

УДК 621.833.389

ЗАЦЕПЛЕНИЕ ВИТКА ЛИНЕЙЧАТОГО ЧЕРВЯКА С ЗУБЬЯМИ ДВУХВЕНЦОВОГО КОЛЕСА В ОБЩЕМ ВИДЕ

Н. И. РОГАЧЕВСКИЙ, В. А. ИГНАТОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Червячные передачи используют при необходимости обеспечения высокой плавности передачи вращения, бесшумности, большого передаточного отношения, высокой нагрузочной способности, возможности самоторможения. Однако широкое применение этих передач сдерживается относительно низкими значениями КПД зацеплений. В зацеплениях червячных передач имеет место контакт зубьев колеса и витков червяка по линиям. Угол ε между контактными линиями и вектором скорости скольжения является важной качественной характеристикой передачи. Чем ближе этот угол к 90° , тем лучше условия образования масляного клина и тем выше эксплуатационные показатели передачи: КПД и нагрузочная способность.

Одним из путей, приводящим к увеличению значения угла ε , является модернизация звеньев традиционных червячных передач. Например, применением червячных колес с вырезанной средней зоной зубчатого венца или с наибольшим диаметром венца близким к удвоенному межосевому расстоянию передачи a_w . Эти конструктивные изменения привели к тому, что в работу включились участки зубьев с более благоприятными значениями угла ε .

С целью дальнейшего расширения участка зацепления с величинами угла ε , близкими и равными 90° , авторами создана червячная передача, в которой размер наибольшего диаметра колеса выходит за пределы $2a_w$. Это стало возможным благодаря уменьшению рабочей длины червяка до двух витков. Передача содержит цилиндрический червяк и два полувенцовых червячных колеса, оси которых отстоят друг от друга на межосевом расстоянии a_w , при этом колеса с обеих сторон обхватывают червяк. Полувенцы колеса размещены симметрично червяку и смещены в окружном направлении друг относительно друга на половину углового шага зубьев. Образующими боковых поверхностей зубьев червячного колеса и витка червяка являются прямые линии, которые при работе передачи совпадают на начальном цилиндре колеса, образуя линию контакта зуба и витка, перпендикулярную вектору скорости их скольжения, что является идеальным для образования жидкостного трения и приводит к повышению КПД передачи. При зацеплении других частей зуба с витком червяка, значения угла ε мало отличаются от 90° и оказывает незначительное влияния на снижение КПД. Из-за выполнения колеса двухвенцовым в одновременной ра-

боте находится большое число зубьев, в результате чего повысилась, наряду с КПД, нагрузочная способность передачи. Последнее позволяет выполнить колесо цельным из чугуна вместо составного с дорогостоящим зубчатым венцом из антифрикционного материала, что также эффективно.

К настоящему времени разработана методика расчета геометрических параметров двухвенцовых червячных передач, теории зацепления эвольвентного и архимедова червяков с двухвенцовым червячным колесом. По указанной методике авторами спроектирована и изготовлена на РУП “Могилевлифтмаш” опытная двухвенцовая червячная передача для привода фрез культиватора. Передача по габаритам вписывается в существующие корпуса редукторов культиваторов, выпускаемых заводом. Она имеет параметры: передаточное отношение 20; число заходов червяка 4; число зубьев каждого венца колеса 80; модуль m 1,5 мм; a_w 59,5 мм. Сравнительные испытания редукторов культиваторов на основе традиционной и двухвенцовой червячных передач показали преимущества последней как по КПД, так и по нагрузочной способности.

Однако дальнейшее повышение КПД редукторов на базе двухвенцовых червячных передач и внедрение их в производство сдерживается отсутствием научно обоснованного проектирования таких передач с конволлютными червяками, которое основывается на теории зацепления их звеньев. Последняя до настоящего времени не была разработана.

Винтовая (боковая) поверхность конволютного червяка образуется винтовым движением прямой линии (образующей), касательной к основному цилиндру диаметром d_{b1} и составляющей с образующей этого цилиндра угол $90^\circ - \alpha$, где α – угол наклона образующей прямой к торцовой плоскости червяка (угол профиля витка червяка). При этом $\alpha \neq \nu$, здесь ν – угловой параметр винтового движения образующей прямой боковой поверхности витка червяка

$$\nu = \arctg(p_1 / (\pi d_{b1})),$$

где p_1 – ход винтовой линии на основном цилиндре диаметром d_{b1} .

Конволлютный червяк является наиболее общим из семейства линейчатых червяков, так как при $\alpha = \nu$ он преобразуется в эвольвентный, а при

$\alpha = \nu$ и $d_{b1} = 0$ – в архимедов червяк.

Теория зацепления витков конволютного червяка с зубьями двухвенцового червячного колеса построена на положении, равносильном закону зацепления, что сопряженные поверхности есть огибаемая и огибающая в относительном движении звеньев. При этом для определения огибаемой поверхности и ее характеристик использован общий аналитический метод. Получены уравнения поверхности зацепления червяка, поперечных и продольных линий зацепления, контактных линий на поверхности зацепления, боковой поверхности зуба червячного колеса и контактных линий на этой поверхности. Они будут использованы для научно обоснованного задания геометрических параметров двухвенцовых червячных передач.