

– При проведении процессов диффузионного ванадирования все три вида примененных активаторов оказывают практически одинаковое влияние на изменение величины шероховатости, полученной после обработки поверхности. Характер кривых также идентичен с выраженным максимумом повышения величины шероховатости поверхности.

– Изменение процентного содержания балластной добавки в насыщающей смеси также существенно влияет на величину шероховатости, полученной после диффузионного насыщения поверхности. С повышением процентного содержания балластной добавки происходит снижение параметров шероховатости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгих, А. М. Химико-термическая обработка материалов: учеб.-метод. комплекс / А. М. Долгих. – Новополоцк : ПГУ, 2010. – 224 с.
2. Ворошнин, Л. Г. Теория и технология химико-термической обработки: учеб. Пособие / Л. Г. Ворошнин. – Минск : Новое знание, 2010. – 304 с.
3. Металловедение. Термическая и химико-термическая обработка сплавов: сб. научн. трудов / под ред. Б. Н. Арзамасова. – М. : Изд-во МГТУ, 2003. – 246 с.
4. Многокомпонентные диффузионные покрытия / Л. С. Ляхович [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1974. – 288 с.
5. Стуканов, В. А. Металловедение: учеб. пособие / В. А. Стуканов. – Москва : ИНФРА-М, 2008. – 368с.

УДК 620.179.14

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СТЕПЕНЬ ИЗНОСА УПРОЧНЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Калугин¹ Ю. К., Лещик² С. Д.

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
Гродно, Республика Беларусь*

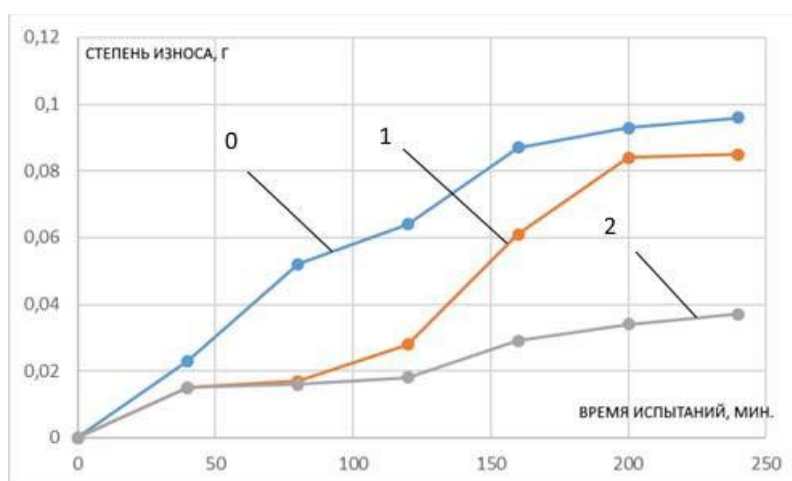
Обработка металлов магнитным импульсом характеризуется воздействием нестабильных магнитных полей на материал с максимальным напряжением $2...3 \cdot 10^7$ А/м и импульсными токами до $5 \cdot 10^5$ А и благодаря работе этого магнитного импульса и импульсному нагреву металла. Во время обработки магнитным импульсом происходит воздействие концентрированного электромагнитного поля на дефекты структуры. Изменение температурных градиентов и термоупругих сжимающих напряжений в зоне упрочнения приводит к локализации или полному сглаживанию дефектов микроструктуры. Глубина проникновения магнитного поля зависит от частоты электромагнитных колебаний и электропроводности материала. Следовательно, при таком способе обработки можно изменять свойства поверхностного слоя детали. Действие магнитного поля вызывает изменения структуры материала, что приводит к изменению механических характеристик обрабатываемых материалов [1]. Возможности технологии магнитно-импульсного упрочнения обработки (МИУ) позволяют при

обработке деталей варьировать не только напряженностью поля, но и его полярностью, продолжительностью и амплитудой импульсов, а также временем выдержки при обработке и после нее. Установлено, что практическим эффектом МИУ для различных сталей является повышение срока службы рабочих поверхностей, связанных с интенсивным износом: на 150 %...200 % – для режущего инструмента, на 120 %...180 % – для деталей машин, работающих на основе сил трения [3]. Однако приведенные данные не являются точными и в значительной степени зависят от свойств материалов и условий работы деталей и оборудования.

