

ВЫБОР ФОРМЫ АБРАЗИВНЫХ ЗЕРЕН ДЛЯ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Шкурупий В.Г., Шкурупий Ю.В.

(Харьковский государственный экономический университет)

Рассматривается возможность аппроксимации с помощью функций формы абразивных частиц, применяемых в инструментах для финишной обработки поверхностей деталей.

Абразивный рабочий слой должен обладать определенной режущей способностью, жидкотекучестью, ударной стойкостью. На эти свойства будет оказывать влияние: расстояние между зернами; расположение и насыщенность в рабочем пространстве зерен (форм, размеров и природы материала).

Расстояние между зернами определяется их размерами и количеством в единице объема связки (твердой, жидкой или газообразной составляющей рабочей среды) и может регулироваться при приготовлении абразивного состава.

Расположение зерен в единице объема можно изменять соотношением концентраций составляющих абразивной смеси, наложением магнитного или другого силового поля, ориентируя зерна в направлении силовых линий.

Насыщенность форм, размеров и природы материала зерен можно регулировать путем предварительной обработки абразивного состава (сортировка по размерам и форме, овализация зерен, смешивание различных по природе зерен, применение наполнителей и др).

Для сортировки зерен по форме необходима оценка значений параметров, характеризующих их форму. Факторы форм делят на три группы [1]:

- коэффициенты, связывающие некоторый характерный размер частицы с ее средним диаметром, площадью, объемом;
- физические безразмерные величины, характеризующие форму (принимают значение единицы для наиболее простых тел);
- корреляционные безразмерные постоянные величины или функции, входящие как одна из характеристик структуры в уравнение, устанавливающее взаимосвязь между структурой и свойством материала.

Оценку формы абразивных зерен будем производить, используя предложенную в работе [2] методику. Характеристику формы зерна будем рассматривать как реальное распределение отклонений точек границы

раздела тело - окружающая среда по отношению к одному из наиболее простых, одинаковых для всех реализаций распределений отклонений точек тела, например, поверхности шара. Полноту объема зерна можно выразить отношением:

$$FV = \frac{F_{minV}}{F_{maxV}}, \quad (1)$$

где F_{minV} - минимальная для данного объема поверхность, например, поверхность шара радиусом r ;

F_{maxV} - площадь поверхности реального тела с максимальным отклонением h_{max} .

Определяя отклонения наиболее удаленной точки поверхности зерна от условного центра тяжести выбранного сечения, форму зерна можно выразить как отношение отклонения, обеспечивающего минимальную поверхность при данном объеме, к максимальному отклонению:

$$F_{\phi} = \frac{r}{h_{max}}. \quad (2)$$

Координаты условного центра тяжести сечения абразивного зерна ($X_{ц.т.}$, $Y_{ц.т.}$) можно определить по методике, предложенной в работе [2].

Программой предусмотрено суммирование элементарных частей площади сечения, поэтому полученную площадь S_i используем для определения радиуса круга соответствующей площади.

Исследуя функцию $Y=f(x)$, описывающую контур сечения абразивного зерна, определим расстояние к наиболее удаленной точке на поверхности:

$$h_{max} = \sqrt{(Y_{h_{max}} - Y_{ц.т.})^2 + (X_{h_{max}} - X_{ц.т.})^2}. \quad (3)$$

Тогда с учетом соотношения (2) характеристика формы определится выражением:

$$F_{i\phi} = \sqrt{\frac{S_i}{\pi[(Y_h - Y_{ц.т.})^2 + (X_h - X_{ц.т.})^2]}}. \quad (4)$$

Таким образом, чтобы оценить форму зерна по формуле (4) необходимо аппроксимировать контуры сечений зерна, например, в виде аналитических зависимостей $Y=f(x)$.

