

УДК 622.24.051

А. М. Бочковский, канд. техн. наук

Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, Киев

## ОСОБЕННОСТИ ИЗНОСА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩАТЕЛЬНОГО БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА

*It is shown, that equipment of boring tools by inserts of the cylindrical form results in uneven equipment and uneven wear of a working part. The form of wear of a working surface repeats the form of a curve of factor of equipment.*

Объектами исследования являются инструменты вращательного способа бурения, такие как долота, буры, различные коронки и бурильные головки, оснащенные алмазами, твердыми сплавами или алмазотвердосплавными материалами в форме цилиндрических вставок.

При бурении рабочая поверхность вставок, изнашиваясь, изменяет первоначальную форму, что приводит к снижению технико-экономических показателей бурового инструмента. Аномальный износ и образование на рабочей поверхности долот кольцевых канавок приводит инструмент в непригодное состояние.

В этой связи изучение износа рабочей поверхности буровых инструментов имеет важное народнохозяйственное значение.

Износ рабочей поверхности бурового инструмента сложный процесс, обусловленный многими факторами, в том числе свойствами инструментальных материалов, свойства горных пород на забое скважины, качеством конструкции бурового инструмента, эффективностью очистки породоразрушающих элементов и промывки скважины.

Одной из причин аномального износа рабочей поверхности буровых долот, оснащенных алмазно-твердосплавными вставками, является переменная износостойкость композиционных вставок славутича [1]. Однако даже при оснащении буровых инструментов инструментальными материалами с более однородными свойствами (например, алмазотвердосплавными пластинами или крупными природными алмазами), наблюдается неравномерный износ.

Износ алмазных вставок, как и любого другого материала, пропорционален нагрузке и обратно пропорционален твердости [2]. Следовательно, при одинаковой твердости однородного материала неравномерный износ режущей кромки может вызывать только переменная нагрузка.

Нагрузка на вставках вращательного бурового инструмента определяется по формуле [3; 4]

$$p_{i,j} = \frac{F_{oc}}{2\pi R_j \Delta R K_{zi,j} \frac{K_{pj}}{E_j} \sum_{j=1}^n \frac{E_j}{K_{pj}} \cos \varphi_j},$$

где  $F_{oc}$  – осевая нагрузка на буровой инструмент;  $R_j$  – радиус расчетного кольца на рабочей поверхности;  $\Delta R$  – ширина кольцевого участка в радиальном направлении;  $K_{zi,j}$  – коэффициент оснащенности зоны  $I$  – того элемента  $j$  – того расчетного кольца;  $K_p$  – коэффициент сопротивления резанию;  $E$  – энергоемкость разрушения горной породы;  $\varphi$  – угол наклона рабочей поверхности к оси абсцисс;  $n$  – количество кольцевых участков на рабочей поверхности бурового инструмента.

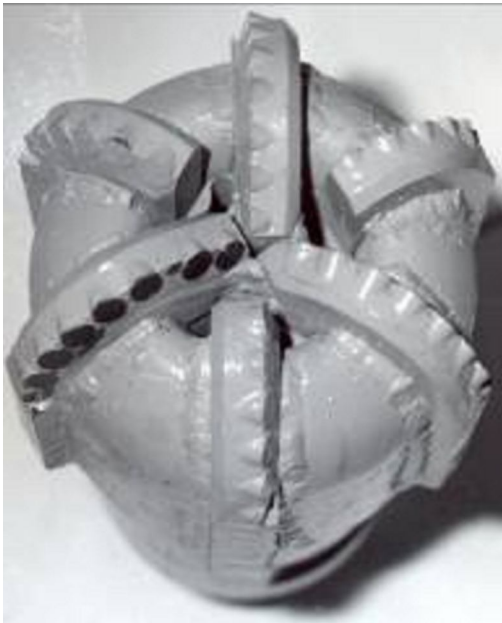
Из анализа формулы следует, что при постоянных значениях энергоемкости разрушения и коэффициента сопротивления резанию непосредственное влияние на величину контактного давления на кромке рабочего элемента оказывает коэффициент оснащенности.

Коэффициент оснащённости рабочей поверхности для вращательных инструментов, оснащённых цилиндрическими вставками, характеризуется периодическими кривыми с переменными уровнем оснащённости, что обусловлено трудностями формирования плавного линейного приращения площади этих элементов с увеличением радиуса инструмента [5]. Создать равномерную однородную режущую поверхность с помощью цилиндрических вставок славутича практически не представляется возможным (рис. 1).



