

УДК 622.24.051.64

**РАЗРАБОТКА АЛМАЗНОГО ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО  
ИНСТРУМЕНТА**

М.С. Попова, А.А. Каракозов  
Донецкий национальный технический университет

*Показаны результаты моделирования тепловых процессов в однослойной алмазной коронке, армированной синтетическими монокристаллами, при её работе на забое скважины.*

Повышение эффективности геологоразведочного бурения обуславливает потребность в новых конструкциях породоразрушающего инструмента. Одним из наиболее перспективных видов породоразрушающего инструмента при колонковом бурении являются алмазные коронки. В последнее время успехи в области синтеза крупных алмазных монокристаллов обусловили новый этап в разработке однослойных алмазных коронок.

Основой при конструировании однослойных алмазных коронок является комплексное исследование всех процессов, протекающих на забое при работе коронки. Прежде всего, нужно отметить, что каждый отдельный алмаз одной и той же коронки всегда работает в совершенно различных условиях, которые зависят от конструктивных параметров коронки, раскладки алмазов и конкретного месторасположения алмаза на торце коронки.

Большинство исследователей обычно рассматривают работу отдельного алмаза, не связывая её с работой остальных алмазов коронки. Однако при таком подходе допускается значительное упрощение забойных процессов. Например, особенности расположения алмазов на одной линии резания могут обуславливать различный результат работы однослойной коронки [1, 2].

Коронки с радиальной раскладкой алмазов были разделены на два типа по характеру расположения алмазов первого и последнего радиальных рядов сектора: на разных линиях резания (I тип) и на одних линиях резания (II тип).

Более равномерно распределяется нагрузка на алмазы коронки I типа. Толщина слоя породы, снимаемая алмазами первого и второго радиального ряда одинаковая, но больше чем толщина слоя, снимаемого третьим и последующими рядами не менее чем в 2 раза, причем, чем больше рядов в секторе, тем больше эта разница.

Сложнее распределяется нагрузка на алмазы в коронках II типа. В

них два первых радиальных ряда нагружены не одинаково, максимальная нагрузка приходится на алмазы второго радиального ряда и превышает нагрузку на алмазы третьего и последующих радиальных рядов более чем в 3 раза (по сравнению с раскладкой I типа этот показатель больше примерно на 25 %) [2].

Различная толщина снимаемого слоя породы и окружная скорость каждого алмаза определяет различную забойную мощность на отдельном алмазе, которая будет различна для алмазов даже одного радиального ряда. Как следствие, алмазы и торец коронки будут неравномерно нагреваться в процессе бурения.

Неравномерный нагрев алмазов сектора определяется не только забойной мощностью, реализуемой каждым алмазом и зависящей от его положения в секторе, но и особенностями циркуляции жидкости в промывочных каналах коронки и под её торцом.

Для детального определения изменения величины температуры на контакте алмазов с породой при бурении было проведено моделирование тепловых и гидравлических процессов, протекающих при бурении на забое скважины, методом конечных элементов.

На начальном этапе проведено сравнительное моделирование коронок диаметром 93 мм с различной раскладкой алмазов в секторе: с двумя, четырьмя и с семью (серийная конструкция, разработанная Ципиным [3]) радиальными рядами. Исходными данными для моделирования являлись также и величины внедрения алмазов коронки в породу, приведенные в табл. 1.

Для анализа адекватности и достоверности математической модели рассматривалась работа коронки как при циркуляции на забое технической воды, так и её работа в водной и воздушной среде без циркуляции очистного агента.

Результаты моделирования показали, что при циркуляции жидкости на забое температура быстро растет в начальный период работы, после чего стабилизируется (рис. 1) примерно в течение 5 секунд.

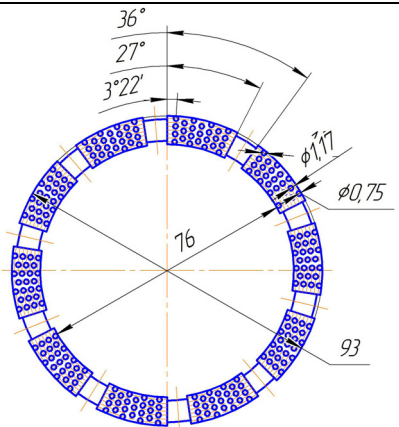
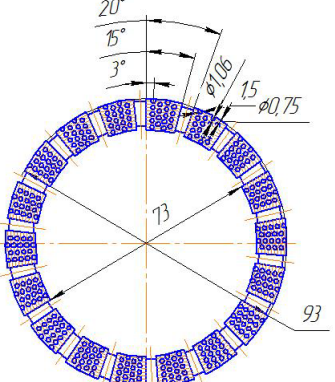
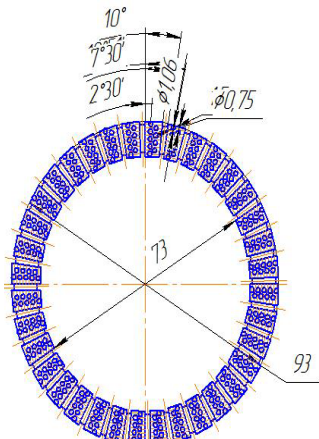
Алмазы первого радиального ряда многорядного сектора сильнее омываются промывочной жидкостью, которая поступает в промывочный канал, и, следовательно, охлаждаются лучше, чем более отдаленные от промывочного канала алмазы второго радиального ряда (рис. 2). Поэтому алмазы второго радиального ряда каждого сектора подвергаются наибольшему нагреву и износу, и при прочих равных условиях они первыми будут выходить из строя.

