

TISHLI REDUKTORLARDA ISHLATILDIGAN TISHLI UZATMALARNI LOYHALASH

Ismailov Ibrat Ilhomovich

Qarshi muhandislik va iqtisodiyot instituti dotsenti

Qurbonov Sherzod Baxtiyorovich

Qarshi muhandislik va iqtisodiyot instituti dotsenti

Irgashev Dilmurod Bekmurodovich

Qarshi muhandislik va iqtisodiyot instituti katta o'qituvchisi

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7017958>

Annotatsiya. Maqolada reduktorada ishlatiladigan tishli uzatmalarni hisob asosida g'ildirak o'lchamlari va ilashish o'lchamlari aniqlanadi, so'ng tishlarni chidamliligi eguvchi kuchlanish bo'yicha hisoblash usullarni va texnik talablari jadvallar asosida keltrilgan bo'lib tishla uzatmlarni tishlarda hosil bo'ladigan yuklanishlar hisoblash formularni keltrib o'tilgan.

Kalit so'zlar: tishli uzatma, yemirilish, g'ildirak, yuklanish, qattqlik, modul.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАТЧИКОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЗУБЧАТЫХ РЕДУКТОРАХ

Аннотация. В статье размеры колес и размеры ячеек определены на основании расчета зубчатых колес, применяемых в редукторах, затем на основании таблиц приведены методики расчета стойкости зубьев по напряжению изгиба и технические требования. упоминается формула расчета загрузки.

Ключевые слова: шестерня, распад, колесо, погрузка, жесткость, модуль.

DESIGN OF GEAR TRANSMITTERS USED IN GEAR REDUCERS

Abstract. In the article, the dimensions of the wheels and the dimensions of the cells are determined on the basis of the calculation of gears used in gearboxes, then, based on the tables, methods for calculating the resistance of the teeth for bending stress and technical requirements are given. the formula for calculating the load is mentioned.

Keywords: gear, decay, wheel, loading, rigidity, modulus.

KIRISH

Loyihalashda tishlarni yuzalarini toliqishdan yemirilishiga chidamliligini aniqlash maqsadida g'ildirak tishlarini eguvchi kuchlanish va kontakt kuchlanishga hisoblanadi. Bu hisob asosida g'ildirak o'lchamlari va ilashish o'lchamlari aniqlanadi, so'ng tishlarni chidamliligi eguvchi kuchlanish bo'yicha hisoblanadi, natijada tishlarni toliqishdan yemirilishini oldi olinadi. Asosan tishlarni egilishdagi kuchlanish, kontakt mustahkamlikka hisoblashdagi qiymat ruxsat etilgandan kichik bo'ladi. G'ildirak tishlari soni 200 tadan ko'p bo'lganda yoki tish sirtiga termoximik ishlov berish natijasida qattqligi ($NRC > 40$) yuqori bo'lgan tishlarni sinishi xavfi yuzaga kelishi mumkin. Bu holni chetlab o'tish uchun tish o'lchamlari, chidamlilikka eguvchi kuchlanish asosida hisoblanadi.

TADQIQOT MATERIALLARI VA METODOLOGIYASI

Ochiq tishli uzatmalar, asosan, tishlarni ishlash davrida yemirilishini hisobga olgan holda, chidamliligi eguvchi kuchlanish bo'yicha hisoblanadi. Bunday holda tish sirtini kontakt kuchlanish bo'yicha tekshirish shart emas, chunki tish sirtini obraziv yemirilishi, o'zgaruvchi kontakt kuchlanish ta'siridan qiyshayishini oldini oladi.

Vaqtli katta yuk ta'sirida ishlovchi tishli uzatmalarni tishlarini mo'rt yemirilishiga, tishlarni ish yuzalarini plastik deformatsiya ta'siridan egilishini oldini olish maqsadida, egilishga va kontakt kuchlanishga tekshirish shart. Bu ochiq va yopiq uzatmalar uchun teng kuchli ahamiyatga ega. Vaqtli yuk ta'siri tishlarni tashqi yuzalari va umumiy toliqishga mustahkamligiga ta'sir etmaydi. Shuning uchun, bunday kuchlar ta'siridan hosil bo'ladigan kuchlanishlarni aniqlashni, tishlarni yuzaviy va umumiy statik mustahkamlik bo'yicha tekshirish deb qarash mumkin. Hisob tenglamalari toliqishdan mustahkamlikka hisoblash tenglamasi bilan bir xil, lekin bu hisobda ishlatiladigan ruxsat etilgan kuchlanishlar har xil bo'ladi.

