

УДК 621.98.044.7

А. М. Милюкова, А. И. Горчанин, Н. В. Бурносов, А. И. Михлюк

Государственное научное учреждение «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси», ул. Купревича, 10, 220004, г. Минск, Республика Беларусь, +375 (17) 369 85 52, annart@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМА МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОГО УПРОЧНЕНИЯ ДИСКОВ ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Приведены конструктивные и эксплуатационные характеристики дисков хлопкоочистительных машин. С целью упрочнения зубьев дисков с сохранением их геометрических и линейных размеров использован новый метод магнитно-импульсной обработки. Разработана методика проведения исследовательских работ на экспериментальных образцах дисков. Определен химический состав материала дисков, проведены металлографические и дюрOMETрические исследования образцов до и после магнитно-импульсной обработки по различным режимам. Определен рациональный режим упрочнения зубьев дисков хлопкоочистительных машин методом магнитно-импульсной обработки.

Ключевые слова: хлопкоочистительная машина; стальные диски; магнитно-импульсная обработка; образцы; микроструктура; микротвердость; режим упрочнения.

Рис. 9. Библиогр.: 6 назв.

A. M. Miliukova, A. I. Horchanin, N. V. Burnosov, A. I. MihliukPhysical-and-Technical Institute of the National Academy of Sciences of Belarus,
10 Kuprevicha Str., 220004 Minsk, the Republic of Belarus, +375 (17) 369 85 52, annart@mail.ru

DETERMINATION OF THE REGIME OF MAGNETIC-PULSE HARDENING OF COTTON-CLEANING MACHINES DISCS

The structural and operational characteristics of cotton-cleaning machine disks are presented. To harden the disks teeth with preservation of their geometric and linear dimensions, a new method of magnetic-pulse processing was used.

The methodology to do a research on experimental samples of disks was developed. The chemical composition of the discs material was determined, metallographic and durometric studies of the samples before and after the magnetic-pulse treatment in various regimes were carried out. A rational regime of hardening of the teeth of cotton-cleaning machine discs was determined by the method of magnetic-pulse processing.

Keywords: cotton-cleaning machine; steel disks; magnetic-pulse processing; samples; microstructure; microhardness; hardening regime.

Fig. 9. Ref.: 6 titles.

Введение. При определенных режимах воздействия импульсного магнитного поля на различные металлы (стали, цветные сплавы) под влиянием комплекса возникающих эффектов (деформационного, термического, магнитострикционного) устраняются дефекты в кристаллической решетке, выравниваются внутренние напряжения, измельчается и становится более однородной структура металла, что обеспечивает одновременно высокую твердость и пластичность, столь необходимые для повышения работоспособности металлических изделий [1—4]. К одному из основных достоинств новой упрочняющей технологии магнитно-импульсной обработки (далее — МИО), разработанной в Физико-техническом институте Национальной академии наук Беларуси (ФТИ НАН Беларуси), относится то, что, по сравнению с известными методами упрочнения, геометрические и линейные размеры

детали не изменяются после обработки, а значит, не требуется дополнительных технологических операций (термообработка, финишные операции и др.). Особенно высока эффективность использования данного метода для готовых деталей, к которым трудно или невозможно применить другие известные методы упрочнения, например диски малой толщины.

Основная часть. В хлопкоочистительных машинах в большом количестве используются тонкие зубчатые диски, ежегодная мировая потребность которых составляет десятки миллионов штук. Производство таких дисковых пил организовано в США, Германии, России, Китае и других странах, при этом можно отметить, что конструкции таких пил практически идентичны.

Рассмотрим принцип работы хлопкоочистительной машины (рисунок 1).

Хлопковая масса поступает через загрузочное окно 1, и далее операция очистки осуществляется хлопкоочистительными дисками 2, щетки 3 отделяют хлопковую массу, которая подается в агрегат тонкой очистки 5, а отходы и семена хлопка поступают в бункер 4. В агрегате тонкой очистки волокна формируются в виде тонких лент, которые используют для производства хлопчатобумажных тканей.

