

### Література

1. Єгер Д.О., Тачинський М.Є., Каралаш М.В. та інші. Досвід буріння свердловин з використанням доліт компанії "Х'юз Крістенсен" на родовищах ВАТ "Укрнафта" // Нафтова і газова промисловість. – 1997. - № 6. – С.20-26.
2. Стасенко В.М., Карпенко В.М., Буняк Б.Т., Тимах В.Г. Методи оцінювання ефективності використання породоруйнівного інструменту для спорудження свердловин на нафту і газ. // Нафтова і газова промисловість. – 2008. - № 1. – С.27-31.

Надійшла 20.06.11

УДК 621.8:539.4.32:542.057

**А. Л. Майстренко**, член-кор. НАН України; **А. П. Загора, Р. К. Богданов,**  
**В. М. Сердюк, В. П. Переяслов**, кандидати технічних наук;  
**Р. С. Шмегера, М. В. Супрун**

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

### АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СПЕКАНИЯ АЛМАЗНЫХ БУРОВЫХ КОРОНОК

*Приведены результаты исследований альтернативной технологии изготовления породоразрушающих элементов буровых коронок методом интенсивного электроспекания. Буровой инструмент, разработанный на основе полученных этим методом, породоразрушающих элементов, незначительно уступает по работоспособности серийному буровому инструменту.*

**Ключевые слова:** алмазсодержащий, матричный, композиционный материал, электроспекание, буровая коронка, породоразрушающий элемент, интенсивность изнашивания.

В настоящее время алмазсодержащие матричные композиционные материалы (АМКМ) для бурового породоразрушающего инструмента изготавливают методом инфильтрации в защитной среде (например, в водороде или в вакууме) [1, 2]. К основным недостаткам такой технологии относится довольно высокая себестоимость изготовления инструмента.

В Институте сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины разрабатывают альтернативные методы изготовления бурового инструмента, одним из которых является интенсивное электроспекание (ИЭС) композиционных алмазсодержащих материалов без применения защитной среды [3].

Указанный метод заключается в быстром нагревании образца путём прямого пропускания электрического тока с одновременным приложением давления до 300 МПа. Этим методом изготавливают вставки для бурового инструмента, рабочие элементы инструмента для шлифования природного камня и правящих карандашей. Особый интерес представляет применение этого метода для изготовления алмазсодержащих породоразрушающих элементов для бурового инструмента.

Алмазсодержащие породоразрушающие элементы для бурового инструмента, работают в условиях значительных динамических и ударных нагрузок, а также абразивного износа. Следовательно, такие композиционные материалы должны, обладать высокой стойкостью к таким нагрузкам, а также абразивной износостойкостью. Это достигается путем использования высокопрочных термостойких алмазных порошков с добавками износостойких материалов (карбидов и боридов переходных металлов), и специального связующего материала. Наиболее широко применяемым наполнителем алмазсодержащих матричных композиционных материалов бурового породоразрушающего инструмента является литой карбид вольфрама, который вводят в матрицу путем грануляции его зерен смесью ВК. При этом грануляция алмазных зерен и зерен WC позволяет решить проблему равномерного их распределения по всему объему матричного композита.

Известно, что для получения твердосплавных гранул с необходимыми прочностными характеристиками при спекании в твердой фазе необходима минимальная температура 1250° С при

давлении до 500 МПа [4]. При этом, следует иметь в виду, что термостойкость синтетических алмазов без защитной среды при повышенном давлении составляет 850–900° С. При такой температуре спекания прочность алмазной гранулы будет крайне низкой. Для получения достаточной, с позиции эксплуатации, прочности алмазной гранулы спекание необходимо проводить в присутствии жидкой фазы. При этом температура жидкофазного спекания не должна превышать предела, при котором наблюдается активная графитизация и снижение прочности алмазного зерна без защитной среды, и одновременно обеспечивать максимально возможную инфильтрацию твердосплавной оболочки алмазной гранулы пропитывающим материалом под давлением.

В качестве пропитывающего материала выбрали оловоносную бронзу, дополнительно легированную кремнием, который повышает жидкотекучесть и обеспечивает в спеченном состоянии высокие механические свойства металлического связующего (износостойкость, прочность и твердость) [5].

#### **Методика эксперимента**

Алмазы марки АС160Т зернистостью 355/300 мкм покрывали карбидом титана толщиной 2–5 мкм методом ионно-плазменного напыления. Далее алмазы с покрытием подвергали грануляции смесью ВК15 относительной концентрации 150 %. Перед спеканием алмазсодержащего матричного композиционного материала провели отгонку пластификатора из материала оболочки алмазных гранул при температуре 850° С в высоком вакууме. Смешивали порошки металлов (Cu, Sn, Si) в барабанной мельнице с использованием твердосплавных мельничных тел из ВК6 в режиме сухого размола. Брикетты АМКМ формовали одноосным двухсторонним холодным прессованием в закрытой стальной пресс-форме диаметром 9 мм под давлением 300 МПа. В результате формования получили вставки высотой 5,5 мм.

