

УДК 621.91.01

## ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОМЕРНЫХ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ ДЛЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СОБИРАЕМОСТИ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

В. М. ПАШКЕВИЧ

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Объекты машиностроения со сложной геометрической формой всегда отличались также и сложностями процесса их сборки. Причиной возникновения таких сложностей являются погрешности формы и расположения базовых элементов их конструкций, связанные, в первую очередь, с технологическими погрешностями их формообразования. Наличие многоточечного контакта сопрягаемых поверхностей приводит к неопределенности взаимного расположения деталей в сборке, а также к сложности или даже невозможности аналитического определения условий собираемости таких сопряжений.

Одним из способов приближенного решения вышеобозначенных задач является статистический анализ совокупности размерных цепей, образующих сопряжение. Так, например, контакт в окружном направлении шлицевого соединения (рис.1) характеризуется диаметрами охватывающей  $D$  и охватываемой  $d$  поверхностей, образующих в точке контакта элементарную размерную цепь (рис. 2) с замыкающим звеном  $y$  (зазор или натягом).

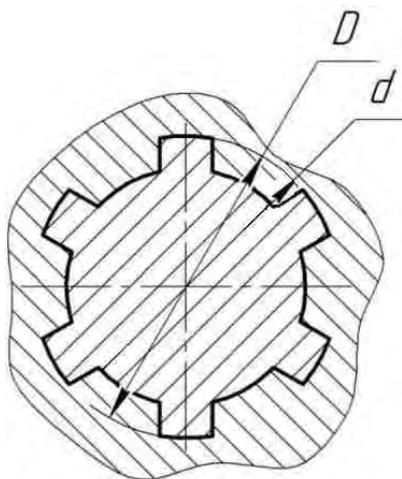


Рис. 1. Шлицевое сопряжение

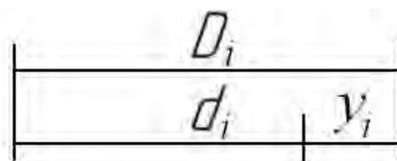


Рис. 2. Размерная цепь сопряжения

Профиль, описанный в окружном направлении с некоторым постоянным угловым шагом, образует многомерную совокупность таких элементарных

размерных цепей, к координатам вектора замыкающих звеньев которых могут быть применены различные численные методы, например статистические.

Так, например, по результатам прямых измерений профилей шлицевого вала и втулки может быть вычислен критерий их подобия на основе критерия наименьших квадратов:

$$S_{ост} = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2 = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $S_{ост}$  – сумма квадратов остатков (остаточная сумма);  $\varepsilon_i^2$  – квадрат отклонения допускаемого (модельного) значения  $\hat{y}_i$  от измеренного  $y_i$ .

При этом расчет отклонений ведется от одноименных базовых поверхностей (маркеров) с равным угловым шагом, синфазно.

Расчет остаточной суммы эквивалентен вычислению дисперсии (момента второго порядка) измерений. Аналогичным образом для сравнения значений  $\hat{y}_i$  и  $y_i$  могут быть использованы вычисления моментов третьего и более высоких порядков  $\mu_m$ , более чувствительных к локальным отклонениям профиля:

$$\mu_m = \sum_{i=1}^n |\hat{y}_i - y_i|^m \rightarrow \min. \quad (2)$$

Расчеты показывают, что моменты сложных профилей являются чувствительными к отклонениям результатов измерений от их теоретических значений. Остаточные суммы в этой связи могут быть использованы как мера собираемости профилей, а на основе анализа их величины может быть организована процедура селективной сборки. Так, пары с относительно невысокими значениями остаточной суммы могут быть организованы в группы по собираемости.

Измерения от маркерных поверхностей позволяют также организовать процедуру подбора положения сопрягаемых поверхностей при сборке. При этом с помощью компьютерной программы осуществляется фазовый сдвиг (поворот) измеренных значений относительно друг друга при одновременном вычислении остаточной суммы или моментов. Рекомендуемое положение элементов сопряжения соответствует минимуму остаточной суммы, обеспечивающему минимальные отклонения профилей друг от друга, фиксируется и маркируется.