

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ЧИСЕЛ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДВУХСТУПЕНЧАТЫХ РЕДУКТОРОВ

Блескун В.Ф., Корнейчук Т.С. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

При окружных скоростях зубчатых колес до 12 м/с в двухступенчатых цилиндрических горизонтальных редукторах, выполненных по развернутой схеме, и в двухступенчатых вертикально-горизонтальных редукторах применяют преимущественно картерное смазывание. Зубчатые колеса рекомендуют погружать в масло на глубину 4...5 модулей. Разбивка общего передаточного числа производится из условия одинакового погружения колес обеих ступеней в масляную ванну по формуле [1]

$$u_1 = u^{0,6}, \quad u_2 = \frac{u}{u_1}$$

где u_1 и u_2 - передаточные числа быстроходной и тихоходной ступеней, соответственно.

Вместе с тем существующие рекомендации по распределению общего передаточного числа между ступенями редуктора не учитывают тип передач (прямозубая, косозубая, шевронная), материал зубчатых передач, а также оптимальное соотношение диаметров колес тихоходной и быстроходной ступеней.

Целью настоящего исследования является разработка методики распределения общего передаточного числа двухступенчатого редуктора с цилиндрическими передачами с учетом типа передач, применяемых материалов для их изготовления, а также требуемого соотношения диаметров колес. Предлагаемая методика основана на условии обеспечения изгибной прочности зубьев [2]. Схема редуктора и принятые условные обозначения приведены на рис. 1

Из условия изгибной прочности зубьев, приняв $Z_{1ш} = Z_{2ш}$, отношение модулей передач редуктора будет иметь вид

$$\frac{m_{n_2}}{m_{n_1}} = 3 \sqrt{\frac{T_2 \psi_{m1} [\sigma]_{F_1}}{T_1 \psi_{m2} [\sigma]_{F_2}}}. \quad (1)$$

Далее, приняв предварительно одинаковыми материалы ($[\sigma]_{F_1} = [\sigma]_{F_2}$) и тип передач ($\psi_{m1} = \psi_{m2}$), а также $T_2 = T_1 u_1$ выражение (1) можно преобразовать к виду

$$\frac{m_{n_2}}{m_{n_1}} = 3 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = u_1^{\frac{1}{3}}. \quad (2)$$

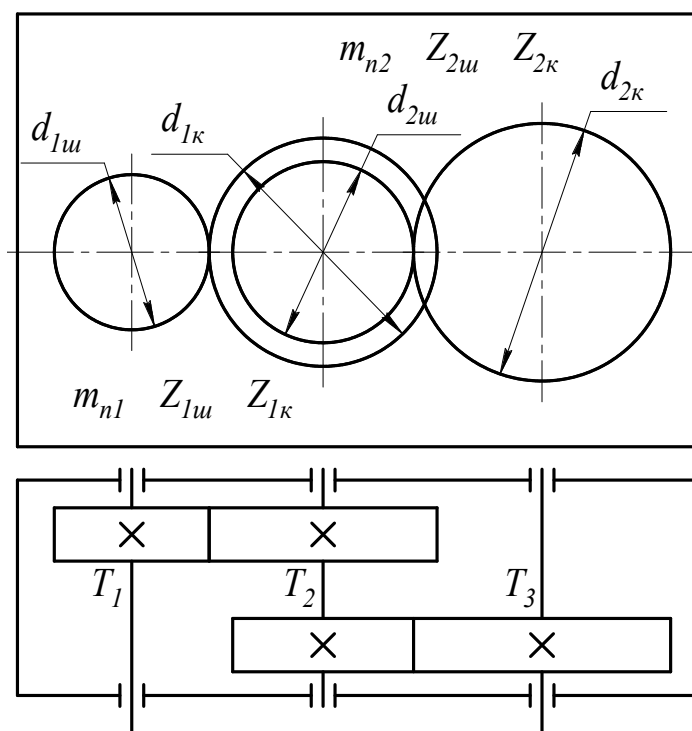


Рисунок 1 - Кинематическая схема и условные обозначения двухступенчатого цилиндрического редуктора

Для обеспечения равноокупания колес в масляную ванну отношение диаметров начальных окружностей колес должно удовлетворять условию

$$k = \frac{d_{2к}}{d_{1к}} = 1,0 \dots 1,5,$$

или

$$k = \frac{d_{2к}}{d_{1к}} = \frac{m_{n2} Z_{2u} u_2}{m_{n1} Z_{1u} u_1} = u_1^{\frac{1}{3}} \frac{u}{u_1^2},$$

откуда

$$u_1 = \sqrt[5]{\left(\frac{u}{k}\right)^3}. \quad (3)$$

Ниже приведен пример компьютерного проектирования двухступенчатого редуктора с цилиндрическими косозубыми передачами по предложенному алгоритму для двух вариантов – $k_1 = 1,0$ и $k_2 = 1,5$.

Исходные данные:

- вращающий момент на входном валу $T_1 = 200 \text{ Нм}$;
- частота вращения входного вала $n_1 = 730 \text{ об/мин}$;
- общее передаточное число редуктора $u = 15$;
- угол наклона зубьев обеих передач $\beta = 10^0$;
- термообработка зубчатых колес – улучшение, $H = 270 \text{ НВ}$.

Результаты расчетов представлены в таблице.

Таблица 1

Результаты расчетов основных параметров двухступенчатых цилиндрических редукторов при разных вариантах разбивки общего передаточного числа

Заданное соотношение диаметров колес	u_1	u_2	n_2 об/мин	n_3 об/мин	T_2 Нм	T_3 Нм	$d_{1к}$ мм	$d_{2к}$ мм	$\frac{d_{2к}}{d_{1к}}$
$k_1 = 1,0$	5,0	4,0	146	49	950	2700	325	368	1.13
$k_2 = 1,5$	3,0	3,7	182	49	760	2700	276	410	1,48

При проектировании двухступенчатого редуктора с разным типом передач в уравнение (1) следует подставлять соответствующее значение коэффициента ψ_m : для прямозубых передач $\psi_m = 8...12$, косозубых - $\psi_m = 12...15$, шевронных - $\psi_m = 20...25$. При проектировании редуктора с разными материалами для колес тихоходной и быстроходной ступеней в уравнение (1) следует подставлять соответствующее значение допускаемых напряжений.

Выводы. Разработанная методика позволяет распределить передаточное число двухступенчатого редуктора с цилиндрическими зубчатыми передачами, обеспечив равнокунание колес в масляную ванну при заданном соотношении диаметров колес тихоходной и быстроходной ступеней, а также с учетом типа передач и механических свойств материалов, применяемых для их изготовления.

Список литературы: 1. Проектування зубчастих і черв'ячних передач. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з деталей машин. В.П. Блескун, В.Г. Нечепасєв, В. П. Оніщенко та ін. - Донецьк, ДонНТУ, 2011 - 60с. **2.** В.Т. Павлице. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. - К. Вища школа 2003-556 с.