TADQIQOT NATIJALARI

Formulani chiqarishda ba'zi cheklanishlarga yo'l qo'yilgan: silindr materiali elastik (ideal), kontakt nuqtasida u hajmiy kuchlanish holatida, ya'ni 3 o'qli siqilish; Modul jihatdan katta siquvchi kuchlanish $\sigma_3 = \sigma_{\max}$;

Bosimni kontakt yuzaga eni bo'yicha elleptik tarqalish qonuni

$$\sigma_{\max} = \frac{4q}{\pi c} \quad (1)$$

bu yerda: q – kontakt chizig'ini birlik uzunligiga to'g'ri kelgan kuch.
 s – kontakt yuza eni; uning qiymati quyidagicha aniqlanadi.

$$c = 3,04 \sqrt{\frac{q \rho_{\text{kel}} (1 - \nu^2)}{E}}; \quad (2)$$

Bu qiymatni (1) tenglamaga qo'yib, quyidagini hosil qilamiz.

$$\sigma_{\max} = 0,418 \sqrt{\frac{qE}{\rho_{\text{kel}} (1 - \nu^2)}} \quad (3)$$

bu yerda: $\frac{1}{\rho_{\text{kel}}}$ - silindrni keltirilgan egriligi,

$$\frac{1}{\rho_{\text{kel}}} = \frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2}; \quad (4)$$

bu yerda: ρ_1 va ρ_2 silindr radiuslari;

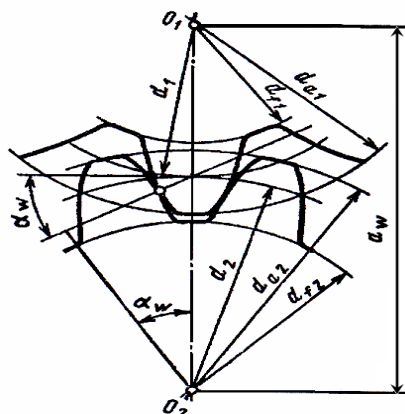
$$\rho_{\text{kel}} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}; \quad (5)$$

ν - Puasson koeffitsiyenti, $\nu = 0,3$ deb qabul qilamiz.

YE – silindrlar materialini elastiklik moduli; agar silindrlar turli materialdan tayyorlangan bo'lsa, elastiklik moduli quyidagicha aniqlanadi:

$$E = \frac{2E_1 E_2}{E_1 + E_2}. \quad (6)$$

Silindrik tishli g'ildirakli uzatma (2-rasm) tishlarini ish yuzalarini chidamlilikka kontakt kuchlanish bo'yicha hisoblash (2)-formula asosida bajariladi. Eng katta normal kuchlanishni " σ_N " bilan ifodalaymiz; "N" indeks buyuk fizik olim familiyasi



1-расм. Эволютивный илашманинг геометрияси

"Hertz"ni bosh harfi; tishlarni kontakt chizig'ini bir birlik uzunligiga to'g'ri kelgan kuch $-q$:

$$q = \frac{F_n \cdot K_H}{b \cdot k_a} \quad (7)$$

bu yerda: $F_n = \frac{F_1}{\cos \alpha_w \cdot \cos \beta}$ ilashishdagi normal kuch; $F_1 = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2T_2}{d_2}$ aylana kuch; α_w – tishlashish burchagi; u GOST 13755-81 dan 20° ga teng deb qabul qilingan. (Bundan buyon $\alpha_w \approx \alpha$ deb qabul qilamiz; α – profilni bo'lish burchagi) β - bo'luvchi silindr hosil qiluvchiga nisbatan, tishni burilish burchagi; K_n – venetsni eni bo'ylab tekis tarqalgan kuchni notekisligini va dinamik kuchni hisobga oluvchi koeffitsiyent; b – venets eni; k_c – qoplanish darajasi koeffitsiyenti.

