

# ЧЕРВЯЧНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

## 1. Общие сведения, устройство передачи, материалы, область применения, достоинства и недостатки

Червячная передача (рис. 5.1) — механизм для передачи вращения между валами посредством винта (червяка 1) и сопряженного с ним червячного колеса 2.

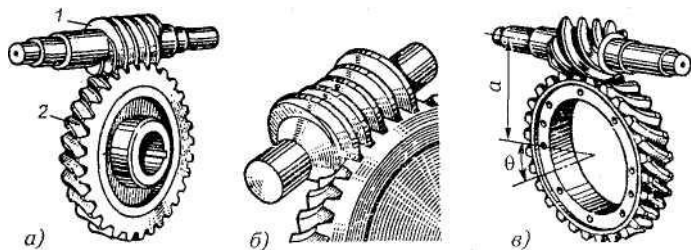


Рис. 5.1. Червячные передачи: 1 — червяк; 2 — червячное колесо

Геометрические оси валов при этом скрещиваются под углом  $90^\circ$ . Ведущим элементом здесь обычно является червяк (как правило, это винт с трапецеидальной резьбой), ведомым — червячное колесо с зубьями особой формы, получаемыми в результате взаимного огибания с витками червяка.

Различают два вида червячных передач: с цилиндрическими червяками, см. рис. 5.1, а, в) с глобоидными червяками, см. рис. 5.1, б).

Червячные передачи применяют при небольших и средних мощностях в разных отраслях машиностроения.

В машиностроении из цилиндрических червяков наиболее распространены *архимедовы* червяки. Архимедов червяк — цилиндрический червяк — винт с трапецеидальной резьбой;

По числу витков червяки делят на однозаходные и многозаходные, по направлению витка — левые или правые.

С увеличением числа заходов (витков) червяка угол подъема винтовой линии возрастает, что повышает КПД передачи. Поэтому однозаходные (одновитковые) червяки не всегда рекомендуется применять.

В большинстве случаев червяки изготавливают за одно целое с валом, реже — отдельно от вала, а затем закрепляют на нем.

Червячное колесо 2 (см. рис. 5.1, а) в отличие от косозубых зубчатых колес имеет вогнутую форму зуба, способствующую облеганию витков червяка.

Червячные колеса изготавливают цельными или сборными.

## 2. Материалы червячной передачи.

Материалы в червячной передаче должны иметь в сочетании низкий коэффициент трения, обладать повышенной износостойкостью и пониженной склонностью к заеданию. Обычно это разнородные материалы.

Червяки изготавливают в основном из сталей марок 40, 45, 50 (реже из сталей 35, Ст5) с закалкой до  $HRC$  45-55; 15X, 20X, 40X, 40XН, 12XНЗ, 18XГТ с цементацией и закалкой до  $HRC$  58—63.

Червячные колеса (или их венцы) изготавливают только из антифрикционных материалов (чугун бронза)

При скоростях скольжения до 2 м/с и больших диаметрах колес для их изготовления можно использовать чугуны марок СЧ15, СЧ20, СЧ25; до 6 м/с — применяют алюминий-железистые бронзы БрА9Ж4 (при этом червяк должен иметь твердость не менее  $HRC\ 45$ ), до 25 м/с и длительной работе без перерыва применяют оловянистую бронзу БрОЮФ, оловянно-никелевую бронзу БрОНФ.

**Передаточное число червячной передачи** и определяют из условия, что за каждый оборот червяка колесо поворачивается на число зубьев, равное числу витков червяка, 
$$u = \frac{z_2}{z_1}$$

где  $z_2$  — число зубьев колеса червячной передачи;  $z_1$  — число витков червяка.

**Определите число зубьев колеса червячной передачи, если число витков червяка  $z_1 = 2$ , передаточное число  $u = 40$ ?**

#### Достоинства червячных передач:

- возможность получения больших передаточных чисел (одной парой — от 8 до 100, а в кинематических передачах — до 1000);
- плавность и бесшумность работы;
- возможность выполнения самотормозящей передачи (ручные грузоподъемные тали);
- компактность и сравнительно небольшая масса конструкции передачи.

#### Недостатки:

- сравнительно невысокий КПД (0,7—0,92), в самотормозящих передачах — до 0,5;
- сильный нагрев передачи при длительной работе;
- необходимость применения для колеса дорогих антифрикционных материалов;
- небольшие по сравнению с зубчатой передачей передаваемые мощности (до 200 кВт, чаще — до 50 кВт).

