

9-MA'RUZA (2 qism)

Ma'ruza mavzusi:	TISHLI MEXANIZMLAR KINEMATIKASI
Reja	<ol style="list-style-type: none">1. Tishli mexanizmlar kinematikasi, uzatishlar soni.2. Evolventali tishli g'ildirakning geometrik parametrlari

9.1. 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 urinma tezlik

$$v_1 = v_2$$

bo'ladi.

Agar shesternyaning burchak tezligi ω_1 (yoki n_1) G'ildirakning burchak tezligi ω_2 (yoki n_2) bo'lsa,

$$v_1 = \omega_1 \frac{D_1}{2} \quad \text{va} \quad v_2 = \omega_2 \frac{D_2}{2} \quad (2)$$

bo'ladi.

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

$$\omega_1 \frac{D_1}{2} = \omega_2 \frac{D_2}{2}$$

Bundan

$$\omega_1/\omega_2 = D_2/D_1$$

Etakchi shesternyani burchak tezligi ω_1 ning etaklanuvchi g'ildirak burchak tezligi ω_2 ga nisbati mexanizmning **uzatish soni** deyiladi va i harfi bilan belgilanadi:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

9.2 Evolventali tishli nolinci g'ildirakning geometrik parametrlari

Evolventali tishli g'ildirakni hosil qilish uchun, ya'ni tishli g'ildirak tish profillari evolventa bo'yicha chizilgan asosiy aylana markazini tishli g'ildirak markaziga almashtiriladi. Texnikada keng tarqalgan tishli g'ildiraklardan normal yoki nolinci g'ildiraklar (nolinci g'ildirakdan tashqari musbat va manfiy g'ildiraklar ham bo'ladi, ular to'g'risida keyinroq yoziladi).

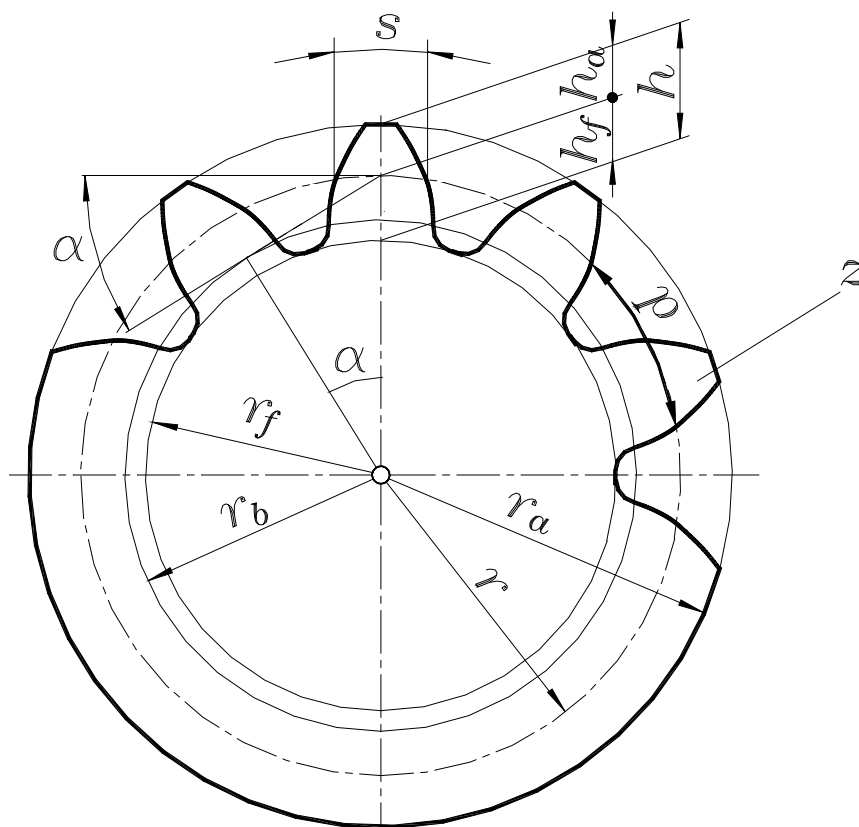
Evolventali tishli g'ildirakning geometrik parametrlari standartlashtirilgan. Bu parametrlarni normal g'ildiraklar uchun ko'rib chiqamiz. Haqiqiy tishli g'ildirak parametrlariga quyidagilar kiradi: z tishlar soni, evolventali chizilgan yon tomonlar; r_a g'ildirak bosh aylana radiusi; r_f g'ildirak oyoq aylana radiusi. Qolgan parametrlar hisoblanuvchi hisoblanadi. Tish balandligi shartli ravishda ikki qismga bo'linadi – r bo'luvchi aylana radiusi yordamida bosh va oyoq qismga. Tish balandligi ya'ni bosh va oyoq aylanalari orasidagi masofa h harfi bilan belgilanadi, h_a – tish bosh balandligi, h_f – tish oyoq balandligi standartga asosan,

