

ШЕСТЕРНЯ ТИШЛАРИНИНГ ЕЙИЛИШ ЖАРАЁНИДА ИШТИРОК ЭТУВЧИ АБРАЗИВ  
ЗАРРАЛАР ЎЛЧАМИНИ ҲИСОБЛАШ.

С. У. Мустапақулов

Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти

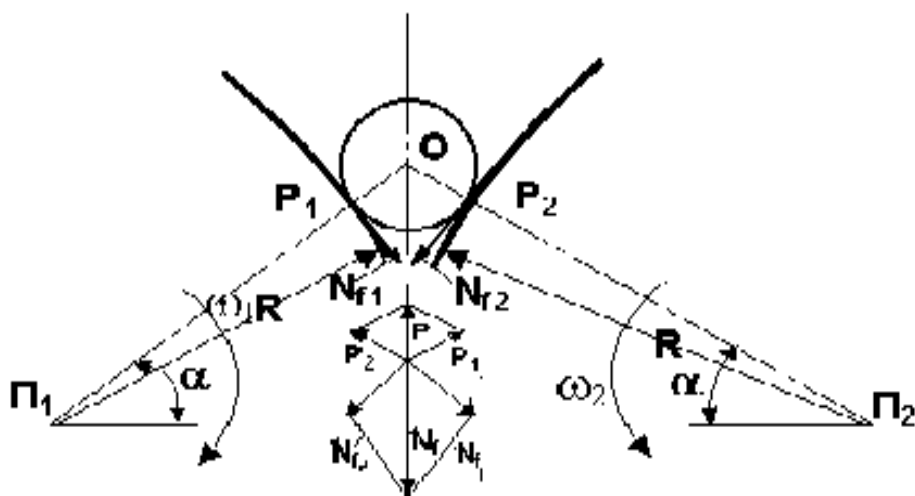
Мақолада шестерня тишлари орасидаги понасимон тирқишга тушиб қолган абразив зарранинг ҳаракатларини кўриб чиқамиз(1-расм). Эгрилик радиуслари бир хил бўлган ишқаланувчи юзалар билан ўзаро таъсирда бўлган абразив зарранинг ўлчамини ҳисоблаймиз. Абразив зарралар билан ишқаланувчи юза орасидаги ишқаланиш кучлари, зарранинг тирқишга тушишига қаршилиқ қилувчи кучдан катта бўлса(бу куч заррани юзага босиб турувчи нормал кучдан ҳосил бўлади), зарра понасимон тирқишга тушиб қолади. Бу қуйидаги шарт билан ифодаланади:

$$N_f > P, \quad (1)$$

бу ерда  $N_f$  абразив зарра билан ишқаланиш юзаси орасидаги тенг таъсир этувчи ишқаланиш кучи,  $N$ ;  $P$ -абразив зарра понасимон тирқишга тушишига қаршилиқ қилувчи тенг таъсир этувчи куч,  $N$ .

$P$  нинг қиймати тангенциал ва нормал кучларнинг геометрик йиғиндиси сифатида аниқланади(1-расм). Бу кучлар абразив заррача туташувчи сиртлар сабабли таъсир этади.  $P$  кучи абразив заррани понасимон тирқишдан чиқаришга ҳаракат қилади ва табиийки,  $N_f$  га тескари йўналади(1-расм). Абразив заррага таъсир этадиган нормал куч, уни тишларнинг ишқаланаётган юзаларига ботиради. Абразив зарра билан ишқаланаётган юза орасидаги ишқаланиш кучи заррани тишларнинг контакт зонаси йўналишида понасимон тирқишга итаради.

Понасимон тирқиш ичига турган абразив зарранинг ишқаланиш юзаси билан туташуви(контакти)га оид ҳолатни кўриб чиқамиз.



1-расм. Шестерня тишлари орасидаги понасимон тирқишга тушадиган абразив зарранинг энг катта ўлчамини ҳисоблаш схемаси.

**Эгрилик радиуслари бир хил бўлган ишқаланувчи юзалар билан ўзаро таъсирда бўлган абразив зарранинг ўлчамини ҳисоблаш.**

Абразив зарра билан ишқаланиш юзаси орасидаги тенг таъсир этувчи куч қўйидагича топилади:

$$N_f = N_{f_1}^2 + N_{f_2}^2 - 2N_{f_1}N_{f_2}\cos(90^\circ + \alpha_1), H, \quad (2)$$

бу ерда,  $N_{f_1}$ ,  $N_{f_2}$  – абразив зарра ва икки шестерня тишлари орасидаги ишқаланиш кучи,  $H$ ;  $\alpha_1$  – ишқаланувчи жуфтга таъсир этаётган кучлар вектори билан абразив заррага таъсир этаётган нормал куч орасидаги бурчак, град.

