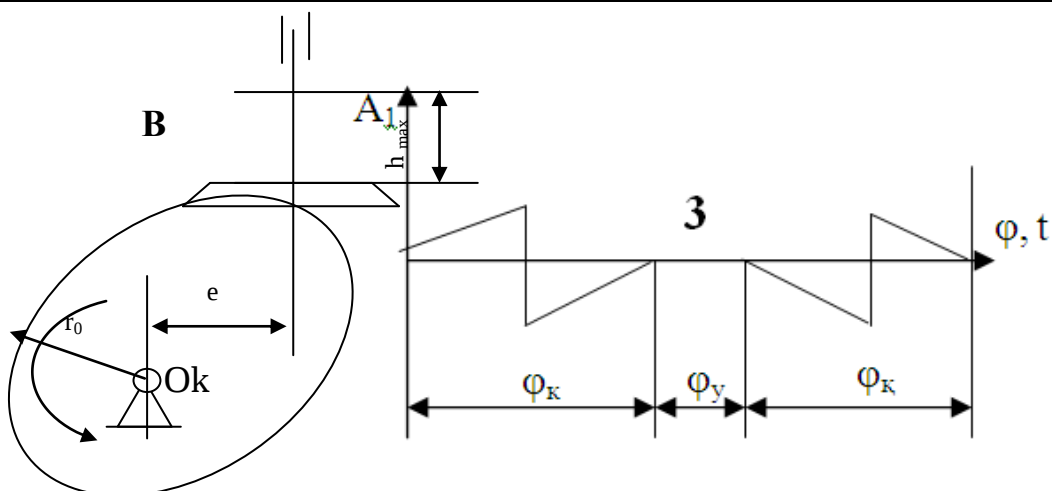
№	r_0	h	E	φ_k	φ_u	φ_q	φ_{ya}
	mm			grad			
1	30	40	10	120	30	120	90
2	35	30	10	90	80	90	100
3	40	35	15	120	45	120	75
4	30	40	10	90	30	90	150
5	35	45	15	120	90	120	30
6	35	40	10	90	60	90	120
7	40	35	10	120	60	120	60
8	40	35	15	90	100	90	80
9	30	35	10	120	60	120	60
10	30	40	15	90	30	90	150

3 – topshiriq



Zvenolarning uzunligi	Berilgan kattaliklar	Variantlar									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

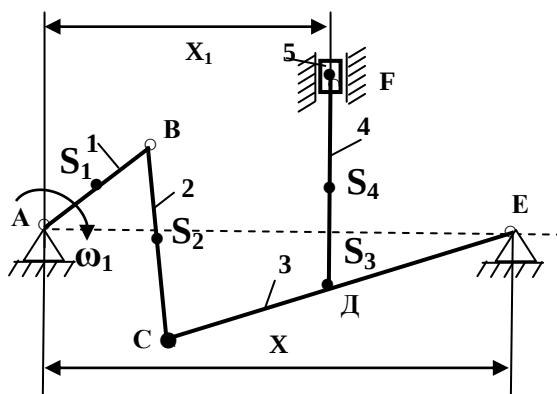
$AB = 1,5 \cdot OA$ $BC = 1,5 \cdot OA$ $CO_2 = 1,5 \cdot OA$ $X = 2,5 \cdot O_1A$	O_1A м	0,04	0,05	0,07	0,05	0,06	0,08	0,05	0,05	0,06	0,07
	φ , grad	40	70	80	60	90	100	60	80	40	60
	n айл/мин	75	90	120	140	170	160	185	170	100	120
	P, н	55	50	75	55	35	45	90	80	110	150



1- jadval

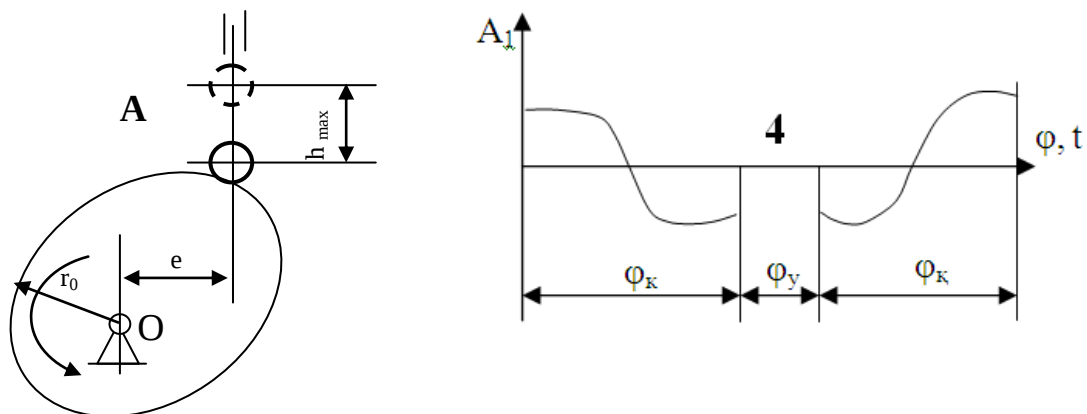
№	r_0	h	E	φ_k	φ_u	φ_d	φ_{ya}
	mm			grad			
1	30	40	10	120	30	120	90
2	35	30	10	90	80	90	100
3	40	35	15	120	45	120	75
4	30	40	10	90	30	90	150
5	35	45	15	120	90	120	30
6	35	40	10	90	60	90	120
7	40	35	10	120	60	120	60
8	40	35	15	90	100	90	80
9	30	35	10	120	60	120	60
10	30	40	15	90	30	90	150

4 – topshiriq



Zvenolarning uzunligi	Berilgan kattaliklar	Variantlar									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
BC = 2,0. AB CD = 1,5 AB	AB м	0,05	0,07	0,06	0,05	0,07	0,06	0,05	0,08	0,06	0,07

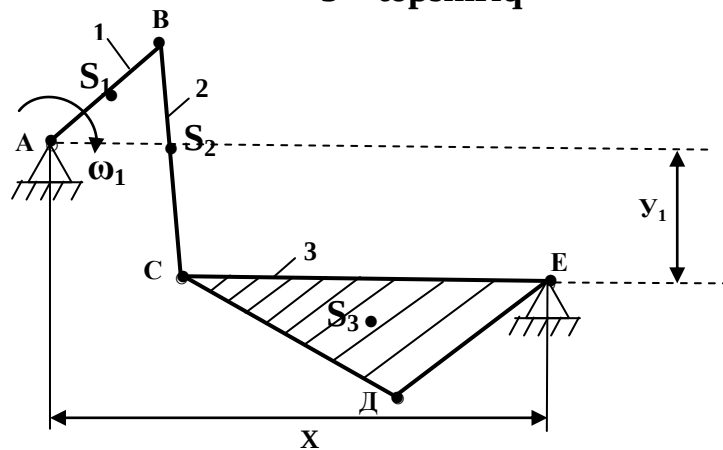
$\Delta E = 1,5. \text{ AB}$ $X_1 = 1,0. \text{ AB}$ $X = 2,5. \text{ AB}$ $\Delta F = 1,5. \text{ AB}$	$\varphi, \text{ grad}$	40	70	80	60	90	100	60	80	40	60
	$n \text{ айл/мин}$	50	90	120	130	140	120	100	110	100	130
	$P, \text{ н}$	55	50	75	55	35	45	90	80	110	150



1- jadval

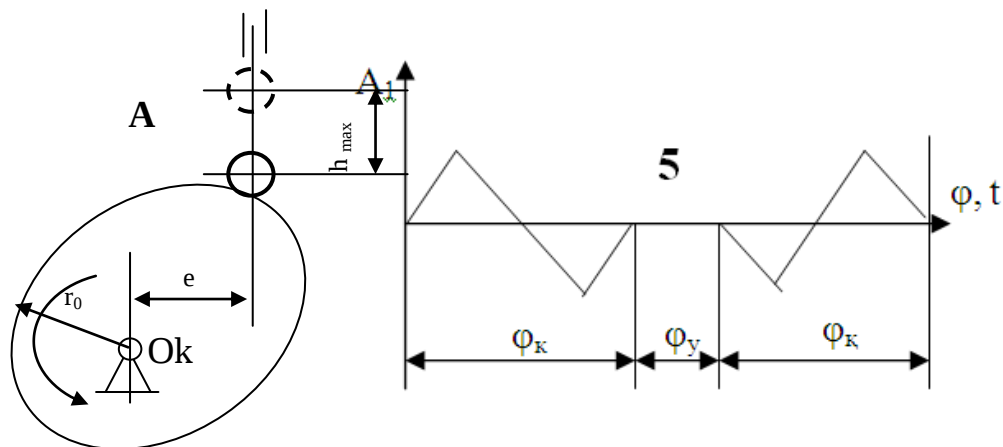
№	r_0	h	E	φ_k	φ_u	φ_d	φ_{ya}
	mm			grad			
1	30	40	10	120	30	120	90
2	35	30	10	90	80	90	100
3	40	35	15	120	45	120	75
4	30	40	10	90	30	90	150
5	35	45	15	120	90	120	30
6	35	40	10	90	60	90	120
7	40	35	10	120	60	120	60
8	40	35	15	90	100	90	80
9	30	35	10	120	60	120	60
10	30	40	15	90	30	90	150

5 – topshiriq



Zvenolarning uzunligi	Berilgan kattaliklar	Variantlar									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$BC = 2,0. \text{ AB}$	$AB \text{ м}$	0,06	0,05	0,07	0,05	0,08	0,05	0,09	0,08	0,06	0,07

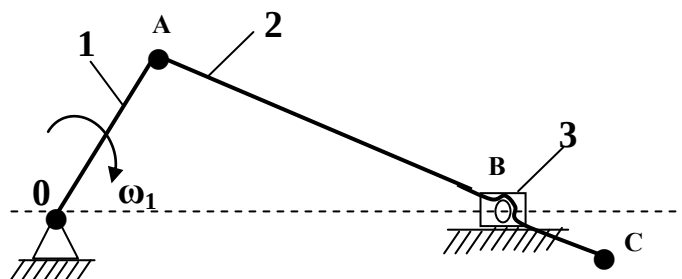
CD=1,5. AB DE =1,5 . AB CE=2,5.AB X = 3. AB Y₁ = 1,5 . AB											
	φ , grad	50	60	80	70	90	50	70	80	90	60
	n айл/мин	70	80	150	130	140	130	100	110	100	130
	P, н	55	50	75	55	35	45	90	80	110	150



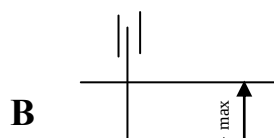
1- jadval

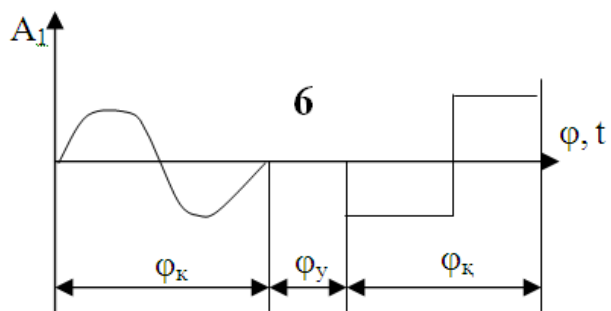
№	r_0	h	E	φ_k	φ_u	φ_d	φ_{ya}
	mm			grad			
1	30	40	10	120	30	120	90
2	35	30	10	90	80	90	100
3	40	35	15	120	45	120	75
4	30	40	10	90	30	90	150
5	35	45	15	120	90	120	30
6	35	40	10	90	60	90	120
7	40	35	10	120	60	120	60
8	40	35	15	90	100	90	80
9	30	35	10	120	60	120	60
10	30	40	15	90	30	90	150

6 – topshiriq

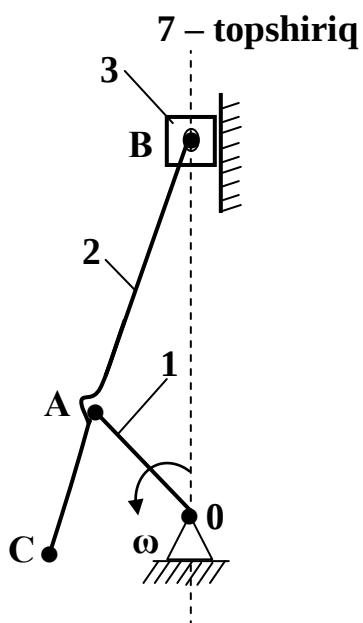


Zvenolarning uzunligi	Berilgan kattaliklar	Variantlar									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
AB = 2,3. OA AC=1,3. OA	OA м	0,06	0,05	0,07	0,05	0,08	0,05	0,09	0,08	0,06	0,07
	φ , grad	50	60	80	70	90	50	70	80	90	60
	n айл/мин	70	80	150	130	140	130	100	110	100	130
	P, н	55	50	75	55	35	45	90	80	110	150

