

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ УПРОЧНЕННОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ МЕТОДАМИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

М.С. Махалов, канд. техн. наук
Кузбасский государственный технический университет
(г. Кемерово, Россия)

Известно, что остаточные напряжения (ОН) являются одним из ключевых параметров качества поверхностного слоя (ПС), влияющих на долговечность деталей машин при различных видах циклических нагрузок. При этом широкими возможностями по формированию значительных сжимающих ОН обладают способы упрочняющей обработки поверхностным пластическим деформированием (ППД).

К настоящему времени известно и используется значительное число методик определения ОН, главными недостатками которых являются трудоемкость, относительно невысокая точность и невозможность оперативного определения ОН по глубине ПС.

По мнению автора, эффективное решение этой проблемы возможно, с одной стороны, на основе разработки расчетных аппаратов, позволяющих прогнозировать величину ОН без проведения трудоемких исследований, а с другой стороны, развитием методов неразрушающего контроля (НК) и их адаптации к оперативному определению знака, величины и распределения ОН по глубине ПС контролируемой детали.

Так, в частности, достоинствами магнитных методов НК являются простота и стабильность показаний. Однако наибольшую трудность представляет установление связей между величиной ОН и измеряемыми магнитными параметрами, поскольку изменение последних является следствием ряда факторов: величины ОН, структурных изменений и степени поврежденности ПС, оценка вклада каждого из которых также сложна.

Экспериментальные образцы изготавливались в виде колец из отожженной стали 45 ГОСТ 1050–88 одной поставки, которые затем подвергались обработке ППД с различными режимами.

Одним из современных методов НК является метод магнитошумового анализа, основанный на эффекте Баркгаузена – возникновении скачков намагниченности (шумов) при перемагничивании ферромагнитного материала. Основным информативным параметром магнитошумового метода является интенсивность (спектральная плотность) магнитного шума (ИМШ) в направлении перемагничивания, регистрируемая в относительных единицах.

Измерения ИМШ проводились в упрочненном ПС вдоль окружности каждого образца в 8 точках с углом поворота между соседними точками 45° , как по торцу вблизи поверхности, так и по упрочненной поверхности исследуемых об-

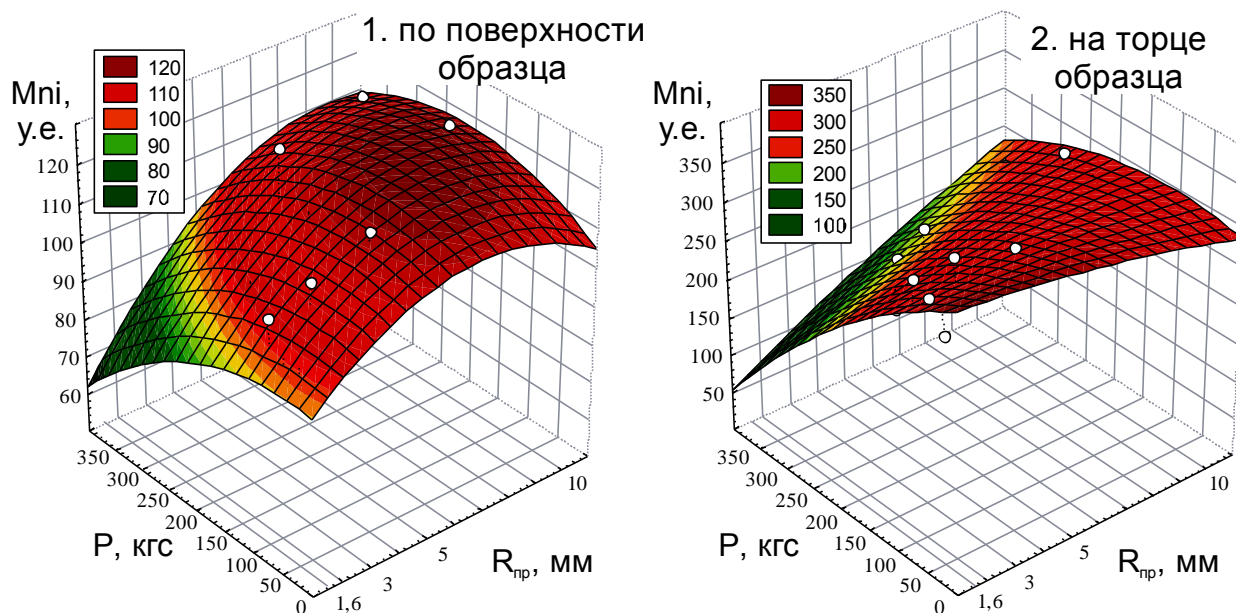
разцов. Использовался анализатор «Интроскан», оснащенный стандартным датчиком. Для каждого образца было сделано 16 измерений с повторностью не менее 5 раз. Погрешность величины ИМШ при повторных измерениях не превышала 5%.

Исследованиями установлено, что:

1. В поверхностном слое металла после упрочняющей обработки интенсивность магнитного шума в 1,3...1,5 раза ниже, чем в неупрочненном ПС, что свидетельствует о наличии сжимающих ОН.

2. Наиболее тесную взаимосвязь с основными параметрами режима при наименьшей дисперсии экспериментальных данных имеют средние значения ИМШ, измеренные на торце вблизи поверхности и на упрочненной поверхности образца (рисунок 1).

3. Наибольшую чувствительность к изменению величины окружных ОН обнаруживают средние значения ИМШ, измеренные на торце образца.



$$1. Mni = -0,6023R_{пр}^2 + 8,1523R_{пр} - 0,0003P^2 + 0,0086P + 0,0095P \cdot R_{пр} + 88,021;$$

$$2. Mni = -0,3997R_{пр}^2 - 2,2944R_{пр} - 0,0008P^2 - 0,4906P + 0,0622P \cdot R_{пр} + 359,537;$$

Рисунок 1 – Зависимости среднего значения ИМШ экспериментальных образцов от профильного радиуса ролика и усилия обработки

Полученные результаты положены в основу модели формирования и трансформации ОН при механической обработке резанием и ППД в наследственной постановке, базирующейся на научных положениях механики технологического наследования, накопления деформации и исчерпания запаса пластичности на стадиях жизненного цикла изделий.