$$h_f = 1,25h_a \quad (1)$$

r_b – evolventa yasaladigan asosiy aylana radiusi. Bu aylana tishli g'ildirak tishlariga qarab oyoq aylanadan katta yoki kichik bo'lishi mumkin. Tishning evolventasi bosh aylanada o'tkir qirra yasaydi, tish asosida esa evolventa silliq oyoq aylanasiga yordamchi egrilik orqali o'tadi, uni gatel deyiladi.

Tishli g'ildirak asosiy parametrlaridan biri bo'luvchi aylana bo'yicha olingan r tish qadami hisoblanadi – bu ikki siljiydigan bir xil tish profillari aylanada o'lchanadigan masofa. Jadamning yarmisi bo'luvchi aylanada s – tish qalinligini tashkil etadi, ya'ni $s = 0,5p$. (2)

Tish profilini yasovchi uchun foydalanadigan evolventa, asosiy aylanadan boshlanib, bosh aylanadi kesiladi. Evolventaning bu qismi α profil burchagidan aniqlanadi. Bu bo'luvchi aylananing bitta nuqtasidan bo'luvchi va asosiy aylanalarga o'tqazilgan urunmalar orasidagi burchak. Standart tishli G'ildirak uchun $\alpha = 20^\circ$.



1-rasm

Yuqorida sanab o'tilgan parametrlardan bitta standartni tanlash kerak, u qolganlari bilan boqlangan bo'lishi kerak. Bu parametr shunday bo'lishi kerakki, uning qiymati tishni aniqlashi kerak. Bunga ko'pincha tish qadami to'g'ri keladi:

$$p = \frac{2\pi r}{z} \quad (3)$$

Biroq qadam qiymati ifodasiga π irratsional son kiradi, u o'nli kasrda cheksizlikka ega. Shuning uchun qadamni standartlashtirib bo'lmaydi. π sonini qatnashmasdan bu ifodani bir qismini standartlashtirish mumkin. Bu qiymatni m tish moduli deyiladi:

$$m = \frac{2r}{z} \quad (4)$$

Modul tish qiymati bilan boqlangan, ya'ni modul son qiymati bo'yicha tish bosh balandligiga teng,

$$m = h_a \quad (5)$$

Modul standart qiymat hisoblanib, «mm»da o'lchanadi, shuning uchun tishli G'ildirakning hamma o'lchamlari «mm» da o'lchanadi. Standartga asosan qator mavjud modullar millimetrning yarmidan 100 mm gacha qiymatni qabul qiladi. Modulning ba'zi bir qiymatlari: $m = 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5 \dots 100$ mm. Tishli G'ildirak geometrik parametrlari uning tishlar soni, standart modul va standart profil burchagi $\alpha = 20^0$ larni boqlovchi formulalarni yozamiz:

(4) ni hisobga olib, bo'luvchi aylana radiusi

$$r = \frac{m z}{2} \quad (6)$$

(5) va 2-rasmni hisobga olib, bosh aylana radiusi

$$r_a = r + m \quad (7)$$

(2) va 2-rasmni hisobga olib, oyoq aylana radiusi

$$r_f = r - 1,25m \quad (8)$$

2-rasmdan, asosiy aylana radiusi

$$r_b = r \cos \alpha \quad (9)$$

(1) va (5) hisobga olib, tish balandligi

$$h = 2,25m \quad (10)$$

(3) va (4) ni hisobga olib, bo'luvchi aylanada tish qadami

$$p = \pi m \quad (11)$$

bo'luvchi aylana bo'yicha tish qalinligi

$$s = \frac{p}{2} \quad (12)$$

Bu formulalarni kuzatib: standart normal tishli G'ildirakning hamma geometrik o'lchamlarini aniqlash uchun ikkita qiymatni bilish kifoya – z tishlar soni va m moduli.