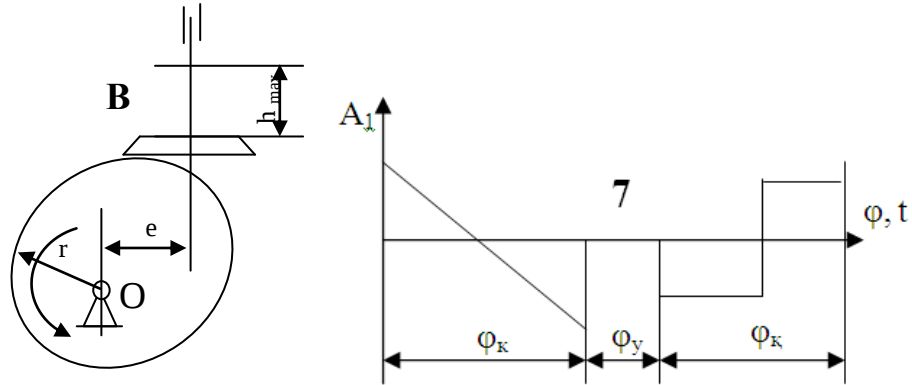




№	r_0	h	E	φ_k	φ_u	φ_d	φ_{ya}
	Mm			grad			
1	30	40	10	120	30	120	90
2	35	30	10	90	80	90	100
3	40	35	15	120	45	120	75
4	30	40	10	90	30	90	150
5	35	45	15	120	90	120	30
6	35	40	10	90	60	90	120
7	40	35	10	120	60	120	60
8	40	35	15	90	100	90	80
9	30	35	10	120	60	120	60
10	30	40	15	90	30	90	150

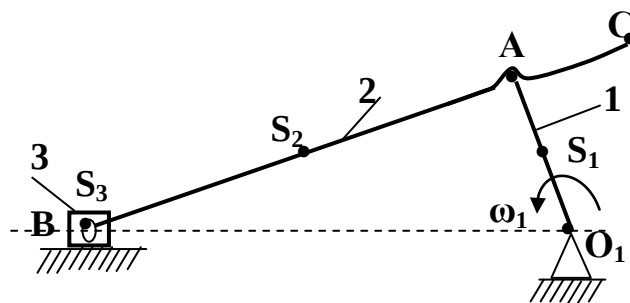


Zvenolarning uzunligi	Berilgan kattaliklar	Variantlar									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
AB = 2,0. OA AC=0,5. OA	OA м	0,05	0,07	0,06	0,05	0,07	0,06	0,05	0,08	0,06	0,07
	φ , grad	40	70	80	60	90	100	60	80	40	60
	n айл/мин	50	90	120	130	140	120	100	110	100	130
	P, н	55	50	75	55	35	45	90	80	110	150



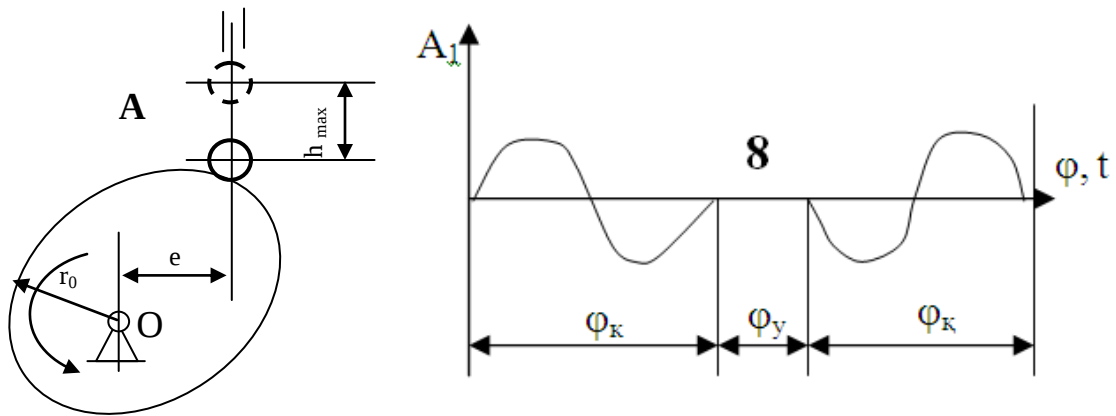
№	r_0	h	E	φ_k	φ_u	φ_q	φ_{ya}
	Мм			grad			
1	30	40	10	120	30	120	90
2	35	30	10	90	80	90	100
3	40	35	15	120	45	120	75
4	30	40	10	90	30	90	150
5	35	45	15	120	90	120	30
6	35	40	10	90	60	90	120
7	40	35	10	120	60	120	60
8	40	35	15	90	100	90	80
9	30	35	10	120	60	120	60
10	30	40	15	90	30	90	150

8 –topshiriq



Zvenolarning uzunligi	Berilgan kattaliklar	Variantlar									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
AB = 2,8. O ₁ A AC = 0,5. O ₁ A	O ₁ A м	0,2	0,3	0,5	0,25	0,38	0,25	0,15	0,18	0,26	0,17
	φ , grad	6	40	80	45	90	55	70	65	55	75
	n айл/мин	55	65	125	115	155	105	195	145	120	140

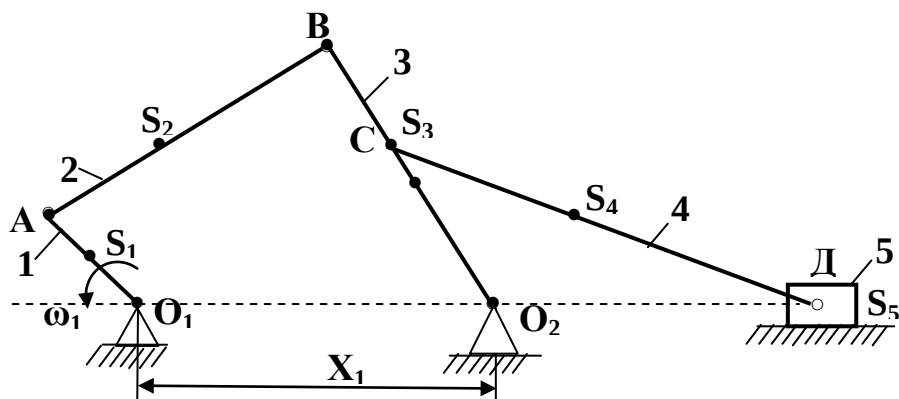
	P, н	40	70	50	65	35	45	90	80	110	150
--	------	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----



1- jadval

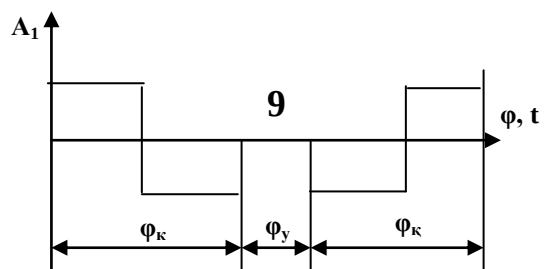
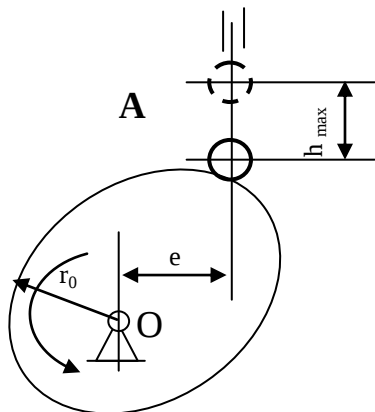
№	r_0	h	E	ϕ_k	ϕ_u	ϕ_d	ϕ_{ya}
	mm			grad			
1	30	40	10	120	30	120	90
2	35	30	10	90	80	90	100
3	40	35	15	120	45	120	75
4	30	40	10	90	30	90	150
5	35	45	15	120	90	120	30
6	35	40	10	90	60	90	120
7	40	35	10	120	60	120	60
8	40	35	15	90	100	90	80
9	30	35	10	120	60	120	60
10	30	40	15	90	30	90	150

9 – topshiriq



Zvenolarning uzunligi	Berilgan kattaliklar	Variantlar									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
AB = 1,5. O ₁ A	O ₁ A м	0,03	0,04	0,05	0,045	0,15	0,06	0,65	0,25	0,05	0,06
BC = 0,75. O ₁ A	ϕ , grad	20	10	60	20	50	40	10	20	30	20
O ₂ C = 1,0. O ₁ A	n айл/мин	50	30	40	60	75	65	85	75	100	120

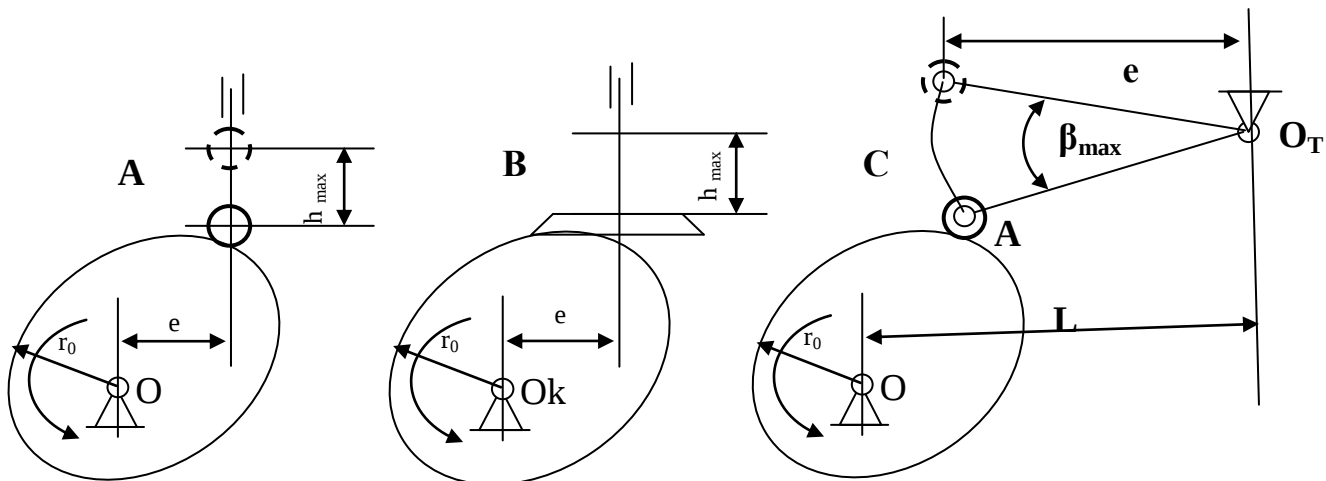
$X_1 = 2,0 \cdot O_1 A$ $CD = 2,0 \cdot O_1 A$	P, H	50	55	70	50	30	40	100	80	210	150
---	------	----	----	----	----	----	----	-----	----	-----	-----



1- jadval

№	r_0	h	E	φ_k	φ_u	φ_d	φ_{ya}
	mm			grad			
1	30	40	10	120	30	120	90
2	35	30	10	90	80	90	100
3	40	35	15	120	45	120	75
4	30	40	10	90	30	90	150
5	35	45	15	120	90	120	30
6	35	40	10	90	60	90	120
7	40	35	10	120	60	120	60
8	40	35	15	90	100	90	80
9	30	35	10	120	60	120	60
10	30	40	15	90	30	90	150

Kulachokli mexanizmlar bo'yicha variantlar



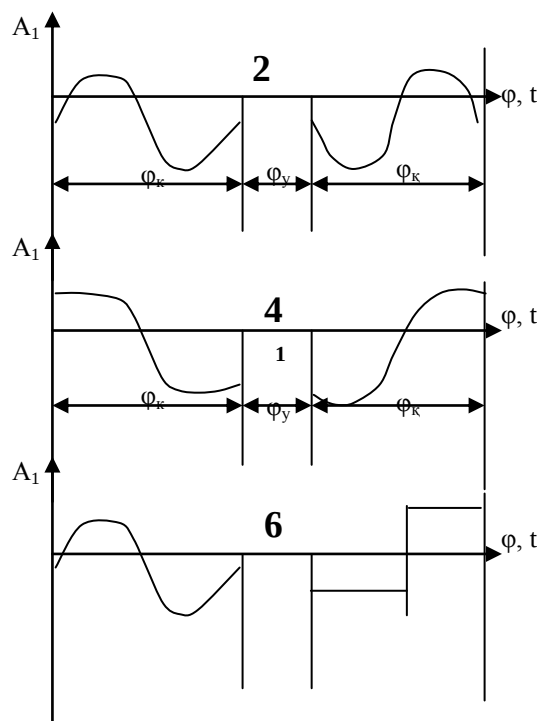
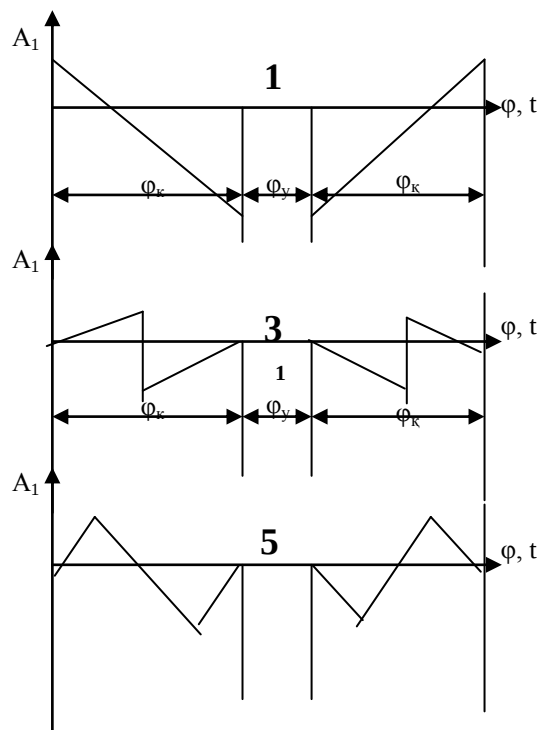
1- jadval

