

2. А.Т. Волочко, М.А. Садоха. *Алюминий: технологии и оборудование для получения литых изделий*. – Минск: Беларуская навука, 2011 г. – 386 с.

3. М.А. Садоха, А.П. Мельников. Энергосбережение при производстве отливок из алюминиевых сплавов. Труды международной научно-технической конференции «Металлургия и литейное производство 2007. Беларусь». С. 336 – 339.

4. Модификатор для алюминиевых сплавов. Патент РБ № 12335, С22С 1/05. 2009 г.

УДК 621.92

## МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА ПЛАФОНОВ ДЛЯ СВЕТИЛЬНИКОВ ВЕРХНЕГО ОСВЕЩЕНИЯ

*В.А. Каноплич – студент 4 курса БГАТУ*

*Научные руководители: к.т.н., доцент Л.Е.Сергеев,  
ассистент Е.В. Сенчуров*

Одним из важнейших компонентов светильников и люстр являются плафоны. В настоящее время данные элементы осветительной 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]

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

где  $T_0$  – начальная температура детали, °K;  $q$  – поток теплоты, возникающий при обработке, Дж;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности абразивной среды, Вт/(м×K);  $\alpha$  – коэффициент температуропроводимости абразивной среды, м<sup>2</sup>/с;  $P$  – периметр сечения детали, м;  $F$  – площадь поперечного сечения детали, м<sup>2</sup>;  $t$  – время обработки, с;  $\rho_d$  – плотность детали, кг/м<sup>3</sup>;  $C_d$  – массовая теплоемкость детали, Дж/(кг×K).

Диапазон температуры в зоне резания при МАО в случае отсутствия смазочно-охлаждающего технологического средства (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 различные 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 интенсивность 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  $T = \frac{T_{i+1} - T_i}{h} (t - t_i) + T_i$  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

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

где  $H$  – коэффициент теплообмена при обтекании потоком рабочей технологической среды (РТС) поверхности детали, Вт/(м<sup>2</sup>×К);  $T_{\text{СОТС}}$  – температура СОТС, °К;  $\rho_{\text{СОТС}}$ ,  $\rho_a$  – плотность соответственно СОТС и РТС, кг/м<sup>3</sup>;

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

$\alpha$  – коэффициент температуропроводности абразивной среды, м<sup>2</sup>/с;  $w$  – скорость прохождения СОТС через РТС, м/с;  $B = C_a \rho_a \frac{F}{P}$ ;

$C = 2 \sqrt{\frac{\alpha}{\pi} \rho_a C_a}$ ;  $C_{\text{СОТС}}$  – теплоемкость, Дж/К;  $C_a$  – массовая теплоемкость РТС, Дж/(кг×К);  $H_1$  – коэффициент теплообмена между СОТС и РТС, Вт/(м<sup>2</sup>×К);  $S_0$  – площадь тепловоспринимающей поверхности, м<sup>2</sup>;  $P$  – 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<sup>-1</sup>; 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. Исследования процесса отвода тепла при обработке деталей сжатой абразивной среде / А.Н. Мартынов, В.М. Федосеев // Алмазная и абразивная обработка деталей машин и инструмента: межвуз. сб. науч. тр. / Пенз. политехи, ин-т. - Пенза, 1987. – С. 90-94.

*УДК 621.921*

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ВРАЩАЮЩИХСЯ ДЕТАЛЕЙ**

*В.Е. Михайловский – студент 2 курса БГАТУ  
Научный руководитель – к.т.н., доцент Э.Н. Федорович*

Известны устройства для магнитно-абразивной обработки деталей, включающие катушки с сердечниками установленными радиально с обеих сторон вращающегося изделия, которому сообщают осциллирующее движение вдоль оси и при этом обмотку катушек подключают к выпрямителю. Однако пульсирующее магнитное поле, способное интенсифицировать абразивное резание не получают, так как выпрямление синусоидального тока приводит к стабилизации магнитного поля [1].

Устройство для абразивной обработки в импульсном магнитном поле деталей расположенных между сменными рабочими элементами, выполненными как пакеты гибких волокон, изготовленных из композиционного магнитно-абразивного материала и зафиксированных на сердечниках в форме петель, расширяет технологические возможности при обработке поверхностей сложной конфигурации, позволяет увеличить магнитное поле в средней части рабочих элементов, однако максимально возможное магнитное поле присутствует только на острых углах рабочих элементов, кроме этого рабочие элементы быстро изнашиваются, от чего качество обрабатываемых поверхностей ухудшается [2].

Повышение качества обрабатываемой поверхности и достижение большей производительности возможно путем получения максимальной величины магнитного поля в средней части зазора между рабочими элементами и вращающейся деталью, а также обеспечением последовательного воздействия на ферромагнитный абразивный порошок