

УДК 622.24.051.64

А. А. Каракозов<sup>1</sup>, М. С. Попова<sup>1</sup>, С. Н. Парфенюк<sup>1</sup>, Р. К. Богданов<sup>2</sup>,  
А. П. Загора<sup>2</sup>, кандидаты технических наук

<sup>1</sup> Донецкий национальный технический университет, Украина

<sup>2</sup> Институт сверхтвёрдых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ УГЛУБКИ АЛМАЗНЫХ РЕЗЦОВ ОДНОСЛОЙНЫХ КОРОНОК С РАДИАЛЬНОЙ РАСКЛАДКОЙ

*Приведены результаты компьютерного моделирования взаимодействия однослойной алмазной коронки с забоем скважины. Определена максимальная углубка алмазов в породе при неустановившемся режиме работы коронки.*

**Ключевые слова:** однослойная алмазная коронка, взаимодействие с забоем, моделирование, максимальная углубка алмаза.

Синтетические алмазные монокристаллы нового поколения всё шире применяют в современном породоразрушающем инструменте. Ведутся работы по созданию новых конструкций однослойных алмазных коронок, армированных крупными монокристаллами. Однако при проектировании нового бурового инструмента необходимо применять расчётную методику, позволяющую проводить сравнительную оценку различных раскладок алмазов как относительноразрушения породы на забое скважины, так и нагружения каждого из алмазов в процессе бурения.

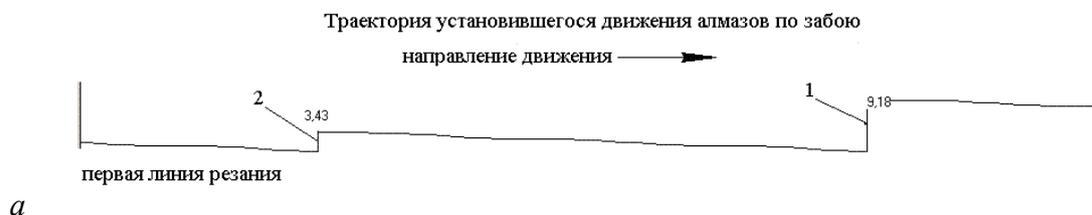
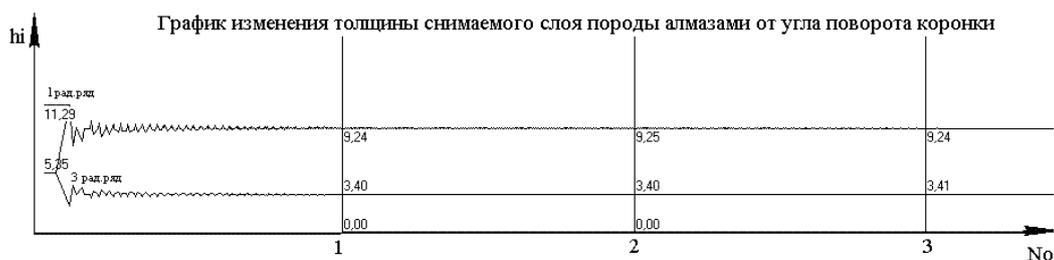
По известным в настоящее время моделям взаимодействия алмазных коронок с забоем [1–4] невозможно оценивать влияние раскладки алмазов на ожидаемую механическую скорость бурения и толщину слоя породы, срезаемую конкретным алмазом.

В настоящей работе предложена и реализована расчётная модель, позволяющая определять углубку коронки при её движении по забою, а также расчётные силы сопротивления породы, действующие на каждый алмаз, в зависимости от раскладки алмазов и её конструктивных параметров.

