

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

ALISHER NAVOIY NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT
UNIVERSITETI

MUSIQA, BADIY GRAFIKA VA MEHNAT TA'LIM FAKULTETI

UMUMTEXNIKA FANLARI KAFEDRASI

Eshquvvatova Muhayyo

**MEXANIZM KINEMATIK JUFTLARIDA HOSIL BO'LADIGAN
ISHQALANISH VA YEYILISHLARNI BAHOLASH
MEZONLARI.**

«5142000-mehnat ta'limi» yo'nalishi bo'yicha bakalavr
darajasini olish uchun

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Ilmiy rahbar:

dots. A.Urunov

Bitiruv malakaviy ishi «Umumtexnika fanlari» kafedrasida bajarildi. Kafedraning 2013
yil 31- maydagi majlisida muhokama qilindi va himoyaga tavsiya etildi (bayonnoma №10).

Kafedra mudiri:

dots. O.Eshniyozov

Bitiruv malakaviy ishi YaDAK ning 2013 yil “___” _____dagi majlisida himoya
qilindi va ___ ball bilan baholandi (bayonnoma №___).

YaDAK raisi: _____

A'zolari: _____

Samarqand-2013

MEXANIZM KINEMATIK JUFTLARIDA HOSIL BO'LADIGAN ISHQALANISH VA YEYILISHLARNI BAHOLASH MEZONLARI.

Reja:

Kirish

I - BOB. Mexanizmlar kinematik juftlarda hosil bo'ladigan ishqalanishlar va ularni hisoblash mezonlari.

1.1. Kinematik juftlar klassifikatsiyasi

1.2. Kinematik juftlarda sodir bo'ladigan tashqi ishqalanishlar turlari va ularning xususiyatlari.

1.3. Kinematik juftlarda hosil bo'ladigan ishqalanishni hisobga olganholda mexanizmni kuchga hisoblash.

1.4. Ishqalanishdagi energiya isrofi va mexanik foydali ish koeffitsiyenti

II – BOB. Kinematik juftliklar elementlarining yeyilishini baholash va hisoblash.

2.1. Kinematik juftliklar elementlarining yeyilish turlari va bosqichlari.

2.2. Yeyilishni baholash mezonlari.

2.3. Quyi va oliy kinematik juftliklar elementlarining yeyilishini hisoblash.

Xulosa.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

KIRISH

Ishlab chiqarishning rivojlanishi, fan-texnikaning va ijtimoiy-iqtisodiy taraqqiyotning hozirgi bosqichi, yangi texnika va texnologiyalarni joriy qilishni talab qiladi. Buning uchun zamonaviy bilimlarga ega bo'lgan, intellektual yetuk, malakali kadrlar, kasbiy, texnik va iqtisodiy tayyorgarlikka ega bo'lgan mutaxassislar nihoyatda zarur. Ular fan va texnikaning hozirgi darajasiga javob beradigan bilim, ko'nikma va malakalarni o'zlashtirgan yangi toifadagi kadrlarni vujudga keltiradigan sharoitda kamol topishi kerak. [

Mutaxassislarni tayyorlashda, ularni kamol topdirishda, ular yashaydigan hamda mehnat qiladigan ijtimoiy sharoitni, ya'ni xalq ho'jaligini barcha tarmoqlarini, fan va texnikaning eng ilg'or marralariga o'tishini ta'minlashni, ishlab chiqarishni avtomatlashtirishni mehnat unimdorligi yuksalishi ta'minlanishini hisobga olish zarur. Ularning hammasi hayotga qadam qo'yotgan yoshlardan zamonaviy ma'lumotni, yuksak darajada aqliy va jismoniy barkomollikni, ishlab chiqarishni ilmiy-texnik va iqtisodiy asoslarini chuqur bilishni, o'qishga ongli va ijodiy munosabatda bo'lishni talab qiladi.

Hozirgi zamon talablaridan kelib chiqqan holda bugungi o'rta, maxsus va oliy ta'lim muassasalari zamonaviy tafakkurga ega ega bo'lgan ana shunday yuqori malakali kadrlar tayyorlashni ijodiy faollik bilan amlg'a oshirish kerak. Ta'lim to'g'risidagi islohatlarda uning faqat mazmunini emas, balki ko'rinishlarini, usullarini hamda vositalarini yanada rivojlantirish ko'zda tutilgan. Har bir darsda o'qitishning faol usullarini kengroq qo'llash tavsiya etilgan. Shuning uchun dars hozirgi zamon darajasiga javob bera oladigan yangi pedagogik texnologiyalar asosida ijodiy jarayon bo'lishi kerak. [2,3]

Mashinasozlik butun ishlab chiqarish unimdorligini, sa'noatning boshqa tarmoqlari ishlab chiqarayotgan mahsulotning sifatini, texnika taraqqiyotining sur'atini va mamalakat mudofaa qudratini belgilgilovchi og'ir sa'noat kompleksi hisoblanadi.

Mamlakatimizning gullab yashnashida, iqtisodiy rivojlanishida mashinasozlikning o'rni benihoya katta. Shuning uchun mustaqilligimizning

dastlabki yillaridanoq yangi texnika va texnologiyalarni joriy qilishga, zamonaviy ishlab chiqarishni o'zlashtirishga katta ahamiyat berib kelinmoqda [1].

Mexanizm va mashinalardan samarali, unumli va uzoq vaqt foydalanish uchun ularning nazariy asoslarini bilish talab qilinadi.

Mashinasozlikni rivojlantirishda mashinashunoslik fanlaridan mashina va mexanizmlar nazariyasi asosiy o'rin tutadi. Bu fan quyidagi bo'limlarga bo'linadi va ularni o'rganadi:

1. Mexanizm va mashinalar analizi – bu bo'limda oldindan yaratilgan mexanizm va mashinalar zvenolar nuqtalarining trayektoriyalari (bosib o'tgan yo'llari), tezligi va tezlanishlari aniqlanadi. [4,5,6].

2. Mexanizm va mashinalar sintezi – bu bo'limda talab etilgan harakat qonunini amalga oshiruvchi rasional mexanizmlarni yaratishni masalasi o'rganiladi. Bunda strukturaviy kinematik va dinamik talablar qo'yiladi. [8,9,10].

3. Mexanizm va mashinalar dinamikasi – bu bo'limda mexanizmlarga ta'sir qiluvchi kuchlar o'rganiladi. mexanizmlardan uzoq vaqt samarali foydalanish uchun zararli inersiya kuchlarini yo'qotish, mexanizm zvenolarini muvozanatlash, titrash va ishqalanishlarni kamaytirish masalalari o'rganiladi. [5,6,7].

Ushbu bitiruv malakaviy ishida mexanizm kinematik juftlari elementlarida sodir bo'ladigan ishqalanishlar, yeyilishlar va ularni hisoblash mezonlari o'rganilgan.

Mashinalar texnologik jarayonlarni bajarishda ularning kinematik juftlarida ishqalanishlar sodir bo'ladi. Ishqalanishlar ho'l, yarim ho'l, quruq va yarim quruq ishqalanishlarga bo'linadi. Bundan tashqari sirtlarning harakatiga qarab sirpanishdagi va dumalashdagi ishqalanishlar bo'ladi. Ishqalanishlar mashina energiyasining isrof bo'lishiga, mexanik foydali sih koeffitsientining kamayishiga olib keladi. Shuning uchun kinematik juftlarda hosil bo'ladigan ishqalanish kuchi va ishqalanish kuchi momentlarining miqdorini bilish katta ahamiyatga ega. Bu masalalar mexanizm va mashinalar dinamikasining kinetostatika bo'limida o'rganiladi. Kinematik juftlarda hosil bo'ladigan ishqalanishlarni kamaytirish ularning kam yeyilishiga, uzoq muddat xizmat qilishiga olib keladi. [10,12,13].

Texnologik jarayonlarni bajarishda mexanizm kinematik juftlari elementlari muqarrar ravishda yeyiladi. Yeyilish oqibatida detallarning mustahkamligi, mexanizm aniqligi kamayadi. Podshipniklarga tushadigan yuk ortadi, titrash va shovqin ko'payadi. kuchli yeyilish ko'pincha mexanizmni ishga yaroqsiz bo'lib qolishiga, detallarning sinishiga va hatto mashinaning ishdan chiqishiga sabab bo'ladi. Shu sababli mexanizmni loyihalashda konstruksion va moylovchi materiallarni to'g'ri tanlash uchun ishqalanuvchi yuzaning shaklini hamda kattaligini bilish, yeyilish epyurasini aniq hisoblash katta ahamiyatga ega. Shuningdek, boshqalariga qaraganda oldinroq almashtirish va tuzatish talab qilinadigan detallar va qismlarni aniqlash ham katta ahamiyatga ega. Shunday qilib, kutilayotgan yeyilishini hisoblashdan maqsad mashina va mexanizmlarning zarur resursi va ishonchli ishlashini ta'minlashdan iborat. [9,10,12].

Ushbu bitiruv malakaviy ishining ishchi *gipotezasi* sifatida mexanizm kinematik juftlarida sodir bo'ladigan ishqalanishlar zvenolar kinematik juftlarining yeyilishga olib kelishi va ular natijasida mexanizmlarning ishonchli ishlashi yo'qolishi qaraladi.

Bitiruv malakaviy ishining *maqsadi* mexanizm kinematik juftlaridagi ishqalanishlar turlarini, ular elementlarning yeyilish sabablarini o'rganish va ularni baholash mezonlarini aniqlashdan iborat.

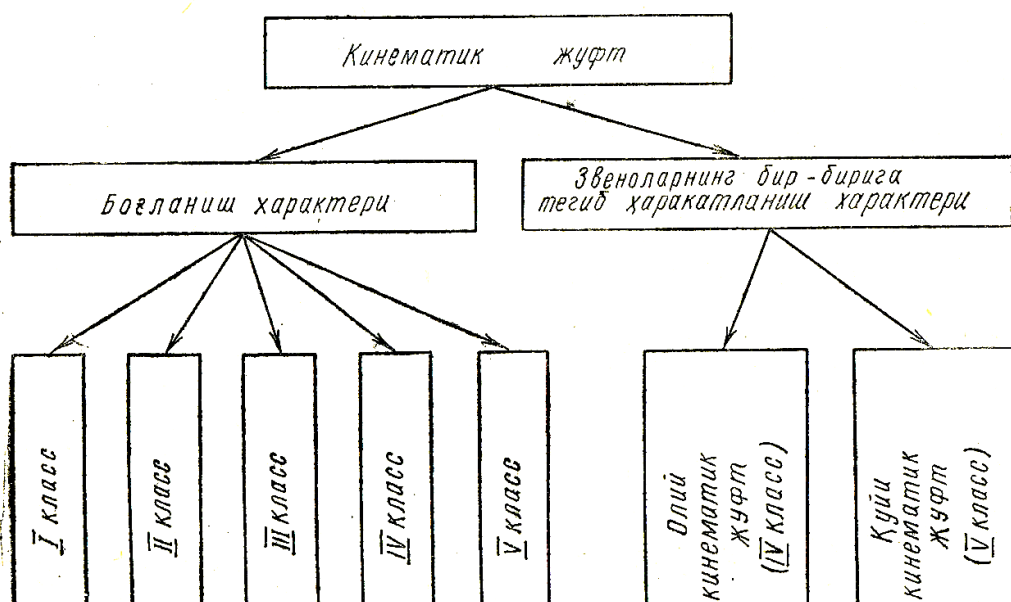
Bitiruv malakaviy ishining *ishchi obykti* sifati dumalash va sirpanish podshipniklari, ilgari lanma harakatni ta'minlovchi yo'naltirgichlar oliy va quyi kinematik juftlar qaraladi.

Ushbu ishni bajarishda nazariy mexanika, mashina va mexanizmlar nazariyasi metod va usullaridan foydalanildi.

I BOB. MEXANIZMLAR KINEMATIK JUFTLARDA HOSIL BO'LADIGAN ISHQALANISHLAR VA ULARNI HISOBLASH MEZONLARI.

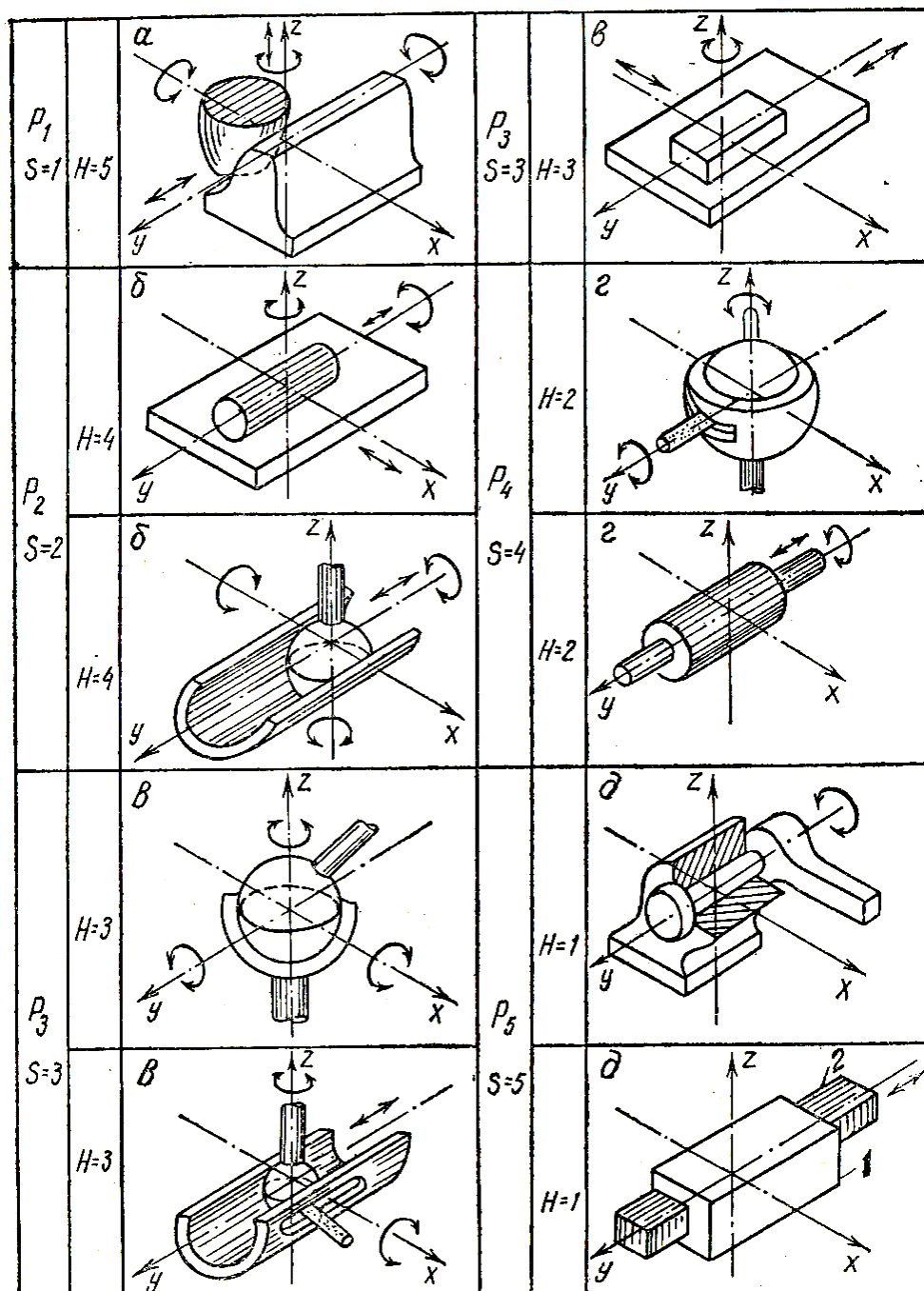
1.1. KINEMATIK JUFTLAR KLASSIFIKASIYASI

Kinematik juftlar zvenolarning bog'lanish xaraktera va zvenolarning bir-biriga tegib harakatlanish xarakteriga qarab ikki xil klassifikasiyalanadi (1.1- shakl)



