

*Встановлена можливість регулювання фізико-механічних властивостей матеріалу матриць бурових коронок на основі шихти ВК6, пропі-танної міддю, шляхом введення в їх склад композиційного наповнювача у вигляді спечених гранул з вольфрамо-кобальтового сплаву ВК6.*

**Ключові слова:** бурова коронка, матриця, композиційний наповнювач.

*The possibility of regulating the physical and mechanical properties of the material matrix drill bits on the basis of the charge VK6, propyl tannoy copper, by introducing into their composite filler composition in the form of sintered pellets of tungsten-cobalt alloy VK6.*

**Key words:** drill bit, the matrix, filler composition.

### Литература

1. Зыбинский П. В., Богданов Р. К., Загора А. П., Исонкин А. М. Сверхтвердые материалы в геологоразведочном бурении. – Донецк.: Норд-Пресс, 2007. – 244 с.
2. Верещагин В. А., Журавлев В. В. Композиционные алмазосодержащие материалы и покрытия. – Минск: Наука і тэхніка, 1991. – 208 с.
3. Тучинский Л. И. Композиционные материалы, получаемые методом пропитки. – М.: Металлургия, 1986. – 208 с.

Поступила 24.06.11

УДК 622.24

**О. А. Пашенко, В. Л. Хоменко**, кандидаты технических наук

*Державний вищий навчальний заклад «Національний ґричний університет», м. Дніпропетровськ,  
Україна*

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ШАГА РЕЗЦОВ В ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕМ ИНСТРУМЕНТЕ

*Приведены расчеты конструктивных параметров резцов породоразрушающего инструмента режущего типа, а также глубины и шага резания которые соответствуют минимальным затратам энергии на разрушение.*

**Ключевые слова:** резание породы, энергоёмкость, процесс разрушения.

Породоразрушающий инструмент является исполнительным органом, в процессе бурения непосредственно взаимодействующим с породой. От его выбора и конструктивных особенностей зависит эффективность процесса разрушения, а соответственно скорость бурения и величина проходки. Проектирование породоразрушающего инструмента тесно связано с энергетическими показателями разрушения горной породы рассмотренными в работе [1].

При работе бурового породоразрушающего инструмента (долот, коронок), величина стружки, снимаемой каждым отдельным резцом, весьма незначительна по сравнению с расстоянием между резцами. Однако при расположении резцов в одной плоскости необходимо избегать режима заблокированного резания (рис.1б). Так как разрушение забоя скважины является результатом совместной работы отдельных рабочих элементов, то сначала необходимо рассмотреть разрушение горной породы отдельным резцом.

В начальный период, когда внедрение единичного резца происходит в зоне упругости, на контакте инструмента с горной породой возникает напряжение:

$$\sigma = \frac{F_{oc}}{\pi j^2} \quad (1)$$

где  $F_{oc}$  – осевая нагрузка;  $j$  – радиус проекции резца на забой (для круглого резца).

Упругая деформация будет нарастать до тех пор, пока напряжения сжатия и (или) растяжения не достигнут предела прочности породы, то есть

$$\sigma > [\sigma_p] \quad (2)$$

где  $\sigma_p$  - предел прочности породы при данном виде нагружения, при котором происходит разрушение породы.

Учитывая это, вычислим контактные нагрузки на инструменте в момент отрыва. Для этого необходимо определить [1]:

$$p_k = \frac{[\sigma_p] \cdot \pi(D_{пред}^2 - d_n^2)}{4}, \quad (3)$$

разделить его левую часть на площадь основания пуансона -  $S = \frac{\pi \cdot d_n^2}{4}$ , (4)

$$\frac{F_{ос}}{S} = p_k = [\sigma_p] \left[ \frac{D_{пред}^2}{d_n^2} - 1 \right]. \quad (5)$$

Подставляя в (5) отношение  $C = \frac{D_{пред}}{d_n}$ , окончательно получим

$$p_k = [\sigma_p] (C^2 - 1), \quad (6)$$

где  $D_{пред}$  - больший диаметр основания образца;  $H_{пред}$  - высота отделения элемента;  $d_n$  - диаметр пуансона;  $p_k$  - контактная прочность породы;  $C$  - коэффициент хрупкопластичных свойств.