Целью выполняемых исследований является детальное изучение структурных и фазовых изменений в поверхностном слое ответственных деталей ткацкого оборудования, способствующих повышению их износостойкости, и возможности использования магнитно-импульсной упрочняющей обработки как предварительной, при разработке комбинированных технологий упрочнения.

Основываясь на результатах теоретических исследований и литературных источников, можно предположить, что внешнее магнитное поле при обработке материалов МИУ способствует направленной ориентации доменов, что в свою очередь вызывает возникновение внутренних напряжений перемещению дислокаций в объеме и в поверхностном слое, что затрудняет пластическое деформирование поверхности и уменьшает износ детали.

Для проведения экспериментального лабораторного исследования влияния намагничивания на величину износа использовалась модернизированная машина трения типа МИ, предусматривающая испытания по схеме «диск-образец». В качестве образцов использовались детали «корпус прокладчика» с упрочненной поверхностью, закрепленные в специальном штативе. Такой способ взаимодействия образца с контртелом был выбран для максимального приближения к реальным условиям эксплуатации данного вида деталей [2]. Износ образцов определялся микрометрическим и весовым способом. Контролировались размерные характеристики элементов детали, наиболее подверженные износу, и вес детали до и после испытания. Диаграмма, построенная по результатам испытаний, показана на рисунке 1.

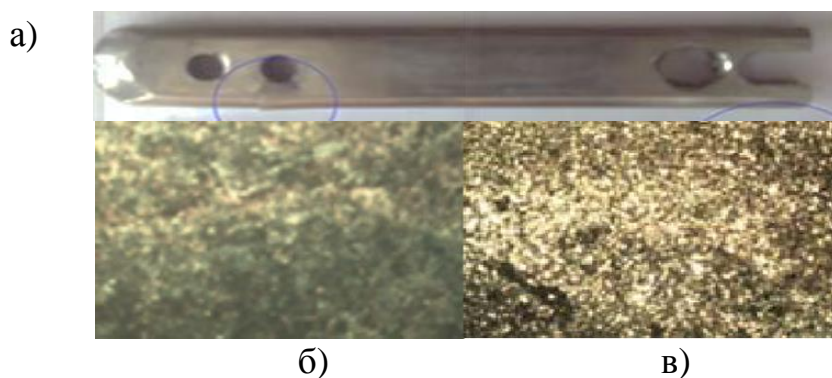


0 – неупрочненный образец; 1 – зависимость для образцов при $n = 3$;
2 – зависимость для образцов при $n = 6$, (n – количество импульсов)

Рисунок 1 – Влияние параметров магнитно-импульсной обработки на степень износа упрочненных деталей ($E = 8$ кДж)

На диаграмме зависимость (0) отражает изменение степени износа необработанных деталей от времени. Магнитное воздействие на поверхность детали с количеством импульсов – 3, в незначительной степени повышает устойчивость к износу поверхности (зависимость – 1). Увеличение износа особенно активно возрастает после первого часа испытаний и на завершающем этапе испытаний приближается к необработанному материалу. Частично это объясняется изменением геометрических поверхностей детали после первичной приработки. На этих этапах обработки среднее повышение износостойкости достигает ориентировочно 18 %... 20 %. Для такой степени упрочнения нецелесообразно применять этот метод как основной. Значительно эффективней обработка с энергетическими показателями – 6 импульсов (энергия каждого импульса – 8 кДж). Такой вид упрочнения позволяет получить (по результатам испытаний контрольных образцов) повышение износостойкости в пределах 40 %... 60 %.

