

4. Павлов В.Ф., Кирпичёв В.А., Иванов В.Б. Остаточные напряжения и сопротивление усталости упрочнённых деталей с концентраторами напряжений. – Самара: Издательство СНЦ РАН, 2008. – 64 с.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект 2.1.1/13944).

УДК 621.787: 539.319

ВЛИЯНИЕ ПНЕВМОДРОБЕСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРЕДЕЛ ВЫНОСЛИВОСТИ ОБРАЗЦОВ С НАДРЕЗАМИ ИЗ СПЛАВОВ В95 И Д16Т

Кирпичёв В.А., Чирков А.В., Иванова А.В., Сургутанов Н.А.

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

Для сокращения длительных и дорогостоящих испытаний на усталость при внедрении в производство новых упрочняющих технологий необходимо разрабатывать и апробировать научно обоснованные расчётные методы прогнозирования характеристик сопротивления усталости деталей. Известно, что основную роль в повышении сопротивления усталости поверхностно упрочнённых деталей в условиях концентрации играют сжимающие остаточные напряжения [1]. В работе [2] для оценки приращения предела выносливости упрочнённых деталей с концентраторами по остаточным напряжениям был предложен критерий среднеинтегральных остаточных напряжений $\bar{\sigma}_{ocm}$ в виде

$$\bar{\sigma}_{ocm} = \frac{2}{\pi} \int_0^1 \frac{\sigma_z(\xi)}{\sqrt{1-\xi^2}} d\xi, \quad (1)$$

где $\sigma_z(\xi)$ – осевые остаточные напряжения в наименьшем сечении детали с концентратором; $\xi = a/t_{кр}$ – расстояние от дна концентратора до текущего слоя, выраженное в долях $t_{кр}$; $t_{кр}$ – критическая глубина нераспространяющейся трещины усталости, возникающей при работе детали на пределе выносливости.

Приращение предела выносливости при изгибе и растяжении-сжатии в случае симметричного цикла $\Delta\sigma_{-1}$ упрочнённой детали с помощью критерия $\bar{\sigma}_{ocm}$ можно определить по следующей формуле:

$$\Delta\sigma_{-1} = \bar{\psi}_\sigma \cdot |\bar{\sigma}_{ocm}|, \quad (2)$$

где $\bar{\psi}_\sigma$ – коэффициент влияния остаточных напряжений на предел выносливости.

Для проверки возможности применения критерия $\bar{\sigma}_{ocm}$ в случае поверхностного упрочнения деталей из алюминиевых сплавов были проведены эксперименты на образцах с надрезами из материалов В95 и Д16Т.

Гладкие образцы диаметром 15 мм с отверстием 5 мм подвергались пневмодробеструйной обработке (ПДО) дробью диаметром 1,5-2 мм при давлении воздуха 0,25 МПа в течение 10 минут. Затем на все упрочнённые и неупрочнённые гладкие образцы наносились круговые надрезы полукруглого профиля двух радиусов $R=0,3$ мм и $R=0,5$ мм. Остаточные напряжения в гладких образцах определялись экспериментально, а в образцах с надрезом – суммированием дополнительных напряжений, возникающих при нанесении надрезов на упрочнённую поверхность, с остаточными напряжениями гладких образцов.

Распределение осевых σ_z остаточных напряжений по толщине поверхностного слоя a в гладких и надрезанных образцах представлено на рис. 1.

Испытания образцов с надрезом на усталость при чистом изгибе в случае симметричного цикла проводились на машинах МУИ-6000, база испытаний – 10^7 циклов нагружения. Результаты определения предела выносливости σ_{-1} , измерения $t_{кр}$, расчёта $\bar{\sigma}_{ост}$ и коэффициента $\bar{\psi}_\sigma$ представлены в таблице.

Из представленных в таблице данных видно, что для упрочнённых образцов с надрезом из алюминиевых сплавов В95 и Д16Т значение коэффициента $\bar{\psi}_\sigma$ при изгибе в случае симметричного цикла составляет в среднем 0,373, что практически совпадает со значением $\bar{\psi}_\sigma$ для образцов и деталей из сталей и сплавов на основе никеля с такой же концентрацией напряжений [3].

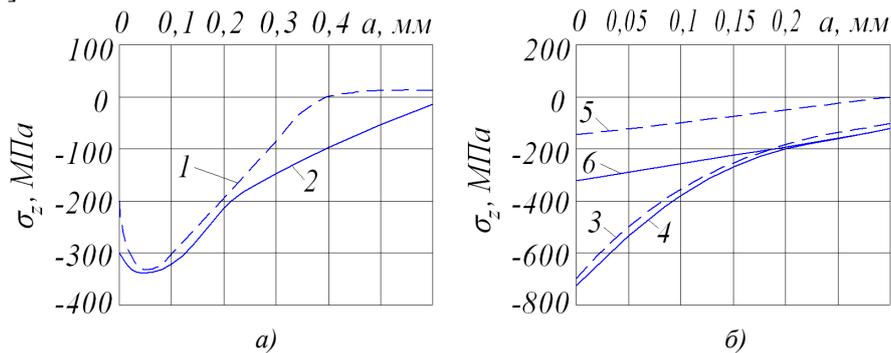


Рис. 1. Осевые остаточные напряжения σ_z в упрочнённых ПДО гладких образцах (а) и в образцах с надрезом (б) из сплавов В95 (1,3,5) и Д16Т (2,4,6): 3,4 – $R=0,3$ мм; 5,6 – $R=0,5$ мм

Таблица

Материал	Радиус надреза R , мм	Неупрочнённые образцы σ_{-1} , МПа	Упрочнённые образцы			
			σ_{-1} , МПа	$t_{кр}$, мм	$\bar{\sigma}_{ост}$, МПа	$\bar{\psi}_\sigma$
В95	0,3	105	200	0,310	-249	0,382
	0,5	107,5	132,5	0,320	-72,2	0,347
Д16Т	0,3	82,5	182,5	0,300	-261	0,383
	0,5	82,5	157,5	0,320	-197	0,381

Таким образом, проведённое исследование показало, что критерий $\bar{\sigma}_{ост}$ может быть использован для прогнозирования приращения предела выносливости упрочнённых деталей с концентраторами напряжений из алюминиевых сплавов В95 и Д16Т.

Список литературы

1. Иванов С.И., Павлов В.Ф. Влияние остаточных напряжений и наклёпа на усталостную прочность // Проблемы прочности. – 1976. – №5. – С. 25-27.
2. Павлов В.Ф. О связи остаточных напряжений и предела выносливости при изгибе в условиях концентрации напряжений // Известия вузов. Машиностроение. – 1986. – №8. – С. 29-32.
3. Павлов В.Ф., Кирпичёв В.А., Иванов В.Б. Остаточные напряжения и сопротивление усталости упрочнённых деталей с концентраторами напряжений. – Самара: Издательство СНЦ РАН, 2008. – 64 с.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект 2.1.1/13944).