

АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИЙ ЦИКЛОИДАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ПЕРЕДАЧИ С ПТК И СВОБОДНОЙ ОБОЙМОЙ

А.М. Амиров

Научный руководитель: доцент каф. ФВТМ, к.т.н. Е.А. Ефременков
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: aset.amir@mail.ru

THE ANALYSIS OF THE CYCLOIDAL PROFILE DEFORMATIONS IN TRANSMISSION WITH IR AND FREE IRON RING

I.A.M. Amirov

Scientific Supervisor: assistant professor of HTPHMED, PhD in Technical Science E.A. Efremenkov
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: aset.amir@mail.ru

***Abstract.** The gearing of transmission with intermediate rollers and free iron ring is considered. Basic types of engagement contact are determined for contacts of rolling bodies with both cycloidal profiles of wheels. In the end the diagrams of deformations change are obtained along cycloidal profile.*

В последнее время все больше возрастает интерес к передачам с промежуточными телами качения (ПТК). Это происходит благодаря высоким техническим характеристикам этих передач, реализуемых в комплексе [1]. Этот комплекс технических характеристик позволяют проектировать на базе таких передач современные компактные и ресурсоэффективные механизмы.

Наиболее перспективной является передача с ПТК и свободной обоймой, так как несущие детали этой передачи испытывают только напряжения сжатия, в отличие от других модификаций передач с ПТК. У передачи с ПТК и свободной обоймой повышен КПД за счет уменьшения трения в зацеплении [1]. Поэтому она имеет улучшенные технические характеристики [2]. Такая передача описывалась в работах [1, 2, 3], но остаются не освещенными некоторые моменты. Вообще передачи с ПТК вообще, и передача со свободной обоймой в частности еще не достаточно изучены. Особый интерес представляет исследование деформационных резервов несущих деталей передач с ПТК, так как это позволит оптимально подбирать сечение несущих деталей и еще больше обеспечивать конкурентоспособность и ресурсоэффективность современных механизмов. Таким образом, анализ деформаций циклоидального профиля колеса передачи с ПТК и свободной обоймой является актуальным.

Целью работы является анализ деформаций циклоидального профиля в передачи с ПТК и свободной обоймой и определения закономерности распределения деформаций по циклоидальному профилю колес.

Рассматривая зацепление передачи с ПТК и свободной обоймой можно выделить два вида контакта: выпукло-вогнутый, цилиндр-цилиндрическая впадина (рис. 1а); выпукло-выпуклый, цилиндр и выступ профиля (рис. 1б). В обоих случаях оси контактирующих поверхностей параллельны. Анализ нагружения циклоидальных профилей рассматривался в работах [4, 5], однако закономерности распределения деформаций по циклоидальному профилю представлено не было. Выполним анализ деформаций циклоидальных профилей колес, участвующих в зацеплении передачи с ПТК и свободной обоймой. Для

этого зафиксировав вращение кулачка, приложим к генератору момент. В этом случае под воздействием момента генератор передает кулачку поступательное движение. Центр кулачка повернется на угол φ , а профиль кулачка линейно переместится за эксцентриситетом генератора. При этом тела качения окажутся зажаты между профилями венца и кулачка, в результате чего произойдет деформация тел качения и циклоидальных профилей колес.



Рис 1. Основные виды контакта.

Из рисунка 2 видно, что два вида контакта характерны для обоих контактов зацепления: профиля венца и тела качения; профиля кулачка и тела качения. При этом на определенных участках они одинаковы, т.е. если профиль кулачка с телом качения контактирует по впадинам, то и профиль венца так же контактирует с телом качения во впадине. Таким образом, картина деформаций профиля кулачка и венца будет сходной.

При повороте генератора на некоторый незначительный угол, как описывалось выше, картина деформаций профилей может быть сгенерирована, как показано на рисунке 2.

