

Вывод. На основании нахождения векторной потенциальной функции при учете уравнения Лапласа представлено распределение магнитного поля внутри полюсного наконечника, характеризующее рабочую зону инструмента при MAO, что обеспечивает ее правильное конструирование, расчет режимов обработки и приводит к достижению требуемых производительности и качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бинс К., Лауренсен П. Анализ и расчет электрических и магнитных полей. — М.: Энергия, 1970. — 215с.
2. Барон Ю.М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущего инструмента. — Л.: Машиностроение, 1986. — 182с.
3. Kodacsy Jonas. Magnetoabrasives Polieren und Entgraten Witerenwikelte Feinbearbeitung // Techn. Rdsch. 1990. — V.82, № 37. — S. 76–79.
4. Сакулевич Ф.Ю. Основы магнитно-абразивной обработки. — Минск: Наука и техника, 1981. — 283с.
5. Скворчевский Н.Я., Федорович Э.Н., Ящерицын П.И. Эффективность магнитно-абразивной обработки. — Минск: Навука і тэхніка, 1991. — 192с.

УДК 621.923

П.И. Ящерицын, А.П. Ракомсин,
Л.Е. Сергеев, М.И. Сидоренко, А.М. Миронов

МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ НЕСИММЕТРИЧНОЙ ФОРМЫ С ВЫСОКИМ КОЭФФИЦИЕНТОМ СВЕТООТРАЖЕНИЯ

*Физико-технический институт НАН Беларуси,
Республиканское унитарное предприятие «МАЗ»,
Белорусский государственный аграрный технический университет
Минск, Беларусь*

Финишная обработка деталей оптического назначения заключается в необходимости достижения высокого показателя коэффициента светоотражательной способности и низкого — шероховатости поверхности. Процесс этого достижения определяется отсутствием шаржирования данной поверхности и увеличением радиусов ее вершин и впадин, что обеспечивает соблю-

дение интенсивности отражения светового луча. Известно, что реальный свет не представляет собой идеальной монохроматической волны, в связи с чем растет вероятность возникновения явления хроматической абберации. Это явление нежелательно, поскольку приводит к искажению или недостаточной отчетливости изображения. Существующие методы финишной обработки данных деталей имеют ряд «узких мест» как технологического плана, так и физической природы оптических явлений, что снижает эффективность их использования. Общей проблемой механической обработки, в том числе и финишной, такого рода деталей служит то, что внешний вид полученной поверхности может обладать равными значениями по шероховатости, но различными — по коэффициенту светоотражательной способности. Это объясняется как характером отражения светового луча, так и структурой обрабатываемого материала. Одним из возможных путей исключения такой разницы может явиться изменение давления инструмента на деталь в ходе протекания процесса съема материала. В связи с выше изложенным возникает необходимость применения таких методов, которые обладают возможностью реализации этого положения и отличаются ее быстродействием. Использование процесса магнитно-абразивной обработки (МАО) [1–3] характеризуется, кроме указанных ранее факторов, так же и широким диапазоном значений этого давления. Известно, что в качестве связки «ферроабразивной» щетки применяется магнитное поле, в свою очередь зависящее от регулирования подачи силы тока на катушки соленоидов электромагнитной системы (ЭМС). Процесс достижения требуемых показателей коэффициента светоотражательной способности и шероховатости поверхности можно осуществлять при помощи периодического контроля с использованием достаточно эффективных и недорогих его способов. Например, одним из таких способов служит помещение рядом с зоной обработки на пути движения светового потока листа папиросной бумаги, что позволяет на основе контраста выявить разность показателей этого коэффициента на различных участках общей площади полирования, если таковые образуются. В этом случае изменением подачи силы тока производится изменение давления в ту или иную сторону и осуществляется доводка поверхностного слоя.

Вместе с тем при обработке методом МАО деталей, которые обладают вращательной симметрией, применение принципа суперпозиции для расчета магнитных полей позволяет с высокой степенью точности произвести прогнозирование и определение магнитной индукции, представляющую собой силовую характеристику магнитного поля. Однако отступления от симметричной конфигурации изделия приводят к тому, что процесс МАО будет связан с трудностями установления коммутации магнитного потока. Эта комму-

тация характеризуется, во-первых, различной плотностью этого потока на различных участках полирования, во-вторых, возможностью роста его утечек. Данная ситуация предполагает снижение качества либо всей поверхности полирования, либо отдельных ее зон.