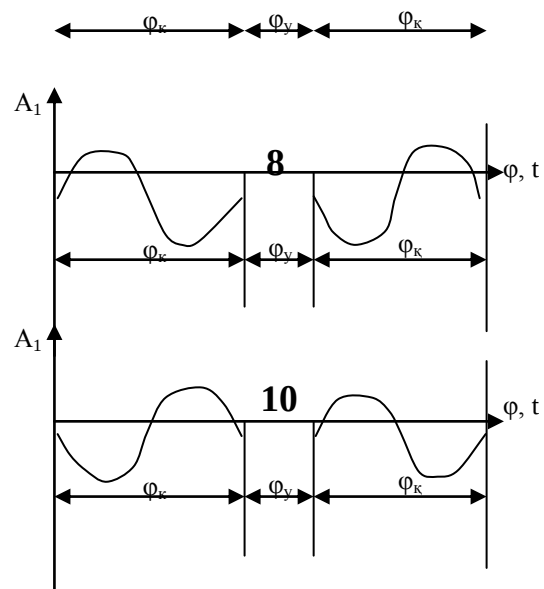
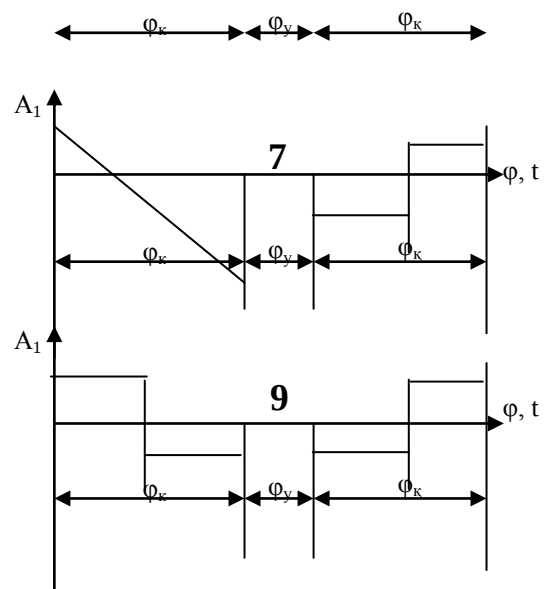
№	r_0	h	E	φ_k	φ_u	φ_q	φ_{ya}
	mm			grad			
1	30	40	10	120	30	120	90
2	35	30	10	90	80	90	100
3	40	35	15	120	45	120	75
4	30	40	10	90	30	90	150
5	35	45	15	120	90	120	30
6	35	40	10	90	60	90	120
7	40	35	10	120	60	120	60
8	40	35	15	90	100	90	80
9	30	35	10	120	60	120	60
10	30	40	15	90	30	90	150

2- jadval

№	L	e	Ψ_0	Ψ_{mah}	φ_k	φ_u	φ_q	φ_{ya}
1	75	40	15	30	90	90	90	90
2	80	45	20	32	20	60	120	60
3	85	50	30	25	90	60	90	120
4	95	60	15	30	120	80	120	100
5	105	70	20	30	90	60	90	120
6	110	80	20	45	100	80	100	80
7	120	85	15	30	90	40	90	130
8	110	75	20	35	110	40	110	100
9	100	65	20	30	90	75	90	105
10	95	60	25	30	120	30	120	90

Kulachokli mexanizmi turtkichining harakat qonunlari.





Mustaqil ta'lim mashg'ulotlari mavzulari

Mustaqil ta'limni tashkil etishning shakli 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'lim 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 foyidalanib 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 ijodiy qobiliyatlarini rivojlantiradi. Shuning uchun ham mustaqil ta'limsiz o'quv faoliyati samarali bulishi 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 tushunchalar.
- 6 Mexanizm va mashinalarning tuzulish asoslarining asosiy tushuncha va qoidalari.
- 7 Ideo va real bog'lanishlar.
- 8 Zvenolar va kinematik juftlarni shartli belgilash.
- 9 Kinematik zanjirlar va ularning turlari.
- 10 Mexanizmlarning racional klassifikatsiyasiga nisbatan qo'yiladigan talablar.
- 11 quyi kinematik juftli II – klass 2 – tartibli gruppaning modifikatsiyalari.
- 12 Fazoviy va tekis mexanizmlar tuzulish 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 differensial mexanizmlarda uzatish nisbati.
- 24 Mushtakli mexanizmlar turlari.
- 25 Mushtakli mexanizm chiqish bo'g'inining harakat qonunini 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 inertiya 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 metodi 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 metodlari integral chiziqlar.
- 55 Uzatish funkciyasi haqida tushuncha.
- 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 metodi.
- 61 Shesternalardan tuzilgan murakkab uzatmalar.
- 62 Villis formulasi.
- 63 Fazoda harakatlanuvchi shesternyali mexanizmlar.
- 64 Satelli o`zgaruvchan bo`rchak tezlikli epiceklik 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 inerciya momenti haqida tushuncha.
- 71 Harakat differensial tenglamasini taqribiy integrallash.

- 72 Ketma – ket, parallel ulchashdagi mexanik foydali ish koefficienti.
- 73 Mashinaning doviy va doviymas harakati.
- 74 Urinma kuchlar usuli bilan ortiqcha ishini topish.
- 75 I. I. Artobolevskiy metodi.
- 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 tula va qisman muvozanatlash.
- 80 Mexanizm harakatini urganishda Lagranj tenglamasining tadbiqu.

II. 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

		muvoqif 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'lanishidir.
Sterjenli mexanizm	core mechanism	mexanizm zvenolari asosan sterjen ko'rinishida 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
Reaksiya	reaction	kinematik juftdagi ikki zvenoning o'zaro ta'sir kuchi.
Muvozanatlovchi kuch	the balance of power	dvigatel kuchi, shartli krivoshipga qo'yilib, 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 xarakteri 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 mexanizmda zvenodagi maxsus burtiklar yordamida harakat uzatib, 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.
Inertsia imkoniyati	the possibility of inertia	bu keltirilgan inertsia momenti qiymatini tsikl davomida o'zgarishi.
Maxovik	leper	kinetik energiya akkumulyatori.

III. Ilovalar

Fan dasturi

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**Рўйхатга олинди
№_BD5321500-3.06
201__ й “____” ____**

**Ўзбекистон Республикаси
Олий ва ўрта махсус таълим
вазирлигининг 201__й
“____” ____даги “____” сонли
буйруғи билан тасдиқланган.**

«Механика-2» фанидан

ЎҚУВ ДАСТУРИ

Билим соҳаси:	300000 – Ишлаб чиқариш техник соҳа
Таълим соҳаси:	320000 – Ишлаб чиқаришлар технологияси
Таълим йўналиши:	5321500 – Технологиялар ва жиҳозлар (тармоқлар бўйича)

Тошкент – 201_

Фаннинг ўқув дастури Олий ва ўрта махсус, касб – ҳунар таълими йўналишлари бўйича ўқув-услубий бирлашмалари фаолиятини мувофиқлаштирувчи Кенгашнинг 201_ йил “__” _____даги “__” – сон мажлис баёни билан мақулланган.

Фаннинг ўқув дастури Бухоро Мухандислик-технология институтида ишлаб чиқилди.

Тузувчилар:

Иногорова Д.А. – Тошкент Давлат техника университети, “Машинасозлик технологияси” кафедраси доценти, техника фанлари номзоди.

Жўраев Т. О. – Бухоро муҳандислик – технология институти, “Технологиялар ва жиҳозлар” кафедраси катта ўқитувчиси.

Такризчилар:

И. И. Сафаров – Бухоро муҳандислик – технология институти, “Олий математика” кафедраси мудири ф.м.ф.док. проф.

З.Р.Насуллаев - “ЎЗБЕК НЕФТЕГАЗ” МХК, “ЎЗНЕФТГАЗМАШ” АК, “Бухоро таъмирлаш механика заводи” ОАЖ техника бўлими бошлиғи.

Фаннинг ўқув дастури Бухоро муҳандислик- технология институти Илмий – услубий Кенгашида тасвир қилинган (201_ йил “_” _____ “_” сонли баённома).

КИРИШ

Ушбу дастур йўналиш бакалаврларини «Механизм ва машиналар» умумқасбий фанини замон талаблари даражасида назарий ва амалий машғулотларда малакали мутахассис қилиб тайёрлаш учун етарли бўлган асосий мавзуларни қамраб олган.

Олий ўқув юртларида тайёрланган мутахассисларнинг касб-ҳунар коллежларида муваффақият билан ишлаши ўша соҳанинг мавқеини янада кўтарди. Шунинг учун олий ўқув юртларининг нуфузи уларнинг бош

меъзонларида ўз ифодасини топган. “Механизм ва машиналар назарияси” курсини ўқитишдан мақсад қуйида кўрсатилган муаммолар бўйича талабаларга билимлар тизимини бериш ва улар асосида малака ва кўникмалар шакллантириш. Машиналар таркибидаги барча звеноларни ҳаракатларини урганиш уларни ишлашини текшири ва тузиш тамойиллари. «Механизм ва машиналар» фани талабаларга звенолар, механизмлар, кинематик жуфтликлар, ва уларни ишлаш жараёнида ораларида бўладиган муаммоларни ҳал қилишга имкон берадиган назарий билимлар беради.

Ушбу дастур механизм ва машиналар турли хил конструкцияларини ўрганиш, уларни тузилиши кинематик, динамик таҳлил ва синтези тушунчаларига эга бўлиши ва ниҳоят уларнинг оптимал параметрларини замонавий ўлчаш ва ҳисоблаш масалаларини қамрайди.

Бу фанни урганишда, фаннинг маъруза, амалий, тажриба ва мустақил иш қисмларга ажиратиб урганиш назарда тутилган.

Ўқув фанининг мақсади ва вазифалари.

“Механика-2” фани ўқитишдан мақсад – талабаларда механизм ва машиналарнинг турли хил конструкцияларини, тузилиши, кинематикаси, динамик анализ ива сентизи тушунчаларини ҳосил қилиш, машина ва механизмларни текшириш воситалари билан танишиш ва ниҳоят уларни оптимал параметрларини замонавий ўлчаш ва ҳисоблаш техникаси ёрдамида аниқлаш усуллари бўйича йўналишлар профилларга мос билим, кўникма ва малакали шакллантиришдир.

Фаннинг вазифаси – талабаларга машина ва механизмлар назариясини асосий тушунчалари орқали замонавий талабаларга жавоб берувчи машиналар, механизмлар, қурилмалар, приборлар ва комплексларни анализ қилиш ва лойиҳалаш асосларини ўргатишдан иборат.

Фан бўйича талабаларнинг билимига, кўникма ва малака кўйиладиган талаблар.

«Машина ва механизмлар назарияси» ўқув фанини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида бакалавр:

- Ҳозирги замон машина ва механизмларининг турлари, уларнинг хусусиятлари, уларнинг текшириш ва лойиҳалаш масалаларини билиш керак;

- механизмларни кинематик ва динамик таҳлил этиш, тезлик ва тезланишларни топишнинг график, графо-аналитик ва аналитик усуллари механизмни динамик анализ қилишда ҳаракатлантирувчи ва қаршилик кучларини ҳисобга олиш; титраш ва ундан ҳимояланиш усуллари билиш; ҳаракат режимлари ва нотекисликларини таҳлил қилиш кўникмаларига эга бўлишлари керак;

- талаба ишлаб чиқарилаётган ишлатилаётган работ ва манипуляторларни конструкциясини таҳлил қилиш; уларни кинематик ва динамик ҳисоблаш малакаларига эга бўлиши керак.

Фаннинг ўқув режадаги бошқа фанлар билан ўзаро боғлиқлиги

“Машина ва механизмлар назарияси” фани умумкасбий фан ҳисобланиб 3 – 4 - семестрда ўқитилади. Дастурни амалга ошириш ўқув режасида режалаштирилган математика, физика, назарий механика ва материаллар қаршилиги, шахсий ЭХМ да программалаш фанларидан етарли билим ва кўникмаларга эга бўлишни талаб этади.

Фанни ўқитишда замонавий ахборот ва педагогик технологиялар.

Талабаларнинг “Машина ва механизмлар назарияси” фанини ўзлаштиришлари учун ўқитишнинг илғор ва замонавий усуллардан фойдаланиш, янги инфорацион – педагогик технологияларни тадбиқ қилиш муҳим аҳамиятга эгадир. Фанни ўзлаштиришда дарслик, ўқув ва услубий қўлланмалар, маъруза матинлари, тарқатма материаллар, электрон материаллар, виртуал стендлар ҳамда турли механизмлар макетларидан фойдаланилади.

Маъруза, амалий ва тажриба дарсларида мос равишдаги илғор педагогик технологиялардан фойдаланилади.

Асосий қисм: Фаннинг услубий жихатдан узвий кетма-кетлиги

Асосий қисмда (маъруза) фанни мавзулари мантикий кетме-кетликда келтирилади. Хар бир мавзунинг мохияти асосий тушунчалар ва тезислар орқали очиб берлади. Бунда мавзу буйча талабаларга ДТС асосида етказилиши зарур бўлган билим ва кўникмалар тўла қамраб олиниши керак.

Асосий қисм сифатига қўйладиган талаб мавзуларнинг долзарблиги , уларнинг иш берувчилар талаблари ва ишлаб чакариш этиёжларига мослиги , мамлакатимизда бўлаётган ижтимоий –сиёси ва демократик ўзгаришлар, иктисодиётни эркинлаштириш, иктисодий –ҳуқуқий ва бошқа соҳалардаги ислохатларнинг уствор малаларини қамраб олиши ҳамда фан ва технологияларнинг сунги ютуқлари эътиборга олиниши тавсия этилади.

