УДК 621. 01

НОВАЯ КОМБИНИРОВАННАЯ ЗУБЧАТО-ЦЕВОЧНАЯ ПЕРЕДАЧА

Джураев А.Дж., Пулатова С.
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: *В статье приведены: схема предлагаемой зубчато-цевочной передачи, аксонометрическое изображение одной пары колес, расчетная схема для вывода уравнения профиля зуба.*

Ключевые слова: *геометрия зацепления, параметрическое уравнение, сила, мощность, коэффициент перекрытия, угловая скорость, линия зацепления.*

NEW COMBINED TOOTH-AND-PINION TRANSMISSION

Djuraev A. Dj., Pulatova S.
Tashkent Institute of textile and light industry, Tashkent, Uzbekistan, djuraev.40@mail.ru

Annotation: *The article presents: the scheme of the proposed gear-pinion transmission, an axonometric image of one pair of wheels, a calculation scheme for deriving the equation of the tooth profile.*

Keywords: *gearing geometry, parametric equation, force, power, overlap coefficient, angular velocity, gearing line.*

Для передачи больших мощностей в приводах технологических машин нами разработана новая зубчато-цевочная передача. На чертеже приведена схема предлагаемой зубчато-цевочной передачи, на рис.1-общая кинематическая схема передачи; на рис. 2-аксонометрическое изображение одной пары колес; на рис. 3-расчетная схема для вывода уравнения профиля зуба (формы зуба). ***Annotation:***

Комбинированная зубчато-цевочная передача содержит совмещенные цевочные и зубчатые колеса- ведущий 1 и ведомый 2, причем каждый из них состоит из совмещенных зубьев 3, 4 и цевок 5, 6. Цевка 5 ведущего колеса 1 входят в зацепление с зубьями 4 ведомого .колеса 2, а цевки 6 ведомого колеса 2 входят в зацепление с зубьями 3 ведущего колеса 1.

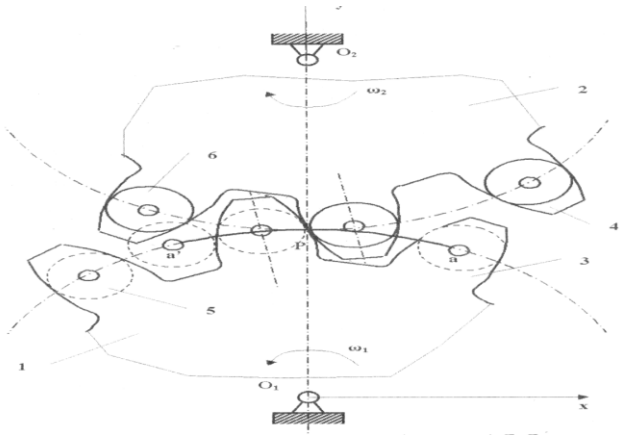

Рис. 1. Комбинированная зубчато-цевочная передача

В процессе работы механизма вращательное движение передается от ведущего колеса 1 к ведомому колесу 2. зацепление колес 1 и 2 происходит следующим образом: при вращении колеса 1 его зубья 3 входят в зацепление с цевками 6 колеса 2, а цевки 5 колеса 1- с зубьями 4 колеса 2. при таком зацеплении зубьев 3 и 4 с цевками 5 и 6, увеличивается количество пар зацепления одновременно передающих движение, а значит повышается коэффициент перекрытия передачи, а также фактически возникает только трение качения.

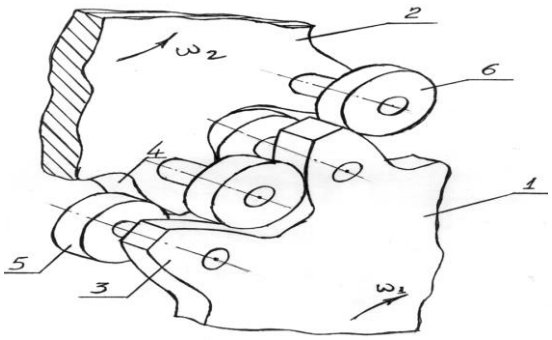

Рис. 2. Аксонометрическое схема

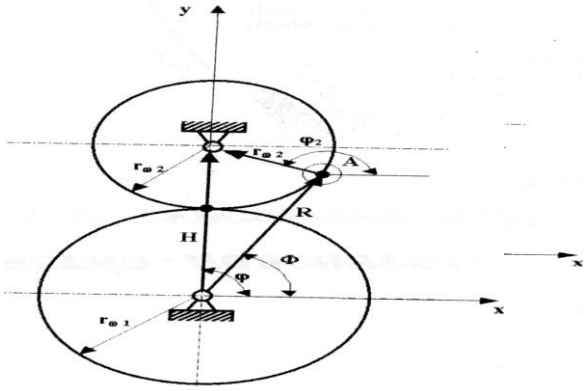

Рис. 3. Расчетная схема

Момент (сила, мощность) передаваемый от ведомого колеса 1 (составного) к ведомому 2 (составному) распределяется между парами зубьев 3, 4 и цевок 5, 6 одновременно участвующих в зацеплении. Это приводит к уменьшению нагрузок на зубья 3, 4 и цевок 5, 6 участвующих в зацеплении, тем самым увеличению надежности и долговечности работы передачи. Рассмотрим геометрию зацепления. Следует отметить, что е- коэффициент перекрытия - это количество пар зубьев - цевок одновременно участвующих в зацеплении.