Следовательно, при необходимости обработки деталей машин, имеющих отступления от симметричности необходимо осуществить расчет магнитной индукции, и в случае ее установления произвести съем материала с учетом этих рекомендаций. В качестве примера такой обработки служит финишная обработка диска толщиной 0,4 мм и диаметром 100 мм. На одном из его участков отсутствует сектор, что искажает показатели магнитной индукции, рис. 1.

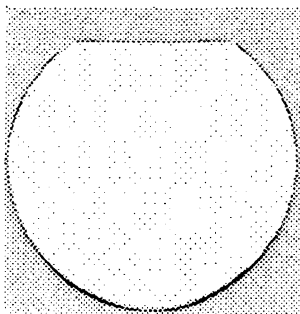


Рис. 1. Диск после МАО

Путем непосредственного расчета установлено, что искомая величина магнитной индукции равняется, рис. 2.

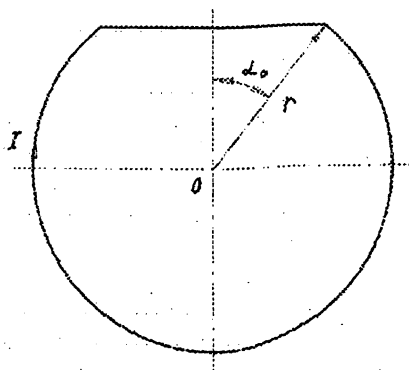


Рис.2. Схема определения магнитной индукции

$$B = B_1 + B_2,$$

где B_1 — магнитное поле от прямолинейного участка контура; B_2 — от его криволинейного.

Согласно закона Био-Савара-Лапласа

$$B_1 = 2 \int_0^{\alpha_0} \frac{\mu_0 I \cos \alpha d\alpha}{4\pi r \cos \alpha_0} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \operatorname{tg} \alpha_0$$

$$B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I(2\pi - 2\alpha_0)}{r^2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} (\pi - \alpha_0)$$

В результате имеем

$$B = (\pi - \alpha_0 + \operatorname{tg} \alpha_0) \mu_0 I / 2\pi r$$

В качестве оборудования использовался станок ЭУ-5 производства ФТИ НАН Беларуси. Режимы и параметры обработки: магнитная индукция, $B = 1$ Тл; сила тока, $I = 5$ А; угловая скорость шпинделя, $\omega = 50$ с⁻¹; скорость заготовки, $V = 1-2$ м/мин; величина рабочего зазора, $\delta = 1$ мм; время обработки, $t = 120$ с; коэффициент заполнения рабочего зазора, $K_3 = 0,8 - 1,2$. Ферроабразивный порошок (ФАП) ПФА Р6М5-1, смазочно-охлаждающие технологические средства — СинМА-2 ТУ 38.5901176-91, 3% водный раствор. Размер зерна ФАП, $D = 63 / 100$ мкм. Шероховатость поверхности образцов до обработки составляла $R_{a1} = 0,2-0,4$ мкм. В результате проведенных исследований установлено, что коэффициент светоотражательной способности находится в пределах значений от 75 до 80%, и шероховатость поверхности после применения метода МАО достигает $R_{a2} = 0,01-0,04$ мкм. Использование расчета магнитной индукции позволило выявить отклонение ее величины на отдельных участках обрабатываемой поверхности, что обеспечило в процессе проведения обработки требуемое изменение давления инструмента на этих участках. В результате получена высокая степень однородности структуры поверхности детали после обработки и сближение показателей ее шероховатости по всей площади. Данный расчет также существенно снизил материально-технические затраты на проведение НИОКР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сакулевич Ф.Ю. Основы магнитно-абразивной обработки. — Минск: Наука и техника, 1981. — 283с. 2. Скворчевский Н.Я., Федорович Э.Н., Ящерицын П.И. Эффективность магнитно-абразивной обработки. — Минск: Навука і тэхніка, 1991. — 192с. 3. Барон Ю.М.

Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущего инструмента. — Л.: Машиностроение, 1986. — 182с.