Фаннинг назарий машғулотлари мазмуни

Машина ва механизмлар ҳақида тушунчалар, уларнинг таърифлари ва мазмуни.

Кинематик жуфтлар, уларнинг класификациялари. Кинематик занжирлар. Фазода ва текисликда ҳаракат қилувчи механизмларнинг кўзгалувчанлик даражаси класификацияси, узатиш функцияси. Звеноларнинг нисбий чизиқли ва бурчак тезлик, тезланишлар. Механизм звеноларининг ҳолатлари ва уларнинг нуқталарини траекториялари. Механизм кинематик характеристикаларини тезлик ва тезланишлар планлари ёрдамида, диаграмма услида, ҳамда экспериментал усулда текшириш. Механизмларнинг кинематик текширишда ЭХМ ни қўллаш.

Динамик анализнинг асосий мавзулари.

Машинанинг динамик параметрлари ва уларнинг характеристикалари. Машинанинг динамик модели, келтирилган куч ва массалар (инерция моменти). Динамик моделнинг кинетик энергия ва дифференциал тенгламалари формасидаги ҳаракат тенгламалари. Машинанинг ҳаракат режимлари. Ҳаракат тенгламаларни ечиш. Механизмларнинг нотекис ҳаракати. Маховик ва унинг инерция моментини аниқлаш усуллари. Кинематик занжирларнинг статик аниқлиги. Кинематик жуфтлардаги реакция кучларини куч планлари ёрдамида аниқлаш. Етакловчи звенонинг куч ҳисоби. Жуковский теоримаси ёрдамида мувозанатловчи кучни аниқлаш. Механизмларни мувозанатлаш. Роторларни статик ва динамик мувозанатлаш. Ишқаланиш турлари, уларнинг кинематик жуфтлардаги таъсири. Ички ва ташқи ишқаланишлар. Сирпанма ва думаланиш ишқаланиш. Ишқаланиш коэффициенти ва унга таъсир этувчи факторлар. Тебраниш манбаалари ва титрашга ҳимоялашнинг асосий усуллари. Титрашдан муҳофазаланиш. Тебранишнинг динамик сўндириш. Тебранишнинг зарбли сўндириш. Ёпишқоқ ва қўриқ ишқаланиш билан тебранишни ютувчилар. Актив титрашга ҳимоялаш системалари. Титрашни фойдали ишлатиш. Титрагич машиналари.

Механизмларни синтез қилиш (лойиҳалаш)

Ричагли механизмларнинг синтези. Саноат роботлари ва манипуляторларни синтез ва автоматик бошқариш. Манипулятор ва роботлар, уларнинг турлари ва ишлатилиши. Манипуляторларнинг синтези ва звеноларнинг ўлчамларини аниқлаш. Саноат роботларининг тараққиёти. Қисқич ҳаракати траекторияси ва баъзи звеноларнинг ҳаракати қонунлари. Автоматик бошқариш системалари. Тақсимлаш валлари, команда аппаратлари ва кўчирмалар ёрдамида бошқариш системалари. Иш бажариш органларининг ҳаракат тактлари ва цикллари, машиналарнинг тактограммалари ва циклограммалари. Саноат модуллари (СМ), автоматлаштириш воситалари ва роботлаштириш комплекслари. Тишли механизмлар синтези. Тишли механизмлар, илашманинг асосий қонуни. Эвольвентали узатмаларнинг асосий геометрик ўлчамлари. Эвольвентали тиш профилини лойиҳалаш. Кулачокли механизмлар синтези. Кулачокли механизмларнинг турлари. Механизмларни лойиҳалашда чиқиш звеносининг ҳаракат қонунлари ва уларни танлаш. Узатиш ва босим бурчаги бўйича асосий ўлчамларни аниқлаш. Берилган етакловчи звенонинг ҳаракат қонуни бўйича кулачок профили координаталарини аниқлаш. Алмаштирувчи механизмлар.

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кўрсатма ва тавсиялар.

Талаба амалий машғулотларда мисол ва масалалар ечади . Амалий

машгулотларда ечиладиган мисол ва масалалар қуйидаги принципларга асосан танланади : типик мисол ва масалаларни ечишга малака хосил қилдирувчи, фаннинг моҳиятини англатувчи ва мавзулар орасидаги боғлиқликни ифодалувчи маълум миқдордаги мисол ва масалалар танланади

Механизмларнинг кинематик характеристикалари. Текис механизм звенолари, ҳолатлари, тезлиги ва тезланиши планлари усули. Компютерни қўллаб кинематик характеристикаларни ҳисоблаш учун алгоритмларни ишлаб чиқиш усули ва дастурлар таҳлили (намунали механизмлар учун). Механизмларнинг куч ҳисоби. Жуковский ричаги Компютерни қўллаб куч ҳисоби учун алгоритмларни ишлаб чиқиш ва дастурларни таҳлил қилиш. Куч ҳисобини график усули, куч планлари усули. Жуковский теоремаси бўйича мувозанатловчи кучни аниқлаш. Қаторли тишли узатмалар. Қаторли тишли узатмалар кинематикаси. Поғонали мураккаб тишли узатмаларни кинематикаси. Планетар ва дифференциал механизмлар. Қўғалувчан мураккаб тишли узатмалар кинематикаси. Иш режимининг юрғизиш даврида машина ҳаракати қонунини аниқлаш. Кулачокли механизмлар анализи. Берилган чекланишларга кўра ўлчамларни аниқлаш билан кулачокли механизмларни лойиҳалаш

Лаборатория ишларини ташкил этиш бўйича кўрсатмалар.

Талаба лаборатория ишларинида мисол ва масалалар ечади . Лаборатория ишларинида ечиладиган мисол ва масалалар қуйидаги принципларга асосан танланади : типик мисол ва масалаларни ечишга малака хосил қилдирувчи, фаннинг моҳиятини англатувчи ва мавзулар орасидаги боғлиқликни ифодалувчи маълум миқдордаги мисол ва масалалар танланади

Текис механизмларнинг структуравий таҳлили, структуравий схемаларини тузиш, локал ва ортиқча структуравий боғланишларни алоҳида кўрсатиш. Саноат роботлари ва манипуляторнинг тузилиши ва асосий характеристикалари. Ричакли механизмларин кинематик синтези. Тезлик ва тезланишларни тажриба усулида аниқлаш. Кинематик жуфтлардаги ишқаланиш жараёнини текшириш. Редуктор ва бошқа механизмларнинг Ф.И.К ини аниқлаш. Ричагли механизмларнинг келтирилган инеция моменти ва тажриба усули билан аниқлаш. Эвольвинтавий тишли узатманинг асосий параметрларини ва ўлчас натижаларига биноан уларни аниқлаш. Роторларни динамик мувозанатлаш. Кулачокли механизмларни анализи ва синтези.

Курс лойиҳасини ташкил этиш бўйича кўрсатмалар.

Машина ва механизмлар назариясидан курс лойиҳаси ҳажми бўйича 3 варақдан иборат бўлиб, ричагли механизмларни кинематик ва кинетостатик ҳисоблаш, тишли редукторларни лойиҳалаш ва тиш профилини чиқариш, кулачокли механизмларни синтез қилиш, зарур бўлган график қурилмалардан ва ҳисоблардан, компютерларда ҳисоблаш

алгоритмидан ташкил топгпн A2 формула чизмаларидан ва ҳисоби хатидан иборат.

Курс лойиҳаси топшириғи комплекс тарзда бўлиб, ундан қандайдир машина, ускуна ёки қурилмалар системасига қўшилган асосий механизмлар турларини лойиҳалаш ва текшириш кўзлангандир.

Топшириқ талабаларнинг қайси таълим йўналишида ўқиётганини ҳисобга олган ҳолда ОЎЮ томонидан тайёрланади.

Мустақил таълимни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни

“Механизм ва машиналар назарияси” фанини ўрганувчи талабалар аудиторияда олган назарий билимларини мустаҳамлаш ва иқтисодияги амалий масалаларни ечишда кўникма ҳосил қилиш учун мустақил таълим тизимига асосланиб кафедра ўқитувчилари раҳбарлигида, мустақил иш бажарадилар. Бунда улар кўшимча адабиётларни ўрганиб ҳамда интернет сайтларидан фойдаланиб рефератлар ва илмий докладлар тайёрлайдилар, амалий машғулоти ва слайдлар тайёрлайдилар.

Талабаларга мустақил ишни тайёрлашда муайян фаннинг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги шакллардан фойдаланишга тавсия этилади:

- дарслик ва ўқув қўлланмалар буйича фан мавзуларини ўрганиш;
- тарқатма материаллар буйича маърузалар қисмини ўзлаштириш;
- компьютер технологиялар тизимлар билан ишлаш;
- махсус адабиётлар буйича реферат ва конспеклар таёрлаш;
- талабанинг ўқув, илмий – тадқиқот ишларини бажариш билан боғлиқ фанлар адабиётлар, монография ва илмий тўпламларни чуқур ўрганиш;
- интерактив ва муаммоли ўқитиш жараёнида фаол қатнашиш;
- масофавий (дистанцион) таълимни ташкил этишда қатнашиш.

Тавсия этилган адабиётлар рўйхати

Асосий адабиётлар.

1. Yoldoshibekov B. K. , Muhammedjonov S.A. Mxanizm va Mashinalar nazariyasi.- T.: «Voriz - nashriyot» MCNJ, – 2006.-198 б.
2. Зокиров Ғ. Ш. Машина ва механизмлар назарияси.- Т.: «Ўзбекистон», 2002.- 183 б.
3. Усмонхожаев Ҳ. Ҳ. Механизм ва машиналар назарияси.-Т.: «Ўқитувчи», 1970.- 576 б.
4. Фролов К. В. Теория механизмов и машин.- М.: «Высшая школа», 1987.- 495 с.

5. Заблонский К. И. Теория механизмов и машин.- Киев: «Высшая школа», 1989.-374 с.

Қўшимча адабиётлар.

1. Рустамходжаев Р. Механизм ва машиналар назариясидан масала ҳамда мисоллар тўплами.- Т.: «Ўқитувчи», 1987.- 244 б.

2. Иззатов З. Х. Механизм ва машиналар назариясидан курсавий лойҳалаш.-Т.: «Ўқитувчи», 1979.- 191 б.

3. Артоболевский И.И. Сборник задач по теории механизмов и машин.-М.:

Издательство «Наука» главная редакция физико – математической Литературы. 1973.- 256 с.

4. Текисликдаги механизмнинг структурвий ва кинематиковий анализ

қилиш учун масалалар. Услубий қўлланма.- Бухоро ,1990. - 24 б.

5. Juraev. T. O., Shodiev Z. O. Mexanizm va mashinalar nazariyasi fanidan

tajriba ishlari uchun taeyyorlangan metodik kursatma. –B.: 2006 - 61 b.

6. Жўраев Т.О., Шодиев З. О. Машина ва механизмлар назарияси фанидан

тажриба ишлари учун тайёрланган методик курсатма.-Б.:2006 -62 б.

Интернет ва ЗиёНет сайтлари.

1. [www. Ziyo. Net](http://www.Ziyo.Net).

2. [http: www. msu.ru/;](http://www.msu.ru/)

3. www.duerkopp-Adler.de

4. www.yamata.com

5. www.singer co.com

Ishchi fan dasturi

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

BUXORO MUHANDISLIK – TEXNOLOGIYA INSTITUTI

Ro`yxatga olindi

"TASDIQLAYMAN"
O`quv ishlari bo`yicha prorektor

№ _____
2017 yil. « _____ » _____

p.f.dok.prof. K.T.Olimov _____
« _____ » _____ 2017 yil.

**«MASHINA VA MEXANIZMLAR NAZARIYASI»
FANIDAN ISHCHI O`QUV DASTURI**

Bilim sohasi: 300000 – Ishlab chiqarish texnik soha
Ta'lim sohasi: 320000 – Ishlab chiqarishlar texnologiyasi
Ta'lim yo`nalishi: 5321500 – Texnologiyalar va jihozlar
(mashinasozlik)

Ta'lim yo`nalishi (mutaxassislik) kodi va nomi	Talabanning o`quv yuklamsi, soat							Smestrlar, soat	
	Umumiy yuklama	Auditoriya mashg`ulotlari						Mustaqil ta'lim	5
		Jami	Ma`ruza	Amaliy	Tajriba	Semenar	Kurs loyiha (ishi)		
5321500-Texnologiyalar va jihozlar (mashinasozlik) (3-kurs)	87	54	18	18	18		kl	33	87

Buxoro – 2017 yil

Fanning ishchi o'quv dasturi o'quv, ishchi o'quv reja va o'quv dasturiga muvofiq ishlab chiqildi.

Tuzuvchilar: **Shodiyev Z.O.**- Bux MTI, "Mashinasozlik texnologiyasi" kafedrasi dotsenti.
 Qalandarov N.O. –Bux.MTI, "Mashinasozlik texnologiyasi" kafedrasi assistenti
 Oripov Z.B. –Bux.MTI, "Mashinasozlik texnologiyasi" kafedrasi assistenti

Fanning ishchi o'quv dasturi "Mashinasozlik texnologiyasi" kafedrasining 2017 yil "___" avgustdagi "___" - son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri: _____ **dots. N.F. O'rinov**

Fanning ishchi o'quv dasturi "Muhandislik -qurilish" fakulteti kengashida muhokama etilgan va foydalanishga tavsiya qilingan.
(2017 yil "___" avgustdagi № ___ - sonli bayonnoma).

