

УДК 51

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ КОНТАКТА ДИСКОВОЙ ШАРОШКИ С ПОРОДОЙ

Прейс Е.В., к.т.н., доцент
Соколов Е.В., студент группы ГЭс-151, II курс.
Кузбасский государственный технический университет
им. Т.Ф.Горбачева
г. Кемерово

Исследования, проведенные на кафедре «Горные машины и оборудование» показали эффективность использования дисковых шарошек в качестве режущего инструмента.

Значительные температуры на режущей части резцового инструмента являются одной из причин выхода его из строя.

Для определения контактных температур дискового инструмента требуется найти площадь соприкосновения шарошки с породой.

Расчет площади будем проводить для дисковой шарошки с ассиметричными углами.

Представим схему резания горной породы дисковым инструментом (рис.1). h – высота разрушаемого слоя, область D – площадь контакта с породой.

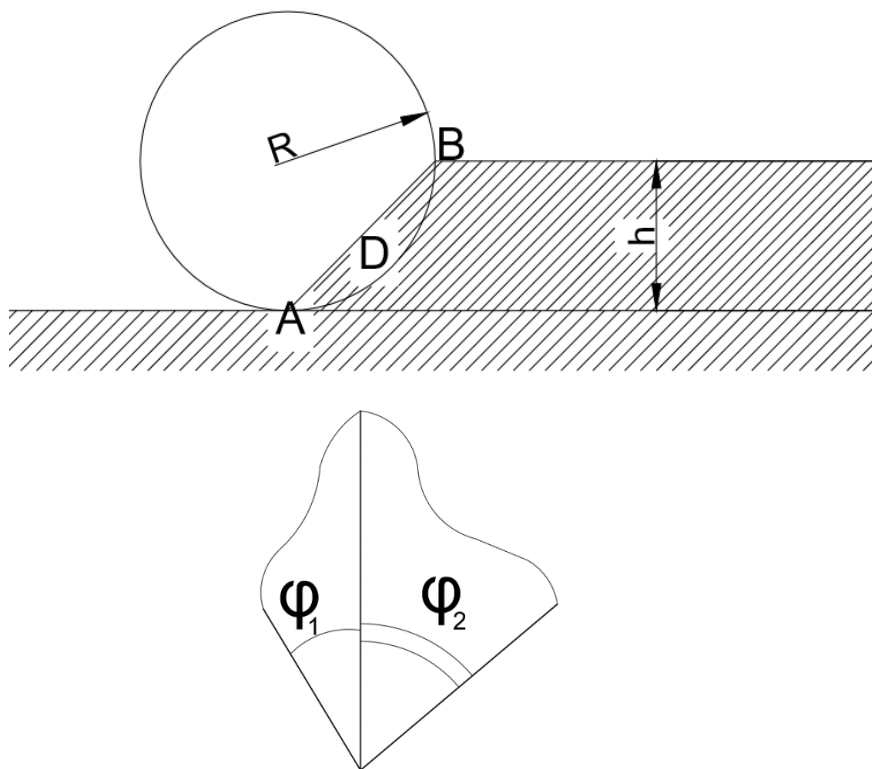


Рис.1. Площадь контакта ассиметричной шарошки. (D)

Введем систему координат и рассчитаем координаты точек A и B (рис.2).
 Начало координат свяжем с центром диска.