Общий вид дисков хлопкоочистительной машины показан на рисунке 2. Параметры наиболее востребованных для производства дисковых пил (MILU DEER): материал изготовления — аналог стали 65Г; диаметр — 305 мм; количество зубьев — 264...282; посадочный диаметр — 100 мм; толщина — 0,9 мм; твердость HRC — 39...45; плоскостность — 0,01 мм.

Вал с набором дисков хлопкоочистительной машины представлен на рисунке 3. Смена инструмента производится путем замены комплектного вала в сборе. Количество и типоразмеры дисков зависят от конструкции машин и их производительности.

Диски изготавливаются штамповкой с одновременным формированием зубьев определенной формы (рисунок 4 а, б) [5].

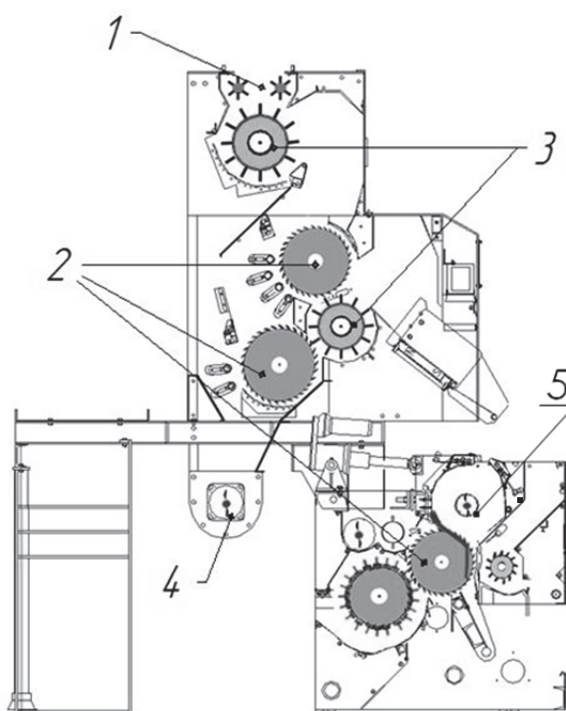


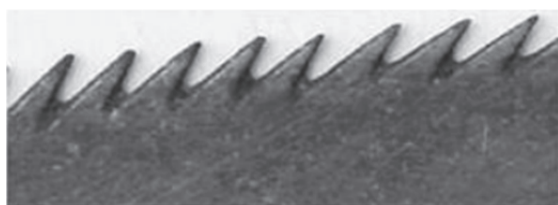
Рисунок 1. — Схема принципиальная хлопкоочистительной машины



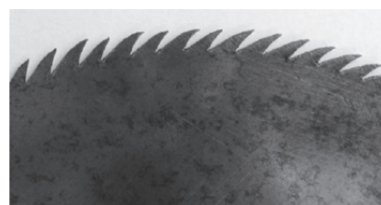
Рисунок 2. — Общий вид дисков хлопкоочистительных машин



Рисунок 3. — Вал хлопкоочистительной машины с набором зубчатых дисков



а)



б)

Рисунок 4. — Различная форма зубьев дисков хлопкоочистительной машины

Критерием потери работоспособности дисков является затупление зубьев, вызывающее снижение качества хлопкового сырья. Для увеличения временного ресурса работы дисков в основном используется термообработка. Однако из-за температурного нагрева возникает коробление тонких дисков в форме «тарельчатости», требующее дополнительную рихтовку и правку, которые после термообработки весьма затруднительны, что приводит к значительному браку [6].

