

Summary. Based on the analysis, a modern version of the technological route for manufacturing gear wheels is proposed, the basis of which is the use of CNC machines:

- turning on CNC machines;
- gear milling on CNC machines with basing on center holes;
- heat treatment;
- gear honing with a diamond hone.

УДК 621.791

Акулович Л.М., доктор технических наук, профессор;

Ковалевич Е.В., студент

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация: Описана технология нанесения покрытий на поверхности деталей, износ которых не превышает 0,3 мм, с использованием энергии электромагнитного поля. Приведен пример применения технологии при ремонте сельскохозяйственной техники.

Abstract. Describes the application of coatings on the surfaces of parts, the wear of which does not exceed 0.3 mm, using the energy of an electromagnetic field. An example of the application of the technology in the repair of agricultural machinery is given.

Ключевые слова: покрытие, магнитно-электрическое упрочнение, магнитном поле, ферромагнитный порошок, полюсный наконечник.

Key words: coating, magnetic-electric hardening, magnetic field, ferromagnetic powder, pole piece.

Введение. Большинство деталей сельскохозяйственной техники (почвообрабатывающие, посевные, кормо- и зерноуборочные машины, навесные и прицепные механизмы) работают в условиях коррозионно-абразивного изнашивания, а также воспринимают ударные нагрузки. С повышением скоростных и силовых параметров машин и механизмов интенсивность протекания процессов разрушения материала деталей значительно возросла.

Исследованиями ремонтного фонда автотракторной техники установлено, что из изношенных деталей подлежат выбраковке не более 30 %, а поверхности остальных деталей можно восстановить.

Основным методом восстановления изношенных поверхностей является нанесение покрытий. Сочетание различных материалов покрытий и технологий их нанесения позволяет обеспечивать комплекс физико-механических характеристик поверхностных слоев, соответствующий эксплуатационным требованиям в конкретных условиях работы. Это

обусловило появление большого количества методов восстановления поверхностностей и сопровождающего их упрочнения и(или) изменения состояния (модификации) поверхности.

Модифицирование поверхностного слоя может осуществляться различными методами: поверхностным пластическим деформированием (ППД), поверхностной термообработкой, диффузионным насыщением легирующими элементами.

Из-за многообразия условий работы машин ни один из известных методов упрочнения поверхностностей деталей не может претендовать на универсальность. Один и тот же метод в одних условиях эксплуатации может дать положительный эффект, а в других – отрицательный.

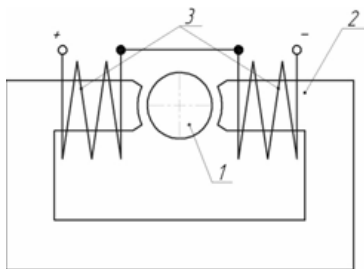
Перспективными являются методы, основанные на сочетании различных видов высокоэнергетических и механических воздействий. Например, при пластическом деформировании целесообразно использовать технологическое тепло, выделяемое при энергетическом воздействии от другого метода упрочнения [1]. Для модифицирования уже сформированного упрочненного слоя используют лазерную обработку.

Большими потенциальными возможностями обладают методы упрочнения металлов, основанные на использовании концентрированных в пространстве и во времени потоков энергии физических полей [2]. Это обеспечивает нагрев локальных участков поверхностных слоев и исключает коробление деталей, вызванное температурными деформациями. Для поверхностей, износ которых не превышает 0,3 мм, эффективными являются лазерное и магнитно-электрическое упрочнение (МЭУ).

Основная часть. При восстановлении и упрочнении поверхностей ориентация ферромагнитных частиц в магнитном поле показана на рисунке 1. Заготовку *1* располагают с определенным зазором между полюсными наконечниками электромагнитов. Если в зазор между поверхностью детали и магнитопровода подать ферромагнитный порошок (ФМП) (рисунок 2), то каждая его частица стремится развернуться наибольшей осью вдоль силовых линий магнитного поля под действием суммарного магнитного момента

$$M = P_m H \sin \varphi,$$

где P_m – магнитный момент зерна; H – напряженность магнитного поля; φ – угол между направлением магнитных силовых линий и наибольшим размером частицы ферромагнитного порошка.



1 – заготовка, 2 – магнитопровод,
3 – электромагнитные катушки
Рисунок 1 – Схема взаимного
расположения цилиндрической
поверхности и электромагнитов

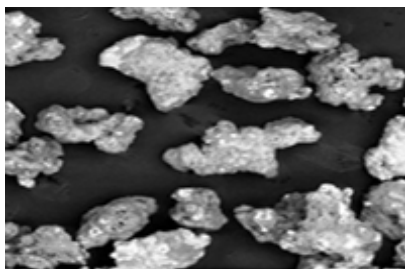


Рисунок 2 – Формы ферромагнитных
частиц

В неравномерном магнитном потоке, кроме суммарного магнитного момента, на частицы порошка действует магнитная сила в направлении градиента магнитной индукции

$$F_{\text{м}} = \frac{1}{\mu} V B \text{grad} \vec{B},$$

где V – объем ФМП, м^3 ;

μ – магнитная проницаемость материала порошка, Гн/м ;

B – магнитная индукция в точке затора, где расположена частица, Тл .

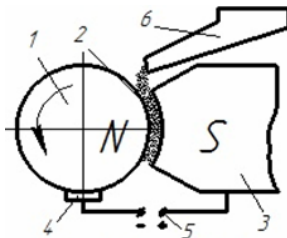


Рисунок3 – Схема МЭУ наружных цилиндрических поверхностей

При МЭУ заготовку 1 и полюсный наконечник 3 электромагнита располагают с определенным зазором между собой и подключают их к источнику тока 5 с помощью скользящего контакта 4 (рис. 3). В зазор из бункера-дозатора 6 подают ферромагнитный порошок (ФМП), частицы которого выстраиваются в токопроводящие «цепочки» 2 и замыкают электрическую цепь.



1 – ведущего, 2 – грузового, 3 – привода насоса, 4 – промежуточного
Рисунок 4 – Фотография валов коробки перемены передач трактора К-701

В результате происходит электрический разряд, который оплавляет частицы ФМП, находящиеся в контакте с поверхностью заготовки. Поскольку ФМП подается непрерывно, то на месте расплавленных цепочек образуются новые, и процесс продолжается. При МЭУ упрочненный слой формируется путем образования на поверхности детали множества точечных вкраплений из расплавленного материала частиц порошка.

Микроструктура упрочненного слоя, обеспечивающая его физико-механические параметры, зависит от химического состава упрочняющего порошка и материала основы.

По результатам исследований разработан технологический процесс нанесения покрытий МЭУ для восстановления поверхностей деталей автотракторной техники.

Выводы

1. Для восстановления поверхностей деталей автотракторной техники, износ которых не превышает 0,3 мм, рациональным является магнитно-электрическое упрочнение.

2. Кратковременный локальный нагрев участков поверхностных слоев исключает коробление деталей при МЭУ.

Список использованных источников

1. Акулович, Л. М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. – Полоцк : ПГУ, 1999. – 240 с.
2. Акулович, Л. М. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники / Л. М. Акулович, А. В. Миранович. – Минск : БГАТУ, 2016. – 236 с.

Summary. For restoration of surfaces of automotive and tractor parts, the wear of which does not exceed 0.3 mm, magnetic-electric hardening is rational. 2. Short-term local heating of areas of surface layers eliminates warping of parts during magnetic-electric hardening.