Таким образом, нагрузка на любом инструменте определяется площадью его контакта с породой и ее контактной прочностью.

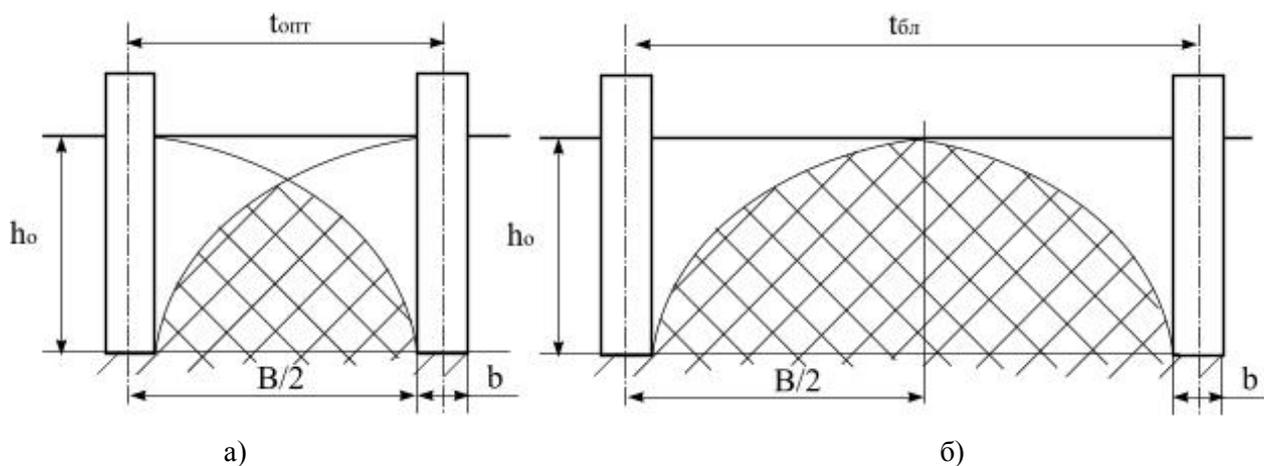


Рис. 1 - Схема определения рациональных параметров разрушения отрывом

Последнее положение позволяет определять нагрузки на режущем инструменте.

Так, усилия на переднюю, заднюю и боковые грани соответственно будут:

$$F_n = p_k \cdot S_{n2}, \quad (7)$$

$$F_z = p_k \cdot S_{z2}, \quad (8)$$

$$F_b = p_k \cdot S_{b2}. \quad (9)$$

Здесь  $S_{n2}$ ,  $S_{z2}$ ,  $S_{b2}$  - площадки затупления резца на передней, задней и боковых гранях соответственно. Высота проекции площадки контакта:

$$h_k = \frac{h}{C_1}, \quad (10)$$

где  $h$  – глубина резания;  $C_1 = \frac{H_{пред}}{d_n}$ .

Оптимальными параметрами разрушения – применительно к режущему инструменту шаг  $t$  и глубина  $h$  – будут такие, которым соответствуют минимальные затраты энергии.

Как известно при бурении существует два режима резания: заблокированный и полублокированный. Поэтому сначала необходимо определить оптимальную глубину резания в заблокированном режиме, а затем оптимальный шаг.

Зависимость (10) полностью соответствует режиму заблокированного резания:

$$H_{пред} / d_n = h_0 / b = C_1, \quad (11)$$

где  $h_0$  – оптимальная глубина резания для резца;  $b$  – ширина резца.

Отсюда:

$$H_{пред} = \frac{h_0}{b} \cdot d_n. \quad (12)$$

Как следует из рис.1, оптимальный шаг между резцами:

$$t_{opt} = B + b / 2, \quad (13)$$

где  $B$  – ширина развала (аналог  $D_{пред}$ ).

