

УДК 621.833.68  
О КАЧЕСТВЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЕРЕДАТОЧНОГО ОТНОШЕНИЯ  
ПЛАНЕТАРНОЙ ПЛАВНОРЕГУЛИРУЕМОЙ ПЕРЕДАЧИ  
А. М. ДАНЬКОВ, Е. О. ЧУКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Регулированием передаточного отношения называют принудительное изменение параметров передачи, в данном случае, зубчатой планетарной, с целью регулирования скорости движения рабочих органов машин и механизмов. Это понятие подразумевает также сохранение данного значения передаточного отношения в течение заданного промежутка времени.

Среди плавнорегулируемых механических передач наиболее перспективными являются передачи зацеплением, в которых силы взаимодействия элементов передачи движения нормальны к контактирующим поверхностям, причем плавнорегулируемая зубчатая передача может быть образована колесами с изменяемым условным начальным диаметром.

Качество регулирования передаточного отношения передачи можно характеризовать следующими основными количественными показателями:

- диапазоном регулирования, определяемым как отношение максимального значения передаточного отношения  $i_{\max}$  к минимальному  $i_{\min}$ ;
- плавностью регулирования, определяемой числом получаемых в данном диапазоне значений передаточного отношения – с их увеличением плавность регулирования возрастает;
- экономичностью регулирования, определяемой капитальными и эксплуатационными затратами на изготовление и обеспечение функционирования передачи;
- стабильностью сохранения заданного передаточного отношения (плавностью хода).

Текущее значение  $i_{\text{тек}}$  передаточного отношения передачи определяется текущим значением условного начального диаметра составного центрального зубчатого колеса, представляющего собой начальный диаметр такого цельного зубчатого колеса, называемого условным центральным зубчатым колесом, к которому делительные дуги всех зубчатых секторов реального центрального зубчатого колеса будут касательными. Число зубьев  $z_{\text{уцк}}$  этого колеса определяется как отношение условного начального диаметра к модулю зацепления. В соответствии с принципом действия передачи, начальный диаметр ее условного центрального зубчатого колеса может принимать любое значение в интервале от минимального до максимального значения, которым соответствуют значения числа зубьев от  $(z_{\text{уцк}})_{\min}$  до  $(z_{\text{уцк}})_{\max}$ , следовательно, и условное число зубьев  $z_{\text{уцк}}$  может приобретать любое (в том числе и дробное значение). Легко видеть, что при

числе зубьев сателлита  $z_{cat} = 32$ , вполне приемлемо значение разности  $(z_{уцк})_{мин} - z_{cat} = 2$  и  $(z_{уцк})_{макс} = 64$  (что соответствует единичному преобразованию), передача обеспечивает диапазон регулирования  $D = 16$ . То есть планетарная плавнорегулируемая передача имеет более чем удовлетворительные значения двух первых показателей качества регулирования. Показатель экономичности регулирования у этой передачи не хуже, чем у существующих фрикционных передач, так как они могут иметь близкие по принципу действия и конструкции механизмы регулирования передаточного отношения. Последний показатель необходимо рассматривать в тесной связи с одним из главных требований, предъявляемых к любой передаче – плавностью хода, которая обеспечивается строгим постоянством установленного передаточного отношения  $i_{тек}$  в течение заданного времени.

ГОСТ 1643-81 «Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски» устанавливает следующие нарушающие плавность хода составляющие максимальной суммарной кинематической погрешности зубчатой передачи, обусловленной всеми неточностями изготовления зубчатых колес:

- составляющая, проявляющаяся за один оборот и обусловленная биением зубчатого венца (эксцентриситета) и накопленной ошибкой окружного шага;
- составляющая, проявляющаяся с зубцовой частотой и обусловленная разностью соседних окружных шагов и отклонениями профиля зубьев от идеального.

Эти погрешности вызывают периодические колебания передаточного отношения передачи относительно его среднего значения и их проявления нивелируются повышением точности изготовления зубчатых колес и сборки передачи. В планетарной плавнорегулируемой передаче сюда добавляются погрешности, вызванные, во-первых, некратностью окружного шага секторов центрального зубчатого колеса окружному шагу зубьев, периодически проявляющиеся в зонах пересопряжения секторов центрального зубчатого колеса, и, во-вторых, отклонением положения всех зубьев секторов, кроме центрального, от номинального (при всех значениях передаточного отношения передачи, кроме минимального), причем суммарное влияние этих факторов на величину погрешностей имеет тенденцию к увеличению по мере изменения передаточного отношения передачи от минимального значения к максимальному. Это увеличение носит не монотонный, а циклический характер и определяется числом зубьев условного центрального зубчатого колеса. Поскольку устранить погрешность угла поворота сателлита не представляется возможным, необходимо нейтрализовать результат ее проявления – повышенную внутреннюю динамику передачи, что предполагает наличие в силовой кинематической цепи передачи упругой связи ее элементов, а именно, зубчатых венцов сателлита.