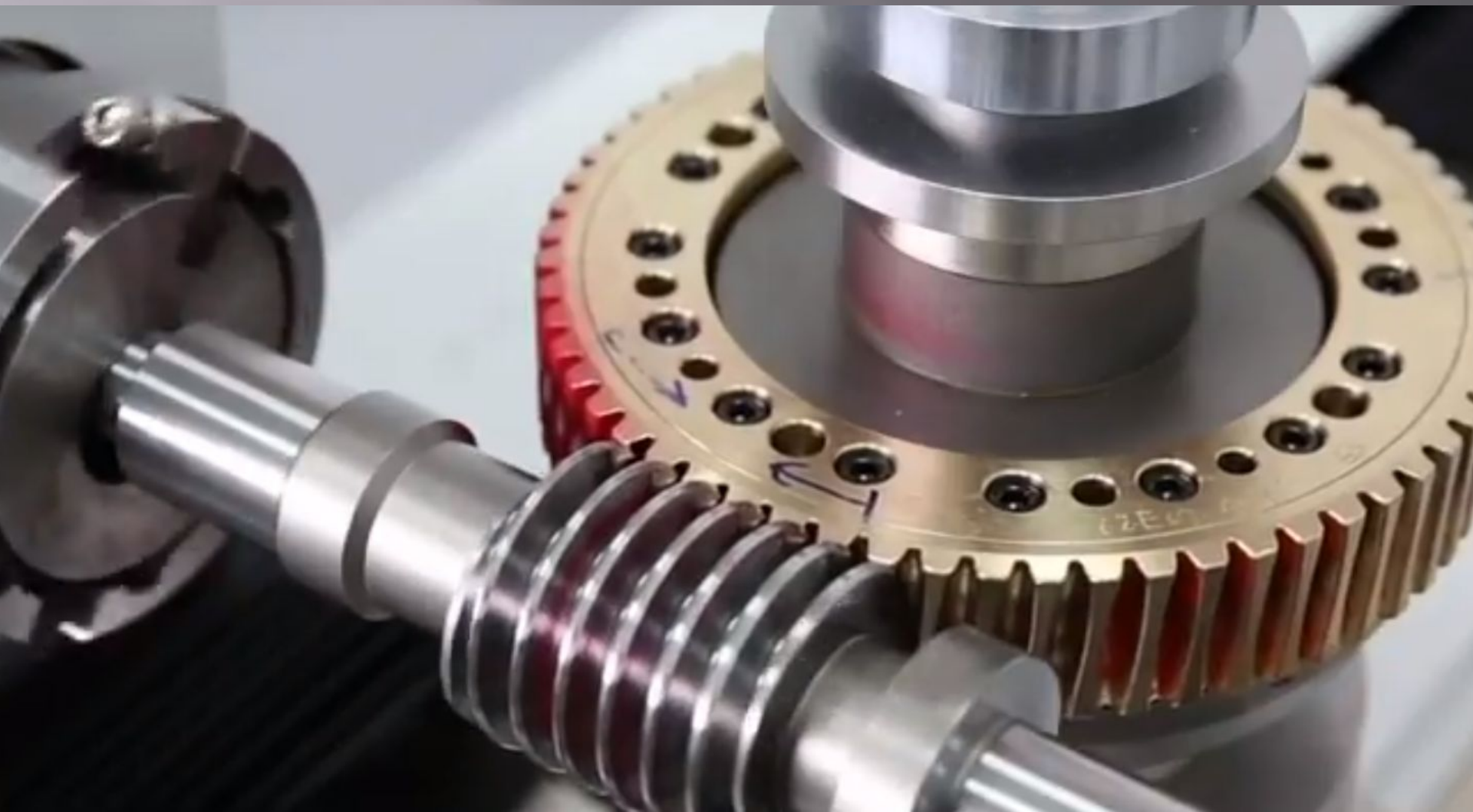
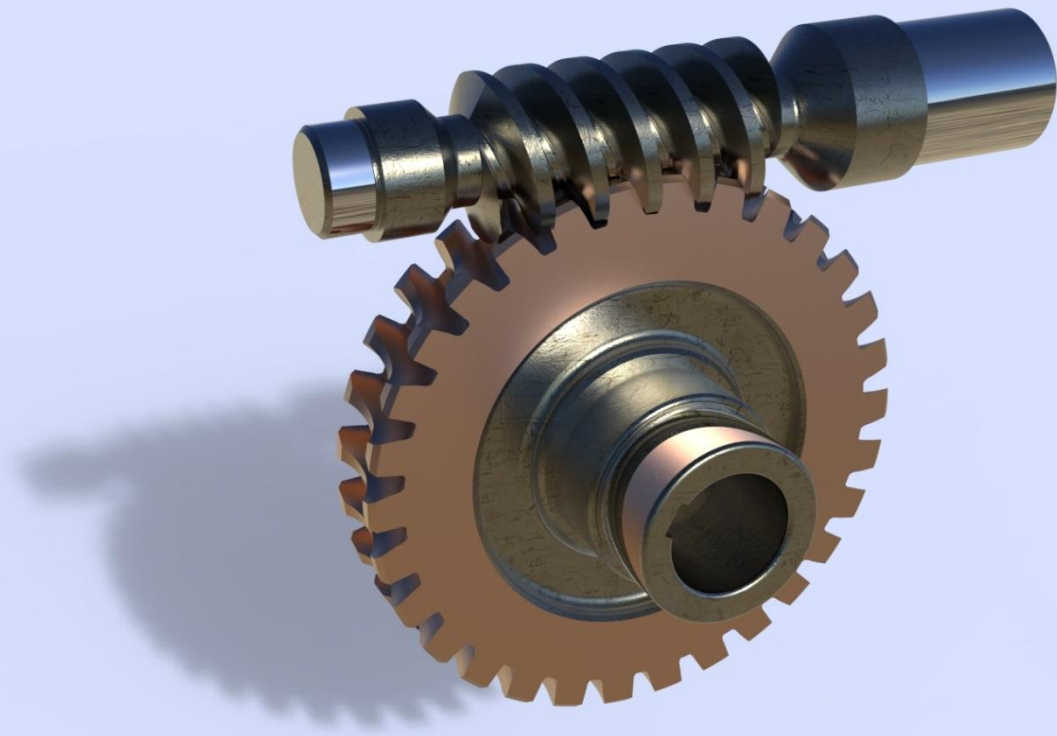


ЧЕРВЯЧНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

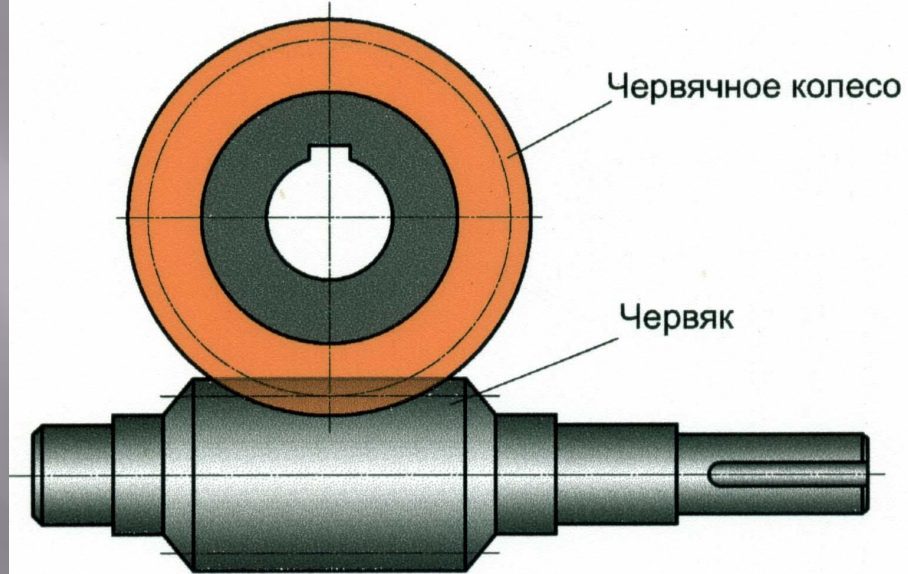




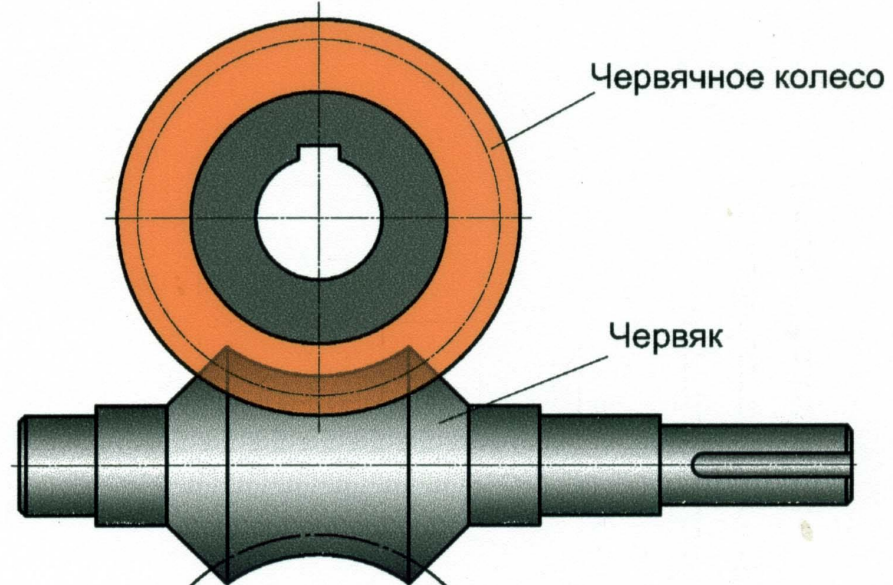
Червячная передача – это зубчато-винтовая передача, движение в которой осуществляется по принципу винтовой пары.

ЧЕРВЯЧНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

С цилиндрическим червяком

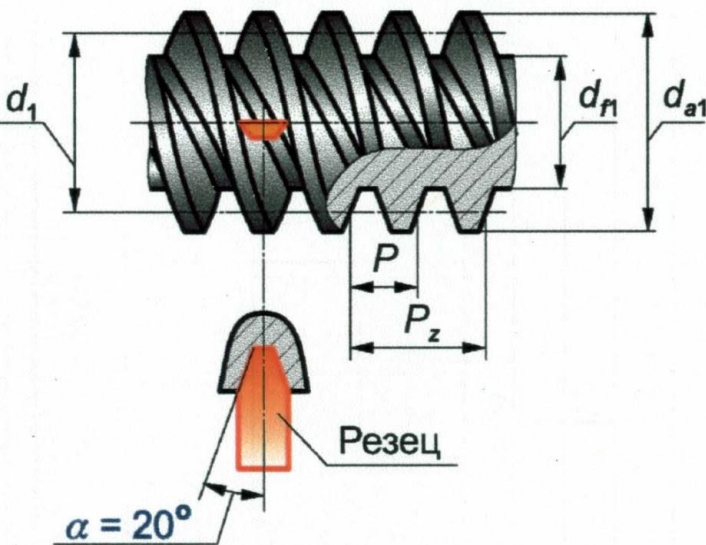


С глобоидным червяком



ПРОФИЛИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЧЕРВЯКОВ

Архимедов ZA



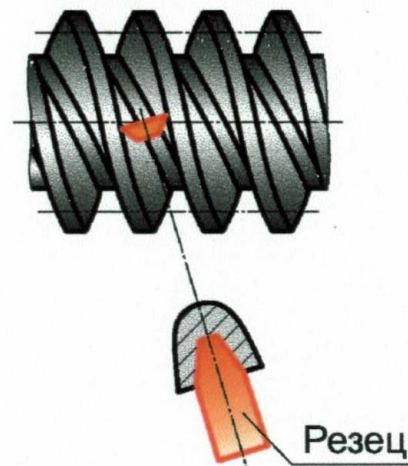
P - осевой шаг червяка;

$m = P/\pi$ - осевой модуль червяка;

$z_1 = 1, 2, 4$ - число витков (заходов) червяка;

$P_z = P \cdot z_1$ - ход витка червяка;

Конволютный ZN



$q = 6,3 \dots 25$ - коэффициент диаметра червяка;

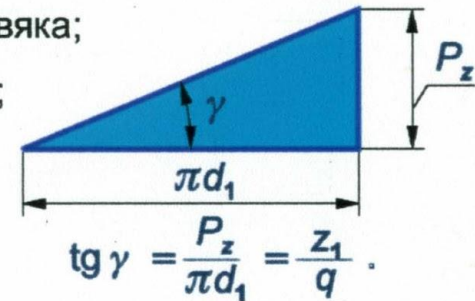
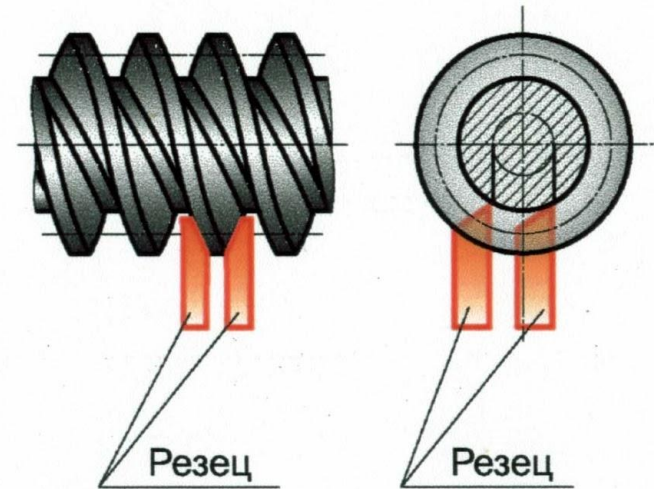
$d_1 = m \cdot q$ - делительный диаметр червяка;

