

## ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ ПРИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ НА МИКРОТВЕРДОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

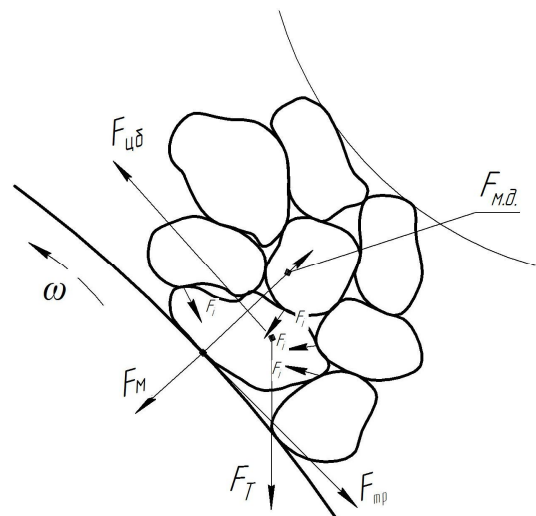
Установлено [1], что при магнитно-абразивной обработке (МАО) имеет место пластическое деформирование поверхностного слоя, сопровождающееся изменением физико-механических свойств поверхностных слоев деталей. На интенсивность абразивного воздействия на обрабатываемую поверхность и, как следствие, на сьем микронеровностей, образованных на предшествующих операциях, основное влияние оказывает давление ферроабразивного порошка на обрабатываемую поверхность.

На каждое зерно ферроабразивного порошка, находящегося в рабочем зазоре, действует комплекс сил магнитного и механического происхождения (рис. 1). Соотношение сил определяется свойствами компонентов рабочей технологической среды, включающими характер и интенсивность внешнего магнитного поля, магнитную проницаемость материала и топографию (форма и размеры) частиц ферроабразивного порошка (ФАП), свойства применяемого смазочно-охлаждающего технологического средства.

Результирующая сила  $F$ , действующая на единичное зерно порошковой среды в рабочем зазоре, является векторной суммой составляющих ее сил и определяется по формуле:

$$\vec{F} = \vec{F}_M + \vec{F}_i + \vec{F}_{цб} + \vec{F}_{мд} + \vec{F}_{тр} + \vec{F}_T$$

Суммарная сила  $F$ , действующая на зерно ФАП, составляет



$\vec{F}_M$  – магнитная сила;  $\vec{F}_i$  – инерционная сила;  $\vec{F}_{цб}$  – центробежная сила;  $\vec{F}_{мд}$  – сила механического давления;  $\vec{F}_{тр}$  – сила трения;  $\vec{F}_T$  – сила тяжести

Рисунок 1 – Схема сил, действующих на зерна ферроабразивного порошка при МАО

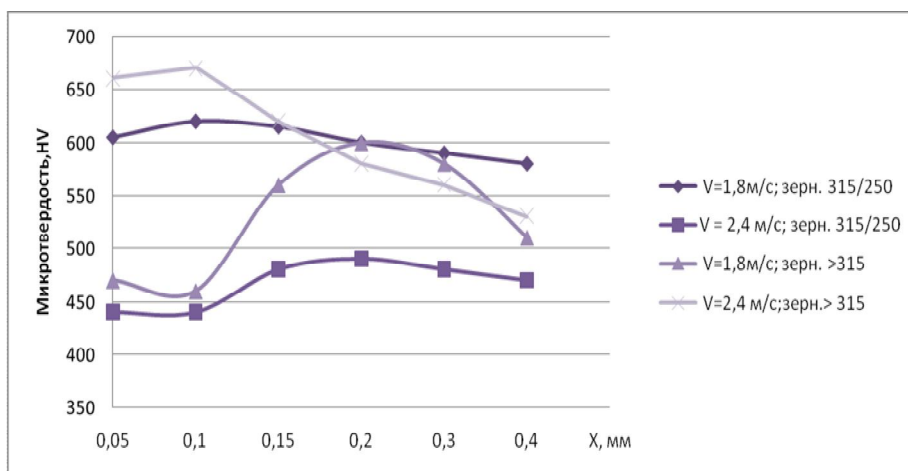
$(0,5–16) \times 10^{-3}$  Н. При более высоких значениях сил (более  $20 \times 10^{-3}$  Н), действующих на зерно порошка, происходит более интенсивное снятие микростружки.

Основной составляющей силы  $F$  является магнитная сила  $F_m$ . При обработке материалов с низкой магнитной проницаемостью значение результирующей силы значительно снижается. Поэтому при обработке материалов с низкой магнитной проницаемостью необходимо компенсировать ослабленное действие силы  $F_m$ . Одним из методов компенсации является увеличение скорости резания.

Экспериментальные исследования влияния скорости резания на изменение микротвердости проводили на цилиндрической поверхности корпуса резцов РКС-1, изготовленного из стали 30ХГСА. Режимы обработки: магнитная индукция  $B = 1$  Тл, рабочий зазор  $\delta = 1$  мм, ФАП TiC–Fe зернистостью 250/315 мкм, время обработки  $t = 120$  с. В качестве технологической жидкости использовали водный раствор с содержанием (3–4%) триэтаноламина или Аквапола 12.

Микротвердость оценивали по параметру HV на микротвердомере DURAMIN 5 при нагрузке на пирамиду 50 г. Измерения микротвердости проводили в сечении, перпендикулярном оси симметрии резца. Шаг измерения составлял 0,05 мм.

