

Ю. К. ДОБРОВОЛЬСКИЙ, А. Н. КУДЛАЕВ

Научный руководитель Н. И. РОГАЧЕВСКИЙ, канд. тех. наук, доц.
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В промышленности и сельском хозяйстве для привода рабочих органов многих машин и технологического оборудования используют червячные передачи, отличающиеся от других передач высокой нагрузочной способностью, широким интервалом передаточных чисел в одной ступени, плавностью и бесшумностью работы, возможностью самоторможения. Работают эти передачи на относительном скольжении рабочих поверхностей витков червяка и зубьев колеса, что является причиной их недостатков. В передаче с обычным цилиндрическим червяком и колесом большинство контактных линий на указанных поверхностях расположено так, что среднее значение угла γ между касательной к контактной линии и вектором относительной скорости скольжения значительно отличается от 90° (достигает $40...50^\circ$). Неблагоприятное расположение контактных линий является одной из причин того, что в большинстве контактных точек не выполняются условия перехода к жидкостному трению. Это обуславливает относительно большое значение коэффициента трения в передаче, приводит к уменьшению КПД, повышению износа, к заеданию, то есть снижает эксплуатационные качества этих передач и, следовательно – их нагрузочную способность. Поэтому, чем больше зона расположения контактных линий с относительно большими значениями угла γ , тем ближе условия работы передачи к режиму жидкостного трения и, следовательно – к более высоким значениям КПД.

Одним из путей, приводящим к увеличению значения угла γ является модификация обычных червячных зацеплений. Известна червячная цилиндрическая передача с вырезанной средней зоной зубчатого венца. При этом проточка в средней части зубьев колеса с шириной, составляющей около трети ширины венца колеса, и с глубиной, превышающей высоту витка червяка, удаляет зону неблагоприятных углов γ , где скольжение происходит вдоль контактных линий. Такое конструктивное решение способствует улучшению эксплуатационных параметров червячной передачи. Однако это улучшение несущественно, так как выполнение проточки значительно сокращает длину контактных линий и уменьшает контактную и изгибную прочность зубьев червячного колеса.

В другой модифицированной червячной передаче колесо выполнено полувенцовым, его наибольший диаметр составляет $1,8...2,0$ межосевого расстояния передачи. Такое увеличение диаметра червячного колеса приводит к тому, что в работу включается участок с благоприятным углом γ между кон-

тактными линиями и вектором скорости скольжения, близким к 90° . Это способствует переходу от граничного трения рабочих поверхностей витков червяка и зубьев колеса к жидкостному за счет затягиваемого смазочного материала в клиновой зазор между этими поверхностями.

С целью расширения участка с благоприятным углом γ , близким к 90° , нами создана червячная передача, в которой размер наибольшего диаметра колеса выходит за пределы межосевого расстояния передачи. Последнее стало возможным благодаря уменьшению рабочей длины червяка. При этом колесо выполнено двухвенцовым. В одновременной работе находится большое число зубьев, в результате чего повысилась, наряду с КПД, нагрузочная способность передачи. Последнее позволило выполнить колесо цельным из чугуна вместо составного с дорогостоящим зубчатым венцом из бронзы. Ресурс этой передачи обусловлен усталостной выносливостью червяка, каждый виток которого одновременно зацепляется с двумя венцами червячного колеса.

С целью повышения долговечности нами также разработана двухпоточная червячная передача, в которой оба торца диска червячного колеса снабжены зубчатыми венцами, сопряженными с соответствующими червяками, кинематически связанными зубчатой передачей, имеющими одинаковый шаг, но противоположное направление витков. При этом зубчатые венцы колеса, червяки, углы обхвата червяков зубчатыми венцами колеса симметричны относительно главной плоскости передачи. Редуктор на основе такой передачи может иметь как один входной вал (червяк, кинематически связанный со вторым червяком), так и два вала (червяки без кинематической связи).

Дальнейшее, более существенное, повышение КПД достигнуто в созданных нами червячных передачах качения. Эти передачи по принципу работы схожи с червячными, но имеют существенное отличие – отсутствие обычных червяка и червячного колеса. Червяком в этих передачах служит закреплённая на ведущем валу цилиндрическая (бочкообразная) пружина или винт с прямоугольной или трапецеидальной резьбой, а червячным колесом – диск либо с установленными в нем в подшипниках пальцами, либо с жестко закрепленными в нем пальцами, на которых установлены подшипники. Эти передачи, независимо от конструктивного исполнения, обладают общим признаком: наличием промежуточных тел, сопряженных с червяком (пружиной или винтом) и имеющих возможность свободного перекатывания.

Переход к режиму жидкостного трения модифицированных передач, а также замена трения скольжения в зацеплениях на трение качения позволила значительно снизить энергетические потери, что является весьма актуальным.