

ЛИТЕРАТУРА

1. Общий алгоритм связи деталей и технологических процессов / Мисевич В.С., Гришаев А.Н., Климентьев А.Л. // Совершенствование технол. процессов и орг. про-ва в легкой пром-сти и машиностр. Сб. ст. —Витебск: ВГТУ, 1997. —С. 114—116.
2. Гришаев А.Н. Исследование обобщенных параметров процесса деталиобразования и разработка гибкого оборудования, работающего на новых принципах: Отчет о НИР ГБ-97-241 (заключительный) / ВГТУ; Рук. В.С. Мисевич; № ГР 19971227. —Витебск, 1998. —119 с.

УДК 621.833

М. М. Кане

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС С ЦЕЛЮ ДОСТИЖЕНИЯ ИХ ТРЕБУЕМОЙ ТОЧНОСТИ

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Одним из эффективных методов обеспечения качества деталей машин при их изготовлении является использование при проектировании процессов их обработки закономерностей формирования параметров качества деталей на различных операциях их изготовления. Основными параметрами качества цилиндрических зубчатых колес являются показатели точности зубьев и базовых поверхностей (посадочного отверстия и торцов венцов). Показатели точности зубьев формируются при их нарезании. На последующих операциях обработки зубьев их точность существенно зависит от исходных значений на предшествующей операции. До 54 % дисперсии отдельных параметров качества готовых колес, прошедших операции шевингования, ХТО, зубохонингования или зубообкатки формируется при зубонарезании цилиндрических шестерен [3]. Такие же зависимости характерны и для показателей точности базовых поверхностей цилиндрических шестерен на различных операциях их обработки. Степень изменения показателей точности зубьев и базовых поверхностей шестерен зависит от вида процесса обработки и состояния оборудования. Управление значениями показателей точности зубьев цилиндрических шестерен при зубофрезеровании при заданной точности и жесткости элементов ТС возможно путем изменения точности базовых поверхностей шестерен. Точность базовых поверхностей заготовок цилиндрических шестерен при зубофрезеровании обуславливает до 80 % дисперсии отдельных показателей точности зубьев после данной операции [1].

Степень влияния точности различных базовых поверхностей цилиндрических шестерен на показатели точности зубьев зависит от соотношения размеров колес. Указанные взаимосвязи были учтены нами при стандартизации разработки технологических процессов изготовления цилиндрических шестерен. Предложенные методы проектирования и соответствующие рекомендации позволяют разработать технологические процессы, обеспечивающие требуемую точность цилиндрических шестерен с учетом конструкций колес и состояния оборудования для их обработки.

С 01.07.2001г. в Республике Беларусь действует Государственный стандарт Республики Беларусь СТБ 1251-2000 «Колеса зубчатые цилиндрические. Методы проектирования технологических процессов изготовления». Требования стандарта являются рекомендуемыми. Он распространяется на эвольвентные насадные цилиндрические зубчатые колеса и колеса — валы с модулем $m = 3,0-6,3$ мм, делительным диаметром до 400 мм, имеющим 5-12 степени точности по чертежу готовой детали по ГОСТ 1643-81. Стандарт не регламентирует конструктивные исполнения и требования к точности готовых зубчатых колес.

Настоящий документ — практически первый опыт стандартизации технологического проектирования вообще и проектирования процессов изготовления цилиндрических зубчатых колес в частности. Его задача — облегчение и повышение качества разработки технологических процессов изготовления цилиндрических шестерен, повышение надежности этих процессов по обеспечению требуемой точности шестерен.

В основу данного стандарта положены некоторые результаты наших исследований [1, 2, 3], а также передовой отечественный и зарубежный опыт в области обработки цилиндрических зубчатых колес.

Исследования пооперационного изменения показателей точности базовых поверхностей (посадочного отверстия и опорного при зубофрезеровании торца венца) и зубьев цилиндрических шестерен показали:

1. Изменения показателей точности на основных операциях обработки базовых поверхностей и зубьев носят закономерный характер, т.е. имеет место явление технологического наследования точности обработки.

