

**УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ  
ИНСТРУМЕНТОВ И ДЕТАЛЕЙ МАШИН  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ МАГНИТНОГО  
И УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЕЙ**

*БГАТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: Акулович Л.М.*

*Предложено усовершенствовать процесс магнитно-абразивной обработки путем введением ультразвуковых колебаний в рабочий зазор. Представлена схема процесса магнитно-абразивной обработки с наложением ультразвуковых колебаний. Показано, что совместное наложение ультразвукового и магнитного полей положительно влияет на физико-механические свойства обрабатываемой заготовки.*

Известно, что в процессе магнитной обработки (МО) металл, подвергшийся воздействию переменного магнитного поля, изменяет эксплуатационные свойства поверхностного слоя. Улучшение свойств ферромагнитных деталей, при импульсной магнитной обработке объясняется направленной ориентацией свободных электронов вещества во внешнем магнитном поле, вследствие чего увеличивается тепло – и электропроводимость металла. Эта ориентация происходит тем интенсивнее, чем выше структурная и энергетическая неоднородность металла. При МО вследствие неоднородной кристаллической структуры поверхности в ней возникают вихревые токи. Вихревые токи обуславливают магнитное поле и локальные микровихри, которые в свою очередь, нагревают участки вокруг кристаллитов напряженных блоков и неоднородностей структуры металла. В местах концентрации остаточных напряжений или усталостных напряжений теплота, наведенная вихревыми токами, уменьшает избыточную энергию составляющих кристаллитов и зерен структуры материала, особенно в зоне контакта напряженных участков [1]. Также происходит полярная ориентация спинов электронов атомов, расположенных в области контакта кристаллитов и зерен металла, вследствие чего изменяются его механические свойства.

Указанные явления проявляются при магнитно-абразивной обработке (МАО) (рисунок 1).

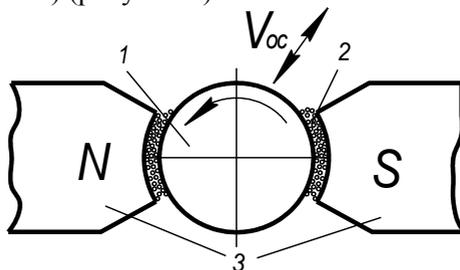


Рисунок 1 – Схема магнитно-абразивной обработки:  
1 – обрабатываемая деталь; 2 – ферромагнитный порошок; 3 – полюсный наконечник

Устройство содержит обрабатываемую деталь 1, которая помещается между полюсными наконечниками 3 с зазорами, в которые подаётся порошок 2, обладающий магнитными и абразивными свойствами [1]. Детали сообщается вращательное движение и осциллирующее движение вдоль горизонтальной оси.

Силами магнитного поля зерна порошка удерживаются в рабочих зазорах, прижимаются к поверхности детали, и образом производится её обработка. В рабочую зону подаётся смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ). В данном случае функции силового источника и упругой связки выполняет энергия магнитного поля. Степень упругости связки регулируется изменением напряжённости магнитного поля, что позволяет рассматривать МАО как процесс шлифования свободно-ориентированным абразивом.

Перспективным представляется направление обработки и упрочнения с наложением комбинированных физических полей, в частности МАО с применением ультразвуковых колебаний (УЗК).

На рисунке 2 показана схема магнитно-абразивной обработки с наложением ультразвуковых колебаний.

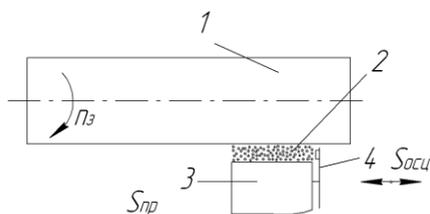


Рисунок 2 – Схема магнитно-абразивной обработки с наложением ультразвуковых колебаний:

1 – обрабатываемая деталь; 2 – ферроабразивный порошок; 3 – полюсный наконечник; 4 – пружинная пластина

Схема отличается от приведенной на рисунке 1 тем, что механическим приводом детали сообщается вращательное движение, а осциллирующее движение вдоль горизонтальной оси сообщается абразивному порошку посредством введения в рабочий зазор ультразвуковых колебаний, передаваемых магнитострикционным преобразователем через пружинную пластину 4.

Микрорезание с ультразвуком позволяет за счёт изменения направления, амплитуды и частоты колебаний целенаправленно влиять на глубину царапины. Это, в свою очередь, определяет форму царапины в поперечном сечении [3].

При подаче СОЖ при МАО под действием ультразвукового поля в жидкости происходит образование кавитационных

пузырьков, которые механически воздействуют на загрязнённую поверхность детали. Это воздействие обусловлено двумя основными причинами: ударной волной, возникающей при захлопывании кавитационных пузырьков, и интенсивными колебаниями не захлопывающихся пузырьков, проникших между плёнкой загрязнения и основной поверхностью детали.

Под влиянием кавитации и связанного с неё действия местных высоких температур и давлений, расклинивающих и ультразвуковой капиллярные эффекты играют зна-

чительную роль в формировании свойств обрабатываемых деталей. Действия кавитации расклинивающего и ультразвукового капиллярных эффектов приводит не только к заполнению щелевой микрокапиллярной пористой системы твёрдого тела поверхностно-активными веществами СОЖ, но и к разрушению.

Введение УЗК в рабочий зазор при МАО позволит избавиться от осциллирующего движения детали (полюсного наконечника), упростить конструкцию установки и даст возможность расширить область применения метода МАО.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Барон, Ю.М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов / Ю.М. Барон. – Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1986. – 172 с.
2. Киселев, М.Г. Ультразвук в поверхностной обработке материалов / М.Г. Киселев. – Минск: Тесей, 2001. – 344 с.
3. Шиляев, А.С. Ультразвук в науке, технике и технологии / А.С. Шиляев. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2007. – 412 с.

УДК 621.793

Заблоцкая О.С.

## **МУЛЬТИСЛОЙНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА СТЕКЛЕ**

*БНТУ, г. Минск,*

*Научный руководитель: Комаровская В.М.*

Вакуумно-плазменные мультислойные покрытия обладают комплексом свойств, недостижимых для монослойных и многослойных покрытий [1]. В частности, для них характерны более высокие микротвердость и плотность материала покрытия. При этом обеспечивается высокая адгезия покрытия к основе и минимальное сопротивление сдвиговым нагрузкам. Такие покрытия характеризуются