Keltirilgan silindr radiusi - ρ_{kel} ni ilashish qutbidagi tishni evolventa profilini keltirilgan radiusi bilan almashtiriladi, agar

$$\rho_1 = \frac{d_1 \sin \alpha}{2 \cos \beta}; \quad \rho_2 = \frac{d_2 \sin \alpha}{2 \cos \beta}; \quad \frac{d_2}{d_1} = u \text{ bo'lsa, } \rho_{kel} = \frac{d_2 \sin \alpha}{2 \cos \beta (u + 1)} \text{ tenglik o'rinli}$$

bo'ladi. (2)-tenglama va keltirilgan qiymatlar asosida " σ_H " tenglamasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{E}{\pi(1-\nu^2)} \cdot \frac{2 \cos \beta}{\sin 2\alpha} \cdot \frac{1}{k_c} \cdot \frac{2T_2 K_H (u + 1)}{d_2^2 \cdot b}} \quad (8)$$

Bundan keyingi hisob ishlari GOST 21354-75 dagi ko'rsatmalar asosida bajariladi. Ba'zi hollarda hisob ishlarini yengillashtirish maqsadida ba'zi cheklanishlarga yo'l qo'yiladi. Amaliy hisob uchun GOST 21354-75 da quyidagi shartli belgilar qabul qilingan:

$Z_M = \sqrt{\frac{E}{\pi(1-\nu^2)}}$ - ilashishdagi tishli g'ildirak materialini mexanik hossalari hisobga

oluvchi koeffitsiyent. Uning o'lchov birligi \sqrt{E} o'lchoviga mos keladi:

$Z_H = \sqrt{\frac{2 \cos \beta}{\sin 2\alpha_w}}$ - o'lchovsiz kattalik bo'lib, tish yuzalarini ilashish qutbidagi shaklini

hisobga oluvchi kattalik.

$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{k_\varepsilon}}$ - o'lchovsiz kattalik bo'lib, u kontakt chizig'ini umumiy (yig'indi) uzunligini

hisobga oluvchi koeffitsiyent;

to'g'ri tishli g'ildirak uchun $k_\varepsilon = \frac{3}{4 - \varepsilon_\alpha}$,

shevron va qiya tishli g'ildirak uchun $k_c = \varepsilon_\alpha$,

bu yerda: ε_α - qoplanish darajasi.

Bularni inobatga olib (3)-formulani quyidagi ko'rinishda yozishimiz mumkin:

$$\sigma_H = Z_M \cdot Z_H \cdot Z_\varepsilon \sqrt{\frac{2 T_2 \cdot K_H (u+1)}{d_2^2 \cdot b}} \quad (9)$$

Barcha kattaliklar mos o'lchov birliklarda ifodalanishi kerak. GOST 21354-75 da, bu ko'rsatma chetlab o'tilgan, ya'ni moment Nm da "d" va "b" mm da kuchlanish va elastiklik moduli MPa da berilgan (son qiymati MN/m² ga to'g'ri keladi).

Z_n - ni son qiymatlari tishlar shakliga ko'ra:

To'g'ri tishli g'ildirak uchun: $\alpha = 20^\circ$; $\beta = 0$ da $Z_H = 1,76$

Qiya tishli g'ildirak uchun: $\alpha = 20^\circ$; $\beta = 8 \div 15^\circ$; $Z_H = 1,74 \div 1,71$

Shevron tishli g'ildirak uchun: $Z_H = 1,57$

Z_ε -koeffitsiyentni o'rtacha qiymati;

to'g'ri tishli uzatma uchun; $\alpha = 20^\circ$ da $Z_\varepsilon = 0,9$

qiya tishli uzatma uchun; $Z_\varepsilon = 0,8$

Keltirilgan kattaliklarni (4)-formulaga qo'yib va d_2 ni, o'qlar orasidagi masofa a_w bilan

almashtirib, ya'ni $d_2 = \frac{2 a_w \cdot u}{u + 1}$ ni e'tiborga olib, quyidagi formulani hosil qilamiz.

Tekshirishga mo'ljallangan to'g'ri

tishli uzatma uchun
$$\sigma_H = \frac{310}{a_w} \sqrt{\frac{T_2 K_H (u+1)^3}{b \cdot u^2}} \leq [\sigma_H]; \quad (10)$$

qiya tishli uzatma uchun,
$$\sigma_H = \frac{270}{a_w} \sqrt{\frac{T_2 \cdot K_H (u+1)^3}{b u^2}} \leq [\sigma_H]. \quad (11)$$

Bu tenglamalarda “b” ni “a_w” orqali ifodalab, tish gardishi eni koefitsiyenti $\psi_{ba} = \frac{b}{a_w}$ ni inobatga olib, loyihalana yotgan hisobiy “a_w” tenglamasini hosil qilamiz; (“mm” hisobida)

$$a_w = K_a (u + 1) \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 \cdot u^2 \cdot \psi_{ba}}}; \quad (12)$$