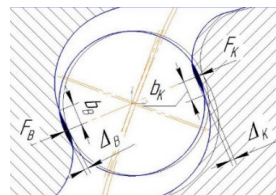


Рис. 2. Деформация циклоидальных профилей при повороте генератора

Так рассматривая контакт тела качения с впадиной циклоидального профиля (рис. 1а), а затем с выступом (рис. 1а). Имеем переход с выпукло-вогнутого контакта на выпукло-выпуклый с параллельными осями контактирующих поверхностей. Для таких контактов контакта в соответствии с литературой [7] имеем следующую зависимость полуширины площадки контакта от силы при условии одинакового материала взаимодействующих тел/поверхностей $E_1=E_2=E$ 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, l – длина тела качения, R_1 – радиус кривизны профиля, R_2 – радиус тела качения, E – модуль Юнга.

Зависимость (1) справедлива для циклоидальных профилей обоих колес, кулачка и венца. Здесь знак ”+“ для выпукло-вогнутого контакта, а знак ”-“ для выпукло-выпуклого. Радиусы кривизны профиля R_1 определяем по методике, описанной в работе [3], а силы F для предварительного расчета можно определить по методике [4].

Для рассмотренных выше видов контакта в зацеплении передачи с ПТК и свободной обоймой деформацию в местах контакта циклоидального профиля с телами качения определим по следующим зависимостям [6]:

для выпукло-вогнутого контакта

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

для выпукло-выпуклого контакта

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

Выражения (2)-(3) справедливы для циклоидальных профилей, как кулачка, так и венца.

Для примера, рассмотрим передачу с ПТК и свободной обоймой, имеющую следующие исходные параметры: $r_2 = 31\text{мм}$, $Z_2 = 31$, $\chi = 1.35$, $r_p = 3\text{мм}$. Тогда зададим угол поворота генератора $\varphi = 30'$ и получим распределения деформаций по циклоидальному профилю (рис. 3).

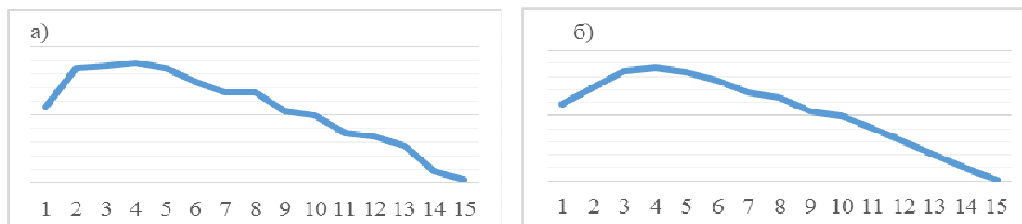


Рис. 3. Изменение деформации по циклоидальному профилю: а) кулачка, б) венца

Таким образом рассмотрено зацепление передачи с ПТК и свободной обоймой, определены основные виды контакта в зацеплении и получены зависимости изменения деформации вдоль циклоидального профиля колес данной передачи. Максимальная деформация соответствует примерно середине подъема профиля (положение четвертого тела качения), как для кулачка, так и для венца.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Е. А. Efremkov, А.К. Martynov Calculation of speeds of a slippage in a linkage of transmission with intermediate bodies of a rolling // Korus 2001: The 5th Korea-Russia International Symposium on Science and Technology, June 26 - July 3, 2001, Tomskproceedings / Tomsk Polytechnic University (TPU); KORUS. — Tomsk: Tomsk Polytechnic University, 2001. — Vol. 1. — P. 268-271
2. Efremkov E.A. Calculation of Temperature of Heating of Speed Reducers On The Basis of Transmissions with IRB// IFOST 2006: The 1st International Forum on Strategic Technology (Ulsan, October 18-20, 2006) / University of Ulsan, Republic of Korea. — Ulsan: 2006. — P. 342-343.
3. Ефременков Е.А., Ан. И-Кан Определение радиусов кривизны циклоидальных профилей с использованием метода Эйлера-Савари // Вестник машиностроения. - 2010. - № 10. - С. 47-50.
4. Кудрявцев В.Н. Планетарные передачи. – Л.: Машиностроение, 1966. – 307 с.
5. 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.
6. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. – К.: Издательство Дельта, 2008. – 816 с.

Пример оформления рисунка, таблицы и списка литературы в докладе на английском языке: