

Червячные передачи



Назначение



Передача вращательного движения между скрещивающимися осями вращения. Состоит из червяка и червячного колеса.

Червяк – одно- или многовитковый винт, боковые поверхности витков которого являются винтовыми.

Червячное колесо – косозубое зубчатое колесо, угол наклона зубьев которого равен углу подъема витков червяка.

Достоинства и недостатки

- большое передаточное отношение в одной паре (от 7 до 200 (теор. 500))
- малые габариты
- эффект самоторможения ведомого червячного колеса
- плавность хода
- бесшумность работы

- меньший по сравнению с зубчатыми КПД $\eta = 0,6 \dots 0,9$
- необходимость применения для выполнения колёс дорогих антифрикционных материалов (бронз)
- повышенные требования к точности изготовления и монтажа
- значительные осевые силы, действующие на опоры червяка и усложняющие конструкцию опор

Параметры червячных передач и её элементов

$m = \frac{p}{\pi}$ – осевой модуль (ГОСТ 2144-76)

$q = \frac{d_1}{m}$ - коэффициент диаметра червяка (СТ СЭВ 267-76)

$\alpha = 20^\circ$ – стандартный угол профиля

z_1 – число заходов червяка (1, 2 или 4)

s – ход витка червяка

6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20,0; 25 7,1; 9; 11,2; 14,0; 18,0; 22,4

p – делительный шаг червяка

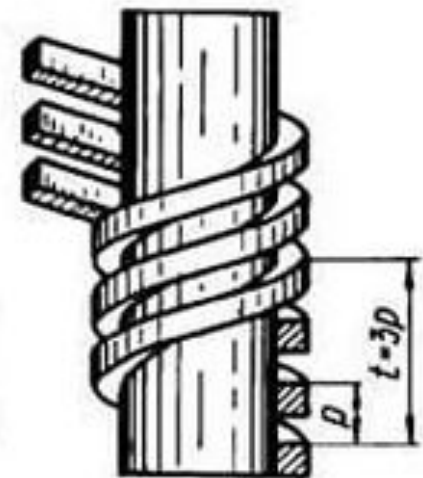
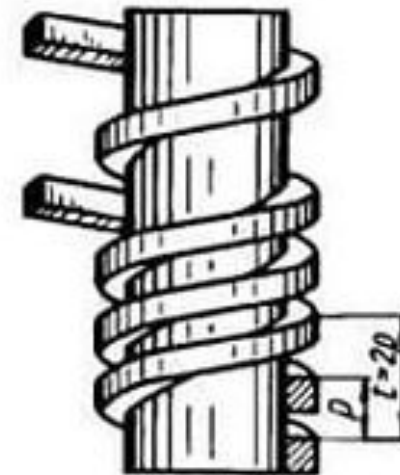
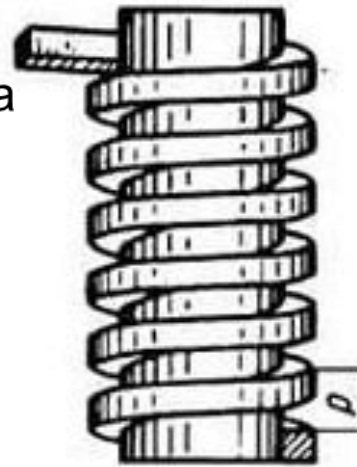
$\gamma = \arctg\left(\frac{z_1}{q}\right)$ – угол подъема линии червяка

$d_{a1,2} = d_{1,2} + 2m$ – диаметр вершин

$d_{f1} = m(q - 2,4)$ – диаметр впадин

$b_1 = 2m\sqrt{z_2} + 1$ – длина нарезаемого червяка

$a = 0,5m(q + z_2)$ – межосевое расстояние



Расчёт на изгиб

Расчет на изгиб – только для червячного колеса!

$$\sigma = \frac{1,5M_2 K_{F\beta} \cos \gamma Y_{F2}}{d_2 d_1 m} \leq [\sigma_F]$$

$K_{F\beta} = K_{H\beta}$ - коэффициент неравномерности распределения нагрузки по линии контакта

Расчёт на контактную прочность

$$a \geq K_a \sqrt[3]{\frac{M_2 K}{[\sigma_H]^2}}$$

$K_a = 610$ – для передач с архимедовым червяком

K – коэффициент нагрузки, $K = 1, v \leq 3 \frac{M}{c}, K = 1,1 \dots 1,3$ при $v > 3 \frac{M}{c}$

$$m \geq \sqrt[3]{\frac{2M_2 K_\beta K_v Y_F}{z_2 q \cos \gamma [\sigma_F]}}$$

$K_\beta = 1 \dots 1,5$ – коэффициент неравномерности нагрузки по ширине колеса

$K_v = 1 \dots 1,3$ – коэффициент динамической нагрузки

$$Y_F \left(z_v = \frac{z_2}{\cos^3 \gamma} \right)$$

Силы и моменты в передаче

$$F_{a1} = F_2$$

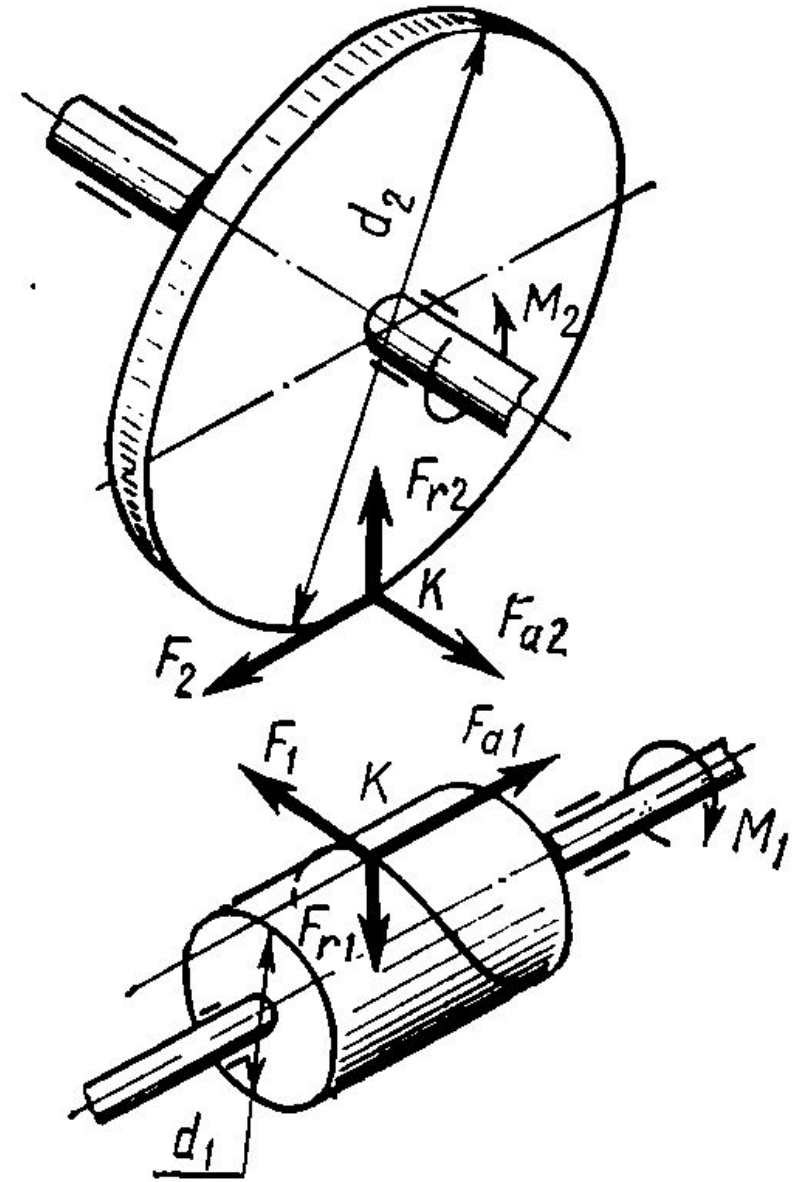
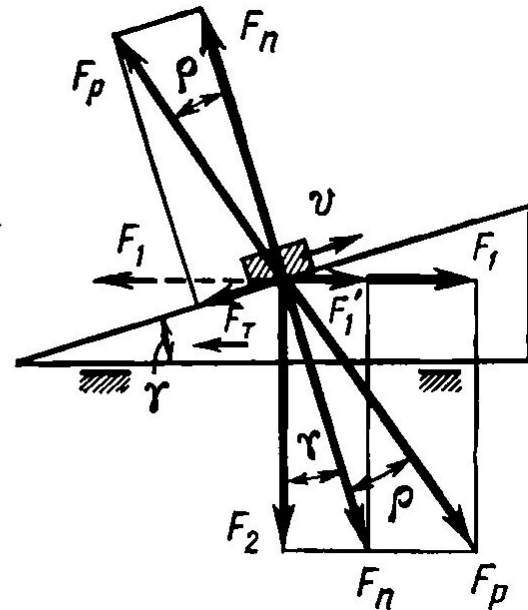
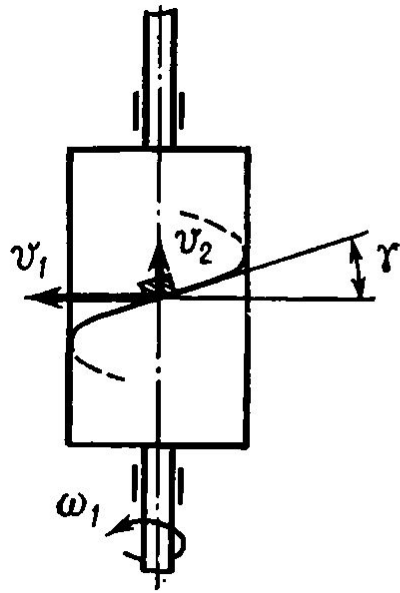
$$F_1 = F_{a2}$$

