

УДК 622.24.051

А. М. Бочковский, канд. техн. наук ; **Д. Л. Коростышевский**, инж
Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины,
г. Киев, Украина

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗНОСА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА

The intensity of deterioration hard metals inserts on a working surface of the chisel tool is established at destruction strong sandstone with speed of friction up to 10,6 m/s.

Путем наблюдений в промысловых условиях установлено, что рабочая поверхность вращательных буровых инструментов, в том числе алмазных долот, изнашивается неравномерно. В центральной части долот породоразрушающие элементы, как правило, мало изношены, а с увеличением радиуса долота интенсивность износа возрастает, достигая максимума при переходе торцевой рабочей поверхности в калибрующую. Кроме того, на рабочей поверхности долот из-за неравномерного износа могут образовываться кольцевые канавки. Вышеизложенное приводит к снижению технико-экономических показателей применения алмазных долот и поэтому является актуальной темой для исследования.

При однородных свойствах породы на забое скважины на интенсивность износа рабочей поверхности могут оказывать влияние такие основные параметры, как скорость резания, скорость потока бурового раствора, охлаждающего рабочие элементы, и интенсивность оснащения рабочей поверхности.

Последний параметр предлагается характеризовать коэффициентом оснащенности [1], а его значение принимать постоянным или монотонно возрастающим от центра долота к калибрующей части

$$K_o = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta S_{i,j}}{\Delta S_j},$$

где ΔS_i – площадь i -го режуще-истирающего элемента;

ΔS_j – площадь проекции j -го кольца обрабатываемого материала на плоскость перпендикулярную направлению перемещения инструмента;

n – число элементов.

С учетом принятого критерия оснащенности по рабочей поверхности, например буровых долот ИСМ, указанные параметры изменяются таким образом, как показано на рис. 1.

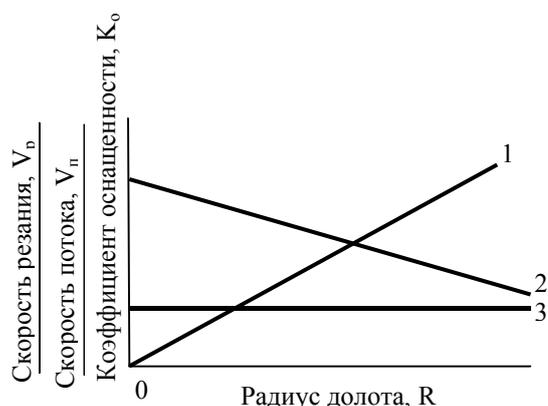


Рис. 1. Зависимость параметров рабочей поверхности от радиуса долота:
1 – скорость резания, 2 – скорость потока бурового раствора,
3 – коэффициент оснащенности.

Анализируя износ буровых долот, оснащение которых соответствует постоянному значению K_0 , мы видим, что износ рабочей поверхности остается неравномерным. Это наиболее наглядно видно на долотах, оснащенных алмазно-твердосплавными пластинами (рис. 2, а). Так например, в долотах ИСМ АП 214,3М 7 удельный линейный износ пластины от центра к периферии увеличивается в 6 раз, а долотах ИСМ АП 214,3М в 11 раз (рис. 2, б).