Экспериментальное интенсивное электроспекание вставок из АМКМ осуществляли прямым пропусканием тока промышленной частоты при повышенном давлении (до 150 МПа). Продолжительность спекания составляла 10 с. Указанные параметры подбирались с учетом полного пропитывания твердосплавной оболочки матричным расплавом. Спекание АМКМ осуществляли с одновременным напеканием на стальную подложку. К корпусу экспериментальной буровой коронки породоразрушающие элементы из АМКМ закрепляли электросваркой.

В целях определения работоспособности и износостойкости породоразрушающих элементов из АМКМ провели сравнительные лабораторные испытания экспериментальной и серийной буровых коронок при бурении скважин в кварцевом песчанике VIII – IX категории по буримости Торезского карьероуправления Донецкой области с пределом прочности при одноосном сжатии 140 МПа и высокой абразивностью.

Линейный износ по высоте измеряли на длинномере модели ИЗВ-1 на каждом секторе буровой коронки до и после бурения.

Фиксировали следующие параметры:

- осевую нагрузку с точностью до 50 даН;
- углубление при бурении с точностью до 1 мм;
- продолжительность бурения с точностью до 0,1 с.

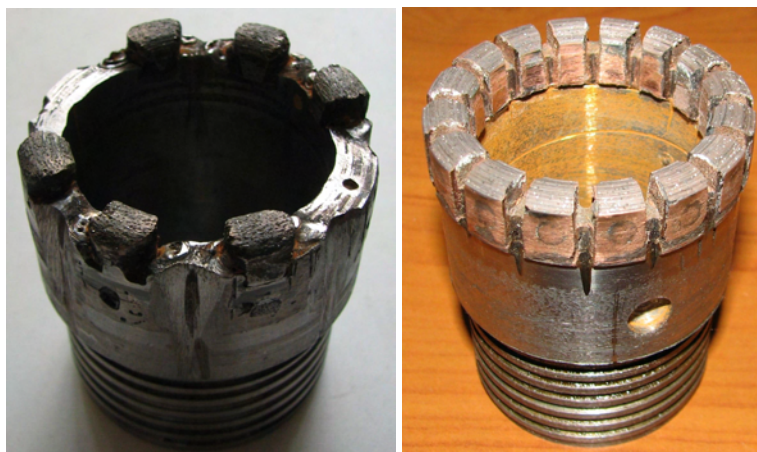
Глубина бурения за рейс составляла 0,2 м.

Каждым образцом инструмента пробурили 10 рейсов, что при суммарной проходке буровой коронкой по 2 м обеспечивает достоверные данные о линейном износе породоразрушающих элементов отдельно или матрицы коронки в целом.

Сравнительным испытаниям подвергали следующие буровые коронки (см. рисунок):

- экспериментальную диаметром 59 мм с шестью изготовленными методом ИЭС породоразрушающими алмазсодержащими вставками (секторами) из АМКМ, оснащенного синтетическими алмазами АС160Т зернистостью 355/300 мкм (рисунок, а). Контактная площадь рабочего торца этой коронки составляла 4,7 см<sup>2</sup>. Осевая нагрузка на коронку – 500 даН (удельное давление – 106 даН/см<sup>2</sup>);
- серийную типа БС20 Ø 59 мм с 16 алмазсодержащими секторами, оснащенными синтетическими алмазами АС160Т зернистостью 355/300 мкм (рисунок, б). Контактная площадь рабочего торца этой коронки равнялась 9,4 см<sup>2</sup>. Осевая нагрузка на коронку – 1000 даН (удельное давление – 106 даН/см<sup>2</sup>).

При этом частота вращения шпинделя станка при бурении была постоянной – 500 мин<sup>-1</sup>.



а

б

Общий вид исследуемых буровых коронок

Результаты сравнительных лабораторных испытаний буровых коронок приведены в таблице.

### Результаты сравнительных лабораторных испытаний буровых коронок

Инструмент буровая коронка	Средние показатели бурения				
	Проходка, м	Продолжительность бурения, ч	Линейный износ по высоте, мм	Интенсивность изнашивания, мм/м	Механическая скорость бурения, м/ч
Экспериментальная	2,0	0,93	0,332	0,166	2,15
Серийная типа БС20		0,95	0,308	0,154	2,10

Как видим из данных таблицы, при одинаковом удельном давлении интенсивность изнашивания экспериментальной коронки незначительно (на 8 %) превышает интенсивность изнашивания серийной, механическая скорость бурения испытуемых коронок одинакова.

#### Выводы

1. На основе алмазно-твердосплавных гранул разработана экспериментальная технология электроспекания функциональных элементов для буровых инструментов, альтернативная горячему прессованию и инфильтрации в среде водорода.

2. На основе вставок, полученных методом интенсивного электроспекания, разработан и изготовлен опытный образец буровой коронки. Результаты сравнительных лабораторных испытаний опытного образца показали, что интенсивность его изнашивания незначительно (на 8%) превышает интенсивность изнашивания серийной коронки.

