

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ ИСХОДНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ КРИОГЕННОЙ ОБРАБОТКЕ ТВЕРДОГО СПЛАВА НА ЕГО СВОЙСТВА МЕТОДОМ ТЕРМО-ЭДС

В.П. Аньчков, А.А. Морев, А.П. Мамонтов

Научный руководитель профессор С.Я. Рябчиков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Бурение скважин является неотъемлемой частью геологоразведочных работ, при которых наибольшее распространение получило колонковое бурение вращательным и ударно-вращательным способом. Для разрушения твёрдых и абразивных пород, в значительной степени, используются коронки, армированные твердосплавными режущими. Основными эксплуатационными показателями породоразрушающего инструмента (ПРИ) являются углубка на коронку, механическая скорость бурения, расход твердого сплава. Эксплуатационные показатели твердосплавного ПРИ в значительной степени определяются износостойкостью твердых сплавов, используемых для его изготовления. В твердосплавных коронках наиболее широко применяются вольфрамкобальтовые твердые сплавы (ВК6, ВК8).

Вольфрам-кобальтовый твердый сплав – это двухфазная система, состоящая из зерен карбида вольфрама WC и участков связующей фазы кобальта, полученных путем прессовки и спекания при температуре ниже температуры плавления карбидов. Практически все физические свойства твердых тел определяются взаимным расположением, характером взаимодействия и интенсивностью движения атомов кристаллической решетки и свободных электронов.

Известно, что прочность и износостойкость твердых сплавов, их сопротивление деформированию и разрушению в значительной степени зависят от их структуры, воздействуя на которую можно улучшить характеристики твердых сплавов [2,3].

В настоящее время существует большое количество способов упрочнения материалов. Все способы делятся на две группы: поверхностные и объёмные.

Способы поверхностного упрочнения не нашли широкого применения для упрочнения ПРИ из-за большой сложности и малой эффективности. Основным интересом представляются способы объёмного упрочнения. Одним из наиболее легкодоступных и эффективных методов объёмного упрочнения твердосплавного ПРИ является криогенная обработка, позволяющая повысить ресурс ПРИ в 1,5-2 раза. В ходе проведенных ранее исследований [6] было установлено, что одним из основных технологических параметров при криогенной обработке является исходная температура образца. Например, с повышением исходной температуры до +100°C растёт микротвёрдость и твердость сплавов, при этом снижается пластичность и повышается хрупкость. Однако исследований по влиянию более высоких исходных температур образцов твердого сплава при криогенной обработке не проводилось.

Целью работы являлось получение качественной и количественной оценки влияния исходной температуры в диапазоне до +700 – +900°C на некоторые физико-механические показатели твердого сплава ВК8.

В работе исследовалось влияние исходной температуры методом измерения микротвёрдости и методом термо-ЭДС.

Метод прямого измерения микротвёрдости заключается во вдавлении алмазной пирамидки под нагрузкой менее 2Н (200 Гс). Выбор участка для испытания микротвёрдости и определение размеров отпечатка производят под микроскопом, затем по специальным таблицам пересчитывают на так называемое число твёрдости — отношение нагрузки к площади поверхности отпечатка [1].

Метод термо-ЭДС. используется для изучения влияния криогенной обработки на внутреннее состояние, на изменение структуры и текстуры материала и изучение новых состояний, образовавшихся в результате обработки. С помощью относительных измерений термо-ЭДС выявляются небольшие изменения дефектов и их расположения в структуре образцов, которые не улавливаются при других методах измерения. Термо-ЭДС основывается на эффекте Зеебека – возникновении ЭДС в электрической цепи, состоящей из последовательного соединения разных проводников, контакты между которыми поддерживаются при разных температурах. Величина термоэдс зависит только от температуры горячего  $T_1$  и холодного  $T_2$  контактов и от материалов проводника [4].

Криогенная обработка твердосплавных режущих производилась в жидком азоте в лабораторном сосуде Дьюара емкостью 3 л и проходным отверстием 120 мм. Блок-схема экспериментальной установки, на которой проводились исследования, приведена на рис. 1.

*В работе исследовался диапазон температур от -10 до 800°C. Шаг температуры составил 100°C.* Нагрев режущих до нужной температуры производился в муфельной печи, в качестве датчика температуры была использована хромель-алюмелевая термопара.

