

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\tau_a K_{\tau d} + \psi_{\tau} \tau_m},$$

$\sigma_{-1}, \tau_{-1}$  — соответственно пределы выносливости стандартных гладких цилиндрических образцов при симметричном цикле изменения нормальных и касательных напряжений;

$\sigma_a, \tau_a$  — амплитуда цикла изменений напряжений изгиба и кручения,  $\tau_m = \tau_a$ ;

$K_{\sigma d}, K_{\tau d}$  — коэффициент снижения предела выносливости детали в рассматриваемом сечении при изгибе и кручении соответственно;

$\psi_{\tau}$  — коэффициент, характеризующий чувствительность материала вала к асимметрии цикла изменения напряжений.

При конструировании валов следует избегать острых углов, которые являются концентраторами напряжений в опасных сечениях его конфигурации. Также необходимо соблюдать принцип равнопрочности, что обеспечивает увеличение долговечности и срока службы вала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов М.Н. Детали машин: Учеб. Для студентов высш. техн. учеб. Заведений. — 5-е изд., перераб. — М.: Высш. шк.; 1991. — 383 с.

УДК 066.91

## УЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ

*П.Г. Ковалев — студент 3 курса БГАТУ  
Научный руководитель — к.т.н., доцент В.М. Короткин*

Размер считается годным, если соблюдается условие

$$X_{\min} \leq X_d \leq X_{\max}, \text{ мм},$$

где  $X_d$  — действительный размер детали, полученный в результате измерения с допустимой погрешностью измерения, мм;

$X_{\min}, X_{\max}$  — предельные (минимальный и максимальный) значения измеренного размера, мм.

При однократном измерении размеров универсальными средствами результат измерения определяют как

$$X_{д} = X_{изм} + \Delta lim, \text{ мм},$$

где  $X_{изм}$  – измеренный размер детали определяемый по показаниям прибора, мм;

$\Delta lim$  – предельная погрешность средства измерения, нормируемая стандартом, мм.

При проведении технических измерений универсальными средствами измерения с целью определения геометрических характеристик объекта измерения следует проводить промеры в 4...6 контрольных точках согласно выбранной схемы и методики выполнения измерений, равномерно расположенных по поверхности детали так, чтобы повысить информативность и достоверность полученных результатов. Такая методика выполнения измерений позволяет получать результаты, которые носят случайный характер и снижают вероятность недостаточности и недостоверности измерений и повышают их точность, уменьшая зону рассеяния контрольных точек. Таким образом, риск получения неточных результатов измерения сводится к минимуму, т.е. измерения характеризуются как равноточные и многократные.

При выполнении многократных равноточных измерений одного и того же объекта измерения число результатов измерений возрастает от 1 до  $n$ . Для обработки полученных результатов измерений размеры располагают в ряд от  $\min$  до  $\max$  в порядке возрастания

$$\min \leftarrow 1, 2, 3, 4 \dots n \rightarrow \max$$

и сравнивают их крайние (граничные) значения с предельными размерами измеряемого размера

$$X_{\min} \dots 1 \leftarrow X_{изм} \rightarrow m \dots X_{\max} .$$

В случае, если  $X_{\min} \leftarrow X_1$  и  $X_n \rightarrow X_{\max}$ ,

или когда  $X_{\min} = X_1$  и  $X_n = X_{\max}$ ,

т. е. предельные размеры совпадают с граничными. Получается, что эти размеры с учётом погрешности средств измерений  $\Delta lim$  выйдут за предел допуска размера и приемочных границ, рекомендуемых ГОСТ 8.051–81 и должны быть признаны негодным, т. е. отнесены к браку. Таким образом, указанные размеры попадают в зону риска, так как какие-то годные размеры признаются браком. Однако с применением более точных средств измерений эта ошибка из-

мерения существенно снижается, из которых отверстия с  $D_{\text{дmin}} < D_{\text{min}}$  и валы с  $d_{\text{дmin}} < d_{\text{min}}$  являются исправимым браком, уменьшая долю брака в производстве. Остальные детали, признанные негодными, относятся к неисправимому браку.