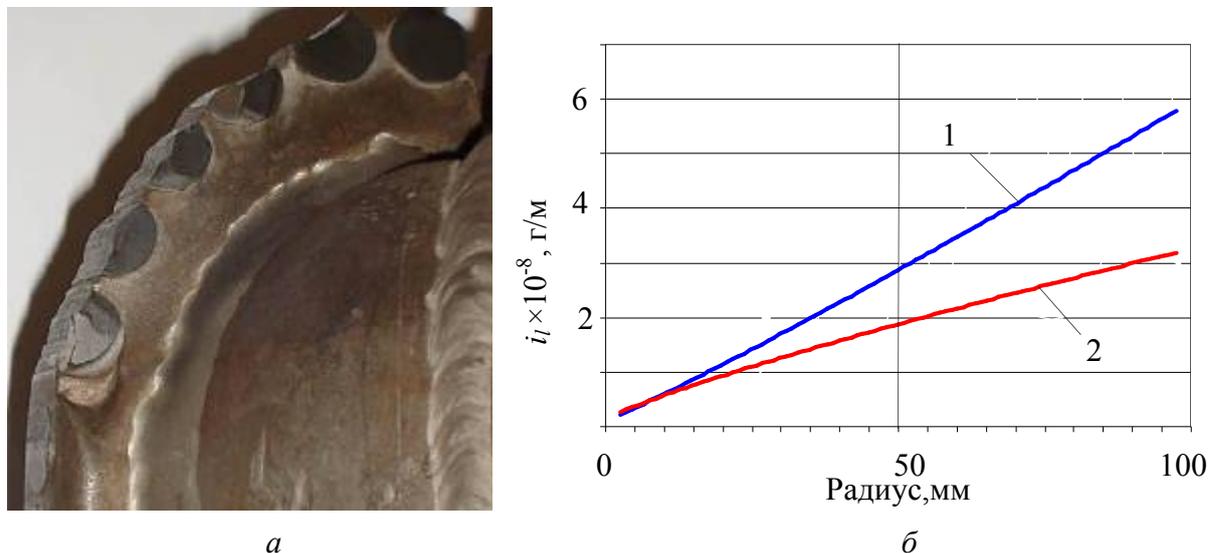


Рис. 2. Износ долот ИСМ: участок лопасти долота ИСМ АП 214,3 М 7 после бурения (а); удельный линейный износ пластин АТП в долотах ИСМ (1– долото ИСМ АП 214,3 М; 2– долото ИСМ АП 214,3 М7) (б).

Можно предположить, что при одинаковых условиях бурения причиной неравномерного износа рабочей поверхности долота является разная, увеличивающаяся с увеличением радиуса скорость резания.

Влияние скорости резания на износ при постоянном коэффициенте оснащённости исследовалось в работе [2]. Было установлено, что при скорости до 1,5 м/с износ рабочей поверхности микродолота остается постоянным.

Задачей наших исследований является экспериментальное моделирование износа рабочей поверхности алмазных долот в широком диапазоне скоростей.

В качестве модели долота с постоянным коэффициентом оснащённости была принята конструкция планшайбы диаметром 210 мм, оснащенная твердосплавными вставками диаметром 10 мм. Для сохранения постоянного значения контактной площади и устранения разновысотности, торцевая поверхность вставок изготовлена плоской и шлифовалась с одной установки (рис. 3, а). Вставки изготовлены из твердого сплава марок ВК6, ВК10, ВК20, который применяют в качестве связок при производстве славутича. Коэффициент оснащённости планшайбы близок к постоянному значению (рис. 3, б).

Износ планшайб осуществлялся на кернах песчаника с твердостью $R_{ш} = 3000$ Мпа и диаметром равным диаметру планшайбы.

Опытное исследование износа проводилось на стенде, созданном на базе шлифовально-полировального станка модели ШПС 73М.

Стенд характеризуется следующими техническими параметрами:

- мощность привода – 13 кВт;
- осевая нагрузка – 0–1000 кгс;
- скорость резания – 1,0–11 м/с.

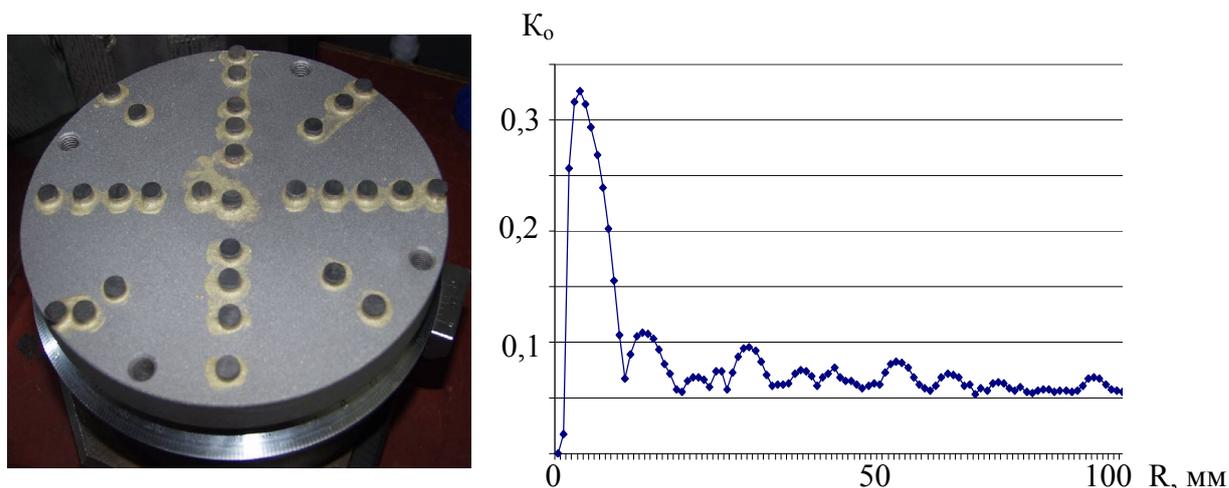


Рис. 3. Общий вид (а) и коэффициент оснащённости (б) опытной планшайбы.

Испытания проводились по методике исследований изнашивания алмазно-твердосплавных вставок буровых долот [3].

Истирание планшайб осуществлялось на следующих режимах: частота вращения шпинделя 972 об/мин, осевая нагрузка на шпиндель 200 кг. Охлаждение рабочей поверхности керн и планшайбы проводилось с помощью технической воды.

Путем проведения замеров до и после опытов была определена высота износившегося слоя вставок.

Для обработки результатов опытов разработан алгоритм.