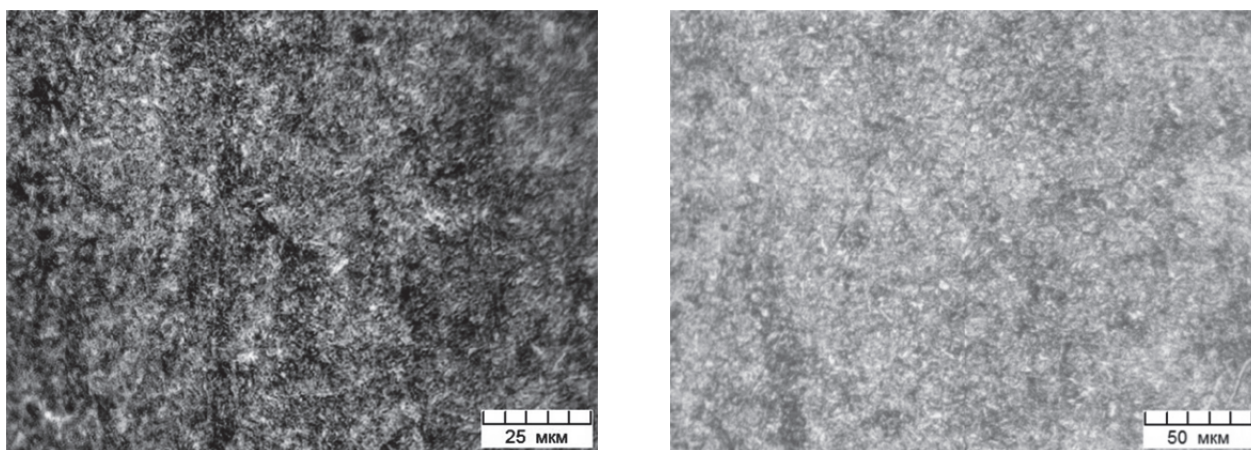
Республика Беларусь, будучи страной, входящей в ЕАЭС, предлагает к использованию новейшие технологии в области машиностроения для различных отраслей промышленности. Лабораторией объемных гетерогенных систем Физико-технического института по договору с Синцзянской торговой компанией (Китай) проведены исследования возможности использования магнитно-импульсной обработки для упрочнения зубьев дисков хлопкоочистительных машин.

Методики исследования. При выполнении работ применяли следующие технические средства: магнитно-импульсная установка (МИУ-3) для осуществления магнитно-импульсного воздействия на детали; микротвердомер ПМТ-3 для измерения микротвердости поверхностного слоя шлифов; металлографический комплекс МГК-1 на основе оптического микроскопа МКИ-2М, подключенного к компьютеру для получения высококачественных цифровых фотографий микроструктур шлифов образцов.

Приготовление шлифов, дюрOMETрические и металлографические исследования микроструктуры ножей производились по известным стандартным методикам.

Для проведения исследований влияния режимов упрочнения методом МИО использованы образцы стальных зубчатых дисков № 1 (китайский) и № 2 (американский) (рисунок 5).

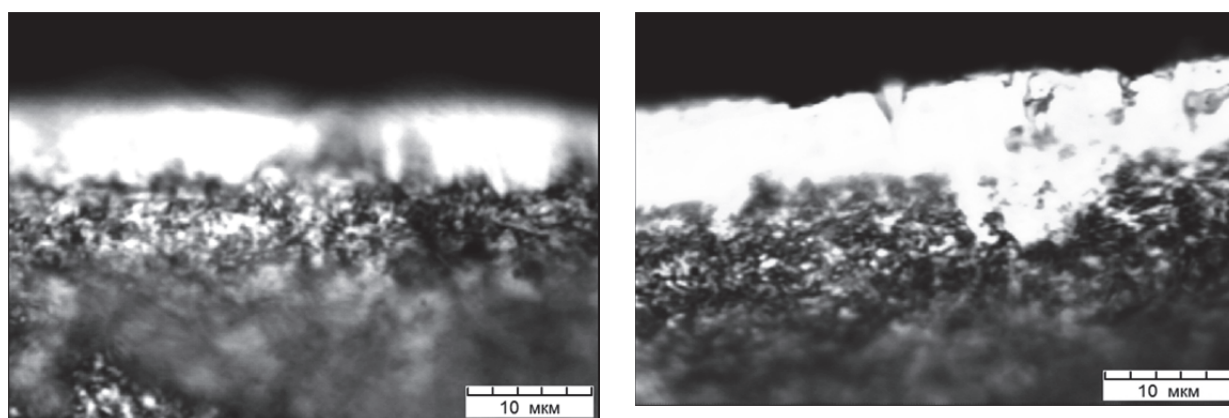
По методике, разработанной в лаборатории объемных гетерогенных систем ФТИ НАН Беларуси, необходимо провести следующие работы: 1) определить химический состав



