

УДК 621.833.389
ПОВЫШЕНИЕ КПД ПРИВОДА КУЛЬТИВАТОРА ПУТЕМ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ

Ю. К. ДОБРОВОЛЬСКИЙ, А. Н. КУДЛАЕВ
Научный руководитель Н. И. РОГАЧЕВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Для обработки и рыхления почвы на садовых участках широкое применение нашли культиваторы. В качестве передаточных механизмов культиваторов чаще всего используют червячные передачи, выгодно отличающиеся от других передач высокой нагрузочной способностью, широким интервалом передаточных отношений в одной ступени, плавностью и бесшумностью работы, возможностью самоторможения. Работа этих передач основана на относительном скольжении рабочих поверхностей витков червяка и зубьев колеса, что является причиной недостатков: низкого КПД, повышенных тепловыделения и износа, склонности к заеданию. При длительной работе культиватора низкий КПД червячной передачи приводит к нарушению его безопасности из-за перегрева корпуса редуктора, от которого возможны ожоги кожи человека. Большие потери (до 40 %) энергии, передаваемой червячным редуктором, снижают топливную экономичность культиватора.

Избавиться от указанных недостатков культиваторов можно заменой в приводе фрез обычных червячных передач червячными передачами качения (пружинно-пальцевыми или винтовыми пальцевыми передачами). В зацеплениях этих передач скольжение заменено качением пальцев или подшипников по червяку, т.е. устранена причина, вызывающая значительные потери передаваемой механической энергии. В результате этого потери передаваемой энергии снижаются до 6...4 %, что исключает нагрев корпуса редуктора до температуры, опасной для кожи человека, а так же повышает топливную экономичность культиватора. Однако габариты этих передач на 7...12 % выше размеров стандартных червячных передач, поэтому они не помещаются в существующих корпусах редукторов культиваторов.

Другим путем повышения КПД является модификация стандартных червячных зацеплений. У всех передач с обычным цилиндрическим червяком подавляющее большинство контактных линий расположено так, что среднее (по длине контактной линии) значение угла γ между касательной к контактной линии и вектором относительной скорости скольжения мало. Только у контактных линий, кратковременно находящихся в зоне входа в зацепление и выхода из зацепления, значение этого угла достигает 40...50°. Столь неблагоприятная форма 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, т.е. снижает эксплуатационные качества этих передач, а следовательно – их нагрузочную способность.

Таким образом, чем больше зона расположения контактных линий с относительно большими значениями угла γ , тем ближе условия работы передачи к режиму жидкостного трения, а следовательно – к более высоким значениям КПД.

Специалисты ЦНИИТМАШ предложили червячную цилиндрическую передачу, состоящую из архимедова, конволютного или эвольвентного червяка и сопряженного с ним червячного колеса с вырезанной средней зоной зубчатого венца (Решетов, Д.Н. "Детали машин", М., Машиностроение, 1989 г., с. 234). При этом проточка в средней части зубьев червячного 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 решение способствует улучшению эксплуатационных параметров червячной передачи. Однако это улучшение несущественно, так как выполнение проточки значительно сокращает длину контактных линий и уменьшает контактную прочность зубьев червячного колеса.

Егоровым И.М. и Иофином Б.Ш. создана червячная цилиндрическая передача, состоящей из червяка и сопряженного с ним червячного колеса. Колесо выполнено полувенцовым, его наибольший диаметр составляет 1,8...2,0 межосевого расстояния передачи. Такое увеличение наибольшего диаметра червячного колеса при расположении его дальнего торца по отношению к главной плоскости передачи на расстоянии, превышающем размер наружного радиуса червяка, приводит к тому, что в работу включается участок с благоприятным углом γ между контактными линиями и вектором скорости скольжения, близким к 90° . Это способствует переходу от граничного трения металлов к жидкостному за счет затягиваемого смазочного материала в клиновидный зазор между контактирующими зубьями.

С целью расширения участка с благоприятным углом γ между контактными линиями и вектором скорости скольжения, близким к 90° , нами разработана червячная передача, в которой размер наибольшего диаметра колеса выходит за межосевое расстояние передачи. Последнее стало возможным благодаря уменьшению рабочей длины червяка. При этом колесо выполнено двухвенцовым. В одновременной работе находится большее число зубьев, в результате чего повысилась, наряду с КПД, нагрузочная способность передачи. Последнее позволило выполнить колесо цельным из чугуна вместо составного с дорогостоящим бронзовым зубчатым венцом. Передача по габаритам вписывается в существующие корпуса редукторов культиваторов.