Для проведения опытов были использованы твердосплавные режущие марки ВК8. Поверхность режущих формы Г51 (ГОСТ 880-75) подверглась тщательной шлифовке и полировке с помощью абразивных порошков

№80, №60 и №28. Подготовленные к эксперименту резцы фиксировались на подвеске, выполненной из нихромовой проволоки и доводились до нужной температуры. Затем резцы быстро погружались в жидкий азот для получения необходимого эффекта «удара холодом». Кроме того, для сравнения был использован «базовый образец», не подвергшийся обработке

Микротвердость измеряли на микротвердомере ПМТ-3 (Россия) и оценивали по среднему арифметическому значению, рассчитанному из 12 экспериментальных точек для каждого образца.

Результаты измерений представлены на рис.2.

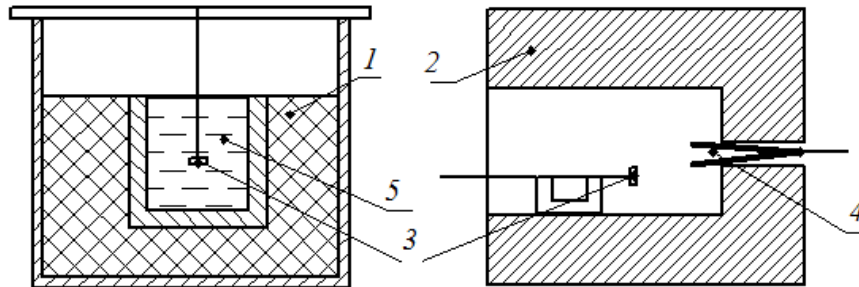


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки для криогенной обработки образцов. 1–криостат; 2–муфельная печь; 3–образцы; 4–термопара; 5–жидкий азот

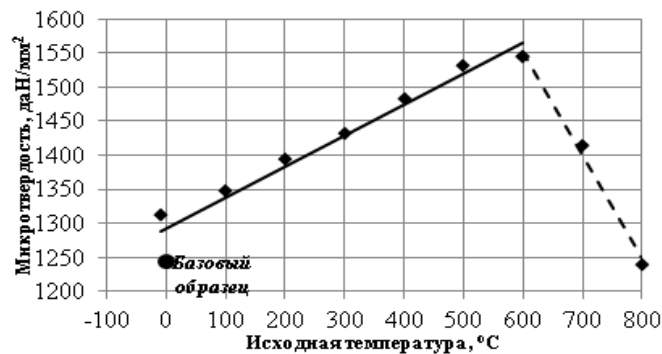


Рис. 2. Зависимость микротвердости от исходной температуры твердого сплава марки ВК 8 при криогенной обработке

Для измерения термо-ЭДС была использована экспериментальная установка, включающая замкнутую цепь, состоящую из двух проводников и исследуемого образца. В этой цепи возникает термо-ЭДС, если места контакта проводника с образцом поддерживаются при разных температурах. В связи с этим, разработана методика проведения измерений термо-ЭДС с горячим зондом, который фиксирует незначительные изменения электронной плотности, которая не видна при применении других методов.

Измерение распределения дефектов и примесей в твердом теле проводится методом измерения абсолютного значения термо-ЭДС. Как известно, электронная плотность чувствительна к изменению дефектной структуры металла, – с ростом числа дефектов электронная плотность, и соответственно, значение термо-ЭДС, снижается [7].

Величина термоэдс пропорциональности разности температур  $\Delta T$  вдоль образца, т.е.

$$U = \alpha \times \Delta T; \Delta T = T_2 - T_1, \quad (1)$$

где  $T_1$  – температура холодного зонда;  $T_2$  – температура горячего зонда;  $\alpha$  – коэффициент термо-ЭДС.

Если  $\alpha$  в некотором интервале температур не изменяется, т.е. не зависит от температуры, то он совпадает с дифференциалом термо-ЭДС.

На рис.3. приведена зависимость коэффициента термо-ЭДС от исходной температуры обрабатываемых образцов ВК-8.