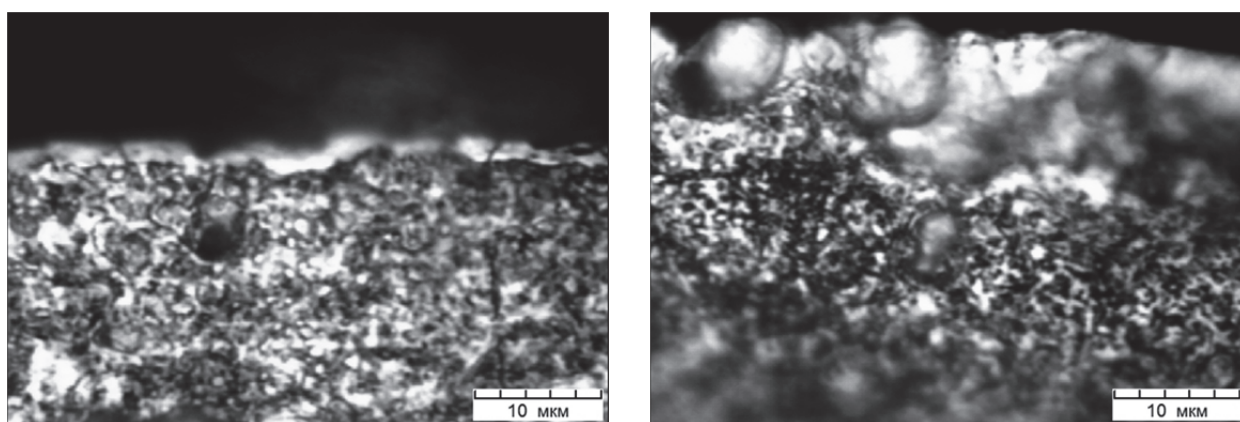
а) б)

а — образец 1 (китайский); б — образец 2 (американский)

Рисунок 6. — Микроструктура стали образцов



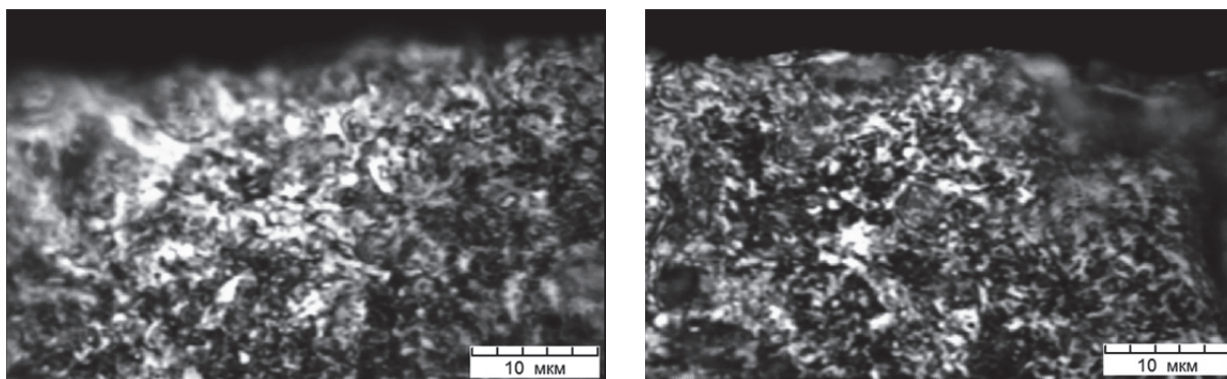
а) б)



