

МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

*Студенты – Ковалевский Е.А., 34 тс, 3 курс, ФТС;
Богуславский А.К., 34 тс, 3 курс, ФТС*

*Научные
руководители – Сергеев Л.Е., к.т.н. доцент;
Сенчуров Е.В., начальник отдела внедрения
НТР НИИМЭСХ БГАТУ*

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

Финишная обработка закрепленным абразивом тонкостенных деталей по сравнению с монолитными в связи с интенсивным тепловыделением вызывает изменение исходного состояния поверхностного слоя и коробление формы изделия [1].

Решением данной проблемы может быть использование подвижно скоординированного инструмента, формируемого энергией магнитного поля, образующего ферроабразивную «щетку», и при наличии ориентированности резания на деталях сложного профиля. Способность изменять элементы топологии этой «щетки» путем выравнивания величины силы тока I обеспечивает простоту кинематической цепи станочного оборудования. Магнитно-абразивная обработка (МАО) [2], при реализации которой используется данная ферроабразивная «щетка» обеспечивает при постоянстве материального образа полюсных наконечников требуемые форму и ориентацию режущего контура «щетки» относительно обрабатываемой детали независимо от ее отклонений по размеру, радиальному и торцевому биению и т.д.

Изменение параметров образуемых производящих линий поверхности «щетки» относительно исполнительного движения при обработке сложного профиля изделия позволяет максимально трансформировать ее характеристический образ, что приводит к достигаемой точности данного изделия.

Удаление заусенцев, острых кромок и других дефектов, образуемых ОМД, за счет применения твердо связанного абразивного инструмента затрудняется тем, что поверхность деталей имеет сложную форму, отличную от формы инструмента. Это приводит к тому, что не осуществляется скругление острых кромок в пазах и отверстиях ввиду отсутствия технологических возможностей твердо связанного абразивного инструмента. Для магнитного поля именно эти кромки представляют собой концентраторы,

которые огибаются ферроабразивной «щеткой» и в процессе сочетания исполнительных движений они принимают форму фасонного профиля.

Если при использовании концентрического профиля полюсного наконечника по всей площади поверхности контакта давление ФАП на обрабатываемую поверхность F с определенным допущением считать постоянным, то применение расходящегося и серповидного профилей полюсного наконечника связано с резким изменением этого давления [3]. Вследствие этого, вопрос исследования давления, создаваемого ФАП на обрабатываемую поверхность при формах полюсных наконечников, отличных от концентрической, является крайне актуальным и требует создания научной базы для выявления зависимости оказываемого на обрабатываемую поверхность давления ФАП от формы полюсного наконечника, которая позволяет прогнозировать достигаемую шероховатость обработанной поверхности. Основными геометрическими показателями полюсных наконечников влияющих на давление, создаваемое ФАП, являются форма создаваемого рабочего зазора и эксцентриситет.

Таким образом, $F \cos \varphi$ непосредственно определяет силу, с которой ферроабразивная «щетка» воздействует на каждый локальный участок обрабатываемой поверхности и производство ее расчета через геометрические параметры профиля полюсного наконечника и материализации его образа позволяет обеспечить качество обработки различных деталей сложного профиля.

Решение поставленной задачи состоит в определении коэффициента изменения давления ФАП на обрабатываемую поверхность в любой точке контакта ферроабразивного инструмента с деталью через угол θ и относительный эксцентриситет ε , используя положение о том, что для расходящегося профиля полюсного наконечника $\varepsilon < 1$; для концентрического – $\varepsilon = 1$; для серповидного – $\varepsilon > 1$.

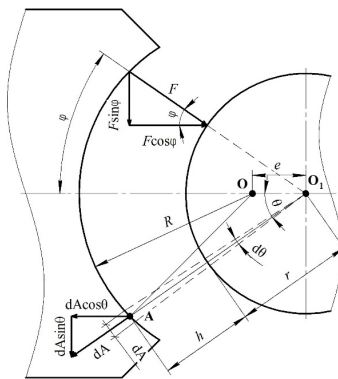


Рисунок – Схема расчета геометрических и динамических параметров рабочей зоны при МАО тонкостенных деталей

Используя метод замены переменных, определяются интегралы, что позволяет найти рост давления p

$$p = \frac{6\eta V r}{c^2} \left[\frac{\varepsilon(2 + \varepsilon \cos \theta) \sin \theta}{(2 + \varepsilon^2)(1 + \varepsilon \cos \theta)^2} \right]. \quad (1)$$

Чтобы найти угол положения φ , выпишем соотношение

$$\begin{aligned} F \cos \varphi &= Lr \int_0^{\frac{\pi}{2}} p \cos \theta d\theta = Lr \left(p \sin \theta \Big|_0^{\frac{\pi}{2}} - \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{dp}{d\theta} \sin \theta d\theta \right) = \\ &= Lr \left(p - 6\eta V r \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{h - h_0}{h^2} \sin \theta d\theta \right) = Lrp - 6\eta V L r^2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{h - h_0}{h^2} \sin \theta d\theta. \end{aligned}$$

Согласно выражению (1)

$$F \cos \varphi = \frac{6\eta V L r^2}{c^2} \left(\int \frac{\cos \theta d\theta}{(1 + \varepsilon \cos \theta)^2} - \frac{h_0}{c} \int \frac{\cos \theta d\theta}{(1 + \varepsilon \cos \theta)^3} \right). \quad (2)$$

Наличие изменения материального образа профиля полюсных наконечников позволяет произвести целенаправленную обработку отличающихся по форме ступеней тонкостенных деталей в зависимости от уровня взаимодействия данных деталей и ферроабразивной «щетки» при учете ее топологического декремента связанного с факторами ослабления и увеличения давления на локальные участки обрабатываемой поверхности.

В результате произведенных теоретических исследований получены аналитические зависимости измерения величины давления ферроабразивной «щетки» как режущего инструмента от геометрического профилирования полюсных наконечников с целью прогнозирования и высокоэффективной обработки методом MAO сложнопрофильных тонкостенных деталей.

Список использованных источников

1. Зубаирова, Л.Х. Технологическое обеспечение точности формы тонкостенных деталей при плоском торцовом планетарном шлифовании: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / Л.Х. Зубаирова. – Пермь, 2014. – 167 с.

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

3. Ящерицын, П.И. Алмазно-абразивная обработка и упрочнение изделий в магнитном поле / П.И. Ящерицын [и др.] ; АН БССР, Физ.-техн. ин-т. – Минск : Наука и техника, 1988. – 270 с.