

чить аномальный и снизить нормальный износ дорогостоящего алмазного сырья, добываясь при этом максимальной проходки на породоразрушающий инструмент.

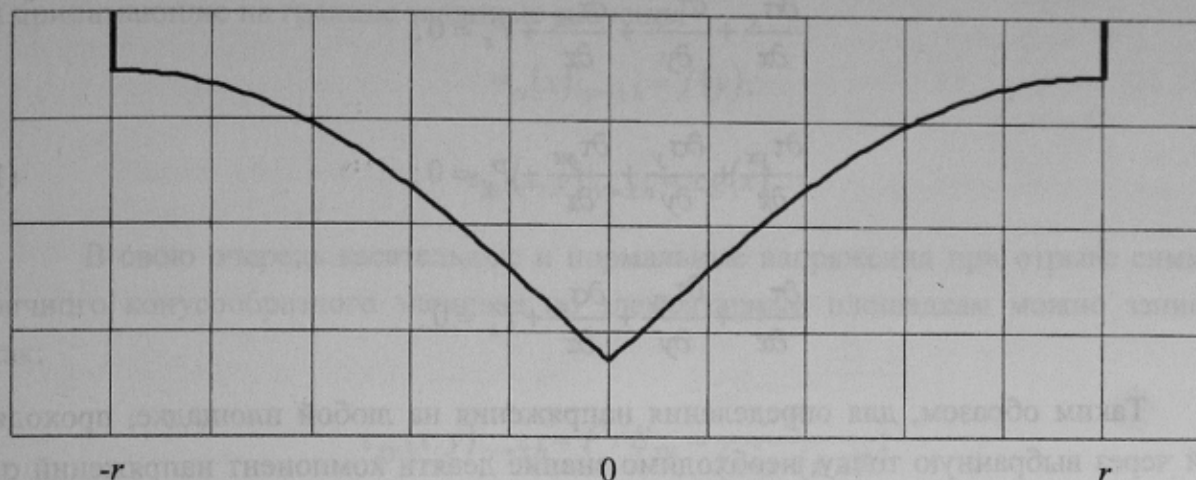


Рис. 2. Схематическая форма профиля рабочей поверхности торца сателлита, обеспечивающая равномерное распределения нагрузки по торцу сателлита ( $p=\text{const}$ )

### Библиографический список

1. Хоменко В.Л. Определение конструктивных параметров алмазных долот планетарного типа. Гірничя механіка: Міжвід. Зб. наук. праць / Ін-т Геотехнічної механіки НАН України. — Київ-Дніпропетровськ, 2000. — Вип. 17. — С. 268–272.
2. Бурачек Н.А. Труды ЦНИГРИ выпуск 113. — М., 1974.
3. Хоменко В.Л. Определение равноизносной формы профиля торца сателлита в алмазных долотах планетарного типа. Науковий вісник Національної гірничої академії України № 5. — Днепропетровск: РИК НГА Украины, 2001. — С. 110–111.

© Хоменко В.Л., 2003

УДК 622.24.085

Канд. техн. наук ДУДЛЯ Н.А., инж. ПАЩЕНКО А.А. (НГАУ, г.Днепропетровск)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ РАЗРУШЕНИИ ОТРЫВОМ

Одной из основных физико-механических характеристик горной породы является ее способность сопротивляться действию внешних нагрузок. При бурении скважин на забое происходит разрушение горной породы а, следовательно, в этом случае необходимо знать пределы прочности горной породы.

Методика определения свойств горных пород при отрыве элемента с криволинейной образующей [1] позволяет найти критические касательные и нормальные напряжения возникающие в породе при отрыве некоторого элемента от массива.

Классическое уравнение равновесия системы сил действующих на элементарный параллелепипед, записывается в виде.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + P_x &= 0; \\ \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} + P_y &= 0; \\ \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + P_z &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Таким образом, для определения напряжения на любой площадке, проходящей через выбранную точку, необходимо знание девяти компонент напряжений  $\sigma_x$ ,  $\tau_{xy}$ , ...,  $\tau_{zy}$ .

При рассмотрении нашей задачи — распределение напряжений в некотором объеме породы при нагружении ее гладким плоским штампом, упрощаем систему сил и координат. Принимаем, что разрушение идет по некоторой плоскости и отрываемый элемент имеет симметричное сечение по плоскости оси  $z$  (рис.1), это позволяет свести систему координат к двум осям и решать задачу для области  $-\infty < x < \infty$ ,  $|y| \leq h$  [2].