Следовательно, в коронках с многорядными секторами целесообразно в качестве алмазов первых двух радиальных рядов сектора использовать более прочные алмазы, причем наиболее термостойкими

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОЙ И  
НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛЯХ, ГЕОДЕЗИИ И МАРКШЕЙДЕРИИ**

должны быть алмазы второго ряда.

Таблица 1. Величина внедрения алмазов различных однослойных коронок диаметром 93 мм (осевая нагрузка  $P_{oc}=20\text{кН}$ ).

Конструкция коронки	$l_a$ , мм	$h_a$ , мм	Толщина слоя породы, мм		$h_{max}/h_{min}$
			$h_{max}$	$h_{min}$	
	5,39	0,0088	0,0193	0,005	3,89
	4,79	0,0087	0,015	0,0019	7,89
		0,0087	0,0087	0,0087	1

*Примечание.*  $l_a$  – расстояние между алмазами в секторе по линии резания;  $h_a$  – углубка алмазов коронки в породу при статическом вдавливании;  $h_{max}$ ,  $h_{min}$  – соответственно максимальная и минимальная толщина слоя породы, срезаемая алмазами коронки.

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОЙ И НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛЯХ, ГЕОДЕЗИИ И МАРКШЕЙДЕРИИ

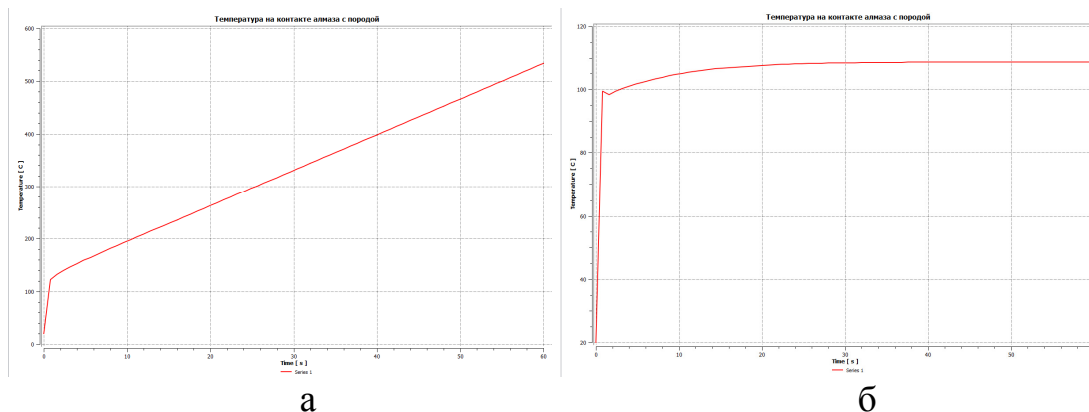


Рис. 1 График изменения температуры на контакте алмаза с породой за 1 минуту: а – в воздухе (без движения); б – в воде (подача  $Q=40$  л/мин).