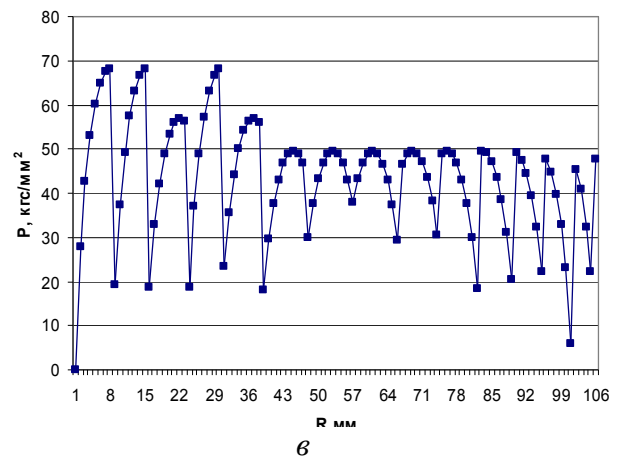
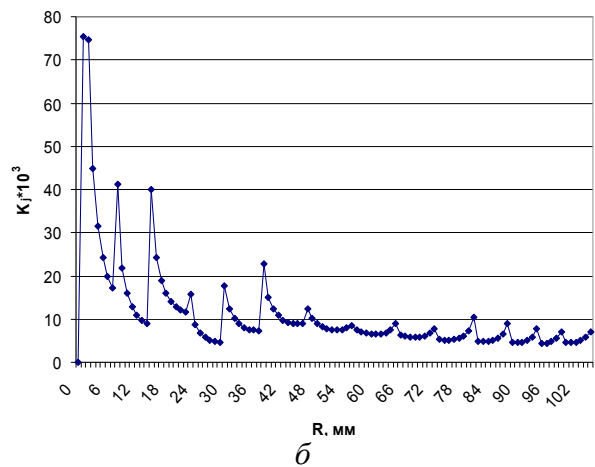
Рис. 1. Внешний вид рабочей поверхности алмазного долота, оснащённого вставками славутича

При оснащении инструментов алмазотвердосплавными пластинами коэффициент оснащённости рабочей поверхности также переменный, но с меньшими отклонениями от среднего значения. С изменением коэффициента оснащённости изменяется также нагрузка на вставках (рис. 2).



а

Рис. 2. Внешний вид долота ИСМ АП 214,3 М6 (а), оснащённого алмазотвердосплавными пластинами, и его характеристики: б – коэффициент оснащённости, в – контактная нагрузка на пластинах



Многочисленными наблюдениями за износом долот при бурении скважин установлено, что форма изношенной рабочей поверхности повторяет форму кривой коэффициента оснащённости (рис. 3).

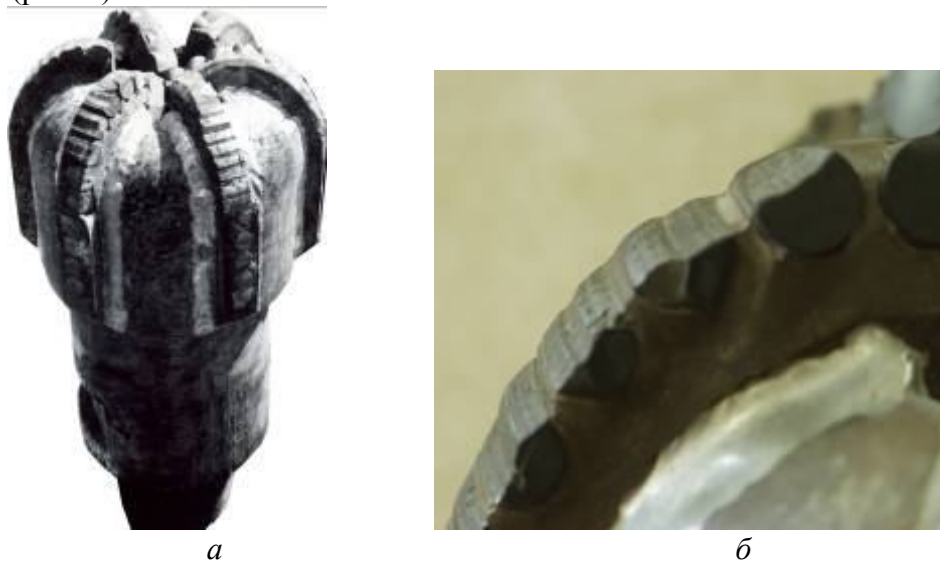


Рис. 3. Поверхность износа алмазно-твердосплавных пластин: а – в долоте ИСМ АП 214,3 Мб; б – на участке лопасти долота.

Таким образом, неравномерность оснащённости приводит к неравномерным нагрузкам и, следовательно, к неравномерному износу рабочей поверхности бурового инструмента.

Все приведенные расчеты выполнены при условии однородной породы на забое скважины, постоянной энергоёмкости разрушения и коэффициента резания. В реальных условиях бурения контактные нагрузки на рабочей поверхности будут изменяться еще в большей степени, чем на рис. 2, в, определяя повышенный неравномерный износ.

### Выводы

1. Цилиндрическая форма вставок обуславливает неравномерную оснащённость рабочей поверхности бурового инструмента.
2. Форма изношенной рабочей поверхности повторяет форму кривой коэффициента оснащённости.

### Литература

1. Бочковский А.М. Анализ причин аномального износа алмазных долот. // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сборник научных трудов. – Киев: Вып. 7. – 2004. – С. 61–63.
2. Крагельский И.В. Трение и износ. – М: ГНТИМЛ, 1962. – 384 с.
3. Бочковский А. М. О распределении осевой нагрузки по рабочей поверхности бурового инструмента // Сверхтв. материалы. – 1984. – № 6. – С. 28 – 31.
4. Бочковский А. М., Крангач В. Т. Расчет нагрузок в буровом инструменте // Сверхтв. материалы. – 1986. – № 6. – С. 36 – 40.
5. Бочковский А.М., Вовчановский И.Ф., Анисимов В.Я. и др. Анализ оснащённости долот ИСМ// Сверхтв. материалы. – 1981. – № 2. – С. 65–68.

Поступила 26.05.09