УСТАНОВЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ РЕЖИМОВ ОДНО-ДВУХ-ЦИКЛОВОГО ДОРНОВАНИЯ ТОЛСТОСТЕННЫХ ЦИЛИНДРОВ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТОРЦЕВЫХ ДЕФЕКТОВ

С.Г. Кулеш, студент гр. 4АМ01, И.А. Лысак, к.т.н., доц. ОМШ
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина,30.
E-mail: sgk8@tpu.ru

В современном машиностроении постоянно повышаются требования к точности деталей, имеющих цилиндрическую форму рабочей поверхности. К таким деталям относятся втулки, являющиеся одними из самых распространённых деталей машин. Как правило, внутренняя цилиндрическая поверхность обрабатывается с большей сложностью, чем наружная. Использование дорнования в качестве завершающей технологической операции обработки отверстия позволяет сделать деталь более точной и технологичной. Диаметр отверстия при этом несколько увеличивается за счет пластических деформаций. Деформированный слой металла получает упрочнение, поверхностные неровности сглаживаются, точность обработанного отверстия повышается [1]. В то же время при дорновании отверстий, например, у втулок с толстыми стенками возникает смещение металла вследствие пластической деформации. Это приводит к образованию наплывов на торцах втулки, которые могут препятствовать использованию втулки по назначению (рис. 1).

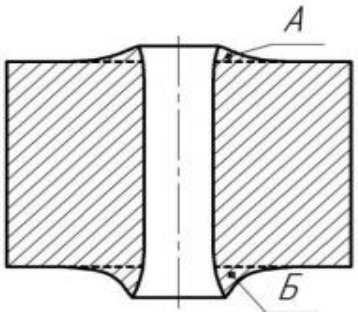

Рисунок 1 - Схема наплывов металла на торцах заготовок, обработанных дорнованием:
А – входной торец;
Б – выходной торец

Таким образом, представляется целесообразным исследование динамики образования наплывов у торцов толстостенных втулок в зависимости от таких параметров, как отношение диаметров отверстия и внешней поверхности втулки, размера натяга, зависящего от диаметра дорна относительно отверстия втулки и количества циклов прохождения дорна через отверстие методами численного эксперимента.

Напряженно-деформированное состояние втулки рассчитывалось в приближении теории малых перемещений, дополненной мультилинейной моделью кинематического упрочнения материала. Упругое поведение материала описывалось линейной моделью. Инерционные явления не рассматривались. Задача решалась в квазитрехмерной постановке с использованием модуля Static Structural комплекса инженерного анализа ANSYS. Рассматривался 30° сегмент втулки и дорна с граничными условиями осевой симметрии. Дорн ∅ 5,17 мм с углами конусов 6° перемещался через отверстие втулки ∅ 5 мм длиной 10 мм, установленной на опоре, со скоростью 8 мм/с (рис. 2). Материал втулки – Стали 50, дорна – сплав ВК8. Статическая задача решалась для каждого шага по времени. Регистрировались остаточные напряжения вдоль координатных осей (σ_x, σ_r, σ_θ) в продольном сечении втулки. Верификация математической модели осуществлялась путем сравнения результатов расчета с величиной окружных остаточных напряжений (σ_θ), определенных экспериментально

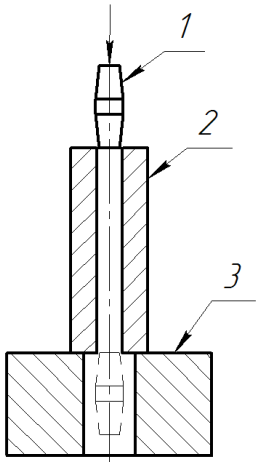

Рисунок 2 – Схема модели и направление движения дорна:
1 – дорн; 2 – втулка;
3 – опора

методами Г. Закса [2] и Н.Н. Давиденкова [3] и представленными в работе [4]. Результаты представлены на рис. 3.

