

УДК 621.833

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛНОВЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ В ПРИВОДАХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Суслин А.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва
(национальный исследовательский университет), г. Самара

В волновой передаче (ВЗП) преобразование движения осуществляется путем деформирования гибкого звена. При контакте гибкого колеса с жестким по гребням волн окружные скорости волновых перемещений сообщаются жесткому колесу (или гибкому), как ведомому звену передаточного механизма.

В волновой передаче достигается большое передаточное число ($U \geq 80$), что является одним из главных преимуществ применения их в летательных аппаратах. При небольших габаритах электродвигателя и его небольшом вращающем моменте, но при очень высокой частоте вращения достигается требуемая мощность. При этом на выходном звене достигается достаточно большой вращающий момент. Другим преимуществом ВЗП, определяющей ее нагрузочную способность, является одновременное зацепление многих зубьев (многопарность).

В качестве генератора движения лучше всего подходит кулачковый, сохраняющий заданную форму деформирования под нагрузкой и позволяющий обеспечивать заданную многопарность. Для уменьшения трения между кулачком и гибким колесом располагается гибкий подшипник.

В качестве профиля зуба используется эвольвентный, как наиболее технологичный и обеспечивающий хорошее зацепление. При числе зубьев ($z > 100$) форму эвольвентного зуба можно принять трапецеидальным. Это необходимо для составления картины зацепления. Самое опасное для этого случая – интерференция зубьев, которая не должна допускаться. Интерференция приводит к очень быстрому выходу из строя передачи. Для этого необходимо составить программу для ЭВМ и просмотреть картину зацепления в большом увеличении. При этом можно выбрать величину зазора между зубьями и коэффициенты смещения исходного производящего контура. По этой программе можно учесть точности изготовления зубьев на картину зацепления, можно учесть погрешности при изготовлении профиля кулачка и их влияние на работу ВЗП.

Но на работу ВЗП влияют и другие факторы, трудно учитываемые в программе. Это контактная податливость гибкого подшипника, кулачка генератора волн, упругая деформация зубьев жесткого колеса и т.д. Поэтому необходим специальный диагностический стенд, с помощью которого можно было бы определить зоны одновременно контактирующих зубьев для данного уровня вращающего момента. Зная эти зоны можно определить усилия в зацеплении. Силы в зацеплении зубьев можно определить тензометрированием, при этом чем больше сила, тем больше величина перемещений зубьев гибкой оболочки. Обычно берется 36 точек через 10 градусов.

Однако, зная распределение усилий в ВЗП и построив картину зацеплений, это не гарантирует качественной работы передачи. Это может быть связано с заклиниванием вследствие некачественной сборки (слишком большие натяги), с проскоками генератора волн (из-за высокой податливости звеньев передачи под нагрузкой), с угловым перекосом гибкого и жесткого колес и генератора волн, который может сопровождаться интерференцией.

Поэтому для оценки работоспособности, надежности ВЗП необходимы испытания на стенде под нагрузкой. Так же при испытаниях можно определить фактическое значение КПД, который зависит от передаточного числа и от нагрузки. Обычно в ВЗП имеет максимум при некотором значении нагрузки. Необходимо при испытаниях проверить прочность гибкого колеса, потому что в ВЗП это часто является слабым звеном. Износ зубьев при правильно выбранной геометрии зацепления, материале, термообработке и хорошей смазке практически не ограничивает срок службы передачи.