To‘g‘ri tishli uzatma uchun: $K_a=49,5$ qiya va shevron tishli uzatma uchun $K_a=43,0$ ga teng; bu yerda: $K_H = K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\nu}$, $K_{H\alpha}$ - kuchlarni tishlar orasida bir tekis tarqalmaganligini hisobga oluvchi koefitsiyent, to‘g‘ri tishli g‘ildirak uchun $K_{H\alpha}=1,0$; Qiya tishli g‘ildirak aylana tezlikka bog‘langan (ν): $\nu = 10 \div 20$ m/s va aniqlik darajasi 7 - bo‘lganda $K_{H\alpha} = 1,0 \div 1,1$; $\nu=10$ m/s hamda aniqlik darajasi 8-chi bo‘lganda $K_{H\alpha} = 1,05 \div 1,15$; $K_{H\beta}$ – gardishni eni bo‘ylab yoyilgan kuchni notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koefitsiyent bo‘lib, yopiq reduktor turidagi tishli uzatmalarni loyihalashda, $K_{H\beta}$ – qiymati 1 – jadval asosida olinadi.

O‘zgaruvchi kuch ta’sirida ishlovchi tishli uzatmalar (reduktorlar) uchun, $K_{H\beta}$ - koefitsiyentini taxminiy qiymati

1 – jadval.

Nisbatan tishli g‘ildiraklarni joylashishi	Tish sirtini qattiqligi –NV	
	≤ 350	> 350
Simmetrik	1 ÷ 1,15	1,05 ÷ 1,25
Nosimmetrik	1,10 ÷ 1,25	1,15 ÷ 1,35
Konsol	1,20 ÷ 1,35	1,25 ÷ 1,45

$\psi_{bd} = \frac{b}{d} = 0,4$ bo‘lganda uzatmalar uchun kichik qiymatlar qabul qilinadi.

$\psi_{bd} = 0,6$ gacha konsol g‘ildiraklar uchun;

$\psi_{bd} = 0,8$ gacha nosimmetrik bo‘lganda doimiy kuch ta’sirida bo‘lsa (uzatma, reduktor) $K_{H\beta} = 1$ qabul qilinadi.

ψ_{bd} qiymati (8)- tenglama yordamida aniqlanadi.

Dinamik koefitsiyent K_N ni g‘ildirakni aylana tezligi “v” ga va ularni tayyorlash aniqligi darajasiga nisbatan aniqlanadi.

To‘g‘ri tishli g‘ildiraklar uchun $v=5m/c$ gacha bo‘lsa, GOST 1643-81 ga asosan 8 – chi aniqlik darajasi qabul qilinadi.

Qiya tishli g‘ildirak uchun $v=10$ m/s gacha bo‘lganda, aniqlik darajasi 8 – chi qabul qilinadi va $K_{Nv} = 1,0 \div 1,05$ deb qabul qilinadi. Agar $v = 10 \div 20$ m/s gacha bo‘lganda 7-chi aniqlik

darajasi qabul qilinadi va $K_{nv} = 1,05 \div 1,1$ deb qabul qilinadi. Bu qiymatlardan kichik bo'lgan g'ildiraklar uchun qattiqligi $NV \leq 350$, agar katta bo'lsa, $NV > 350$ qabul qilinadi.

Agar uzatma o'lchamlari aniq bo'lsa K_{Ha} va K_{nv} lar, aniqlanishi mumkin (v – tezlik ma'lum bo'lishi kerak). Shuning uchun loyihalashni dastlabki hisoblarida (7–formulasida) gardishni eni bo'yicha yoyilgan kuchlarning notekis tarqalganligini inobatga oluvchi koeffitsiyent “ $K_{n\beta}$ ” ni o'zi ishtirok etadi. (1 – jadvalga qaralsin).

Ko'p hollarda reduktorlarni loyihalashda, $\psi_{ba} = \frac{b}{a}$ kattalikka asoslaniladi; to'g'ri tishli uzatmalar uchun $\psi_{ba} = 0,125 \div 0,5$; qiya tishli uchun $\psi_{ba} = 0,25 \div 0,40$ shevron tishli uchun $\psi_{ba} = 0,5 \div 1,0$ deb qabul qilinadi.

