

УДК 622.24 (085). (477.62)

**В. П. Бондаренко**, член-корр. НАН Украины, **А. М. Исонкин**, **Н. А. Юрчук**,  
**В. П. Ботвинко**, **Л. И. Александрова**, кандидаты технических наук

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

### **ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ И ЗЕРНИСТОСТИ КОМПОЗИЦИОННОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТРИЦ АЛМАЗНЫХ БУРОВЫХ КОРОНОК**

*Установлена возможность регулирования физико-механических свойств материала матриц буровых коронок на основе шихты ВКб, пропитанной медью, путем введения в их состав композиционного наполнителя в виде спеченных гранул из вольфрамо-кобальтового сплава ВКб.*

**Ключевые слова:** *буровая коронка, матрица, композиционный наполнитель.*

Алмазосодержащая матрица буровых коронок представляет собой композиционный материал, построенный по принципу сочетания разнородных по своим свойствам элементов. При этом основной целью является использования наиболее ценных качеств и характеристик каждого из элементов при строго заданных и искусственно регулируемых технологических и геометрических их параметрах [1].

Композиционные материалы с металлической матрицей, содержащей в своем составе тугоплавкие высокомодульные высокопрочные частицы, являются весьма перспективными для применения в различных отраслях, в том числе и при бурении скважин. В практике изготовления алмазных композиционных материалов с целью повышения их износостойкости при абразивном изнашивании в их матрицу часто вводят высокотвердые наполнители типа SiC, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, В<sub>4</sub>С и др. [2, 3].

Однако плохая их смачиваемость сплавами на основе меди и низкая ударостойкость крупнозернистой составляющей не позволяют обеспечить оптимальную прочность матрицы, а соответственно и высокую работоспособность коронки в целом. В связи с этим возникает необходимость поиска более эффективной крупнозернистой составляющей композита.

Одной из таких составляющих может быть композиционный материал, изготовленный в виде гранул, состоящих из тугоплавкого металла (кобальт, никель) и карбида вольфрама WC, который хорошо смачивается медью и его сплавами. Изменение содержания и зернистости карбида вольфрама WC в гранулах позволит изготавливать их с различными размерами, формой, твердостью, прочностью, ударо – и износостойкостью.

С точки зрения сопротивления абразивному износу и обеспечению высокой эффективности разрушения горной породы гетерогенная структура матрицы буровой коронки из чередующихся регулярно алмазных зерен, гранул композиционного наполнителя с различными размерами, формой, твердостью, прочностью, ударо – и износостойкостью и пластической матрицы является идеальной для регулирования процесса обнажения алмазов и повышения эффективности разрушения горной породы разной твердости и абразивности.

Исходя из изложенного, на первом этапе исследований основной целью исследований было изучение влияния концентрации и зернистости композиционного наполнителя на прочностные характеристики матрицы алмазных буровых коронок.

#### **Методика эксперимента и исходные материалы**

В качестве исходного сырья для изготовления спеченных гранул использовали серийную порошковую смесь ВКб (СТП 00196144-0727-2004) производства ОАО «Кировградский завод твердых сплавов». После проведения грануляции полученные гранулы спекали в проходной печи в среде водорода при температуре 1400 °С.

Объектом исследований выбрали алмазосодержащую матрицу на основе шихты ВКб, пропитанной медью марки М1, широко используемую в алмазных буровых коронках конструкции Института сверхтвердых материалов им. В.Н.Бакуля НАН Украины (ИСМ).

Испытание на сжатие проводили на цилиндрических образцах правильной геометрической формы диаметром 10 мм и высотой 12 мм, изготовленных по стандартной технологии. Все образцы оснащались синтетическими алмазами марки АС160Т зернистостью 400/315 мкм, взятыми из одной исходной партии, с относительной их концентрацией 125%.

Содержание гранул композиционного наполнителя из ВК6 варьировали как по зернистости от 63/40 мкм до 315/250 мкм, так и по содержанию их в объеме образцов от 3% до 15%. В качестве базы сравнения изготовили аналогичные алмазосодержащие образцы без наполнителя.