Практическая линия зацепления и в результате коэффициент перекрытия передачи увеличивается в два раза за счет одновременного участия в зацеплении сдвоенной пары колес 1 и 2, участвующих, а передаче:

$$\varepsilon = \frac{\breve{P}_a + \breve{P}_{a1}}{t} \qquad (1)$$

Где, P_a- дуга зацепления первой пары ; зуб- цевка; P_{a1} -дуга зацепления второй парыг цевка -зуб; t- шаг зацепления (в то время, как для обыкновенной зубчато-цевочной передачи, где линия зацепления P_a. Коэффициент перекрытия: $\varepsilon = \frac{P_a}{t}$, т.е. в два раза меньше). При этом зацепление зубьев 3, 4 и цевок 5,6 начинается в точке а и кончается в точке a^1

Для обеспечения этой передачи, используя теорему Виллиса (3) и метод замкнутых цепей, получили параметрическое уравнение теоретического профиля (формы) зубьев 3, 4 комбинированной зубчато-цевочной передачи (см. рис. 3).

Рассмотрим зацепление зубчатого колеса z_1 (1) и цевочного колеса z_2 (2) в обращенном движении. Для этого, сообщим всей системе дополнительное вращение с угловой скоростью $\omega_{доп} = -\omega_1$, где ω_1- угловая скорость колеса z_1 (1).

В результате обращения колесо z_1 (1) станет неподвижным, а стойка Н начнет вращаться с угловой скоростью $\omega_H = -\omega_1$.

Будем рассматривать случай постоянного передаточного отношения $U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = const$, когда точки на начальных окружностях $r_{\omega 1}$ и $r_{\omega 2}$ будут за равные промежутки времени проходить дуги равной длины.

Для центра цевки А составим векторное уравнение замкнутости треугольника O_1AO_2.

Проекции на координаты оси будут иметь вид:

$$\begin{aligned} R\cos\phi &= H\cos\varphi - r_{\omega 1}\cos\varphi_2 \\ R\sin\phi &= H\sin\varphi - r_{\omega 2}\sin\varphi_2 \end{aligned} \qquad (2)$$

где, R- радиус- вектор центра цевки А; ϕ - направляющий угол отрезки Н;

$r_{\omega 1}$ и $r_{\omega 2}$ - радиусы окружностей цевочного колеса 1,2;

φ_2 - направляющий угол $r_{\omega 2}$.

Введем обозначения:

$Y = R\sin\phi$, $X = R\cos\phi$ и поместим в уравнение (2):

$$X = (r_{\omega 1} + r_{\omega 2})\cos\varphi - r_{\omega 1}\cos\varphi_2$$
$$Y = (r_{\omega 1} + r_{\omega 2})\sin\varphi - r_{\omega 1}\sin\varphi_2 \qquad (3)$$

Значение угла φ_2 определяем из формулы Виллиса, написано для угла поворота звеньев:

$$U^{(H)}_{12} = \frac{0-\varphi}{\varphi_2 - \varphi} \qquad (4)$$

Где

$$U^{(H)}_{12} = -\frac{r_{\omega 2}}{r_{\omega 1}} \qquad (5)$$

Поставив (5) в (4) получим

$$-\frac{r_{\omega 2}}{r_{\omega 1}} = -\frac{\varphi}{\varphi_2 - \varphi}; \qquad \varphi_2 = \frac{r_{\omega 1} + r_{\omega_2}}{r_{\omega 2}} \qquad (6)$$

Поставив значение φ_2 в уравнение (3) получим уравнение теоретического профиля зуба колеса 1, 2:

$$X = (r_{\omega 1} + r_{\omega 2})\cos\varphi - r_{\omega 1}\cos(\frac{r_{\omega 1} + r_{\omega 2}}{r_{\omega 2}}\varphi)$$
$$Y = (r_{\omega 1} + r_{\omega 2})\sin\varphi - r_{\omega 1}\sin(\frac{r_{\omega 1} + r_{\omega 2}}{r_{\omega 2}}\varphi) \qquad (7)$$

Это уравнение эпициклоиды. Следовательно, мы имеем частный случай циклоидного зацепления.

Практический профиль зуба получится как эквидистанта теоретического профиля. Его точки будут смещены от точек теоретического профиля на длину радиуса цевки по направлению нормали.

Доказательство постоянного передаточного отношения U_{12}: из основного закона зацепления имеем следующее.

Для сохранения постоянного передаточного отношения $U_{12}=const$ полюс зацепления P должен занимать не менее центров O_1O_2 постоянное предложение ($O_1P=const$ и $O_2P=const$) и делить межцентровое расстояние на части обратно пропорциональное угловым скоростям колес 1 и 2.

Из рис. 3 имеем, что $O_1P = r_{\omega 1} = const$ и $O_2P = r_{\omega 2} = const$.

Из уравнения (4) следует, что передаточное отношение U_{12} является постоянной величиной:

$$U_{12} = -\frac{r_{\omega 2}}{r_{\omega 1}}$$

Таким образом, предложенная конструкция комбинированной зубчато-цевочной передачи с совмещением цевочные и зубчатые колеса обеспечивает передачу момента (момента, сил) при достаточном постоянстве передаточного отношения, надежности, за счет увеличения пар количество одновременно участвующих в зацеплении зубьев и цевок. При этом каждая пара зубьев и цевок испытывают меньшие нагрузки из- за увеличения их количества в передачи момента