

УДК 621.787:539.319

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ВО ВПАДИНАХ
РЕЗЬБЫ ПОСЛЕ УПРОЧНЕНИЯ БОКОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВЫСТУПОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБРАЗЦОВ-СВИДЕТЕЛЕЙ**

Микушев Н. Н., Касьянов С. А., Сазанов В. П.

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

Известно, что упрочнение без наклёпа дна впадин резьбы имеет преимущество для резьбовых деталей, работающих при повышенных температурах, так как наклёп в опасном сечении детали в этом случае снижает сопротивление усталости [1-3]. В настоящем исследовании было изучено упрочнение, при котором обрабатываются только боковые поверхности выступов резьбы без упрочнения дна впадин. Такая схема поверхностного пластического деформирования реализуется в том случае, когда радиус индентора больше радиуса впадин резьбы. Для исследования влияния такой схемы обработки на остаточные напряжения были использованы результаты испытаний образцов из стали 12X18H9 с резьбой М10 и радиусом впадин $\rho = 0,26$ мм. Резьба нарезалась резцом на режимах, создающих во впадинах минимальные остаточные напряжения.

Поверхности образцов обрабатывались дробью диаметром 1 – 1,2 мм на пневмодробеструйной установке со щелевым соплом при давлении воздуха $p = 0,6$ МПа. Данный технологический цикл поверхностного упрочнения был выполнен также и на гладких втулках из стали 12X18H9 с размерами наружного и внутреннего диаметров $D \times d = 25 \times 19$ мм, которые являлись образцами-свидетелями. Остаточные напряжения в поверхностном слое образцов-свидетелей (втулок) определялись известным методом колец и полосок [4, 5]. Расчёты остаточного напряжённо-деформированного состояния выполнялись методом конечно-элементного моделирования с использованием комплекса PATRAN/NASTRAN [6, 7].

С использованием метода термоупругости были определены первоначальные деформации на конечно-элементных моделях образцов-свидетелей путём последовательных итераций до совпадения расчётной и экспериментальной эпюр остаточных напряжений в упрочнённом поверхностном слое. В дальнейшем полученные исходные данные по первоначальным деформациям были перенесены для расчёта на конечно-элементные модели деталей с резьбой. Распределения остаточных напряжений по толщине поверхностного слоя впадин резьбы были получены на основании этих расчётов.

Установлено, что при обработке поверхностным пластическим деформированием только боковых поверхностей резьбы в её впадинах создаются существенные сжимающие остаточные напряжения без наклёпа самих впадин, что имеет преимущество при работе при повышенных температурах, так как наклёп в опасном сечении детали в этом случае снижает сопротивление усталости [1].

Библиографический список

1. Сулима, А. М. Поверхностный слой и эксплуатационные свойства деталей ГТД [Текст]/ А. М. Сулима, М. И. Евстигнеев. – М.: Машиностроение, 1980. – 240 с.
2. Сулима, А. М. Качество поверхностного слоя и усталостная прочность деталей из жаропрочных и титановых сплавов [Текст]/ А. М. Сулима, М. И. Евстигнеев. – М.: Машиностроение, 1974. – 256 с.

3. Иванов, С. И. Остаточные напряжения и сопротивление усталости высокопрочных резьбовых деталей [Текст]/ С. И. Иванов, В. Ф. Павлов, Б. В. Минин, В. И. Кирпичёв, Е. П. Кочеров, В. В. Головкин. – Самара: Издательство СНЦ РАН, 2015. – 170 с.

4. Иванов, С. И. К определению остаточных напряжений в цилиндре методом колец и полосок [Текст]/ С. И. Иванов // Остаточные напряжения. – Куйбышев: КуАИ, 1971. – Вып. 53. – С. 32-42.

5. Степнов, М. Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний [Текст]/ М. Н. Степнов. – М.: Машиностроение, 1985. – 232 с.

6. Сазанов, В. П. Моделирование перераспределения остаточных напряжений в упрочнённых цилиндрических образцах при опережающем поверхностном пластическом деформировании [Текст]/ В. П. Сазанов, А. В. Чирков, В. А. Самойлов, Ю. С. Ларионова // Вестник СГАУ. – 2011. – №3(27). Ч. 3. – С. 171-174.

7. Сазанов, В. П. Моделирование остаточного напряжённого состояния деталей в условиях концентрации напряжений с использованием программного комплекса NASTRAN/PATRAN [Текст]/ В. П. Сазанов, А. В. Чирков, О. Ю. Семёнова, А. В. Иванова // Вестник СамГТУ. Сер.: техн. науки. – 2012. – №1 (33). – С. 106-114.