Все образцы шлифовали как по образующей, так и по торцевым поверхностям таким образом, чтобы непараллельность последних и их неперпендикулярность к продольной оси образца не превышала 0,01 мм. Испытание на сжатие проводили с помощью универсальной испытательной машины с использованием шкалы с пределом измерения нагрузки 200 кН. Для обеспечения передачи усилия на образец без деформации передающих опор последние были изготовлены из мелкозернистого твердого сплава марки ВКЗМ, который имеет высокие упругие характеристики. Для уменьшения действия контактных сил трения на опорных поверхностях образца испытания проводили с использованием прокладок из алюминиевой фольги толщиной 0,02 мм.

#### Результаты исследований и их обсуждение

На рис. 1 приведена зависимость предела прочности при сжатии образцов материала матрицы на основе шихты ВК6, пропитанной медью марки М1, в зависимости от зернистости спеченных гранул ВК6.

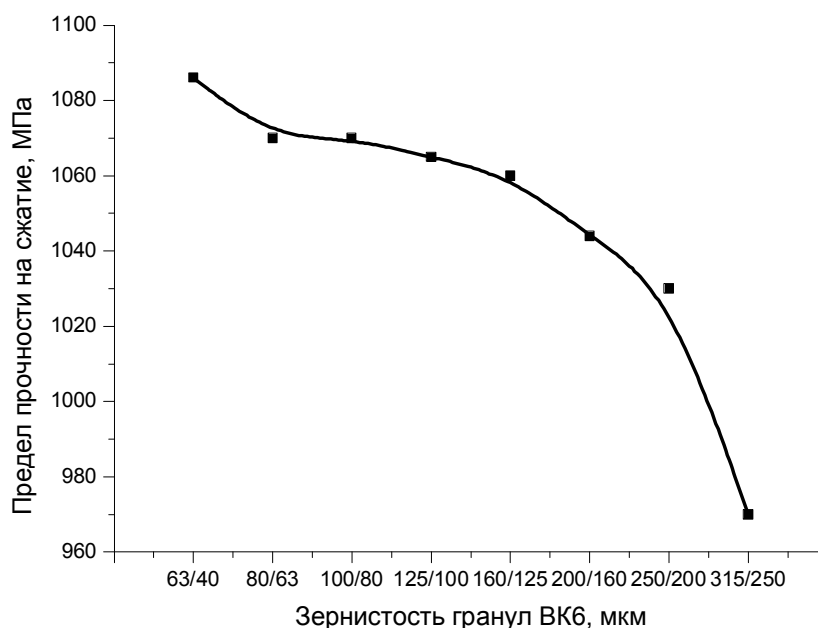


Рис. 1. Зависимость предела прочности на сжатие алмазосодержащих образцов материала матрицы буровых коронок на основе шихты ВК6, пропитанной медью, с разной зернистостью наполнителя - гранул ВК6 при их содержании 6% об.

Как видим на рис.1, в зависимости от зернистости гранул наполнителя ВК6 при их одинаковом объемном содержании 6% в образцах материала матрицы их предел прочности на сжатие изменяется. При увеличении зернистости с 63/40 мкм до 250/200 мкм темп снижения предела прочности на сжатие изменяется в пределах от 0,5% до 1,5%. При дальнейшем повышении зернистости гранул ВК6 с 250/200 мкм до 315/250 мкм темп снижения предела прочности на сжатие составил 6,2%.

На рис.2 приведена зависимость предела прочности при сжатии образцов материала матрицы на основе шихты ВК6, пропитанной медью марки М1, в зависимости от объемного содержания спеченных гранул ВК6 зернистостью 200/160 мкм.