3. С учетом полученных результатов, приходим к выводу, что экспериментальная технология интенсивного электроспекания перспективна и при доработке может успешно конкурировать с применяемыми в настоящее время на производстве технологическими процессами изготовления бурового инструмента.

*Наведено результати досліджень альтернативної технології виготовлення породоруйнівних елементів бурових коронок методом інтенсивного електроспекання. Буровий інструмент, розроблений на основі отриманих цим методом, породоруйнівних елементів, незначно уступає по працездатності серійному буровому інструменту.*

**Ключові слова:** алмазовмісний, матричний, композиційний матеріал, електроспекання, бурова коронка, породоруйнівний елемент, інтенсивності зношування.

*The article highlights the study results of alternative production technology of rock-cutting elements of drilling bits using the intensive electric sintering. The operability of the drilling tools equipped with the elements designed according to this technology is slightly worse than that of serial production drilling tools.*

**Key words:** diamond containing, matrix, composition material, electric sintering, core-drilling bit, rock cutting element, wear intensity.

### Литература

1. Синтетические алмазы в геологоразведочном бурении. Под ред. В. Н. Бакуля, К., "Наукова думка". – 1978. – 232 с.
2. Ю. В. Найдич, В. П. Уманский, Т. Б. Коновальченко, и др. Применение вакуумной технологии и адгезионно-активных металлов и сплавов при изготовлении алмазных буровых коронок // Адгезия расплавов и пайка материалов. – 2002. – Вып. 35. – С.120–126.
3. Бугаков В. И, Коняев Ю. С. Высокоэффективный алмазный инструмент, изготовленный по оригинальной технологии с применением высоких давлений и температур, новых связок и алмазных материалов // Сверхтвердые материалы. – 2001. – № 6. – С. 54–63.
4. Майстренко А. Л., Иванов С. А., Переяслов В. П., Волошин М. Н. Интенсивное электроспекание алмазосодержащих композиционных материалов // Сверхтвердые материалы. – № 5. – 2000. – С. 39–45.
5. Лаптев А. В., Пономарев С. С., Очкас Л. Ф. Особенности структуры и свойств сплава 84%WC–16%Co, полученного горячим прессованием в твердой и жидкой фазах // Порошковая металлургия. – 2000. – № 11/12. – С.103–116.

Поступила 23.06.2011

УДК 622.24.051

**И. А. Свешников**, д-р техн. наук, **Л. Ф. Стасюк**, канд. техн. наук,  
**С. Д. Заболотный**, **С. В. Смекаленков**

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

### **ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИЙ РЕЗЕЦ, ОСНАЩЕННЫЙ АЛМАЗНО-ТВЕРДОСПЛАВНЫМИ ПЛАСТИНАМИ НОВОЙ МОДИФИКАЦИИ С УВЕЛИЧЕННОЙ ВЫСОТОЙ АЛМАЗОНОСНОГО СЛОЯ**

*Созданы резцы для вращательного бурения, оснащенные алмазно-твердосплавными пластинами с увеличенной высотой алмазосодержащего слоя. Применение резцов позволяет повысить стойкость инструмента в 3,1 раза и скорость бурения шпуров в 1,5 раза.*

**Ключевые слова:** алмазно-твердосплавная пластина, алмазосодержащий слой, буровой резец, стойкость инструмента, скорость бурения, шпур.

Создание новых высокоизносостойких инструментальных материалов на основе синтетических алмазов открывает широкие возможности для совершенствования применяемого в угольной промышленности породоразрушающего инструмента. Наиболее перспективны созданные в ИСМ НАН Украины и состоящие из алмазного поликристаллического слоя и подложки из твердого сплава алмазно-твердосплавные пластины (АТП), выполненные как одно целое при высоком давлении и высокой температуре. Разработанные согласно стандарту [1] АТП имеют цилиндрическую форму диаметром 13,5 мм, высотой 3,5 мм и толщиной алмазосодержащего слоя 0,5–0,8 мм.

Стойкость породоразрушающего инструмента, оснащенного АТП, при бурении шпуров и скважин по прочным и абразивным породам значительно превышает стойкость твердосплавного. Новый инструмент позволяет существенно ускорить проходку подготовительных горных выработок и снизить затраты на них [2].

Бурение шпуров по особо прочным и абразивным горным породам приводит к интенсивному износу алмазосодержащего слоя пластины и инструмента в целом, что делает использование его в таких условиях нерентабельным [3].

В ИСМ НАН Украины разработаны новые модификации экспериментальных алмазно-твердосплавных буровых пластин (АТПБ) с увеличенной высотой алмазосодержащего слоя. Для изготовления экспериментальных пластин использовали пресс ДО-044 с усилием 2500 т. Спекание производили в аппарате высокого давления (АВД) типа «тороид» при давлении 7,7 ГПа и температуре 1600–2000 °С. Для этого разработали специальную ячейку АВД, которая позволяет увеличить высоту алмазосодержащего слоя пластины до 1,8 мм и гарантирует равномерность его свойств во всем объеме.