$$F_{r1} = F_{r2}$$

Силы через моменты:

$$F_{1,2} = \frac{2M_{1,2}}{d_{1,2}}$$

$$M_1 = \frac{M_2 \operatorname{tg}(\gamma + \varphi')}{i_{12} \operatorname{tg} \gamma}$$



КПД

$$\boxed{\eta_{1-2} = \frac{M_2 \omega_2}{M_1 \omega_1} = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} (\gamma + \operatorname{arctg} f')} = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} (\gamma + \varphi')}} \quad \text{– при ведущем червяке}$$

$$\eta_{2-1} = \frac{\operatorname{tg} (\gamma - \varphi')}{\operatorname{tg} \gamma} \quad \text{– при ведущем колесе}$$

φ' – угол трения

При $\gamma \leq \varphi' \rightarrow \eta_{2-1} = 0$ и возникает эффект самоторможения передачи

Свойство самоторможения передачи

Свойство, при котором червяное колесо при отсутствии вращения червяка ведомый вал затормаживается, таким образом его невозможно повернуть.

- самоторможение начинается проявляться при передаточном отношении 35
- самоторможение: статическое и динамическое
- статическое самоторможение может быть нейтрализовано ударными нагрузками
- динамическое самоторможение оценивается временем торможения привода после отключения питания двигателя
- полное самоторможение при угле менее $3,5^\circ$
- свойство самоторможения в случае отсутствия ударных нагрузок может быть использовано в качестве тормозящего устройства

Вопросы

1. Механизмы и кинематические пары. Классификация и основные показатели. Зубчатая элементарная передача. Достоинства и недостатки. Параметры передачи. Типовые схемы. Основная теорема зацепления. Эвольвентный профиль. Основные параметры ЗК
2. Силы и моменты в зубчатой передаче. КПД. Минимальное число зубьев. Методы нарезания зубьев. Корригированные зубчатые передачи. Высотная и угловая коррекция. Расчет параметров ЗК. Точность ЗК и передач. Показатели точности и их выбор. Рекомендации по применению. Типовые конструкции ЗК