Fakultet kengashi raisi: _____ **dots. Sh.M.Murodov**

Ishchi o'quv dastur institutning Ilmiy-uslubiy kengashida ko'rib chiqildi va tasdiqlandi (2017 yil "___" avgustdagi ___-sonli majlis bayonnomasi)

O'quv uslubiy boshqarma boshlig'i _____ **dots. Sh.M.Xodjiyev**

O`quv fanining maqsadi va vazifalari

“Mashina va mexanizmlar nazariyasi” fani oldiga qo`yilgan masala mexanizm asosiy turlarining tuzilishi, boshqariluvchi kinematik zanjirlar va bikrlilik hamda elastik zvenolari bo`lgan mexanizmlarning kinematik va dinamik xarakteristikalari to`g`risida ilim berishdir, shuningdek, talab qilingan shartlar bo`yicha mexanizm parametrlarini aniqlash usullari. Mashinalar va odamni titrashdan himoyalash, mexanizm va mashinalar harakatini boshqarish haqida bilim berishdir.

Fan bo`yicha talabalarning malakasiga qo`yiladigan talablar.

“Mashina va mexanizmlar nazariyasi” bo`limlarini o`rganish jarayonida bakalavrlar quyidagilarni bilishlari zarur:

- mexanizmlarni tuzilishi va asosiy elementlarini o`rganish asosida optimal loyihalash ko`nikmalariga ega bo`lish;
- mexanizmlarni harakat qonunlarini o`rganish va ularni mexanizmlar va mashinalarni ishlash sharoitiga ta`sirini tahlil qilish;
- mexanizmlarning harakatiga kuchlar ta`sirini o`rganish, mashina va mexanizmlarni dinamik ishlash sharoitini engillashtirish yo`llarini topish;
- kerakli harakat qonunini amalga oshira oladigan mexanizmlarni loyihalash uslublarini bilish

O`quv rejadagi boshqa fanlar bilan bogliqligi.

“Mashina va mexanizmlar nazariyasi” fani umum mutaxassislik fanlar turkumiga kirib, 4,5 – semestrlarda o`qitiladi. U fanning dasturini o`zlashtirish uchun talaba “Nazariy mexanika” fanini to`liq o`zlashtirishi lozim. Dasturni amalga oshirish o`quv rejasida rejalashtirilgan matematik va tabiiy – ilmiy (oliy matematika, fizika, nazariy mexanika), fanlaridan etarli bilim va ko`nikmalarga ega bo`lishlik talab etiladi.

Fanni ishlab chiqarishdagi o`rni.

Mashinasozlik sanoati korxonalarida zamonaviy texnika va texnologiyalar keng qo`llaniladi. Ma`lumki barcha texnologik uskunalar va jihozlarda mexanikaviy kuchlar va zo`riqishlar paydo bo`ladi. Ular uskunalarining xizmat muddatini oshirish uchun mexanika usullari yordamida ularga hosil bo`layotgan zo`riqishlarni aniqlash usullarini “Mashina va mexanizmlar nazariyasi” fani o`rgatadi. Shuning uchun “Mashina va mexanizmlar nazariyasi” fani barcha muxandislik ta`lim yunalishlari talabalari uchun zarur bo`lgan fan hisoblanadi.

“Mashina va mexanizmlar nazariyasi”

fanidan mashg'ulotlarning mavzular va soatlar buyicha taqsimlanishi.

t/r	Mavzular nomi	Jami soatlar		Ma`ruza	Amaliy	Tajriba	Mustaqil ta`lim	
		TJMS yo`nalish	Kasb ta`limi				TJMS yo`nalish	Kasb ta`limi
1-modul								
1	Mexanizmlarning kinematik tahlil qilishda tezlanishlar rejasini qurish. Mexanizmlarni kinematik tahlil qilishda tezlanishlar rejasini qurish (kulisali mexanizmlar	13		2	2	4	5	
2	Kulochokli mexanizmlar va ularni loyihalash. Turtgichning harakat qonuniyati asosida kulochokni minimal radiusini aniqlash.	12		2	2	4	4	
3	Tishli mexanizmlar va ularning turlari. Tishli uzatmalarning geometric parametrlarini aniqlash.	10		2	2	2	4	
2-modul								
4	Mexanizmlar dinamikasi. Mexanizmlar dinamikasining asosiy masalalari. Mexanizm zvenolaridagi inersiya kuchlarini aniqlash.	14		4	2	4	4	
5	Kinematik juftlardagi reaksiya kuchlarini topish	12		2	4	2	4	
6	Yetaklovchi zvenoning kinostatikasi.	10		2	2	2	4	
7	Prof. N.E.Jukovskiyning qattiq richag to`g`risidagi teoremasi.	8		2	2		4	
8	Kinematik juft elementlaridagi ishqalanish kuchlari. Mashina agregatning harakat tenglamasi.	8		2	2		4	
Jami:		87		18	18	18	33	

Ma`ruza mashg`ulotlari.

№	Maruza mavzulari (barcha)	Soat
	5-mavsum	
	1-modul	
1	Mexanizmlarni kinematik tahlil qilishda tezlanishlar rejasini qurish. Mexanizmlarni kinematik tahlil qilishda tezlanishlar rejasini qurish. (kulisali mexanizmlar)	2
2	Kulachokli mexanizmlar va ularni loyihalash. Turkichning harakat qonuniyati asosida kulachokni minimal radiusini aniqlash.	2
3	Tishli mexanizmlar va ularning turlari. Tishli uzatmalarni geometrik parametrlarini aniqlash.	2
	2-modul	
4	Mexanizmlar dinamikasi. Mexanizmlar dinamikasini asosiy masalalari. Mexanizm zvenolaridagi inertsia kuchlarini aniqlash.	4
5	Kinematik juftlardagi reaksiya kuchlarini topish.	2
6	Yetaklovchi zvenoning kinetostatikasi	2
7	Prof. N. E. Jukovskiyning qattiq richag to`g`risidagi teoremasi.	2
8	Kinematik juft elementlaridagi ishqalish kuchlari. Mashina agregatning harakat tenglamasi	2
	Jami	18

Amaliy mashg`lotlarning mavzulari.

№	Amaliy mavzulari (barcha)	Soat
	5-mavsum	
1	Mexanizmlarni qismlarga ajratish va ularning tuzilishi formulalarini aniqlash.	2
2	Mexanizmlarning qo`zg`aluvchanlik darajasini aniqlash.	2
3	Mexanizm nuqtalarning tezliklarini aniqlash va rejalarini qurish.	2
4	Mexanizm nuqtalarining tezlanishlarini aniqlash va rejalarini qurish.	2
5	Kulachokli mexanizmlar analizi.	4
6	Mexanizm zvenolarining kuch rejaları usulida analiz qilish.	2
7	Mexanizm zvenolarining inertsia kuchlarini aniqlash.	2
8	Tishli uzatmalar kinematikasini o`rganish.	2
	Jami:	18

Tajriba mashg'ulotlarning mavzulari.

№	Tajriba mashg'ulotlari	Soat
	5-mavsum	
1	Tekislikdagi mexanizmlarni tezlanish rejaları uslubi bilan kinematik tahlil etish. (tezlanishlar plani)	4
2	Mexanizm kinematikasini diagrammalar usuli bilan tekshirish.	4
3	Kulachokli mexanizmlar sintezi. (Turtkich harakat qonuniyatlarini grafik integrallash, kulachokni minimal radiusini topish)	2
4	Kulachokli mexanizmlar sintezi. (Kulachokli mexanizmni kulachok profilini chizish va haqiqiy, markaziy profillarni aniqlash hamda oliy kinematik juftlikni quyi kinematik juftlikga uqirib tezlík va tezlanish rejalarini qurish)	2
5	Mexanizm zvenolarining inertsíya kuchlarini aniqlash.	4
6	Mexanizmlarning klassifikatsiyasi va ularning strukturaviy analizi.	2
	Jami:	18

Kurs loyihasi (ishi) va uning tarkibi.

"Mashina va mexanizmlar nazariyasi" faning bo'limlari quyidagicha tartibni tashkil etadi. "Mashina va mexanizmlar nazariyasi" fanida mexanizmlar. Zvenolar, kinematik juftlar, oliy kinematik juftlar, mexanizmlar kinematikasi zvenolar analizi va sintezi o'rganiladi. mashina mexanizmlar fanida, fandan talabalarga mustaqil tarzda o'z ustida ishlashlari uchun kurs loyihasi (ish) ni bajarish nazarda tutilgan.

Kurs loyihalari uchun har bir talabaga alohida mexanizm kinematik sxemasi berilib ularni echish uchun kuproq etibor qaratiladi. Talabalarga kurs loyihasi (ishini) bajarish uchun turli topshiriqlar tuzilgan.

Bu topshiriqlarga misol qilib quyidagilarni olamiz.

- krivoship shatunli mexanizm kinematik sxemasi;
- kulachokli mexanizi;

Tushuntirish xatining hajmi:

- kirish (mavzuning dolzarbligi);
- mexanizmning kinematik tahlil;
- kulachokli mexanizm sintezi
- mexanizmni dinamik tahlili;
- xulosa;
- foydalanilgan adabiyotlar.

Mustaqil ta'limni tashkil etishning shakli va mazmuni.

"Mashina va mexanizmlar nazariyasi" fani bueicha 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 tenglaydilar, misol va masalalar yichdilar. Auditoriyadan tashqarida talaba darslarga tayyorlanadi, adabiyotlarni tahlil qiladi, uy vazifa sifatida berigan misol va masalalarni yichadi. Bundan tashqari ayrim movzularni kengroq o'rganish maqsadida qo'shimcha adabiyotlarni uqib referatlar tayyorlaydi hamda mavzu buyicha testlar yichadi. Muqtaqil ta'lm hatijalari runeshtp tizimi asosida baholanadi.

Uyga bazifalarni bajarish, qushimcha darslik va adabiyotlardan yangi bilimlarni mustaqil o`rganish, kerakli ma`lumotlarni izlash va ularni toppish yullarini aniqlash, internet tarmoqlaridan foydalanib ma`lumotlar tuplash va ilmiy izlanishlar olib boorish, ilmiy tugarak doirasida yoki mustaqil roivishda ilmiy manbalardan foydalanib ilmiy maqoli va ma`ruzalar tayyorlash kabilar nalabani darsda olgan bilimihn chuqirlashtiradi, talabani mustaqil fikrlash va ijoddy qobiliyatlarini rivojlantiradi. Shuning uchun ham mustaqil ta`limsiz o`quv faoliyati samarali bulishi mumkin emas.

Uy vazifasini tekshirish va baholash amaliy mashg`ulot olib boruvchi o`qituvch tomonidan, konispektlarni va mavzuni uzlashtirish darajasini tekshirish va baholash esa ma`ruza darslarini olib boruvchi o`qituvchi tomonidan har darsds amalgam oshiriladi.

Tavsiya etilgan adabiyotlar.

Asosiy adabiyotlar

1. "MASHINA VA MEXANIZMLAR NAZARIYASI" S.A. Yoldoshbekov, B.K.Muhammedjonov. «Voriz - nashriyot» Toshkent – 2006 y., 198 bet.
2. "Mashina va mexanizmlar nazariyasi" G'.Sh.Zokirov, Toshkent-«O`zbekiston» - 2002 y.,183 bet.
3. "Mashina va mexanizmlar nazariyasi" J.A.Jo`rayev va boshqalar, Toshkent-«G`afur-G`ulom» - 2004 y.,591 bet.
4. "MASHINA VA MEXANIZMLAR NAZARIYASI". Usmonxo`jayev H.H. «O`qituvchi» 576 bet.
5. "MASHINA VA MEXANIZMLAR NAZARIYASIdan masala hamda misollar to`plami". Rustamxo`djayev R. Toshkent – «O`qituvchi» - 1987y., 244 bet.
6. "MASHINA VA MEXANIZMLAR NAZARIYASIdan kursaviy loyihalash" Z.X.Izzatov. Toshkent – «O`qituvchi» - 1979 yil., 191 bet.

Qo`shimcha adabiyotlar.

1. Mirziyoyev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O`zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O`zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag`ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo`shma majlisidagi nutqi. –T.: "O`zbekiston" NMIU, 2016. – 56 b.
2. Mirziyoyev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta`minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O`zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag`ishlangan tantanali marosimdagi ma`ruza 2016 yil 7 dekabr. – T.: "O`zbekiston" NMIU, 2016. – 48 b.
3. Mirziyoyev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T.: "O`zbekiston" NMIU, 2017. – 488 b.
4. O`zbekiston Respublkasini yanada rivojlantirish bo`yicha Harakatlar strategiyasi to`g`risida. - T.:2017 yil 7 fevral, PF-4947-sonli Farmoni.
5. Machines and mechanisms applied kinematic analysis. David H., Myszka.,

University of Dayton

6. Theory of machines and mechanisms. Joseph E. Sh., John J. U, Jr. University of Wisconsin, Madison

Internet saytlari.

1. www.tmm-kurs.ru
2. www.kursach37.com
3. www.isopromat.ru
4. www.vmasshtabe.ru
5. www.library.ziyonet.uz

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?