$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m$ - диаметр вершин червяка;

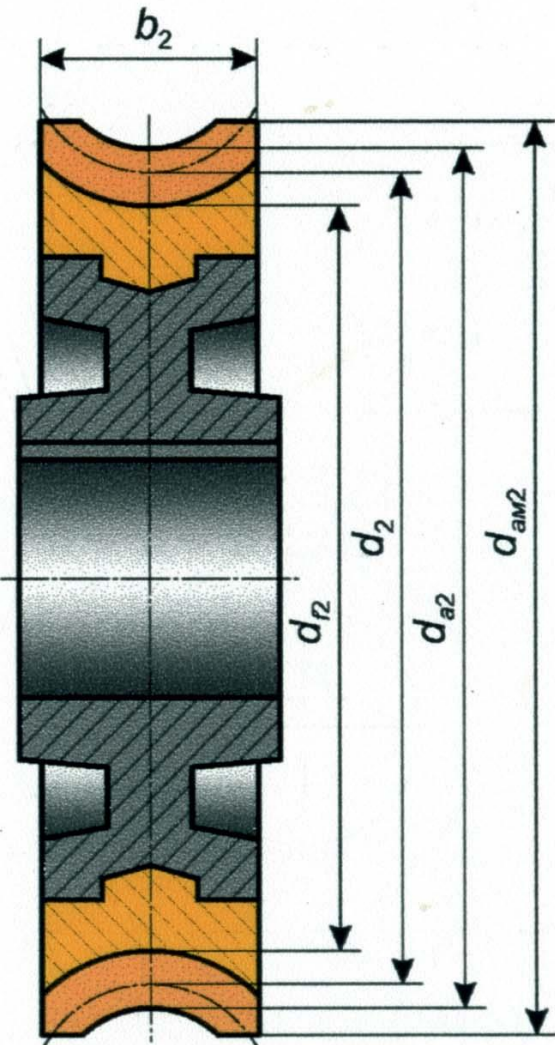
$d_n = d_1 - 2,4 \cdot m$ - диаметр впадин червяка;

γ - делительный угол подъема витка.

Эвольвентный ZI



ГЕОМЕТРИЯ ЧЕРВЯЧНОГО КОЛЕСА



m - модуль зацепления;

z_2 - число зубьев колеса;

d_2 - делительный диаметр колеса;

d_{a2} - диаметр вершин зубьев колеса в среднем сечении;

d_{r2} - диаметр впадин зубьев колеса в среднем сечении;

$d_{ам2}$ - наибольший диаметр колеса;

b_2 - ширина зубчатого венца колеса;

x - коэффициент смещения инструмента.

$$d_2 = m \cdot z_2;$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m + 2 \cdot m \cdot x;$$

$$d_{r2} = d_2 - 2,4 \cdot m + 2 \cdot m \cdot x;$$

$$d_{ам2} \leq d_{a2} + \frac{6 \cdot m}{z_1 + 2};$$

$$b_2 \leq 0,75 \cdot d_{a1} \quad \text{при } z_1 = 1 \dots 2;$$

$$b_2 \leq 0,67 \cdot d_{a1} \quad \text{при } z_1 = 4.$$

В формулах:

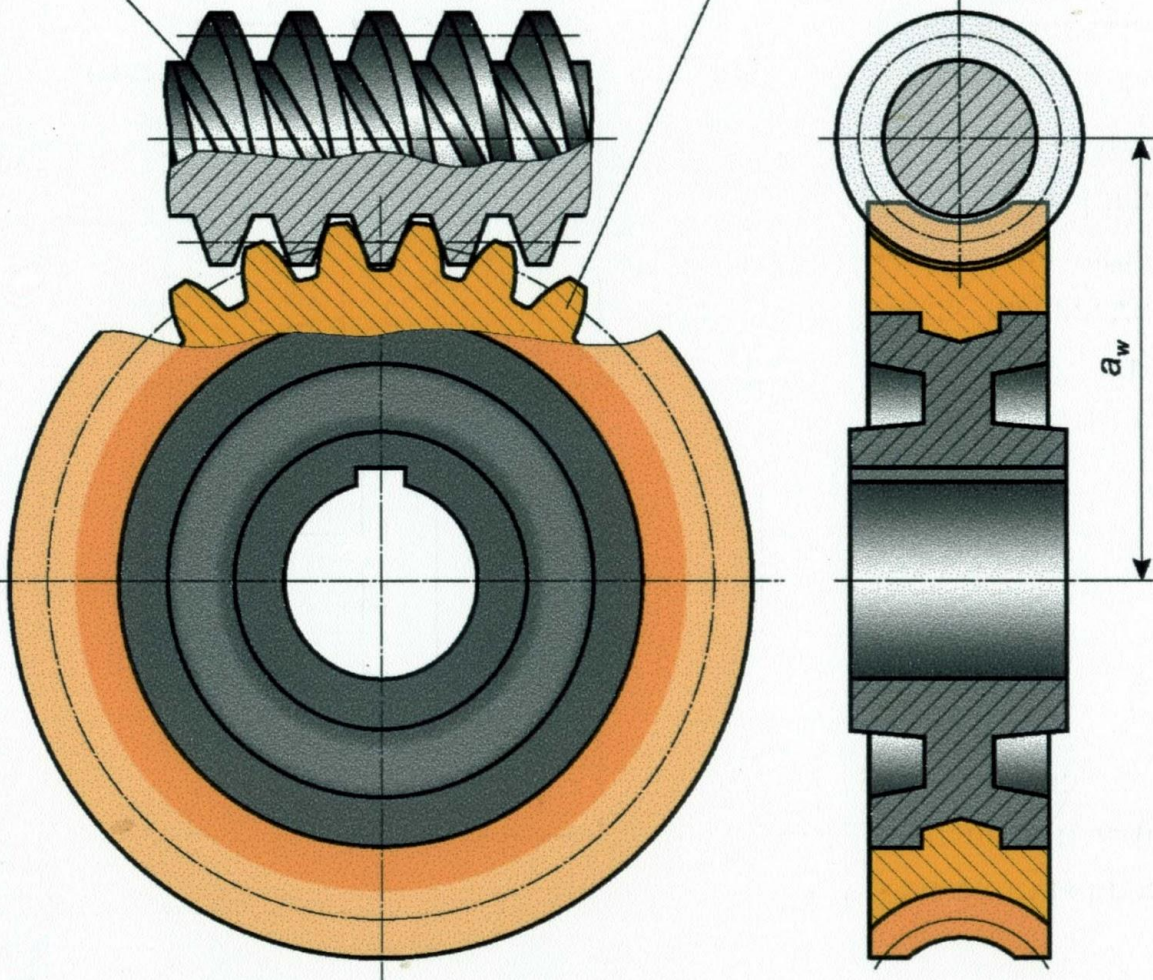
z_1 - число витков (заходов) червяка;

d_{a1} - диаметр вершин червяка.