1.1- shakl

Nazariy mexanika kursidan ma'lumki, fazodagi qattiq jism 6 ta erkinlik darajasi (6 ta yo'nalishda harakatlanish imkoniyati) ga ega bo'lib, ulardan uchta koordinatalar sistemasining X, U va Z o'qlari bo'ylab, qolgan uchta esa shu o'qlar atrofida aylanish yo'nalishida bo'ladi. Fazodagi erkin jismning erkinligini birin-ketin bog'lab borish yo'li bilan bog'lanishi 5 xil bo'lgan 5 ta kinematik juft hosil qilish mumkin (1.2-shakl). Bog'lanish sonini S bilan, erkinlik darajasini N bilan belgilasak, ularning yig'indisi fazoda bog'lanmagan vaqtdagi erkinlik soniga doim teng bo'ladi:



1.2.-rasm

$$H + S = 6. \quad (1.1)$$

Bundan bog'langan jismning erkinlik darajasi

$$N = 6 - S \quad (1.2)$$

(2) formuladan kurinadiki, bog'lanish soni $S = 1/5$ bo'lishi mumkin. Agar $S = 6$ bo'lsa, ya'ni 6 tomonlama bog'langan bo'lsa, bunday kinematik juft qo'zg'almas zvenoga aylanadi. Agar bog'lanish soni $S = 0$ bo'lsa, ya'ni hiech qanday bog'lanishga ega bo'lmasa, kinematik juft tashkil qilmaydi. Juftning bog'lanish soni kinematik juftning klassini ko'rsatadi ($S = P$).

$$S = 6 - H. \quad (1.3)$$

Quyida kinematik juftlarning klasslariga (3-tenglama) oid misollarni ko'ramiz.

I klass kinematik juft. Agar shar tekislik bilan kinematik juft hosil qilsa (1.3- shakl, a), tekislik sharning harakatini gorizontal Xo'qi yo'nalishida chegaralaydi. Erkinlik darajasi shaklda strelkalar bilan ko'rsatilgan, $N = 5$. Bunda (1.3) tenglamaga binoan bog'lanish soni.

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

Demak, juft *I klass kinematik juft* ekan. Kinematik juftning klassi P harfibilan belgilanadi va uning indeksiga klass nomeri qo'yiladi, masalan, I klass kinematik juft — P_1

II klass kinematik juft. Agar silindr tekislik bilan kinematik juft hosil qilsa (1.3-shakl, b), silindrning harakati ma'lum darajada cheklangan bo'ladi. Shakldan ko'rinadiki, silindr Xo'qi atrofida aylana olmaydi va tekislik uning Z o'qi bo'ylab vertikal yo'nalishda harakatlanishiga qarshilik ko'rsatadi. Demak, silindr erkinlik darajasi $N = 4$, bog'lanish soni $S = 6 - 4 = 2$ bo'lgan, II klass kinematik juft P_2 ekan.

III klass kinematik juft. Agar shar sferik qobiq ichiga solinsa (1.3-shakl, v), sharning harakati X, U va Z o'qlar bo'ylab chegaralangan bo'ladi, binobarin, u shu o'qlar bo'ylab qo'zg'ala olmaydi. Sharning aylanish erkinligi esa chegaralanmaydi. Kinematik juft tarkibiga kirgan sharning erkinlik darajasi $N=3$ bo'lib, bog'lanish soni ham, $S = 3$. Demak, u *III klass kinematik juft* P_3 .

IV klass kinematik juft. Silindr ichiga silindr joylashgan bo'lsin. Bunda ichki silindrning diametri tashqi silindrning ichki diametriga teng bo'lib, Y o'qi

atrofida sirpanish va aylanish imkoniyatiga ega bo'ladi (1.3-shakl, g). Demak, kinematik juft tarkibidagi zveno birinchi yoki ikkinchi zveno bo'lishidan qat'i nazar, 2 ta erkinlik darajasiga ega bo'ladi. Erkinlik darajasi 2 ga teng bo'lgan kinematik juft zvenosining nisbiy harakatiga quyilgan bog'lanishlar soni 4 ga teng bo'lib, *IV klass kinematik juft* P_4 deb klassifikatsiyalanadi:

$$S = 6 - N = 6 - 2 = 4,$$

V klass kinematik juft. Yuqoridagi, misolda ko'rilgan (1.3-shakl, g) kinematik juft bitta zvenosining *Yo'qi* bo'ylab sirpanishiga chek quyilsa, ya'ni zveno kallakli qilib yasalsa (1.3-shakl, d), uning harakati faqat Y o'qiatrofida aylanishdan iborat bo'lib qoladi. Bunday kinematik juftda zvenolar bir-biriga nisbatan bitta erkinlik darajasiga ega bo'ladi. Kinematik juft zvenolarining nisbiy harakatiga quyilgan bog'lanishlar quyidagicha topiladi:

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

Bunday kinematik juftlar texnikada keng tarqalgan birikma bo'lib, *V klass kinematik juft* P_5 deb nomlanadi.

Kinematik juftlar zvenolarining bir-biriga tegib harakatlanish xarakteriga qarab, 2 xil erkinlik darajaga ega bo'ladi. Agar ikki zveno bir-biriga nisbatan bog'lanib, harakatlanish davrida yuzalari bilan yoki tekislik bilan juft hosil qilib biriksa, quyi klass kinematik juft hosil qiladi. Quyi klass kinematik juft tarkibidagi 1 ta zveno aylanish yoki sirpanish (1.3-shakl, d) erkinlik darajasiga ega bo'ladi. Shuning uchun bunday juft V klass kinematik juft P_5 deb ham ataladi. 1.3-shakl, d da zveno 2 polzun ostki yuzasi bilan yo'naltiruvchi zveno 1 ning ichki yuzasiga tegib Y o'qi bo'ylab sirpanadi.

Ikki zveno bir - biri bilan nuqta yoki chiziq bo'yicha urinib kinematik juft tashkil kilsa, *oliy klass kinematik juft* deyiladi. Bunday kinematik juftlar tarkibidagi zvenoning biri 2 ta erkinlik darajasiga (2 ta sirpanishga yoki sirpanish va aylanishga) ega bo'ladi va bog'lanish shartiga takdoslaganda *IV klass kinematik juftlarga* to'g'ri keladi (R_4). Masalan, shar ustida shar, silindr ustida silindr, dumalash podshipnigi va boshqalar.

1.2 KINEMATIK JUFTLARDA SODIR BO'LADIGAN TASHQI ISHQALANISHNING TURLARI VA XUSUSIYATLARI

Ishqalanish hodisasining fizik asoslarini tadqiq etishda tashqi va ichki ishqalanishlar farq qilinadi. Tashqi ishqalanish deb, yuzalarining urinish zonasida ikki jism orasida vujudga keladigan va energiyaning kamayishi bilan kechuvchi nisbiy harakatga bo'lgan qarshilikka aytiladi. Ichki ishqalanish deb, qattiq, suyuq va gazsimon jismlar deformatsiyalanganda ular da yuz beradigan hamda mexanik energiyaning qaytmas tarzda kamayishiga olib keladigan jarayonlarga aytiladi.

Tashqi kuch ta'sirida bir jism boshqa bir jism yuzasi bo'ylab surilganida yuzaga keladigan va ushbu jismlar oraligidagi umumiy chegaraga tangensial tarzda yo'nalgan qarshilik kuchi ishqalanishkuchi deyiladi.

Ishqalanish kuchlarini va yeyilish tezligini kamaytirish uchun ishqalanuvchi yuzalarga kiritiladigan material moylovch material deyiladi. Ishqalanuvchi yuzaga moylovchi material surtish moylash deb ataladi; moylovchi material ta'sirida ikki yuza orasidagi ishqalanish kuchining va (yoki) yeyilish tezligining kamayishi moylanish deyiladi.

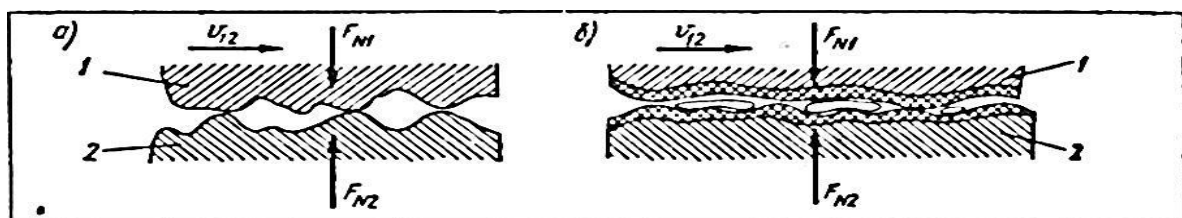
Ishqalanuvchi yuzalarning holatiga ko'ra ishqalanish ikki xil bo'ladi: *moylovchi materialsiz ishqalanish* (quruqlayin ishqalanish) va *moylovchi material orqali ishqalanish*.

Moylovch materialsiz ishqalanish deb, qattiq jismlar 1 va 2 ishqalanuvchi yuzalari orasida hech qanday moylovchi modda bo'lmagandagi ishqalanishga aytiladi (1.3-rasm, a).

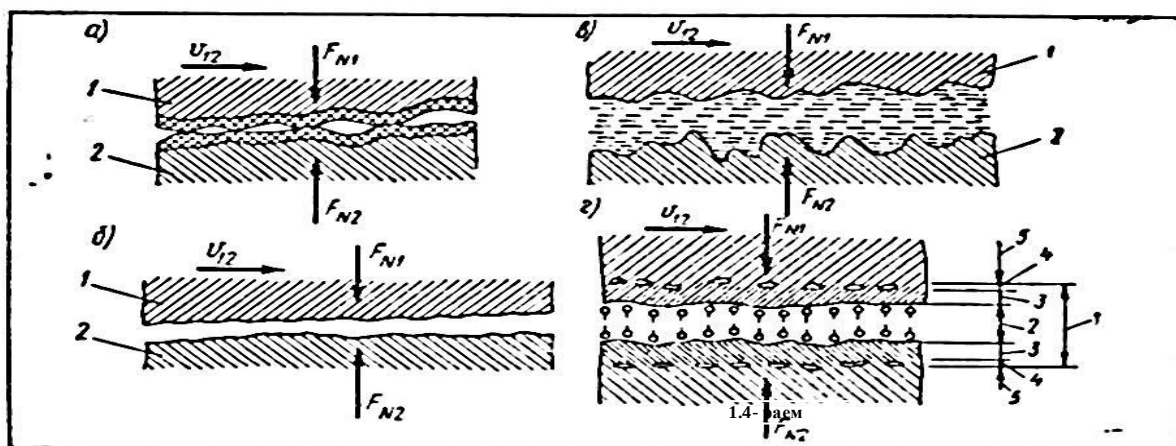
Moylovch material orqali ishqalanish deb, qattiq jismlar 1 va 2 ning ishqalanuvchi yuzalari orasiga moylovchi material kiritilgandagi ishqalanishiga aytiladi (1.3-rasm, b).

Moylashning quyidagi turlari mavjud: qattiq moy bilan moylash, bunda ishqalanuvchi detallar 1 va 2 ning yuzalarini bir-biridan ular orasiga kiritilgan qattiq moylovchi material ajratib turadi (1.3-rasm, a);

suyuq moy bilan moylash, bunda detallar 1 va 2 ning ishqalanuvchi yuzalari ular orasiga kiritilgan suyuq. moylovchi material tufayli bir-biridan ajralib turadi (1.3-rasm, ye); gazsimon moy bilan moylash — bunda detallar 1 va 2 orasiga kiritilgan gazsimon moylovchi material ularning yuzalarini bir-biridan ajratib turadi (1.3-rasm, b); yarim suyuq moy bilan moylash, bunda detallar qisman suyuq moy bilan moylanadi; chegaraviy moylash, bunda bir-biriga nisbatan harakatlanuvchi yuzalar orasidagi ishqalanish va ularning yeyilishi yuzalar xususiyatiga hamda moylovchi materialning hajmiy xossalaridan farq qiladigan xossalariga bog'liq bo'ladi (1.3-rasm, g). Oraliq qatlam 1 friksion juftlikning asosiy materiallari 5 orasidagi uchinchi jism hisoblanadi. U shimilgan (adsorblangan) qatlam 2 dan, oksidlar yoki boshqa ximiyaviy birikmalar pardasi 3 dan va asosiy materialning buzilgan qatlami 4 dan tashkil topadi. Suyuqlikning qalinligi 0,1 mkm bo'lganda uning xossalari hajmiy xossalaridan farq qiladi. Bulardan tashqari, moylashning quyidagi turlari ham bor: gidrostatik(gazostatik), bunda bir-biriga nisbatan harakatda yoki tinch holatda bo'lgan detallar 1 va 2 yuzalarining tulg ajralishi ishqalanuvchi yuzalari orasidagi h tirqishga tashqi r bosim ta'sirida suyuqlik (gaz) berilishi natijasida amalga oshadi (1.3-rasm, a); gidrodinamik(gazodinamik), bunda ishqalanuvchi yuzalar 1 va 2 ning tula ajralishini ular bir-biriga nisbatan harakatlanganda suyuqlik qatlamida o'z-o'zidan paydo bo'ladigan bosim ta'minlaydi (1.3-rasm, b); elastogidrodinamik, bunda ikki yuza orasidagi ishqalanish xususiyati va suyuq moylovchi material pardasining qalinligi jismlar materialining elastiklik xossalariga hamda ishqalanishda ishtirok etuvchi materiallar zo'riqishining o'z-o'zidan kamayishiga, ularning yeyiluvchanligiga, qoldiq elastikligiga va qaytmas qoldiq deformatsiyalanishiga bog'liqdir.