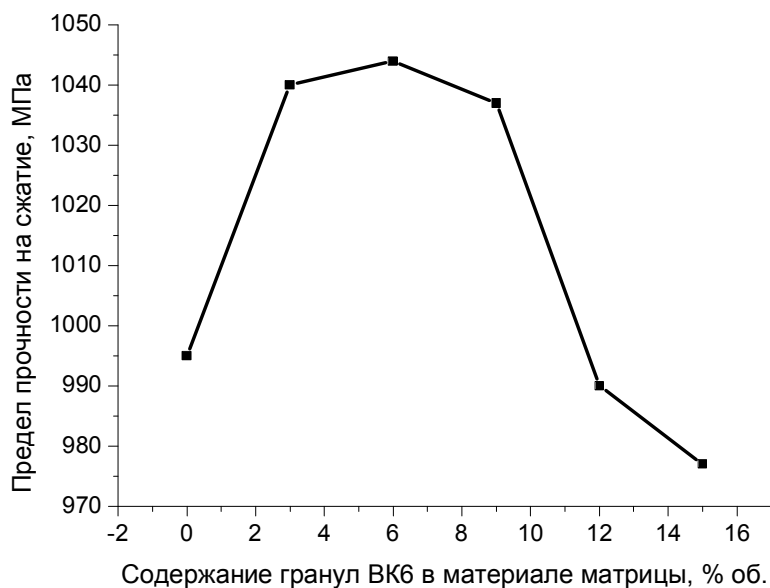


Рис. 2. Зависимость предела прочности на сжатие алмазосодержащих образцов материала матрицы буровых коронок на основе шихты ВК6, пропитанной медью, с разным объемным содержанием наполнителя - гранул ВК6 зернистостью 200/160 мкм

Как видим на рис. 2, с ростом содержания гранул наполнителя в объеме образцов до 3% предел их прочности на сжатие возрастает на 4,5% по сравнению с базовым образцом без наполнителя в своем составе. Повышение содержания наполнителя до 6% и 9% не вызывает существенного повышения предела прочности этих образцов. С повышением содержания гранул наполнителя с 9% об. до 12% об. предел прочности на сжатие образцов снижается и достигает уровня образцов без наполнителя в своем составе. Дальнейшее повышение содержания гранул наполнителя до 15% об. приводит к еще большему уменьшению предела прочности на сжатие. При этом темп его снижения составляет соответственно 4,7% и 6,1%.

Анализ приведенных данных показывает, что зернистость гранул наполнителя из ВК6 в диапазоне 63/40 мкм – 250/200 мкм существенно не влияет на изменение предела прочности образцов материала матрицы на основе шихты ВК6, пропитанной медью. Это свидетельствует о том, что при оснащении буровых коронок алмазами зернистостью 400/315 мкм зернистость наполнителя должна быть не более 250/200 мкм, т.е. не более половины размеров зерен используемых алмазов. При этом в нашем случае оптимальной концентрацией гранул наполнителя в объеме материала матрицы на основе шихты ВК6, пропитанной медью, можно считать диапазон от 3% до 9%.

Окончательные рекомендации по установлению оптимальной величины насыщения гранулами композиционного наполнителя алмазосодержащего материала матрицы буровых коронок для повышения его прочности и износостойкости будут выработаны после проведения дополнительных исследований процесса изнашивания алмазных буровых коронок при разрушении горных пород с различными физико-механическими свойствами.

#### **Выводы**

1. Результаты проведенных исследований показали возможность регулирования физико-механических свойств материала матриц буровых коронок на основе шихты ВК6, пропитанной медью, путем введения в их состав композиционного наполнителя в виде спеченных гранул из вольфрамо-кобальтового сплава ВК6.

2. Установлено, что с изменением зернистости гранул композиционного наполнителя из вольфрамо-кобальтовых сплавов и их содержания изменяется предел прочности на сжатие материала матрицы буровых коронок, что открывает возможность создания материалов, обладающих качественно новым комплексом эксплуатационных свойств, которые могут заранее проектироваться под определенную задачу после проведения дополнительных исследований процесса изнашивания алмазных буровых коронок при разрушении горных пород с различными физико-механическими свойствами.

*Встановлена можливість регулювання фізико-механічних властивостей матеріалу матриць бурових коронок на основі шихти ВК6, пропі-танной 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

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