

**В. П. Уманский\***

## **УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АЛМАЗНЫХ ТРУБЧАТЫХ СВЕРЛ ЗА СЧЕТ МЕТАЛЛИЗАЦИИ АЛМАЗОВ ХРОМОМ**

Приведены результаты сравнительных испытаний трубчатых сверл, оснащённых неметаллизированными и металлизированными хромом алмазами. Показано, что у сверл, оснащённых металлизированными алмазами, рабочие характеристики значительно выше. Так, удельный расход металлизированных алмазов в полтора и в десять раз меньше при обработке соответственно гранита и абразивного камня.

### *Введение*

Известно, что алмазный инструмент находит все большее распространение при резке и обработке целого ряда неметаллических материалов: стекла кварца, керамики, минералов, корунда, ситаллов, феррита, природного камня. Работоспособность такого инструмента определяется как прочностью удержания в нем алмазов, так и качеством самих зерен алмазов. При этом отмечается прямая связь между прочностью закрепления алмазов в матрице инструмента и его эксплуатационными характеристиками [1—4]. Крепление алмазного элемента в матрице инструмента осуществляют либо механическим охватом алмаза, либо адгезионным взаимодействием, а значит, и сцеплением его поверхностей с материалом матрицы связки.

В первом варианте крепления в процессе работы инструмента алмазное зерно механически удерживается в связке, если оно выступает над ее поверхностью не более чем на одну треть. По мере износа связки алмаз под воздействием усилий, возникающих при работе инструмента, выпадает.

Адгезионное же закрепление алмазного зерна должно значительно повышать работоспособность и стойкость (долговечность) инструмента. Так, в работе [4] показано, что металлизация алмазов хромом по оптимальному режиму [5], приводящая к более надежному их закреплению в твердой (35—40 HRC) связке из порошка ВК6, пропитанного медью, позволяет в итоге получить буровые коронки с высокими рабочими характеристиками. Стойкость таких коронок в 1,5 раза выше стойкости серийных, оснащенных неметаллизированными алмазами.

В связи с изложенным важно выяснить, как влияет на работоспособность инструмента при той же металлизации алмазов хромом мягкая связка без твердосплавного наполнителя — ВК6.

### *Объекты и методика экспериментов*

В качестве объектов исследования выбраны алмазные трубчатые сверла. Опытное сверло изготовлено в Институте проблем материаловедения

---

\* В. П. Уманский — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт проблем материаловедения им. И. Н. Францевича НАН Украины.

НАН Украины, а серийное — фирмой “Дистар”. Общие параметры сверл: диаметр — 1,27—1,28 см, высота алмазоносного слоя — ~0,7 см, толщина — 0,17 см. Количество алмазных зёрен марки АС 200 250/200 — ~1,2ст, условная концентрация алмазов — 55%. Свёрла предназначены для сверления твёрдых неметаллических материалов: гранита, абразивного камня и т. д.

Опытное сверло оснащено металлизированными хромом алмазами, закреплёнными в связке на основе меди. Серийное — неметаллизированными алмазами, в связке на основе кобальта. Опытное сверло изготавливали методом пропитки. Пропитку осуществляли при нагреве в вакуумной печи в специально изготовленной форме. В этой форме размещались стальная трубка вместе с контактирующими с ней алмазным порошком, металлизированным хромом, и сплавом на основе меди. Пропитку проводили при температуре, на 20—30 °С превышающей температуру плавления пропитывающего сплава в течение нескольких минут. Благодаря высокой степени смачиваемости металлизированной поверхности алмаза ( $\theta = 20^\circ$ ) сплав легко пропитывал алмазную смесь и соединял ее с трубкой. Излишки пропитывающего сплава удаляли на абразивном круге.

Серийное сверло изготовлено предварительным прессованием и последующим спеканием алмазметаллической смеси. Как в серийном, так и в опытном сверлах связки достаточно мягкие, поскольку в них отсутствовал твердосплавный наполнитель. Сравнительные испытания свёрл осуществляли по рекомендациям, указанным в ГОСТ 26339-84 (ст. СЭВ 205-75) и 24638-85.