2. Зависимости показателей точности указанных поверхностей после основных операций от их исходных значений с достаточной точностью могут быть описаны полиномом первой степени.

Исследования влияния точности базовых поверхностей цилиндрических шестерен на точность зубьев при зубонарезании показали:

1. Показатели точности базовых поверхностей заготовок оказывают совместное влияние на показатели кинематической точности и контакта зубьев при зубонарезании.

2. Указанные взаимосвязи с достаточной точностью могут быть описаны полиномом первой степени.

Поскольку наши исследования охватили широкий круг условий обработки, типоразмеров колес (было обработано и измерено 65 партий колес в производственных

условиях и 20 партий колес в лабораторных условиях), это позволило получить научно обоснованные рекомендации по проектированию процессов изготовления цилиндрических зубчатых колес.

Стандарт позволяет последовательно решить следующие задачи:

1. Выбрать маршрут обработки зубьев цилиндрических шестерен.
2. Выбрать требования к точности зубьев на промежуточных операциях их обработки.
3. Выбрать требования к точности базовых поверхностей зубчатых колес на операции зубонарезания.
4. Выбрать маршрут обработки базовых поверхностей зубчатых колес.
5. Выбрать требования к точности базовых поверхностей зубчатых колес на промежуточных операциях обработки этих поверхностей.

Перечисленные задачи взаимосвязаны. Результаты решения предыдущей задачи являются исходными данными для решения последующей задачи.

Выбор вспомогательных операций обработки базовых поверхностей и зубьев цилиндрических шестерен (снятие фасок, закругление торцов зубьев, мойка, контроль и т. п.), а также операций обработки и точности других поверхностей зубчатых колес может производиться с учетом рекомендаций справочных пособий по обработке зубчатых колес [4, 5].

Выбор маршрутов обработки зубьев и базовых поверхностей цилиндрических шестерен в соответствии со стандартом производят из условия (1):

$$K_{\text{из.об.}} \leq \prod_{i=1}^m K_{\text{из.}i}, \quad (1)$$

где $K_{\text{из.об.}}$ — общий коэффициент изменения параметра при реализации технологического процесса; $K_{\text{из.}i}$ — коэффициент изменения данного параметра на i -ой операции; m — число операций технологического процесса, на которых происходит обработка поверхности, характеризуемой данным параметром качества;

$$K_{\text{из.об.}} = d_{\text{заг.}} / d_{\text{сл.}}, \quad (2)$$

где $d_{\text{заг.}}$ — допуск на данный параметр качества в заготовке или на первой операции, где возникает поверхность (например, зубья колеса), которую характеризует данный параметр качества; $d_{\text{сл.}}$ — служебный допуск на данный параметр по чертежу готового зубчатого колеса;

$$K_{\text{из.}i} = d_{i-1} / d_i, \quad (3)$$

где d_{i-1} и d_i — допуски на данный параметр качества на предшествующей ($i-1$) и данной (i) операциях, которые могут быть обеспечены рассматриваемыми методами обработки.

По чертежам заготовки, готового зубчатого колеса, а также учитывая возможность процесса зубофрезерования колеса в данных условиях технолог определяет значения $K_{\text{на.об}}$ для важнейших параметров базовых поверхностей и зубьев шестерни и с помощью приведенных в стандарте значений $K_{\text{на.1}}$ для основных операций обработки базовых поверхностей и зубьев выбирает маршруты обработки этих поверхностей, позволяющие соблюсти условие (1). В стандарте приведены значения $K_{\text{на.1}}$ для 11 показателей точности зубьев на 8 операциях их обработки, а также для 5 параметров точности базовых поверхностей колес на 16 операциях обработки этих поверхностей. Выбор $K_{\text{на.1}}$ для 3-х показателей точности зубьев колес при ХТО (нитроцементации и цементации) уточняется с учетом особенностей конструкции колеса по номограммам. При решении большинства задач стандарт позволяет учесть состояние металлорежущего оборудования.