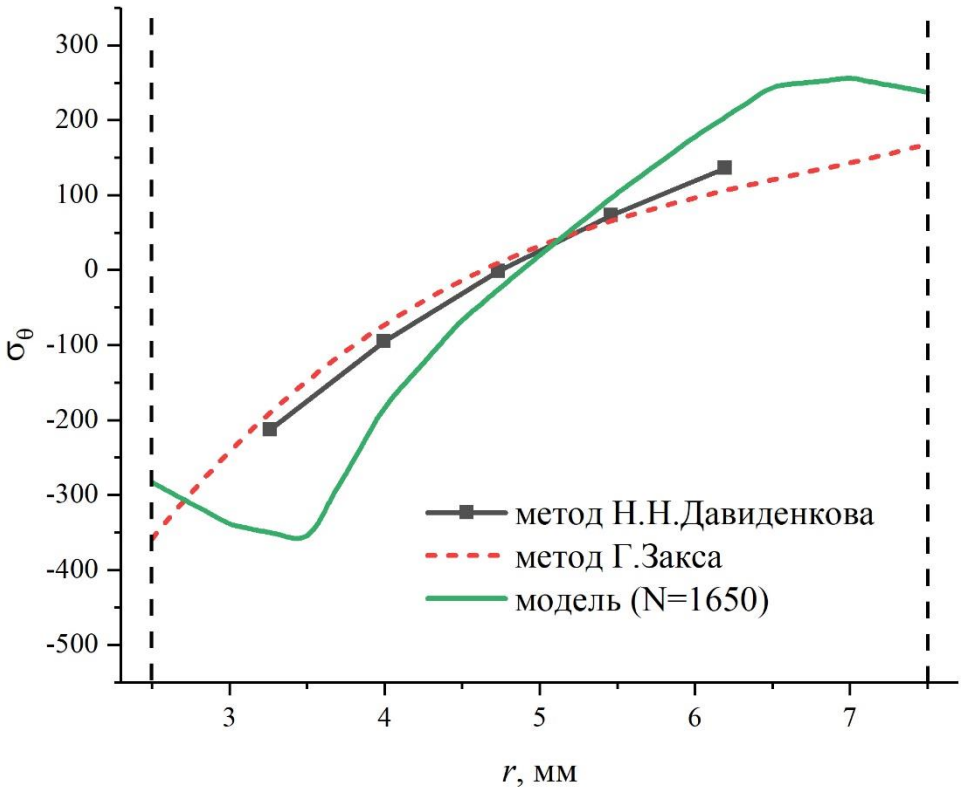

Рисунок 3 – Распределение окружных остаточных напряжений в сечении втулки

Из графиков видно, что результаты расчета с использованием сеточной модели втулки размерностью *N*=1650 элементов и экспериментов имеют хорошую корреляцию, что позволяет сделать заключение о правомерности принятых допущений и корректности выбранной расчетной стратегии.

Полученные результаты подтверждают возможность обоснованного использования численного эксперимента для установления рациональной области режимов одно-двух-циклового дорнования толстостенных цилиндров с целью минимизации возникновения торцевых дефектов на основе анализа их напряженно-деформированного состояния.

Список литературы:

1. Розенберг А.М., Розенберг О.А., Гриценко Э.И. Качество поверхности, обработанной деформирующим протягиванием. – Киев: Наукова думка, 1977. -187 с.

2. Sachs G. The determination of residual stresses in rods and tubes // Z. Metallkunde. 1927. T. 19, №. 9. P. 352-357.

3. Davidenkov N.N. On the measurement of residual stresses // Industrial laboratory. Materials diagnostics. 1950. T. 16, № 2. P. 188.

4.Скворцов, В. Ф. Применение метода Н. Н. Давиденкова для оценкиокружных остаточных напряжений в обработанных дорнованием полых цилиндрах / В.Ф. Скворцов, А. Ю. Арляпов, А. О. Бознак, И. И. Оголь // Системы. Методы. Технологии. – 2016. – № 4. – С. 65-70.