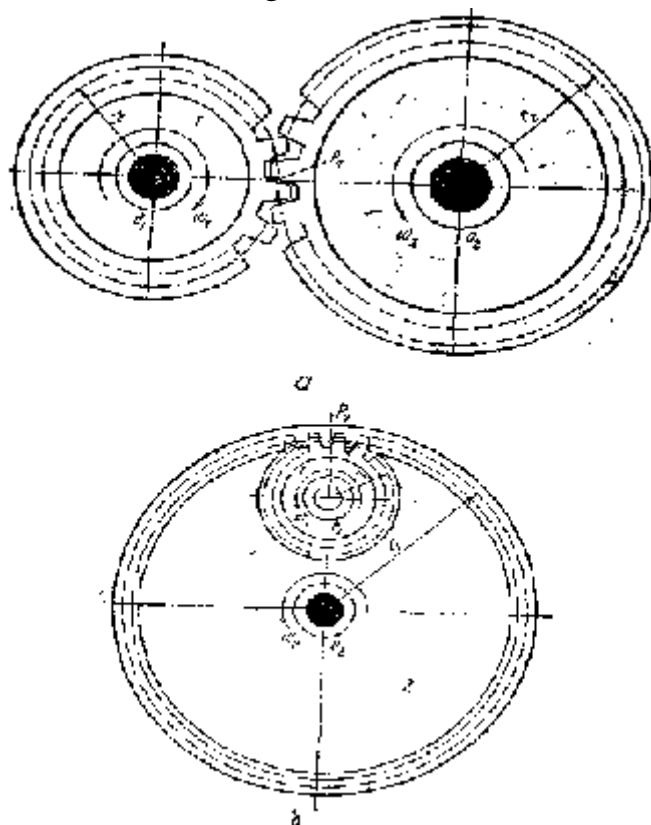


## MA'RUZA – 11

<b>Ma'ruza mavzusi:</b>	<b>AYLANMA HARAKAT UZATUVCHI M XANIZMLAR, UZATISH SONI</b>
<b>Reja:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Tishli mexanizmlar</li><li>2. Tishli mexanizmning geometrik elementlari va kinematikasi</li><li>3. Shesternyalari pog'onali qatorda joylashgan murakkab mexanizm</li><li>4. Episiklik mexanizmlar</li></ol>

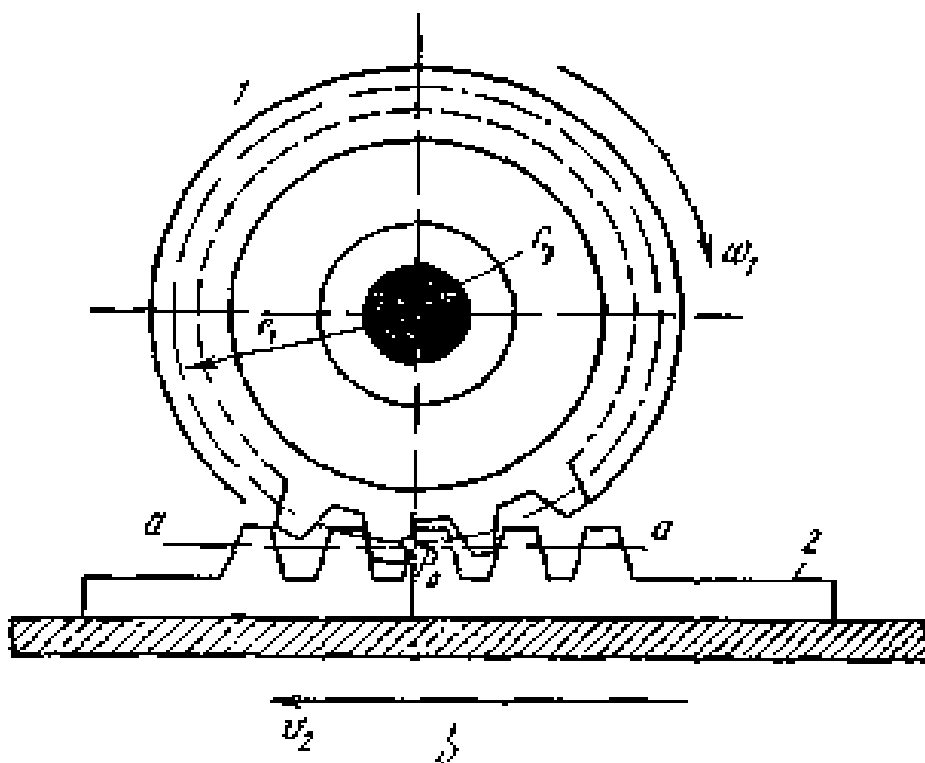
### 1. Tishli mexanizmlar.