Весовой износ вставки составляет:

$$g = \pi \cdot r^2 \cdot h \cdot \rho, \text{ г}, \quad (1)$$

где r – радиус вставки, мм ;

h – высота износа вставки, мм;

ρ – удельный вес применяемого материала вставки, г/мм³ ;

С учетом (1) выражение для расчета удельного линейного износа имеет следующий вид:

$$i_l = \frac{g}{2\pi Rnt}, \text{ г/м}, \quad (2)$$

где R радиус месторасположения центра вставки на планшайбе, м;

n – частота вращения планшайбы, об/мин;

t – продолжительность опыта, мин.

Обработка экспериментальных данных по вышеизложенному алгоритму позволила определить значения удельного линейного износа вставок при изменении скорости скольжения.

Численные значения удельного линейного износа вставок представлены в графическом виде на рис. 4.

Анализируя полученные графики, можно видеть, что при увеличении радиуса инструмента и скорости скольжения вставок по породе рост удельного линейного износа вставок (i_l) не имеет места. Таким образом, в условиях данного опыта удельный линейный износ вставок не изменяется с ростом скорости истирания.

Как видно из рис. 1, в реальных условиях бурения алмазными долотами на износ вставок, оказывают влияние интенсивность охлаждения и очистки вставок, а также уровень оснащённости (K_0). Для получения рабочей поверхности долота с равномерным износом вставок, авторы сочли целесообразным увеличить скорость потока бурового раствора и значение K_0 (см. рис.1, кривые 2, 3) в периферийной части долота.

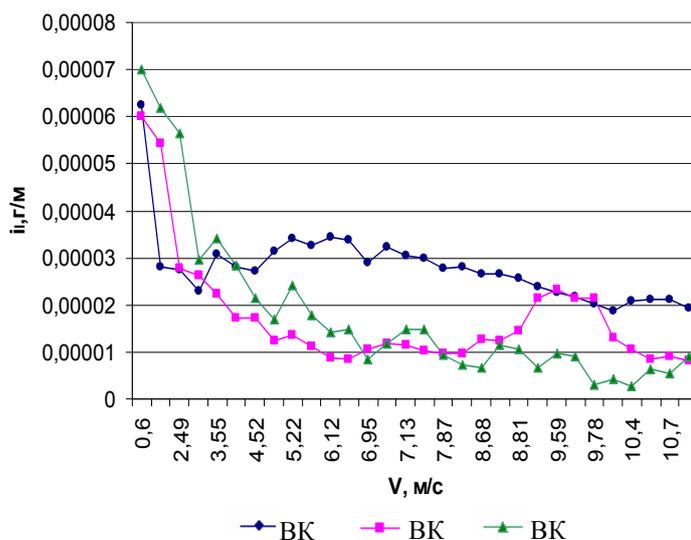


Рис. 4. Зависимость удельного линейного износа вставок твердого сплава от скорости трения.

Для этого, в долоте новой конструкции, выполненном на базе модели ИСМ АП 214,3 М7, вдвое увеличено число лопастей в зоне перехода от торцевой до калибрующей поверхности. За счет чего уменьшилось сечение промывочных каналов и увеличилась скорость потока жидкости. На дополнительных лопастях размещены породоразрушающие элементы, которые способствуют плавному повышению значений коэффициента оснащённости. Общий вид новой конструкции алмазного долота, показан на рис. 5.

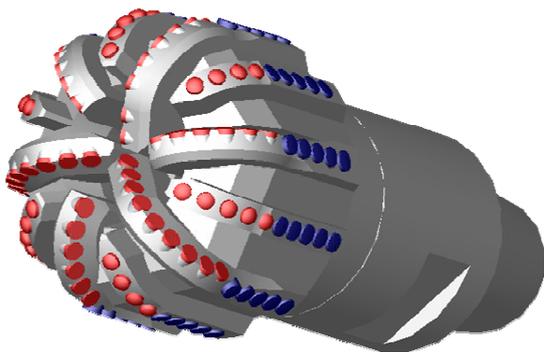


Рис. 5. Общий вид нового долота ИСМ АП 214,3 МС.

Причинами, вызывающими повышенный износ долота в периферийной зоне, могут быть неудовлетворительные условия очистки и охлаждения вставок, а также недостаточный уровень оснащённости рабочей поверхности.

Разработана конструкция долота с уменьшенным износом рабочей поверхности в периферийной части.

Литература

1. Бочковский А. М., Вовчановский И. Ф., Анисимов В. Я., Скляр Э. Д. Анализ оснащённости долот ИСМ/ // Сверхтв. материалы.– 1981.– № 2.– С. 65 – 68.
2. Бочковский А.М. Расчет профиля торцевой части инструментов вращательного действия // Сверхтвердые материалы.–1983.– № 1.– С. 35–38.
3. Бочковский А. М. Методика исследования изнашивания алмазно-твердосплавных вставок буровых долот // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения. – Киев: ИСМ им. В. Н. Бакуля, 2003.– С. 86 – 89.

Поступила 20.06.2006 г.