ГЕОМЕТРИЯ ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Червяк

Червячное колесо



m - модуль зацепления;

z_1 - число витков (заходов) червяка;

z_2 - число зубьев червячного колеса;

q - коэффициент диаметра червяка;

x - коэффициент смещения инструмента;

u - передаточное число передачи;

a - делительное межосевое расстояние;

a_w - межосевое расстояние.

$$a = 0,5 \cdot m \cdot (q + z_2);$$

$$x = \frac{a_w - a}{m}; \quad -1 \leq x \leq +1;$$

$$u = \frac{z_2}{z_1}.$$

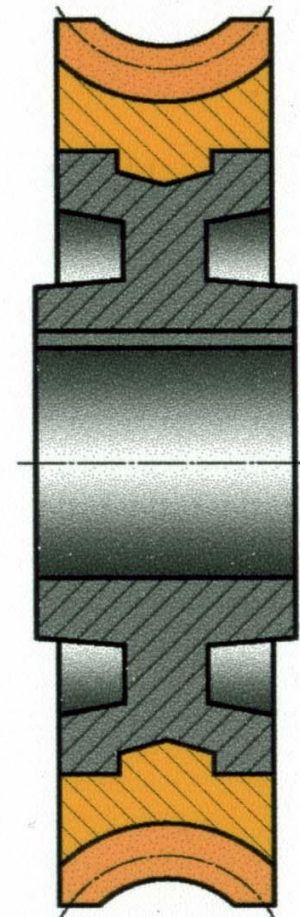
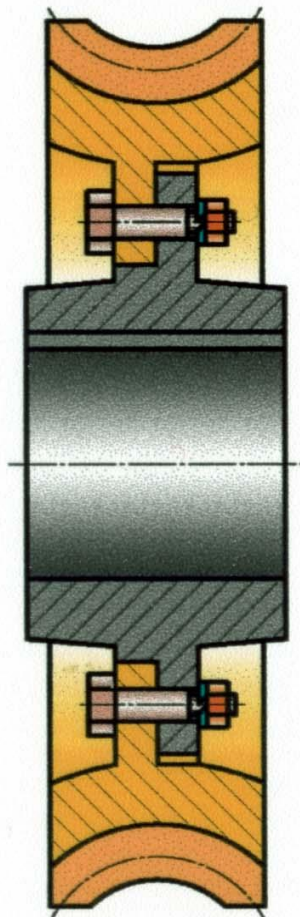
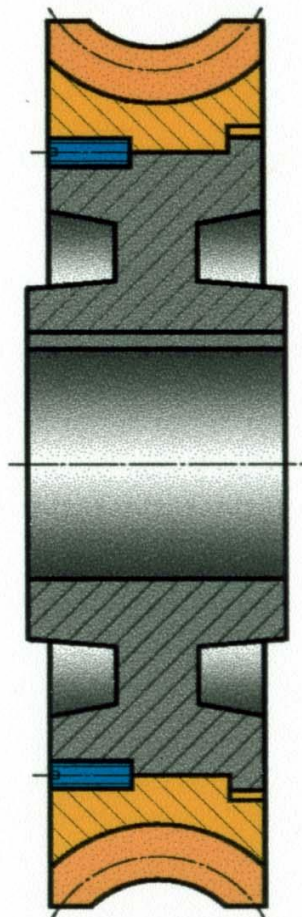
КОНСТРУКЦИИ ЧЕРВЯЧНЫХ КОЛЕС

Способы соединения венца со ступицей

с натягом и винтами

болтовым соединением

заливкой венца на обод

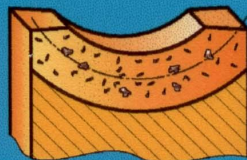


КРИТЕРИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ

Виды разрушения зубьев

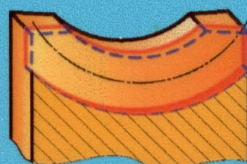
Условия работы

Выкрашивание поверхностных слоев зубьев червячного колеса



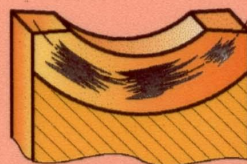
Червячные передачи с высокими антифрикционными свойствами (червячное колесо выполнено из оловянной бронзы). Выкрашивание связано с циклическим нагружением зубьев червячного колеса. Может быть ограниченным или прогрессирующим.

Абразивный износ



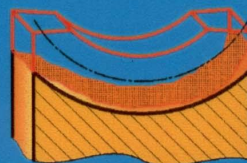
Червячные передачи с низкими антифрикционными свойствами (червячное колесо выполнено из безоловянной бронзы или чугуна). Износ обусловлен значительным скольжением в зацеплении.

