

УДК 62.833.68

## ОБ ОТЛИЧИТЕЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОРЫВНЫХ РАЗРАБОТОК ПОСЛЕДНИХ ЛЕТ В ОБЛАСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ

А. М. ДАНЬКОВ<sup>1</sup>, Ю. В. ГОНЧАРОВ<sup>2</sup><sup>1</sup>Белорусско-Российский университет<sup>2</sup>Могилевский институт МВД Республики Беларусь  
Могилев, Беларусь

Под прорывной разработкой понимают инновацию в данной области, кардинально меняющую сложившийся в ней рыночный уклад и технологическую цепь создания характерной для нее продукции благодаря уникальности или превосходству созданного продукта.

Начало первой такой разработке положил швейцарский инженер Рудольф Эгг в 1895 г., который использовал в автомобильной трансмиссии ременную передачу с раздвижными шкивами. Технический мир потерял интерес к ней из-за присущих ей недостатков. Возобновил интерес к идее голландец Хуберт ван Дорн, успешно использовавший в 1958 г. клиноременный вариатор в трансмиссии автомобиля DAF Daffodil, причем сумел применить для регулирования передаточного отношения вариатора педаль газа. Основным достоинством вариатора, привлекающим внимание создателей автомобилей, является возможность плавно реализовать с его помощью бесконечное множество передаточных отношений, в то время как трансмиссии других типов реализуют 6–7 (в лучшем случае 9) передаточных отношений. Но этот вариатор не смог вытеснить современные ему механические и автоматические коробки передач из-за низкой надежности, обусловленной материалом ремней – резиной. Проблема была решена в 80-х гг. прошлого века, когда был предложен составной металлический ремень, собранный из металлических элементов и работающий на сжатие. Но только в 2004 г. в автомобилестроении состоялся «вариаторный бум», потому что только к этому времени в трансмиссиях с вариатором усилиями автомобильных фирм и инженеров были достигнуты приемлемые значения показателей расхода топлива и передаваемой мощности благодаря таким созданным отличительным особенностям, как фрагментация ремня с последующей заменой его цепью и перевод управления трансмиссией на гидроавтоматику и электронику.

Благодаря тому, что в последнее время разработаны новейшие пакеты прикладных математических программ, обеспечивающие математическое моделирование сложных технических систем для передачи движения, а также получили развитие оборудование и технологии металлообрабатывающей отрасли, стало возможным не только создавать их математические модели, но и изготавливать их макеты. Так, в 2007 г. в Томске было создано эксцентриково-циклоидальное зацепление, в котором, как и в классическом планетарно-цевочном (цевочном, по В. К. Кудрявцеву) зацеплении, основой передачи движения, если рассматривать плоскую картину, является взаимодействие окружности и циклоиды, в отличие от эвольвентного зацепления, в котором взаимодействуют две эвольвенты.

Передача с ЭЦ-зацеплением может быть реализована в двух вариантах:

1) зубчатые колеса могут быть выполнены составными из тонких пластин, причем колесо – циклоидальное, а шестерня – цилиндрических, эксцентрично повернутых на ведущем валу;

2) колесо – косозубое циклоидальное, шестерня – в виде сопряженного с колесом винтового эксцентрика.

Пришли к выводу, что передача с ЭЦ-зацеплением способна, по сравнению с эвольвентной, обеспечить: повышенное передаточное отношение и контактную прочность; меньшие габариты при одинаковой нагрузочной способности (повышенную нагрузочную способность при одинаковых габаритах); более высокие ресурс, надежность и КПД более 98 %; более низкую виброактивность; снижение себестоимости в 1,5–2 раза за счет экономии металла и энергоресурсов при производстве. Повышенное передаточное отношение объясняется предельно малым числом зубьев шестерни, что требует больших углов наклона зубьев колеса (до  $45^\circ$ ). Среди отличительных особенностей передачи, по сравнению с планетарно-цевочной, следует выделить ее «непланетарное» исполнение (радиус водила реализован в ведущем элементе) и созданный прецедент использования косозубого циклоидального колеса.

К ряду упомянутых разработок можно причислить разработку нескольких отражающих пройденный путь развития модификаций двухколесной планетарной плавнорегулируемой передачи К-Н-V. Перспективная передача по этой схеме должна иметь противоположное устройство, исключающее вращение сателлита вокруг собственной оси и значительно усложняющее конструкцию передачи. Следует отметить, что стремление упростить конструкцию и повысить конкурентоспособность передачи обусловило необходимость остановиться в итоге на схеме 2К-Н с двухвенцовым (в основном варианте) сателлитом. Основой всех модификаций этой передачи с разделяющимся силовым потоком являются составное полисекторное зубчатое колесо, в форме которого выполняется центральное зубчатое колесо, и двухпоточный циклоидальный сателлит. Зубчатая плавнорегулируемая передача в рядовом исполнении имеет три легко реализуемых режима работы: редукция, единичное преобразование и мультипликация. Предварительные исследования кинематики передачи по схеме 2К-Н показывают возможность реализации в ней режимов редукции и мультипликации. Отличительными особенностями этой передачи являются фрагментация зубчатого венца центрального колеса, обеспечивающая изменение его геометрии, и переход от геометрического замыкания элементов передачи к силовому, упрощающему кинематическую цепь механизму регулирования передаточного отношения.

Необходимо отметить, что упомянутые разработки имеют общие отличительные особенности: фрагментацию элементов – клиноремный вариатор и плавнорегулируемая передача; использование циклоидального зацепления – ЭЦ-передача и плавнорегулируемая передача. Даже неполное представление об описанных разработках позволяет сделать вывод о желательности (при наличии возможностей!) использования в плавнорегулируемой передаче гидроавтоматики и электроники, а также косозубого циклоидально-цевочного зацепления.