При визуальном наблюдении, а также изучении фотографий абразивных зерен нами установлено, что часть сечений близка по форме к аномалиям эллипса. Рассмотрим уравнение эллипса, выраженное в полярных координатах:

$$\rho = \frac{2b}{\sin \alpha \left(\frac{b^2}{a^2} \operatorname{Ctg}^2 \alpha + 1 \right)}, \quad (5)$$

где a, b - полуоси; α - аргумент ($0 \leq \alpha \leq \pi$).

Преобразуем это уравнение вектор-пучком $w(\varphi)$ (со смещенным по оси Ox центром S на величину R) путем расчета координат точек встречи лучей из центра S с линией эллипса.

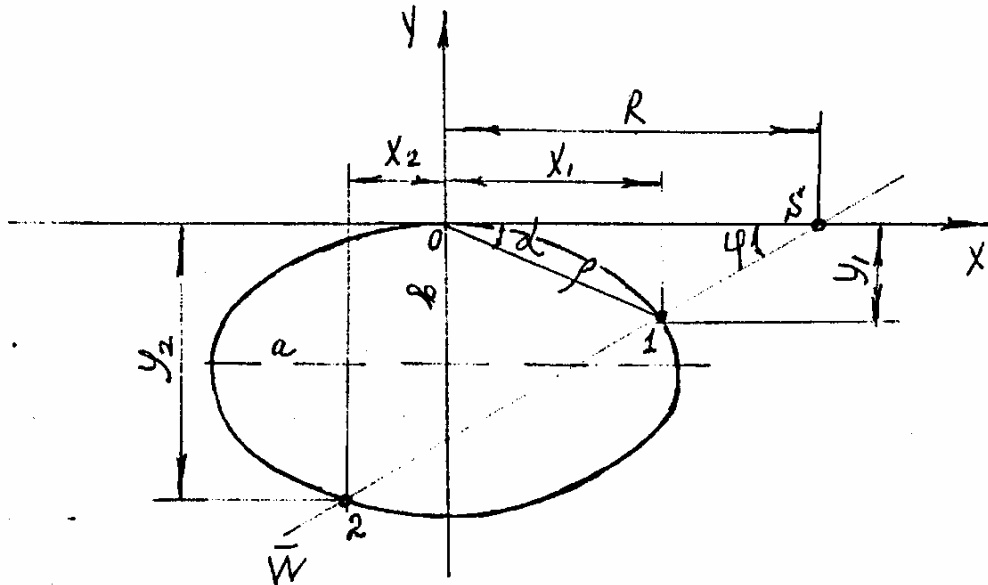


Рис. 1. Схема автоморфного преобразования $\rho[\bar{w}(\varphi)]$.

В плоскости прямоугольных координат преобразование $\rho[\bar{w}(\varphi)]$ функции (5) можно представить в виде трехпараметрической функции:

$$Y_{\bar{w}} = f[X_{\bar{w}}(a, b, R, \varphi), R,] \quad (6)$$

Выразим значение аргумента $X_{\bar{w}}$ (рис. 1) через значения параметров

$$a, b, R \text{ и } \varphi: \quad X = \frac{2b \cdot \operatorname{Ctg} \alpha}{\frac{b^2}{a^2} \operatorname{Ctg}^2 \alpha + 1}, \quad (7)$$

где $\operatorname{Ctg} \alpha = \frac{X_{\bar{w}}}{Y_{\bar{w}}} = \frac{X_{\bar{w}} \operatorname{Ctg}}{R - X_{\bar{w}}}$.

