

3. Крагельский И.В. и др. Основы расчетов на трение, износ. – М.: Машиностроение. 1977. – 526 с.

4. Иргашев А., Тураев М.У., Негматов С.С. Прогнозирование периода испытания на изнашиваемость материалов зубчатых колес // Композиционные материалы, 2004. – №2. С.20 – 22.

УДК 620.178

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ЗУБЬЕВ ШЕСТЕРЕН, ПРИ КАЧЕНИИ
БЕЗ УЧАСТИЯ В ПРОЦЕССЕ ИЗНАШИВАНИЯ
АБРАЗИВНЫХ ЧАСТИЦ
WEAR RESISTANCE OF TOOTHs OF GEARS, WHEN ROLLING
WITHOUT PARTICIPATION IN THE PROCESS
OF WEARING ABRASIVE PARTICLES

Х.К. Ишмуратов, ст. преп.,
Ташкентский государственный технический университет,
г.Ташкент, Узбекистан
H. Ishmuratov, Senior Lecture,
Tashkent state technical university, Tashkent, Uzbekistan

Аннотация. В работе рассмотрено износостойкость зубьев шестерен, при качении без участия в процессе изнашивания абразивных частиц. Ширина контакта зубьев шестерен и радиуса кривизны профиля зуба с увеличением нагрузки, передаваемой зацеплением, увеличивается, а с увеличением длины зуба и модуля упругости материала шестерен – уменьшается. Для повышения износостойкости зубьев шестерен с пассивным участием абразивных частиц, необходимо снизить нагрузку в зацеплении или выбрать материал с более высокой контактной прочностью.

Abstract. The work considers the wear resistance of gear teeth, when rolling without participating in the process of wear of abrasive particles. The contact width of the gear teeth and the radius of curvature of the tooth profile increases with increasing load transmitted by the gear, and decreases with increasing length of the tooth and the elastic modulus of the gear material. To increase the wear resistance of the gear teeth with the

passive participation of abrasive particles, it is necessary to reduce the load in the mesh or choose a material with a higher contact strength.

Ключевые слова: абразивных частиц, износостойкость, шестерен.

Key words: abrasive particles, wear resistance, gears.

ВВЕДЕНИЕ

В зоне качения зубьев шестерен, процесс их изнашивания происходит в результате деформации поверхностей трения и при этом в зоне контакта зубьев образуются кратер образные лунки. При этом износ зубьев происходит в результате разрушения деформированного выступа шероховатостей объема металла. Тогда скорость изнашивания зубьев шестерен в зоне "чистого" качения равна:

$$\gamma_{д(w,k)} = \frac{3600 \cdot v_{1н(w,k)} \cdot M_{об} \cdot n_{(w,k)} \cdot \eta}{F_{нк} \cdot n_{р(w,k)}}, \frac{\text{м}}{\text{час}} \quad (1)$$

где $v_{1н}$ – объем деформированного металла одним выступом шероховатости, м^3 ; $M_{об}$ – общее количество выступов шероховатости, находящихся на площади контакта зубьев шестерен.

Ширина контакта зубьев шестерен в зоне начальных окружностей получена зависимость [1]:

$$B_{w,k} = \frac{3,04 \cdot \sqrt{P \cdot \rho_{шк}} \cdot (1 - \mu^2)}{\sqrt{L \cdot E}}, \text{ м}$$

где P – окружная сила, передаваемая зубчатой передачей; μ – коэффициент Пуассона

Согласно [2] в зоне контакта начальных окружностей шестерен происходит качения без проскальзывание зубьев тогда, радиус кривизны профиля зуба ведущей шестерни:

$$\rho_w = 0,5 \cdot m \cdot z_w \cdot \sin \alpha, \text{ м.}$$

Радиус кривизны профиля зуба ведомой шестерни:

$$\rho_k = 0,5 \cdot m \cdot z_w \cdot i \cdot \sin \alpha, \text{ м.}$$

Таким образом, ширина контакта зубьев шестерен и радиуса кривизны профиля зуба с увеличением нагрузки, передаваемой зацеплением, увеличивается, а с увеличением длины зуба и модуля упругости материала шестерен - уменьшается (рисунок 1). Зависимость на рис. 1 получена при исходных данных: $\alpha = 20^\circ$; $\mu = 0,3$; $L = 0,058\text{м}$; $E = 215000 \text{ МПа}$; $m = 0,01 \text{ м}$; $z_w = 30$.

