

ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БАЛОК И ПЛАСТИН С КОНЦЕНТРАТОРАМИ НАПРЯЖЕНИЙ ПОСЛЕ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ

Глебов В.Е.

Самарский государственный технический университет, г. Самара,
gve5770200@mail.ru

Ключевые слова: поверхностное упрочнение, геометрические параметры, концентраторы напряжений, остаточные напряжения, пластические деформации.

На прикладных технологических производствах возникает задача повышения срока эксплуатации деталей, успешно решаемая с помощью методов поверхностного пластического деформирования. В результате такой упрочняющей обработки, с одной стороны, в поверхностном слое деталей создаются сжимающие остаточные напряжения, благодаря которым и улучшаются прочностные характеристики деталей, с другой стороны, пластическое деформирование неизбежно ведёт к короблению деталей. Допуски на вариации поставляемых деталей жёстко регламентированы, поэтому знать, каким образом упрочняющая обработка изменяет конфигурацию детали, оказывается просто необходимым.

В настоящей работе изучается напряжённо-деформированное состояние после упрочнения для гладкой балки, прямоугольной и цилиндрической пластины с круговым сквозным концентратором напряжений (рис. 1-3).

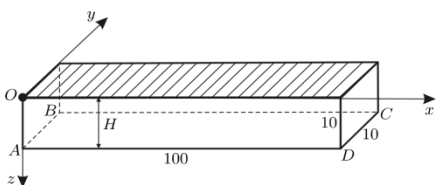


Рисунок 1 – Гладкая балка,
упрочняемая поверхность: $z = 0$

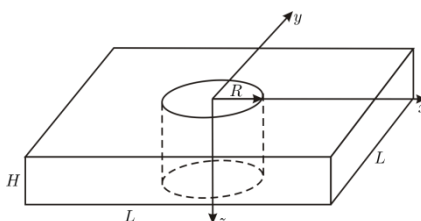


Рисунок 2 – Прямоугольная
пластина, упрочняемая
поверхность: $z = 0$

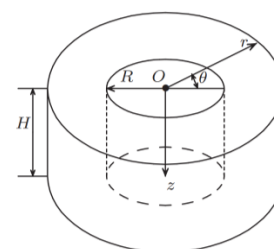


Рисунок 3 – Цилиндрическая
пластина, упрочняемая
поверхность: $r = R$

Для исследования состояния образцов после упрочнения предлагается следующий подход. Вслед за методикой, предложенной в [1], по экспериментальным данным выполняется реконструкция полей остаточных напряжений и пластических деформаций в образцах после упрочнения. Полученные зависимости, однако, не позволяют оценить изменение геометрических параметров деталей, поэтому на следующем этапе применяется модификация метода расчёта по первоначальным деформациям и рассматриваемая задача сводится к термоупругой, решаемой затем в комплексе ANSYS методом на базе метода конечных элементов. В ряде модельных задач варьировались параметры образцов (высота балки и прямоугольной пластины H , радиус R концентратора напряжений для цилиндрической пластины) и условия закрепления. Например, для гладкой балки рассматривались следующие варианты: жёсткое и шарнирно-подвижное закрепления рёбер AB и CD (1), жёсткое закрепление рёбер AB и CD (2), жёсткое закрепление торцевых граней $x = 0$ $x = 100$ мм (3). В качестве примера на рис. 4 приведены зависимости стрелы прогиба балки в сечении $z = H$ от высоты балки H , откуда видно, что величина стрелы прогиба нелинейно возрастает с уменьшением «жёсткости» условий закрепления. Этот факт иллюстрирует важность выбора технологии упрочнения на производствах. На рис. 5 и 6 приведены радиальные смещения концентраторов напряжений для прямоугольных пластин различной высоты, закреплённых шарнирно, и цилиндрических пластин, жёстко заделанных по боковой поверхности, с

различными радиусами концентратора. Из данных расчётов следует, что изменение первоначально прямолинейной образующей концентратора незначительно.

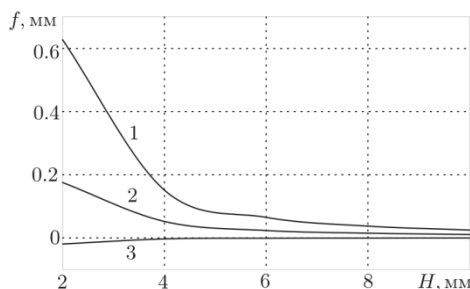


Рисунок 4 – Зависимости стрелы прогиба f балки от высоты H

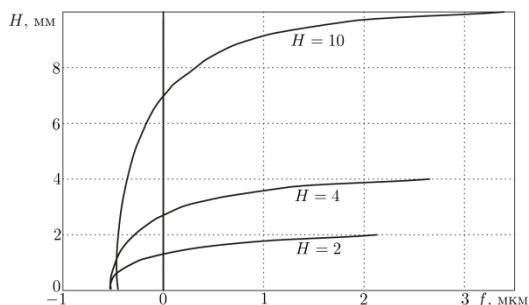


Рисунок 5 – Радиальные смещения концентраторов напряжений для прямоугольной пластины

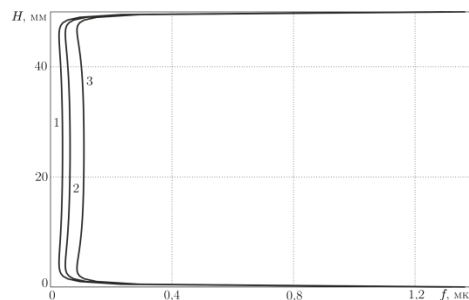


Рисунок 6 – Радиальные смещения концентраторов напряжений для цилиндрической пластины: 1 – $R = 10$ мм, 2 – $R = 7.5$ мм, 3 – $R = 5$ мм

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № РНФ 23-29-00434).

Список литературы

1. Радченко В.П., Саушкин М.Н. Ползучесть и релаксация остаточных напряжений в упрочнённых конструкциях. М.: Машиностроение-1, 2005. 226 с.

Сведения об авторе

Глебов В.Е., аспирант кафедры «Прикладная математика и информатика». Область научных интересов: механика деформируемого твердого тела.

TRANSFORMATION OF GEOMETRIC PARAMETERS OF BEAMS AND PLATES WITH STRESS CONCENTRATORS AFTER SURFACE HARDENING

Glebov V.E.

Samara State Technical University, Samara, Russia, gve5770200@mail.ru

Keywords: surface strengthening, geometric parameters, stress concentrators, residual stresses, plastic deformations.

A study was made of the effect of surface hardening treatment on the geometric parameters of different details with stress concentrators. A number of variable calculations were performed. Radial displacements of stress concentrators are determined.