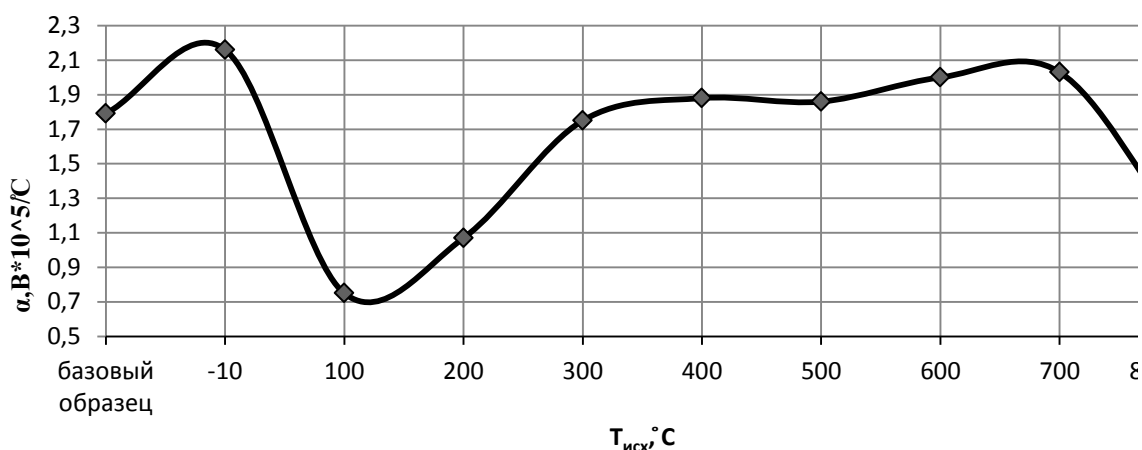


Рис. 3. Зависимость  $\alpha$  от исходной температуры твердого сплава марки ВК 8

Из зависимости 3 видно, что при исходной температуре от +400°C до 600°C наблюдается увеличение термо-ЭДС и микротвердости, что объясняется образованием большого количества вакансий. Одиночные вакансии встречаются при перемещении по кристаллу и объединяются в пары, образуя дивакансии, при этом уменьшается их суммарная поверхность, устойчивость спаренной вакансии возрастает, возможно образование тривакансий и целых цепочек. Также наблюдается увеличение микротвердости, так как образуются не только точечные дефекты, но и линейные, которые распространяются во всех плоскостях и направлениях, и мешают друг другу распространяться, а также создают вокруг себя поля упругих напряжений, которые влияют на прочностные и физические свойства [5]

Таким образом, на основании проведенных экспериментов, был установлен оптимальный температурный интервал, соответствующий максимальному упрочнению (+500 – +600) °C. При превышении данного температурного интервала происходит деформация и разрушение образца. Кроме того, необходимо продолжить исследования влияния исходной температуры при криогенной обработке на предел прочности при изгибе, деформацию, ударную вязкость и т. д. в столь же широком диапазоне температур, как и при исследовании микротвердости коэффициента термо-ЭДС.

#### Литература

1. Богомолова Н.А. Практическая металлография: Учебник для техн. училищ. - 2-е изд., испр. - М.: Высш. школа, 1982. - 272 с.
2. Лошак М.Г. Прочность и долговечность твердых сплавов. - Киев: Наукова Думка, 1989.
3. Креймер Г.С. Прочность твердых сплавов. - М.: Изд. «Металлургия», 1971.
4. Попов М.М. Термометрия и калориметрия. - М., 1954 г.
5. Рябчиков С.Я. Объемное упрочнение твердосплавного и алмазного породоразрушающего инструмента с целью повышения его эксплуатационных показателей: Автореферат. Дис. на соискание ученой степени д. т. н.: - Томск: Изд-во ТПУ, 2002. - 309 с.
6. Рябчиков С.Я., Мамонтов А.П., Власюк В.И. Повышение работоспособности породоразрушающего инструмента методами криогенной обработки и радиационного облучения. - М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2001.
7. Сикора Е.А., Реннер И.А. Применение метода термо-ЭДС для исследования наноструктурных защитных покрытий, полученных ультразвуковой обработкой и импульсным электронным пучком // Перспективы развития фундаментальных наук: труды VI Международной конференции студентов и молодых ученых, Томск, 2009. Томский – Т.1. – С. 225-227.

### СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ «СОВРЕМЕННЫЕ БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН»

К.А. Башаров, А.А. Морев, Е.Е. Карепина  
 Научный руководитель: ассистент А.А. Морев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

#### Введение

В современном мире техника интенсивно развивается. Миллионы людей ежедневно используют Всемирную сеть для получения полезной для себя информации, пользуясь мгновенным поиском. Несомненно, в этом развитии есть свои достоинства и недостатки.

Неотъемлемым плюсом является то, что в любой момент можно получить любую информацию. Например, для геологов, это может быть информация об интересующей их буровой установке, в частности, для геологоразведочного бурения. Кроме того, интернет-ресурсы просты и удобны в использовании: в отличие от бумажных аналогов, они имеют такие функции, как поиск по слову, увеличение/уменьшение шрифта и яркости, они не стареют и не рвутся, и самое главное – они легкодоступны.