в) г)

а — режим № 1; б — режим № 2; в — режим № 3; г — режим № 4; д — режим № 5; е — режим № 6

Рисунок 7. — Микроструктура стали образцов после магнитно-импульсного воздействия при различных режимах



д)

е)

Рисунок 7. — Окончание

На фотографиях видно, что при режимах МИО №№ 1—2 на поверхности образуется упрочненный слой глубиной 8...20 мкм светлого цвета, который не поддается травлению, видимо, из-за повышенной плотности. При режимах МИО №№ 3—6 изменения поверхностного слоя незначительные: сохранилась структура мелкозернистого отпущенного мартенсита с выделениями дисперсных карбидов.

Рассмотрим результаты дюрометрического анализа поверхности обоих образцов. Из графика (рисунок 8) видно, что для аналога стали 65Г, из которой изготовлены образцы дисков, при МИО по режиму № 1 у образца 2 происходит увеличение микротвердости, а у образца 1 — уменьшение, при МИО по режимам № 2 и 3 наблюдается небольшое увеличение микротвердости поверхности для обоих образцов, при режиме МИО № 4 у образца 2 происходит увеличение микротвердости, а у образца 1 — уменьшение, при режиме МИО № 5 микротвердость образца 2 уменьшается, а образца 1 — не меняется, при режиме МИО № 6 микротвердость образца 2 не меняется, а образца 1 — уменьшается на 0,2.

Проведенные исследования влияния МИО на изменение плоскостности образцов (рисунок 9) показали, что применяемые режимы МИО и разработанная технологическая оснастка обеспечивает отсутствие изменений плоскостности дисков, что очень важно для сохранения работоспособности дисков хлопкоочистительных машин.

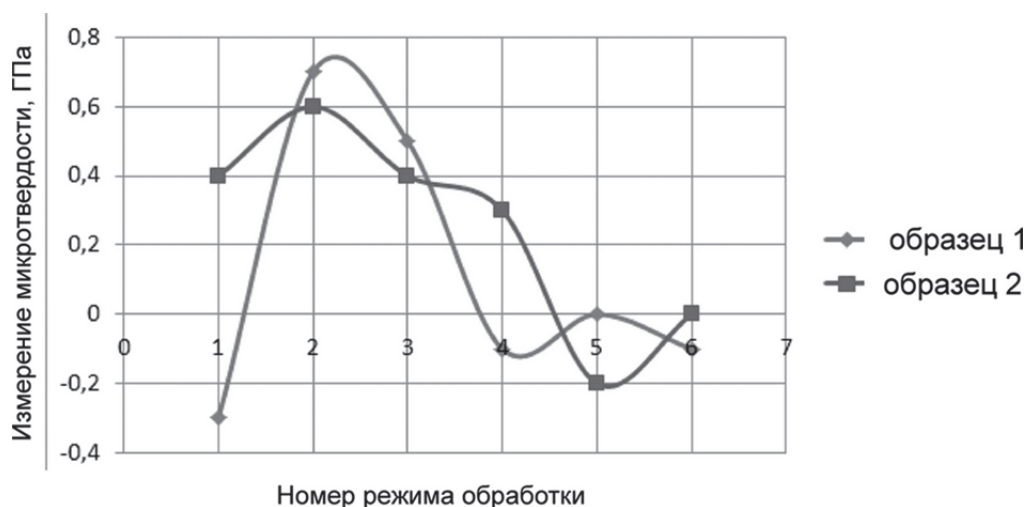
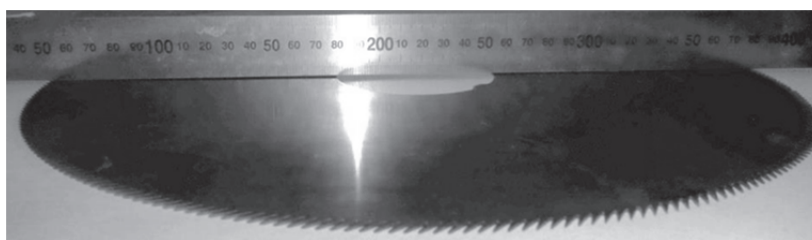
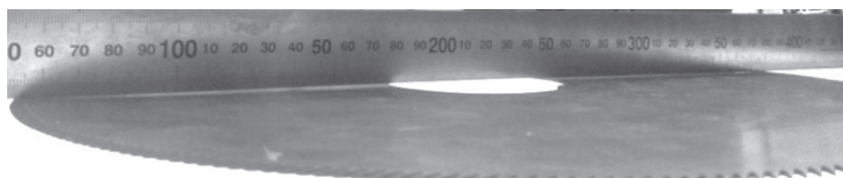