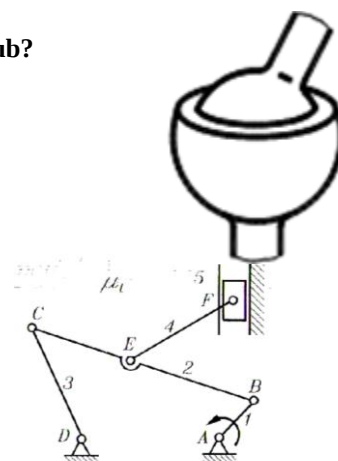
- A) 2
- B) 4
- C) 5
- D) 6

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) $W=3$

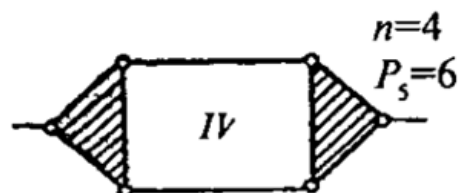


5. Kinematik zanjirlar tuzilishining murakkablik darajasiga ko'ra nechaga ajraladi.

- A) 2 ta
- B) 3 ta
- C) 4 ta
- D) 5 ta

6. Rasmdagi kinematik zanjir nechanchi sinfdagi Assur guruhiga mansub?

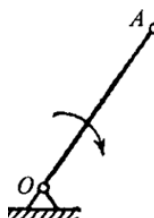
- A) 4-sinli 4-tartibli
- B) 2-sinli 2-tartibli
- C) 4-sinli 2-tartibli
- D) 3-sinli 2-tartibli



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

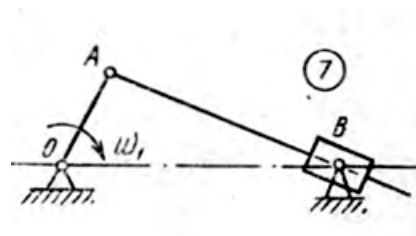
259



- B) $v_A = 3.43 \text{ m/s}$
 C) $v_A = 3.53 \text{ m/s}$
 D) $v_A = 0 \text{ m/s}$

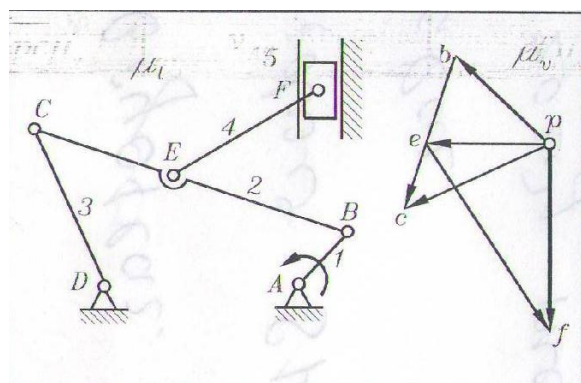
8. Rasmda keltirilgan mexanizmni erkinlik darajasini aniqlang?

- A) $W=0$
 B) $W=1$
 C) $W=-1$
 D) $W=3$



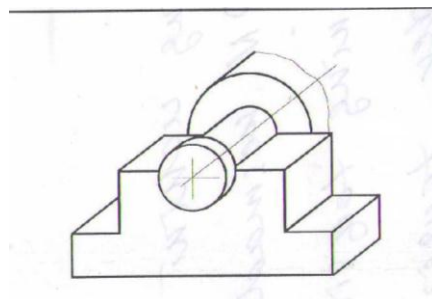
9. Koromisloning burchak tezligini qaysi munosabat to'g'ri ifodalaydi?

- A) $\omega_3 = \frac{p_c \mu_v}{CD \mu_1}$
 B) $\omega_1 = \frac{v_{AB}}{EF}$
 C) $\omega_4 = \frac{EF}{e_f \mu_v}$
 D) $\omega_2 = \frac{l_{EF}}{bc \mu_v}$



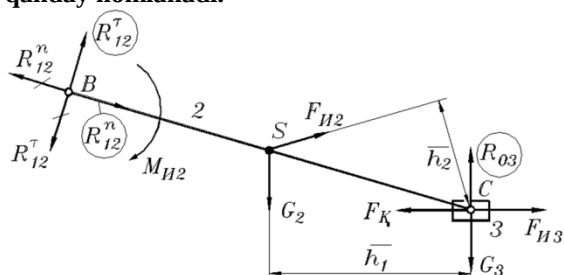
10. Rasmda ko'rsatilgan kinematik juftning sinfini ko'rsating.

- A) V
 B) II
 C) III
 D) IV



11. Berilgan mexanizmning (S) nuqtasiga qo'yilgan F_{H2} qanday nomlanadi.

kuch



- A) Inertsiya kuchi
 B) Reaksiya kuchi
 C) Og'irlik kuchi
 D) Muvozanatlovchi kuch

12. Mexanizm uzunlik masshtabi qanday aniqlanadi?

A) $\mu_l = \frac{AB}{l_{AB}}$

B) $\mu_l = \frac{l_{AB}}{AB}$

C) $\mu_l = l_{AB} \cdot AB$

D) $\mu_l = l_{AB} - AB$

13. Fazodagi harakatlanayotgan jismning erkinlik darajasi

- A) 3
- B) 5
- C) 6
- D) 1

14. Quyidagi tenglama $\sum \frac{mv_2^2}{2} = A_g - A_c$ harakatni qaysi vakti uchun tuzilgan?

- A) Boshlang'ich
- B) To'xtash
- C) Barqaror
- D) Tormozlanish

15. Inertsiya kuchi paydo bo'lishi nimaga bog'liq?

- A) Tezlanishga
- B) Tezlikka
- C) Kuchga
- D) Vaqtga

16. Qaysi bir kuchlar mexanizmni hamma holati uchun bir xil bo'ladi?

- A) Reaksiya kuchi
- B) Inertsiya kuchi
- C) Og'irlik kuchi
- D) Prujina kuchi

17. Mexanizmlarni kinematikasida nima o'rganiladi?

- A) Muvozanati
- B) Tinch holati
- C) Harakati
- D) Mustahkamligi

18. Kinematik elementi bo'yicha kinematik juftlar bo'linadi:

- A) oliy va quyi.
- B) murakkab va oddiy.
- C) oliy va tashki.
- D) Quyi va ichki.

19. Mexanizmning nuqtaning nisbiy tezligini aniqlash ifodasini ko'rsating?

- A) $v_{BA} = ba \cdot \mu_v$
- B) $v_{BA} = pb \cdot \mu_v$
- C) $v_A = ba \cdot \mu_v$
- 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
- D) 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) Differentsiallashtirish usulidan
- B) Integrallashtirish usulidan
- C) Vatarlash usulidan
- D) Integrallashtirish 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 tushuniladi.

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) $\mu_{\varphi} = \frac{2\pi}{OM} [pa\partial / \text{mm}]$
 B) $\mu_{\varphi} = \frac{2\pi}{T} [pa\partial / \text{mm}]$
 C) $\mu_{\varphi} = \frac{OM}{2\pi} [pa\partial / \text{mm}]$
 D) $\mu_{\varphi} = \frac{DM}{3\pi} [pa\partial / \text{mm}]$

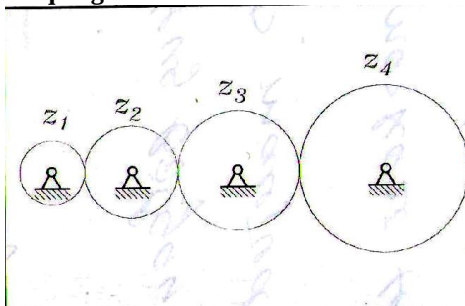
28. Kinematik juftning bog`lanish elementi yuza yoki sirtdan iborat bo`lsa bunda kenatik juft qaysi turga mansub?

- A) murakkab
 B) oddiy
 C) oliy
 D) quyi

29. Kinematik juftning bog`lanish elementi chiziq yoki nuqtadan iborat bo`lsa bunda kenatik juft qaysi turga mansub?

- A) murakkab
 B) oddiy
 C) oliy
 D) quyi

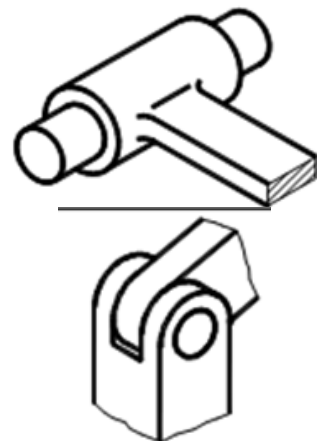
30. Tishli mexanizmning uzatish nisbati u_{14} ni va uning ishorasini $z_1=20, z_2=30, z_3=50, z_4=100$ bo`lgan hol uchun aniqlang.



- 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?

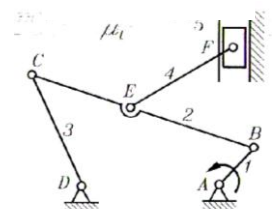
- A) 2
 B) 3
 C) 4
 D) 5



32. Rasmdagi ushbu bog`lanish nechanchi sinfdagi kinematik bog`lanishga mansub?

- A) 2
 B) 3
 C) 4
 D) 5

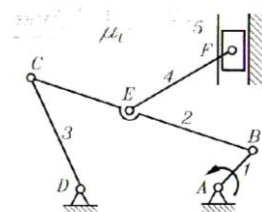
33. Rasmdagi ushbu mexanizmda to`rtinchi bo`g`in qanday nomlanadi?



- A) krivoship(richag)
- B) polzun
- C) shatun
- D) koromislo

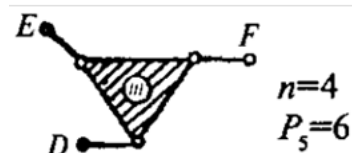
34. Rasmdagi ushbu mexanizmga ikkinchi bo'g'in qanday nomlanadi?

- A) krivoship(richag)
- B) polzun
- C) shatun
- D) koromislo



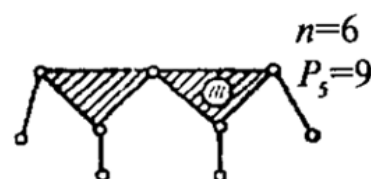
35. Rasmdagi kinematik zanjir nechanchi sinfdagi Assur guruhiga mansub?

- A) 3-sinli 3-tartibli
- B) 2-sinli 3-tartibli
- C) 2-sinli 2-tartibli
- D) 3-sinli 2-tartibli



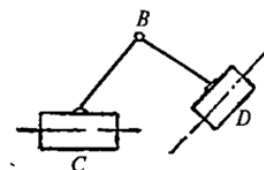
36. Rasmdagi kinematik zanjir nechanchi sinfdagi Assur guruhiga mansub?

- 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?

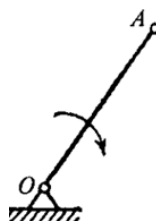
- A) 2-sinli 2-tartibli
- B) 2-sinli 1-tartibli
- C) 1-sinli 2-tartibli
- D) 1-sinli 1-tartibli



38. Rasmda keltirilgan krivoshipning uzunligi $l=0.32$ m, aylanishlar soni $n=115$ ayl/min bo'lsa unda burchak tezligini aniqlang?

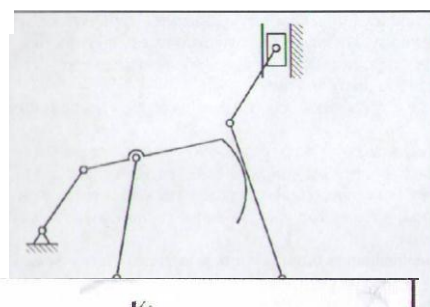
esa

- 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

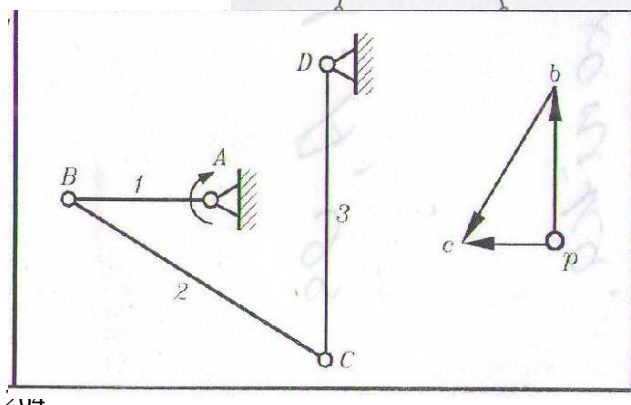
- A) $W = 1$
- B) $W = 0$
- C) $W = 2$
- D) $W = -2$



40. Tezliklar plani yordamida shatunning burchak tezligi va yo'nalishini aniqlang

- A) $\omega_2 = \frac{bc \mu_v}{BC \mu_1}$
- B) $\omega_1 = \frac{pb \mu_v}{pb \mu_1}$
- C) $\omega_3 = \frac{I_{AB}}{cd \mu_1}$
- D) $\omega_3 = \frac{pc \mu_v}{ic \mu_1}$

41. Rasmda ko'rsatilgan kinematik juftning sinfini

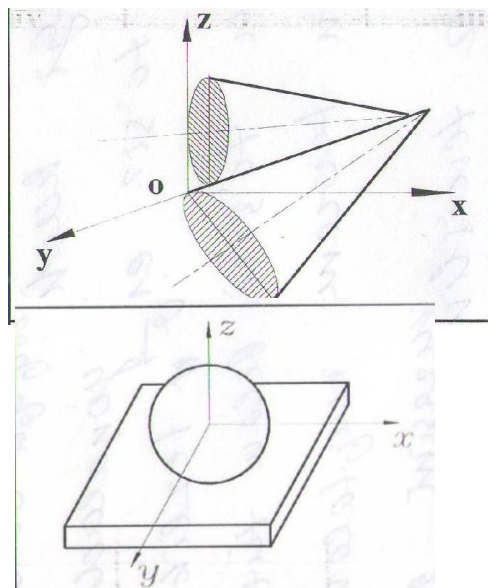


ko'rsating.