7.1- rasm



Harakatdagi ishqalanishdan (1.3-rasm, a) oldin jismlar 1 va 2 ning tinch holatdagi ishqalanishi, ya'ni ikki jismning dastlabki nisbiy mikrosiljishidagi ishqalanish (1.3-rasm, b dagi I zona) va ularning tinch holatdan (II zona) sirpanishga o'tishi (III zona) sodir bo'ladi. Dastlabki siljish shunday masofaga tengki, bunda tinch holatdagi ishqalanish kuchi $F_{t,n}$ noldan qandaydir katta qiymatigacha ortadi (1.3-rasm, b).

Bunday mikrosiljishlar to'la siljishga qaraganda ancha kam ya'ni 0,1 ... 1,0 mkm bo'lib, ayrim hollarda qaytmas bo'lishi ham mumkin. Chekli qiymatidan oz bo'lsada oshib ketishi harakat vujudga kelishiga sabab bo'ladigan tinch holatdagi ishqalanish kuchi tinch holatdagi eng katta ishqalanish kuchi deyiladi. Ikki jismning tinch holatdagi eng katta ishqalanish kuchi F_{Tn} ning jismlarni bir-biriga siqib turuvchi va ishqalanuvchi yuzalarga nisbatan normal bo'lgan F_{m2} kuchga nisbati ilashish koeffitsiyenti f_{ti} deyiladi.

Kinematik alomatlariga ko'ra harakatdagi ishqalanishning quyidagi turlari bor: sirpanishdagi ishqalanish, dumalashdagi ishqalanish,

aylanishdagi ishqalanish, dumalabsirpanishdagi ishqalanish va titrabsiljishdagi ishqalanish.

Ishqalanish jarayonlari bir-biriga tegib ishlovchi jismlar materiallarining o'zaro molekulyar ta'sirini tashqi muhit (oksidlar, pardalar, moylar) ta'sirini hisobga olgan holda baholashga imkon beruvchi nusxalarda (modellarda) o'rnatiladi. Dastlabki ishlab chiqilgan mexanik ilashish, molekulyar tortilish, payvandlanish, qirqilish va botib kirish nazariyalari ishqalanishning eng ko'p tarqalgan molekulyar-mexanik nazariyasida anchagina rivojlantirildi. Ushbu nazariyaga ko'ra, ishqalanish jarayoni jismlarning ajralish chegarasidagina emas, balki fizik-mexanik xossalari jism hajmidagi materiallar xossalaridan farq qiladigan sirtqi qatlamlarining qandaydir hajmida ham sodir bo'ladi. Bu hodisa sirtqi qatlamlarning deformasiyalanishi, temperaturaning o'zgarishi, shimilgan suv yoki gaz bug'lari qatlamlarining paydo bo'lishi, tashqi muhit oksidlarining, atomlarining yoki molekulalarning pardalari hosil bo'lishi shu kabilar bilan bog'liq.

Sirpangandagi ishqalanish ko'effitsiyentai f_n ning qiymati haqidagi umumiy tasavvurni bunday ishqalanishning har xil turlari uchun tajriba yo'li bilan aniqlangan ma'lumotlar beradi. Bu ma'lumotlar: juda tekis va silliq yuzalarning moy va oksidlar bo'lmagandagi ishqalanishida 0,8 ... 6,0ga; oksidlangan yuzalarning ishqalanishida 0,4 ... 0,8ga; yuzada monomolekulyar moy qatlami bo'lgandagi chegaraviy ishqalanishda 0,2 ... 0,6ga; qutbiy molekulalarning multimolekulyar qatlami bo'lgandagi chegaraviy ishqalanishda 0,1 ... 0,4 ga; qutbiy bo'lmagan molekulalar qatlami bo'lgandagi gidrodinamik ishqalanishda 0,008 ... 0,02 ga; suyuq-kristall hajmiy faza bo'lgandagi gidrodinamik ishqalanishda 0,0001 ... 0,001 ga teng.

Har xil ishqalanish bilan turli tartibda ishlovchi mexanizmlarni hisoblash uchun ishqalanish kuchining ishqalanuvchi yuzalarning nisbiy harakatlanish tezligi $\mathcal{S}_{cup}$ ga bog'liqligi muhim ahamiyatga ega.

Tajriba natijalarini umumlashtirish u yoki bu shart-sharoitlar uchun quyidagi muhim bog'liqliklarni qabul qilish imkonini beradi:

quruqlayin ishqalanish kuchi F_p sirpanish tezligi $\mathcal{S}_{cup} = x$ ga bog'liq bo'lmaydi (1.7- rasm, a):

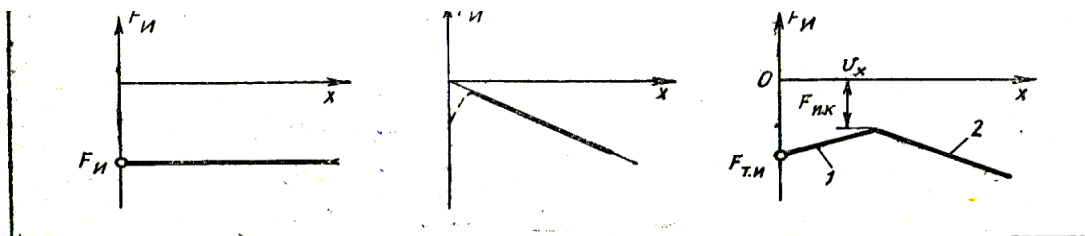
$$F_u = f_n F_N$$

qovushqoq ishqalanish kuchi F_u sirpanish tezligi x bilan chiziqli bog'liqdir (1.7-rasm, b):

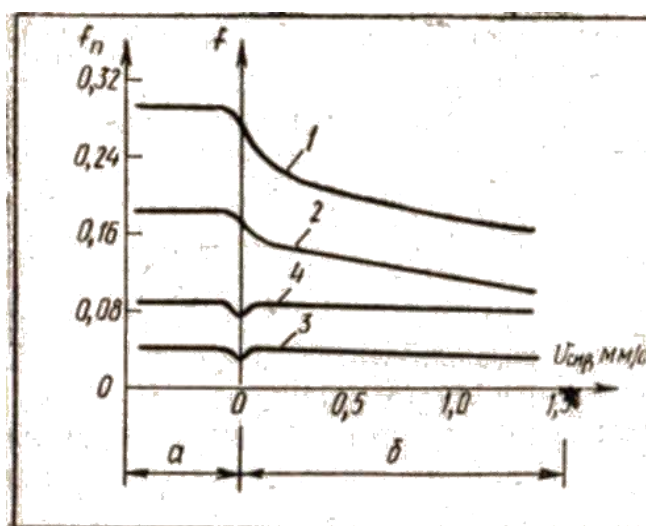
$$F_u = kx$$

quruqlayin ishqalanish kuchi F_u sirpanish tezligi x bilan chiziqli bog'langan, biroq chegaraviy tezlik v_k ga nisbatan pasayuvchi (1) va oshib boruvchi (2) xarakteristika shoxobchalariga ega (1.3-rasm, v).

Harakat tezligi oshishi bilan ishqalanish kuchining keskin kamayishi, odatda, siljish tezligi kichik bo'lgan zonada kuzatiladi. Bu masalan, texnologik jihozlar uchun xosdir (supportlarning yo'naltiruvchilarda surilishi, avtooperatorlar va robotlarning kerakli holatlarni egallashi). Ishqalanish kuchlarining keskin pasayuvchi tezlik xususiyatida turgunmas harakatlar, o'ziga xos notekis harakatlar kuzatiladi. Buning oqibatida jihozning uzatishlari notekis bo'ladi, ishlov berish aniqligi pasayadi, holatlarni egallash aniqligi kamayadi. Shu sababli jihozning ish unumi kamayadi, yo'naltiruvchilar va asboblarning yeyilishi ortadi, dastgohlarda ishlangan detallar yuzalarining sifati yomonlashadi, yuritish mexanizmlariga qo'shimcha dinamik yuklar tushadi.



1.4-rasm



1.5-rasm

Past tezlik bilan siljishda notekis harakatlanishning zararli oqibatlarini kamaytirish uchun turli usullardan foydalaniladi. Quyidagilar keng qo'llaniladi:

normal bosimni pasaytirish makeadida yuksizlantirishdan (mexanik, pnevmatik, gidravlik va hokazo) foydalaniladi;

friksion juftliklarda cho'yan (1.5-rasmdagi egri chiziq 1) va bronza (egri chiziq 2) o'rniga ftoroplast (chiziq 3) hamda siltanishga qarshi moy (egri

chiziq 4) ishlatgan holda ishqalanish koeffitsiyenta kichraytiriladi;

namlikka chidamli (gidrostatik) moylardan foydalaniladi; sirpanish tayanchlari o'rniga dumalash yo'naltiruvchnlari qo'llaniladi. Materialning ichki siljishiga energiya sarfi va ichki ishqalanishdagi ichki hajmi bo'yicha issiqlik

ajralishi uning demferlash xususiyatiga yoki yutish koeffisientiga ko'ra baholanadi.

Yutishkoeffisiyenti ψ (yoki nisbiy gisterezis) deb, garmonik tebranishning bir davrida sochiladigan energiya W ning eng katta elastik energiya U ga nisbatiga aytiladi:

Metallar uchun ichki ishqalanishdagi yutish koeffisienti juda kichik bo'ladi (har xil markali po'latlar uchun 0,01—0,02 atrofida) va metall butinlarni hisoblashda ichki ishqalanish odatda hisobga olinmaydi. Biroq yuqori molekulyar materiallar (masalan, rezina va plastmassalar) ning yutish koeffisiyenti 0,1 — 1,0 atrofida, ya'ni metallarnikiga qaraganda deyarli 100 marta katta bo'ladi. Shu sababli rezina va plastmassalardan yasaladigan detallarni hisoblashda materialdagi ichki ishqalanishga bo'ladigan isroflarni hisobga olish zarur.

Qattik materiallardagi ichki ishqalanishdan asosan zarb va silkinishlarda paydo bo'ladigan shovqinni pasaytirish uchun (bu maqsadda metall materiallar o'rniga plastmassa va kompozision materiallar ishlatiladi), rezonans yaqinidagi tebranishlarda konstruksiyalarda vujudga keladigan zo'riqishni kamaytirish uchun foydalaniladi.

1.3. § KINEMATIK JUFTLARDA HOSILBO'LATILGAN ISHQALANISHNI HISOBGA OLGANHOLDA MEKANIZMNI KUCHGA HISOBLASH

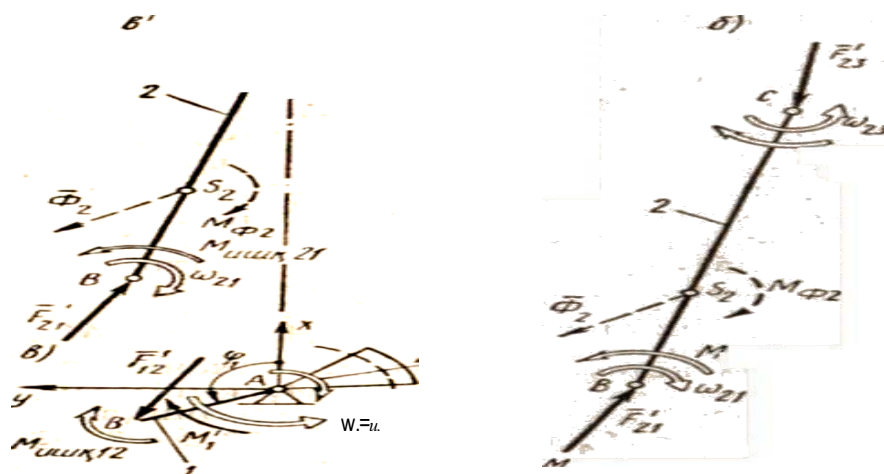
Ishqalanishni nazarda tutgan holda kuchga hisoblashning umumiy qoidalari ishqalanishni nazarda tutmagan holda hisoblashdagidekdir. Buni shunday izohlash mumkin: kinematik juftliklardagi kuchlar ta'sirining tahliliga asosan, ishqalanishning mavjudligi kinematik juftliklardagi noma'lumlar sonini *o'zgarpshrmaydi*. Binobarin, ishqalanish nazarda tutilgan taqdirda ham, Assur struktura gruppalari *o'zining statik aniqligini saqlab qoladi*. Shu sababli kuchga hisoblash kinetostatika tenglamalaridan foydalangan holda struktura gruppalari bo'yicha amalga oshiriladi. Buning uchun ushbu tenglamalarga ishqalanish kuchlari va ishqalanish momentlari ham kiritilishi lozim. Biroq, bu holda ko'pincha hisoblash ishlari juda murakkablashib ketadi. Uning murakkabligini kamaytirish uchun I.I. Artobolevskiy *ketma-ket yaqinlashtirishlar usulidan* foydalanishni taklif etdi. Ushbu usul yordamida kuchga hisoblash qanday amalga oshirilishini krivoship-polzunli mexanizm mi-solida ko'rsatamiz (1.6-rasmga karang).

Ishqalanishni nazarda tutgan holda kuchga hisoblash uchun dastlabki berilgan ma'lumotlarga qo'shimcha ravishda kinematik juftliklardagi ishqalanish ko'effitsiyentlari f_{uA} , f_{uB} , f_{uC} , f_{u34} niham kiritish lozim. Buning ustiga, mexanizmni kinematik hisoblashdan hamma kinematik juftliklardagi nisbiy tezliklar, ya'ni ω_{14} , ω_{21} , ω_{23} , ω_{34} larning yo'nalishlari aniqlangan bo'lishi lozim.

Ishqalanishni e'tiborga olmagan holda, yoki birinchi yaqinlashtirishda, krivoship-polzunli mexanizmni kuchga hisoblash amalga oshirilib bo'lganligini buning natijasida hamma kinematik juftliklardagi o'zaro ta'sir kuchlari, ya'ni $\bar{F}_{14}$, $\bar{F}_{21}$, $\bar{F}_{23}$, $\bar{F}_{34}$ kuchlar aniqlanganligini eslatib o'tamiz.