To'g'ri tishli tashqi uzatmali tishli uzatmaning ISO tavsiyanomasidan foydalanib hisoblash va uni loyihalash.

Berilgan:

Tishlar uchun $m = 40\text{mm}$;

$\alpha = 20^0$;

Tishlar soni: $z_1 = 24$; $z_2 = 32$;

Yuqorida berilgan qiymatlardan foydalanib tishli g'ildiraklarimizning bo'luvchi aylana radiuslari hisoblab topiladi

$$r_{\omega_1} = \frac{mZ_1}{2} = \frac{40 * 24}{2} = 480\text{MM};$$

$$r_{\omega_2} = \frac{mZ_2}{2} = \frac{40 * 32}{2} = 640\text{MM};$$

Bo'luvchi aylanalar orasidagi masofa topiladi

$$A = m \frac{Z_1 + Z_2}{2}; \quad A = 40 \frac{24 + 32}{2} = 1120 \text{ MM};$$

Tish balandligi:

$$h_1 = h_2 = 2.25 m = 2.25 * 40 = 90\text{MM}$$

Tish boshchasining balandligi:

$$h_{a1} = h_{a2} = m = 40\text{MM}$$

Tish oyoqchasining balandligi:

$$h_{fa1} = h_{fa2} = 1.25 m = 1.25 * 40 = 50\text{MM}$$

Tish boshchalaridan o'tgan aylana radiuslari:

$$r_{a1} = r_{\omega_1} + h_{a1} = 480 + 40 = 520\text{MM}$$

$$r_{a2} = r_{\omega_2} + h_{a2} = 640 + 40 = 680\text{MM}$$

Tish oyoqchalaridan o'tgan aylana radiuslari:

$$r_{f1} = r_{\omega_1} - h_{fa1} = 480 - 50 = 430\text{MM}$$

$$r_{f2} = r_{\omega_2} - h_{fa2} = 640 - 50 = 590 \text{ MM}$$

Asosiy aylana radiuslari:

$$r_{b1} = r_{\omega_1} \cos \alpha_0 = 480 \cos 20^\circ = 451\text{MM}$$

$$r_{b2} = r_{\omega_2} \cos \alpha_0 = 640 \cos 20^\circ = 601\text{MM}$$

Tish qadami:

$$P_\omega = \pi m = 3.14 * 40 = 125.6\text{MM}$$

Qadam burchagi:

$$\gamma_1 \frac{360^\circ}{z_1} = \frac{360^\circ}{24} = 15^\circ; \quad \gamma_2 \frac{360^\circ}{z_2} = \frac{360^\circ}{32} = 11.25^\circ;$$

Tishning boshlang'ich aylana yoyi bo'yicha qalinligi:

$$S_{\omega_1} = S_{\omega_2} = 0.5 * P_\omega = 0.5 * 125.6 = 62.8 \text{ MM}$$

Ikki tishning boshlang'ich aylana yoyi bo'yicha oralig'i:

$$e_{\omega_1} = e_{\omega_2} = 0.5 * P_{\omega} = 0.5 * 125.6 = 62.8\text{mm}$$

Yumaloqlanish radiusi

$$\rho_f = 0.38 * m = 15.2\text{mm}$$

Chizmada uzunlik masshtabi “ μ_l ” ni tanlaymiz, bunda tishning chizmadagi balandligi $\bar{h} > 50\text{mm}$ bo'lishi kerak

$$\mu_l = \frac{h}{\bar{h}} = \frac{90}{50} = 1.8\text{mm/mm}$$

G'ildirakning O_1 va O_2 markazlari orasidagi masofani topamiz:

$$\bar{a}_w = \frac{a_w}{\mu_l} = \frac{1120\text{mm}}{1.8} = 622\text{mm}$$

O_1 va O_2 markazlar to'g'ri chiziq bilan tutashtiriladi bu markazlardan

$$\bar{r}_{w_1} = \frac{r_{w_1}}{\mu_l} = \frac{480\text{mm}}{1.8} = 266\text{mm}$$

$$\bar{r}_{w_2} = \frac{r_{w_2}}{\mu_l} = \frac{640\text{mm}}{1.8} = 356\text{mm}$$

Bo'luvchi aylana radiuslari chiziladi.