Заедание



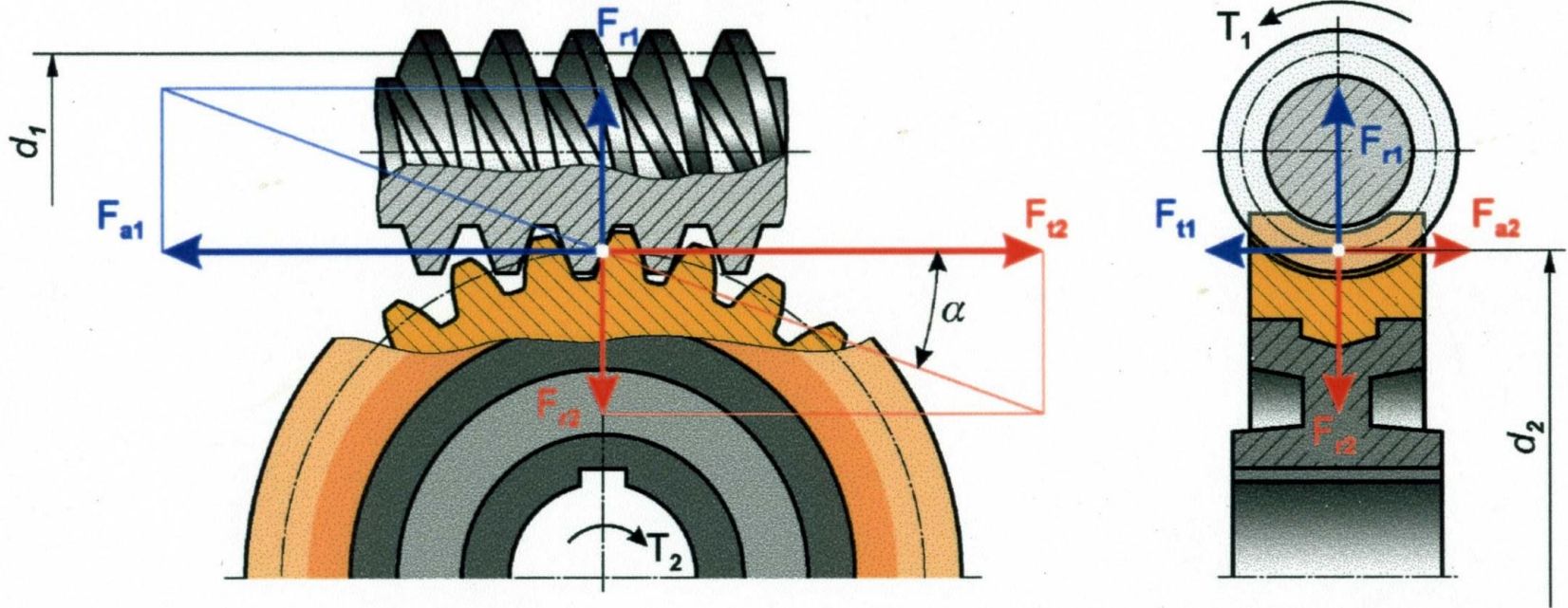
Высоконагруженные передачи. При высокой удельной нагрузке происходит разрыв масляной пленки, нагрев и схватывание сопряженных поверхностей с образованием следов задира в направлении скольжения витка червяка по зубу колеса.

Поломка зубьев



В червячных передачах поломка зубьев червячного колеса встречается крайне редко и характерна для мелко модульных передач с числом зубьев червячного колеса более 100.

СИЛЫ В ЧЕРВЯЧНОМ ЗАЦЕПЛЕНИИ



d_1 - делительный диаметр червяка, мм;

d_2 - делительный диаметр червячного колеса, мм;

α - угол зацепления;

T_1 - вращающий момент на червяке, Н·м;

T_2 - вращающий момент на червячном колесе, Н·м;

F_{t1} - окружная сила на червяке, Н;

F_{t2} - окружная сила на червячном колесе, Н;

F_{r1} - радиальная сила на червяке, Н;

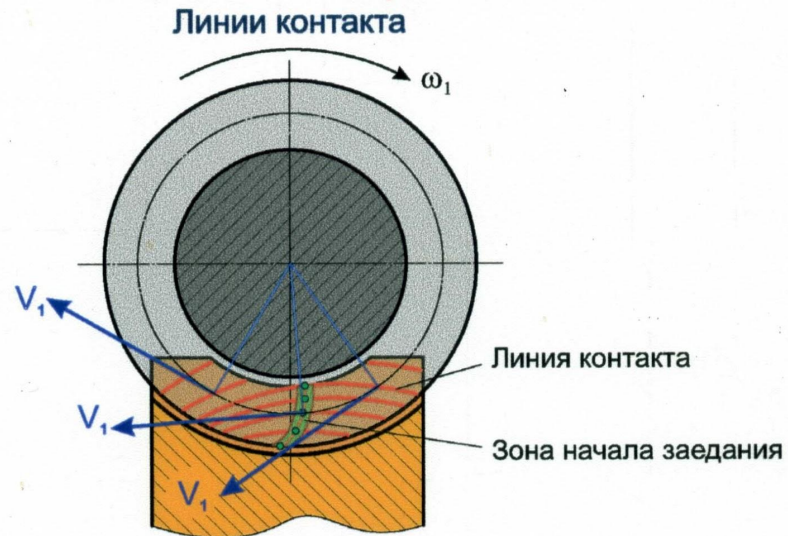
F_{r2} - радиальная сила на червячном колесе, Н;

F_{a1} - осевая сила на червяке, Н;

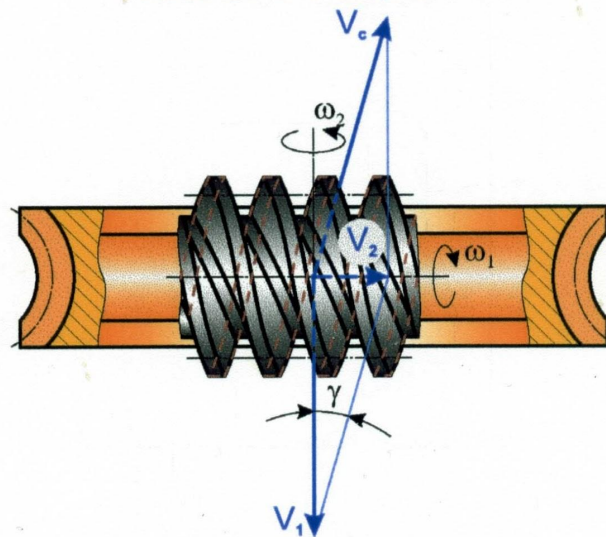
F_{a2} - осевая сила на червячном колесе, Н.

$$F_{t1} = \frac{2000 \cdot T_1}{d_1}; \quad F_{t2} = \frac{2000 \cdot T_2}{d_2}; \quad F_{r2} = F_{t2} \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad \bar{F}_{t1} = -\bar{F}_{a2}; \quad \bar{F}_{a1} = -\bar{F}_{t2}; \quad \bar{F}_{r1} = -\bar{F}_{r2}.$$

ЛИНИИ КОНТАКТА И СКОЛЬЖЕНИЕ В ЧЕРВЯЧНОМ ЗАЦЕПЛЕНИИ



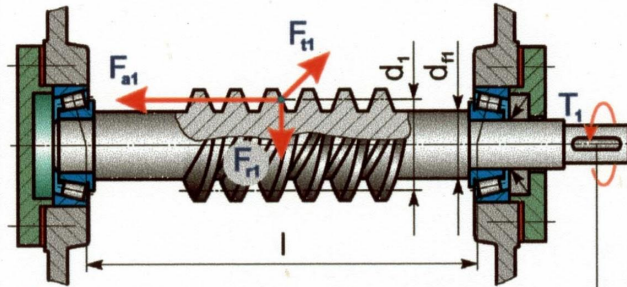
Скольжение в зацеплении



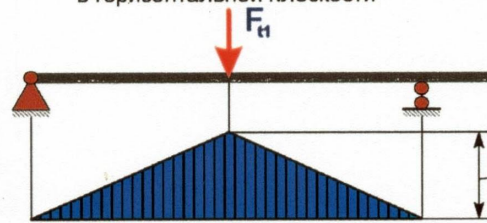
- V_1 - окружная скорость червяка;
 V_2 - окружная скорость червячного колеса;
 V_c - скорость скольжения;
 γ - делительный угол подъема витка червяка.