На основании выражения  $C_2 = \frac{D_{пред}}{H_{пред}}$  запишем:

$$B / h_0 = C_2, \quad (14)$$

Тогда получим

$$t_{opt} = C_2 \cdot h_0 + b / 2, \quad (15)$$

Таким образом, для любого резца по формулам (12, 15) можно определить оптимальную глубину  $h_0$  и шаг  $t_{opt}$  резания, причем двумя путями: по геометрическим параметрам разрушения; по известным значениям физико-механических характеристик горных пород.

В обоих случаях получаем идентичное решение.

Для определения частоты сколов воспользуемся соотношением (15), которое показывает, что крупный скол произойдет только в том случае, когда какому-либо резцу шириной  $b$  соответствует оптимальное значение глубины резания  $h_0$  (максимальная высота отрывающегося элемента).

Как видно из рис. 2 это условие соблюдается в точках  $B$ ,  $C$ ,  $D$  и т.д., расположенных друг от друга на расстоянии  $l_1 = l_2 = \dots = L$ , соответствующем длине одного скола.

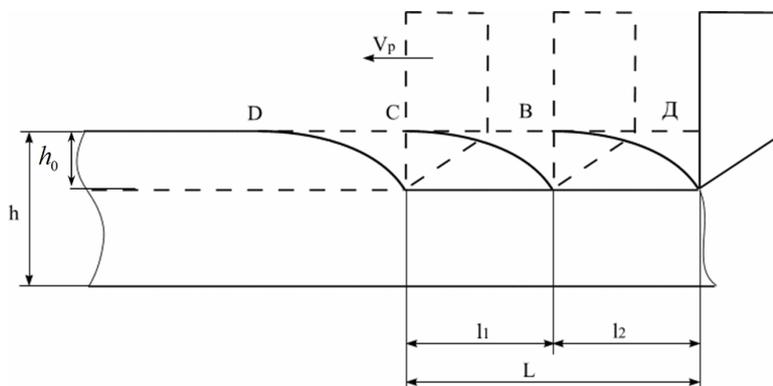


Рис. 2 - Схема определения частоты сколов

Итак, общее число сколов на единице пути резания (1м) составит:

$$n_{1ск} = 1 / L. \quad (16)$$

Длина скола  $L$  может быть выражена через ширину развала  $B$  :

$$L = B / 2, \quad (17)$$

Учитывая, что  $B = C_2 \cdot h_0$ , получим

$$n_{1ск} = 2 / (C_2 \cdot h_0). \quad (18)$$

Также, эффективность процесса разрушения или его КПД (без учета затрат на трение) можно найти по формуле:

$$\eta_p = \frac{a_{\min}}{A} = \frac{a_{\min}}{a_{\min} + a_B} = \frac{1}{1 + \frac{a_{\min}}{a_B}}, \quad (19)$$

где  $a_{\min}$  - минимальная энергоёмкость полученная при отрыве элемента от массива [2];  $a_g$  – удельные затраты энергии на преодоление дополнительных сопротивлений (боковое защемление, вторичное измельчение и т.д.);  $A$  – удельные затраты энергии на разрушение.

Таким образом видно, что принимая за исходные данные результаты, полученные при экспериментальных исследованиях ( $C_1, C_2$ ), можно ориентировочно рассчитать число сколов на единице пути ( $n_{ск}$ ), оптимальные величины глубины резания ( $h_0$ ), усилия резания и подачи.

*Приведені розрахунки конструктивних параметрів різців породоруйнівного інструменту різучого типу, а також глибини і кроку різання які відповідають мінімальним витратам енергії на руйнування.*

**Ключові слова:** різання породи, енергоємність, процес руйнування.

*Calculations over of structural parameters cutters of rock destruction instrument of cutting type are brought, and also depth and cutting step that correspond to the minimum expenses of energy on destruction.*

**Key words:** cutting of rocks, energy intensity, process of destruction.

#### Литература

1. Дудля Н. А., Пашенко А. А. Определение физико-механических свойств горных пород при разрушении отрывом // Научные труды Донецкого национального технического университета. Вып.63. - Донецк, 2003. – С.93-97.
2. Дудля Н. А., Пашенко А. В., Пашенко А. А. Некоторые закономерности разрушения горных пород // Науковий вісник НГАУ. №2. – Дніпропетровськ, 1998. – С.81-85.

*Поступила 29.06.11*