Использовали вертикально-сверлильный станок мод. 2М112 марки “Комунарс”. Число оборотов было постоянным и составляло 4500 (~3 м/с). Давление на сверло — 3,5—5,0 МПа. Сверлили красный гранит X категории буримости, в которую входят очень твердые и абразивные породы [6], и абразивный камень из белого электрокорунда марки 25А СМ 15. Охлаждение — проточная вода.

С помощью оптического микроскопа МБС-2 измеряли убыль длины, а на аналитических весах типа АДВ-200М — убыль массы сверл в процессе испытаний. Проходку определяли, суммируя глубины просверленных отверстий. Обработку полученных данных проводили по ГОСТ 26339-84.

### *Результаты экспериментов и их обсуждение*

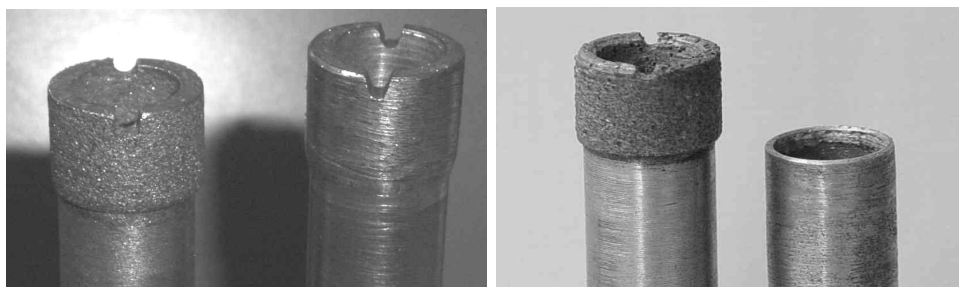
Результаты испытаний серийного и опытного алмазных трубчатых сверл представлены в таблице. Как следует из таблицы, при обработке красного гранита удельная проходка серийного сверла составляла 0,57 аналогичного показателя опытного. При этом расход алмазов опытного сверла в 1,5 раза ниже, что свидетельствует о более высокой его работоспособности. Что же касается обработки белого абразивного камня, то различия в работоспособности испытуемых свёрл еще более выражены. Так, удельная проходка серийного сверла составляла 0,08 аналогичного показателя опытного. То есть этот показатель у опытного сверла в 12,2 раза выше, чем у серийного. Соответственно расход алмазов на порядок (!) меньше.

Важно отметить, что при большем расходе алмазоносного слоя обоих сверл сверлить белый абразивный камень достаточно легко: прикладывае-

**Результаты испытаний серийного и опытного алмазных трубчатых сверл при обработке гранита и абразивного камня**

**Teste results for serial and experimental tubular drills during processing of granite and abrasive stone**

| Обрабатываемый материал | Параметры испытаний                   |                 | Алмазные сверла  |                  | Соотношение параметров сверл: серийное/опытное |
|-------------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|--|
|                         |                                       |                 | серийное         | опытное          |  |
| Красный гранит          | Убыль алмазоносного слоя              | $\Delta L$ , см | 0,045            | 0,030            | 1,5  |
|                         |                                       | $\Delta p$ , г  | 0,318            | 0,190            | 1,7  |
|                         | Проходка, см                          |                 | 39,4             | 41,2             | 0,9  |
|                         | Удельная проходка, см/г               |                 | 123,9            | 216,8            | 0,57   |
|                         | Расход алмазов, ст                    |                 | 0,084            | 0,057            | 1,5  |
|                         | Удельный расход алмазов, ст/м (мг/см) |                 | 0,213<br>(0,426) | 0,138<br>(0,276) | 1,5  |
| Абразивный камень       | Убыль алмазоносного слоя              | $\Delta L$ , см | 0,65             | 0,067            | 9,7  |
|                         |                                       | $\Delta p$ , г  | 4,527            | 0,3705           | 12,2   |
|                         | Проходка, см                          |                 | 55,4             | 55,4             | 1,0  |
|                         | Удельная проходка, см/г               |                 | 12,238           | 149,528          | 0,08   |
|                         | Расход алмазов, ст                    |                 | 1,116            | 0,1069           | 10,4   |
|                         | Удельный расход алмазов, ст/м (мг/см) |                 | 2,01<br>(4,02)   | 0,19<br>(0,38)   | 10,6   |



*a*

*б*

Алмазные сверла до (*a*) и после (*б*) испытаний. Слева — опытное сверло, справа — серийное

Diamond drill before (*a*) and after testing (*б*). On the left — experimental drill, on the right — serial one

мое давление незначительное (примерно 2,5—3,5 МПа). Тогда как для сверления гранита необходимо давление 5,0 МПа.