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



1- ,b rasm

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



2-rasm

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

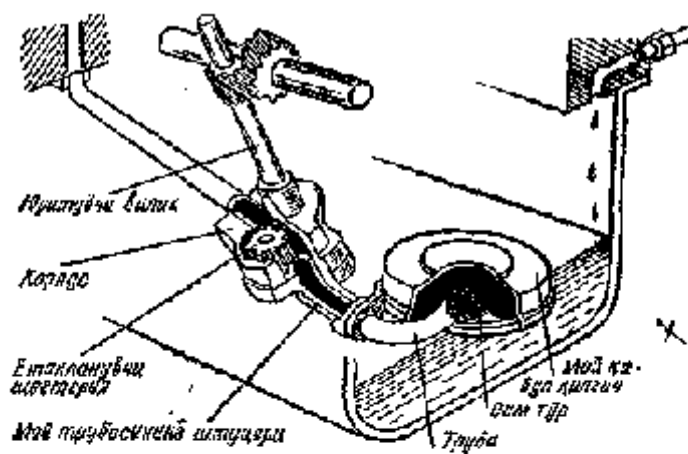
Agar bitta g'ildirakning tishlari silindr tashqi sirtida, ikkinchisining ichki sirtida ilashib harakatlansa (1-rasm, b), etakchi va etaklanuvchi g'ildiraklar bir tomonga aylanadi va bunday mexanizm **ichki ilashishli mexanizm** deyiladi.

Agar tishli g'ildiraklardan birining o'lchamlari juda katta bo'lgani xolda g'ildirak aylanasi to'g'ri chiziqqa yaqin bo'lsa, bunday birikma reykali mexanizm deyiladi (2-rasm).

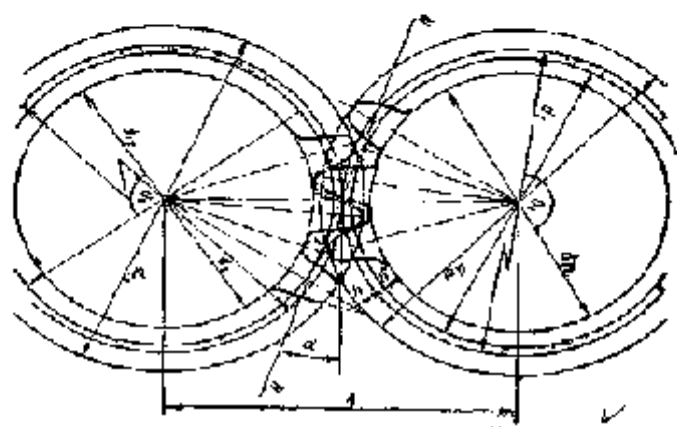
## 2. Tishli mexanizmning geometrik elementlari va kinematikasi

Tishli mexanizmدا g'ildiraklar tishlarining evolventa sirti bir-birining ustida sirpanmasdan, faqat dumalaydigan qilib joylashtirilishi kerak. Buning uchun tishlar g'ildiraklarning boshlangich aylanalari bo'ylab ishlashishi kerak (3-rasm). Uning diametri  $D$  bo'lsin. Shesternya tishining boshlanrich aylanadan chiqib turgan qismi ( $h'$ ) ga tish kallagi, botib turgan qismi ( $h''$ ) ga tish oyoqchasi deyiladi.

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



3- ,



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

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

Tishli g'ildirakning bo'luvchi aylana bo'ylab bir chikigi va botig'i to'g'ri kelgan oraliq uzunligiga tish qadami ( $t$ ) deyiladi.

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

$$f D = tz$$

bundan

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

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

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

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

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

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

bunda

$$t = f m$$

demak

$$s = \frac{t}{2} = \frac{fm}{2} ;$$

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

G'ildirakning bo'luvchi aylanasi diametri:

$$D = mz$$

Tish kallagi aylanasi diametri:

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

Tish botig'i aylanasi diametri:

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

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

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

bo'ladi.

### **Tishli mexanizmlar kinematikasi.**

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

$$v_1 = v_2$$

(1) bo'ladi.