- A) IV
- B) I
- C) III
- D) V

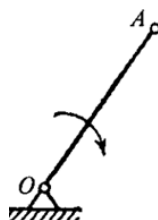
42. Rasmda ko'rsatilgan kinematik juftning sinfini ko'rsating.

- A) I
- B) II
- C) III
- D) IV

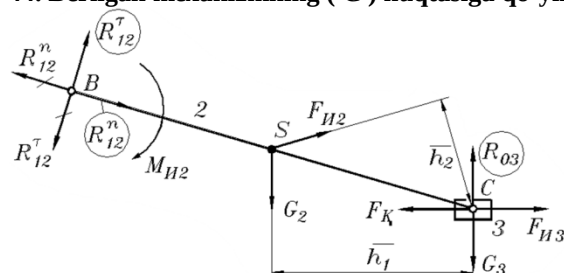


43. Rasmda keltirilgan krivoshipning uzunligi $l=0.45 \text{ m}$, aylanishlar soni esa $n=75 \text{ ayl/min}$ bo'lsa unda A nuqtaning tezligini aniqlang?

- 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_K kuch qanday nomlanadi.



- A) Inertsiya kuchi
- B) Reaksiya kuchi
- C) Qarshilik kuchi
- D) Muvozanatlovchi kuch

45. Mexanizm zvenolarining inertsiya kuchlari qanday yo'naltiriladi?

- A) Zveno og'irlik markazi tezlik vektoriga parallel ravishda qilib bir tomonga yo'naltiriladi.
- B) Zveno og'irlik markazi tezlanishiga parallel qilib bir tomonga yo'naltiriladi.
- C) 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) $\mu_v = \frac{a_B}{Pb}$
- B) $\mu_v = \frac{l_{AB}}{AB}$

$$C) \mu_v = \frac{v_A}{Pb}$$

$$D) \mu_v = \frac{v_B}{Pb}$$

47. Mexanizmning tezlanish rejasi masshtabi koeffitsienti qanday aniqlanadi?

$$A) \mu_a = \frac{a_B}{\pi a}$$

$$B) \mu_v = \frac{l_{AB}}{AB}$$

$$C) \mu_a = \frac{a_A}{\pi a}$$

$$D) \mu_a = \frac{a_A}{\pi b}$$

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'ning har qaysi kvadrat millimetr yuzaga to'g'ri keladigan Ordinatasi.

B) K_0 – yo'ning 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 differentsiallash deyiladi

B) Integrallash deyiladi

C) Ortirma usul deyiladi.

D) Integrallash, ortirma usul deyiladi.

51. Berilgan mexanizmning (B) nuqtasi uchun vektor tenglama tuzing.

$$A) \begin{cases} \vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{AB} \\ \vec{V}_B = \vec{V}_C + \vec{V}_{CB} \end{cases}$$

$$B) \begin{cases} \vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA} \\ \vec{V}_B = // y - y \end{cases}$$

$$C) \begin{cases} \vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA} \\ \vec{V}_B = \vec{V}_C + \vec{V}_{BA} \end{cases}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{V}_B = \vec{V}_C + \vec{V}_{BC} \\ \vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA} \end{array} \right.$$

D)

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) Quyilgan bog'lanish sharti soni bilan

D) Bo'g'inlarni soni bilan

55. Tekis mexanizmnining 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) $\left\{ \begin{array}{l} \vec{a}_B = \vec{a}_B + a_{BA}^n + a_{BA}^t \\ a_B = a_C + a_{BC}^n + a_{nc}^t \end{array} \right.$

B) $\left\{ \begin{array}{l} \vec{a}_B = \vec{a}_B + a_{BA}^n - a_{BA}^t \\ a_B = a_C + a_{BC}^n + a_{nc}^t \end{array} \right.$

C) $\left\{ \begin{array}{l} \vec{a}_B = \vec{a}_B - a_{BA}^n - a_{BA}^t \\ a_B = a_C - a_{BC}^n - a_{nc}^t \end{array} \right.$

D) $\left\{ \begin{array}{l} \vec{a}_B = \vec{a}_B + a_{BA}^n - a_{BA}^t \\ a_B = a_C - a_{BC}^n + a_{nc}^t \end{array} \right.$

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 ilgarilanma harakat qiluvchi quyi kinematik juftlar bo'lgan richagli

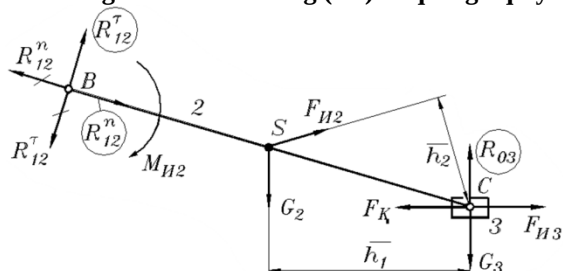
zvenolardan

B) Richagli mexanizm deb to'g'ri chiziqli ilgarilanma va qaytar harakat qiluvchi zvenolarga aytiladi.

C) Aylanma harakatni uzatib tezlik va tezlanishni o'zgartirib beruvchi, mexanizmlar richagli mexanizmlar deyiladi.

D) Richagli mexanizmlar deb faqat aylanma harakat qiluvchi mexanizmlarga aytiladi.

59. Berilgan mexanizmning (C) nuqtasiga qo'yilgan R_{03} kuch qanday nomlanadi.



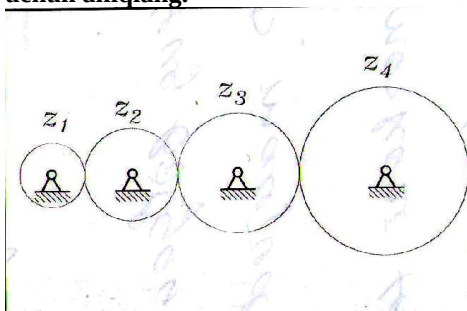
A) Inertsiya kuchi

B) Reaksiya kuchi

C) Og'irlik kuchi

D) Muvozanatlovchi kuch

60. Tishli mexanizmning 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

“Mashina va mexanizmlar nazariyasi” fanidan talabalar bilimni reyting tizimi asosida baholash mezonlari.

“Mashina va mexanizmlar nazariyasi” fani bo'yicha reyting jadvallari, nazorat turi, shakli, soni hamda har bir nazoratga ajratilgan maksimal ball, shuningdek joriy va oraliq nazoratlarining saralash ballari haqidagi ma'lumotlar fan bo'yicha birinchi mashg'ulotda talabalarga e'lon qilinadi.

Fan bo'yicha talabalarning bilim saviyasi va o'zlashtirish darajasining Davlat ta'lim standartlariga muvofiqligini ta'minlash uchun quyidagi nazorat turlari o'tkaziladi:

joriy nazorat - talabaning fan mavzulari bo'yicha bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Joriy nazorat fanning xususiyatidan kelib chiqqan holda, seminar, laboratoriya va amaliy mashg'ulotlarida og'zaki so'rov, test o'tkazish, suhbat, nazorat ishi, kollokvium, uy vazifalarini tekshirish va shu kabi boshqa shakllarda o'tkazilishi mumkin;

oraliq nazorat — semestr davomida o'quv dasturining tegishli (fanning bir necha mavzularini o'z ichiga olgan) bo'limi tugallangandan keyin talabaning bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Oraliq nazoratining soni (bir semestrda ikki martadan ko'p o'tkazilmasligi lozim) va shakli (yozma, og'zaki, test va hokazo) o'quv faniga ajratilgan umumiy soatlar hajmidan kelib chiqqan holda belgilanadi;

yakuniy nazorat - semestr yakunida muayyan fan bo'yicha nazariy bilim va amaliy ko'nikmalarni talabalar tomonidan o'zlashtirish darajasini baholash usuli. Yakuniy nazorat asosan tayanch tushuncha va iboralarga asoslangan "Yozma ish" shaklida o'tkaziladi.*

Ta'lim yo'nalishi va mutaxassisliklari ayrim fanlarining xususiyatlaridan kelib chiqqan holda fakultet Ilmiy kengashi qarori asosida ko'pi bilan 40% fanlardan yakuniy nazoratlar boshqa shakllarda (og'zaki, test va hokazo) o'tkazilishi mumkin.

7. Oraliq nazoratni o'tkazish jarayoni kafedra mudiri tomonidan tuzilgan komissiya ishtirokida davriy ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan hollarda, oraliq nazorat natijalari bekor qilinadi hamda oraliq nazorat qayta o'tkaziladi.

8. Oliy ta'lim muassasasi rahbarining buyrug'i bilan ichki nazorat va monitoring bo'limi rahbarligida tuzilgan komissiya ishtirokida yakuniy nazoratni o'tkazish jarayoni davriy ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan hollarda, yakuniy nazorat natijalari bekor qilinadi hamda yakuniy nazorat qayta o'tkaziladi.

9. O'quv yili tugaganidan keyin reyting nazorati natijalariga ko'ra talabalarni keyingi kursga o'tkazish to'g'risida belgilangan tartibda qaror qabul qilinadi.

“Mashina va mexanizmlar nazariyasi” fani bo'yicha talabalarning semestr davomidagi o'zlashtirish ko'rsatkichi 100 ballik tizimda butun sonlar bilan baholanadi.

Ushbu 100 ball baholash turlari bo'yicha quyidagicha taqsimlanadi:

11. Har bir fan bo'yicha talabanning semestr davomidagi o'zlashtirish ko'rsatkichi 100 ballik tizimda butun sonlar bilan baholanadi.

Ushbu 100 ball nazorat turlari bo'yicha quyidagicha taqsimlanadi:

yakuniy nazoratga - 30 ball;

joriy va oraliq nazoratlarga - 70 ball (fanning xususiyatidan kelib chiqqan holda 70 ball kafedra tomonidan joriy va oraliq nazoratlarga taqsimlanadi).

Talabanning reyting daftarchasiga aloxida kayd kilinadigan kurs ishi (loyihasi, xisob-grafik ishlari) bo'yicha uzlashtirish darajasi – 100 ballik tizimda baxolanadi.

Ya.N.-30 ball, qolgan 70 ball esa J.N.-40 ball va O.N.-30 ball qilib taqsimlanadi

Ball	Baho	Talabalarning bilim darajasi
86-100	A'lo	Xulosa va qaror qabul qilish. Ijodiy fikrlay olish. Mustaqil mushohada yurita olish. Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish. Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo'lish.
71-85	Yaxshi	Mustaqil mushohada qilish. Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish. Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo'lish.
55-70	Qoniqarli	Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo'lish.
0-54	Qoniqarsiz	Aniq tasavvurga ega bo'lmaslik. Bilmaslik.

- Fan bo'yicha saralash bali 55 ballni tashkil etadi. Talabanning saralash balidan past bo'lgan o'zlashtirishi reyting daftarchasida qayd etilmaydi.
- Talabalarning o'quv fani bo'yicha mustaqil ishi joriy, oraliq va yakuniy nazoratlar jarayonida tegishli topshiriqlarni bajarishi va unga ajratilgan ballardan kelib chiqqan holda baholanadi.
- Talabanning fan bo'yicha bir semestrdagi reytingi quyidagicha aniqlanadi:

$$R_f = \frac{V \cdot O'}{100}$$

bu yerda:

V - semestrdagi fanga ajratilgan umumiy o'quv yuklamasi (soatlarda);

O' - fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi (ballarda).

Masalan: Semestrdagi fanga ajratilgan umumiy o'quv yuklamasi $V = 120$ soat bo'lsa hamda talabanning fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi $O' = 74$ bal bo'lsa, u holda talabanning fan bo'yicha reytingi $120 \times 74 / 100 = 89$ ballni tashkil qiladi.

- Fan bo'yicha joriy va oraliq nazoratlarga ajratilgan umumiy balning 55 foizi saralash ball hisoblanib, ushbu foizdan kam ball to'plagan talabalar yakuniy nazoratga kiritilmaydi.
- Joriy va oraliq nazorat turlari bo'yicha 55 va undan yuqori balni to'plagan talaba fanni o'zlashtirgan deb hisoblanadi va ushbu fan bo'yicha yakuniy nazoratga kirmasligiga yo'l qo'yiladi.
- Yakuniy nazoratga kiritilgan talabalar nazoratga ajratilgan umumiy balning 55 foizi (saralash balli)dan kam ball to'plaganda umumiy balliga qo'shilmaydi.

Agar talaba yakuniy nazoratda shu nazorat turi bo'yicha saralash balidan yuqori ball to'plasa, bu ball joriy oraliq nazoratlarda to'plangan ballarga qo'shiladi va reyting qaydnomasida umumiy ballar yig'indisiga asosan reyting balli hisoblanadi.

20. Talabaning semestr davomida fan bo'yicha to'plagan umumiy bali har bir nazorat turidan belgilangan qoidalarga muvofiq to'plagan ballari yig'indisiga teng.

- Oraliq va yakuniy nazorat turlari kalendar tematik rejaga muvofiq dekanat tomonidan tuzilgan reyting nazorat jadvallari asosida o'tkaziladi. Yakuniy nazorat semestrning oxirgi 2 haftasi mobaynida o'tkaziladi.
- Talaba fan bo'yicha kurs loyihasi (ishi)ni ushbu fan bo'yicha to'plagan ballari umumlashtirilishiga qadar topshirishi shart.
- Kurs loyihasi (ishi)ni topshirgan talaba yakuniy nazoratga kiritiladi. Kurs loyihasini qismlarini 100 ballik tizimda quyidagicha baholanadi:

Umumiy kriteriyalar:

1. kurs loyihasi (ishi)ning tushuntirish yozuvlari (hisoblashlar) – 25 ball
2. grafika qismi – 25 ball
3. himoya taqdimoti - 50 ball

Grafika qismi mavjud bo'lmagan fanlardan kurs loyihasi (ishi)da tushuntirish yozuvlari (hisoblashlar)ga – 50 ball ajratiladi.