$$V_c = \frac{V_1}{\cos \gamma} > V_1.$$

РАСЧЕТ ВАЛА ЧЕРВЯКА НА ПРОЧНОСТЬ

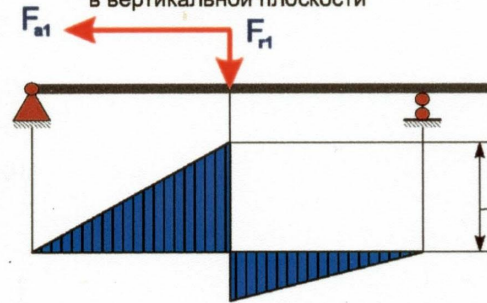


Расчетная схема и эпюра изгибающих моментов в горизонтальной плоскости



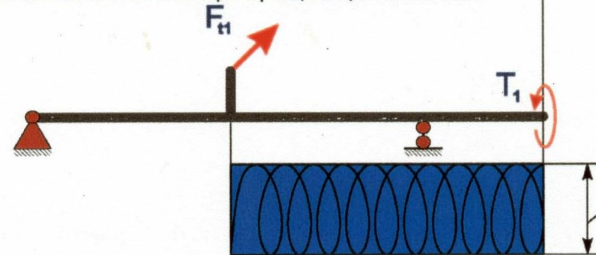
$$M_n^r = F_{t1} \cdot \frac{l}{4}$$

Расчетная схема и эпюра изгибающих моментов в вертикальной плоскости



$$M_n^b = F_{a1} \cdot \frac{d_1}{4} + F_{t1} \cdot \frac{l}{4}$$

Расчетная схема и эпюра вращающих моментов



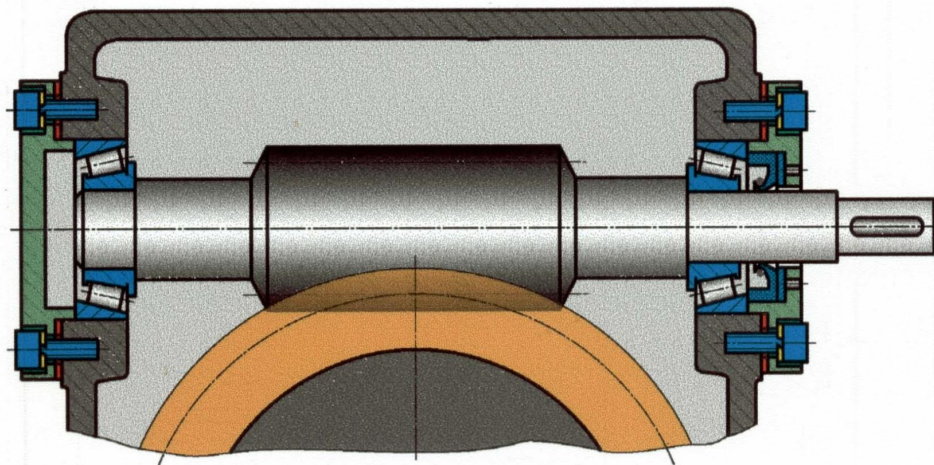
$$T_1 = F_{t1} \cdot \frac{d_1}{2}$$

$$M_3 = \sqrt{(M_n^r)^2 + (M_n^b)^2 + T_1^2}; \quad \sigma_3 = \frac{M_3}{W_x} \leq [\sigma_{-1w}]; \quad W_x = 0,1 \cdot d_{t1}^3.$$

КОНСТРУКЦИИ ОПОР ЧЕРВЯКА

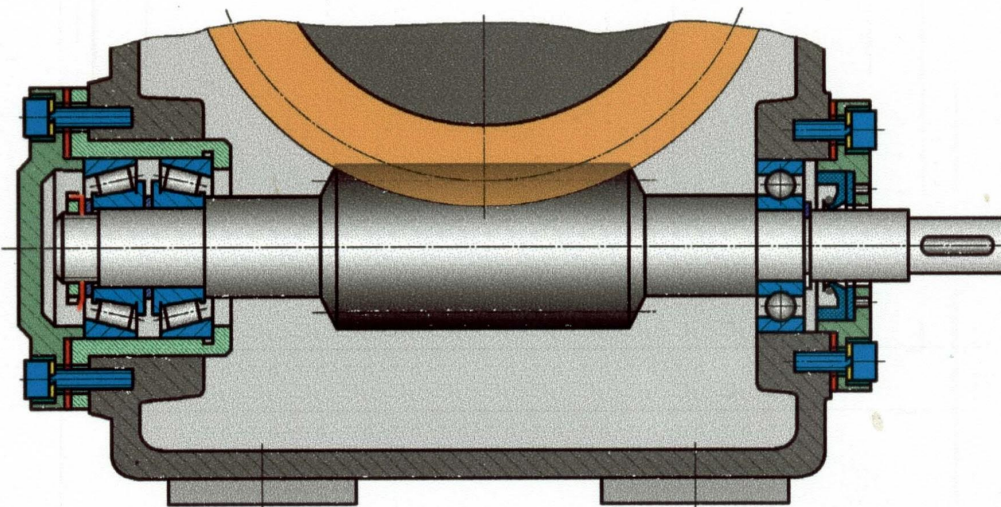
Червяк на двух радиально-упорных подшипниках (схема "враспор")

Рекомендуется при межосевом расстоянии до 150 мм.