Исходя из принятого маршрута обработки зубьев с помощью соответствующих таблиц, производится выбор требований к точности зубьев колес на промежуточных операциях. Таблицы содержат рекомендации для 4-х основных показателей точности и 7 операций их обработки.

Учитывая установленную точность зубьев колеса после зубонарезания, производят выбор требований к точности базовых поверхностей зубчатых колес на операции зубонарезания. Для этого можно использовать приведенные в стандарте расчетные эмпирические зависимости или полученные с их помощью таблицы.

Затем производят выбор маршрута обработки базовых поверхностей колес. Эту обработку рекомендуется разделить на два этапа:

1. До операции зубонарезания колеса.
2. После упрочнения зубчатого колеса, если эта операция предусмотрена.

В обоих случаях выбор маршрута производится по условию (1). Для первого этапа обработки базовых поверхностей требования к их точности при зубонарезании являются служебными допусками, для второго этапа — допусками в заготовке.

Для выбранных маршрутов обработки базовых поверхностей зубчатых колес с помощью таблиц производится выбор требований к точности базовых поверхностей на промежуточных операциях их обработки.

Стандарт снабжен 7-ю приложениями, содержащими примеры решения всех рассмотренных в стандарте 5-и задач по проектированию процессов изготовления цилиндрических зубчатых колес, а также рекомендации по выбору оборудования, оснастки, методов зубообработки и других элементов технологических процессов обработки цилиндрических шестерен.

Как показывает опыт практического использования данных рекомендаций, их применение позволяет на 20-40 % повысить точность зубчатых колес, на 30-50 % снизить потери от брака, на 10-15 % уменьшить расходы на промежуточных операциях обработки колес.

Заказать СТБ 1251-2000 можно в БелГИСС по адресу: РБ, 220113, г.Минск, ул. Мележа, 3.

Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Редукторостроение России» (28.05-31.05. 2002 г., Санкт-Петербург) рассмотрев содержание и опыт применения данного стандарта Республики Беларусь, признала целесообразным разработку на его основе подобного Межгосударственного стандарта для Российской Федерации и других стран СНГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кане М.М., Яковлев Г.М., Алешкевич И.Л. Вероятностно-статистический анализ влияния базовых поверхностей заготовок цилиндрических зубчатых колес на точность зубообработки.// Вестник машиностроения. 1974. №10. С. 46-50.
2. Кане М.М. Точность отверстий и торцов венцов цилиндрических зубчатых колес при механической обработке.// Вестник машиностроения. 1987. №6. С. 50-52.
3. Кане М.М. Выбор рациональной точности цилиндрических зубчатых колес на различных операциях их обработки.// Вестник машиностроения. 1996. №8. С. 3-8.
4. Производство зубчатых колес: Справочник. Под общ. ред. Б.А.Тайца. —М.: Машиностроение, 1990. —464 с.
5. Технология производства и методы обеспечения качества зубчатых колес и передач: Учебное пособие. Под общ. ред. В. Е. Старжинского и М.М. Кане. —Мн.: УП «Технопринт», 2003. —750 с.

УДК 621.01

А. Л. Климентьев, В. С. Мисевич

КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ГРУППЫ ПРИ ВЫБОРЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ИЗГОТОВЛЕНИЯ

*Витебский государственный технологический университет
Витебск, Беларусь*

Выбор технологического метода изготовления деталей составляет одну из задач проектирования технологических процессов и относится к этапу макропроектирования. В настоящее время выбор технологического метода осуществляется на основании ряда рекомендаций, не формализован и зависит от опыта проектанта. В ряде случаев это выбор настолько широк, что его оптимизация становится практически неразрешимой задачей, и подчас определяется лишь парком имеющегося на предприятии технологического оборудования и решается ценой дорогостоящих производственных экспериментов. [1]