Endi ikkinchi yaqinlashtirishda hisoblashni amalga oshiramiz. Buning uchun A, V va S sharnirlarning berilgan diametrlariga ko'ra ulardagi ishqalanish doiralari radiuslari $\rho_{uA} = (D_A / 2) f_{uA}$, $\rho_{uB} = (D_B / 2) f_{uB}$, $\rho_{uC} = (D_C / 2) f_{uC}$, ni so'ngra ushbu sharnirlardagi ishqalanish momentlari $M_{u14} = F_{14} \rho_{uA}$, $M_{u21} = F_{21} \rho_{uB}$, $M_{u23} = F_{23} \rho_{uC}$, aniqlaymiz. Shuningdek, ilgarilama juftlik 3-4dagi ishqalanish kuchini topamiz: bunda $F_{u34} = f_{u34} F_{N34}$

Ikkinchi yaqinlashtirishda hisoblash birinchi yaqinlashtirishda hisoblashda bo'lgan tartibda amalga oshiriladi. Binobarin, ilgarigidek, uni struktura gruppasi 2-3 dan boshlaymiz (1.6-rasm, a). Uning butinlariga ma'lum kuchlar va momentlar: $\bar{\Phi}_2, M_2, \bar{\Phi}_3$ va harakatlantiruvchi kuch $\bar{F}_3$ qo'yilgan. Bo'g'inlar 2 va 3 ga ham yuqorida hisoblab topilgan ishqalanish momenti M_{u21} ishqalanish kuchi $\bar{F}_{u34}$ va C sharnirdagi ishqalanish momentlari M_{u23} va $M_{u32} = -M_{u23}$ (1.6-rasm, a da ko'rsatilmagan qo'yilgan. Ishqalanish kuchlari va momentlari tegishli nisbiy tezliklarga qarama-qarshi yo'nalgan. $\bar{F}'_{u21}$ kuchning moduli va yo'nalishi, $\bar{F}_{u34}$ normal tashkil etuvchining moduli va uning b' yelkasi, Csharnirdagi $\bar{F}'_{u23} = -\bar{F}'_{u32}$ o'zaro ta'sir kuchlarining moduli va yo'nalishi noma'lum (1.11-rasm, b).



1.6-rasm

Bo'g'inlar 2 va 3 ga qo'yilgan kuchlarning x o'qiga proyeksiyalari yig'indisi nolga teng:

$$\sum_{2,3} x = 0$$

Yoyilgan holda

$$F'_{21x} + \Phi_{2x} + F_{3x} + F'_{34x} = 0$$

Bu yerda $F'_{34x} = F_{u34}$ (1.5) tenglamadan F'_{21x} ni aniqlaymiz. Bundan keyin keladigan hamma proyeksiyalar va momentlartenglamalari kabi tenglama xam algebraik ko'rinishda yozilganligini eslatib o'tamiz. Shu sababli proyeksiyalar va momentlarning son qiymatlari barcha tenglamalarga ularning ishoralariga qat'iy rioya qilingan holda qo'yilmog'i lozim.

Bo'g'in 3 ga qo'yilgan kuchlarning x o'qiga proyeksiyasi tenglamasini tuzamiz:

$$\sum_3 X = 0$$

Yoki

$$F'_{32x} + \Phi_{3x} + F_{3x} + F'_{34x} = 0 \quad (1.6)$$

bundan F'_{32x} ni aniqlaymiz.

F'_{23y} tashkil etuvchining proyeksiyasini 2 bo'g'in uchun tuzilgan $\sum_2 M_B = 0$ momentlar tenglamasidan (B nuqtaga nisbatan) aniqlaymiz:

$$M_B(F'_{23u}) + M_B(\overline{F'_{23x}}) + M_B(\overline{\Phi_2}) + M_{\phi_2} + M_{u21} + M_{u23} = 0$$

Izlanayotgan proyeksiya

$$F'_{23u} = M_B(\overline{F'_{23x}}) / (l_{BC} \cos \phi_2)$$

$$(7.7) \text{ tenglamada } M_B(\overline{F'_{23x}}) = -F'_{23u} / (l_{BC} \sin \phi_2)$$

$$M_B(\overline{\Phi_2}) = \Phi_{2y} l_{BS2} \cos \phi_2 - \Phi_{2x} l_{BS2} \sin \phi_2$$

Bo'g'in 2 ga qo'yilgan kuchlarning u o'qiga proyeksiyasining yig'indisiga teng: $\sum Y = 0$. Shu sababli

$$F'_{21y} + F'_{21x} + \Phi_{2y} = 0 \quad (1.7)$$

bundan F'_{21y} ni aniqlaymiz.

F'_{N34} normal tashkil etuvchining F'_{34y} proyeksiyasini bo'g'in 3 ga qo'yilgan kuchlarning u o'qiga proyeksiyalari tenglamasi $\sum_3 Y = 0$ dan

$$\text{topamiz: } F'_{31y} + F'_{32y} = 0 \quad (1.8)$$

Bo'g'in 3 uchun momentlar tenglamasini tuzamiz, $\sum_3 M_C = 0$

$$M_C(\overline{F'_{N34}}) + M_C(\overline{F'_{u34}}) + M_{u34} = 0 \quad (1.9)$$

bundan $M_C(\overline{F'_{u34}})$ ni aniqlab, so'ngra b' yelkani topamiz.

Kuchlar proyeksiyalariga ko'ra ularning F'_{21} , F'_{23} , F'_{34} modullarini hamda ϕ'_{F21} , ϕ'_{F23} burchak koordinatalarini aniqlaymiz.

Birlamchi mexanizmni kuchga hisoblaymiz (1.8-rasm, e). Uning qo'zg'aluvchan bo'g'ini 1ga quyidagi kuchlar va momentlar qo'yilgan: aniqlangan $\overline{F'_{12}} = -\overline{F'_{21}}$ kuch; inersiya kuchlarining bosh momenta $M_{\phi_1}A$ va V sharnirlardagi ishqalanish momentlari M_{u14} va $M_{u12} = -M_{u21}$ Foydali qarshilik momenta M'_1 shuningdek kinematik juftlik 1-4dagi $\overline{F'_{14}}$ reaksiyaning moduli va yo'nalishi (1.8-rasm, a da ko'rsatilmagan) noma'lum.

Foydali qarshilik momenta M'_1 ni $\sum_1 M_A = 0$ tenglamadan hisoblab topamiz:

$$M_A(\overline{F'_{12}}) + M'_1 + M_{\phi_1} + M_{u14} + M_{u12} = 0 \quad (1.11)$$

M_1' ning qiymati ishqalanishni hisobga olmasdan birinchi yaqinlashtirishdan olingan M_1 qiymatidan kichik bo'ladi. Natijaning shunday bo'lishi ravshan, chunki ishqalanish bo'lganda berilgan yurituvchi F_3 kuch ishqalanish bo'lmaganda o'sha kuchning o'zi yengib o'ta oladiganidan kichikroq bo'lgan foydali qarshilik kuchini yengib o'tadi.

Stoyka reaksiyasi $\overline{F}_{14}'$ ning proyeksiyalarini $\sum_1 X = 0$ $\sum_1 Y = 0$ tenglamalardan topamiz:

$$F_{14x}' + F_{12x}' = 0 \quad (1.12)$$

$$F_{14y}' + F_{12y}' = 0 \quad (1.13)$$

so'ngra $\overline{F}_{14}'$ kuchning modulini va uning ϕ_{F14}' burchak koordinatasini aniqlaymiz.

Ikkinchi yaqinlashtirishda kuchga hisoblash natijasida kinematik juftliklarga ta'sir qiluvchi $\overline{F}_{14}', \overline{F}_{21}', \overline{F}_{23}', \overline{F}_{N34}'$ kuchlarning vab' yelkaning *aniq* qiymatlari hosil qilindi. Buning uchun mohiyati (1.12) — (1.13) tenglamalardan foydalanildi.

Kuchlarning ikkinchi yaqinlashtirishda hosil qilingan qiymatlariga ko'ra sharnirlardagi ishqalanish momentlarini va juftlik 3-4 dagi ishqalanish kuchini aniqlash, so'ngra (1.12) — (1.13) tenglamalarga o'xshash tenglamalardan foydalanib, uchinchi yaqinlashtirish bo'yicha hisoblash mumkin. Natijada $\overline{F}_{14}'', \overline{F}_{21}'', \overline{F}_{23}'', \overline{F}_{N34}''$ va b'' larning uzil-kesil natijasiga yaqinroq aniqroq bo'lgan qiymatlarini hosil qilamiz.

Ketma-ket yaqinlashtirish jarayonini talab qilinayotgan hisoblash aniqligiga erishgunga qadar davom ettirish mumkin. Biroq tajriba ikkinchi yaqinlashtirishning o'zi ham yetarli ekanligini isbotlaydi.

Ketma-ket yadinashtirishlar usulini mexanizm o'z-o'zidan tormozlanish holatidan *uzoq bo'lganda* qo'llash mumkin. Bu holda yechim to'g'riroq va

aniqroq bo'ladi. O'z-o'zidan tormozlanish bo'lganda ketma-ket yaqinlashtirish usuli *prinsip jihapshdan yaroqsizdir*.

1.4. ISHQALANISHDAGI ENERGIYA ISROFI VA MEXANIK FOYDALI ISH KOEFFISIYENTI

Mexanizmga barqarorlashgan tartib sikli mobaynida yurituvchi kuchlar va momentlar ishi A_{yu} ko'rinishida beriladigan energiya foydali ish $A_{f.k}$ ni bajarish uchun, ya'ni foydali qarshilik kuchlari va momentlari ishini bajarish uchun, shuningdek kinematik juftliklardagi ishqalanish kuchlarini va muhitning qarshilik kuchini yengish bilan bog'liq bo'lgan A_i ishini bajarish uchun sarflanadi: $A_{yu} = A_{fk} + A_i$. A_{fk} va A_i larning qiymatlari ana shu tenglamaga va keyingi tenglamalarga absolyut kattaligi bo'yicha quyiladi.

$$\eta = A_{fk} / A_{io} \quad (1.14)$$

munosabat mexanik foydali ish ko'effisiyenti (yoki qisqacha FIK) deb ataladi. Ko'rinib turibdiki, FIK mashinaga kiritiladigan mexanik energiyaning qancha qismi mashina bajaradigan foydali ishga (masalan, mahsulotga texnologik ishlov berishga, elektr energiyasi ishlab chiqarishga, yukni ko'tarishga va hokazo) sarflanishini ko'rsatadi.

$\xi = A_u / A_{io}$ nisbat mexanik isroflar ko'effisiyenti deyiladi va u mashinaga kiritiladigan A_{yu} mexanik energiyaning qancha qismi turli xil ishqalanishlar mavjudligi tufayli pirovard natijada issiqlikka aylanishini va qancha qismi atrof-muhitga tarqalib isrof bo'lishini ko'rsatadi. Energiyaning ishqalanishga isrof bo'lishi muqarrardir, shu sababli hamisha $\xi > 0$ bo'ladi. Isroflar ko'effisiyenti bilan FIK o'rtasida yaqqol bog'liqlik mavjud: $\xi = 1 - \eta$. Energiyani tejab-tergab sarflash xalq xo'jaligining eng muhim vazifalaridan biri bo'lgan hozirgi sharoitda FIK va isroflar ko'effisiyenti mashinalar mexanizmlarining muhim ko'rsatkichlaridir.

(1.14) tenglamadagi sikl ichida bajariladigan A_{yu} va A_{fk} ishlar o'rniga sikl davomidagi tegishli quvvatlarning o'rtacha qiymatlarini qo'yish mumkin;

$$\eta = P_{fk} / P_{io} \quad (1.15)$$

Bitta yetakchi (indeksi old.) va bitta yetaklanuvchi (idneksi ket.) vallari bo'lgan turli uzatish mexanizmlari (tishli, tasmali va hokazo) uchun (1.15)tenglama quyidagi ko'rinishni oladi;

$$\eta = \frac{M_{ket}\omega_{ket}}{M_{old}\omega_{old}} = \frac{M_{ket}}{M_{old}U}$$

Agar barqaror ishlayotgan mexanizmlardan foydali yuk olinsa $A_{fk} = 0$ u holda bunday tartib «salt yurish» deyiladi. Bunda $\eta_{c.io} = 0, \xi_{c.io} = 1$ ekanligi ko'rinish turibdi, chunki salt yurish vaqtida mexanizma kiritiladigan energiyaning hammasi uning o'zidagi isroflarni yengishgagina sarflanadi. Bundan $0 \leq \eta < 1, 1 \geq \xi > 0$ ekanligi kelib chiqadi.

FIK va isroflar koefisiyenti mexanizmning barqaror tartibda harakatlanayotganida aniqlanishini ta'kidlab o'tamiz. Agar harakat davriy ravishda o'zgarib tursa, u holda FIK va isroflar koefisiyenta mexanizmning sikl ichidagi o'rtacha energetik ko'rsatkichlari bo'ladi.

Odatda alohida mexanizmlarning FIK tajriba o'tkazib aniqlanadi va spravochniklarda ko'rsatiladi. O'zaro parallel yoki ketma-ket biriktirilgan mexanizmlar sistemalarining FIK ni aniqlash uchun hisoblash formulalari [1, 2, 3, 4] adabiyotlarda keltirilgan.

Alohida mexanizmning, masalan, ikkita ponali mexanizmning (1.13-rasm, a) FIK qay tarzda hisoblash yo'li bilan aniqlanishini ko'rib chiqamiz. Pona 1 ga uni pastga siljituvchi $\bar{F}_1$ yurituvchi kuch quyilgan bo'lsin. Bunda pona 3 prujinaning kuchini yenggan holda o'ngga suriladi. Bu mexanizmning to'g'ri yurishi bo'ladi. Mexanizmlarning siljishi $\Delta s_2 = \Delta s_1 + \Delta s_{21}$ vektorli munosabat orqali (1.13-rasm, b) bog'langai, bundan

$$\Delta s_2 = \Delta s_1 \operatorname{tg} \gamma \quad (1.16)$$

To'g'ri yurishda pona 1 ga, $\bar{F}_1$ yurituvchi kuchdan tashqari, $\bar{F}_{12}$ va $\bar{F}_{13}$ reaksiya kuchlari xam ta'sir qiladi, ular ishqalanish natijasida ΔS_{12} va $\Delta S_{13} = \Delta S_1$ nisbiy siljishlar bilan $90^\circ + \omega_u$ li burchak hosil qiladi. FIK bo'g'inlar albatta bir tekis harakatlanadi, degan taxminga asoslanib aniqlanganligi sababli inersiya kuchlari nolga teng deb olinadi. FIK ni aniqlashda bo'g'inlarning og'irlik kuchlari xam hisobga olinmaydi.

