

УДК 621.914

Р. Г. СТЕПАНИАН, С. Г. АРУТЮНЯН, Р. С. МАРКАРЯН

ЧИСЛО РЕЖУЩИХ ЗЕРЕН НА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ
АЛМАЗНЫХ КРУГОВ

Получено аналитическое выражение для определения числа режущих зерен в зависимости от соотношения глубины заделки зерна в круг к высоте его выступающей части. Экспериментально показана необходимость учета этого параметра.

Библиогр. 5 назв.

Ստացված է կտրող շարժիչների բանաձևային որոշման գերազանցական արտահայտությունը, որը հաշվի է առնում կապակցող ելակի մեջ հատիկի ներթափանցելու և կտրող ծծված մասերի շարժերն առկայությունը: Փորձափորձերն ցույց է տրվում որդ պարամետրի անհրաժեշտությունը:

От числа алмазных зерен на рабочей поверхности круга зависит толщина снимаемого зерном среза, нагрузка на зерно, температура и силы резания, качество обработанной поверхности и др. [1]. Имеющиеся в специальной литературе расчетные и экспериментальные данные чисел зерен для идентичных условий имеют большой (до 300%) разброс, что объясняется наличием в порошке фракций, отличающихся от основной [2], универсальностью формул без учета марок и зернистостей алмазов, а также связок и наполнителей алмазосодержащего слоя. В формулах отражается также различие подходов авторов к механизму удержания алмазов в связке. Анализ показал, что число режущих зерен на рабочей поверхности круга должно зависеть от соотношения глубины заделки зерна в круг к высоте его выступающей части μ , причем оно в большой степени обуславливается ориентацией алмазных зерен. На основе этого предпринята попытка аналитически определить число режущих зерен на рабочей поверхности круга из алмазного порошка АС4. В зернах такого порошка преобладает промежуточная форма зерен (70—90%) с коэффициентов формы $K_{\phi} = 1,3-2$ [3]. В связи с этим зерна АС4 с достаточной точностью можно аппроксимировать эллипсоидом вращения (с главной осью l и малой осью b), площадь проекции которого равна площади реального зерна.

Рассмотрим произвольное сечение, параллельное рабочей поверхности круга: примем его за плоскостью $Z=0$ системы координат с осью Z , перпендикулярной этому сечению. Положение зерна будем характеризовать координатами ее центра тяжести X, Y, Z и углом наклона Θ главной оси эллипсоида вращения относительно плоскости (X, Y) . Для значений параметров (l, b, Θ, Z) таких, что

$$|Z| < \frac{1}{2} \sqrt{b^2 \cos^2 \Theta + l^2 \sin^2 \Theta}$$

образившие зерна пересекаются с плоскостью $Z = 0$, причем, площадь сечения каждого зерна S_n равна

$$S_n = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{lb^2(b^2 \cos^2 \Theta + l^2 \sin^2 \Theta - 4Z^2)}{b^2 \cos^2 \Theta + l^2 \sin^2 \Theta} \quad (1)$$

Глубина заделки зерна h_1 и высота выступающей части h_2 (h_1 и h_2 определяем от плоскости $Z = 0$ до нижней и верхней касательных к зерну плоскостей ортогональных оси Z) записываются в виде

$$h_{1,2} = Z \pm \frac{1}{2} l \sqrt{b^2 \cos^2 \Theta + l^2 \sin^2 \Theta} \quad (2)$$

Зерно будем считать режущим, если

$$h_1, h_2 > 0, \quad (3)$$

т. е. оно, снимая стружку, удерживается в связке.

Интегрирование выражения (1) по параметрам l, b, Θ, Z с учетом соотношения (3) и введением соответствующих плотностей вероятностей $p_1(l), p_2(b), p_3(\Theta), p_4(Z)$ дает выражение для отношения площади зерен к площади рабочей поверхности круга S_r

$$\frac{\sum S_n}{S_r} = \frac{\pi}{6} \cdot \frac{1 - 3\mu}{(1 + \mu)^2} n \bar{l} \bar{b}^2 = \frac{1 - 3\mu}{(1 + \mu)^2} n \bar{V} \quad (4)$$

где n — число зерен в единице объема, $\bar{V}$ — средний объем одного зерна.

При выводе формулы (4) считали распределение $p_4(Z)$ равномерным [4]. Заметим, что данное выражение не зависит от функции $p_3(\Theta)$.

