

Для микроструктуры покрытия из композиционного порошка Fe–5%V характерно образование малоуглеродистого мартенсита и наличие структурно-свободного δ -феррита особенно в участках, прилегающих к основе. На самой границе с основой со стороны покрытия образуется тонкий слой со структурой закалки, что связано с диффузией в покрытие углерода из поверхности основы. На границе системы покрытие-основа образуется диффузионная зона путем диффузии ванадия в аустенит основы, образующийся при нагреве, и его последующей фазовой перекристаллизации с образованием мартенсита.

Полученные результаты исследований показывают, что использование данного способа упрочнения и восстановления позволяет уменьшить износ посадочных мест под подшипники качения валов в 1,5–2,0 раза по сравнению с заводской технологией.

Таким образом, предлагаемая технология и оборудование для упрочнения и восстановления посадочных мест валов является эффективной и окупается в течение периода эксплуатации машин, так как позволяет сэкономить примерно 5 % дефицитного и дорогостоящего материала.

Литература

1. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. – Полоцк: ПГУ, 1999. – 240 с.
2. Использование постоянных магнитов в устройствах электромагнитной наплавки / Ж. А. Мрочек и др. // Теория и практика машиностроения. – 2004. – № 3. – С. 75–84.

*Акулович Л.М., Сергеев Л.Е., Бабич В.Е.,
Сенчуров Е.В., Падаляк В.В. УО «Белорусский
государственный аграрный технический
университете», Минск, Беларусь*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ПЛАФОНОВ ДЛЯ СВЕТИЛЬНИКОВ ВЕРХНЕГО ОСВЕЩЕНИЯ

Одним из важнейших компонентов светильников и люстр являются плафоны. В настоящее время данные элементы осветитель-

ной аппаратуры в массовом производстве изготавливают из латуни. Современная тенденция к росту качественных показателей различных изделий вызывает необходимость разработки принципиально новых технологических процессов и режущего инструмента для их реализации. Одним из таких прогрессивных процессов является магнитно-абразивная обработка (МАО) [1]. Проблема процесса МАО плафонов, изготовленных из латуни, например, Л63, толщина стенки которого равняется 0,25–1,0 мм. Важным вопросом операции МАО плафонов, изготовленных из латуни, требующих решения, является исследование необратимого термодинамического процесса, связанного с распределением температурного диапазона в зоне обработки, а также прогнозирование его акматической фазы в ходе протекания обработки при использовании данной операции. Температура детали T определяется по формуле [2]

$$T - T_0 = \frac{q}{0,5\lambda \left(\frac{\pi}{\alpha t} \right)^{0,5} + \frac{F}{Pt} \rho_d C_d}, \quad (1)$$

где T_0 – начальная температура детали, °К; q – поток теплоты, возникающий при обработке, Дж; λ – коэффициент теплопроводности абразивной среды, Вт/(м·К); α – коэффициент температуропроводности абразивной среды, м²/с; P – периметр сечения детали, м; F – площадь поперечного сечения детали, м²; t – время обработки, с; ρ_d – плотность детали, кг/м³; C_d – массовая теплоемкость детали, Дж/(кг·К).

Диапазон температуры в зоне резания при МАО в случае отсутствия СОТС достигает 400–450 °С. [1]. В таком случае при обработке деталей возникают отрицательные явления (дефектная структура поверхностного слоя, дифференцирование отражательной способности, наличия цветов побежалости). Следовательно, требуется проведение принудительного охлаждения, которое осуществляется подачей соответствующей порции СОТС капельным способом, либо сплошным ламинарным или турбулентным потоком. Особая сложность данного вопроса состоит в том, что температура имеет различие значения в точках всего теплового поля и зависит от времени, являясь функцией координат и времени: $T = f(x, y, z, t)$. Зависимость температуры от длительности нагрева или охлаждения детали и ферроабразивного порошка определяет данное поле как нестационарное. Установлено, что именно постоянство температуры в зоне обработки, не смотря на изменение параметров и режимов резания, обеспечивает стабильность и интенсив-

ность процесса резания. Один из главных вопросов состоит в реализации управлением расходом СОТС, который в таком случае должен быть детерминирован. Цикличность подобного события функционально следует производить путем адаптированной оценки и учета целого ряда параметров и часто с дискретными значениями. Достижение асимптотической сходимости результатов обеспечивается путем численного интегрирования дифференциальных уравнений на основе непосредственной замены производной в этих уравнениях разностным отношением и использованием метода Эйлера.