Pona 1ga qo'yilgan tenglamasi $\bar{F}_1 + \bar{F}_{13} + \bar{F}_{12} = 0$ ga ko'ra kuch planini tuzamiz (1.13-rasm, v), buning uchun sinuslar teoremasidan foydalangan holda quyidagini yozamiz:

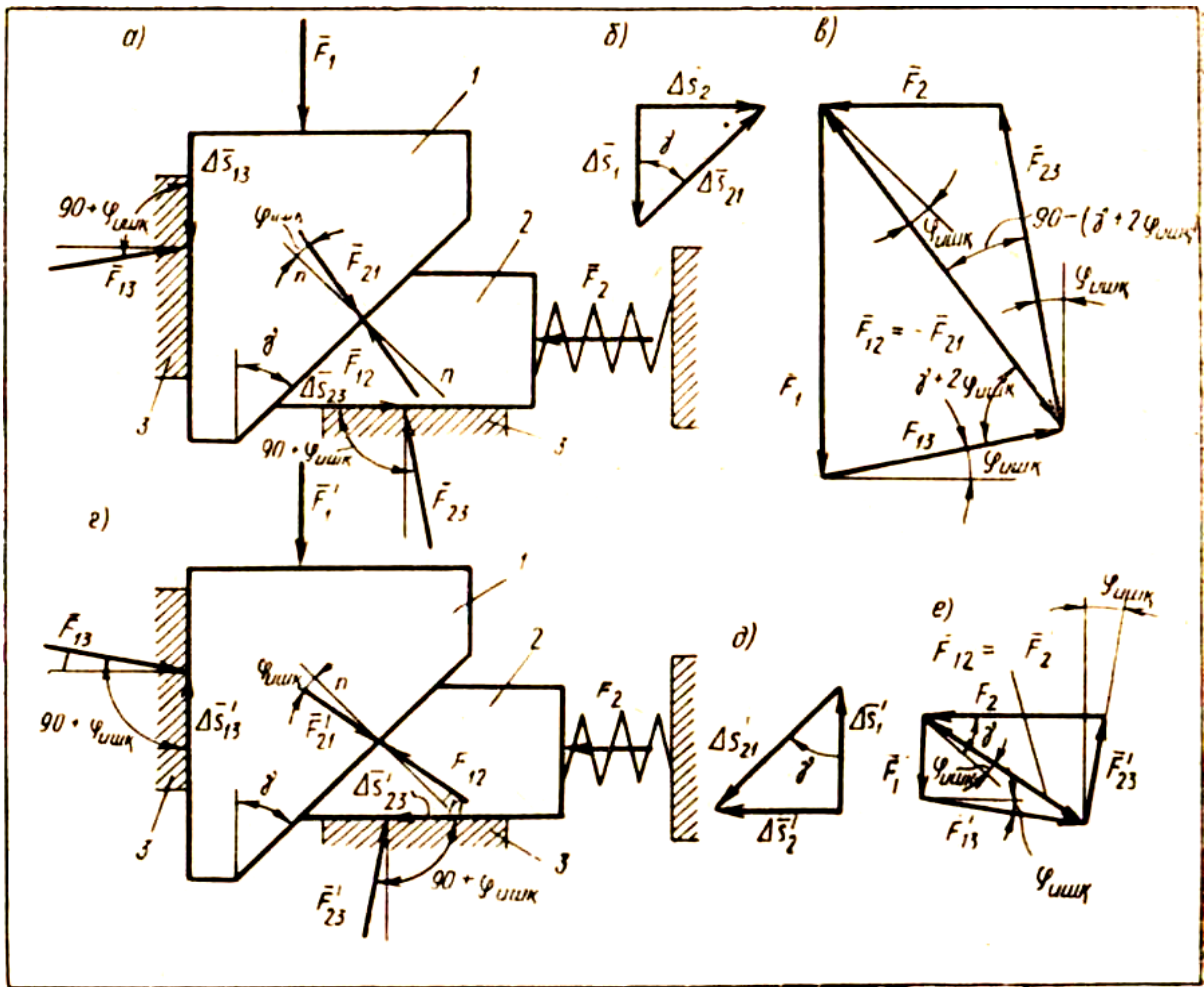
$$F_{12} / \sin(90^\circ - \omega_u) = F_1 / \sin(\gamma + 2\omega_u)$$

bundan

$$F_{12} = F_1 \frac{\cos \gamma_u}{\sin(\gamma + 2\omega_u)}$$

Pona 2 ga $\bar{F}_{21} + \bar{F}_{23} + \bar{F}_2 = 0$ tenglamadan kelib chiqadigan $\bar{F}_{21} = -\bar{F}_{12}$ kuch, $\bar{F}_2$ foydali qarshilik kuchi $\bar{F}_{23}$ reaksiya kuchi (1.13-rasm, a) ta'sir qiladi. Kuchlar planidan (1.13- rasm, v) sinuslar teoremasiga asosan quyidagini topamiz:

$$F_2 = F_1 \frac{\cos(\gamma + 2\omega_u)}{\cos \omega_u} \quad (1.17)$$



1.13- rasm

To'g'ri yurishda FIK quyidagiga teng

$$\eta_{to'g} = F_2 \Delta s_2 / (F_1 \Delta s_1),$$

yoki (1.16) — (1.17) tenglamadan foydalanib quyidagini hosil qilamiz:

$$\eta_{to'g} = \operatorname{tg} \gamma / \operatorname{tg}(\gamma + 2\varphi_u) \quad (1.18)$$

Sirpanuvchi vintli juftlik va chervyakli tishli uzatma uchun ham FIK aynan shunday ifodalanishini aytib o'tamiz:

$$\eta = \operatorname{tg} \gamma / \operatorname{tg}(\gamma + \omega_u)$$

bunda γ — vint yoki chervyak o'ramlarining ko'tarilish burchagi.

To'g'ri yurish tugagan, ponalar 1 va 2 to'xtagan, so'ngra esa $\bar{F}_2$ kuch ta'sirida o'zlarining teskari (orqaga) harakatlarini boshlagan bo'lsin. Bunda energiya oqimi ham o'z yo'nalishini o'zgartiradsh $\bar{F}_2$ kuch yurituvchi kuchga, $\bar{F}_1'$ kuch esa foydali qarshilik kuchiga aylanib qoladi (1.13-rasm, g). Orqaga yurishdagi siljishlar uchburchagi 1.13-rasm, d da ko'rsatilgan: hamma siljishlarning yo'nalishi teskari tomonga o'zgaradi. Shuning uchun kinematik juftliklardagi ishqalanish kuchlari ham o'z yo'nalishini qarama-qarshi tomonga o'zgartiradi. Buni hisobga olgan holda orqaga yurishdagi kuchlar planini tuzamiz (1.13-rasm, ye). Tenglamalardagi ishqalanish burchaklari oldida turgan ishoralar xam teskariga o'zgarishi kerakligini payqash qiyin emas.

Orqaga yurishdagi FIK ni yozamiz: $\eta_{orq} = F_2' \Delta s_1 / (F_2 \Delta s_2)$. Ushbu ifodani ochish uchun kuchga hisoblashni takrorlash shart emas. η_{orq} ni quyidagicha aniqlash mumkin. $\eta_{to'g}$ gateskaribo'lgankattalikolinadi [(1.18) tenglamagaqarang] va ishqalanish burchagi oldidagi ishora teskariga o'zgartiriladi, ya'ni

$$\eta_{orq} = tg(\gamma - 2\omega_2)tg\gamma$$

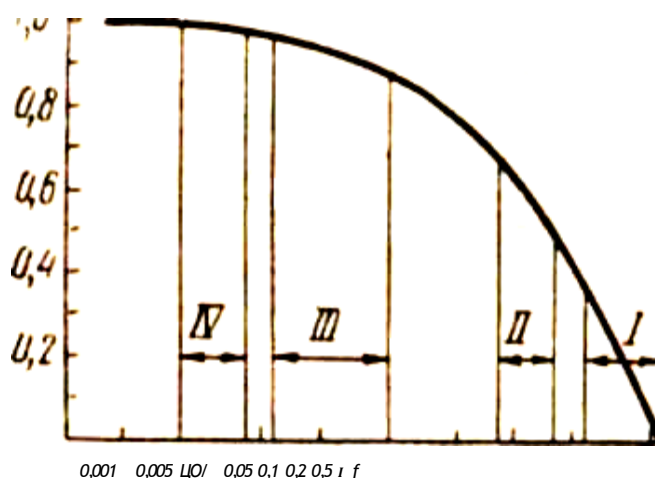
Agar mexanizm $\gamma < 2\omega_u$ burchakli qilib yasalsa, u holda to'g'ri yurish amalga oshirish mumkin: $\bar{F}_1$ kuch pona 1 ni pastga suradi, pona 2 esa o'ngga siljiydi. Biroq orqaga yurish uchun imkoniyat bo'lmaydi: agar $\gamma < 2\omega_u$ bo'lsa, pona 1 orqaga yurishda pona 2 bilan stoykaning vertikal devori orasida siqilib qoladi natijada $\bar{F}_2$ yurituvchi kuch qanchalik katta bo'lmasin, hatto pona 1 dan foydali $\bar{F}_1'$ yuk olib tashlangan taqdirda ham orqaga yurishni amalga oshira olmaydi. Orqaga yurishda o'z-o'zidan tormozlanish vujudga keladi. Agar $\bar{F}_1'$ kuchni ham yuqoriga yo'naltirgan holda uni yurituvchi kuchga

aylantirilganda edi, orqaga yurishga imkon tug'ilgan bo'lardi. Bu holda u pona 1 ni yuqoriga tortib chiqarib, orqaga yurishni amalga oshirishda $\bar{F}_2$ yurituvchi kuchga yordam beradi.

Orqaga yurishda mexanizmning o'z-o'zidan tormozlanishidan ponali birikmalarda, shuningdek ekssentrikli qisqichlar, vintli domkratlar va boshqalarda foydalaniladi.

Agar u burchak $2\omega_u < \gamma < 90^\circ - 2\omega_u$ oralig'ida belgilansa, u holda ham to'g'riga yurishga, ham orqaga yurishga imkoniyat yaratiladi. To'g'riga yurishda pona 1 ga berilgan energiyaning bir qismi orqaga yurishda unga qaytariladi, energiyaning qolgan ko'p qismi esa ishqalanishga yutiladi. Ponali mexanizmlarning bunday xususiyatidan turlicha yutuvchi qurilmalarda, masalan, lokomotiv va vagonlarni avtomatik tirkash mexanizmlarida foydalaniladi.

$\gamma > 90^\circ - 2\omega_u$ bo'lganda mexanizmning to'g'ri yurishiga imkon bo'lmaydi. Bu holda pona 2 pona 1 bilan stoykaning gorizonta! tayanch tekisligi orasida qisilib qoladi; $\bar{F}_1$ yurituvchi kuch qanchalik katta bo'lmasin, hatto pona 2 dan $\bar{F}_2$ foydali yuk olib tashlangan taqdirda ham mexanizmning to'g'ri



1.14- rasm

yurishini vujudga keltira olmaydi; to'g'ri yurish chog'ida o'z-o'zidan tormozlanish boshlanadi. Bu qoida mexanizm mutlaqo ishga yaroqsiz bo'ladi va tatbiq qilinmaydi.

O'z-o'zida tormozlanish holatidagi mexanizm uchun FIK fizik ma'nosini yo'qotadi, chunki mexanizm bunda ko'zg'almas bo'ladi va kuchlar hech qanday ish bajarmaydi. Biroq o'z-o'zidan tormozlanishdagi FIKni normal tarzda hisoblasak, $\eta_{tor} < 0$ ni hosil qilamiz; η_{tor} absolyutkattalik bilan o'z-o'zidan tormozlanishning «ishonchliligini» ta'riflanadi.

O'z-o'zidan tormozlanish yuzaga kelishi uchun albatta ishqalanish mavjud bo'lishi shart. Ishqalanish qanchalik kuchsiz bo'lsa (f_i qanchalik kichik, binobarin, ϕ_i ham qanchalik kichik bo'lsa), o'z-o'zidan tormozlanish sohasi shunchalik tor bo'ladi. Ishqalanish bo'lmagantaqdirda mexanizm o'z-o'zidan tormozlanmaydi. Bunday ideal mexanizm u burchakning hamma diapozonida (0 va 90° dan tashqari)

$$\eta_{to'g'} = \eta_{orq} = 1 \text{ bo'ladi.}$$

Oxirida (1.19) tenglamani ko'rib chiqamiz. Undan ma'lum bo'ladiki, ϕ_i ishqalanish burchagining qiymatini belgilaydigan f_i ishqalanish koeffitsiyenti FIK ga katta ta'sir ko'rsatadi. 1.14-rasmda ushbu bog'liqlik ($\gamma = 30^\circ$ bo'lganda) ishqalanish va moylashning har xil turlari uchun keltirildi: I — moylovchi materialsiz ishqalanishda $\eta = 5 \dots 40\%$; II — chegaraviy moylashda $\eta = 50 \dots 70\%$; III — gidrodinamik va gidrostatik moylashda $\eta = 90 \dots 97\%$; IV — dumalab ishqalanishda $\eta = 98 \dots 99\%$.

Keltirilgan misol shuni ko'rsatadiki, sirpanib ishqalanish dumalab ishqalanish bilan almashtirilsa yoki mutlaqo suyuq moy ishlatilsa, FIK ning qiymatlari yuqori bo'ladi. Shu sababli programma bilan boshqariladigan zamonaviy dastgohlar, presizion dastgohlarda va holatni egallash aniqligi yuqori bo'lishi va ishqalanishga kam quvvat sarflashi talab qilinadigan boshqa texnologik qurilmalarda sharikli vintli dumalash juftliklari yoki vint —

gaykadan iborat gidrostatik uzatmalar keng qo'llaniladi. Birinchi holda vint va gaykaning vintsimon ariqchalarida sharchalar yumalaydi, ikkinchi holda esa vint va gaykaning ish sirtlari orasida moy qatlami vujudga kelib, unda moy bosimi talab qilingan darajada saqlanib turadi.