Ikki aylananing urinish nuqtasidan O_1 va O_2 aylana markazlarini tutashtiruvchi chiziqqa tik yo'nalishda bo'ladi.

O_1 va O_2 markazlardan

$$\bar{r}_{b_1} = \frac{r_{b_1}}{\mu_l} = \frac{451\text{mm}}{1.8} = 250.5\text{mm}$$

$$\bar{r}_{b_2} = \frac{r_{b_2}}{\mu_l} = \frac{601\text{mm}}{1.8} = 334\text{mm}$$

radiuslar bilan asosiy aylanalar chiziladi.

Qutb nuqtasi “P” dan O_1 va O_2 ga nisbatan otkazilgan perpendikulyarga 20° burchak ostida asosiy aylanalar ga urinyirib N-N to'g'ri chiziq o'tkaziladi. bu urinma chiziq asosiy aylanalar \bar{r}_{b_1} va \bar{r}_{b_2} da urinish nuqtalari M va L ni beradi. Bunda \overline{AB} kesma nazariy aylanish chizig'i bo'ladi.

G'ildirakning O_1 markazidan

$$\overline{r_{a_1}} = \frac{r_{a_4}}{\mu_l} = \frac{520mm}{1.8} = 288mm$$

radius bilan g'ildirak tishlarining tishlarining chiqiqlari aylanasi,

$$\overline{r_{f_1}} = \frac{r_{f_4}}{\mu_l} = \frac{430mm}{1.8} = 238mm$$

radiusi bilan esa g'ildirak tishlarining botiqlati aylanasi chiziladi. Ilashish chizig'i N-N ikki g'ildirakning asosiy aylanalarida dumalatib qutb nuqtasi P dan o'tuvchi evolventa profili chiziladi. Tish profili chizishning grafikaviy va grafoanalitik usullarini ko'rib chiqamiz. Chizmadagi \overline{MP} kesmani teng qismlarga bo'lamiz. Masalan MP kesmani 5ta teng qismga bo'lib $\overline{P4}$, $\overline{43}$, $\overline{32}$, $\overline{21}$, $\overline{1M}$ kesmalarni olamiz. Ilashish chizig'ining davomida $\overline{M5}$, $\overline{M6}$, $\overline{M7}$, va $\overline{M8}$ teng kesmalarni ham belgilaymiz. M nuqtadan boshlab, asosiy aylanada bu kesmalarga teng $\overline{M1} = \overline{M1'}$, $\overline{M2} = \overline{M2'}$, $\overline{M3} = \overline{M3'}$, $\overline{M4} = \overline{M4'}$, shuningdek $\overline{M5} = \overline{M5'}$, $\overline{M6} = \overline{M6'}$, $\overline{M7} = \overline{M7'}$, $\overline{M8} = \overline{M8'}$ yoylarni belgilaymiz. Belgilangan $1'$, $2'$, $3'$, $4'$, $5'$, $6'$, $7'$, $8'$ nuqtalarni g'ildirak markazi O_1 bilan tutashtiramiz. Bu nuqtalardan radius chiziqlariga tik, yani asosiy aylanaga urinma chiziqlar o'tkazamiz. Evolventaning evolventadan o'tazilgan normal chiziqning uzunligi asosiy aylanasi "yoyining uzunligiga teng" degan xossasiga asoslanib, evolventa egri chizig'ini chizamiz. Buning uchun birinchi urinma chiziqda bitta $1' - 1''$ kesma, ikkinchi urinmachiziqning 2- nuqtasidan $2 - 2''$ kesma, uchinchi urinmaning 3- nuqtasidan $3 - 3''$ kesma belgilaymiz va hokazo. Berilgan $1'$, $2'$, $3'$, $4'$, $5'$, $6'$, $7'$, $8'$ nuqtalarni ketma-ket (silliq chiziq bilan) tutashtirib, evolventa chizig'ini hosil qilamiz. Ikkinchi g'ildirak tishining profilini ham huddi shu tarzda chizamiz. Tish botiqligi aylanasing kata- kchikligidan qat'iy nazar, tish profilining evolventa qismi bilan tish botiqligi aylanasing birlashtiruvchi qismda burilish radiusi bo'lishi kerak. Agar $r_f \geq r_b$ bo'sa, tish asosi aylanasing evolventa bilan $\rho_f = 0.3 * m$ ga teng galtel radiusi bilan tutashtiramiz.

