

УДК 621.51  
 МОДЕЛЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ НАДЕЖНОСТИ УЗЛОВ  
 НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РАЗМЕРНЫХ СВЯЗЕЙ

И. Д. ВОРОНИНА, Е. И. АФАНАСЕНКОВА

Научный руководитель Е. А. ПОЛЬСКИЙ, канд. техн. наук, доц.  
 Брянский государственный технический университет  
 Брянск, Россия

При эксплуатации размерные связи не остаются постоянными [1, 2]. На узел будут воздействовать внешние и внутренние факторы, которые приводят к потере точности. Такие воздействия необходимо учитывать для комплексного обеспечения параметров надежности, поэтому для размерных цепей необходимо выделить еще одну группу размеров – эксплуатационные размеры. Включение эксплуатационных размеров в конструкторские размерные цепи позволяет обеспечивать требуемую точность функциональных параметров в течение заданной долговечности изделия.

Каждый составляющий конструкторский размер формируется в процессе изготовления деталей либо непосредственно при получении заготовки, либо при последующей обработке. Для этого детали определенным образом ориентируются относительно инструментов или неподвижных частей станков. При этом точность конструкторских размеров достигается различными технологическими методами: совмещением, постоянством или последовательной сменой баз [2].

В результате объединения размерных цепей с учетом формирования каждого типа размеров могут быть назначены предельные отклонения исходных размеров [1, 2].

$$T_{\Delta} = \sum_i^n c_i T_{Si} + \sum_j^m c_j k_{внутj} k_{внешj} k_{Тэkj} + \sum_k^l c_k k_{внутk} k_{внешk} k_{Тэkk}, \quad (1)$$

где  $c$  – коэффициенты передаточных отношений;  $T_{Si}$  – допуски технологических размеров;  $k_{внут}$ ,  $k_{внеш}$ ,  $k_{Тэк}$  – коэффициенты, формирующие допуски эксплуатационных размеров, соответственно для внутренних и внешних факторов, точности расчетной схемы, используемой для определения параметров эксплуатационных свойств.

Значения дополнительных эксплуатационных звеньев являются функциями, которые определяются внешними и внутренними факторами. К внешним факторам можно отнести условия эксплуатации (величину и характер нагрузки, скоростные режимы, планируемую долговечность и др.), к внутренним – параметры, которые определяют эксплуатационные свойства сопряженных поверхностей (материал деталей, смазочные материалы, параметры качества поверхностного слоя).

Получены функции, описывающие дополнительные эксплуатационные звенья для разных типов сопряжений. Так, в плоском контакте сопря-

женных деталей и при наличии между ними небольших осциллирующих движений, например вследствие вибраций, происходит изнашивание. При этом величины внедрения  $U_1$  и  $U_2$  и возможный перекося поверхностей можно описать уравнением плоскости в пространстве [1]:

$$U_1 + U_2 = \beta_1 x + \beta_2 y + U_{\min}, \quad (2)$$

где  $\beta_1, \beta_2$  – коэффициенты уравнения плоскости, соответствующие тангенсам углов наклона плоскости износа к соответствующим осям;  $U_{\min}$  – минимальное сближение в контакте.

Коэффициенты  $\beta_1$  и  $\beta_2$  и параметр  $U_{\min}$  для такой расчетной схемы можно определить как

$$\beta_1 = \frac{6P(k_1 + k_2)Vt}{ab^3}(b - 2l_{px}); \quad (3)$$

$$\beta_2 = \frac{6P(k_1 + k_2)Vt}{a^3b}(a - 2l_{py}); \quad (4)$$

$$U_{\min} = \frac{P(k_1 + k_2)Vt}{a^2b^2}(6al_{px} + 6bl_{py} - 7ab), \quad (5)$$

где  $k_1, k_2$  – коэффициенты износа, характеризующие фрикционные свойства;  $P, V, t, l_{px}, l_{py}$  – параметры эксплуатации сопряжения;  $a, b$  – геометрия сопряжения.

Из полученных выражений выделяются параметры, характеризующие внешние факторы эксплуатационных размеров  $k_{внеш}$ . Аналогичным образом выделяются параметры, определяющие внутренние факторы  $k_{внут}$ , и далее относительно определенного единичного или комплексного параметра качества поверхностного слоя выполняется решение задачи [2].

Таким образом, объединение конструкторских цепей с технологическими позволяет более гибко управлять качеством машин, в том числе определять параметры эксплуатационных свойств поверхностей деталей. Общие размерные схемы дают возможность проследить за совместным влиянием различных параметров на качество (прежде всего точности) проектируемых машин и отдельных сборочных единиц. Допуск обоснованно перераспределяется из менее строгих размерных цепей или составляющих размеров в более ответственные цепи с трудно реализуемыми размерами.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инженерия поверхности деталей / Под ред. А. Г. Сулова. – Москва: Машиностроение, 2008. – 320 с.: ил.
2. **Польский, Е. А.** Технологическое обеспечение точности и качества поверхностей деталей машин при проектировании маршрутно-операционного технологического процесса методом синтеза на основе анализа размерных связей / Е. А. Польский // Научные технологии в машиностроении. – 2016. – № 10 (64). – С. 39–48.