II BOB. KINEMATIK JUFTLIKLAR ELEMENTLARINING YEYILISHNI BAHOLASH VA HISOBLASH

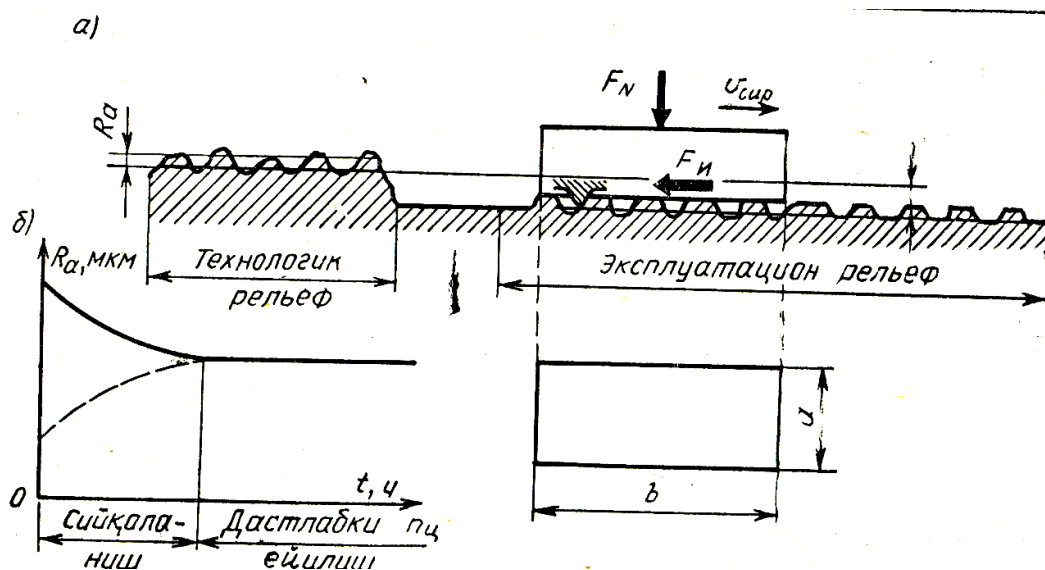
2.1.KINEMATIK JUFTLIKLAR ELEMENTLARINING YEYILISH TURLARI VA BOSQICHLARI

Mashina yoki asbob mexanizmidan foydalanish jarayonida uning kinematik juftliklarining elementlari muqarrar ravishda yeyiladi. Yeyilish oqibatida detallarning mustahkamligi, mexanizmning aniqligi kamayadi, podshipniklarga tushadigan yuk, titrash va shovqin ortadi. Kuchli yeyilish ko'pincha mexanizmning ishga yaroqsiz bo'lib qolishiga va hatto detallarining sinishiga va mashinaning ishdan chiqishiga sabab bo'ladi. Shu sababli mexanizمنى loyihalashda konstruksion va moylovchi materiallarni to'g'ri tanlash uchun ishqalanuvchi yuzaning shaklini hamda kattaligini bilish, yeyilish epyurasini aniq hisoblash muhim ahamiyatga ega. Shuningdek boshqalariga qaraganda oldinroq almashggirish va tuzatish talab qilinadigan detallar va qismlarni aniqlash ham katta ahamiyatga ega. Shunday qilib, kutilayotgan yeyilishni hisoblashdan maqsad mashina yoki asbob mexanizmining zarur resursn va ishonchli ishlashini ta'minlashdan iborat. Bu hisoblashni bajarish usuli ushbu bobda bayon etiladi.

2.2-§. YEYILISHNI BAHOLASH MEZONLARI

Yeyilish turlari. Yeyilish deb, qattiq jism yuzasidagi materialning buzilishiga va ajralib chiqishiga aytiladi; yeyilish jism o'lchamlarn va shaklining asta-sekin o'zgarishida namoyon bo'ladi; bunda jism yuza qatlamlarining xossalari ham o'zgarishi mumkin.

Yeyilishni asosiy turlari quyidagilar: mexanik yeyilish-mexanik ta'sirlar oqibati; korrozion-mexanik yeyilish — mexanik ta'sir muhit bilan bo'ladigan o'zaro ximiyaviy yoki elektr ta'sir bilan birgalikda sodir bo'ladi; obraziv yeyilish — erkin yoki mustahkamlangan holatdagi qattiq zarrachalarning qirquvchi yoki tirnovchi ta'siri natijasi; erozion yeyilish — suyuqlik yoki gaz oqimining ta'siri natijasi; toliqib yeyilish — davriy o'zgaruvchan yuklar ta'sir etishi natijasida sirtqi qatlam materiali zarrachalarining uvalanib tushishi (yeyilishning bu turi ayniqsa oliy kinematik juftliklar uchun xosdir); tiqilibqolish oqibatida yeyilish — materialning yulnib, chuqur uyilib chiqishi, uning bir ishqalanuvchi yuzadan boshqasiga ko'chib o'tishi natijasi (tiqilib yoki qadalib qolish uchun sirpanish tezligi yuqori va nisbiy bosim katta bo'lishi oqibatida muayyan joyning kuchli qizib ketishi xosdir; yeyilishning bu turiga kinematik juftlikning bir jinsli materiallardan ishlangan, ammo toblanmagan ishqalanuvchi yuzalari ko'proq duchor bo'ladi).



2.1-rasm

Yeyilish sirtqi qatlamning deformasiyalanish xususiyatiga ko'ra ham farqlanadi (elastik urinishdagi, plastik urinishdagi va mikroqirqilishdagi yeyilishlar).

Yeyilishning fizik nusxasi (modeli) bunday: mikronotekislik sirpanayotganida uning ro'parasida deformasiyalanuvchi materialning do'ngligi (valik) yuzaga keladi, u siquvchi kuchlar ta'sirida bo'ladi (2.1-rasm, *a*). Ishqalanish kuchlari natijasida mikronotekislik ortida material cho'ziladi. Binobarin, material qarama-qarshi yo'nalishlarda deformasiyalana boshlaydi; bu hodisaning ko'p marta qaytarilishi oqibatida undagi mikrostrukturaning yemirilishi ko'payadi va material zarralari ajralib chiqadi.

Tajribalar material birdaniga emas, balki bir qancha sikldan (n_s) so'ng yemirilishini ko'rsatadi.

Yeyilish bosqichlari. Odatda yeyilish ikki bosqichda kechadi: 1) ishqalanuvchi yuzalarning siyqalanishi; 2) normal (ish vaqtida) yeyilish, bunda siyqalanishdan so'ng tayyorlash vaqtida paydo bo'lgan dastlabki g'adir-budurlik o'rnida qandaydir yangi, muvozanatlangan g'adir-budirlik paydo bo'lib, u keyinchalik jiddiy tarzda o'zgarmaydi [10]. Boshqacha aytganda, yeyilish jarayonida yuzaning dastlabki (texnologik) mikrorelyefi g'adir-budirlikning parametrlari o'zgarishi bilan (masalan, profilning o'rtacha Ra arifmetik chetga chiqishi bilan) ekspluatasion mikrorelyefga aylanadi (2.1-rasm, *b*).

Siyqalanish vaqtini kamaytirish uchun tajriba natijalaridan muvozanatlangan g'adir-budirlik parametrlarini aniqlash hamda ishqalanuvchi yuzalarga texnologik ishlov berishning shunday turini belgilash lozimki, u muvozanatlangan g'adir-budirlikka eng yaqin bo'lsin. Siyqalanish bosqichidagi Ra ning qiymatlari kichikroq bo'lgan ekspluatasion yuzaga (2.1-rasm, *b* dagi shtrix chiziq) nisbatan silliqroq bo'lgan dastlabki yuzani qo'llash odatda tayyorlash xarajatining oshib ketishi nuqtai-nazaridan foydasizdir, chunki bunday yuzaning tannarxi qimmat bo'ladi; bunda siyqalanish vaqti ham cho'zilib ketishi mumkin.

Yeyilishni miqdoriy baholash. Uzunlik, hajm yoki massa birligida yeyilish natijalari yeyilish deyiladi. Chekli va ruxsat etilgan yeyilishlar bo'ladi. Chekliyeyilish deb, yeyilayotgan buyumning (yoki bir qismining) chekli holatiga mos keluvchi yeyilishga aytiladi. Ruxsatetilgan yeyilish deb, yeyilishning shunday qiymatiga aytiladiki, bunda buyum hali ishga yaroqli holatda bo'ladi.

Juftlik elementlarining chekli yeyilishi bir qancha mezonlar bilan aniqlanadi, ularning asosiylari quyidagilardir: a) yeyilish natijasida mexanizm ishga yaroqliligining buzilishi — detallarining sinishi, ya'ni mustahkamligining yo'qolishi, tiqilib qolishi, zarur aniqligining yo'qolishi; b) mashinaning ishlash xususiyatlarning yo'l qo'yib bo'lmaydigan darajada yomonlashuvi (buyumlar sifati pasayadi, kinematik juftliklarda tirqishlar paydo bo'lishi tufayli titrash va shovqin ortadi va hokazo).

Ishqalanuvchi yuzalarni ajratib turuvchi moylovchi materialning qalinligi ulardagi eng baland notekisliklar yig'indisidan ortiq bo'lsa, yuzalar juda kam yeyiladi.

Yeyilish qiymatlarining ishqalanuvchi yuza bo'yicha yoki uning ma'lum bir kesimi bo'yicha taqsimlanishining grafik tasviri yeyilish ep y u r a s i deyiladi.

Yeyilish materialning yemirilgan qismining qalinligi δ ga ko'ra (chiziqli yeyilish, 8.1-rasm, **a**) yoki uning massasiga ko'ra baholanadi.

Yeyilishtezligi vaqt birligi ichida yeyilish kattaligi bilan aniqlanadi:

$$\gamma = d\delta / dt = kp^m v_{cup}^n$$

bunda k — yeyilish koeffitsiyenti $p = v_{cup} = 1$ bo'lganda son jihatidan γ ga teng); p — ishqalanuvchi yuzaning o'lchanayotgan nuqtasidagi nisbiy bosim; v_{cup} — ishqalanuvchi yuzaning tekshirilayotgan nuqtasidagi sirpanish tezligi (nisbiy tezligi); t — urinuvchi yuzalarning o'zaro ta'siri turiga (elastik urinish, plastik urinish, mikroqirqilish) bog'liq bo'lgan daraja ko'rsatkichi, uning

qiymati 1 dan 3 gacha bo'ladi; n — yeyilish turiga bog'liq bo'lgan daraja ko'rsatkichi. Kinematik juftliklarning siyqalangan elementlari uchun $m=1$, $n=1$ deb olinadi, u holda

$$\gamma = d\delta / dt = k p v_{cup} \quad (2.1)$$

(2.1) formulaning fizik ma'nosini quyidagi misolda (2.1-rasm, a) tushuntirish mumkin. O'lchamlari $a \times b$ bo'lgan polzun yo'naltiruvchiga F_N kuch bilan qisib qo'yilgan bo'lib, sirpanib ishqalanish koeffitsiyenti f , ishqalanuvchi yuzaning istalgan nuqtasidagi nisbiy bosim $p = F_N / ab = \text{const}$ bo'lsin.

F_N ishqalanish kuchining ishi materialni yemirish va ajratishga hamda issiqlik ajratib chiqarishga sarflanadi, shu sababli yeyilish tezligi vaqt birligi ichida ishqalanish kuchi bajargan ishga, ya'ni ishqalanish quvvati P_i ga mutanosib deb taqriban hisoblash mumkin;

$$\gamma = \frac{d\delta}{dt} = \frac{k}{abf} F_N v_{cup} = c F_u v_{cup} = c P_u$$

bunda $c = k/(abf)$ — mutanosiblik koeffitsiyenti.

Umumiy holda ishqalanuvchi yuzaning har xil nuqtalarida nisbiy bosim turlicha bo'ladi, biroq (8-1) tenglamaning bunday izohini markazi ishqalanuvchi yuzaning berilgan nuqtasida bo'lgan istalgan elementar maydoncha uchun tatbiq qilish mumkin.

Yeyilish jadalligi deb, ishqalanish yo'li birligiga to'g'ri keladigan yeyilishga aytiladi: $\gamma = \frac{d\delta}{ds}$, bunda s — nisbiy siljish yoki ishqalanish yo'li.

Binobarin,

$$\gamma = \frac{d\delta}{ds} \frac{ds}{dt} = \gamma_s v_{cup}$$

γ va γ_s ning qiymatlari odatda p va v_{cup} ning o'rtacha qiymatlariga ko'ra tajriba yo'li bilan aniqlanadi, shuning uchun (8.1) formuladan yeyilish koeffitsiyenti hisoblab topiladi. Masalan, namunalar ishlatishning o'rtacha

tartiblarida ($p_{o'r} = 16 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, (V_{cup})_{o'r} = 2 m/s) sinab ko'rilganda $t_{ish} = 100$ soat ish vaqti ichida o'rtacha yeyilish $\delta = 2 \text{ mkm}$ ni tashkil kildi, binobarin, (2.1) formulaga ko'ra

$$k = \gamma / (pv_{cup}) = 2 \cdot 10^{-2} / (16 \cdot 10^5 \cdot 2) = 6,25 \cdot 10^{-9} \text{ mkm} / \text{soat} \cdot \text{Pa} \cdot \text{m} \cdot \text{c}^{-1})$$

[11] spravochnikda $\mathcal{V}$ va $\mathcal{V}_s$ lar bo'yicha tajriba natijalari keltirilgan (spravochnikda $\mathcal{V}_s$ o'rniga J belgi ishlatilgan).

Yeyilish jadalligi y_s juda katta oralikda, taxminan $y_s = Yu^{-12}$ dan (1 km ishqalanish yo'liga 0,001 mkm yeyilish to'g'ri keladi, bu esa juda kamdir) $y_s = 10^{-3}$ gacha (1 m ishqalanish yo'liga 1 mm yeyilish to'g'ri keladi, bu esa juda ko'pdir) o'zgarishi mumkin.

Material ishqalanishning ma'lum sharoitida yeyilishga qarshilik ko'rsatish xossasiga ega. Materialning bu xossasi yeyilish tezligi yoki jadalligiga teskari bo'lgan kattalik bilan baholanadi va yeyilishgachidamliligi deyiladi. Materiallarning yeyilishga chidamliligi-giga ularning qattiqligi, elastik xossalari, ishlash tartibi (yuk, tezlik, temperatura), tashqi sharoit (moy, atrof-muhit), ishqalanuvchi uyevelning konstruktiv xususiyatlari ta'sir qiladi.

$\mathcal{V}_s$ ning qiymatiga ko'ra materiallar yeyilishga chidamlilikning 10 ta sinfiga bo'linadi; ishqalanuvchi yuzalarning o'zaro urinish ta'siri turiga ko'ra ushbu sinflarni uchta asosiy turkumga ajratish mumkin: 0 — V sinflarga ($\mathcal{V}_s = 10^{-12} \dots 10^{-7}$) elastik deformasiyalanuvchanligi tufayli yeyilishga chidamliligi yuqori bo'lgan materiallar; VI — VII sinflarga ($\mathcal{V}_s = 10^{-6} \dots 10^{-5}$) qisman elastik, qisman plastik deformasiyalanuvchanligi tufayli yeyilishga chidamliligi o'rtacha bo'lgan materiallar; VIII—IX sinflarga

($\gamma_s = 10^{-4} \dots 10^{-3}$) mikroqir qilishdagi yeyilishga chidamliligi past bo'lgan materiallar kiradi.

Masalan, [11] da keltirilgan tajriba ma'lumotlariga ko'ra avtomobil dvigatellaridagi po'latdan yasalgan tirsakli vallarning shatun buyinlari uchun $\gamma_s = 5 \cdot 10^{-12} \dots 4 \cdot 10^{-11}$ (elastik urinishdagi yeyilishga chidamliligi juda yuqori), ekskavator kovshining tishi uchun (po'lat 45) $\gamma_s = 10^{-4} \dots 10^{-3}$ (mikroqir qilishdagi yeyilishga chidamliligi juda past).