Фараз қилайлик, тишли ғилдираклар турли механик хусусиятга эга бўлган юза ғадир-будирлиги ҳар хил, икки хил пўлатдан ясалган.

Шунда,  $f_1 \neq f_2$ :

$$N_f = \sqrt{P_1^2 f_1^2 + P_2^2 f_2^2 + 2P_1 P_2 f_1 f_2 \sin \alpha_1}, H,$$

бу ерда,  $P_1$ ,  $P_2$  – понасимон тирқишда турган абразив заррага таъсир этаётган нормал кучлар,  $H$ .

Шестерня тишларининг ишқаланувчи юзалари ва абразив зарра ўртасида динамик мувозанат бўлиши учун қўйидаги шарт бажарилиши керак.  $P_1 = P_2$  ва  $N_{f_1} = N_{f_2}$ . Шунда ишқаланувчи юзалар ва абразив зарра орасидаги жами ишқаланиш куч қўйидагича топилади:

$$N_f = P_1 \sqrt{f_1^2 + f_2^2 + 2f_1 f_2 \sin \alpha_1}, H. \quad (3)$$

Абразив зарранинг понасимон тирқишга киришига тўсқинлик қилувчи умумий куч:

$$P = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 - 2P_1 P_2 \cos \alpha_1} = P_1 \sqrt{2(1 - \cos \alpha_1)}, H. \quad (4)$$

(2) формулани ҳисобга олиб ва (3) ва (4) формуларни биргаликда ечиб, ҳосил қиламиз:

$$f_1^2 + f_2^2 + 2f_1 f_2 \sin \alpha_1 = 2(1 - \cos \alpha_1). \quad (5)$$

1-расмдаги учбурчак  $\triangle P_1 O O_1$  дан фойдаланиб, абразив зарранинг ишқаланиш юзасига тегиб турган нуқтасидан ишқаланувчи юзалар бир-бирига теккан нуқтагача масофа формуласини чиқарамиз:

$$O O_1 = \sqrt{P_1 O_1^2 - P_1 O^2} = \frac{\sqrt{4\rho d_{\max} - d_{\max}^2}}{2},$$

бу ерда  $\rho$  – намуналарнинг эгрилик радиуси, м.

Қўйидаги қийматларни:

$$\sin \alpha_1 = \frac{\sqrt{4\rho d_{\max} + d_{\max}^2}}{2\rho + d_{\max}};$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{2\rho}{2\rho + d_{\max}}$$

(5)га қўйиб, ҳосил қиламиз:



$$\frac{f_1^2 + f_2^2 + f_1 f_2 \sqrt{4\rho d_{\max} - d_{\max}^2}}{2\rho + d_{\max}} = 2 - \frac{4\rho}{2\rho + d_{\max}}; \quad (6)$$

Бу формулага тегишли ўзгаришлар киритиб, қуйидаги кўринишга келтирамиз(6):  
 $d_{\max}^2(2f_1^2 f_2^2 - 4 + 4f_1^2 + 4f_2^2 - f_1^4 - f_2^4) + d_{\max}(f_1^2 f_2^2 \rho + 8f_1^2 \rho + 8f_2^2 \rho - 4\rho f_1^4 - 4\rho f_2^4) - (4\rho^2 f_1^4 + 8\rho f_1^2 f_2^2 + 4\rho^2 f_2^4) = 0.$  (7)

Ишқаланувчи юзалар ва абразив зарра ўртасидаги ишқаланиш коэффициентлари ( $f_1$  ва  $f_2$ ) нинг қийматлари бир-бирига яқин ва (7) формула учун қуйидагича қабул қилиш мумкин:

$$2f_1^2 f_2^2 = f_1^4 + f_2^4$$

Шунда, (7) қуйидаги кўриниш олади:

$$d_{\max}^2(f_1^2 + f_2^2 - 1) + 8\rho d_{\max}(f_1^2 + f_2^2) - 4\rho^2(f_1^4 + 2f_1^2 f_2^2 + f_2^4) = 0 \quad (8)$$

ёки

$$4d_{\max}^2(1 - f_1^2 - f_2^2) - 8\rho d_{\max}(f_1^2 + f_2^2) + 4\rho^2(f_1^4 + 2f_1^2 f_2^2 + f_2^4) = 0.$$

(8)ни  $d_{\max}$  га нисбатан ечиб, абразив зарранинг ҳажмий қисми ўлчамини топамиз:

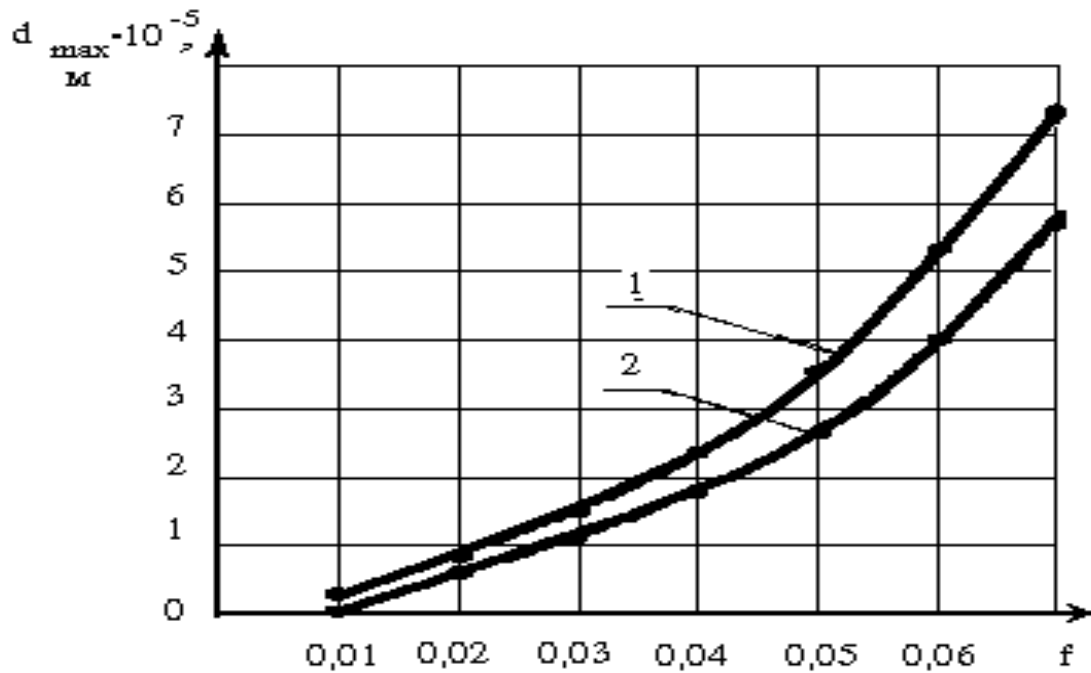
$$d_{\max} = \frac{\rho(f_1^2 + f_2^2)}{1 + \sqrt{f_1^2 + f_2^2}}, \text{ м.} \quad (9)$$

Агар ишқаланувчи юзаларнинг материали бир хил бўлса ва бир хил механик хусусиятларга, ғадир-будирликка эга бўлса, қуйидагича ёзиш мумкин:

$$f = f_1 = f_2,$$

$$d_{\max} = \frac{2\rho f^2}{1 + 1,41f}, \text{ м.} \quad (10)$$

Бу формуладан фойдаланиб графиклар қурилди(2-расм). Кўринадик, ишқаланувчи юзалар ва абразив зарра орасидаги ишқаланиш коэффициенти, шунингдек, илашув модули ортиши билан шестернялар тишлари орасидаги понасимон тирқишга тушиб қоладиган абразив зарранинг ўлчами ҳам катталашади. Бунинг иккита сабаби бор: биринчидан, ишқаланиш коэффициентининг ошиши абразив заррани понасимон тирқишга, юзаларнинг контакт зонаси томонга итарадиган куч ортади; иккинчидан, илашув модулининг катталашуви натижасида тиш профилининг эгрилик радиуси ҳам катталашиб кетади, демак унга сиғадиган абразив зарра ҳам каттароқ бўлади (10-формулага қ).



**2-расм.** Понасимон тирқишга тушадиган абразив зарра ўлчамининг (ишқаланувчи юзаларнинг эгрилик радиуси бир хил) абразив зарра билан ишқаланувчи юзалар орасидаги ишқаланиш коэффициентиға боғлиқ ҳолда ўзгариши:  $k=0,5$ ,  $\alpha=20^\circ:1 - m = 0,025$  м,  $z_w = 12$ ;  $2-m = 0,01$  м,  $z_w = 30$  тенг бўлар экан.

#### АДАБИЁТЛАР:

1. Крагельский И.В. и др. Основы расчетов на трение, износ. - М.: Машиностроение. 1977.- 526 с.
2. Чернавский.С.А, Боков.К.Н, Курсовое проектирование ДЕТАЛЕЙ МАШИН м. «Машиностроение», 1987.-416с.
3. Иргашев А. Оценка износостойкости узлов трения качения, работающих в абразивной среде. –т. ТашГТУ. 1996. -131с.
4. Иргашев А. Методологические основы повышения износостойкости шестерен тихоходных тяжело нагруженных зубчатых передач агрегатов машин. Автореф. докт. Дисс- Т, 2005.-40 с.