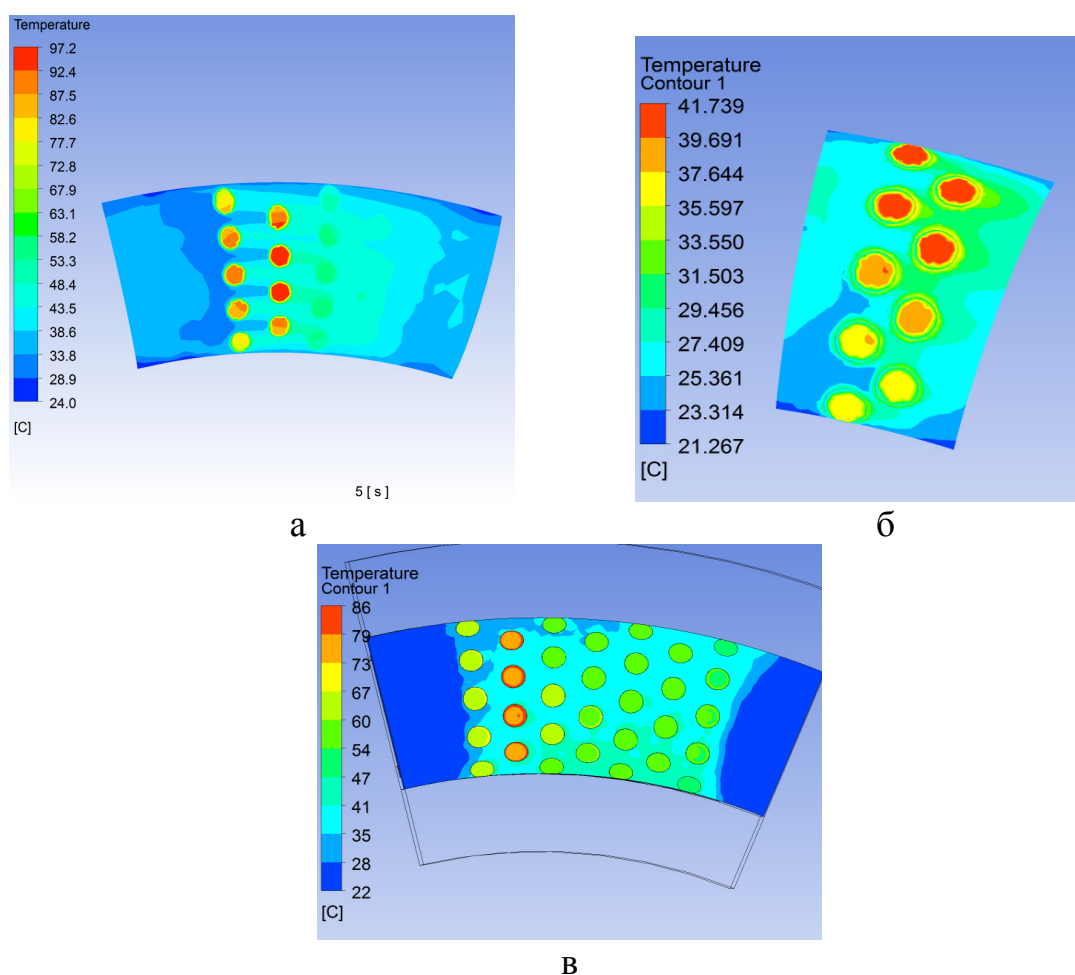


Рис. 2 Результаты моделирования тепловых процессов для коронок с четырьмя (а), двумя (б) и семью (в) радиальными рядами в секторе (осевая нагрузка 20 кН, подача жидкости 40 л/мин, частота вращения 1000 об/мин).

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОЙ И НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛЯХ, ГЕОДЕЗИИ И МАРКШЕЙДЕРИИ

Лишь алмазы коронки с двумя радиальными рядами в секторе равномерно омываются и охлаждаются промывочной жидкостью, что является одним из преимуществ данной конструкции коронки.

При одной и той же углубке за оборот температура нагрева алмазов коронки с двумя радиальными рядами в секторе в 1,3-3 раза меньше чем у коронки с четырьмя радиальными рядами (табл. 2), однако эта разница резко уменьшается с увеличением частоты вращения, практически исчезая при частотах свыше 800 об/мин.

Таблица 2 – Температура (°С) нагрева алмазов сектора.

Количество радиальных рядов в секторе	Подача промывочной жидкости, л/мин	Частота вращения, об/мин			
		200	400	600	1000
7	40	37	51	64	86
	70	35	48	59	81
4	40	41	60	73	97
	70	37	53	69	94
2	40	25	29	34	41
	70	24	28	31	38

Полученные результаты подтверждаются стендовыми испытаниями однослойных коронок, разработанных на основе проведенных исследований.

### Библиографический список

1. Каракозов А.А. О процессе взаимодействия алмазов с забоем скважины при работе однослойных коронок / А.А. Каракозов, М.С. Попова, Р.К. Богданов, А.П. Загора // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – Вып. 14. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2011. – С. 78–85.
2. Каракозов А.А. Определение максимальной углубки алмазных резцов однослойных коронок с радиальной раскладкой / А.А. Каракозов, М.С. Попова, С.Н. Парфенюк, Р.К. Богданов, А.П. Загора // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – Вып. 15. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2012. – С. 203–206.
3. Цыпин, Н. В. Износостойкость композиционных алмазосодержащих материалов для бурового инструмента / Н. В. Цыпин. – К. : Наук. думка, 1983. – 191 с.