

## МЕХАНИКА ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ПРЕДЕЛ ВЫНОСЛИВОСТИ МАТЕРИАЛА

© 2012 Ю.Н. Сургутанова, О.В. Каранаева, В.Б. Иванов, Н.А. Сургутанов

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва  
(национальный исследовательский университет), Самара

## MECHANICS OF RESIDUAL STRESSES AND LIMIT ENDURANCE OF MATERIAL

© 2012 Yu. N. Surgutanova, O.V. Karanaeva, V.B. Ivanov, N.A. Surgutanov

The mathematical model of redistribution of residual stresses in a superficial layer of details based on the decision of a task of the theory of plasticity in view of the abnormal mechanical characteristics of a superficial layer. The opportunity of forecasting of a limit of endurance limits of hardenings details is reasonable on the basis of the developed model.

Рассматриваются результаты расчётов по построенной модели процесса формирования остаточных напряжений в ослабленном поверхностном слое цилиндрических деталей с концентраторами. Эта модель позволяет с достаточной степенью обобщенности описать закономерности, происходящие в поверхностном слое деталей с позиций механики остаточных напряжений.

деталей и разработки методики ускоренного определения предела выносливости материала, позволяющей прогнозировать его величину без проведения дорогостоящих и долговременных испытаний на усталость.

Материал	$\sigma_{TP}^{\nabla}$ , МПа	$\sigma_{TC}^{\nabla}$ , МПа	$\frac{\sigma_{TC}^{\nabla}}{\sigma_{TP}^{\nabla}}$	$a^{\nabla}$ , мм	$\frac{\sigma_{TP}}{\sigma_{TP}^{\nabla}}$
сталь 45	130	310	2,38	0,200	3,2
30ХГСА	180	290	1,61	0,175	2,8
38Х2МЮА	324	396	1,22	0,155	2,53

В качестве объекта исследования были использованы цилиндрические образцы, изготовленные из сталей 45, 30ХГСА и 38Х2МЮА.

Величина и распределение остаточных напряжений в поверхностном слое деталей зависят от механических характеристик ослабленного поверхностного слоя, которые для исследованных материалов приведены в табл. 1, где  $\sigma_{TP}^{\nabla}$  – предел текучести на растяжение материала на поверхности образца,  $\sigma_{TC}^{\nabla}$  – предел текучести на сжатие материала на поверхности образца,  $a^{\nabla}$  – толщина ослабленного поверхностного слоя образца,  $\sigma_{TP}$  – предел текучести на растяжение материала сердцевины образца. В дальнейшем они были использованы в качестве исходных данных при моделировании процесса формирования остаточных напряжений в

Цилиндрическая деталь, используемая в исследовании, представляет собой образец (рис. 1) с нанесёнными на него кольцевыми надрезами V-образного профиля.

Влияние на сопротивление усталости деталей в многоцикловой области оказывают остаточные напряжения на глубине  $t_{кр}$ , где  $t_{кр}$  – критическая глубина нераспространяющейся трещины усталости для образцов, первоначально свободных от остаточных напряжений.

Таблица 1

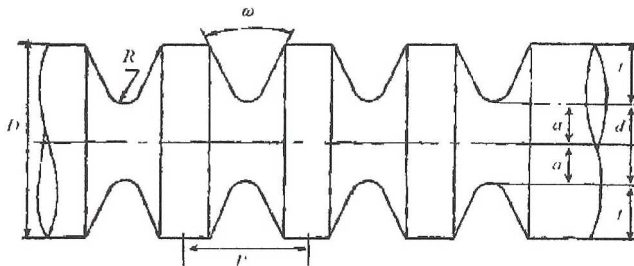


Рис. 1. Цилиндрический образец с надрезами V-образного профиля

В качестве величины, характеризующей распределение остаточных напряжений в поверхностном слое детали толщиной  $t_{кр}$ , был принят критерий среднеинтегральных остаточных напряжений, вычисляемый по следующей формуле [1, 2]:

$$\bar{\sigma}_{\phi OСТ}^{\nabla} = \frac{2}{\pi} \int \frac{\sigma_{\phi OСТ}^{\nabla}}{\sqrt{1-\xi^2}} d\xi,$$

где  $\xi = y/t_{кр}$  – расстояние от поверхности до текущего слоя, выраженное в долях  $t_{кр}$ .

Для всех используемых материалов наблюдался экстремум величины критерия остаточных напряжений  $\bar{\sigma}_{\phi OСТ}^{\nabla}$  при значении коэффициента перегрузки, равном единице, то есть при амплитуде

внешней нагрузки, соответствующей пределу выносливости материала в случае симметричного цикла. Это позволило предположить возможность теоретического прогнозирования величины предела выносливости материала по известным механическим характеристикам ослабленного поверхностного слоя.

Определяя расчётным путём экстремум критерия остаточных напряжений в зависимости от амплитуды внешней нагрузки, можно получить соответствующее ему значение предела выносливости.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлов В.Ф. О связи остаточных напряжений и предела выносливости при изгибе в условиях концентрации напряжений // Известия вузов. Машиностроение. – 1986. – №8. – С. 29-32.
2. Павлов В.Ф., Курничёв В.А., Иванов В.Б. Остаточные напряжения и сопротивление усталости упрочнённых деталей с концентраторами напряжений. – Самара: Издательство СНЦ РАН, 2008. – 64 с.

## ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ВЗРЫВНЫМИ ПРОЦЕССАМИ.

© 2012 Сытник Владимир Александрович.

© 2012 Научный руководитель: Глустенко Станислав Федотович

Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королёва  
(национальный исследовательский университет), Самара.

At present, for the manufacture of complex structural elements of aircraft in a small-scale production with high accuracy requirements are effective ways of shaping parts explosive processes.

В настоящее время для изготовления сложных деталей обводообразующих элементов конструкций летательных аппаратов в условиях мелкосерийного производства при повышенных требования к точности

эффективными являются способы формообразования деталей взрывными процессами. Исследования показали, что с точки зрения технологичности их разделить на два вида. К первому виду относятся бесконтактные способы, при