Qabul qilingan qiymatlar asosida ψ_{bd} ni aniqlash uchun, quyidagi tenglikdan foydalanish kerak, ya'ni $d_1 = \frac{2a}{(u+1)}$

U holda,

$$\psi_{ba} = \frac{b}{d_1} = \frac{b(u+1)}{2a} = 0,5 \psi_{ba}(u+1) \quad (13)$$

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanish loyihalash hisobida quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H \lim b} \cdot K_{HL}}{[S_H]} \quad (14)$$

bu yerda: $\sigma_{H \lim b}$ - bazaviy sikl soniga asosan kontakt chidamlilik chegarasi bo'lib uning qiymati 2 – jadvalda keltirilgan.

K_{HL} - ishlash davomiyligini hisobga olish koeffitsiyenti; agar g'ildirak tishining har birini yuklanish sikli, bazaviydan katta bo'lsa, $K_{HL} = 1$ qabul qilinadi. Bu qiymat kurs loyiha ishiga mos keladi.

Boshqa hollarda, ya'ni sikllarni ekvivalent qiymatida o'zgaruvchi kuchlanish $N_{HE} < N_{HO}$ (bazaviy) dan kichik bo'lsa

$$K_{HL} = \sqrt[6]{\frac{N_{HO}}{N_{HE}}} \quad (15)$$

Agar g'ildirak normallangan yoki yaxshilangan po'latdan tayyorlangan bo'lsa, $K_{HL} > 2,6$; u holda $K_{HL} = 2,6$ qabul qilinadi. Toblangan po'lat bo'lsa $K_{HL} \leq 1,8$.

$[S_H]$ - havfsizlik koeffitsiyenti; Normallangan va yaxshilangan po'latdan tayyorlangan g'ildiraklar uchun, hamda hajmiy toblanganda $[S_H] = 1,1 \div 1,2$ sirtqi mustahkamlangan tishlar uchun $[S_H] = 1,2 \div 1,3$ oraliqda bo'ladi.

MUHOKAMA

Shesternya va g'ildirak materialini tanlashda 3-jadvaldagi ma'lumotlardan foydalanib tanlaymiz. Ikkalasi uchun bir xil markali po'lat tanlash tavsiya etiladi, lekin shesternya tishini tashqi sirti qattiqligi $20 \div 30$ birlik oralig'ida bo'lishi kerak (Brenel bo'yicha).

Bazaviy sikllar soni bo'yicha kontakt chidamliligi

2 – jadval.

Tishlarni ishlash usuli	termik	Tish sirtini o'rtacha qattiqligi	po'lat	$\sigma_{H \lim b}$ MPa
Normallashtirish yoki yaxshilash		$HB < 350$	Uglerodli va legirlangan	$2NV+70$
Hajmiy toblash		$HRC38 \div 50$		$18HRC+150$
Yuza bo'yicha toblash		$HRC40 \div 50$		$17HRC+200$
Sementitlash va nitrotsementitlash		$HRC > 56$	legirlangan	$23HRC$
Azotlash		$HV550 \div 750$		1050

Eslatma: bazaviy sikllar soni N_{HO} , po'latni qattiqligiga nisbatan aniqlanadi; qattiqligi $NV < 200$ da $N_{HO} = 10^7$, $NV 200 \div 500$ gacha bo'lsa, N_{HO} chiziqli qonun asosida ortadi, ya'ni $N_{HO} = 10^7 \div 6 \cdot 10^7$;

XULOSA

Tishli uzatmlarni uzoq muddat sifatli hizmat qilishi uchun tishli g'ildiraklarni loyihalashga tish yuzalarda hosil bo'ladigan yuklanishlarni hisoblashlar muhandislik talablardna kelib GOST standartlarga asoslangan holda hisliblangan

REFERENCES

1. S.A.Chernavskiy i dr., "Kursovoye proyektirovaniye detaley mashin", M., «Mashinostroyeniye», 1988 gg.
2. M.N.Ivanov, «Detali mashin. Kursovoye proyektirovaniye», M., «Visshaya shkola», VUD., 1975 gg.
3. I.Sulaymonov, "Mashina detallari", T., "O'qituvchi" nashriyoti, 1981 yil.
4. P.F. Dunayev, "Detali mashin. Kursovoye proyektirovaniye", M., «Visshaya shkola», 1990 gg.
5. D.N.Reshetov, "Detali mashin", M., 1989 gg.
6. N.S. Bibutov, "Amaliy mexanika", Yangiyo'l shahri, "Yangiyo'l poligrafiya servis", 2008 yil.
7. S.Nosirov, "Mashina detallari fanidan kurs loyihasini bajarish", T., "Yangi asr avlodi", 2008 yil.