$$\rho_f = 0.38 * 40 = 15.2mm$$

Endi buni qiymatini ham μ_l chizma masshtabiga bo'lamiz

$$\overline{\rho_f} = \frac{\rho_f}{\mu_l} = 8.4mm$$

Tishning bir tomonining evolventasi yasaldi. Endi tishning simetriya oqini o'tkazish kerak. Buning uchun tish qadamini to'rtga bo'lamiz

$$\check{P} = \frac{\pi * m}{4} = \frac{3.14 * 40}{4} = 31.4mm$$

Endi bu yoy uzunligini ham μ_l chizma masshtabiga bo'lamiz.

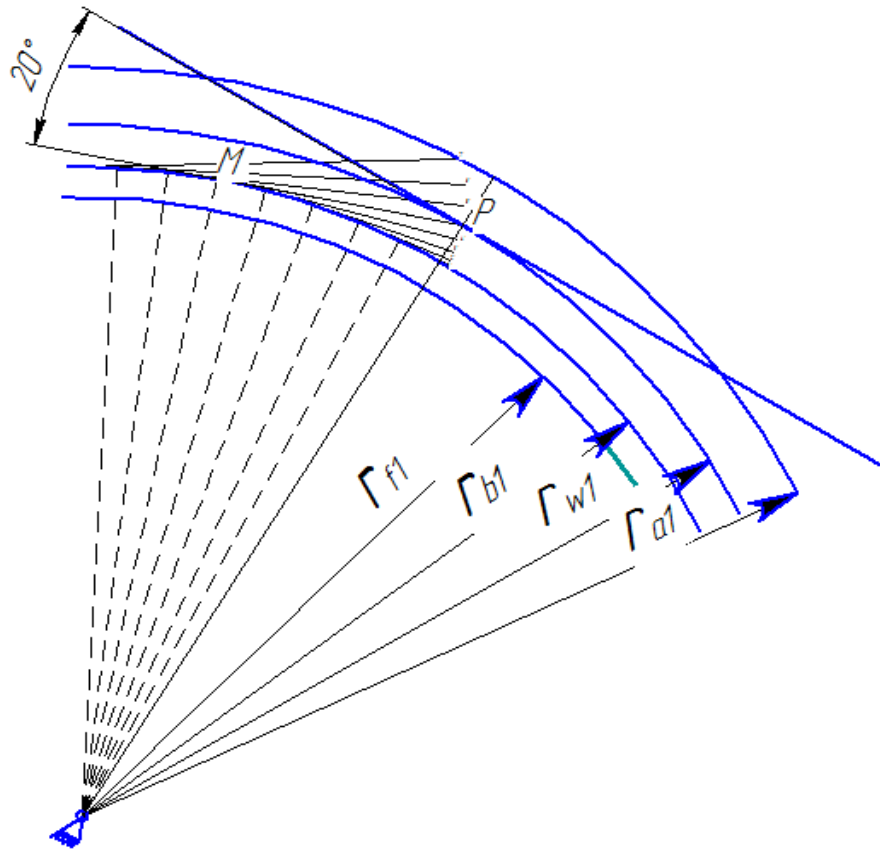
$$\bar{\check{P}} = \frac{31.4mm}{1.8} = 17.4mm$$

Ushbu qiymatdan foydalanib simetriya o'qi P nuqtaga nisbatan o'tkaziladi. Shu o'qqa nisbatan evalventamizni simetrik ikkinchi tomonga olib o'tamiz. Mana endi bitta tishning tishning haqiqiy shakli paydo bo'ldi.

Birinchi tishli g'ildiragimizda nechta tish bo'lsa bir xil o'lchamda joylashtirib chiqamiz.

$$\alpha = \frac{360^\circ}{24} = 15^\circ$$

Demak simetriya o'qimizga nisbatan tishlarimizni har 15° burchak ostida joylashtirib chiqamiz. Ikkinchi tishli g'ildiragimizning profilini ham huddu shu



usul bilan yasaymiz.