Количество режущих зерен определяется интегралом произведений функций плотностей вероятностей по области допустимых значений (3) параметров l, b, Θ, Z . Производя разложение случайных величин вокруг их средних значений с точностью до квадратных членов, получаем общую формулу для количества режущих зерен на единицу площади

$$N = \frac{n}{1 + \mu} (\bar{b}^2 \cos^2 \bar{\Theta} + \bar{l}^2 \sin^2 \bar{\Theta}) \cdot \left\{ 1 + \frac{D\Theta}{2} \times \right. \\ \left. \times \frac{(\bar{l}^2 - \bar{b}^2)(\bar{b}^2 \cos^2 \bar{\Theta} - \bar{l}^2 \sin^2 \bar{\Theta})}{(\bar{b}^2 \cos^2 \bar{\Theta} + \bar{l}^2 \sin^2 \bar{\Theta})^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{(D\bar{l}\bar{b}^2 + D\bar{b}\bar{l}^2) \sin^2 \bar{\Theta} \cos^2 \bar{\Theta}}{(\bar{b}^2 \cos^2 \bar{\Theta} + \bar{l}^2 \sin^2 \bar{\Theta})^2} \right\} \quad (5)$$

где $Dl, Db, D\Theta$ — дисперсии случайных величин l, b и Θ . Дисперсионные члены учитывают отличие функций распределения с одинаковыми значениями, например, хаотичного углового распределения зерен под углом $\Theta = 45^\circ$. Так, в работе [5] хаотичное распределение зерен с угловой дисперсией $D\Theta = \pi^2/16$ заменяется распределением, соответствующим равному количеству зерен, ориентируемых в предельных положениях (главные оси зерен перпендикулярны и параллельны плоскости $Z = 0$). Дисперсия этого распределения равна $\pi^2/48$.

Вклад дисперсионных членов зависит от коэффициента формы абразивных зерен. Однако, для $K_d = 1,3-2$ они составляют порядка 1%. Поэтому, пренебрегая ими, выражение (15) запишем в виде

$$N = \frac{n}{1+\mu} (\bar{b}^2 \cos^2 \Theta + \bar{l}^2 \sin^2 \Theta)^{1/2}. \quad (6)$$

В частных случаях ($\Theta = 45^\circ, 90^\circ$) получим выражения для количества режущих зерен, для их ориентированного и неориентированного расположения

$$N_0 = \frac{n}{1+\mu} \bar{l}, \quad (7)$$

$$N_a = \frac{n}{1+\mu} \left(\frac{\bar{b}^2 + \bar{l}^2}{\sqrt{2}} \right)^{1/2}. \quad (8)$$

Формула (7) для ориентированных зерен при условии $\mu = 1$ идентична, а для неориентированных (8) несколько отличается от формул в работе [5]. Для определения влияния μ были изготовлены чашечные круги на органической связке В2-01 100% концентрации с ориентированными (экструзией) и неориентированными алмазными зернами и использованием данных работы [5] была выявлена зависимость μ от ориентации зерен АС4. Соотношение μ для ориентированных зерен (0,75—1,17) в диапазоне зернистостей 80/63—250/200 примерно в 1,6 раза меньше соответствующих значений для неориентированных зерен (1,28—1,62).

Таким образом, учет μ дает возможность более точно характеризовать число режущих зерен на рабочей поверхности алмазных кругов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Работоспособность алмазных кругов / М. Ф. Савко, М. П. Мушкетер, Ю. А. Сизый и др. — Киев: Техника, 1983. — 95 с.
2. Качество поверхности при алмазно-абразивной обработке / Э. В. Рыжков, А. А. Саварда, В. Б. Ильинский и др. — Киев: Наукова думка, 1979. — 211 с.
3. Вильямс Е. С. Инструменты с программированным расположением зерен материала // Машиностроитель. — 1982. — № 9 — С. 22—24.
4. Манди М. Механизм фрезинга организованными зернами // Киев: Моментум — 1971. — Т. 23, № 12. — С. 1611—1616.
5. Зайцев Л. Г. Расчет числа зерен, ориентированных расположением на рабочей поверхности шифонального круга // Сверхтвердые материалы. — 1982. — С. 41—44.

Ершова К. Маркса

20. XII. 1983