Agar shesternyaning burchak tezligi  $\omega_1$  (yoki  $n_1$ ) G'ildirakning burchak tezligi  $\omega_2$  (yoki  $n_2$ ) bo'lsa,

$$v_1 = \check{S}_1 \frac{D_1}{2} \quad \text{va} \quad v_2 = \check{S}_2 \frac{D_2}{2} \quad (2)$$

bo'ladi.

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

$$\check{S}_1 \frac{D_1}{2} = \check{S}_2 \frac{D_2}{2}$$

Bundan

$$\check{S}_1 / \check{S}_2 = D_2 / D_1$$

Etakchi shesternyani burchak tezligi  $\omega_1$  ning etaklanuvchi g'ildirak burchak tezligi  $\omega_2$  ga nisbati mexanizmning **uzatish soni** deyiladi va  $i$  harfi bilan belgilanadi:

$$i = \frac{\check{S}_1}{\check{S}_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

## 2. Shesternyalari pog'onali qatorda joylashgan murakkab mexanizm

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

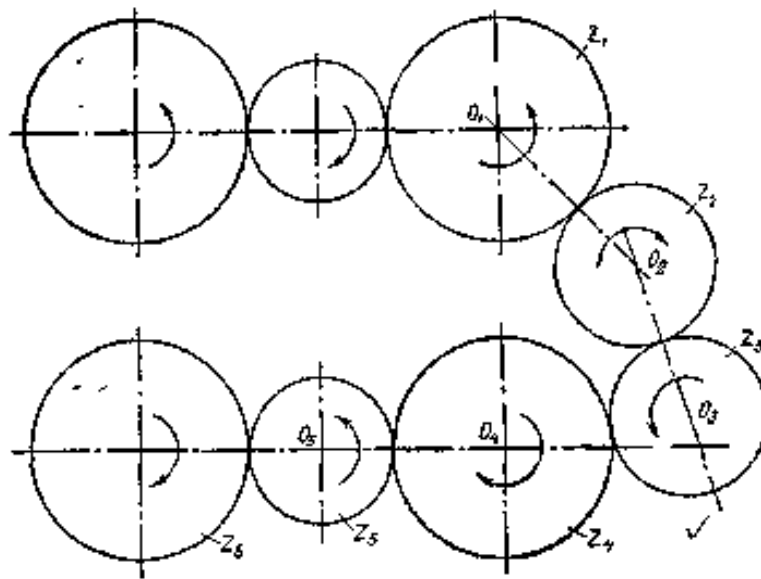
Mexanizmni engil va ixcham qilish maqsadida yetakchi va yetaklanuvchi shesternyalar oralig'iga, ularning harakat tezligiga halal bermaydigan qilib oraliq, shesternyalar o'rnatiladi.

Agar tishli g'ildiraklar bir tekislikda yotib, o'zaro kinematik juft tashkil qilib harakatlansa, qatorli birikma deyiladi. Bunga misol tariqasida paxta terish apparati barabanlarining harakatga kelishini ko'rish mumkin (3-rasm). Orqa o'ng qatordagi baraban shesternyasi ( $z_1 = 90$ ) dan ikkita oraliq shesternyalar ( $z_2 = z_3 = 40$ ) yordamida chap baraban shesternyasi ( $z_4 = 90$ ) ga va oraliq, shesternya ( $z_5 = 30$ ) orqali chap old baraban shesternyasi ( $z_6 = 90$ ) ga aylanma harakat uzatiladi.

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

Birinchi juftning uzatish soni:

$$i_{12} = \frac{\check{S}_1}{\check{S}_2} = \frac{D_2}{D_1}$$



3-rasm.

Ikkinchi juftning uzatish soni:

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

Uchinchi juftning uzatish soni:

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

Alohida topilgan uzatish sonlarini ko'paytirib,

$$i_{12} i_{23} i_{34} = \frac{z_2 z_3 z_4}{z_1 z_2 z_3} = \frac{z_4}{z_1}$$

ni olamiz.