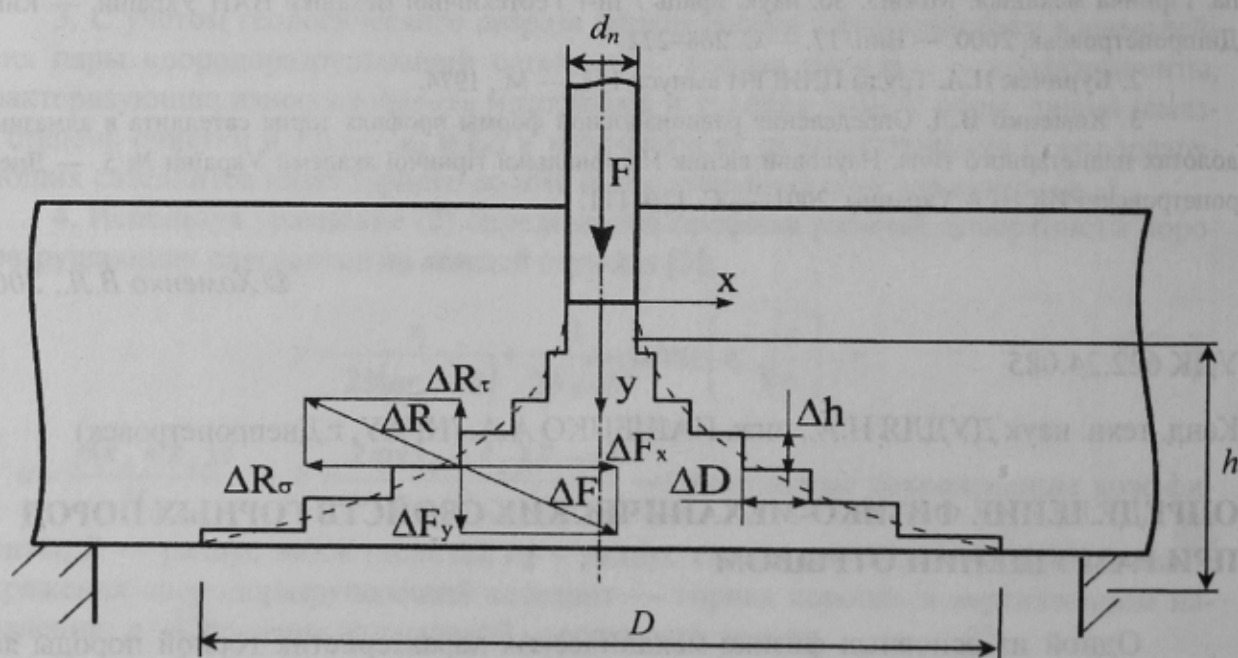


Рис. 1. Приращение усилий в отрываемом элементе:  $F$  — усилие разрушения;  $\Delta R$  — реакция породы;  $h$  — высота элемента;  $d_n$  — диаметр пуансона;  $D$  — диаметр элемента

В этой области требуется определить напряжения  $\sigma_x$ ,  $\tau_{xy}$ , возникающие от действия силы  $F_x$ , удовлетворяющие следующему уравнению равновесия:

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + F_x = 0, \quad (2)$$

и принимающие на границе заданные значения

$$\sigma_x(x)|_{y=\pm h} = f(y), \quad (3)$$

$$\tau_{xy}(x, y)|_{y=\pm h} = \pm g(x). \quad (4)$$

В свою очередь касательные и нормальные напряжения при отрыве симметричного конусообразного элемента по элементарным площадкам можно записать как:

$$\tau_{xy}(x, y)|_{y=\pm h} = F / S_{xy} = \frac{F}{(\pi \cdot x \cdot (\pm h))}; \quad (5)$$

$$\pm g(\sigma_y(x, y)|_{y=\pm h}) = \frac{4F}{\pi(D-d)^2}. \quad (6)$$

Принимаем, что сила на пуансоне уравнивается силой реакции породы, начало координат принимаем из середины вершины усеченного конуса отрыва (рис. 1), отсюда уравнение равновесия:

$$F^2 = (F_y)^2 + (F_x)^2 = (\tau_{xy} S_y)^2 + (\sigma_y S_x)^2. \quad (7)$$

Подставляя в уравнение (7) значения  $\sigma$  и  $\tau$  из уравнений (5), (6) получаем:

$$F^2 = \left( [\sigma] \frac{\pi(D-d)^2}{4} \right)^2 + ([\tau] \pi D h)^2. \quad (8)$$

Отсюда найдем изменение высоты  $\partial h$  от диаметра  $\partial D$  (рис.1):

$$\partial h = \sqrt{\left( \frac{F}{\pi \tau \partial D} \right)^2 - \left( \frac{4 \tau \partial D}{\sigma (\partial D^2 - d^2)} \right)^2}. \quad (9)$$