Рисунок 8. — Зависимость изменения микротвердости образцов дисков от режима МИО



а)



б)

Рисунок 9. — Образцы дисков: до МИО (а); после МИО (б)

Заключение. Результаты проведенных исследований влияния режимов магнитно-импульсной упрочняющей обработки на структуру и микротвердость образцов зубчатых дисков для обработки хлопка показали, что при воздействии импульсного магнитного поля на поверхности образуется измененный слой глубиной 8...20 мкм с мелкозернистой и однородной структурой, при этом микротвердость поверхности изменяется незначительно. Выявлено, что рациональным режимом для стали, из которой изготовлены зубчатые диски для обработки хлопка, является режим № 2, а также определено, что МИО не оказывает влияния на плоскостность дисков.

По информации представителя Синцянской торговой компании, получен положительный результат испытаний, позволяющий судить о значительном повышении износостойкости зубьев дисков хлопкоочистительных машин, подвергнутых МИО по режиму № 2.

Список цитируемых источников

1. Магнитно-импульсная упрочняющая обработка металлических изделий / А. В. Алифанов [и др.] // Технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки : материалы 9-й Междунар. практ. конф., Санкт-Петербург, 10—13 апр. 2007 г. : в 2 ч. — СПб. : Изд-во Политехн. ин-та, 2007. — Ч. 2. — С. 12—20.
2. Алифанов, А. В. Механизм упрочнения легированных сталей в импульсном магнитном поле / А. В. Алифанов, Ж. А. Попова, Н. М. Ционенко // Литье и металлургия. — 2012. — №4. — С. 151—155.
3. Алифанов, А. В. Магнитно-импульсная обработка стальных изделий / А. В. Алифанов, Ж. А. Попова, Н. М. Ционенко // Перспективные материалы и технологии : коллектив. моногр. Гл. 25. — Витебск : ВГТУ, 2013. — С. 520—542.
4. Поверхностная упрочняющая обработка стальных изделий импульсным электромагнитным полем / А. В. Алифанов [и др.] // 14-th International Scientific Conference «TRASFER 2013» Alexander Dubcek University of Trencin, 16-17.10.2013. — Trencin, Slovakia. — P. 20—25.
5. N. Soomro Improvement of the ginning process in Pakistan with emphasis on the design of gin-saw blades / C.U Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl:2011 Cilt:26-3. — P. 65—70.
6. Исламкулов, К. М. Разработка инновационной технологии упрочнения дисковых пил хлопкоочистительных машин / К. М. Исламкулов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. Технические науки. — 2015. — № 6. — С. 25—30.

Поступила в редакцию 29.05.2017