Применение технологических решений, способствующих значительному повышению износостойкости и долговечности деталей, предполагает использование более 3–4 электромагнитных импульсов. Особенно эффективно при воздействии на поверхностный слой 4 и более импульсов (рисунок 3.2). Значительное понижение степени износа (более 50 %), по результатам экспериментальных измерений, достигается уже после 6 импульсов. Это значение имеет место для элементов конкретной детали. Анализируя затраты энергии для упрочнения, следует сопоставлять себестоимость обработки и детали. На данном этапе исследования такие условия и режимы обработки рассматривались для применения магнитно-импульсной обработки как составной части комплексных решений. Не исключается, что для такого использования может применяться и меньшее количество импульсов обработки (рисунок 2).



*а – деталь «прокладчик утка»; б – микроструктура поверхности образца без упрочнения;
в – микроструктура поверхностного слоя упрочненного образца*

**Рисунок 2 – Структура поверхностного слоя детали «нитепрокладчик»
после магнитно-импульсной обработки**

При магнитном воздействии поверхность детали изменяет свои физические и механические свойства: сглаживаются дефекты в кристаллической решетке, снимаются внутренние напряжения, становится более однородной и измельчается структура металла. Улучшение свойств у образца, прошедшего МИО, достигается за счет направленной ориентации свободных доменов вещества при воздействии внешнего поля. После воздействия МИО на плоскостях деталей образуется мелкодисперсный слой глубиной 200...260 мкм, по торцам – более

крупные светлые образования глубиной 40...100 мкм. Структурные изменения в поверхностном слое по результатам предварительного оценивания создают дополнительные препятствия для перемещения дислокаций в поверхностном слое, и как следствие, препятствуют пластическому деформированию на поверхности деталей. Такое структурное состояние создает благоприятные условия для дальнейшего упрочнения в комплексе с другими методами обработки.

Заключение

Проведенное исследование метода упрочнения поверхностного слоя специализированных деталей, изготовленных из доэвтектоидной стали, способствовало выявлению наиболее рациональных режимов магнитно-импульсной обработки и, в перспективе, применения этого вида упрочнения для комплексной обработки совместно с другими высокоэнергетическими методами, при схожем протекании фазовых изменений в поверхностной структуре материала. Несмотря на незначительное повышение числа микротвердости (при магнитно-импульсной обработке – 12...14 %), от значения 425 НV до значения 535 НV, для деталей, выполненных из стали 40X, показатели структуры поверхностного слоя подтверждают возможность значительного улучшения прочностных характеристик материала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алифанов А. В., Горецкий Г. П., Милюкова А. М., Лях А. А., Шишмолин В.Н. Исследование влияния режимов магнитно-импульсной обработки на микротвердость и микроструктуру образцов сталей, применяемых для изготовления рубильных ножей / А. В. Алифанов [и др.] // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2016. – № 1. – с. 12.
2. Калугин, Ю. К. Сравнительный анализ методов поверхностного упрочнения деталей ткацких станков / Ю. К. Калугин, Б. А. Бакулин // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2017. – № 4(106): Машиностроение. – С. 24–27.
3. Глуценков В. А. Технология магнитно-импульсной обработки материалов: монография / В. А. Глуценков, В. Ф. Карпухин – Самара : Изд. дом «Федоров», 2014. – 208 с.

УДК 621.791

ВЛИЯНИЕ СТРУЙНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГАЗООБРАЗНОЙ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ОБЛАСТИ СВАРНОГО ШВА И ЗОНЫ ТЕРМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ПРИ СВАРКЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ

*Лецик С. Д., Лежава А. Г., Исаков С. А., Жуковский В. Е.
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
г. Гродно, Республика Беларусь*

Введение

Требования к металлическим элементам конструкции современной техники по показателям надежности постоянно возрастают. Так, например, машины и механизмы в сфере транспорта должны удовлетворять нагрузочно-скоростным