

УДК 621.787.539.319

ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ И СОПРОТИВЛЕНИЕ УСТАЛОСТИ ШЛИЦЕВЫХ ДЕТАЛЕЙ

Михалкина С. А., Кяримов Р. Р., Вакулук В. С.

Самарский национальный исследовательский университет

имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Изучалось влияние технологии изготовления полых шлицевых деталей из сталей 12Х2Н4А и 30ХГСА на остаточные напряжения и сопротивление многоциклового усталости. Все детали изготавливались по стандартной технологии, принятой в авиационном двигателестроении. Часть шлицевых деталей исследовалась непосредственно после фрезерования (исходное состояние), другая часть подвергалась химико-термической обработке, а также обработке микрошариками. Исследовалось четыре партии шлицевых деталей из стали 12Х2Н4А и две – из стали 30ХГСА по вариантам технологии изготовления, приведённым в табл. 1.

Таблица 1

Материал	Номер партии	Вариант технологии изготовления
12Х2Н4А	1	фрезерование (исходное состояние)
	2	фрезерование + цементация
	3	фрезерование + цементация + серебрение
	4	фрезерование + цементация + обработка микрошариками
30ХГСА	1	фрезерование (исходное состояние)
	2	фрезерование + цементация

Окружные σ_φ остаточные напряжения во впадинах шлиц как до, так и после испытаний на усталость шлицевых деталей определялись по методике, изложенной в работе [1]. Следует отметить, что после испытаний на усталость при напряжениях, близких к пределу выносливости, остаточные напряжения в деталях в исходном состоянии полностью снимались, а после химико-термической обработки практически не изменялись. Наблюдалось заметное рассеяние остаточных напряжений в пределах каждой партии деталей, причём наибольшее рассеяние напряжений имело место в деталях после фрезерования, то есть без химико-термической обработки.

В связи с рассеянием остаточных напряжений, в каждой партии исследовалось по 28 – 30 деталей, а на рис. 1 и 2 по толщине поверхностного слоя a представлены

средние для каждой партии эпюры окружных σ_φ остаточных напряжений, полученные в результате статистической обработки.

Из данных рисунка 1 видно, что цементация приводит к созданию в поверхностном слое впадин шлицевых деталей сжимающих остаточных напряжений на поверхности $\sigma_\varphi^{нов}$ до -1450 МПа, а дополнительная (последующая) обработка микрошариками увеличивает эти напряжения до -1510 МПа. Покрытие цементованных шлицевых деталей электролитическим способом серебром при толщине слоя 3 – 6 мкм практически не изменяет остаточных напряжений на поверхности шлиц. Обработка микрошариками повышает сжимающие остаточные напряжения не только на поверхности, но и по толщине поверхностного слоя.

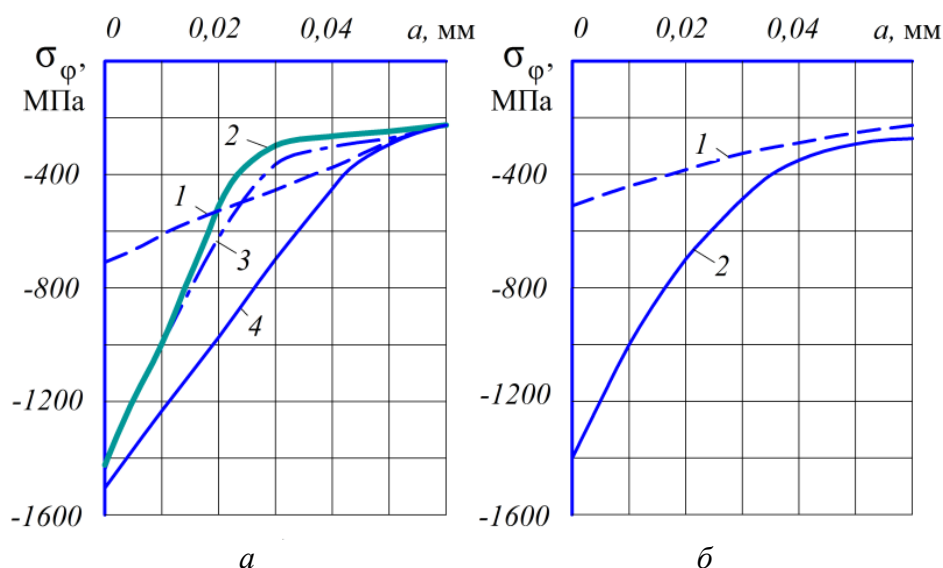


Рис. 1. Окружные σ_{φ} остаточные напряжения в шлицевых деталях из сталей 12Х2Н4А (а) и 30ХГСА (б); номера эюр соответствуют номерам партий таблицы 1

Для испытаний на усталость при кручении в случае симметричного цикла нагружения шлицевые детали изготавливались одновременно с деталями для определения остаточных напряжений. База испытаний – $3 \cdot 10^6$ циклов нагружения. Результаты испытаний приведены в табл. 2. Оценка влияния остаточных напряжений на приращение предела выносливости проводилась по критерию среднеинтегральных остаточных напряжений $\bar{\sigma}_{ост}$ [2]. Из представленных в табл. 2 данных видно, что среднее значение коэффициента влияния остаточных напряжений на предел выносливости при кручении составляет 0,235. Эта величина $\bar{\psi}_{\tau}$ близка к значению коэффициента для деталей и образцов с аналогичной концентрацией напряжений [2].

Таблица 2

Материал	Номер партии	$\sigma_{\varphi}^{нов}$, МПа	τ_{-1} , МПа	$\bar{\sigma}_{ост}$, МПа	$\bar{\psi}_{\tau}$
12Х2Н4А	1	-740	231	–	–
	2	-1450	385	-579	0,266
	3	-1440	369	-632	0,218
	4	-1510	392	-802	0,201
30ХГСА	1	-520	213	–	–
	2	-1390	384	-684	0,253

Библиографический список

1. Иванов, С. И. Определение остаточных напряжений в шлицевых деталях [Текст] / С. И. Иванов, М. П. Шатунов, В. С. Вакулук // Получение деталей авиационной техники методами пластической деформации металлов: Межвузовский сборник. – Куйбышев, 1981. – Вып. 2. – С. 143-148.