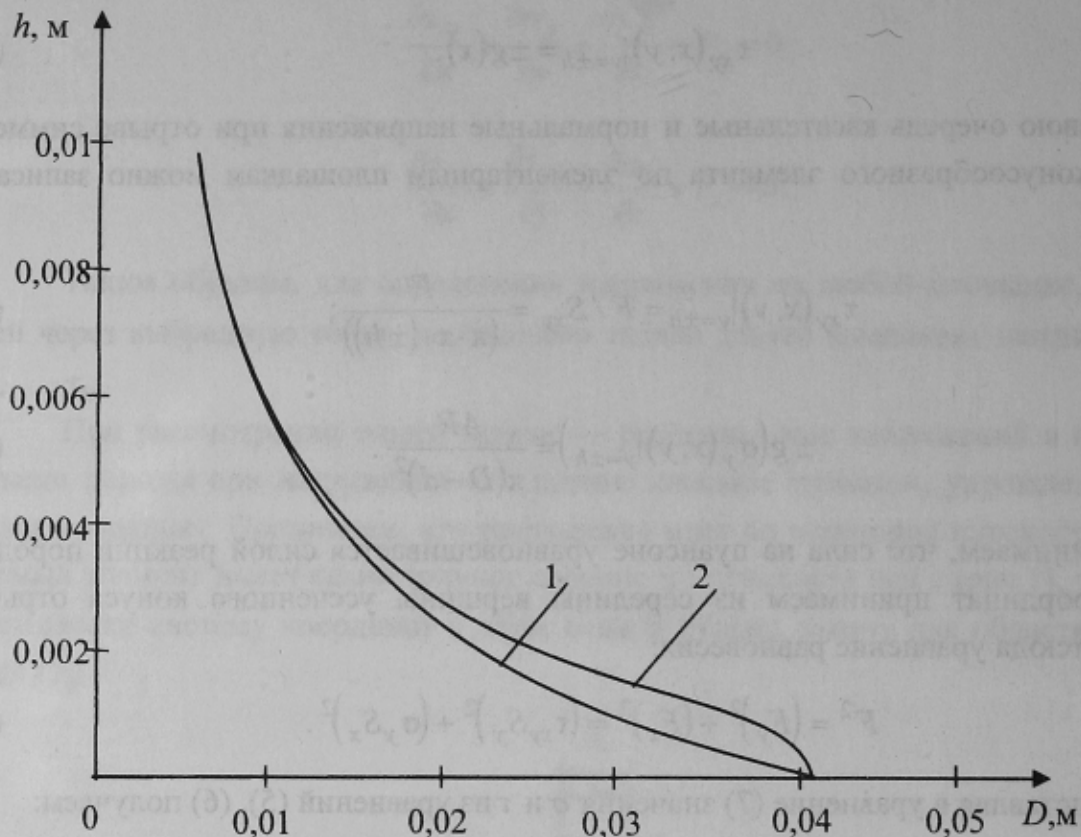
С учетом того, что мы рассчитали усилие отрыва для обоих образующих элемента, а кривая описывает только одну сторону элемента, запишем:

$$\partial h = \frac{1}{2} \sqrt{\left( \frac{F}{\pi \tau \partial D} \right)^2 - \left( \frac{4 \tau \partial D}{\sigma (\partial D^2 - d^2)} \right)^2}. \quad (10)$$

В интегральном выражении это уравнение имеет вид:

$$h = \frac{1}{2} \int_D^{d_n} \sqrt{\left(\frac{F}{\pi\tau D}\right)^2 - \left(\frac{4\tau D}{\sigma(D^2 - d^2)}\right)^2} dD. \quad (11)$$

При интегрировании на ЭВМ данное уравнение позволяет получить (рис. 2) криволинейную образующую 2 отрываемого элемента, близкую к экспериментальной 1.



**Рис. 2.** Характер криволинейной образующей при отрыве элемента горной породы от массива: 1 — экспериментальная образующая; 2 — расчетная образующая

Таким образом, зная геометрические параметры оторвавшегося элемента по формуле (8) можно определить критические нормальные и касательные напряжения возникшие в данной горной породе.

### Библиографический список

1. Дудля Н.А., Пашенко А.В., Пашенко А.А. Некоторые закономерности разрушения горных пород / Науковий вісник НГАУ, 1998. — № 2. — С. 81–85.
2. Тимошенко С.П. Курс теории упругости. — К.: Наукова думка, 1972. — 501 с.

© Дудля Н.А., Пащенко А.А., 2003