

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАДИУСА И ГЛУБИНЫ НАДРЕЗА НА ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В НАИМЕНЬШЕМ СЕЧЕНИИ ПОВЕРХНОСТНО УПРОЧНЁННОЙ ДЕТАЛИ

© 2012 В.П. Сазанов, Ю.С. Ларионова, С.А. Михалкина, А.В. Иванова, А.А. Филиппов

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

## INFLUENCE RESEARCH OF RADIUS AND DEPTH OF NOTCH ON RESIDUAL STRESS DISTRIBUTION CHARACTER IN THE LEAST CROSS-SECTION OF SURFACE TREATMENT DETAIL

© 2012 V.P. Sazanov, Yu.S. Larionova, S.A. Mihalkina, A.V. Ivanova, A.A. Filippov

By FEM modeling the axial residual stresses distribution regularity of surface treatment cylindrical details of various diameters at infliction of different radius and depth notches is researched. It is shown that with diameter rising of treatment detail stratification depth of residual stresses maximum is moving deep.

Большой практический интерес при прогнозировании предела выносливости представляет решение задачи о перераспределении остаточных напряжений в деталях с концентраторами, нанесёнными после опережающего поверхностного пластического деформирования. Одной из таких наиболее важных задач является исследование влияния геометрических параметров детали и концентратора на величину и распределение осевых остаточных напряжений в наиболее опасном сечении детали.

Проведённое исследование выполнено по результатам расчётов методом конечно-элементного моделирования на деталях в виде стандартных образцов из стали 20 диаметром  $D=10$  мм,  $D=15$  мм и  $D=25$  мм с использованием расчётного комплекса NASTRAN \ PATRAN. Методические основы моделирования остаточных напряжений для подобных задач применительно к указанному расчётному комплексу подробно рассмотрены в работе [1]. Эскиз расчётной области образца приведён на рис. 1.

В рассматриваемой задаче поверхностный слой детали был упрочнён на глубину  $a = 0,5$  мм по линейному закону распределения остаточных напряжений. При этом их максимальное

значение находилось на поверхности, а нулевое значение – на глубине  $a = 0,5$  мм. После упрочнения на деталь наносился концентратор глубиной  $h$  в виде кругового надреза с радиусом  $R$  на дне. В результате нанесения надреза в упрочнённой детали происходит перераспределение остаточных напряжений.

Значения осевых  $\sigma_z$  остаточных напряжений на дне надреза в зависимости от его глубины  $h$  приведены на рис. 2 – 4 для

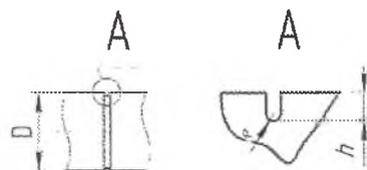


Рис. 1. Расчётная область образца

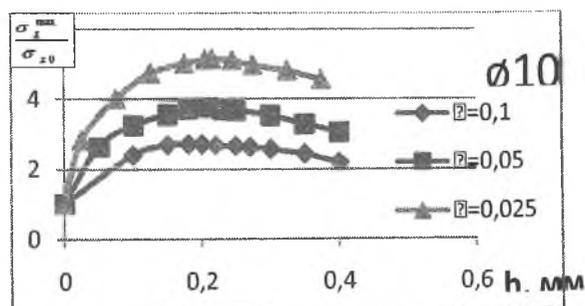


Рис. 2. Зависимость осевых  $\sigma_z$  остаточных напряжений на дне надреза от его глубины и радиуса при диаметре образца  $D = 10$  мм

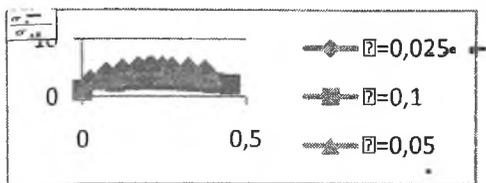


Рис.3. Зависимость осевых  $\sigma_z$  остаточных напряжений на дне надреза от его глубины и радиуса при диаметре образца  $D = 15$  мм

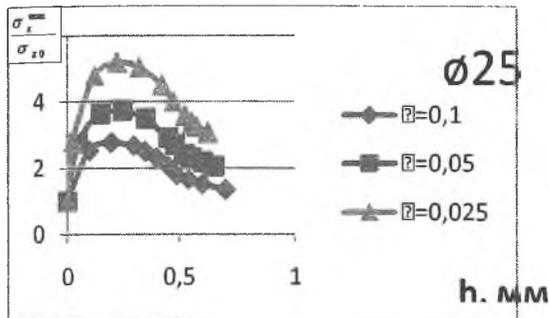


Рис.4. Зависимость осевых  $\sigma_z$  остаточных напряжений на дне надреза от его глубины и радиуса при диаметре образца  $D = 25$  мм

радиусов  $R=0,1$  мм,  $R=0,05$  мм и  $R = 0,025$  мм и диаметров образцов:  $D = 10$  мм,  $D = 15$  мм,  $D = 25$  мм. Напряжения представлены в относительных величинах по отношению к

максимальным осевым остаточным напряжениям на поверхности образца без надреза.

Из приведённых графиков видно, что для всех исследованных диаметров образцов и радиусов надрезов значения осевых  $\sigma_z$  остаточных напряжений в наименьшем сечении с увеличением глубины надреза вначале возрастают, а затем, достигнув максимальной величины, уменьшаются.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

УДК 621.787:539.319

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В УПРОЧНЁННЫХ ПОЛЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЯХ С КОЛЬЦЕВЫМИ НАДРЕЗАМИ

© 2012 В.П. Сазанов, Е.А. Денискина, С.А. Михалкина

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

## REGULARITIES OF RESIDUAL STRESSES DISTRIBUTION IN HARDENED HOLLOW CYLINDRICAL PARTS WITH CIRCULAR CUTS

© 2012 V.P. Sazanov, E.A. Deniskina, S.A. Mihalkina

A study was made of results of regularities of axial residual stresses distribution on the circular cut bottom in hollow cylindrical parts under outstripping superficial plastic deforming examination. The examination used the results of finite elements method calculation using a detail model in which geometrical parameters of stresses concentrator were changed.

В практике современного машиностроения для повышения сопротивления усталости деталей применяется опережающее поверхностное

пластическое деформирование (ОПД). В настоящем исследовании рассматривается задача о перераспределении остаточных напряжений в полых цилиндрических