

Вакулюк В.С., Ковалкин Ю.П., Анохин Д.В., Чуриков Д.С., Ковалёва А.М.

ВЛИЯНИЕ СЕРЕБРЕНИЯ ШЛИЦ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Исследование проводилось на деталях, изготовленных по стандартной технологии, принятой в авиационном двигателестроении. Шлицы имели эвольвентный профиль, получивший наибольшее распространение ввиду высокой надёжности и технологичности. Шлицы изготавливались из стали 12Х2Н4А фрезерованием методом обкатки. Основные размеры приведены на рис. 1.

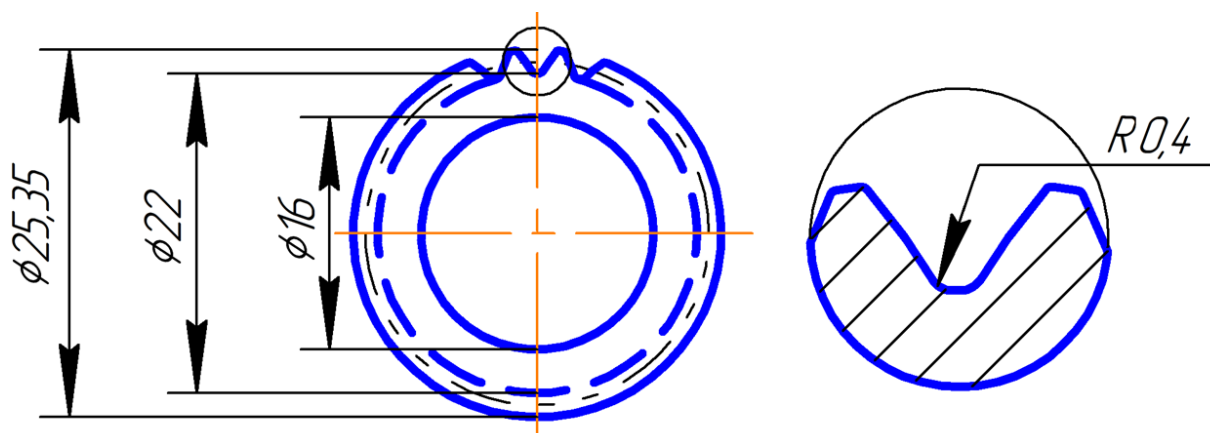


Рис. 1. Размеры поперечного сечения шлицевой детали

С целью предупреждения фреттинг-коррозии контактная поверхность шлицевых деталей подвергалась химико-термической обработке (цементации) и покрывалась электролитическим способом серебром с толщиной слоя 3...6 мкм.

Таблица 1. Технология изготовления шлицевых деталей

N, партии	m, мм	D1, мм	DB, мм	DH, мм	Материал	Способ зубообразования	Химико-термическая обработка	Покрытие
1	1	16	22	25,35	12Х2Н4А	фрезерование	цементация	---
2	1	16	22	25,35	12Х2Н4А	фрезерование	цементация	серебрение

Меридиональные σ_{φ} остаточные напряжения по толщине поверхностного слоя опасного сечения шлицевой детали определялись механическим методом [1]. В связи с рассеянием в каждой партии исследовалось 28...30 образцов. На рис. 2 приведены

средние значения остаточных напряжений, полученные статистической обработкой результатов экспериментов [2]. Как показала проверка полученных результатов 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.

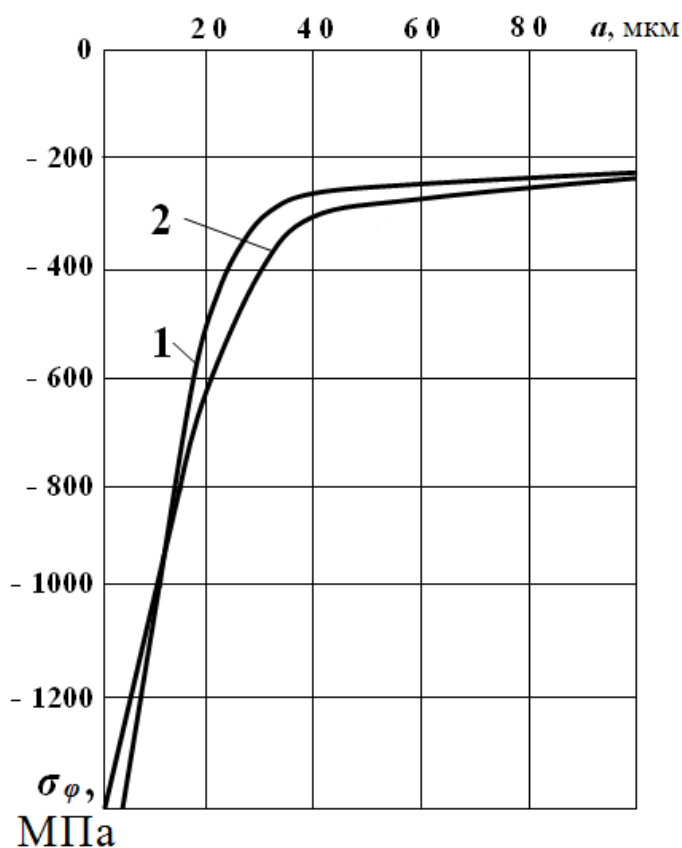


Рис. 2. Остаточные напряжения во фрезерованных шлицах $m = 1$, материал 12Х2Н4А (номера кривых соответствуют табл. 1)

На рис. 2 для сравнения приведены остаточные напряжения в шлицевых деталях без покрытия. Можно видеть, что после серебрения значимых изменений остаточных напряжений не произошло.

Для подтверждения полученных результатов были проведены сравнительные испытания на усталость на базе $3 \cdot 10^6$ циклов нагружения. Партии образцов были изготовлены одновременно с образцами для определения остаточных напряжений. Разрушения шлицевых деталей при переменных напряжениях происходят, как правило, в неконтактирующей части, где деталь испытывает деформацию кручения. В связи с этим

предел выносливости τ_{-1} шлицевой детали выражали через номинальные касательные напряжения. Результаты испытаний на усталость: партия 1 – $\tau_{-1} = 385$ МПа, партия 2 – $\tau_{-1} = 369$ МПа. Уменьшение предела выносливости деталей с покрытием обусловлено отрицательным влиянием диффузии материала покрытия в поверхностный слой основного материала [3].

Библиографический список

1. Павлов, В.Ф. Прогнозирование сопротивления усталости поверхностно упрочнённых деталей по остаточным напряжениям [Текст] / В.Ф. Павлов, В.А. Кирпичёв, В.С. Вакулюк. – Самара: Издательство СНЦ РАН, 2012. – 125 с.
2. Степнов, М.Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний [Текст] / М.Н. Степнов. – М.: Машиностроение, 1985. – 232 с.
3. Павлов, В.Ф. Расчёт остаточных напряжений в деталях с концентраторами напряжений по первоначальным деформациям [Текст] / В.Ф. Павлов, А.К. Столяров, В.С. Вакулюк, В.А. Кирпичёв. – Самара: Издательство СНЦ РАН, 2008. – 124 с.