

УДК 621.833.389
ПАРАМЕТРЫ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧЕРВЯЧНЫХ
ПЕРЕДАЧ КАЧЕНИЯ

Н.И.РОГАЧЕВСКИЙ, С.Н.РОГАЧЕВСКИЙ, Ю.К.ДОБРОВОЛЬСКИЙ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилёв, Беларусь

В машиностроении широко применяются червячные передачи из-за их компактности, значительного диапазона передаточных чисел, высокой кинематической точности, бесшумности. Недостатком этих передач является низкий КПД, обусловленный геометрией и кинематикой зацепления. Для устранения этого недостатка разработаны червячные передачи качения, в зацеплениях которых скольжение заменено качением. К ним относятся пружинно-пальцевые и винтовые пальцевые передачи.

Ведущее звено червячной передачи качения в виде пружины или жесткого винта взаимодействует с вращающимися пальцами, установленными на подшипниках в ведомом диске (червячном колесе), или непосредственно с подшипниками качения (скольжения), насаженными на неподвижные относительно диска пальцы. Подшипники или пальцы расположены в червячном колесе с шагом p или через шаг на делительной окружности диаметром, зависящим от шага и числа пальцев червячного колеса.

Межосевое расстояние червячной передачи качения зависит от делительного радиуса колеса и радиального смещения $x \cdot r$ пружины (винта) относительно колеса.

Ранее нами исследован только частный случай червячных передач качения, в котором проекция оси червяка (пружины или винта) на торец пальцевого колеса соприкасается с делительной окружностью колеса, то есть в котором коэффициент смещения $x = 0$. Исследования картины зацепления звеньев передачи показали, что при $x \neq 0$ снижается как кинематическая точность, так и КПД. В зацеплении смещенной передачи наряду с геометрическим трением наблюдается и линейное осевое скольжение. Поэтому небольшое смещение $x \cdot m$ (пружины) винта относительно пальцевого колеса следует выполнять при необходимости округления дробных значений межосевых расстояний до размеров из ряда $Ra 40$, а также вписывания в заданное или стандартное межосевое расстояние, предусмотренное ГОСТ 2144-93: 40, 50, 63, 80, 100, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500 мм. При проектировании редукторов общего назначения, содержащих передачи качения, с целью унификации установочных размеров, величину межосевого расстояния следует выбирать из указанного стандартного ряда.

Червячные передачи качения характеризуются следующими качественными показателями: скоростью геометрического скольжения, передаточным отношением, коэффициентом перекрытия.

Рабочие поверхности тел качения червячного (пальцевого) колеса выбирают из двух вариантов. В первом варианте рабочими являются цилиндрические поверхности пальцев или подшипников, которые в работающей передаче испытывают геометрическое трение о сопряженные поверхности пружины или витка винта, в результате теряется до 5 % передаваемой механической энергии. С целью снижения потерь энергии на геометрическое трение в зацеплениях винтовой пальцевой передачи целесообразно использовать тела качения по второму варианту, с конической рабочей поверхностью, при этом сечение витка винта осевой плоскостью имеет контур трапеции. Условием отсутствия геометрического трения в зацеплении является расположение вершин конусов рабочих поверхностей тел качения на оси вращения винта.

Как и для любой червячной передачи, номинальное передаточное отношение u_n червячной передачи качения определяется исходя из того факта, что за один оборот однозаходного червяка колесо поворачивается на величину углового шага. При создании редукторов общего назначения, содержащих червячные передачи качения, с целью унификации присоединительных параметров, значения u_n следует округлять до величин, предусмотренных ГОСТ 2144-93 на червячные передачи. Первый ряд значений u_n (предпочтительный): 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; второй ряд: 9; 11,2; 14; 18; 22,4; 28; 35,5; 45; 56; 71.

Коэффициент перекрытия ε_γ , равный числу пальцев одновременно зацепляющихся с витками пружины или винта в работающей передаче, определяется угловым шагом и углом φ_γ перекрытия колеса передачи (это угол поворота колеса передачи от положения входа пальца (подшипника) в зацепление до выхода его из зацепления с пружиной или винтом). Угол φ_γ весьма важен для теоретических исследований, так как является аргументом для исследования функций кинематической погрешности, статических и динамических взаимодействий, потерь в зацеплениях.

Для пружинно-пальцевой передачи необходимо задавать $\varepsilon_\gamma = 2,05$, так как витки пружины, жестко закрепленной своими концами на бобышках ведущего вала, взаимодействуют с пальцами колеса следующим образом: с одной стороны пружина тянет выходящий из зацепления палец, с другой стороны – толкает палец, вошедший в зацепление. При изменении направления вращения картина меняется на обратную. Другие (промежуточные) пальцы, находящиеся в зацеплении, воспринимают незначительные нагрузки. Для винтовой пальцевой передачи целесообразно принять $\varepsilon_\gamma = 1,05$, так как она, как и большинство других механических передач, является приближенной.