

АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЙ В ЗАЦЕПЛЕНИИ ЦИКЛОИДАЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ.

Е. С. Чавров, Е. А. Ефременков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Томск, Россия

Передачи с промежуточными телами качения (ПТК) известны достаточно давно. Передачи с ПТК построены на основе циклоидального зацепления. Первое упоминание о передаче с ПТК датировано 1920 годом [1]. Его разработчиком является Антон Янссен, который запатентовал данное изобретение в 1922 году. Несмотря на столетнюю известность циклоидального зацепления, механизмы на его основе до сих пор используются не так широко, как механизмы с эвольвентным зацеплением. Отмечается [2], что циклоидальное зацепление в некоторых областях применения имеет значительные преимущества перед эвольвентным. Достоинствами передач с ПТК являются [3]: малогабаритность, высокий КПД, обширное поле передаточных чисел, высокая износоустойчивость, передача высоких крутящих моментов.

Для более широкого применения передач на базе циклоидального зацепления необходимо проводить углубленные исследования зацепления и в частности усилий, возникающих в нем при работе передачи. Усилия в циклоидальном зацеплении влияют на нагрузочную способность механизма, износ и прочность деталей передачи, надежность, габариты и множество других факторов.

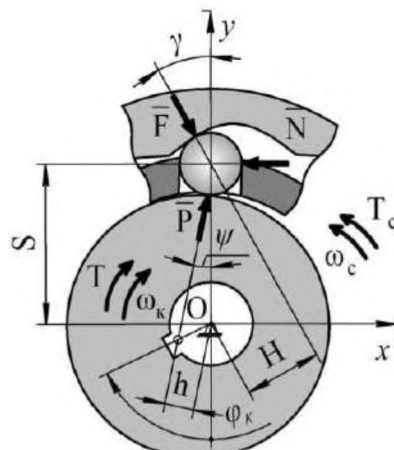


Рисунок 1 – Схема распределения усилий в передаче с промежуточными телами качения

Исследованию определения и изменения усилий в зацеплении передач с ПТК посвящен ряд работ, как российских, так и зарубежных авторов [3-8]. Определить усилия в зацеплении можно разными методами. Так, например, в работе [4] все усилия в передаче с ПТК (рис. 1) определяются из следующих соотношений:

$$P = \frac{T_1}{S \cdot \sin \psi},$$

$$N = \frac{T_1}{S \cdot \tan \psi \cdot \cos \gamma},$$

$$F = \frac{\tan \gamma}{S \cdot \tan \psi} + \frac{T_1}{S},$$

здесь ψ – угол между линией действия P и осью OY (рис.1).

Исследованием передач нового поколения – передач с промежуточными телами качения и свободной обоймой (ПТКСО) занимались в работах [1-3, 5]. В работе [5], максимальное усилие в зацеплении передачи с ПТКСО определяется как:

$$P_{max} = \frac{T_{вых} r_1}{\sum_{i \neq j}^n h_i^2},$$

где h_i – кратчайшее расстояние от центра венца/кулачка до линии действия i - го усилия в зацеплении; $T_{вых}$ – крутящий момент на выходном валу редуктора.

Исследование изменения усилий в зацеплении передачи с ПТКСО [9] показывает, что при изменении одного или двух входных параметров передачи усилия в зацеплении увеличиваются при уменьшении радиальных размеров передачи, что естественно. Но иногда возникает такое сочетание исходных параметров, что происходит обратная картина.

Таким образом, необходимо продолжить исследования изменения усилий в циклоидальном зацеплении передачи с ПТКСО, например, при изменении эксцентриситета передачи, на который влияют сразу два исходных параметра.

Список литературы

1. Ефременков Е.А., Ефременкова С.К., Пашков Е.Н. Проектирование циклоидальных механических передач с промежуточными телами качения и свободной обоймой. – Томск: ТПУ, 2022. – 90 с.
2. Egor A. Efremenko, Nikita V. Martyushev, Vadim Yu Skeebe, Maria V. Grechneva, Andrey V. Olisov and Anatoly D. Ens Research on the Possibility of Lowering the Manufacturing Accuracy of Cycloid Transmission Wheels with Intermediate Rolling Elements and a Free Cage // Applied Sciences 2022, 12, no. 1: 5. – 10 p. <https://doi.org/10.3390/app12010005>
3. Ефременков Е.А., Ефременкова С.К. Проектирование тяжело нагруженной циклоидальной передачи со свободной обоймой из условия контактной прочности // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. Т. 332. № 11. 2021. - С. 182–188
4. Ан И-Кан, Беляев Д. В. Определение силовых характеристик в волновой передаче с промежуточными телами // ВТСНТ. – 2015. – С. 283 – 285.
5. Ефременков Е. А., Е. Е. Кобза, В. Н. Демидов Анализ распределения усилий в зацеплении циклоидальной передачи с учетом погрешностей изготовления звеньев // Известия Томского политехнического университета. - 2012. – Т. 321. – №2. – С. 22 – 26.
6. Ефременков Е.А. Разработка методов и средств повышения эффективности передач с промежуточными телами качения: Дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 2002. – 126 с.
7. Ан И-Кан, Беляев А. Е. Синтез планетарных передач применительно к роторным гидромашинам. – Новоуральск: НПИ МИФИ, 2001. – 92 с.
8. Lustenkov M.E., Moiseenko A.N. Analysis of contact strength of spherical roller transmission with double-row pinion // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2021. – № 1118. – 6 p.
9. А. М. Амиров Анализ силовых характеристик передач с промежуточными телами качения и свободной обоймой: дис. ... магистр. – Томск, 2016. – 111 с.