Учитывая тождество $X \equiv X_{\bar{w}}$, связанное с характером преобразования, получим квадратное уравнение:

$$\left(1 + \frac{b^2}{a^2} \operatorname{ctg}^2 \varphi\right) X^2 - 2(R - b \cdot \operatorname{ctg} \varphi) X + R^2 - 2bR \cdot \operatorname{ctg} \varphi = 0 \quad (8)$$

и его решение:

$$X_{\bar{w}} \equiv X_{1,2} = \frac{R - b \cdot \operatorname{ctg} \varphi \left(1 \mp \sqrt{1 + \frac{R(2b \cdot \operatorname{ctg} \varphi - R)}{a^2}}\right)}{\frac{b^2}{a^2} \operatorname{ctg}^2 \varphi + 1} \quad (9)$$

Исходя из рис.1: $Y_{\bar{w}} = Y_{1,2} = \frac{R - X_{1,2}}{\operatorname{ctg} \varphi}$ (10)

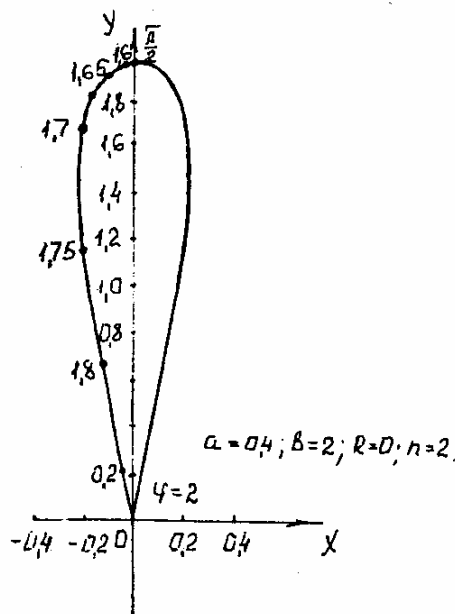


Рис. 2. Аппроксимация контура абразивного зерна каплевидной формы.

Поскольку смещенный центр вектор-пучка не связан с началом координат, можно пренебречь периодической знакопеременностью без нарушения условий преобразования. Тогда, с учетом обозначений, выражение (9) можно представить в следующем виде:

$$X_{1,2} = \frac{R - A(1 \pm \sqrt[4]{B^2})}{C + 1} \quad (11)$$

Разрывность функции (10) переходит в двойственность, порождающую подэллиптические аномалии, замыкающие точки разрывности.

Если в уравнении (11) включить в подкоренное выражение часть A , получим:

Функция (10) (с учетом (9)) неоднозначна вследствие разрывности в точках касания охватывающих лучей вектор-пучка $\bar{w}(\varphi)$. Преодолеть разрывность преобразованной функции можно, если сохранить положительный знак подкоренного выражения (9). Введем условные обозначения составных частей выражения (9):

$$A = b \operatorname{ctg} \varphi;$$

$$B = 1 + \frac{R(2b \cdot \operatorname{ctg} \varphi - R)}{a^2};$$

$$C = \frac{b^2}{a^2} \operatorname{ctg}^2 \varphi.$$

$$X_{1,2} = \frac{R - A \pm \sqrt{A^2 \sqrt{B^2}}}{C + 1}$$

или $X_{1,2} = \frac{R \pm A \sqrt{B^2}}{C + 1}$ (с исключением одной части A) (12)

Предлагаемая модификация (12) выражения (11) дает возможность аппроксимировать контуры каплевидных несимметричных сечений абразивных зерен. Если принять $R=0$, то $B = I$ и, выражение (11) можно представить в виде:

$$X = \frac{\pm A}{C^n + 1},$$

где n - степенной коэффициент деформации.

Эта модификация позволяет аппроксимировать контуры симметричных сечений (рис 2),

Список литературы

1. Чернявский К.С. Стереология в металловедении. М., Металлургия.1977.280с.
2. Шкурупий В.Г. Особенности анализа шероховатости поверхности, обработанной резанием.- Резание и инструмент. Харьков, 1982, вып.27. с.74-80.

Анотація

Вибір форми абразивних зерен для фінішної обробки поверхонь

Показана можливість апроксимації форми абразивів, які використовуються в інструментах для фінішної обробки поверхонь деталей.

Abstract

Selection of the form of abrasive grains for a finish machining of surfaces

The opportunity of approximation of the form of grains used in tools for finishing processing of surfaces is considered.