## § 2. Геометрическое соотношение размеров червячной некорректированной передачи с архимедовым червяком

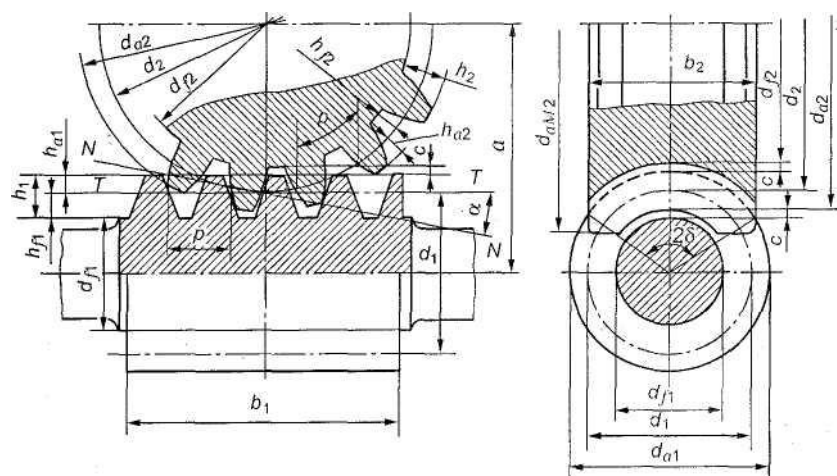


Рис. Геометрические параметры червячной передачи

В червячной передаче в качестве расчетного модуля принимают осевой модуль червяка  $m$ , равный окружному модулю червячного колеса  $m_g$ . Значения модуля  $m$  червячных передач стандартизированы

В цилиндрических червячных передачах с архимедовыми червяками шаг червяка  $p$  и шаг зубьев червячного колеса равны между собой  $p = \pi m$ .

Угол  $\gamma$  образованный винтовой линией по делительному цилиндру червяка с плоскостью, перпендикулярной к его оси, называют углом подъема витка червяка на делительном цилиндре:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{S}{\pi d_1} = \frac{pz_1}{\pi q m} = \frac{z_1}{q}$$

или  $\gamma = \operatorname{arctg} z_1/q$ , где  $z_1$  — число витков червяка;  $S = pz_1$  — ход винтовой линии червяка.

В червячных передачах вводят  $q$  — коэффициент диаметра червяка (отношение делительного диаметра червяка  $d_1$  к его расчетному модулю).

Принимают  $q = d_1/m = 7,1 \div 25$ .

**Как называются параметры  $p, q, \gamma$ ?**

Геометрические параметры червяка и червячного колеса (см. рис. 5.5) некорригированной червячной передачи.

Высота витка  $h_1 = 2,2m$ ; высота зуба червячного колеса  $h_2 = 2,2/m$ ; высота головки винта  $h_{ax} = m$ ; высота головки зуба  $h_{a2} = m$ ; высота ножки витка  $h_{fx} = 1,2m$ ; высота ножки зуба колеса  $h_{f2} = 1,2m$ ; расчетная толщина витка  $p = 0,5\pi m$ ; радиальный зазор  $c = 0,2m$ .

Делительные диаметры:

червяка  $d_x = m q$ ;

червячного колеса  $d_2 = m z_2$

Диаметры вершин:

витков червяка  $d_{a1} = d_x + 2h_{a1}$ ;

зубьев червячного колеса  $d_{a2} = d_2 + 2h_{a2}$ .

Диаметры впадин:

червяка  $d_{f1} = d_x - 2h_{f1}$ ;

червячного колеса  $d_{f2} = d_2 - 2h_{f2}$ .

Межосевое расстояние  $a = (d_x + d_2)/2 = 0,5(q + z_2)m$ .

Условный угол обхвата червяка венцом  $2\delta$  (см. рис. 5.5) определяется точками пересечения дуги окружности диаметром  $d_{ax} - 0,5m$  с контуром венца;  $\sin \delta = b/(d_{a1} - 0,5m)$ .

Конструктивные элементы передачи: длину нарезной части червяка  $b_1$ , ширину венца колеса  $b_2$  и наружный диаметр колеса  $d_{aM2}$  определяют в зависимости от числа витков червяка  $z_1$ , модуля  $m$  и числа зубьев колеса  $z_2$  по соотношениям, приведенным в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Формулы для расчета конструктивных элементов червячной передачи/

Число заходов червяка $z_1$	Длина нарезанной части червяка $u$	Ширина венца колеса $b_2$	Наружный диаметр колеса $d_{aM2}$
1	$b_1 \geq (11 + 0,06z_2)m$	$b_2 \leq 0,75d_{a1}$	$d_{aM2} \leq d_{a2} + 2m$
2			$d_{aM2} \leq d_{a2} + 1,5m$
4	$b_1 \geq (12,5 + 0,09z_2)m$	$b_2 \leq 0,67d_{a1}$	$d_{aM2} = d_{a2} + m$