

УДК 621.833.6

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА
ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ РУЧНОГО
ПОДЪЕМНО-ТЯГОВОГО МЕХАНИЗМА

С. Д. МАКАРЕВИЧ, Д. М. МАКАРЕВИЧ

Учреждение «МОГИЛЕВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЧС
Республики Беларусь»

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Разработка конструкции ручного подъемно-тягового механизма (РПТМ) с роликовой прецессионной передачей производилась в соответствии с договором НИОКР между ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет и Учреждением «Могилевское областное управление МЧС». По результатам работы была разработана конструкция РПТМ и методика определения коэффициента полезного действия (КПД) данного механизма.

Методика определения КПД в РПТМ с роликовым прецессионным зацеплением основана на методике определения потерь мощности в передачах с промежуточными телами качения [1].

Суммарные потери мощности определяются по следующей формуле

$$L = L_z + \sum_{i=1}^n L_{pi}, \quad (1)$$

где L_z – потери мощности в зацеплении; L_{pi} – потери мощности в i -ом подшипнике, несущем ролик; n – количество нагруженных подшипников.

Принимаем $n = 4$, так как два ролика, контактирующие с зубчатым колесом, находятся в противофазе.

Предположим двупарное зацепление – зубья колеса контактируют с роликами в двух точках. Сила, действующая в зацеплении [2]:

$$R_{A2} = C_1 \cdot \frac{(\Phi_{K2} + T) \cdot z_{K2}}{\cos \beta \cdot \cos \alpha \cdot \left(\frac{R_p}{\cos \theta} - b \cdot \operatorname{tg} \theta \right)}, \quad (2)$$

где C_1 – поправочный коэффициент ($C_1 = 0,7$); Φ_{K2} – сила инерции груза; α – угол зацепления; β – угол конусности роликов; R_p – радиус расположения конических роликов; b – расстояние от точки прецессии до зубчатого венца барабана РПТМ; θ – угол наклона оси сателлита к оси входного вала; T – грузоподъемность.

Потери мощности в зацеплении:

$$L_z = 2 \cdot R_{A2} \cdot f \cdot \operatorname{tg}(\alpha) \cdot v_K, \quad (3)$$

где f – коэффициент трения ($f = 0,1$); α – угол зацепления; v_K – скорость точки контакта.

Скорость точки контакта определяется по методике, приведенной в [3]. Предварительно ее можно оценить по формуле

$$v_K = \omega_V \cdot R \cdot \cos \theta, \quad (4)$$

где R – радиус делительной окружности колеса; ω_V – угловая скорость вращения зубчатого колеса относительно собственной оси.

В [4, с. 64] приведена формула, по которой вычисляется мощность трения в подшипнике качения:

$$L_{pi} = P_i \cdot f_{mp} \cdot \pi \cdot d \cdot z, \quad (5)$$

где P_i – эквивалентная нагрузка, действующая на подшипник (по методике [2]); d – диаметр отверстия в подшипнике; f_{mp} – приведенный коэффициент трения; z – число тел качения, несущих нагрузку (z – принимается как 25 % от общего числа тел качения в подшипнике с округлением до целого числа в меньшую сторону).

Эквивалентная нагрузка на подшипник оценивается по значениям действующих реакций. Эти реакции определяются по формулам (4)-(13), приведенным в [5]. С учетом поправочных коэффициентов, данные реакции могут находиться также по формулам (14)-(18) [5].

КПД механизма определится по формуле

$$\eta = \frac{M_2 \cdot \omega_2}{M_2 \cdot \omega_2 + L}, \quad (6)$$

где M_2 – крутящий момент, реализуемый на выходном валу РПТМ; ω_2 – угловая скорость выходного вала.

Подстановки значений в формулу (3) показали КПД, равный 0,89, что в целом, соответствует реальной картине. Сопоставимый КПД получен и средствами компьютерного моделирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Лустенков, М. Е.** Кинематический метод определения КПД передач с промежуточными телами качения / М. Е. Лустенков // Вестн. Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева (Казахстан). – 2013. – № 4 (95). – С. 265–273.
2. Технологические аспекты создания рабочих поверхностей передач новых типов: монография / П. Н. Громько [и др.]. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2012. – 209 с.
3. **Макаревич, С. Д.** Основы кинематического расчета прецессионного редуцирующего механизма лебедки для аварийно-спасательных устройств / С. Д. Макаревич // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2011. – № 1. – С. 51–58.
4. **Кошель, В. М.** Подшипники качения / В. М. Кошель. – Минск : Нав. і тэхн., 1993. – 255 с.
5. **Макаревич, С. Д.** Расчет и проектирование прецессионного редуцирующего механизма с коническими роликами для привода подъемно-тягового аварийно-спасательного устройства : автореф. дис...канд. техн. наук по спец. 05.02.02. – Могилев : 2011. – 26 с. : ил.