Исходная кривая $T=T(t)$ заменяется линией, составленной из отрезков прямых

$$T = \frac{T_{i+1} - T_i}{h}(t - t_i) + T_i \text{ при } t \in [t_i; t_i + h],$$

где $T_i = T(t_i)$, $T_{i+1} = T(t_i + h)$.

При $t = t_i + h/2$ выражение имеет рекуррентное выражение

$$T_{i+1} = T_i + \frac{q + HT_{\text{СОТС}_0} - \left(H + D\sqrt{t_i + \frac{h}{2}} \right) T_i}{B + H\frac{h}{2} + \sqrt{t_i + \frac{h}{2}} \left(C + D\frac{(h-t_i)}{3} \right)} h, \quad (2)$$

где H – коэффициент теплообмена при обтекании потоком рабочей технологической среды (РТС) поверхности детали, Вт/(м²×К); $T_{\text{СОТС}}$ – температура СОТС, °К; $\rho_{\text{СОТС}}$, ρ_a – плотность соответственно СОТС и РТС, кг/м³; α – коэффициент температуропроводности абразивной среды, м²/с; w – скорость прохождения СОТС через РТС, м/с;

$$D = 4\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}} \frac{w\rho_{\text{СОТС}}C_{\text{СОТС}}}{P} \left[1 - \exp\left(-H_1 S_0 \frac{P}{2w\rho_{\text{СОТС}}C_{\text{СОТС}}} \right) \right]; \quad B = C_d \rho_d \frac{F}{P};$$

$C = 2\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}} \rho_a C_a$; $C_{\text{СОТС}}$ – теплоемкость, Дж/К; C_a – массовая теплоемкость

РТС, Дж/(кг·К); H_1 – коэффициент теплообмена между СОТС и РТС, Вт/(м²×К); S_0 – площадь тепловоспринимающей поверхности, м²; P – периметр сечения детали, м.

Для оценки данных результатов были проведены экспериментальные исследования при следующих параметрах и режимах: величина магнитной индукции, $B = 0,6-1,0$ Тл; частота вращения детали $n = 630$ мин⁻¹; скорость осцилляции, $V_o = 0,1$ м/с; величина рабочего зазора, $\delta = 1$ мм при эквидистантном профиле по отношению к детали; коэффициент заполнения рабочего зазора, $K_3=1$; размерность частиц ФАП, $\Delta=63/100$ мкм; ФАП – Полимам-Т; СОТС – СинМА-1; расход

СОТС – 50 мл/мин, 100 мл/мин, 150 мл/мин, 200 мл/мин, 250 мл/мин; скорость подачи СОТС, $w = 0,55$ м/с; время обработки, $t = 180$ с (через интервал 15 с). Светоотражательная способность обработанных плафонов составляет 75–80 %, что соответствует требованиям технических условий. Также результатом исследований по определению теплофизической модели финишной обработки плафонов являются зависимости, определяющие распределение температуры, что позволяет прогнозировать изменение температурного интервала и, как следствие, управлять расходом СОТС.

Литература

1. Хомич, Н.С. Магнитно-абразивная обработка изделий / Н.С. Хомич. – Минск.: БНТУ, 2006. – 200 с.
2. Мартынов А.Н., Федосеев В.М. Исследования процесса отвода тепла при обработке деталей сжатой абразивной среде // Алмазная и абразивная обработка деталей машин и инструмента: Межвуз. сб. науч. тр. – Пенза: ППИ, 1987. – С. 90–94.

Алеутдинова М.И. Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, Северск,
Фадин В.В. Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

ОБ ИЗНАШИВАНИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Протекание электрического тока в зоне трения приводит к структурным изменениям в материале поверхностного слоя, что влияет на основные свойства скользящего контакта – электропроводность и износостойкость. Получение начальных сведений об этих изменениях, в первую очередь, о возникающих окислах в зоне трения и их влиянии на износостойкость, представляет научный интерес. Целью настоящей работы является изучение взаимосвязи окисления материала зоны трения с электропроводностью и износостойкостью контакта при скольжении с плотностью тока более 50 А/см² без смазки.