Следует отметить, что, просверлив отверстие одинаковой глубины (55,4 см), алмазосный слой серийного сверла полностью износился — перешёл в шлам, в то время как износ по длине алмазосного слоя опытного сверла составил всего 0,67 мм ( рисунок).

### **Выводы**

Таким образом, прочное закрепление в мягкой связке алмазных зерен, металлизированных хромом, позволило изготовить более эффективные сверла. Особенно это заметно при обработке абразивного камня.

В соответствии с требованиями ГОСТ 26339-84 для сверл диаметром 0,65—2,5 см удельный расход алмазов не должен превышать 0,2 ст/м. Расход алмазов в серийном сверле находится на уровне требуемых значений при обработке гранита (0,213 ст/м) и значительно превышает — при сверлении абразивного камня (2,01 ст/м). Опытное сверло удовлетворяет (и даже превосходит) требованиям ГОСТ 26339-84 как при обработке гранита, так и при сверлении абразивного камня.

Таким образом, испытания показали, что применение алмазных зёрен с покрытием из хрома гарантирует получение значительно более качественного и экономичного инструмента. Это относится не только к буровым коронкам с твёрдой матрицей, но и к трубчатым сверлам с относительно мягкой связкой.

В заключение отметим, что в Институте проблем материаловедения НАН Украины им. И. Н. Францевича имеется технологическая база для изготовления высококачественных алмазных трубчатых сверл диаметром 1,0—150 мм и длиной корпуса 30—300 мм. Возможное количество выпускаемой продукции — до 500 штук в месяц.

Автор выражает благодарность академику Найдичу Ю. В. за помощь в проведении исследований.

**РЕЗЮМЕ.** Наведено результати порівняльних випробувань трубчастих свердлів, що оснащені неметалізованими і металізованими хромом алмазами. Показано, що у свердлів з металізованими алмазами робочі характеристики значно вище. Так, питома витрата металізованих алмазів у півтора й у десять разів менше при обробці відповідно граніту й абразивного каменю.

1. *Найдич Ю. В., Колесниченко Г. А., Лавриненко И. А., Моцак Я. Ф.* Пайка и металлизация сверхтвёрдых инструментальных материалов. — К.: Наук. думка, 1977. — 186 с.
2. *Evans D., Nicholas M., Scott P.* The wettig and bonding of diamond by copper—titanium alloys // *Ind. Diamond Rev.* — 1977. — No. 9. — P. 306—309.
3. *Коновалов В. А.* Исследование влияния прочности алмазодержания и износостойкости металлических связок на работоспособность алмазно-

абразивного инструмента: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Харьков, 1974. — 27 с.

4. Уманский В. П., Бугаев А. А., Евдокимов В. А., Коноваленко Т. Б. Вакуумный метод изготовления буровых коронок // Адгезия расплавов и пайка материалов. — 2004. — № 37. — С. 95—102.
5. Naidich Yu. V., Umanskii V. P., Lavrinenko I. A. Metal and alloy bond strengths to diamond // Ind. Diamond Rev. — 1984. — **44**, No. 6. — P. 327—331.
6. *Справочник инженера по бурению геологоразведочных скважин* / Под ред. Е. А. Козловского. — М.: Недра, 1984. — Т. 1. — 512 с.

17.09.07

**Umansky V. P.**

**Improvement of working parameters of diamond tubular drills by  
muns of by chromium diamond metalization**

The results of comparative tests of the tubular drills equipped by unmetallized and metallized by chrome diamonds are represented. On the example of boring of bores in standards it is shown from a granite and white abrasive stone, that at the drills equipped by the metallized diamonds working parameters it is considerably higher. So, specific expense of the metallized diamonds in one and a half and tenfold less at treatment, accordingly, granite and abrasive stone.