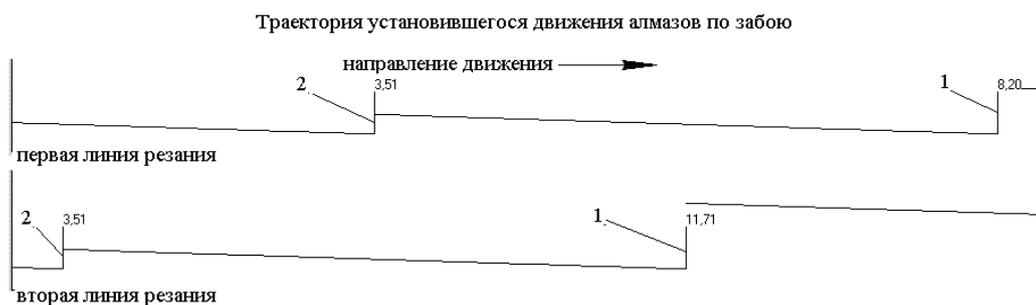
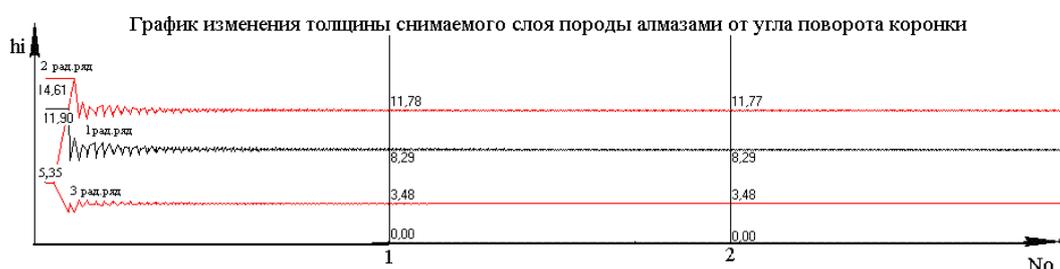
С помощью разработанной модели можно определить приращение углубки коронки  $\Delta$  для каждого момента времени, координату нижнего торца коронки  $z$  и координаты поверхности забоя  $y(\varphi)$  в любой точке. Осуществили компьютерное моделирование взаимодействия с забоем коронок диаметром 59, 76 и 93 мм при различных раскладках алмазов. Исследуемые схемы раскладки делят на два типа по характеру расположения алмазов первого и последнего радиальных рядов сектора: I – алмазы находятся на разных линиях резания; II – алмазы находятся на одних линиях резания. Некоторые результаты моделирования показаны на рисунке.

Результаты моделирования показывают, что толщина снимаемого слоя породы достигает максимума при неустановившемся режиме разрушения (в начале работы), а затем снижается до постоянной (без учета притупления алмазных резцов).

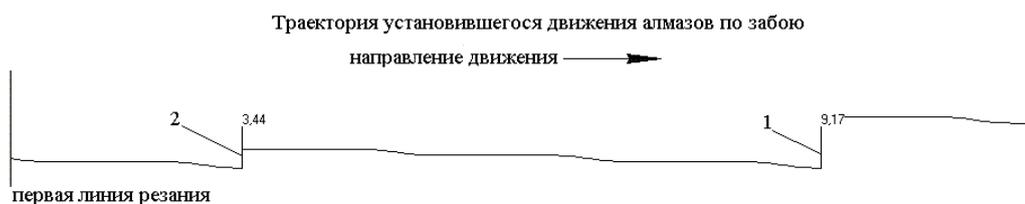
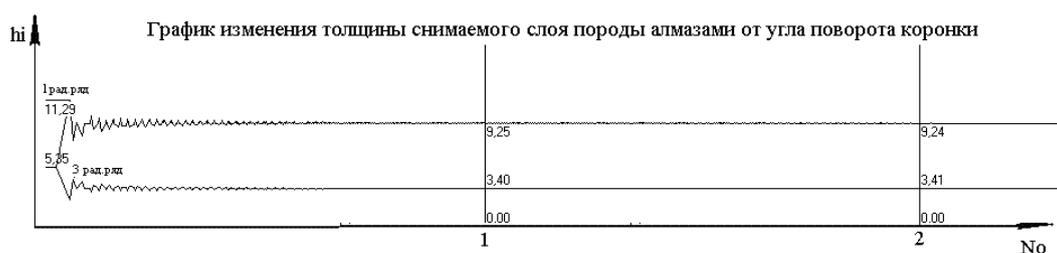
На характер работы коронки I типа влияет также коэффициент  $k$ , равный отношению расстояния в линии резания между первыми алмазами сектора и последними алмазами впереди идущего сектора  $l_k$  к расстоянию между алмазами внутри сектора  $l_a$ . Если  $k$  – целое число, траектория движения коронки по забою приобретает ступенчатый характер (рисунок б), если дробное число (в большинстве случаев), траектория движения приобретает винтовой характер (а и в на рисунке).



