УДК 621.833.68

К ВОПРОСУ ОБ ИСТОЧНИКАХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ЗУБЧАТОЙ ПЛАНЕТАРНОЙ ПЛАВНОРЕГУЛИРУЕМОЙ ПЕРЕДАЧИ

А. М. ДАНЬКОВ, А. Е. НАУМЕНКО, Ю. В. ГОНЧАРОВ
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Классическая зубчатая передача состоит из колес с зубьями, которые зацепляясь между собой, образуют ряд последовательно работающих кулачковых механизмов. Известно, что в кулачковых механизмах используется силовое или геометрическое замыкание. Функционирование классической зубчатой передачи основано на геометрическом замыкании элементов, т. е. постоянном расстоянии между осями зубчатых колес. В результате получаем механическую систему, назначением которой является преобразование параметров движения ведущего вала с постоянным передаточным отношением. Совершенствование внутренних параметров такой системы никоим образом не может привести к выполнению ею новой функции или расширению имеющейся.

Зубчатая планетарная плавнорегулируемая передача – это новая оригинальная передача, являющаяся конструктивным развитием классической по критерию передаточного отношения, которое изменяется в процессе ее работы под нагрузкой. За основу ее конструкции взята планетарная передача KHV, в которой центральное зубчатое колесо выполнено составным (фрагментированным), с переменным начальным диаметром. Из истории развития техники известны такие примеры фрагментации, как приводная цепь, деревянное зубчатое колесо, работающий на сжатие клиновой ремень. Фрагментация позволяет расширить функциональные возможности устройства, в данном случае передачи, сообщив ей новую функцию: плавное изменение передаточного отношения в процессе функционирования. При этом передача может быть и рядовой, и планетарной (последний вариант предпочтительней по компоновочным соображениям). Нормальное функционирование плавнорегулируемой передачи обеспечивается вспомогательными механизмами регулирования передаточного отношения, синхронизации перемещений элементов силовой кинематической цепи, съема вращения с сателлита, предотвращения поломок при регулировании передаточного отношения и компенсации погрешностей кинематики. Простейший механизм регулирования передаточного отношения в передаче с соосными сателлитами включает две вспомогательные планетарные передачи: управляющую и замыкающую, а также кинематическую ветвь механизма синхронизации перемещений секторов и сателлита. Еще более сложную

конструкцию имеют упомянутые механизмы в передаче с зафиксированными от собственного вращения сателлитами и центральным зубчатым колесом в качестве выходного элемента. Проблема компенсации кинематических флуктуаций решается в передаче с разделяющимся силовым потоком.

Очевидно, что конструкция плавнорегулируемой передачи значительно сложнее, чем передачи с постоянным передаточным отношением, но немаловажным обстоятельством является то, что усложнение касается вспомогательных механизмов, а силовая кинематическая цепь не усложняется.

Одним из путей реализации объективного настоятельного требования упрощения конструкции передачи является замена геометрического замыкания силовым, при котором управляющее воздействие сообщается только одному (управляющему) из элементов силовой кинематической цепи: сателлиту или секторам центрального зубчатого колеса. Второй элемент находится в постоянном контакте с управляющим благодаря замыкающему элементу, который может быть выполнен упругим (торсион или фасонная пружина) или в виде локальной гидросистемы. Предварительными исследованиями установлено, что способы организации силового замыкания и разделения силовых потоков не влияют друг на друга. Использование пружины в качестве упругого элемента в передаче с зафиксированными от собственного вращения зубчатыми венцами сателлита имеет недостаток, заключающийся в том, что при уменьшении вылета сателлита (увеличении передаточного отношения передачи) силы в зацеплении увеличиваются и, соответственно, замыкающее усилие должно возрастать, но при использовании замыкающей пружины сжатия создаваемое ей замыкающее усилие уменьшается. С целью частичного нивелирования этого недостатка могут быть рассмотрены три варианта конструктивного выполнения пружины сжатия.

Однако использование силового замыкания требует отказа от эвольвентного зацепления, потому что в этом случае реализуется двухпрофильный контакт боковых поверхностей зубьев и резко возрастает сила трения в зацеплении. В качестве альтернативы эвольвентному зацеплению могут быть рассмотрены зацепление Новикова, зацепление Гребенюка и циклоидально-цевочное зацепление. Широкое использование последнего до недавнего времени сдерживалось несовершенством технологической базы для его изготовления, но с ее успешным развитием, позволяющим изготавливать даже косозубое исполнение зацепления, предпочтение следует отдавать именно циклоидально-цевочному зацеплению.

Полученная таким образом передача реализует все фундаментальные и конструктивные принципы построения передачи с плавнорегулируемым передаточным отношением при удовлетворительном упрощении ее конструкции.