

УДК 621.787.539.319

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШЛИЦЕВЫХ ДЕТАЛЕЙ НА ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ

Михалкина С. А., Матвеева К. Ф., Вакулюк В. С.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Определялись остаточные напряжения по методике работы [1] в полых шлицевых деталях в зависимости от способа зубообразования, химико-термической обработки, покрытия и поверхностного пластического деформирования (ППД). Все детали изготавливались по стандартной технологии, принятой в авиационном двигателестроении.

Наблюдалось заметное рассеяние меридиональных σ_ϕ остаточных напряжений в пределах каждой партии образцов, что следует из данных табл. 1. Наибольшее рассеяние напряжения имеют в образцах без химико-технической обработки, причём с удалением от поверхности относительное рассеяние увеличивается. Применение ППД уменьшает величину относительного рассеяния. В партиях образцов, подвергнутых химико-термической обработке, относительное рассеяние остаточных напряжений меньше и более стабильно по толщине удалённого слоя. Применение ППД для термообработанных образцов практически не изменяет рассеяния.

Таблица 1. Относительное рассеяние S_σ / σ_ϕ остаточных напряжений σ_ϕ

Способ зубообразования	Химико- термическая обработка	Покрытие	ППД	a, мкм			
				10	30	60	90
фрезерование	–	–	–	0,231	0,255	0,530	1,304
фрезерование	цементация	–	–	0,221	0,280	0,288	0,288
фрезерование	цементация	серебрение	–	0,137	0,230	0,137	0,192
фрезерование	цементация	–	обдувка микро- шариками	0,111	0,153	0,198	0,199
долбление	–	–	–	0,153	0,137	0,191	5,560

В связи с рассеянием, в каждой партии было взято 28...30 образцов. На рисунках 1 и 2 приведены средние для каждой партии образцов остаточные напряжения, полученные статистической обработкой результатов [2]. Как показала проверка всех партий по критериям асимметрии и эксцесса, рассеяние остаточных напряжений соответствует закону нормального распределения. Выявление и исключение грубых ошибок проведено проверкой однородности результатов по квантилю максимального относительного отклонения. Проверялась значимость наблюдаемых различий остаточных напряжений. Во всех рассмотренных партиях образцов у поверхности впадин действуют сжимающие остаточные напряжения.

После химико-термической обработки происходит существенное увеличение сжимающих остаточных напряжений у поверхности впадин (рис. 1), что, по-видимому, обусловлено финишной пескоструйной обработкой, так как после цементации наблюдаются меньшие по величине напряжения [3]. Образование больших по величине сжимающих остаточных напряжений после такой обработки описано, например, в работе [4].

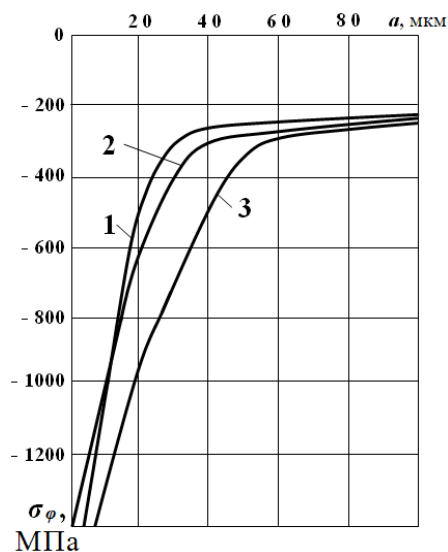


Рис. 1. Остаточные напряжения во фрезерованных шлицах $t=1$ из материала 12X2H4A: 1 – цементация; 2 – цементация+серебрение; 3-цементация+обдувка микрошариками

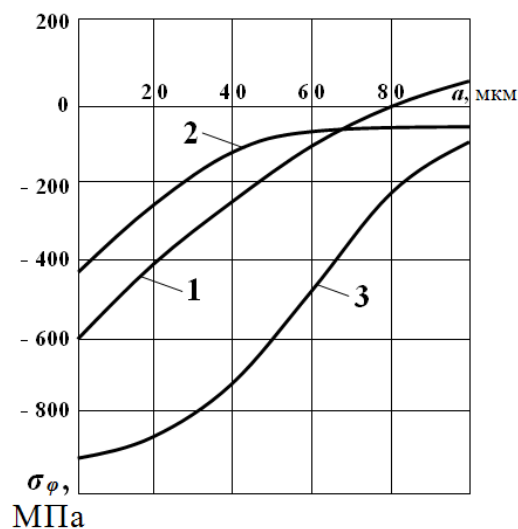


Рис. 2. Остаточные напряжения в шлицах, изготовленных долблением из материала 12X2H4A: 1– $t=1$; 2 – $t=1,25$; 3 – $t=1$, обработанные микрошариками

После применения ППД особенно существенное изменение остаточных напряжений произошло в образцах из нецементованной стали. Сжимающие остаточные напряжения у поверхности увеличились на 60%. Эффект упрочнения цементованной стали ниже (17%), что объясняется пониженной пластичностью поверхностного слоя, имеющего HRC 59...61, а также высоким уровнем остаточных напряжений до ППД.

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.
2. Пустыльник, Е. И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений [Текст]/ Е. И. Пустыльник// М.: Наука, 1968. – 341 с.
3. Балтер, М. А. Усталостная прочность упругих шлицевых валов при различных видах упрочнения [Текст] / М. А. Балтер, А. В. Горелый // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1964. – №7. – С.16-18.
4. Вершинина, Н. М. Исследование остаточных напряжений и выносливости винтовых цилиндрических пружин [Текст] / Н. М. Вершинина, И. В. Григорьева, С. И. Иванов, Г. Ф. Мальков // Рук.деп. ВИНТИ. 1977. – №237 – 77 ДЕП. – 18 с.