- **JN** va **ON** nazoratlarda saralash balidan kam ball to'plagan va uzrli sabablarga ko'ra nazoratlarda qatnasha olmagan talabaga qayta topshirish uchun, navbatdagi shu nazorat turigacha, so'nggi joriy va oraliq nazoratlar uchun esa yakuniy nazoratgacha bo'lgan muddat beriladi.
 - Talabaning semestrda **JN** va **ON** turlari bo'yicha to'plagan ballari ushbu nazorat turlari umumiy balining 55 foizidan kam bo'lsa yoki semestr yakuniy joriy, oraliq va yakuniy nazorat turlari bo'yicha to'plagan ballari yig'indisi 55 balidan kam bo'lsa, u akademik qarzдор deb hisoblanadi.
 - Talaba nazorat natijalaridan norozi bo'lsa, fan bo'yicha nazorat turi natijalari e'lon qilingan vaqtdan boshlab bir kun mobaynida fakultet dekaniga ariza bilan murojaat etishi mumkin. Bunday holda fakultet dekanining taqdimnomasiga ko'ra rektor buyrug'i bilan 3 (uch) a'zodan kam bo'lmagan tarkibda apellyatsiya komissiyasi tashkil etiladi.
 - Apellyatsiya komissiyasi talabalarining arizalarini ko'rib chiqib, shu kunning o'zida xulosasini bildiradi.
 - Baholashning o'rnatilgan talablar asosida belgilangan muddatlarda o'tkazilishi hamda rasmiylashtirilishi fakultet dekani, kafedra muduri, o'quv-

uslubiy boshqarma hamda ichki nazorat va monitoring bo'limi tomonidan nazorat qilinadi.

Reyting natijalarini qayd qilish va tahlil etish tartibi

1. Talabaning fan bo'yicha nazorat turlarida to'plagan ballari semestr yakunida reyting qaydnomasiga butun sonlar bilan qayd qilinadi. Reyting daftarchasining "O'kuv rejasida ajratilgan soat" ustuniga semestr uchun fanga ajratilgan umumiy o'quv yuklama soatlari, "Fandan olingan baho" ustuniga esa 100 ballik tizimdagi o'zlashtirishi qo'yiladi.

Talabaning saralash balidan past bo'lgan o'zlashtirishi reyting daftarchasiga qayd etilmaydi. Reyting ustuniga 18-bandga binoan hisoblangan reyting qo'yiladi.

2. Har bir fan bo'yicha o'tkaziladigan nazorat turlarining natijalari guruh jurnali hamda qaydnomada qayd etiladi va shu kunning o'zida (nazorat turi yozma ish shaklida o'tkazilgan bo'lsa, 2 (ikki) kun muddat ichida) talabalar e'tiboriga yetkaziladi.

3. Yakuniy nazorat natijalariga ko'ra fan o'qituvchisi talabalarning fan bo'yicha reytingini aniqlaydi hamda reyting daftarcha va qaydnomaning tegishli qismini to'ldiradi.

4. Talabaning reytingi uning bilimi, kunikmasi va malakalari darajasini belgilaydi. Talabaning semestr (kurs) buyicha umumiy reytingi barcha fanlardan tuplangan reyting ballari yigindisi orkali aniklanadi.

5. Talabalar umumiy reytingi xar bir semestr va ukuv yili yakunlangandan sung e'lon kilinadi.

6. Diplom ilovasi yoki akademik ma'lumotnomani dekanat tomonidan rasmiylashtirishda fan bir necha semestr davom etgan bulsa, reytinglar yigindisi olinadi.

Talabaga imtiyozli diplom belgilashda uning xar bir semestr yakunidagi fanlar buyicha uzlashtirish kursatkichi xisobga olinadi.

7. Talabalarning nazorat turlari buyicha erishgan natijalari kafedralar, dekanatlar va ukuv –metodik bulinmalarida kompyuter xotirasiga kiritilib, muntazam ravishda taxlil kilib boriladi.

8. Joriy, oralik va yakuniy nazorat natijalari kafedra yigilishlari, fakultet va oliy ta'lim muassasasi Ilmiy kengashlarida muntazam ravishda muxokama etib borilgan va tegishli karorlar kabul kilinadi.

Talabalar ON dan to'playdigan ballarning namunaviy mezonlari

№	Ko'rsatkichlar	ON ballari		
		maks	1-ON	2 - ON
1	Darslarga qatnashganlik darajasi. Ma'ruza	10	0-5	0-5

	darslaridagi faolligi, konspekt daftarlarining yuritilishi va to'liqligi.			
2	Talabalarning mustaqil ta'lim topshiriqlarini o'z vaqtida va sifatli bajarishi va o'zlashtirish.	10	0-5	0-5
3	Og'zaki savol-javoblar, kollokvium va boshqa nazorat turlari natijalari bo'yicha	10	0-5	0-5
Jami ON ballari		30	0-15	0-15

Talabalar JN dan to'playdigan ballarning namunaviy mezonlari

№	Ko'rsatkichlar	JN ballari		
		maks	1-JN	2 - JN
1	Darslarga qatnashganlik darajasi. Ma'ruza darslaridagi faolligi, konspekt daftarlarining yuritilishi va to'liqligi.	15	0-7	0-8
2	Talabalarning mustaqil ta'lim topshiriqlarini o'z vaqtida va sifatli bajarishi va o'zlashtirish.	10	0-5	0-5
3	Og'zaki savol-javoblar, kollokvium va boshqa nazorat turlari natijalari bo'yicha	15	0-7	0-8
Jami ON ballari		40	0-19	0-21

Joriy nazoratdagi ballar taqsimoti (o'zlashtirish ko'rsatkichlari bo'yicha baholash mezonlari):

№	Topshiriqlarning nomlanishi	Maksimal yig'ish mumkin bo'lgan ball
<i>Ma'ruza mashg'ulotlarida</i>		
I.	Talabaning mavzular bo'yicha bilimlarini og'zaki (interfaol shaklda) so'rash, berilayotgan material va topshiriqlarning konspektlashtirganini baholash, sh.j:	20 ball
1.1.	Mavzu doirasida qo'yilgan savollarga bergan javobi va munozaralarda o'z bilim saviyasini namoyon etganligiga	10 ball
1.2.	Mashg'ulotlarda faol qatnashganligi va o'qituvchi tomonidan berilgan topshiriqlarni bajarib kelganligi hamda konspektni to'liq yuritganiga	10 ball
<i>Amaliy mashg'ulotlarda</i>		
II.	Mustaqil ta'lim uchun berilgan topshiriqlarni baholash,	20 ball

	sh.j.:	
2.1.	Talabaning mavzular bo'yicha mantiqiy bog'langan va mustaqil bajarilgan uy vazifasi hamda topshiriqlarni bajarishiga	5 ball
2.2.	Mustaqil fikrlashga hamda analitik qobiliyatni shakllantirishga xizmat qiladigan yozma esse, kollokvium va referatlarni himoya qilishiga	5 ball
2.3.	Fan bo'yicha mavzularni qamrab olgan uch toifali testlarni yechishiga	5 ball
2.4.	Muammoli vaziyat (keys-stadi) yoxud amaliy topshiriq (masalalar)larni baholashga	5 ball
Jami (I+II)		40 ball

Yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida belgilangan bo'lsa, u holda yakuniy nazorat 30 ballik "Yozma ish" variantlari asosida o'tkaziladi.

Agar yakuniy nazorat markazlashgan test asosida tashkil etilgan bo'lib fan bo'yicha yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida belgilangan bo'lsa, u holda yakuniy nazorat quyidagi jadval asosida amalga oshiriladi

№	Ko'rsatkichlar	YaN ballari	
		maks	O'zgarish oralig'i
1	Fan bo'yicha yakuniy yozma ish nazorati	6	0-6
2	Fan bo'yicha yakuniy test nazorati	30	0-30
	Jami	30	0-30

Yakuniy nazoratda "Yozma ish"larni baholash mezonlari

Yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida amalga oshirilganda, sinov ko'p variantli usulda o'tkaziladi. Har bir variant 4 ta nazariy savol va 1 ta amaliy topshiriqdan iborat bo'lishi mumkin. Nazariy savollar fan bo'yicha tayanch so'z va iboralar asosida tuzilgan bo'lib, fanning barcha mavzularini o'z ichiga qamrab olgan.

Har bir nazariy savolga yozilgan javoblar bo'yicha o'zlashtirish ko'rsatkichi 0-6 ball oralig'ida baholanadi. Amaliy topshiriq esa 0-6 ball oralig'ida baholanadi. Talaba maksimal 30 ball to'plashi mumkin.

Yozma sinov bo'yicha umumiy o'zlashtirish ko'rsatkichini aniqlash uchun variantda berilgan savollarning har biri uchun yozilgan javoblarga qo'yilgan o'zlashtirish ballari qo'shiladi va yig'indi talabaning yakuniy nazorat bo'yicha o'zlashtirish bali hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati

Адабиётлар

1. “Theory of machines And mechanisms” John J. Dicker, Gordon R. Joseph E. New York Oxford OXFORD UNIVERSITY PRESS 2003 y.
2. “Advanced Theory of Mechanisms and Machines” Evgrafov A, 2000 y.
3. Mechanism and Machine Theory journal. 2017.
4. Артоболевский И.И. Механизмы в современной технике. Том III. Зубчатые механизмы. М., Наука, 1973.
5. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М., Наука, 1975.
6. Бежанов Б.Н. Пневматические механизмы. М. – Л., Машгиз, 1957.
7. Гавриленко Б.А. и др. Гидравлический привод. М., Машиностроение, 1968.
8. Коловский М.З. Динамика машин. Л., Ленинградский политехнический институт, 1980.
9. Конструирование машин. Справочно-методическое пособие. Том I, II. Под ред. Фролова К.В. М., Машиностроение, 1994.
10. Лукичев Д.М. Расчет маховика машины. В сб. “Вопросы теории механизмов и машин” №23. М., Машгиз, 1953,
11. Мещерский И.В. Динамика точки переменной массы. М., Гостехиздат, 1949.
12. Пневмопривод систем управления летательных аппаратов. Под ред. Чашина В.А. М., Машиностроение, 1987.
13. Полюдов А.Н. Программные разгружатели цикловых механизмов. Львов, Львовский политехнический институт, 1979.
14. Попов С.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и механика машин. М., Высшая школа, 1986.
15. Пятаев А.В. Машиналар динамикаси. Тошкент, Тошкент давлат техника дорилфунуни, 1992.
16. Ркдукотр самолета. Методическог пособие к курсовому проекту по ТММ. Ташкент, ТГАИ, 2000.
17. Скуридин М.А. Определение движения механизма по уравнению кинетической энергии при задании сил функциями скорости и времени. Труды института машиноведения. Семинар по теории машин и механизмов, выпуск 45. М., АН СССР, 1951.
18. Справочник машиностроителя. Том I. Под ред. Ачеркана Н.С. М.,

Машгиз, 1961.

19. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам. Под ред. Некрасова Б.Б. Минск. Высшая школа, 1985.

20. Машина ва механизмлар назарияси. Фролов К.В. таҳрири. Тошкент, «Ўқитувчи», 1990.

21. Теория механизмов и машин. Проектирование. Под ред. Кульбачного С.И. М., Высшая школа. 1970.

22. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. М., Физматгиз, 1959.

23. Иззатов З.Х. Механизм ва машиналар назариясидан курсавий лойиҳалаш. Тошкент, «Ўқитувчи», 1979.

24. Қодиров Р.Х. Механизм ва машиналар назариясидан курсавий лойиҳалаш. Тошкент, «Ўқитувчи», 1990.

25. Рустамхўжаев Р. Механизм ва машиналар назариясидан масала ҳамда мисоллар тўплами. Тошкент, «Ўқитувчи», 1987.

26. Усмонхўжаев Х.Х. Механизм ва машиналар назарияси. Тошкент, «Ўқитувчи», 1981.

27. Зокиров Ғ.Ш. Механизм ва машиналар назарияси. Тошкент, «Ўзбекистон», 2002.

28. Жўраев А. ва бошқалар. Механизм ва машиналар назарияси. Тошкент, Гофур Ғулом номидаги нашриёт мадбаат ижодий уйи. 2004.

Qo`shimcha adabiyotlar.

1. Mirziyoyev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O`zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O`zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag`ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo`shma majlisidagi nutqi. –T.: “O`zbekiston” NMIU, 2016. – 56 b.

2. Mirziyoyev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta`minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O`zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag`ishlangan tantanali marosimdagi ma`ruza 2016 yil 7 dekabr. – T.: “O`zbekiston” NMIU, 2016. – 48 b.

3. Mirziyoyev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T.: “O`zbekiston” NMIU, 2017. – 488 b.

4. O`zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo`yicha Harakatlar strategiyasi to`g`risida. - T.:2017 yil 7 fevral, PF-4947-sonli Farmoni.

5. Machines and mechanisms applied kinematic analysis. David H., Myszka., University of Dayton

6. Theory of machines and mechanisms. Joseph E. Sh., John J. U, Jr. University of Wisconsin, Madison

Internet saytlari.

1. www.tmm-kurs.ru

2. www.kursach37.com

3. www.isopromat.ru

4. www.vmasshtabe.ru
5. www.library.ziyonet.uz

