

Л и т е р а т у р а

1. Зорев Н.Н. Нормальные силы и силы трения при косоугольном свободном резании. – В кн.: Тр. ЦНИИТМАШ. – М., 1948, кн. 15. 2. Бобров В.Ф. О деформации стружки при свободном косоугольном резании. – В сб.: Тр. Тульского мех. ин-та. М., 1950, вып. 5.

УДК 621.922.34.029

П.И.Ящерицын, докт. техн. наук (АН БССР),
В.О.Соколов, инженер (ППИ),
В.Д.Дорофеев, канд. техн. наук (ППИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ПРОФИЛИРОВАНИЯ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНЫХ КРУГОВ

Одним из наиболее эффективных методов профилирования алмазно-абразивных кругов на металлических связках является электроэрозионный.

Сущность метода заключается в следующем [1]. В результате воздействия импульсных электрических разрядов с высокой концентрацией энергии происходит эрозия связки, приводящая к вскрытию зерен. По мере обнажения зерно входит в контакт с электродом-инструментом, что вызывает появление напряжений в зоне его закрепления. Через определенный промежуток времени напряжения достигают такой величины, при которой устойчивость зерна нарушается. В этот момент или при последующих контактах с электродом-инструментом зерно выпадает из связки.

Таким образом, в процессе профилирования формируется рабочая поверхность круга, представляющая собой поверхность вращения геометрически правильной формы, проведенную через вершины наиболее выступающих зерен.

Большой теоретический и практический интерес представляет определение погрешности профилирования, которая рассматривается в сечении круга вдоль оси. При этом будем полагать, что профиль электрода-инструмента полностью соответствует чертежу.

Профилю рабочей поверхности алмазно-абразивного круга и профилю, заданному чертежом, приписываются скалярные геометрические поля F_K и F_I . Представление геометрических ха-

рактических с помощью поля позволяет рассчитать отличие конфигураций как несовпадение двух распределений (полученного и заданного) электрических потенциалов или температур [2].

Геометрическая погрешность формообразования выразится разностью двух функций, определяемых в одной точке:

$$\xi = F_{\kappa}(x, y) - F_4(x, y). \quad (1)$$

Величина ξ представляет собой совокупность наикратчайших расстояний между граничными точками профиля круга и чертежа и в общем случае подсчитывается по соотношениям:

$$\xi = \frac{F_4(x_{\kappa}, y_{\kappa})}{H_4} = - \frac{F_{\kappa}(x_4, y_4)}{H_{\kappa}}, \quad (2)$$

где $H_4 = \sqrt{\left(\frac{\partial F_4}{\partial x_4}\right)^2 + \left(\frac{\partial F_4}{\partial y_4}\right)^2}$;

$$H_{\kappa} = \sqrt{\left(\frac{\partial F_{\kappa}}{\partial x_{\kappa}}\right)^2 + \left(\frac{\partial F_{\kappa}}{\partial y_{\kappa}}\right)^2} .$$

Точность профилирования оценивается для положения наилучшего совпадения профиля рабочей поверхности круга с чертежом, при котором $|\xi|_{\max}$ оказывается минимально возможным.

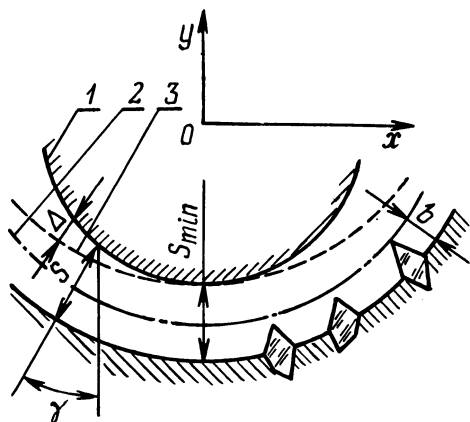


Рис. 1. Схема определения погрешности профилирования.

На рис. 1 приведена схема определения погрешности профилирования. Профиль электрода-инструмента 1 полностью соответствует чертежу. После профилирования рабочая поверхность алмазного круга имеет конфигурацию 2.

Координаты граничных точек рабочей поверхности определяются по соотношениям, приведенным в работе [2], которые трансформируются применительно к условиям данной задачи:

$$\begin{aligned} x_k &= x_i + (S - b) \cdot \cos \alpha; \\ y_k &= y_i + (S - b) \cdot \cos \beta, \end{aligned} \quad (3)$$

где S – локальный межэлектродный зазор; $\cos \alpha$, $\cos \beta$ – направляющие косинусы внешней нормали электрода-инструмента; x_i , y_i – координаты граничной точки профиля электрода-инструмента.

