

УДК 621.833

Г.И.Янгузов (5 курс, СПбГУ ИТМО), Ю.С.Монахов, асп., Е.В.Шалобаев, к.т.н., доц.

НОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТОЧНОСТИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС И ПЕРЕДАЧ: ВРЕМЕННЫЙ КОМПРОМИСС

Существующая система нормирования параметров точности зубчатых колес и передач действует уже более полувека. Серьезная модификация произошла в начале 1970-х. Стандарты ввели следующее положение: «Точностные требования установлены ... для зубчатых колес, находящихся на рабочих осях. В чертеже требования к точности зубчатого колеса допускается устанавливать относительно другой оси (например, оси отверстия под вал), которая может не совпадать с рабочей осью». Переход к нормированию параметров точности относительно рабочей оси нарушал общую систему стандартизации, но соответствовало идее комплексного контроля. Считалось, что если сама система контроля точности техпроцесса обеспечивает требуемую точность при изготовлении и сборке зубчатых колес, то непосредственный их контроль, а так же контроль передач по всем показателям установленного контрольного комплекса не является обязательным.

Двойственность ГОСТ в определении объекта стандартизации (его можно использовать и для передачи, и для колеса), привела к появлению отраслевых стандартов, нормировавших как отдельно взятые зубчатые колеса, так и методики по расчету погрешностей передач и кинематических цепей с учетом погрешностей монтажа. Однако дальнейшая связь с действующим стандартом не была предусмотрена, что нарушало стройность нормирования параметров. Позднее появился ГОСТ 2098-75, который нормировал расчет точности кинематических цепей и базировался на ГОСТ 1643 и 9178, но фактически закрепивший практику использования указанных выше стандартов для отдельно взятых колес, хотя отмены возможности использования рассматриваемых стандартов для передач не последовало. Новый пересмотр указанной НД состоялся в 1981-82 годах, но существенных изменений не произошло.

Все вышесказанное послужило причиной появления работы [1], в которой впервые была дана развернутая критика существующей системы стандартов и предложены некоторые перспективы развития НД. Резюмируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что необходимо: 1) разработать один стандарт на параметры точности колес всех видов относительно базовой оси, причем геометрию колеса должны характеризовать однозначно независимые параметры, не связанные с технологией обработки; 2) ввести стандартные методики расчета параметров точности передач и кинематических цепей (с учетом условий эксплуатации), т.е. создавать стандартные методы решения прямой задачи точности; 3) разработать рекомендации, определяющие уровни соответствия параметров точности элементов передач (зубчатых венцов, валов, подшипников, корпусов и т.д.); 4) провести стандартизацию вероятностных расчетов для установления связи между законами (характеристиками) распределения первичных погрешностей элементов передач и характеристиками функциональных показателей точности самих передач; 5) стандартизовать расчет бокового зазора на основании проведения широких экспериментальных работ ввиду недостаточности и противоречивости имеющихся рекомендаций, также учитывая условия эксплуатации; 6) разработать НД для некоторых видов зубчатых колес, у которых она вообще отсутствовала; 7) выразить комплексные погрешности в виде совокупности типовых структурных составляющих: отклонения размеров, формы, расположения поверхностей обрабатываемых колес.

Однако, учитывая, что переработка стандарта, а тем более его концепции, дело длительное, а пользоваться стандартами необходимо уже сегодня, предлагается следующий алгоритм расчетов. Для решения обратной задачи точности порядок расчета таков [3]. По действующим стандартам в соответствии с заданной степенью точности передачи определяют величины допусков параметров, затем, определив монтажные погрешности (по ряду методик), вновь обращаются к стандарту и определяют возможность изготовления отдельно взятого колеса.

Пример расчета. Необходимо спроектировать зубчатую передачу 8 степени точности с модулем 0,5мм и числами зубьев шестерни - 20 и колеса -100. Из ГОСТ 9178 находим допуски на радиальное биение соответственно 19 и 28мкм. Принимая 0 класс точности шарикоподшипника (допуск на радиальное биение дорожки качения 10мкм при диаметрах валов от 2,5 до 10мм, для определенности примем диаметр вала - 3мм). В случае межопорного расположения колеса получаем допуски на радиальное биение отдельно взятых колес соответственно 9 и 18мкм. По таблице ГОСТ определяем, что для изготовления указанных колес подходят значения 7 и 16мкм, которые соответствует 5 и 6 степеням точности. В этом случае наглядно видна разница в степенях точности колес в передаче одной степени точности. Правда, в этом случае можно повысить требования к точности опор до 6-го класса, при котором биение опор снизится до 6мкм, оставляя на изготовление 13 и 22мкм. При этом условии степени точности отдельно взятых колес могут быть 6-й и 7-й, соответственно. В случае односторонней консоли с расстоянием между средними плоскостями опор - 9мм (соответствует нижнему значению рекомендации 3-4 диаметра вала). Выберем поджим шарикоподшипника узкой ступицей колеса, при этом расстояние между средними плоскостями колеса и ближайшей к нему опорой равно (при ширине венца 2мм). Влияние биения опор, переведенное в плоскость колес, составляет почти 17мкм, оставляя на изготовление колес соответственно 2 и 11мкм. При этом колеса придется выполнять по 3 и 5 степеням точности. Правда, есть возможность повысить класс точности подшипника до 6-го. Тогда соответствующее биение опор снизится до 10мкм, оставляя допуски на радиальное биение колес 9 и 18мкм (табличные значения 7 и 16мкм). В этом случае отдельные колеса можно выполнить по 5 и 6 степеням точности. Анализируя результаты видно, что для опор повышение класса точности приводит к небольшому запасу по точности. При консольном расположении можно увеличить и расстояние между опорами 12мм. В этом случае влияние биения опор 0 класса точности составит 15мм, и колеса можно выполнить по 4 и 5. И если в этом случае повысить класс точности опор, то биение снизится до 9мкм. Следовательно, колеса можно будет выполнить по 6-м степеням.

Для решения прямой задачи точности задаются степенью точности отдельно взятого колеса, нормируемого по стандарту, затем по указанным методикам рассчитывают монтажные погрешности и по действующей НД определяют степень точности колеса на рабочей оси в передаче (т.е. проводят паспортизацию передачи).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Тимофеев Б.П., Шалобаев Е.В. Состояние и перспективы нормирования точности зубчатых колес и передач // Вестник машиностроения. - 1990. - №12. - С.34-36.
2. Шалобаев Е.В. Нормирования параметров точности зубчатых колес и передач: выбор новой концепции // Проблемы совершенствования передач зацеплением. - Ижевск-Москва: ИжГТУ, 2000. - С.149-157.
3. Шалобаев Е.В., Монахов Ю.С., Емельянов А.В. Методика определения степени точности зубчатых колес в передаче по нормам кинематической точности с учетом погрешностей изготовления и монтажа деталей // Современные направления приборостроения, информационных и гуманитарных наук. Сборник научных трудов Том 2. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2004. С.21-26.