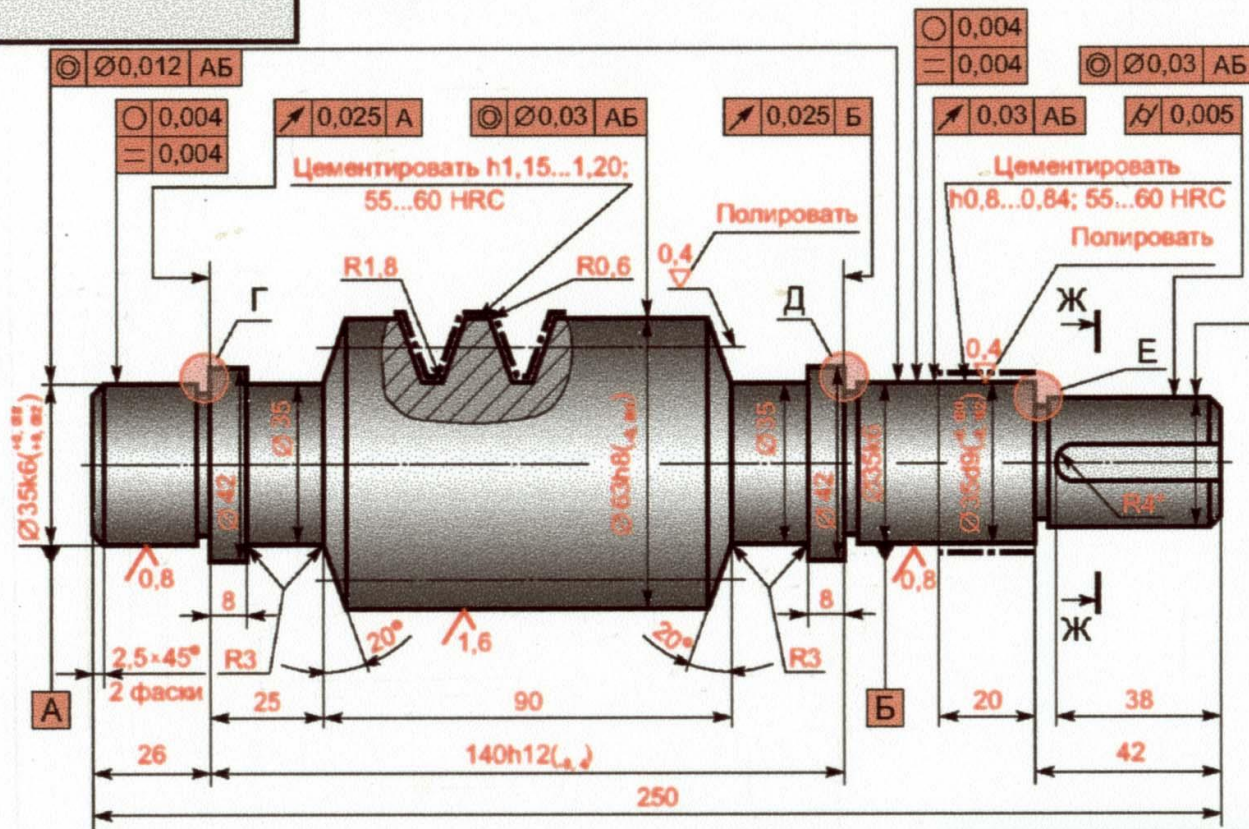


Левая опора фиксирующая (два радиально-упорных подшипника), правая - плавающая (радиальный подшипник)

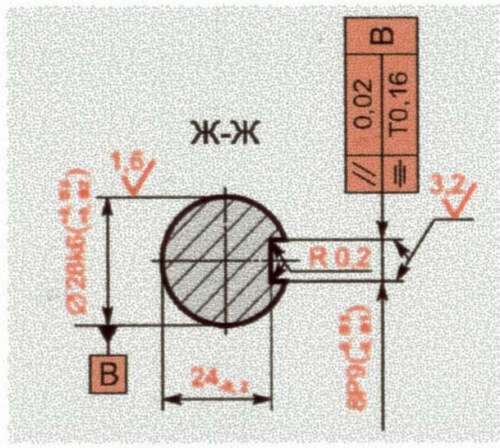
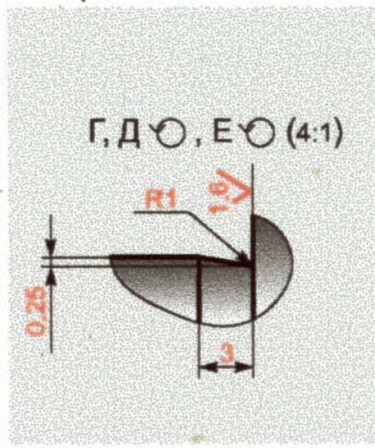
Рекомендуется при межосевом расстоянии более 150 мм.



6.3 $\sqrt{(\checkmark)}$



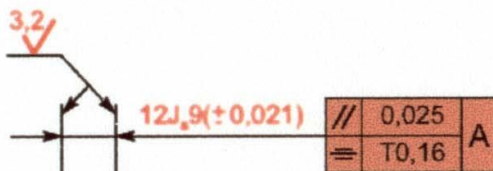
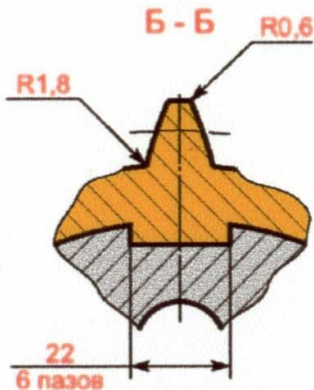
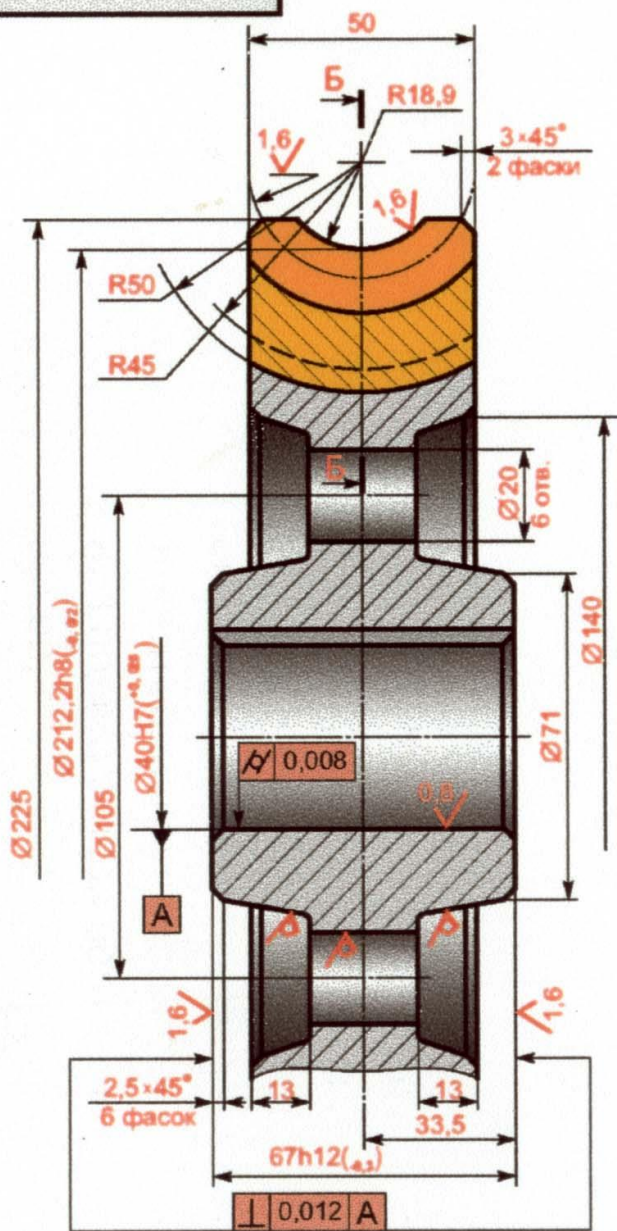
| | | |
|---|----------------|------------------------|
| Модуль | m | 6,3 |
| Число витков | z_1 | 1 |
| Вид червяка | | ZI |
| Делительный угол подъема | γ | $7^{\circ} 07' 30''$ |
| Направление линии витка | | Правое |
| Исходный червяк | | ГОСТ 19036-81 |
| Степень точности по ГОСТ 3675-81 | | 8-8-7-B |
| Делительная толщина по хорде витка | \bar{s}_{d1} | $9,82_{-0,43}^{+0,28}$ |
| Высота до хорды | H_{d1} | 6,31 |
| Делительный диаметр червяка | d_1 | 50,4 |
| Ход витка | P_{z1} | 19,79 |
| Межосевое расстояние | a_w | 125 |
| Коэффициент диаметра червяка | q | 8 |
| Число зубьев сопряженного червячного колеса | z_2 | 32 |
| Обозначение чертежа сопряженного колеса | | |