а



б



в

Пример результатов моделирования движения алмазов по забою скважины: а - коронки  $\varnothing 59$  мм с раскладкой I типа; б - коронки  $\varnothing 76$  мм с раскладкой II типа; в - коронки  $\varnothing 93$  мм с раскладкой I типа (1 – первый алмаз линии резания сектора; 2 – второй алмаз линии резания сектора; No – номер оборота)

Для коронок с раскладкой алмазов I типа при неустановившемся режиме работы каждое  $i$ -е значение углубки в цикле разрушения при прохождении расстояния  $l_k$  можно определить по формуле

$$\Delta_i = h_a(1 - \kappa_n)^i, \quad (1)$$

где  $h_a$  – углубка алмазов в породе при статическом вдавливании;  $\kappa_n = n_l/n_a$ ,  $n_l$  – количество алмазов в первом рабочем ряду сектора;  $n_a$  – количество алмазов в секторе;  $i$  – номер углубки в цикле.

Срезаемая алмазом максимальная толщина слоя породы  $h_{max}$  зависит от количества углубок, совершенных коронкой за угол, при котором алмазы в линии резания переместятся на расстояние  $l_k$ , т.е.

$$h_{max} = h_a + \sum \Delta_i, \quad (2)$$

Подставив (1) в (2), получим, что срезаемая алмазом для коронок с раскладкой I типа максимальная толщина слоя породы

$$h_{max} = h_a \left[ 1 + \sum_{i=1}^m (1 - \kappa_n)^i \right], \quad (3)$$

где  $m = (l_k/l_a) - 1$ , для целого значения  $k$ ; если значение  $k$  дробное,  $m$  принимается равным целой части результата (без округления).

При изучении взаимодействия с забоем коронок с раскладкой II типа необходимо учитывать взаимодействие алмазов двух смежных линий резания. В этом случае расстояние  $l_k$  двух смежных линий резания различное: большее значение  $l_{k2}$  для алмазов второго радиального ряда, меньшее – для первого  $l_{k1}$ . Пока алмазы проходят расстояние  $l_{k1}$ ,  $i$ -е значение углубки в цикле разрушения также определяется по формуле (1), а суммарная углубка  $\Delta_n$  на отрезке  $l_{k1} - l_{k2}$  – в зависимости от соотношения  $l_k/l_a$ .

Полученные значения  $\Delta_n$  и рассчитанные  $h_{max}$  для коронок с раскладкой II типа приведены в таблице.

#### Определение значений $\Delta_n$ и $h_{max}$ для коронки с раскладкой II типа

$l_{k2}/l_a$	$\Delta_n$	$h_{max}$
$l_{k2}/l_a \leq 2$	$h_a \left( 1 - \frac{n_1 + n_{12}}{n_a} + \kappa_n^2 \right)$	$h_a \left( 3 - \frac{2n_1 + n_{12}}{n_a} + \kappa_n^2 \right)$
$2 < l_{k2}/l_a \leq 3$	$h_a \left( 1 - \frac{2n_1 + n_{12}}{n_a} + 3\kappa_n^2 - \kappa_n^3 \right)$	$h_a \left( 4 - \frac{5n_1 + n_{12}}{n_a} + 4\kappa_n^2 - \kappa_n^3 \right)$
$3 < l_{k2}/l_a \leq 4$	$h_a \left( 1 - \frac{3n_1 + n_{12}}{n_a} + 6\kappa_n^2 - 4\kappa_n^3 + \kappa_n^4 \right)$	$h_a \left( 5 - \frac{9n_1 + n_{12}}{n_a} + 10\kappa_n^2 - 5\kappa_n^3 - \kappa_n^4 \right)$