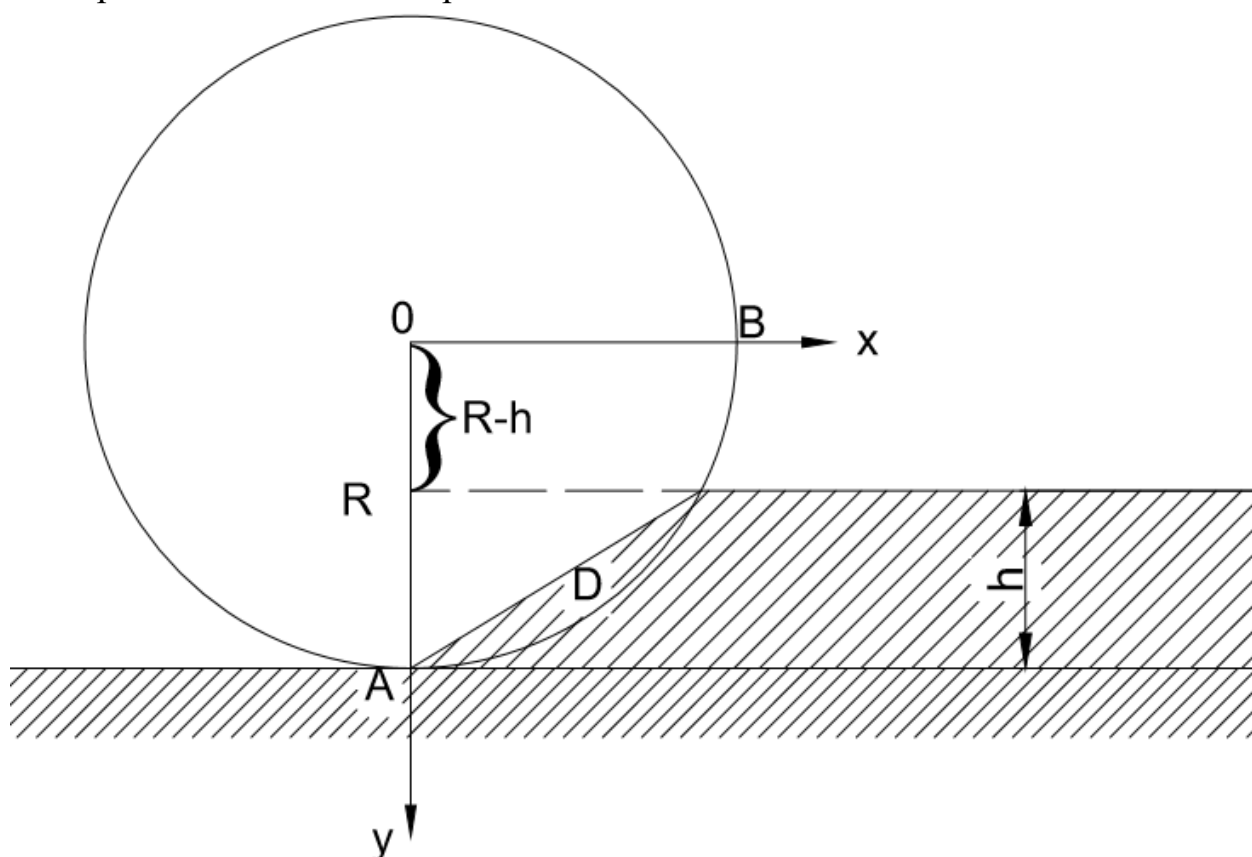


Рис.2. Определение границ площади контакта D .

Точка A лежит на окружности и имеет координаты $A(0, R)$. Для точки B координата $y = R - h$, следовательно $x = \sqrt{R^2 - y^2} = \sqrt{R^2 - (R - h)^2} = \sqrt{2Rh - h^2}$ и $B(\sqrt{2Rh - h^2}, R - h)$.

Составим уравнение прямой линии AB :

$$\frac{x - 0}{\sqrt{2Rh - h^2}} = \frac{y - R}{R - h - R} \Rightarrow y = \frac{-hx}{\sqrt{2Rh - h^2}} + R$$

Площадь контакта дисковой шарошки с породой представляет собой часть конусной поверхности, отсекаемой плоскостью

$$y + \frac{hx}{\sqrt{2Rh - h^2}} - R = 0$$

Дисковая шарошка представляет собой две конусные поверхности, образующие которых наклонены под разными углами к осевому сечению. Найдем площадь контакта для угла φ .

Конусная поверхность имеет уравнение:

$$\frac{(z - z_0)^2}{c^2} = \frac{(x - x_0)^2}{a^2} + \frac{(y - y_0)^2}{b^2}$$

Подберем коэффициенты a, b, c так, чтобы конусная поверхность прошла через точки $(O, R, O); (R, O, O); (O, O, H)$, где $H = R \tan \varphi$. Получим:

$$(z - H)^2 = \frac{H^2}{R^2} (x^2 + y^2)$$

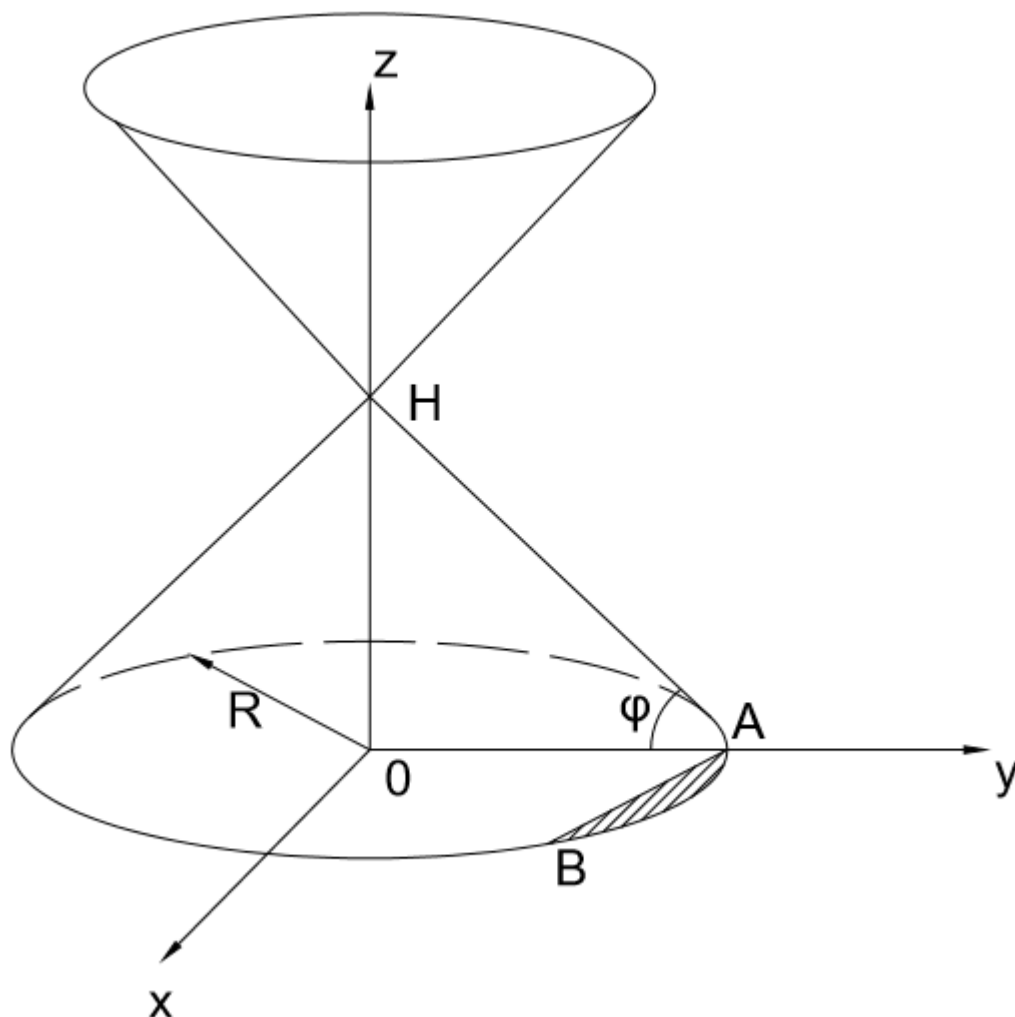


Рис.3. Конусная поверхность.

Найдем площадь конусной поверхности, отсекаемой плоскостью

$$y + \frac{hx}{\sqrt{2Rh - h^2}} - R = 0$$

Из уравнения конусной поверхности

$$z = -\sqrt{\frac{H^2}{R^2} (x^2 + y^2)} + H = -\frac{H}{R} \sqrt{x^2 + y^2} + H$$

Площадь поверхности, расположенной над сегментом D (рис.1) определяется поверхностным интегралом

$$S = \iint_D \sqrt{1 + z_x'^2 + z_y'^2} dx dy.$$

Найдем $z_x'^2 + z_y'^2$:

$$z_x' = \frac{-Hx}{R\sqrt{x^2+y^2}}; \quad z_y' = \frac{-Hy}{R\sqrt{x^2+y^2}}, \quad \text{тогда}$$

$$\sqrt{1 + z_x'^2 + z_y'^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{H}{R}\right)^2} = \sqrt{1 + (\tan \varphi)^2},$$

где φ угол наклона образующей конуса к осевому сечению.

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{1 + (\tan \varphi)^2} \iint_D dx dy = \sqrt{1 + (\tan \varphi)^2} \int_0^{\sqrt{2Rh-h^2}} dx \int_{\frac{-hx}{\sqrt{2Rh-h^2}}+R}^{\sqrt{R^2-x^2}} dy = \\ &= \sqrt{1 + (\tan \varphi)^2} \int_0^{\sqrt{2Rh-h^2}} dx \left(\sqrt{R^2 - x^2} + \frac{hx}{\sqrt{2Rh-h^2}} - R \right) = \sqrt{1 + (\tan \varphi)^2} \cdot \\ &\quad \left(\frac{x}{2} \sqrt{R^2 - x^2} + \frac{R^2}{2} \arcsin \left(\frac{x}{R} \right) + \frac{hx^2}{2\sqrt{2Rh-h^2}} - Rx \right) \Big|_0^{\sqrt{2Rh-h^2}} = \\ &= \sqrt{1 + (\tan \varphi)^2} \left(\frac{R^2}{2} \arcsin \frac{\sqrt{2Rh-h^2}}{R} - \frac{R}{2} \sqrt{2Rh-h^2} \right) \end{aligned}$$

Учитывая, что ассиметричная дисковая шарошка имеет углы наклона к осевому сечению φ_1 и φ_2 , получаем полную, двухстороннюю площадь поверхности:

$$S = \frac{R}{2} (\sqrt{1 + \tan^2 \varphi_1} + \sqrt{1 + \tan^2 \varphi_2}) \left(R \arcsin \frac{\sqrt{2Rh-h^2}}{R} - \sqrt{2Rh-h^2} \right).$$

Площадь контакта зависит от основных параметров шарошки: φ_1 , φ_2 , R и высоты разрушаемого слоя породы h .

Одной из причин выхода дисковых шарошек в качестве режущего инструмента из строя, являются значительные температуры на режущей части резцового инструмента. И для предотвращения этой причины нужно определить контактную температуру дискового инструмента, для чего и была найдена площадь соприкосновения шарошки с породой.