

УДК 621.923

**МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА  
ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС**

*Студент – Залуцкий М.А., 33 тс, 4 курс, ФТС*

*Научные*

*руководители – Сергеев Л.Е., к.т.н., доцент;*

*Сенчуров Е.В., ст. преподаватель*

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

**Аннотация:** установлена проблема обработки зубчатых колёс классическими методами, предложено решение в виде магнитно-абразивной обработки, определены режимы обработки, измерены показатели качества поверхности после магнитно-абразивной обработки.

**Ключевые слова:** зубчатое колесо, магнитно-абразивная обработка, ферроабразивный порошок, массовый съём материала.

С увеличением передаваемой мощности и частоты вращения в современных агрегатах ставятся задачи повышения срока службы, уменьшения уровня шума и вибраций в зубчатых передачах. Ряд этих требований можно выполнить путем применения более точных, с высоким качеством обработки рабочих поверхностей зубчатых колес [1]. Основными способами финишной обработки зубьев для закаленных зубчатых колес являются зубохонингование, зубошлифование, обкатка и притирка. Однако указанные выше способы характеризуются высокой стоимостью технологического процесса и необходимостью профилирования инструмента соответственно топологии обрабатываемой поверхности.

Альтернативным вариантом является технология магнитно-абразивной обработки (МАО), для реализации которой не требуется изготавливать профилирующий абразивный инструмент, а также периодически его править, так как он автоматическим образом формируется магнитным полем, что в 2...3 раза снижает затраты на инструмент. Преимуществами МАО являются: обеспечение стабильности физико-механических показателей качества поверхностного слоя детали ввиду отсутствия жесткого крепления абразивного зерна в связке; совмещение черновой, чистовой и финишной обработки без смены технологических баз и позиционирования детали;

осуществление размерной и безразмерной обработки, обеспечивающей съем металла ( $0,002 \div 0,5$ ) мм за ( $10 \div 120$ ) с [2].

Значение физико-механических параметров и геометрических характеристик поверхностного слоя детали, полученного при MAO, определяется совместным действием абразивного резания, пластического выглаживания микронеровностей, химических реакций активных веществ и электромагнитных явлений в зоне обработки. Качество поверхностного слоя зуба в значительной степени определяет эксплуатационные характеристики зубчатого колеса. Для анализа поверхностного слоя рабочей поверхности зубчатого колеса измеряли микротвердость в поперечном сечении зуба шестерни 260-1005030 ( $m = 2,5$  мм), сталь 18 ХГТ, HRC 62...64., после MAO и шлифования. Измерения производили от края перпендикулярно рабочей поверхности зуба. На основании полученных данных построены зависимости (рисунок 1) из которых видно, что микротвердость поверхностного слоя после MAO выше, чем после шлифования на 1215...1234 МПа.

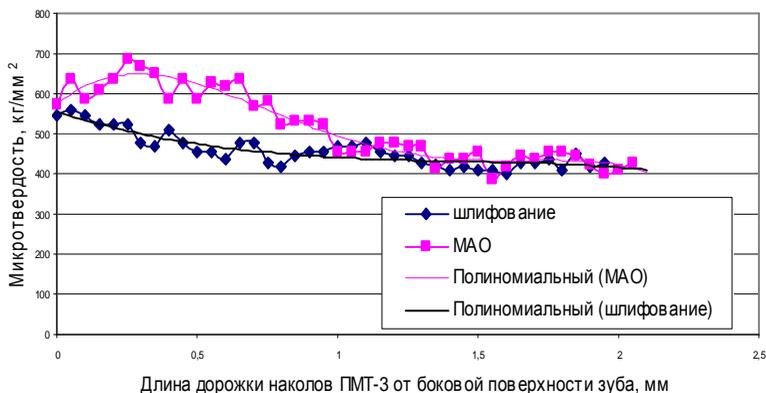


Рисунок 1 – Микротвердость поперечного сечения зуба ( $m = 2,5$  мм) после шлифования и MAO

Это объясняется тем, что в процессе шлифования происходят прижоги поверхностного слоя и, как следствие, его отпуск, кроме того, шлифованием срезается слой, упрочненный предшествующей химико-термической обработкой, формируя новый микрорельеф (рисунок 2).

Известно, что на основании массового съема металла в процессе резания можно судить об интенсивности процесса обработки, и, как следствие, его производительности. Учитывая, что в процессе MAO зубчатого колеса съем металла происходит не только с рабочих поверхностей зубь-

ев, но и с поверхностями зубьев по наружному диаметру колеса, вызывает интерес соотношение съема металла с этих поверхностей.