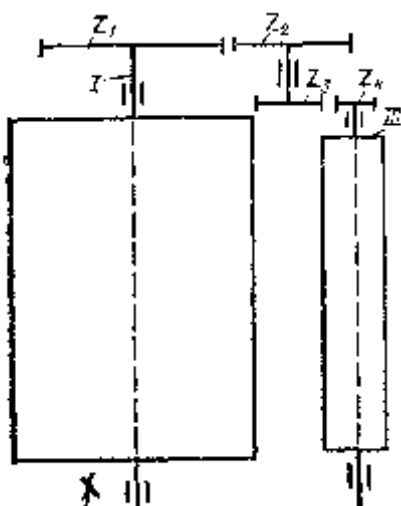
Bu qiymat qatorli birikmaning umumiy uzatish sonini beradi. Demak qatorli murakkab mexanizmda umumiy uzatish soni alohida olingan oddiy shesternyali mexanizmlarning uzatish sonlarining ko'paytmasiga teng bo'lar ekan:

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

Birinchi va beshinchi shesternyalarning uzatish soni esa

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

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



4-rasm

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

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

Pog'onali uzatmaga misol tarikasida yuqorida keltirilgan paxta terish apparati barabani shesternyasi ( $z_1 = 90$ ) dan paxtani ajratish chetki

barabani shesternyasining aylanma harakat olishini ko'raylik (4-rasm).  $z_1, z_2, z_3$  va  $z_4$  qator va pog'onali shesternyalar tishlari soni:  $z_1 = 90, z_2 = 39, z_3 = 19, z_4 = 12$ .

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

$$i_{1/3} = i_{13}$$

Agar poronalarning uzatish sonini alohida- alohida topsak:

$$i_{12} = i_{1/2} = z_2/z_1 ; i_{23} = i_{1/3} = z_4/z_3$$

Bularni o'zaro ko'paytirsak quyidagini olamiz:

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

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

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

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

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

#### 4. Epitsiklik mexanizmlar

Biz yuqorida ko'rgan qator shesternyali mexanizmlarda qo'zg'almas o'q atrofida bir necha shesternya aylanma harakat qilib, ma'lum ish bajarar edi. Agar shu qator shesternyalardan bir yoki bir nechtasining o'qi qo'zg'aluvchan bo'lsa, unga epitsiplik mexanizm deyiladi. Epitsiplik mexanizmlar planetar yoki differensial bo'lishi mumkin. Mexanizmning planetar yoki differensialligi uning erkinlik darajasi orqali aniqlanadi. Erkinlik darajasi esa tekis mexanizmlar uchun Chebishev formulasi asosida topiladi.

Agar berilgan epitsiklik mexanizmning erkinlik darajasi birga teng ( $W = 1$ ) bo'lsa, planetar mexanizm, erkinlik darajasi ikkiga teng ( $W = 2$ ) bo'lsa, differensial mexanizm bo'ladi.

Eng oddiy epitsiklik mexanizm (5-rasm) ikkita shesternya va bitta vodilodan tashkil topgan bo'ladi.

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

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

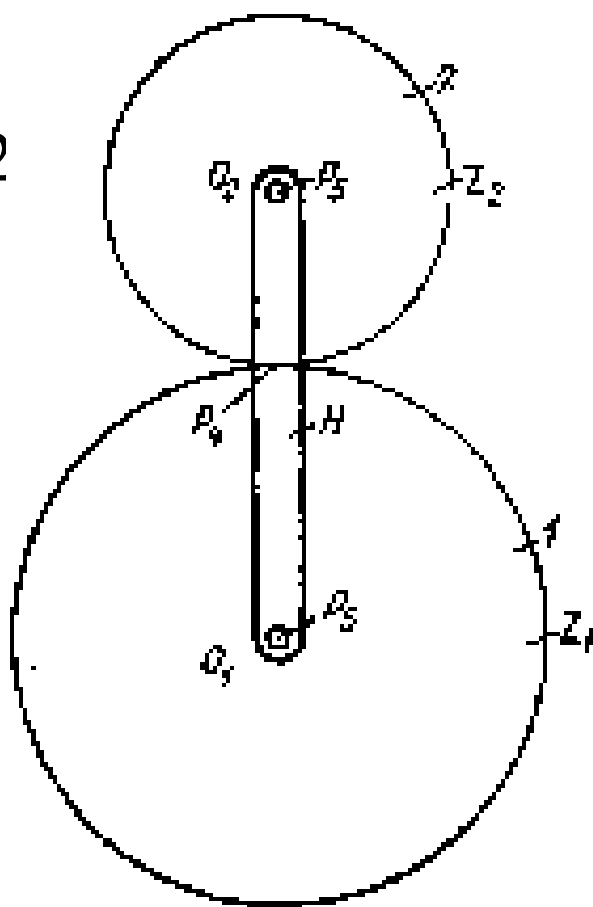
Bu mexanizmlarda uchta qo'zgaluvchan bo'g'in mavjud, ya'ni  $k = 3$ . Tishli g'ildirak va vodilo o'z o'qlari atrofida aylanadi, ya'ni  $R_5 = 3$ . 1 va 2 shesternylar esa bir-biriga tish chiziqlari bo'ylab tishlashib, oliy kinematik juft hosil qilib harakatlanadi, ya'ni  $R_4 = 1$ , o'rniga qo'ysak:

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

Demak differensial mexanizmning erkinlik darajasi 2 ga teng ekan.

Agar yuqoridagi epitsiplik mexanizmning 1 bo'g'inini qo'zg'almas qilib olinsa, qo'zgaluvchan bo'g'inlar soni 2 ta bo'lib, erkinlik darajasi

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



5-rasm

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

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

### Epitsiklik mexanizmlarning kinematikasi va uzatish soni\*

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

Planetar mexanizm uchun uzatish soni va satellitning burchak tezligini topish uncha qiyin emas. Differensial mexanizmda 3 ta qo'zgaluvchan bo'g'indan 2

tasining harakat qonuni ma'lum bo'lishi talab etilishi tufayli uchinchi bo'g'inning tezligini va uzatish sonini topish bir muncha qiyin. Shuning uchun yuqorida keltirilgan differensial mexanizmni kinematik tekshirish xamda uzatish sonini topish bilan tanishamiz. Vodiloning minutiga aylanish soni  $p_n$  va birinchi shesternyaning minutiga aylanish soni  $p_1$  berilgan bo'lib, satellitning aylanish soni  $p_2$  hamda mexanizmning uzatish soni  $i_{21}$  topish talab qilinsin.

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

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

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

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

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

Bundan satellitning minutiga aylanish tezligi  $p_2$  quyidagicha topiladi:

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

$$n_2 = i_{21} * (n_1 - n_H) + n_H ;$$

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

yoki etakchi shesternyaning etaklanuvchi shesternyaga nisbatidan quyidagicha olinishi mumkin:

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

Bundan satellitning minutiga aylanish soni quyidagicha topiladi:

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

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

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

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

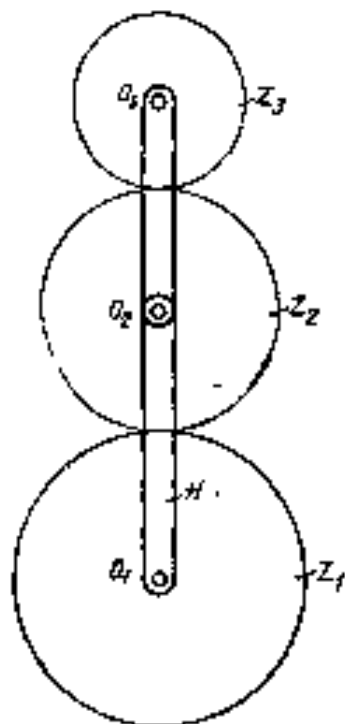
Agar murakkab harakat qiluvchi satellit bir nechta (masalan, 2 ta) bo'lsa, (4-rasm)  $z_3$  shesternyaning aylanish soni yuqoridagi formulalarga binoan quyidagicha topiladi:

Bundan

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

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

Bu formula epitsiplik mexanizmlarning universal formulasi yoki Villis formulasi deyiladi.



#### XULOSA:

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

#### SAVOLLAR:

1. Tishli bo'g'inlarga misollar keltiring.
2. Bo'luvchi diametr nima?
3. Tish moduliga ta'rif bering.
4. Tish qadamiga ta'rif bering.
5. Ichki ilashishga ta'rif bering.
6. Tashqi ilashishga ta'rif bering.
7. Friksion mexanizmga ta'rif bering.
8. Egiluvchan bo'g'inli mexanizmga ta'rif bering.
9. Uzatish soni qanday topiladi.
10. Shesternyalar qanday o'rnatiladi?

11. Epitsiklik mexanizmga ta'rif bering.
12. Planetar mexanizmga ta'rif bering.
13. Differensial mexanizmga ta'rif bering.
14. Analitik va grafoanalitik usullar deganda nimani tushinasiz?
15. Villis formulasini yozib bering.