Результаты анализа работы алмазных резцов однослойных коронок и обработки результатов компьютерного моделирования показали следующее. Наибольшее нагружение алмазных резцов наблюдается при неустановившемся режиме работы в начальный период работы коронки на забое. При работе в установившемся режиме наибольшее нагружение имеют алмазы, расположенные в первом рабочем ряду (первые два радиальных ряда), однако и среди этих резцов нагрузка может быть не одинакова, например, для коронок II типа наиболее нагруженными являются алмазы второго радиального ряда. Таким образом, нагружение конкретного алмаза зависит от типа раскладки, расположения алмаза в линии резания и значения  $k = l_k/l_a$ , определяющего также характер движения резцов по забою.

Полученные результаты можно использовать при проектировании однослойных алмазных коронок, в частности, алмазы в секторе могут отличаться по качеству в зависимости от расположения в секторе и типа раскладки.

*Наведено результати комп'ютерного моделювання взаємодії одношарової алмазної коронки з вибоєм свердловини. Визначено максимальне заглиблення алмазів у породу за несталого режиму роботи коронки.*

**Ключові слова:** одношарова алмазна коронка, взаємодія з вибоєм, моделювання, максимальне заглиблення алмазу.

*Results of computer modeling of interaction of a single-layered diamond drilling bit with a well bottom are given. Maximum cutting depth of diamonds in rock at the unsteady operating mode of a drilling bit is defined.*

**Key words:** single-layered diamond drilling bit, interaction with well bottom, modeling, maximum cutting depth of diamond.

### **Литература**

1. Буровой инструмент для геологоразведочных скважин: Справочник / Н. И. Корнилов, Н. Н. Бухарев, А. Т. Киселев и др.; Под ред. Н.И. Корнилова. – М.: Недра, 1990. – 395 с.
2. Чихоткин В. Ф. Исследование техники и технологии бурения геологоразведочных скважин и разработка нового поколения алмазного породоразрушающего инструмента – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 1997. – 241 с.
3. Ресурсосберегающая технология алмазного бурения в сложных геологических условиях: Монография / Н. В. Соловьев, В. Ф. Чихоткин, Р. К. Богданов, А. П. Загора. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 1997. – 332 с.
4. Сверхтвердые материалы в геологоразведочном бурении: Монография / Р. К. Богданов, А. П. Загора, А. М. Исонкин, П. В. Зыбинский. – Донецк: Норд-Пресс, 2007. – 244 с.

*Поступила 21.06.12*

УДК 622.24(075.8)

**О. И. Калиниченко**, д-р техн. наук; **И. С. Стогнеев**

*Донецкий национальный технический университет, Украина*

### **ПАРАМЕТРЫ И КОМПОНОВКА УТЯЖЕЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЗАБОЙ СКВАЖИНЫ**

*В статье рассмотрены вопросы выбора параметров комплекта подвижных утяжелителей для повышения эффективности бурения скважин шарошечными долотами.*

**Ключевые слова:** скважина, шарошечные долота, подвижные утяжелители, эффективность бурения.

До настоящего времени специалисты не имеют единого мнения относительно роли дополнительного динамического воздействия на забой при бурении скважин шарошечными долотами. Некоторые исследователи считают, что колебательные процессы в бурильной колонне приводят к сокращению срока службы элементов бурового снаряжения и долот, вследствие чего снижается эффективность процесса бурения. Поэтому их разработки направлены на создание амортизаторов и демпферов колебаний бурильной колонны. Другие исследователи считают необходимым усилить колебательные процессы в бурильной колонне, для чего предлагают использовать динамически активные компоновки бурового снаряжения, в состав которых включают вибраторы, гидроударники, виброусилители и пр. И те, и другие аргументируют свои выкладки позитивными результатами экспериментальных работ и промышленных испытаний. Часть исследователей признают позитивную роль как гасителей, так и возбудителей колебаний при