

ОБЗОР МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ЗВЕНЬЕВ ПЕРЕДАЧ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ

Е.А. Ефременков, к.т.н., доцент ОмШ

Ф.Д. Завьялов, студент гр. 4АМ0К,

Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,

E-mail: fdz1@tpu.ru

В настоящее время известно довольно много различных видов цевочных передач и передач с промежуточными телами качения (ПТК). Мировыми лидерами в производстве цевочных передач являются компании SUMITOMO (США), CYCLO Getriebebau (Австрия), Nabtesco Corporation (Япония). Передачи с ПТК производят в основном в России и Белоруссии. Передачи с ПТК обладают рядом высоких технических характеристик, таких как: большое передаточное число одной ступени (до 60), малая инерционность звеньев, большая нагрузочная способность, невосприимчивость к кратковременным перегрузкам, высокий КПД (до 0,97), соосное вращение входного и выходного валов и т.д.

С целью расширения области использования передач с ПТК необходимо более детально проводить расчеты ее звеньев на прочность. Силовые звенья в передаче с ПТК подвергаются деформациям в основном от контактных нагрузок [1], поэтому изучение методик определения деформаций в зацеплении передач с ПТК позволит более точно определять напряжения, действующие на силовые звенья передачи.

Рассмотрим передачу с ПТК, широко выпускаемую предприятиями г. Томска (рис 1). Согласно источнику [2] эта передача работает следующим образом: при сообщении движения кулачку 4, промежуточные тела 2, перекачиваясь по профилям зубьев неподвижного центрального колеса 1, передают движения сепаратору 3, связанному с выходным валом.

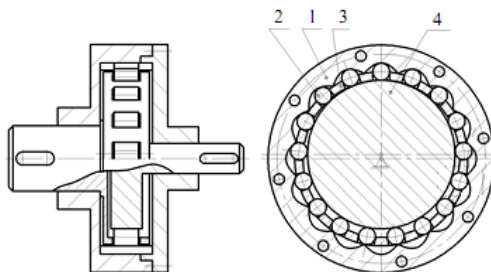


Рис. 1. Передача с ПТК: 1 – профильный венец, 2 – тела качения, 3 – сепаратор, 4 – кулачок.

При определении контактных напряжений в этой передаче, сложный контакт тела качения разбивается на отдельные и рассматривается самостоятельно: тело качения с кулачком; тело качения с профилем циклоидального колеса; тело качения с сепаратором (рис. 2).

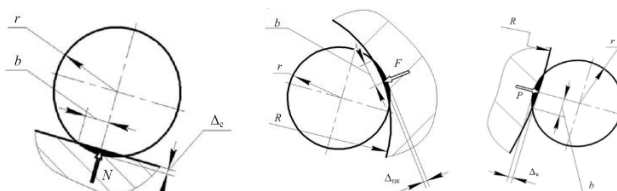


Рис. 2. Схема касания промежуточного тела с: а) сепаратором; б) циклоидальным колесом; в) кулачком.

Для каждого случая контакта определяется полуширина площадки контакта, а потом можно определить деформацию в месте контакта [2].

Рассмотрим зацепление передачи с ПТК и свободной обоймой (рис. 3). Но здесь площадки контакта и деформации подобны для контактов тела качения – кулачок и тела

качения – венец, т.к. для обоих зацеплений контакт происходит между цилиндром и циклоидальным профилем.

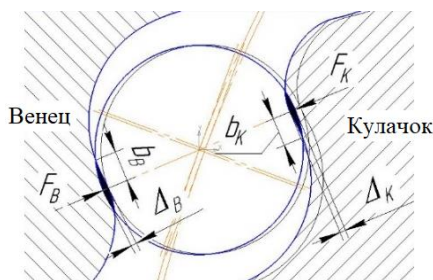


Рис. 3. Деформация циклоидальных профилей при повороте входного звена

Поэтому полуширина площадки контакта определяется одним выражением ($E_1=E_2=E$ и $\mu_1=\mu_2=0,3$):

$$b = 1,522 \sqrt{\frac{F}{lE} \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 \pm R_2}}, \quad (1)$$

где F – сила [3], l – длина тела качения, R_1 – радиус кривизны профиля, R_2 – радиус тела качения [4], E – модуль Юнга.

Деформации определяются следующим образом [5]:

для выпукло-вогнутого контакта

$$\Delta_{\text{вог}} = 1,82 \frac{F}{lE} (1 - \ln b); \quad (2)$$

для выпукло-выпуклого контакта

$$\Delta_{\text{вып}} = 0,5796 \frac{F}{lE} \left(\ln \frac{4 \cdot R_1 \cdot R_2}{b^2} + 0,814 \right). \quad (3)$$

Таким образом, в настоящее время деформации определяются через полуширину площадки контакта тела качения с циклоидальным профилем.

Список литературы

1. Efremenkov E.A., Efremenkova S.K., Dyussebayev I.M. Determination of Geometric Parameter of Cycloidal Transmission from Contact Strength Condition for Design of Heavy Loading Mechanisms // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 795 (2020) 012024 – 6 p.
2. Беляев Д.В. Определения усилий в передачах зацепления промежуточных тел // Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств: Труды XVI Междунар. научно-практической конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии». – Томск, 2010. – Т. 1. – С. 301–302.
3. Ефременков Е.А. Определение усилий в передаче с промежуточными телами качения и свободной обоймой // Сборник трудов VI межотраслевой научно-технической конференции «Автоматизация и прогрессивные технологии в атомной отрасли». НГТИ, Том I, Новоуральск 2009. – С. 123 - 126
4. Ефременков Е.А., Ан. И-Кан Определение радиусов кривизны циклоидальных профилей с использованием метода Эйлера-Савари // Вестник машиностроения. - 2010. - № 10. - С. 47-50.
5. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. – К.: Издательство Дельта, 2008. – 816 с.