1. 240...280 НВ кроме мест, обозначенных особо.
2. * Размер обеспечивает инструмент.
3. Концы витков толщиной менее 5 мм удалить.
4. -IT14, +IT14, $\pm t/2$.

| | | | | | | | | |
|---------------------------|------|----------|-----|------|--------|-------------|-------|---------|
| Изм. | Лист | № докум. | Год | Дата | Червяк | Лит. | Масса | Масштаб |
| Рисов. | | | | | | K | 2,7 | 1:1 |
| Проф. | | | | | | | | |
| Т. контр. | | | | | | | | |
| Сталь 20Х ГОСТ 4543-71 | | | | | | Лист 1 из 1 | | |

6,3 $\sqrt{(\checkmark)}$



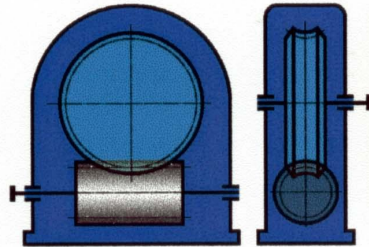
| | | |
|--|----------------|---------------|
| Модуль | m | 6,3 |
| Число зубьев | z ₂ | 32 |
| Направление линии зуба | - | Правое |
| Коэффициент смещения червяка | x | -0,159 |
| Исходный производящий червяк | - | ГОСТ 19036-81 |
| Степень точности по ГОСТ 3675-81 | - | 8-8-7-B |
| Межосевое расстояние | a _w | 125±0,06 |
| Делительный диаметр | d ₂ | 201,6 |
| Вид сопряженного червяка | - | ZI |
| Число витков сопряженного червяка | z ₁ | 1 |
| Обозначение чертежа сопряженного червяка | | |

1. Материал венца - бронза Бр010Ф1 ГОСТ 613-79.
2. Материал центра - чугун СЧ15 ГОСТ 1412-85.
3. Радиусы скруглений 5 мм max.
4. Уклоны формовочные 3°.
5. -IT14, +IT14, ± t₂/2.

| | | | | | | | | |
|-----------|------|----------|-------|------|--------------------|----------|-------|---------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Колесо червячное К | Лит. | Масса | Масштаб |
| Разраб. | | | | | | К | 12,5 | 1:1 |
| Пров. | | | | | | Лист 1 | | |
| Т. контр. | | | | | | Листов 1 | | |
| Н. контр. | | | | | | | | |
| Утв. | | | | | | | | |

СХЕМЫ ЧЕРВЯЧНЫХ РЕДУКТОРОВ

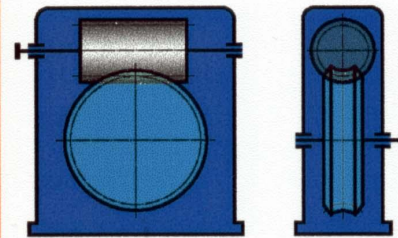
Червяк под колесом



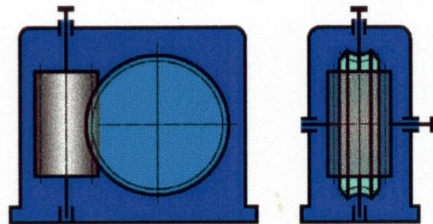
Рекомендуется при окружной скорости червяка до 4...5 м/с. Смазывание деталей редуктора - окунанием червяка на высоту витка в масло с образованием масляного тумана.

Червяк над колесом

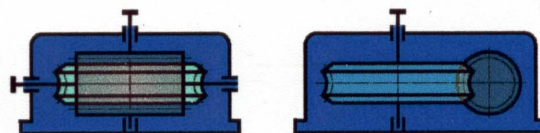
Рекомендуется при окружной скорости червяка более 4...5 м/с. При больших скоростях в смазку окунается тихоходное звено передачи - червячно колесо: уменьшаются потери на разбрызгивание масла и снижается опасность сбрасывания масла с зубьев центробежной силой.



Червяк с вертикальной осью



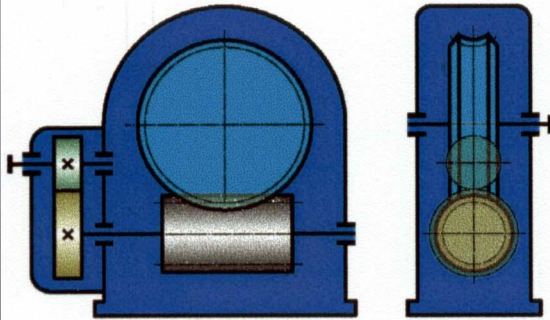
Червяк сбоку, ось колеса вертикальна



Передачи с вертикальным расположением одного из валов применяются в исключительных случаях вследствие неудовлетворительных условий смазывания подшипников вертикальных валов.

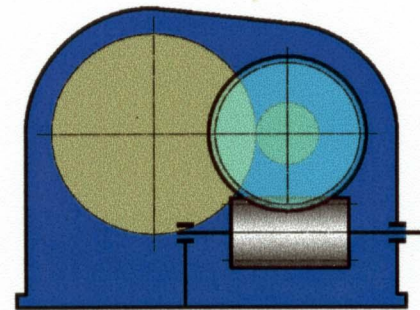
СХЕМЫ КОМБИНИРОВАННЫХ РЕДУКТОРОВ

Цилиндрическо-червячный



Из условия компактности редуктора цилиндрическую передачу выполняют с небольшим передаточным числом $u_1 = 2 \dots 3, 15$, а передаточное отношение редуктора ограничивают величиной $i = 16 \dots 200$.

Червячно-цилиндрический



Червячно-цилиндрический редуктор имеет более широкий диапазон передаточных отношений $i = 16 \dots 400$.