Для определения погрешности профилирования поверхность электрода-инструмента приводим в положение наилучшего совпадения с рабочей поверхностью алмазного круга, для чего последний перемещаем к инструменту на величину $S_{\min} - b$. При этом рабочая поверхность круга займет положение 3, координата x_k не изменится, а y_k увеличится на $S_{\min} - b$. Согласно формуле (1) в уравнение, описывающее профиль чертежа, подставим координаты граничных точек рабочей поверхности круга в положении наилучшего совпадения. Поскольку величина $S - b$ мала, разложим функцию F_i в ряд в точке x_i , y_i . Учитывая связь между углами α , β , γ , после ряда преобразований получим формулу для расчета погрешности профилирования алмазного круга:

$$\Delta = (S_{\min} \cos \gamma - S) + b(1 - \cos \gamma). \quad (4)$$

Из выражения (4) следует, что погрешность профилирования зависит от локальной величины межэлектродного зазора, местного направляющего косинуса, высоты выступания алмазно-абразивных зерен над уровнем связки.

Межэлектродный зазор находится посредством решения плоской задачи формообразования [3] металлической связки.

Для определения вылета зерен из матрицы использовались закономерности, полученные в работе [1]. При этом принимается, что зерно имеет форму сферы с радиусом R , равным половине средневероятностного размера зерна, и выступает из полуплоскости на величину b (рис. 2).

Нарушение устойчивости зерна в связке происходит, когда величина максимальных касательных напряжений в какой-либо точке его закрепления превышает предел текучести материала связки.

Расчетные значения максимальных касательных напряжений вычисляются по формуле

$$\tau_{\max_i} = \frac{P_y}{\pi \cdot t \cdot r_i} \sqrt{\left[\sqrt{1 + \alpha^2} \sin(\theta_i + \arctg \alpha) + \frac{\alpha \cdot b^2 \cdot \sin 2\theta_i}{r_i} \right]^2 + \left(\frac{2\alpha b \sin^2 \theta_i}{r_i} \right)^2}, \quad (5)$$

где r_i и θ_i – полярные координаты точки контура зерна; t – толщина полуплоскости, равная расстоянию между зернами; α – соотношение усилий $\frac{P_z}{P_y}$, действующих на зерно.

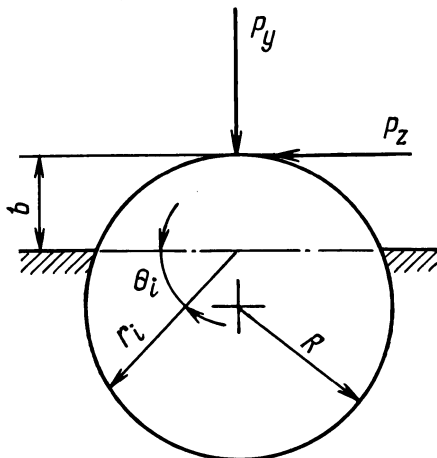


Рис. 2. Схема закрепления зерна в связке круга.

При постоянной величине выступающего зерна на ЭЦВМ "Мир-2" последовательно решалось уравнение (5). По результатам расчетов были построены графические зависимости наибольших значений от вылета зерна. Полученные семейства кривых позволили определить высоту зерен над уровнем связки для различных зернистостей и усилий, действующих на зерно. Для этого находилась точка пересечения соответствующей кривой и прямой, характеризующей механические свойства материала связки. В результате статистической обработки были получены выражения для расчета высоты зерен для различных связок. Для наиболее распространенной связки М1

$$b = 0,83 D_{\max} - 11,49, \quad (6)$$

где D_{\max} – наибольший размер зерна в поперечнике.

Подставляя (6) в (4), получим окончательное выражение для расчета погрешности профилирования алмазно-абразивных кругов электроэрозионным методом:

$$\Delta = (S_{\min} \cdot \cos \gamma - S) + (0,83D_{\max} - 11,49)(1 - \cos \gamma). \quad (7)$$

В том случае, когда такая погрешность получается большей, чем требуется по техническим условиям, необходимо вводить коррекцию размеров рабочей части электрода-инструмента.

Л и т е р а т у р а

1. Чачин В.Н., Дорофеев В.Д. Профилирование алмазных шлифовальных кругов. - Мн., 1974. 2. Волков Ю.С., Лившиц А.Л. Введение в теорию размерного формообразования электрофизикохимическими методами. - Киев, 1978. 3. Соколов В.О., Ящерицын П.И., Дорофеев В.Д. Повышение точности при электроэрозионном профилировании алмазно-абразивных инструментов. - В сб.: Прогрессивные методы финишной обработки изделий сложной формы. Саратов, 1979.

УДК 621.951

Дечко Э.М., канд. техн. наук (Ин-т повышения квалификации), Корниевич М.А., канд. техн. наук (БПИ)

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШНЕКОВОГО СВЕРЛА

Оптимизацию процессов осуществляют в условиях ограниченный на влияющие факторы и функцию отклика. Порядок оптимизации геометрических параметров состоит из следующих операций:

- установление связи между геометрическими параметрами и стойкостью сверла в виде уравнения, которое принимаем за целевую функцию;
- нахождение интервалов изменения геометрических параметров, в пределах которых целесообразно искать их оптимум;
- оптимизация целевой функции, т. е. нахождение совокупности таких величин геометрических параметров, которые обеспечивают максимум целевой функции (при числе переменных $n=2$ оптимизация упрощается. Для этого необходимо построить кривые равной стойкости в координатах $X_1 X_2$, по которым при