So'nggi vaqtlarda ishqalanuvchi qismlarda maxsus moylovchi muhitsiz ishlashga mo'ljallangan mashinalar, mexanizmlar va asboblarning detallarining materialiga katta ahamiyat berilmoqda: bularga polimer materiallari (podshipniklar, tishli g'ildiraklar, mushtlar va boshqalar, ko'mir-grafit materiallar (zichlovchi elementlar, gidronasoslar vkladishlari, aviasiya va ximiya sanoatida ishlatiladigan ishqalanuvchi qismlarning detallari), metall-keramik materiallar (yuqori temperaturada ishlaydigan ishqalanuvchi qismlarning detallari) va boshqalar kiradi.

Yangi detallar ishqalanuvchi yuzalarining ishqalanishga chidamliligini oshirish uchun galvanik qoplamalar bilan bir qatorda, ularga termik ishlov berish keng qo'llaniladi. Bularga sirtini gaz alangasi bilan qizdirib toblash (po'latdan yasalgan tishli g'ildiraklar, chervyaklar, tirsakli vallar bo'yinlari), yuqori chastotali tokda toblash (mushtli vallar, shesternyalar, vallar bo'yni, silindrlar gilzasi, dastgohlar staninasi va boshqalar) kiradi. Aynan shu maqsadda sirtiga plastik deformasiyalash bilan ishlov berish ham qo'llaniladi, natijada sirtqi qatlamlarning qattiqligi oshadi va yuzaning g'adir-budirligi kerakli sinfda bo'lishiga erishiladi (silindrsimon va tekis yuzalarni ishlatib chiniqtirish, kalibrlash va boshqalar).

Shuningdek mashinani tuzatishda detallarni almashtirish mulohazasi ham e'tiborga olinadi: arap yeyilgan detal oddiy va oson almashinadigan bo'lsa (masalan, vtulka yoki vkladishlar), uni tuzatish osonlashadi va arzonga tushadi.

Ba'zan detallarni almashtirish o'rniga ularning ishqalanib yeyilgan yuzalariga gaz alangasi yoki elektr yoy yordamida metall suyuqlantirib qoplash, gaz yoki elektr yordamida metallash, plazmali purkash (qiyin eriydigan birikmalar qoplash uchun) va boshqa usullar bilan detallarni qayta tiklash hamda ularning ishlash muddagini oshirish foydaliroq bo'ladi.

Umumiy holda yeyilish p va v_{cup} o'zgaruvchan bo'lganda) quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$\delta = k \int_0^{t_{ish}} p v_{cup} dt \quad (2.2.)$$

Bitta erkinlik darajasiga ega bo'lgan mexanizmlarda hisoblash qulay bo'lishi uchun umumlashgan kooordinata φ ni va umumlashgan tezlik $\dot{\varphi} = \omega$ ni kiritgan holda (1.2) formulani o'zgartirish maqsadga muvofiq bo'ladi. U holda $\varphi = \varphi_s$ ishning bir sikli uchun yeyilish quyidagiga teng:

$$\delta_s = k \int_0^{\varphi_s} p(v_{cup} / \omega) d\varphi \quad (2.3)$$

bunda $v_{cup} / \omega = v_{cup}(\varphi) / \omega$ — kinematik juftlik elementining ko'rilayotgan nuqtasidagi sirpanish tezligining analogi (yoki $ds/d\varphi$ uzatish funksiyasi). Agar ish sikllari soni p_s bo'lsa, u holda yeyilish

$$\delta = \delta_s n_s \quad (2.4)$$

(2.4) formula yordamida chekli yeyilishning berilgan qiymati bo'yicha ish sikllari sonini aniqlash mumkin, bu esa mashinaning ish resursini aniqlash uchun zarurdir.

2.3.QUYI VA OLIY KINEMATİK JUFTLIKLAR ELEMENTLARINING YEYILISHINI HISOBLASH

Konstruksion va moylovchi materiallarni, moylovchi material beriladigan joyni to'g'ri tanlash va kutiladigan yeyilishni hisoblash uchun ishqalanuvchi yuzaning shaklini va kattaligini hamda elementlarining shakliga va juftliknnng ishlash sharoitiga bog'liq bo'lgan yeyilishning unda taqsimlanishini ko'rib chiqamiz.

Aylanma juftlik (8.2-rasm). Juftlikning ishlash sharoiti:

$\bar{F}_{21}^n = \text{const}$ $\omega_1 = \text{const}$ $\omega_2 = 0$ U holda $\delta_1 = \text{const}$ (val 1 sapfasi bir tekis yeyiladi), δ_2 yeyilish esa ko'rilayotgan nuqtaning burchak koordinatasi φ ga bog'liq bo'ladi: $\delta_2 = \delta_2(\varphi)$ — podshipnik notekis yeyiladi. Bir necha ish siklidan so'ng valning markazi O holatdan O' holatga siljiydi, binobarin, podshipnik 2 ning $\bar{F}_{21}^n$ kuch yo'nalishi bo'yicha yeyilishi ishchi yuzaning $\varphi_{\max} = \pm 90^\circ$ burchak doirasidagi hamma nuqtalarida bir xil va $\delta_{2\max} = 00'$ ga teng bo'ladi, biroq ishqalanuvchi yuzaga o'tkazilgan normallar bo'yicha turlicha bo'lib, kosinus qonuni $\delta_2 = \delta_{2\max} \cos \varphi$ bo'yicha o'zgaradi.

Urinuvchi yuzalarning jami yeyilishi [10]: $\delta_{\Sigma} = \delta_1 + \delta_2$ Hamma nuqtalar uchun $V_{\text{cup}} = \text{const}$ bo'lganligidan bosim kosinusoida qonuni bo'yicha taqsimlanadi [4]: $p = p_{\max} \cos \varphi$ $p_{\max}$ ni aniqlash uchun podshipnik vtulkasidagi eni $rd\varphi$ va uzunligi b ga teng bo'lgan elementar maydonchani ko'rib chiqamiz. Ishqalanuvchi yuzaga o'tkazilgan normal yo'nalishi bo'yicha elementar kuch quyidagiga teng:

$$dF_{12}^n = pbrd\varphi = p_{\max} br \cos d\varphi$$

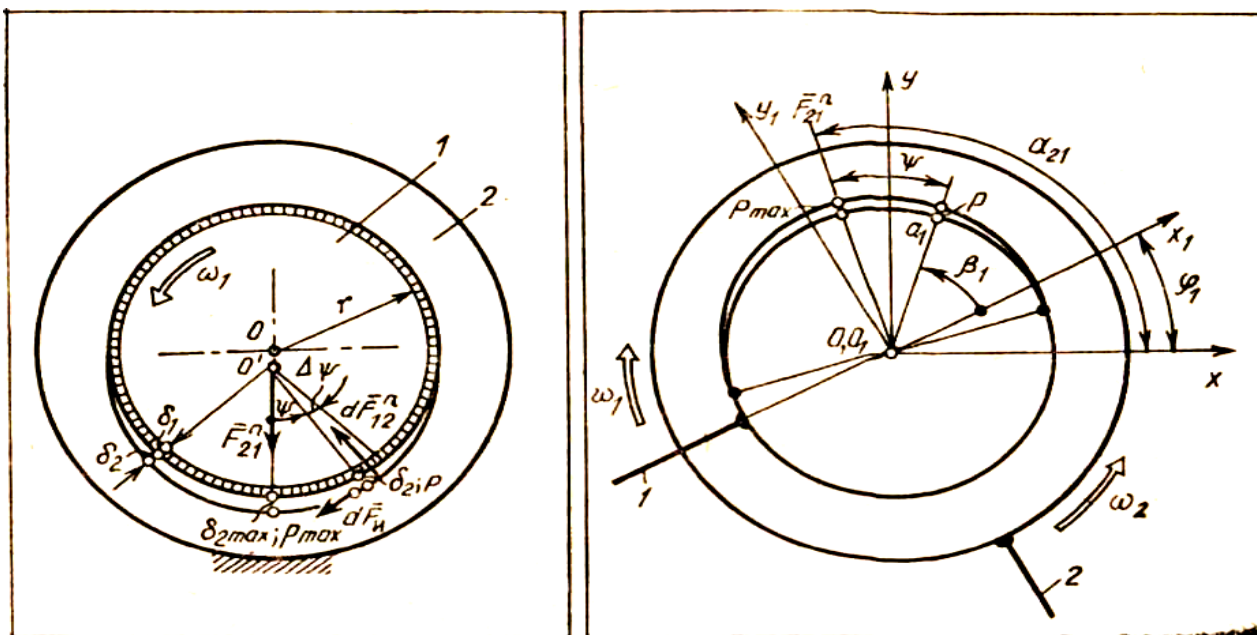
$\bar{F}_{21}^n$ kuch $d\bar{F}_{12}^n$ kuchlarning vertikal proyeksiyalari bilan muvozanatlanadi, shu sababli

$$F = F_{21}^n = 2 \int_0^{\pi/2} p_{\max} br \cos^2 \varphi d\varphi$$

$$\int_0^{\pi/2} \cos^2 \varphi d\varphi \text{ integral quyidagicha hisoblanadi:}$$

$$\cos 2\varphi = \cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi = 2 \cos^2 \varphi - 1$$

$$\int_0^{\pi/2} \cos^2 \varphi d\varphi = \frac{1}{2} \int_0^{\pi/2} (\cos 2\varphi + 1) d\varphi = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{2} \sin 2\varphi + \varphi \right]_0^{\pi/2} = \frac{\pi}{4}$$



2.2- rasm

Binobarin, $F = p_{\max} br\pi / 4$ bundan

$$p_{\max} = 2F / br\pi$$

Ish sikli davomidagi yeyilishni (2.3) formula yordamida hisoblash uchun kerak bo'ladigan bosimning taqsimlanish qonuni quyidagi ko'rinishga ega:

$$p = 2F / (br\pi) \cos \varphi \quad (2.5)$$

bunda φ —kurilayotgan nuqtaning burchak koordinatasi.

$\bar{F}$ kuch o'zgaruvchan bo'ladigan umumiy holda (2.5) formula har bir ish holat uchun alohida-alohida qo'llanilishi lozim. Shu sababli umumlashgan φ koordinatali mexanizm aylanma juftligining umumiy holida (2.3-rasm) juftlik elementlari 1-2 dan birining (masalan, bo'g'in 1 ning qandaydir a_1 nuqtasida) yeyilishini aniqlash uchun Oxu qo'zg'almas koordinata sistemasida bo'g'in 1 ning $\varphi_1 = \varphi_1(\varphi)$ burchak koordinatasini hamda bo'g'in 2 ga qo'yilgan $\bar{F} = \bar{F}_{21}^n$ kuch vektorining $\alpha_1 = \alpha_1(\alpha)$ burchak koordinatasini bilish, bo'g'in

1 bilan bog'langan $O_1x_1u_1$ qo'zg'aluvchin sistemada esa izlanayotgan a_1 nuqtaning β_1 burchak koordinatasini bilish lozim.

U holda (2.5) formula bo'yicha a_1 nuqtadagi p bosim quyidagiga teng:

$$p = p_{\max} \cos \varphi$$

bu yerda $p_{\max} = 2F / br\pi$ $\phi = \alpha_{21} - (\varphi_1 + \beta_1)$; bunda agar $\phi \geq \frac{\pi}{2}$

bo'lsa, $p = 0$ bo'ladi.

a_1 nuqtaga sirpanish tezligi nisbiy burchak tezligining sapfa radiusiga ko'paytmasiga teng:

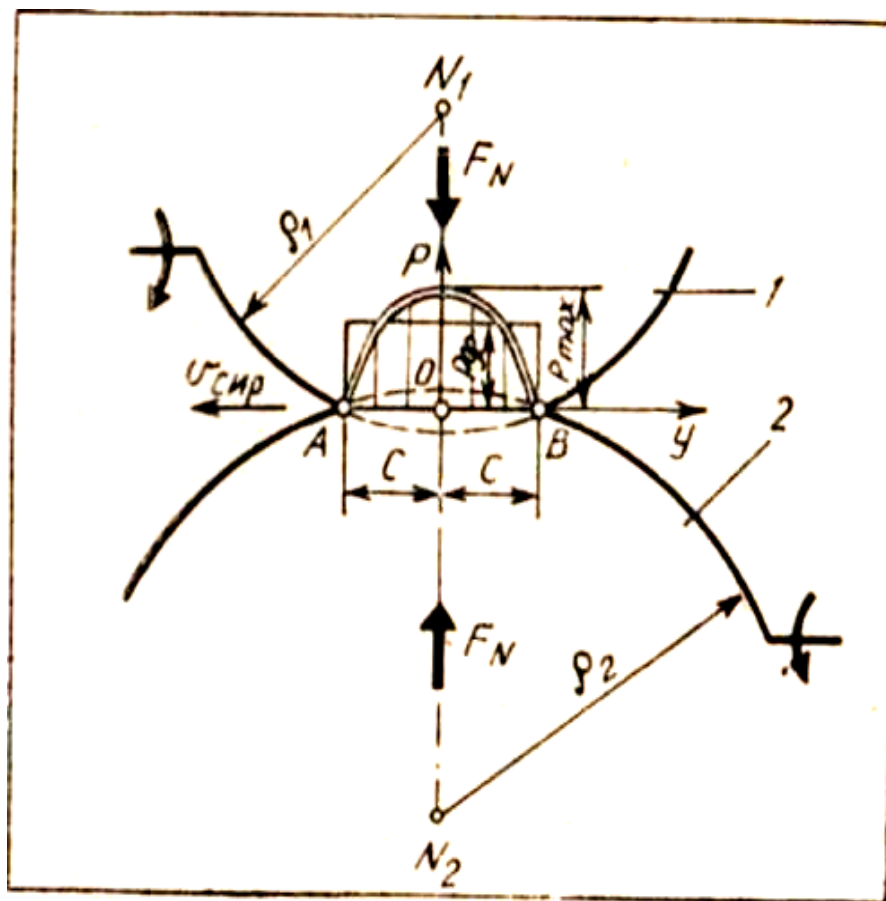
$$v_{cup} = \varphi_{21} r$$

bunda $\varphi_{21} = |\varphi_1| + |\varphi_2|$ (plyus ishorasi bo'g'inlar turli tomonlarga aylangan hol uchun).

$p = p(\varphi)$ va $v_{cup} / \varphi = v_{cup}(\varphi) / \omega$ lar aniqlangandan so'ng, berilgan a_1 nuqtadagi δ_1 yeyilish kattaligi (2.3) va (2.4) formulalardan aniqlanadi; bir qancha tekshirilgan nuqtalarga juftlik elementlarining yeyilish epyurasi yasaladi (2.3-rasm).

