

УДК 62-233.3/9

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ
ПЛАНЕТАРНОЙ ПЛАВНОРЕГУЛИРУЕМОЙ ПЕРЕДАЧИ
С ЦИКЛОИДАЛЬНЫМ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ

С. А. ДОРОШКОВ, С. В. ИЛЬЮШИН

Научный руководитель А. М. ДАНЬКОВ, д-р техн. наук, доц.
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Циклоидальное зацепление появилось задолго до эвольвентного, и в основном применялось (как и сейчас) в часовой промышленности. В машиностроении циклоидальное зацепление в основном применяется в виде цевочного зацепления и колес Рута. Основными преимуществами циклоидального зацепления при сравнении с эвольвентным являются: меньший износ колес; большой коэффициент перекрытия; в ускорительной передаче угол давления меньше, чем в эвольвентном зацеплении; разность числа зубьев колес для внутреннего зацепления может быть равной единице.

Однако качество циклоидального зацепления сильно зависит от точности межосевого расстояния, что, несмотря на очевидные достоинства, до некоторых пор делало это зацепление неостребованным. В крупногабаритных передачах внутреннего цевочного зацепления цевками снабжается то колесо, которое должно было бы иметь внутренние зубья. Это упрощает изготовление, поскольку при этом отпадает необходимость в долблении колеса внутреннего зацепления крупного габарита. Профили зубьев размещаются при этом на окружностях, смещенных по отношению к центроидам, что дало повод такое цевочное зацепление назвать внецентроидным. При выполнении цевочного зацепления внецентроидным повышается скорость скольжения профилей, однако, несмотря на удаление профилей зубьев от мгновенного центра вращения колес, скорости скольжения профилей остаются малыми.

Принципы функционирования и конструирования плавнорегулируемых зубчатых передач на базе составных эвольвентных зубчатых колес также можно признать сформировавшимися и получившими свое наиболее эффективное воплощение в двухколесной планетарной передаче, которая включает двухпоточное составное центральное зубчатое колесо, состоящее из шести зубчатых секторов, и двухпоточный сателлит. Характерным недостатком этих передач является кинематическая погрешность, не в последнюю очередь определяемая отклонением положения зубьев зубчатых секторов, расположенных по обе стороны центрального зуба, от номинального положения. Эта погрешность усугубляется специфической формой эвольвентного зуба, при которой его высота больше поперечных размеров, даже у скорректированных зубьев. Компоновка же планетарной плавнорегулируемой передачи с циклоидально-цевочным зацеплением будет отличаться от аналогичной компоновки передачи с эвольвентными зубчатыми колесами только конст-

руктивным исполнением зубчатых венцов секторов центрального зубчатого колеса и сателлита.

В соответствии с этим основополагающим положением компоновка на базе циклоидально-цевочного зацепления плавнорегулируемая передача будет иметь составное центральное зубчатое колесо, состоящее из 6-ти секторов, имеющих 5 цевок каждый, что должно обеспечить приемлемый диапазон регулирования передаточного отношения. Приняв это положение за основу, можно составить упрощенный алгоритм определения основных параметров передачи, обеспечивающих требуемое качество взаимодействия зубчатых венцов сателлита и секторов центрального зубчатого колеса, принадлежащих различным силовым потокам.

Прежде всего, необходимо задаться радиусом окружности центров цевок (условной начальной окружности) условного центрального зубчатого колеса при минимальном вылете его секторов и числом цевок, как правило, кратном 3. Это позволит определить такие параметры, как шаг цевок и его отношение к числу π (условный модуль зацепления). Число зубьев сателлита будет на единицу меньше принятого числа цевок, а радиус цевки может быть принят равным условному модулю зацепления, деленному на 1,3...1,7. Далее в соответствии с приведенными в литературе рекомендациями представляется возможным определить радиус начальной окружности сателлита и величину эксцентриситета начальных окружностей сателлита и условного центрального зубчатого колеса.

При максимальном вылете зубчатых секторов центрального зубчатого колеса кинематическая погрешность передачи с циклоидально-цевочным зацеплением должна определяться, как и в эвольвентной передаче, точностью изготовления.

При взаимодействии сателлита с секторами центрального зубчатого колеса при их минимальном вылете будет возникать предположительно наибольшая по величине кинематическая погрешность передачи, которая будет определяться не максимальным боковым зазором, а его минимальным значением, что свидетельствует о потенциально более высокой кинематической точности циклоидально-цевочной передачи по сравнению с эвольвентной.

Геометрия секторов центрального зубчатого колеса предельно проста, а координаты точек центрового профиля (координаты центра цевки, взаимодействующей с профилем зуба сателлита) определяются по формулам, также приведенным в литературе. Полученные таким образом размеры позволили по выполненным компоновке и чертежам деталей планетарной плавнорегулируемой передачи с циклоидально-цевочным зацеплением изготовить ее макет, опробование которого подтверждает правильность теоретических оценок ее эксплуатационных характеристик.