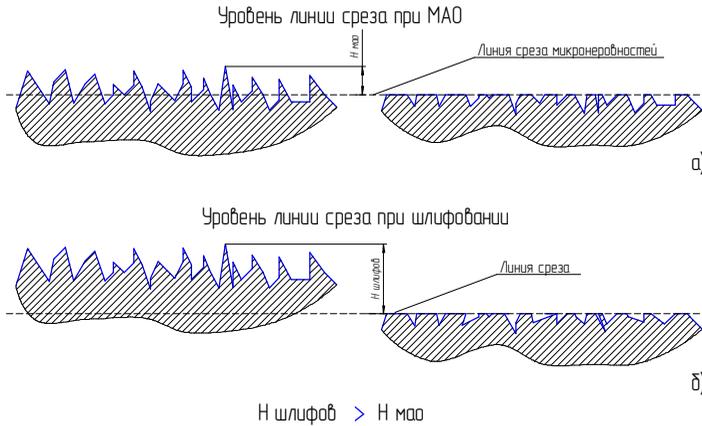


Рисунок 2 – Схема съема металла: а – при МАО, б – при шлифовании

Проводили обработку зубчатого колеса в течении 8 минут с периодичностью по 2 минуты. Режимы обработки: вращение детали –  $n = 12,5 \text{ мин}^{-1}$ ; амплитуда осцилляции –  $A = 2 \text{ мм}$ ; скорость осцилляции –  $V_{OC} = 0, \text{ м/с}$ ; зазор зоны обработки –  $\delta = 1 \text{ мм}$ ; скорость подачи порошка –  $V_{пор} = 3,32 \cdot 10^{-3} \text{ дм}^3/\text{с}$ ; магнитная индукция –  $B = 1 \text{ Тл}$ .

Через каждые 2 минуты обработки производили контрольное взвешивание детали на электронных весах *OHAUS № AR5120* (рисунок 3 а), а также производили измерения наружного диаметра детали на устройстве приведенном на рисунке 3 б.



а)



б)

Рисунок 3 – Контрольное взвешивание на весах – а, измерение наружного диаметра колеса – б

На основании данных опыта была построена зависимость массы и наружного диаметра детали от времени обработки (рисунок 4).

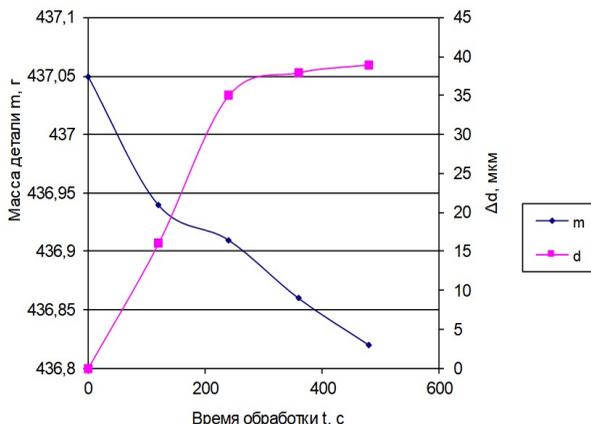


Рисунок 4 – Зависимости изменения массы и наружного диаметра зубчатого колеса от времени МАО

На основании опытных данных был рассчитан съём металла:

$$m_{p27} = m - m_{s27} = 0,23 - 0,1843 = 0,0457 \text{ г,}$$

что составляет  $19,87 \approx 20\%$  от общей массы удаляемого металла.

Из рисунка 4 следует, что основной съём с рабочих поверхностей зубьев происходит в течение первых 2 минут, что объясняется высокой интенсивностью съема с вершин микронеровностей. Далее съём с рабочих поверхностей зубьев затухает. По наружному диаметру происходит равномерный съём в течение первых 4 минут, а затем также уменьшается, что можно объяснить, в том числе, увеличением рабочего зазора.

#### Список использованных источников

1. Калашников, С.Н. Прогрессивные методы зубообработки цилиндрических зубчатых колес: учеб. пособие для слушателей заочных курсов повышения квалификации ИТР по прогрессивной технологии и автоматизации управления процессами мех. обработки / С.Н. Калашников, А.С. Калашников. – М.: Машиностроение, 1982. – 44 с.
2. Акулович, Л.М. Технология и оборудование магнитно-абразивной обработки металлических поверхностей различного профиля / Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев. – Минск : БГАТУ. – 2013. – 372 с.