Ilgarilama juftlik (2.3-rasm). Polzunning ishlash sharoiti: uzunligi L_1 ga teng bo'lgan polzun 1 qo'zg'almas yo'nalturuvchi 2 bo'ylab ilgarilama-qaytma harakat qiladi, polzunning yo'li N ga teng; kuch $\overline{F}_N = const$ (polzunning o'rtasiga qo'yilgan); r bosim bir tekis taqsimlangan.

Oliy juftlik. Juftlikning ishlash sharoiti: juftlik elementlari (2.5-rasm) N_1 va N_2 o'qlari o'zaro parallel joylashgan ρ_1 va ρ_2 radiusli ikkita qavariq silindr tarzida yasalgan: uzatiladigan $\bar{F}_N (H/m)$ normal nisbiy yuk bir tekis taqsimlanadi.



2.5- rasm

Bu yerda avvalo yuzalarning urinish yuzini va bosimning urinish yuzi bo'yicha taqsimlanishini aniqlash lozim. Umumiy holda oliy juftlikda dastlabki urinish chiziq yoki nuqta bo'yicha bo'lib, so'ngra yuklana borish natijasida urinish izi ellips shaklini egallaydi, favkulodda hollarda bu shakl doira yoki to'rtburchak ko'rinishini olishi ham mumkin. Elastik jismlarning urinish deformasiyalari nazariyasida urinish izi o'lchamlarini va bosimning taqsimlanishini aniqlash formulalari ishlab chiqilgan. Ko'rilayotgan holda yuklanishdan keyin urinish izi turtburchak ko'rinishida bo'ladi, ushbu to'rtburchak enining yarmi quyidagiga teng:

$$c = 1,128 \sqrt{0_{\Sigma}} F_N$$

bunda: $\rho = \rho_1 \rho_2 / (\rho_1 + \rho_2)$ — keltirilgan egrilik radiusi;

$\theta_{\Sigma} = \theta_1 + \theta_2$ — bo'g'inlar 1 va 2 materialining elastiklik doimiysi.

θ_1 va θ_2 kattaliklar quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\theta_{1,2} = (1 - \mu_{1,2}^2) / E_{1,2}$$

bunda: $E_{1,2}$ — bo'g'inlar 1, 2 materialining bo'ylama elastikligi moduli; $\mu_{1,2}^2$ — bo'g'inlar 1 va 2 materialining Puasson koeffitsiyenti.

Urinish sohasidagi (zonasidagi) eng katta bosim

$$p_{\max} = 0,564 \sqrt{F_N / (0_{\Sigma} \rho)}; p = p_{\max} \sqrt{1 - (y/c)^2} \quad R_{\text{tax}} =$$

Bunday — ko'rilayotgan nuqtaning koordinatasi.

Uzunligi b ga teng bo'lgan urinish chizig'i bo'ylab istalgan joydagi kesimda (chizmaga perpendikulyar bo'lgan) bosimning taqsimlanishi shunga o'xshash bo'ladi. Bu holda taqribiy hisoblashlar uchun bosimning o'rtacha qiymati quyidagiga teng:

$$p_{o'r} \approx 0,77 p_{\max}$$

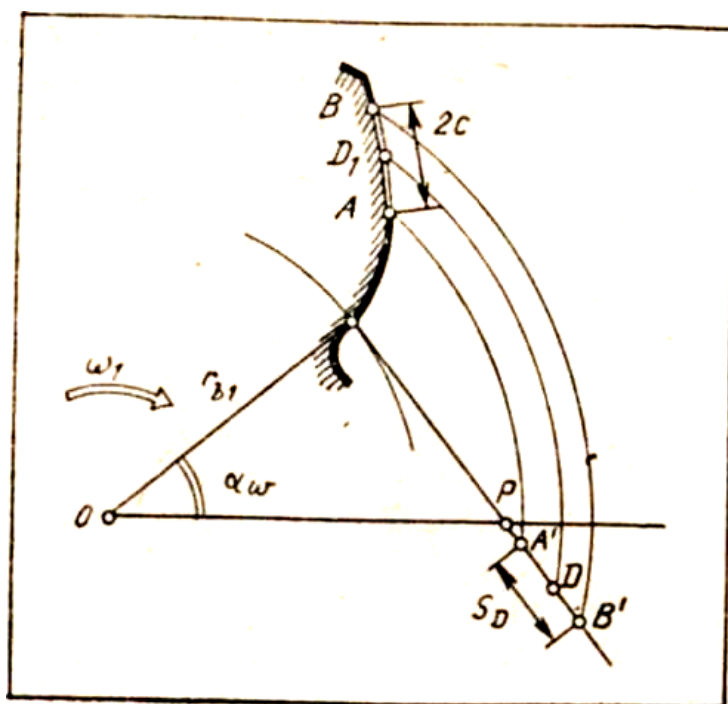
Umumiy holda oliy juftlikning urinuvchi yuzalari nisbiy harakatda sirpanib yumalaydilar, shuning uchun ko'rilayotgan O nuqta atrofidagi urinish izi tekshirilayotgan sirt bo'ylab t_K vaqt ichida surilib o'tadi; t_K vaqt bir ish sikli davomida AV qismning ilashishi uchun ketgan vaqt sifatida aniqlanadi (2.5-rasm). Bo'g'in 2 ning O nuqtasidan s masofachalik ilgarilovchi A nuqta ilashgan paytda tekshirilayotgan O nuqtadagi bosim eng kam: $p = p_{\min} = 0$ bo'ladi; so'ngra u $p = p_{\max}$ ga qadar osha boradi, tekshirilayotgan nuqtadan c masofachalik orqadagi V nuqta ilashgan paytda esa bosim yana nolga qadar pasayadi. Shu sababliish sikli davomidagi O nuqtada yeyilishni $p_{o'r}$ o'rtacha

bosimga, v_{sir} sirpanish tezligiga va sirtiing AVqismining t_K ilashish vaqtiga ko'ra ushbu formula yordamida taqriban aniqlash mumkin:

$$\delta_i = k p_{o'r} v_{cup} t_k$$

N_s ish sikllari davomidagi yeyilish esa (2.4) formuladan aniqlanadi.

Masalan, silindrsimon evolventali tishli uzatma gildiragining qandaydir D_1 nuqtasi uchun (2.6-rasm)



2.6- rasm

bunda k_d — yukning dinamikligi ko'effisiyenti; M_{d1} — yurituvchi moment;

$$v_{cup} = \omega_1 l_{pD} (1 + z_1 / z_2) \quad t_k = s_D / v_D$$

bunda $s_D = A'B'$ va $v_D = \omega_1 r_{b1}$ — sirtning AVqismi ilashgan vaqt ichida umumiy urinish nuqtasi D ning ilashish chizig'i bo'yicha bosib o'tgan yo'li

va tezligi s_D va l_{pD} kattaliklarni ilashish geometriyasidan topish mumkin.

Urinish izining eni 2s 2.6-rasmda yakkollik uchun katta qilib ko'rsatilgan, aslida esa u juda tor bo'ladi.

Xulosa

Mashinalar texnologik jarayonlarni bajarishda ularning kinematik juftlarida ishqalanishlar sodir bo'ladi. Ishqalanishlar ho'l, yarim ho'l, quruq va yarim quruq ishqalanishlarga bo'linadi. Bundan tashqari sirtlarning harakatiga qarab sirpanishdagi va dumalashdagi ishqalanishlar bo'ladi. Ishqalanishlar mashina energiyasining isrof bo'lishiga, mexanik foydali sih koeffitsientining kamayishiga olib keladi. Shuning uchun kinematik juftlarda hosil bo'ladigan ishqalanish kuchi va ishqalanish kuchi momentlarining miqdorini bilish katta ahamiyatga ega. Bu masalalar mexanizm va mashinalar dinamikasining kinetostatika bo'limida o'rganiladi. Kinematik juftlarda hosil bo'ladigan ishqalanishlarni kamaytirish ularning kam yeyilishiga, uzoq muddat xizmat qilishiga olib keladi.

Texnologik jarayonlarni bajarishda mexanizm kinematik juftlari elementlari muqarrar ravishda yeyiladi. Yeyilish oqibatida detallarning mustahkamligi, mexanizm aniqligi kamayadi. Podshipniklarga tushadigan yuk ortadi, titrash va shovqin ko'payadi. kuchli yeyilish ko'pincha mexanizmni ishga yaroqsiz bo'lib qolishiga, detallarning sinishiga va hatto mashinaning ishdan chiqishiga sabab bo'ladi. Shu sababli mexanizmni loyihalashda konstruksion va moylovchi materiallarni to'g'ri tanlash uchun ishqalanuvchi yuzaning shaklini hamda kattaligini bilish, yeyilish epyurasini aniq hisoblash katta ahamiyatga ega. Shuningdek, boshqalariga qaraganda oldinroq almashtirish va tuzatish talab qilinadigan detallar va qismlarni aniqlash ham katta ahamiyatga ega. Shunday qilib, kutilayotgan yeyilishini hisoblashdan maqsad mashina va mexanizmlarning zarur resursi va ishonchli ishlashini ta'minlashdan iborat.

Mashina va mexanizmlar kinematik juftlaridagi ishqalanish va yeyilishlarni o'rganishhamda ularni miqdoriy baholash mezonlarini bilish katta ahamiyatga ega.

Ushbu bitiruv malakaviy ishi bo'yicha quyidagi xulosalarni chiqarish mumkin:

1. Kinematik juftlar elementlarining holatiga qarab ishqalanishi quyidagilarga bo'linadi: quruq ishqalanish—bunda kinematik juftlar elementlarida moy yoki boshqa suyuqlik bo'lmaydi; yarim quruq ishqalanish – bunda ayni vaqtda quruq

va chegarali ishqalanish bo'ladi; suyuq ishqalanish - bunda kinematik juftlar elementlari moy pardalari bilan qoplangan bo'lib, juft elementlari orasi anashu moy bilan ajratilgan bo'ladi, ishqalanish faqat shu moy qavatlari orasida boradi; yarim suyuq ishqalanish – suyuq va quruq ishqalanish bo'ladi.

2. Kinematik juftlar elementlarining yeyilishi quyidagi turlarga bo'linadi:

- mexanik yeyilish;
- korrozion-mexanik yeyilish;
- abraziv yeyilish;
- erozion yeyilish;
- toliqib yeyilish;

3. Mexanizm zvenolari yeyilishi sirtqi qatlamining deformasiyalanish xususiyatiga ko'ra elastik urinishdagi, plastik urinishdagi va mikroqirqilishdagi yeyilishlarga bo'linadi.

4. Yeyilishlar ikki bosqichga bo'linadi:

- ishqalanuvchi yuzalarning siyqalanishi;
- normal yeyilish.

5. Kinematik juftlardagi yeyilishlar miqdor jihatdan quyidagicha baholanadi:

- chekli yeyilish;
- ruxsat etilgan yeyilish.

6. Yeyilish tezligi vaqt birligi ichida yeyilish kattaligi bilan aniqlanadi.

7. Yeyilish jadalligi deb, ishqalanish yo'li birligiga to'g'ri keladigan yeyilishga aytiladi.

8. Material ishqalanishning ma'lum sharoitida yeyilishga qarshilik ko'rsatish xossasiga ega. Materialning bu xossasi yeyilishga chidamliligi deyiladi.

9. Ishqalanuvchi qismlarda maxsus moylovchi muhitsiz ishlashga mo'ljallangan mashinalar, mexanizmlar va asboblarning detallarining materialiga katta ahamiyat berilmoqda: bularga polimer materiallar (podshipniklar, tishli g'ildiraklar, kulachoklar va boshqalar); ko'mir-grafit materiallar (zichlovchi elementlar, gidronasoslar vkladishlari, aviasiya va kimyosanoatida ishlatiladigan ishqalanuvchi qismlarning detallari); metall-keramik materiallar (yuqori

temperaturada ishlaydigan ishqalanuvchi qismlarning detallari) va boshqalar kiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

1. I.A. Karimov. "Barkamol avlod O'zbekiston taraqqiyotining poydevori". T. "O'zbekiston". 1997 yil.
2. N.N. Usmonxo'jayev. Mexanizm va mashinalar nazariyasi. Toshkent: "O'qituvchi", 1981 yil.
3. И.И. Артаболевский. Теория механизмов и машин. М.: "Наука", 1998.
4. П.И. Орлов. Основы конструирования. М.: "Машиностроение". 1988.
5. S.A. Yo'ldoshbekov. Mexanizm va mashinalar nazariyasi. Toshkent: "O'qituvchi", 1978 yil.
6. Г.Б. Иосилович. Детали машин. М.: "Машиностроение". 1988.
7. С.Н. Кожевников и др. Механизмы. М.: "Машиностроение", 1976.
8. M. Ochilov. Yangi pedagogik texnologiyalar. Qarshi.: "Nasaf", 2000.
9. N.X. Avloyoqubov. O'qitishning modul tizimi va pedagogik texnologiyasi amaliy asoslari. Buxoro, 2000.
10. Н.М. Левитский. Теория механизмов и машин. М.: "Наука", 1990.
11. К.В. Фролев. Теория механизмов и машин. М.: "Высшая школа", 1987.
12. M.O. Arbuzov. Yosh remontchi slesar spravochnigi. T.: "O'qituvchi", 1994.
13. B.G. Gilverd va boshqalar. Sanoat jihozlari remonti. T.: "O'qituvchi", 1983.
14. Izzatov Z.H. Mexanizm va mashinalar nazariyasidan kursaviy loyihalash. T.: "O'qituvchi", 1978.
15. Jo'rayev A. J. Mexanizm va mashinalar nazariyasi. T.: "O'qituvchi", 2002.
16. Zokirov G'. Sh. Mexanizm va mashinalar nazariyasi. T.: "O'qituvchi", 2002.

Kirish.....	3
I - BOB. Mexanizmlar kinematik juftlarda hosil bo'ladigan ishqalanishlar va ularni hisoblash mezonlari.....	6
1.1. Kinematik juftlar klassifikatsiyasi.....	6
1.2. Kinematik juftlarda sodir bo'ladigan tashqi ishqalanishlar turlari va ularning xususiyatlari.....	10
1.3. Kinematik juftlarda hosil bo'ladigan ishqalanishni hisobga olganholda mexanizmni kuchga hisoblash	17
1.4. Ishqalanishdagi energiya isrofi va mexanik foydali ish ko'effitsiyenti.....	23
II – BOB. Kinematik juftliklar elementlarining yeyilishni baholash va hisoblash.....	31
2.1. Kinematik juftliklar elementlarining yeyilish turlari va bosqichlari.....	31
2.2. Yeyilishni baholash mezonlari.....	32
2.3. Quyi va oliy kinematik juftliklar elementlarining yeyilishini hisoblash.....	40
Xulosa.....	48
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	51