

УДК 621.787
ОСНОВЫ СОВМЕЩЕННОГО МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКОГО
НАКАТЫВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ НЕЖЕСТКИХ ДЕТАЛЕЙ

А. М. ДОВГАЛЕВ
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Борьба с износом деталей, входящих в состав технических объектов, является важной народнохозяйственной задачей, на решение которой ежегодно расходуются огромные финансовые средства.

Указанную задачу решают комплексно, как на стадии проектирования (в том числе на основе создания и применения современных материалов), так и на этапах изготовления и эксплуатации технических систем. Одним из направлений повышения эксплуатационных свойств поверхностей деталей машин является применение технологий их поверхностного упрочнения. При выборе того или иного метода поверхностного упрочнения учитывают тот факт, что большинство деталей машин являются нежесткими, а существующая тенденция по снижению металлоемкости разрабатываемых конструкций способствует непрерывному увеличению их количества.

В Белорусско-Российском университете на протяжении более десяти лет ведется разработка и исследование методов магнитно-динамического накатывания (МДН) внутренних и наружных поверхностей тел вращения, а также плоских поверхностей деталей колеблющимися деформирующими шарами, свободно установленными в кольцевой камере перемещаемого с подачей инструмента. При этом колебательные движения деформирующим шаром сообщают энергией вращающегося магнитного поля инструмента.

Для реализации методов МДН поверхностей деталей создана гамма высокоэффективных инструментов, обладающих технической новизной и защищенных патентами на изобретение Российской Федерации и Республики Беларусь. В состав конструкции таких инструментов входят: оправка; деформирующие шары, свободно установленные в кольцевой камере; магнитная система на основе электро- или постоянных магнитов существующих конфигураций.

Высокую эффективность отделочно-упрочняющей обработки обеспечивают разработанные методы совмещенного магнитно-динамического накатывания (СМДН), при реализации которых имеет место комплексное воздействие на поверхностный слой ферромагнитных деталей вращающимся постоянным (переменным) магнитным полем с индукцией 0,1–1,2 Тл и колеблющимися деформирующими шарами, осуществляющими многократное импульсно-ударное деформирование [1, 2].

Широкие возможности обеспечивает разработанный метод СМДН в

активной технологической среде, состоящей из соединений металлов и веществ, восстанавливающих металлы и активизирующих процесс растворения химически стойких окислов, позволяющий получать на упрочненной поверхности ферромагнитных деталей тонкие твердосмазочные антифрикционные покрытия требуемого состава.

Спроектированы конструкции комбинированных инструментов для осуществления СМДН, содержащих магнитную систему, обеспечивающую упрочняющее воздействие на поверхность ферромагнитных деталей вращающимся магнитным полем и сообщением деформирующим шарам рабочих колебательных движений.

Выявлены закономерности влияния основных режимов процесса СМДН на параметры микрорельефа обработанных поверхностей ферромагнитных деталей. Разработана статистическая модель процесса совмещенного упрочнения, позволившая установить оптимальные режимы обработки для достижения минимальной шероховатости упрочняемой поверхности.

Проведены исследования точности геометрической формы поперечного сечения тонкостенных ферромагнитных цилиндров при обработке СМДН. Показано, что точность геометрической формы в поперечном сечении стальных тонкостенных цилиндров при совмещенной обработке (по отношению к упрочнению алмазным выглаживанием) повышается на 25–40 %.

Установлено, что вращающееся магнитное поле, действующее на внутреннюю поверхность тонкостенного ферромагнитного цилиндра со стороны инструмента, выполняет функцию «магнитной оправки». При этом магнитная система комбинированного инструмента, предназначенная для намагничивания упрочняемой поверхности детали, введенная в отверстие тонкостенного цилиндра, обеспечивает создание равномерно распределенных по его окружности радиальных магнитных сил. В результате жесткость участка тонкостенного обрабатываемого цилиндра, находящегося во вращающемся магнитном поле инструмента, существенно повышается. Это и определяет преимущественную область технологического применения СМДН – отделочно-упрочняющая обработка поверхностей тонкостенных (нежестких) деталей.

Для повышения точности диаметрального размера отверстия тонкостенных втулок (уменьшение поля рассеивания диаметрального размера) предложено распределить заготовки по группам в порядке возрастания их размеров, а затем упрочнить каждую группу заготовок СМДН на рациональных режимах, обеспечивая требуемую интенсивность деформации исходных микронеровностей, вызывающую соответствующее изменение диаметрального размера. Указанный метод СМДН позволяет уменьшить поле рассеивания диаметрального размера отверстия обрабатываемой партии тонкостенных заготовок на 15–20 %.



Выполнены рентгеноструктурные исследования, а также исследования микроструктуры образцов, упрочненных СМДН. Установлено, что метод совмещенной упрочняющей обработки МДН и вращающимся магнитным полем позволяет сформировать в поверхностном слое стальных и чугуновых образцов мелкодисперсную субзеренную структуру на глубину 1,5 – 3,0 мкм с размером блоков от 18 до 25 нм.

Проведенный рентгеноспектральный микроанализ упрочненных образцов показал, что СМДН приводит к увеличению концентрации углерода в наноструктурированном поверхностном слое как стальных, так и чугуновых заготовок, что может быть обусловлено высвобождением атомов углерода и их диффундированием на поверхность вследствие дробления зерен под комплексным магнитно-силовым воздействием.

Триботехнические исследования показали, что износостойкость поверхностей ферромагнитных деталей, упрочненных СМДН, повышается в 2,5–3,1 раза.

Результаты исследований внедрены на ЗАО «Могилевский инструментальный завод» при упрочнении ножей дробильных машин с годовым экономическим эффектом 100,9 млн р. (в ценах 2015 г.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2068770 РФ, МПК В 24 В 39/02. Способ поверхностного пластического деформирования и инструмент для его осуществления / А. М. Довгалева ; заявитель и патентообладатель А. М. Довгалева. – № 914922542 ; заявл. 29.03.1991 ; опубл. 10.11.1996.

2. Пат. 2089373 РФ, МПК В 24 В 39/02. Способ поверхностного пластического деформирования и инструмент для его осуществления / А. М. Довгалева ; заявитель и патентообладатель А. М. Довгалева. – № 914924841 ; заявл. 05.04.1991 ; опубл. 10.11.1997.