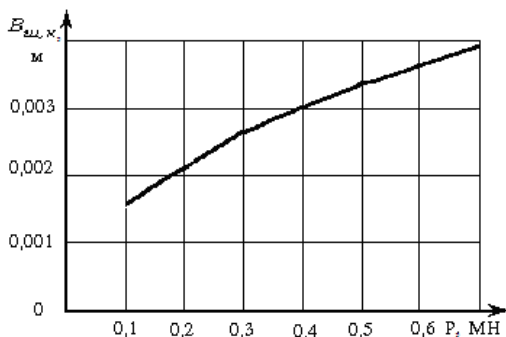


Рисунок 1 – Зависимость ширины контакта зубьев шестерен зоны "чистого" качения от нагрузки, передаваемой зубчатым зацеплением

Площадь контакта поверхностей трения зоны "чистого" качения:

$$F_{nk} = L \cdot B_{w,k} = 3,04 \cdot \sqrt{\sigma_{изг} \cdot k \cdot m \cdot L^3 \cdot (1 - \mu^2)} / \sqrt{E}, \text{ м}^2.$$

Количество выступов шероховатости, находящихся на ширине контакта зубьев шестерен:

$$N_{w,k} = \frac{B_{w,k}}{2 \cdot a_{w,k}} = \frac{2,4 \cdot \sqrt{\rho_{пр} \cdot L \cdot c \cdot \sigma_T}}{\sqrt{E_{пр} \cdot p}}.$$

Общее количество выступов шероховатостей, находящихся на площади контакта зубьев шестерен:

$$M_{об(w,k)} = \frac{L \cdot c^2 \cdot \sigma_T^2 \cdot E_{пр}}{14,27 \cdot \sigma_h^3 \cdot \rho_{пр}}$$

Подставляя значения приведенных параметров в (1), окончательно получим [2]:

$$Y_{д(w,k)} = \frac{1886805 \cdot \sigma_H^4 \cdot \rho_{пр}^2 \cdot \theta_{w,k} \cdot n_{w,k}}{E_{пр}^2 \cdot i \cdot L \cdot c \cdot \sigma_{T,w} \cdot n_{p(w,k)}}, \text{ м/час.}$$

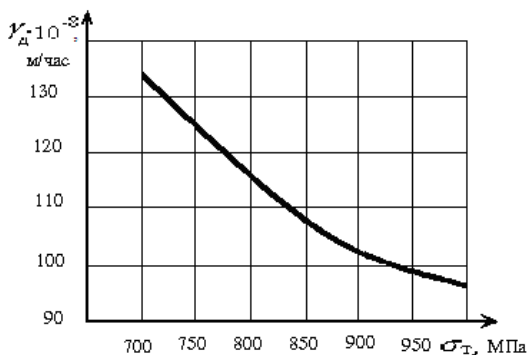
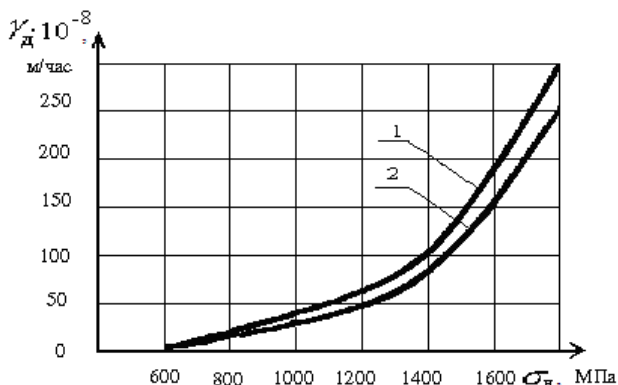


Рисунок 2 – Зависимость скорости изнашивания зубьев шестерен при "чистом" качении и пассивном участии абразивных частиц от предела текучести материала шестерен

Результаты теоретических исследований показывают, что скорость изнашивания зубьев шестерен в зоне «чистого» качения с повышением модуля упругости материала шестерен, длины зуба и предела текучести уменьшается (рисунок 2), с ростом радиуса кривизны профиля зуба шестерен и контактного напряжения растет (рисунок 3).

Зависимости изменения скорости изнашивания зубьев шестерен при пассивном участии абразивных частиц от предела текучести материала и контактного напряжения, представленные на рисунках 2 и 3, получены из выражения при: $\theta = 4,23 \cdot 10^{-6}$ 1/МПа; $n_w = 1$ об/с; $E_{пр} = 215000$ МПа; $p = 0,5$ МН; $i = 2$; $L = 0,058$ м; $c = 3$; $\sigma_{T,w} = 1000$ МПа; $\sigma_{T,k} = 800$ МПа; $\psi_w = 10$ %; $\psi_k = 8$ %; $m = 0,01$ м; $z_w = 30$; $\alpha = 20^\circ$; $k = 0$.



1 – ведущая шестерня; 2 – ведомая шестерня

Рисунок 3 – Зависимость скорости изнашивания зубьев шестерен при "чистом" качении и пассивном участии абразивных частиц от контактного напряжения между зубьями шестерен:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, из рисунка 2 видно, что для повышения износостойкости зубьев шестерен с пассивным участием абразивных частиц, необходимо снизить нагрузку в зацеплении или выбрать материал с более высокой контактной прочностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иргашев А., Негматов С.С., Эгамбердиева Н.А. Методика оценки износостойкости материалов зубчатых передач // Композиционные материалы, 2004. – № 4. С. 23–25.

2. Икрамов У.А., Иргашев А. Очик тишли узатмаларнинг ейилишини хисоблаш. Пахтачилик машиналари назарияси ва уни ишлаб чиқаришни такомиллаштириш муаммолари: Сб. науч. тр. ТашГТУ – Ташкент, 1993. С. 11–13.

Представлено 17.05.2019