Приёмочные границы, т. е. значения размеров, по которым производится приёмка деталей, необходимо в соответствии со стандартом устанавливать с учётом влияния допускаемой погрешности измерений (рис. 1), т. е.  $\Delta \text{lim} \leq \delta$ , где  $\delta$  – допускаемая погрешность измерения, мм.

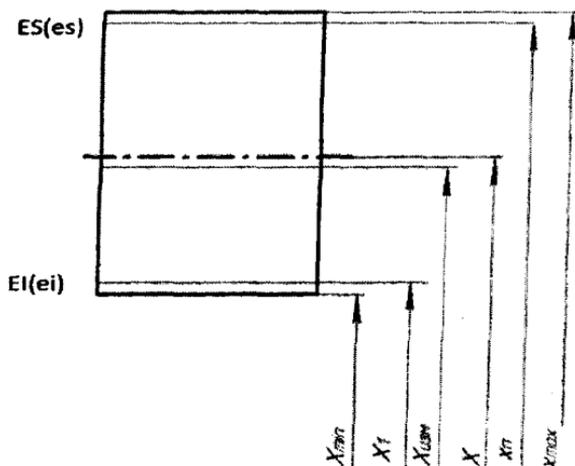


Рис. 1. Соотношение измеряемых размеров и схемы поля допусков:

- $X_{\text{min}}$  – минимальный предельный размер, мм;
- $X_1$  – минимальный измеряемый размер, мм;
- $X_n$  – максимальный измеряемый размер, мм;
- $\bar{X}$  – среднее значение измеряемого размера, мм;
- $X_{\text{max}}$  – максимальный предельный размер, мм.

Предельные размеры изделия определяются как

$$\begin{aligned} X_{\text{min}} &= X_H + EI, & \text{или} & & X_{\text{min}} &= X_H + ei, \\ X_{\text{max}} &= X_H + ES, & & & X_{\text{max}} &= X_H + es, \end{aligned}$$

где  $X_H$  – номинальное значение измеряемого размера, мм, в качестве которого могут быть  $D, d, L, l$  и т.д.;

$ES, EI, es, ei$  – соответственно верхнее и нижнее отклонения рассматриваемого размера, мм.

В ГОСТ 8.051–81 предусмотрен вариант, при котором приёмочные границы изделия совпадают с нормируемыми предельными значениями проверяемого размера, т.е. возможное влияние погрешности измерения учитывается конструктором при выборе качества вида посадки. Этот вариант в стандарте является основным и вполне соответствует принятой мировой практике.

Необходимо иметь в виду, что допускаемые погрешности изменений установлены исходя из факта неизбежности существования погрешности измерения и нецелесообразности выявления размера с высокой степенью точности, когда сам размер задаётся в относительно широких пределах.

Поэтому нет необходимости вести тщательный контроль размеров изделий внутри допуска размера, т.к. это приводит только к увеличению затрат и времени, а следует вести активный контроль граничных размеров с предельными, что даёт большую возможность судить о годности детали. Это подтверждается использованием в производстве предельных калибров, контроля изделий с помощью средств измерений, имеющих ограничение допуска размера стрелочными индикаторами (рычажный микрометр, рычажная скоба, микрокатор и т.д.).

Часто за действительное значение принимается общее среднее значение (математическое ожидание) установленной совокупности результатов измерений. В действительности оно не имеет никакой связи со средним значением измеряемого размера детали в машиностроении, поэтому такое мнение не корректно. В стандарте ИСО 5725 вместо термина «действительное значение» введён термин «принятое опорное значение», которое и рекомендуется для использования в практике, а его значение определяется так

$$\bar{X} = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2}, \text{ мм}$$

## ЛИТЕРАТУРА

1. Метрология, стандартизация и сертификация / А.И. Аристов, Л.И. Карпов, В.М. Приходько. – М.: Академия, 2008.
2. Серый И.С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения, М: Агропромиздат, 1987.