

УДК 621.9.06 – 529.08

М.Г Косов, проф., докт. техн. наук, А.П Кузнецов, доц., канд. техн. наук, А.Д. Салдадзе, канд. техн. наук, ГОУ ВПО МГТУ «Станкин», e-mail:stankin-okm@yandex.ru

20. Собственные и контактные деформации в оценке точности.

Предложена модель точности, учитывающая как детерминированный, так и стохастический подход. Показатели точности определяются конструктивными элементами деталей, входящих в размерную цепь, а связи характеризуют особенности взаимодействия между конструктивными элементами. Разработаны требования к программным комплексам для определения показателей точности с учётом геометрических, упругих и контактных деформаций и характеристик.

Own and contact deformation in assessing the accuracy

The model takes into account the accuracy of both deterministic and stochastic approach. Indicators of accuracy of defined structural elements of detail included in the dimensional chain, and communication characterize the features of the interaction between structural elements. To determine the accuracy of performance, taking into account the geometric, elastic and contact deformations and the characteristics of the developed software systems.

При передаче усилий и моментов в механизмах возникает цепь силовых звеньев. В этой цепи усилия передаются через рабочие объемы и рабочие контактирующие поверхности. Возникает силовая связь между двумя смежными (стыкуемыми) поверхностями, принадлежащими к разным объемам.

Сочетание двух контактирующих объемов можно представить как элементарную связь. Такая связь состоит из двух частей, одни части внутренние (объемные) и вторые граничные (контактные). При этом свойства всей цепи звеньев всегда определяются свойствами этих элементарных связей. Объемные и граничные (поверхностные) связи чередуются в цепи звеньев и поэтому свойства их комбинаций определяют свойства общей связи цепи такие как точность, жесткость, прочность, виброустойчивость, теплостойкость и т.д. Показателем качества машины, достижение и обеспечение которого вызывает наибольшие трудности и затраты в процессе создания и особенно в процессе изготовления машины является точность.

Показатели, характеризующие точность оцениваются на основе размерного анализа, разработанного Б.С.Балакшиным [1].

Следует отметить, что размерный анализ осуществляется в векторной форме и сводится к определению положения относительно друг друга систем координат,

построенных на конструктивных элементах и связанных с ними матриц перехода от одной системы координат к другой.

Выбор способа задания координатных систем целесообразно осуществлять следующим образом.

Локальные системы координат задаются на треугольных элементах, привязанных к поверхности конструктивного элемента детали размерной цепи так, что координаты узлов треугольных элементов задаются в базовой глобальной системе координат.

Далее определяются малые возмущения и деформации систем координат, обусловленные влиянием как геометрических, так и изгибных и контактных составляющих деформаций.

Анализ узлов редукторов и коробок скоростей показал, что они содержат конструктивные элементы следующих типов:

- цилиндрический вырез с цилиндрическим отверстием;
- цилиндр с наружной и внутренней цилиндрической поверхностью;
- сплошной цилиндр с наружной цилиндрической поверхностью;
- параллелепипед с плоскими сторонами, вырезанный из куска материала.

Для автоматизации точного расчета целесообразно отобразить связи между координатными системами в виде графа $\Gamma = (D, U)$, где D - множество вершин, U — связи между вершинами. В представленном графе вершина определяется конструктивным элементом детали, входящей в размерную цепь, а связи характеризуют особенности взаимодействия между конструктивными элементами. Представление конструкции в виде графовой модели позволяет рассмотреть объект как структуру.

Анализ графа показывает, что необходимо решить несколько задач для автоматизированного проектирования:

- выявить повороты и трансляции матриц преобразований $[M_{пр}]$ и $[M_{об}]$;
- разработать модель образования погрешностей для элементарной ячейки;
- разработать способ задания для координатных систем для общего случая и алгоритм построения матриц прямого и обратного преобразования $[M_{пр}]$ и $[M_{об}]$ для идеального и «реального» случаев.

Теперь необходимо определить малые возмущения системы координат, исходя из учета влияния геометрических, изгибных и контактных факторов.

Граф определяет последовательность прохождения размерной цепи.

Отклонение формы и отклонения поворотов поверхностей, составляющих комплект основных и вспомогательных баз соединяемых деталей приводят к случайному местоположению точек первоначального контакта.

Отсюда вытекает, что модель должна учитывать как детерминированный, так и стохастический подход. Поэтому следует проводить разработку следующих моделей:

1. Модели, определяющие относительное начальное положение системы координат. $([\lambda] a b c)_d$
2. Модели, учитывающие влияние геометрических отклонений поверхностей и их положений. $(\alpha, \beta, \gamma, a, b, c)_q$.
3. Модели, учитывающие связь между собственными деформациями и отклонениями положения поверхностей $(\alpha, \beta, \gamma, a, b, c)_v$
4. Модели, учитывающие влияние контактной деформации на точность $(\alpha, \beta, \gamma, a, b, c)_p$.

Показатели, используемые при определении малых возмущений систем координат должны отражать факторы :

- прогиб вследствие изгиба отклонения от соосности.
- прогиб вследствие деформации вала.
- отклонение от соосности.
- отклонение вследствие концентричности.
- контактные деформации
- прогиб вала.
- смещение из-за влияния полей допусков.
- отклонение от соосности.
- смещение вследствие контактных деформаций.
- смещения из-за наличия полей допусков.
- отклонение от параллельности оси и плоскости.

Для определения показателей точности с учётом геометрических, упругих и контактных деформаций и характеристик разработаны программные комплексы.

Список литературы:

1. **Корзаков А.А., Гуревич Ю.Е., Косов М.Г.** Моделирование жёсткости стыкуемых поверхностей: М.- Янус-К, 2009- 180 с.
2. **Косов С.Г., Гуревич Ю.Е., Салдадзе А.Д., Кузнецов А.П.** Контактные задачи цилиндрических соединений деталей машин: М., Янус-К, 2010- 136 с.
3. **Белякова М.С., Косов М.Г., Стариков Е.М., Салдадзе А.Д.** Компьютерное моделирование геометрического образа детали: М., МГТУ «СТАНКИН», 2010- 140 с.