

УДК 620.169

**Н.А. Леванович, канд. техн. наук, доц.****ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОЦЕНКА ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПО РЕЗУЛЬТАТАМ УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ НА УСТАЛОСТЬ**

Полученные зависимости позволяют определить значение долговечности на различных уровнях нагружения для заданной вероятности разрушения по результатам ускоренных испытаний при ступенчатом нагружении и на предельном уровне.

Улучшение качества машин и оборудования неразрывно связано с совершенствованием средств и методов проектирования, расчетов и исследования их деталей. Несмотря на то, что в литературе имеется большое количество работ, посвященных получению кривых усталости и оценке несущей способности деталей и самих машин, ускоренная оценка их усталости исследована недостаточно. Необходимой предпосылкой проведения таких исследований является разработка и внедрение более совершенных методов расчетов деталей машин, всестороннее исследование реальных деталей, а также самих машин.

Ранее нами [1] рассмотрена методика получения кривых усталости по результатам ускоренных испытаний ступенчатым нагружением по методу Локати и на постоянном уровне нагружения. Проведена экспериментальная проверка точности получения наклонных участков кривых усталости и определения пределов выносливости на примере ускоренных испытаний мелко модульных зубчатых колес на выносливость при изгибе. Полученные результаты дают основание рекомендовать предложенную методику ускоренных испытаний различных образцов и деталей машин для ускоренной оценки долговечности на различных уровнях нагружения и определения пределов выносливости.

Ниже рассматривается вопрос о получении кривых усталости по результатам ускоренных испытаний при ступенчатом нагружении и на постоянном уровне с целью вероятностной [2] оценки деталей на различных уровнях нагружения и получения пределов выносливости материала детали.

Уравнение наклонного участка  $j$ -й кривой усталости в полулогарифмической системе координат  $\sigma - \lg N$  имеет вид:

$$\frac{\sigma_{Rj}}{k_j} + \lg N_{Rj} = \frac{\sigma_{ij}}{k_j} + \lg N_{ij} = c_j, \quad (1)$$

где  $\sigma_{Rj}$  – предел выносливости  $j$ -й кривой усталости по напряжениям  $\sigma$ ;  $N_{Rj}$  – абсцисса точки перелома  $j$ -й кривой усталости;  $k_j$  – характеристика угла наклона  $j$ -й кривой усталости;  $\sigma_{ij}$  – текущее значение напряжения;  $N_{ij}$  – значение долговечности на уровне  $\sigma_{ij}$ ;  $c_j$  – нулевая абсцисса (значение  $N_{ij}$  при  $\sigma_{ij} = 0$ ).

Для нахождения  $c_j$ , определяющих область расположения кривых усталости, необходимо знать области изменения трех параметров  $j$ -й кривой усталости:  $\sigma_{Rj}$ ,  $N_{Rj}$  и  $k_j$ .

Запишем равенство (1) как уравнение прямой, проходящей через точку с координатами  $\sigma_{rj}$ ,  $\lg N_{rj}$ :

$$\frac{\sigma_{rj}}{k_j} + \lg N_{rj} = \frac{\sigma_{ij}}{k_j} + \lg N_{ij} = c_j. \quad (2)$$

Значение  $N_{rj}$  можно получить по результатам испытаний на уровне  $\sigma_{rj}$  при  $j = l$

образцов.

Тогда значение  $N_{ij}$  определим из выражения:

$$N_{ij} = N_{rj} \cdot 10^{\frac{\sigma_{rj} - \sigma_{ij}}{k_j}}, \quad (3)$$

в котором не определена  $k_j$ .

Воспользовавшись уравнением линейного суммирования относительных долговечностей, имеем

$$\sum \left( \frac{n_{ij}}{N_{ij}} \right) = a_j, \quad (4)$$

где  $n_{ij}$  – число циклов нагружения  $j$ -го образца на уровне  $\sigma_i$ ;  $a_j$  – сумма относительных долговечностей.

Подставив  $N_{ij}$  в уравнение (4), получим:

$$\sum \left( \frac{n_{ij}}{N_{rj} \cdot 10^{\frac{\sigma_{rj} - \sigma_{ij}}{k_j}}} \right) = a_j. \quad (5)$$

Задав  $n_{ij}$  и  $a_j$ , уравнение (5) решается относительно  $k_j$  и определяется  $c_j$ , т.е. область расположения действительных кривых усталости и их уравнения. Это позволяет выбрать три кривые усталости для нахождения суммы относительных долговечностей при определении пределов выносливости по методу Локати.

Значение  $N_{iP}$  долговечности для заданной вероятности  $P$  на уровне нагружения  $\sigma_i$  можно определить как

$$N_{iP} = N_{rP} \cdot 10^{\frac{\sigma_{rP} - \sigma_i}{k_P}}, \quad (6)$$

где  $N_{rP}$  – вероятностное значение долговечности на уровне  $\sigma_r$ ;  $k_P$  – характеристика угла наклона кривой усталости для заданной вероятности  $P$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Благодарный, В. М.** Применение метода Локати для оценки надежности зубчатого колеса по критерию прочности при изгибе / В. М. Благодарный, Н. А. Леванович // Надежность и контроль качества. – 1977. – № 8. – С. 56-61.
2. **Степнов, М. Н.** Статистическая обработка результатов механических испытаний / М. Н. Степнов. – М. : Машиностроение, 1972. – 232 с.

Белорусско-Российский университет  
Материал поступил 29.10.2005

**N.A. Levanovich**  
**The probability assessment of machine parts according to the results of rapid testing**  
Belarusian-Russian University

The dependences obtained enable to determine the value of durability at different loading levels for the given destruction probability according to the results of rapid testing at step-by-step loading and at the maximum level.