

УДК 62-233.3/9
ПЛАВНОРЕГУЛИРУЕМАЯ ПЛАНЕТАРНАЯ ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА:
НАСКОЛЬКО ЭТО АКТУАЛЬНО

А. М. ДАНЬКОВ, А. З. ИОФФЕ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Традиционно в машиностроении значительное внимание уделяется планетарным (и не только зубчатым) передачам, область применения которых, непрерывно расширяется. Это связано с тем, что требования к снижению массы и габаритов машин наиболее полно удовлетворяют именно планетарные передачи за счет распределения нагрузки среди нескольких сателлитов и рационального использования внутреннего зацепления, обладающего (в эвольвентных зубчатых передачах) повышенной плавностью и нагрузочной способностью. Благодаря своим особенностям они нашли применение в автоматических коробках передач автомобилей, а также в плавнорегулируемых гибридных трансмиссиях транспортных средств.

В последние годы в Белорусско-Российском университете ведется работа по созданию плавнорегулируемых зубчатых передач на базе составных полисекторных зубчатых колес. Конструкция двухколесной планетарной передачи является наиболее привлекательной для реализации принципа фрагментации применительно к центральному зубчатому колесу этой передачи или ее сателлиту, вылет которого относительно оси передачи (радиус водила) меняется в обоих случаях. Сложными, но вполне разрешимыми проблемами такой передачи являются балансировка сателлита, съём вращения с сателлита (центрального зубчатого колеса) и синхронизация перемещений подвижных элементов передачи при регулировании передаточного отношения. Решение указанных проблем для модификации передачи с составным сателлитом представляется более сложным, поэтому совершенствование конструкции и теоретические исследования в дальнейшем выполнялись только для второй модификации – с составным центральным зубчатым колесом.

В зависимости от соотношения чисел зубьев z_{cam} сателлита и $z_{цзк}$ в передаче могут быть реализованы три режима работы:

- единичного преобразования – при $z_{цзк} = 2z_{cam}$;
- мультипликации – при $z_{цзк} > 2z_{cam}$;
- редукции – $z_{cam} + 1 \leq z_{цзк} \leq 2z_{cam}$.

Мгновенное передаточное отношение в плавнорегулируемой планетарной передаче определяется так же, как и в классической двухколесной передаче, а диапазон ее регулирования может быть доведен до 40 при приемлемых размерах.

Проблема балансировки цельного двухпоточного сателлита, отсутствие приемлемого решения, которой делает невозможным практическое ис-

пользование передачи, решается с помощью основного и дополнительного противовесов, причем основной противовес служит для статической балансировки, а дополнительный противовес уравнивает динамический момент дисбалансов сателлита и основного противовеса. При перемещениях сателлита, связанных с регулированием передаточного отношения, противовесы совершают идентичные перемещения, но в противоположных направлениях.

Съем вращения с сателлита классической двухколесной передачи осуществляется механизмом параллельных кривошипов, что неприемлемо для плавнорегулируемой передачи. Для съема вращения с ее сателлита предложено несколько вариантов дополнительных передач (планетарная, цепная, карданная) и вариант с кулачково-дисковой муфтой. При наличии несомненных конструктивных отличий, все эти технические решения практически равноправны для реализации.

В рассматриваемой передаче и сами перемещения сателлита и секторов центрального зубчатого колеса, и синхронизация этих перемещений осуществляются с помощью механических передач – кулачковых или зубчато-реечных, используемых для перемещений, и зубчатых, используемых для синхронизации. При этом в кинематических цепях синхронизации перемещений обязательно наличие замыкающей и управляющей планетарных передач, зубчатые колеса которых имеют одинаковые числа зубьев, а сателлиты установлены на одном вращающемся водиле. Это усложняет конструкцию механизма регулирования передаточного отношения, особенно в случае выполнения передачи с ведомым центральным зубчатым колесом. Избежать указанных сложностей представляется возможным путем использования устройств гидроавтоматики, когда сателлит и сектора центрального зубчатого колеса будут получать перемещения от собственных гидродвигателей. При этом выбор типа гидродвигателей будет накладывать свой отпечаток на конструкцию и качество функционирования передачи.

Примером использования планетарной плавнорегулируемой передачи, помимо напрашивающегося применения ее в качестве автоматической плавнорегулируемой коробки передач транспортного средства, может служить привод грузоподъемного механизма, например, лифта. Привод основан на использовании асинхронного двигателя с постоянной частотой вращения в одном направлении. При интенсивной работе двигатель может оставаться включенным постоянно. Реверсирование движения кабины и ее неподвижность при работающем двигателе осуществляются вспомогательной планетарной передачей благодаря поочередному торможению ее звеньев, аналогичной передаче, используемой в автоматических коробках передач транспортных средств. Уменьшение скорости кабины при подходе к остановке осуществляется собственно плавнорегулируемой планетарной двухколесной передачей, принцип действия которой описан выше. В грузовых лифтах (подъемниках) с помощью планетарной плавнорегулируемой передачи может регулироваться скорость подъема кабины (груза) в зависимости от их массы, обеспечивая оптимальную загрузку двигателя по мощности.