Распределение микротвердости по глубине упрочненного слоя представлено на рис. 2. При увеличении скорости резания до  $V = 2,4$  м/с происходит увеличение микротвердости поверхностного слоя до 40 %. Это связано с пластической деформацией поверхностного слоя частицами ферроабразивного порошка, которая приводит к повышению концентрации дислокаций и измельчению хрупких фаз, что значительно упрочняет поверхностный слой детали.

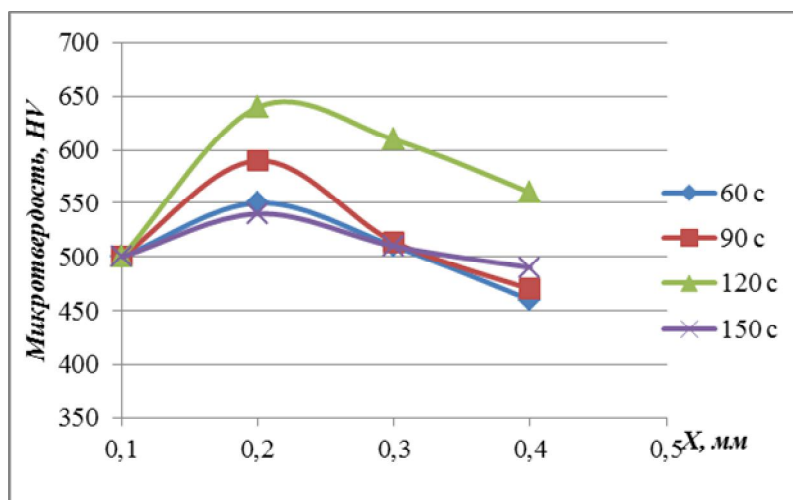


**Рисунок 2 – Распределение микротвердости по глубине поверхностного слоя после МАО стали 30ХГСА**

Глубина расположения максимума микротвердости практически одинакова при обработке со скоростью 1,8–2,4 м/с и составляет 10–20 мкм. Наличие пика связано с ударным воздействием частиц порошкового инструмента на обрабатываемую поверхность. Подобное действие частиц ФАП идентично действию микрошариков или частиц абразива при струйных видах абразивной обработки.

Размер частиц ФАП также оказывает влияние на распределение микротвердости по глубине поверхностного слоя при разных скоростях МАО. При обработке крупной фракцией порошка (более 315 мкм) на больших скоростях подповерхностный минимум микротвердости отсутствует. По всему слою микротвердость спадает плавно. Это можно объяснить тем, что в немономонном изменении (формировании максимумов и минимумов) микротвердости при МАО особенную роль играют прослойки, в которых скапливается большое количество малоподвижных дислокаций. При увеличенных скоростях обработки и использовании крупного порошка сила удара частиц сдвигает эти дислокации и они распределяются более равномерно. Этим же можно объяснить и увеличение толщины упрочненной зоны почти на 400 мкм. Но в этом случае ухудшается шероховатость поверхности.

Наиболее высокие показатели микротвердости поверхностный слой приобретает в первые 120 с обработки (рис. 3) [2]. Именно за этот промежуток времени формируется минимальная шероховатость поверхности и происходит первичное упрочнение поверхностного слоя. Увеличение времени обработки приводит к уменьшению глубины слоя с повышенной микротвердостью и ее величины.



**Рисунок 3 – Распределение микротвердости по глубине X упрочненного слоя в зависимости от времени магнитно-абразивной обработки ФАП зернистостью  $\Delta = 315/250$  мкм**

## Литература

1. Панченко В.М. Исследование технологических возможностей магнитно-абразивной обработки для повышения эксплуатационных свойств деталей машин: автореф. дис.... канд. техн. наук. – Брянск: БИТМ, 1976. – 24 с.

2. Технология и оборудование магнитно-абразивной обработки металлических поверхностей различного профиля / Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев. – Мн. : БГАТУ, 2013. – 372 с.

*Акулович Л.М., Сергеев Л.Е., Сенчуров Е.В.,  
Дубновицкий С.К.* Белорусский государственный  
аграрный технический университет, Минск, Беларусь

## **СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО НА ОСНОВЕ ОКСИЭТИЛИРОВАННЫХ АЛКИЛФЕНОЛОВ ДЛЯ ФИНИШНОЙ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ**

Известно, что адсорбция молекул присадок смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) играет важную роль в процессе резания различных материалов при механической обработке деталей машин. Также установлено, что граничный слой молекул образуется путем реализации двух основных механизмов: физико-химические процессы (адсорбция) и химическая поверхностная реакция [1]. Проведенный анализ зоны трения «инструмент – обрабатываемый материал» показывает, что их контактирование следует рассматривать как проявление одной из характеристик открытой неравновесной термодинамической системы [2]. Проявлением данной системы является возникновение вторичной диссипативной гетерогенности, которая в процессе трения способствует структурной приспособляемости (СП) алюминиевых сплавов, что приводит к формированию вторичных структур (ВС), выполняющих защитные функции, ограничивая взаимодействие трущихся тел и уменьшая его интенсивность. Устойчивость явления СП определяется динамическим равновесием и саморегулированием процессов образования ВС [3]. Вследствие этого, вопрос механической обработки цветных сплавов, в том числе алюминиевых сплавов, имеет