РАЗДЕЛ VI. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Васильева М.И., Федоров М.В.

Исследование распределения элементов вольфрамокобальтовых образцов с ультрадисперсными добавками

*Институт физико-технических проблем севера им. В.П. Ларионова
(Россия, Якутск)*

doi: 10.18411/lj-30-09-2017-22

idsp: 000001:lj-30-09-2017-22

Аннотация

С помощью электронной микроскопии в работе исследованы опытные образцы вольфрамокобальтовых сплавов с ультрадисперсными добавками шпинели магния и карбида кремния. Изучены распределения химических элементов, анализированы изображения структуры материалов.

Более 80 лет существования твердосплавной промышленности ведутся значительные успехи в улучшении технологии и составов твердых сплавов, освоении методов изготовления изделий различной формы [1-4]. Одним из перспективных способов повышения износостойкости порошковых материалов инструментального назначения является использование в качестве модификаторов ультрадисперсных порошков из тугоплавких металлов, карбидов, оксидов, нитридов и др., обеспечивающее высокое сопротивление разрушению при трении материалов инструментального назначения [5].

Целью данной работы является исследование тонкой структуры опытных образцов из вольфрамокобальтовых сплавов в зависимости от процентного содержания ультрадисперсных модификаторов.

В качестве модификаторов твердосплавного материала буровых пластин были использованы ультрадисперсные порошки шпинели магния $MgAl_2O_4$ и карбида кремния SiC . Проведено варьирование процентного содержания ультрадисперсных модификаторов в составе твердосплавного материала: порошки шпинели $MgAl_2O_4$ в процентном массовом содержании - 0,1; 0,3; 0,5; 0,8 и 1,0 и карбида кремния - 0,1 и 0,2 [5].

Морфологию и распределение элементов опытных образцов исследовали с помощью сканирующей электронной микроскопии ТМ 3030 с энергодисперсионным рентгеновским спектрофотометром Quantax70, производства фирмы «НПАСН» с интегрированной системой для элементного анализа.

Микроструктура сплавов вольфрамокобальтовых сплавов в основном двухфазная, состоящая из кристаллов карбида вольфрама (WC) и участков цементирующей фазы (Co) (рис.1). Характерные размеры зерен WC составляют $\approx 1 - 3$ мкм, что указывает на мелкозернистую структуру [1].

Рис.1 Микроструктура модифицированного сверхтвёрдого сплава опытных образцов (увеличение $\times 5000$): 1 – 100% BK8; 2 – BK8+ 0,1 % $MgAl_2O_4$; 3 – BK8+0,3 % $MgAl_2O_4$; 4 – BK8+0,5 % $MgAl_2O_4$; 5 – BK8+0,8 % $MgAl_2O_4$; 6 – BK8+1,8 % $MgAl_2O_4$; 7 – BK8+0,1 % SiC; 8 – BK8+0,2 % SiC.

Микроструктура составов №0, №6 и №7 является однородной, а в составах №1-№5 с увеличением процентного содержания ультрадисперсных добавок наблюдается неравномерное распределение протравленных участков размером 5-10 мкм. Также в составах №4 и №5 выявлено более глубокое травление, чем в составах №1-№3.

Введение ультрадисперсных добавок влияет на микроструктуру твердосплавных материалов опытных образцов буровых пластин следующим образом: при введении 0,1% добавок шпинели магния в микроструктуре появляются отдельные неметаллические включения (рис.1, №1), микротвердость снижается до 7586-9006 МПа в сравнении с микротвердостью основного твердосплавного материала без модификаторов (10864 - 13364 МПа). Увеличение содержания ультрадисперсных добавок шпинели магния с 0,1% до 0,3% приводит к некоторому повышению микротвердости (9568 - 11613 МПа). Дальнейшее увеличение ультрадисперсных добавок ведет к росту содержания неметаллических включений в покрытии, расположенных по границам частиц, формирующих материал при спекании (рис.1, №3, №4, №5). Эти включения представляют собой конгломерат частиц ультрадисперсных добавок, сохраняющийся при спекании. При этом микротвердость твердосплавного материала опытных образцов буровых пластин снижается (8250 – 9568 МПа).

При изучении распределений элементов на поверхности образцов выявлено, что в образце без добавок наблюдается равномерное распределение трех основных элементов: W, Co и C, где преобладают элементы W и C. В образцах с добавкой шпинели магния экспериментально подтверждено, что добавление порошков шпинели магния и карбида кремния способствует уменьшению зернистости. Образцы с добавками шпинели магния характеризуются большим разбросом зернистости (~0,1-6 мкм), чем с добавкой карбида кремния (~1-3 мкм). При этом на поверхности образцов с добавками шпинели больше бороздок и вкраплений, чем на образцах с добавкой карбида кремния; в бороздках и вкраплениях образцов составов №2 - 4 обнаружен оксид алюминия.

Как установлено исследованиями, наиболее перспективным является использование ультрадисперсных добавок карбида кремния, разработанные составы имеют высокий уровень микротвердости (до 13364 МПа), наблюдается практическое

сохранение микроструктуры при повышении содержания ультрадисперсных добавок карбида кремния (рис.1, №6 и №7). Поскольку при повышении содержания ультрадисперсных добавок карбида кремния до 0,2% происходит некоторое снижение микротвердости до 10185 – 12891 МПа, наиболее перспективным является модифицирование карбидом кремния до концентраций 1%.

Таким образом, рассмотрены распределения химических элементов на поверхности всех исследуемых образцов. Выявлено, что в исходном образце наблюдается однородное распределение карбида вольфрама; в модифицированных материалах в зависимости от содержания ультрадисперсных добавок присутствуют вкрапления Al, O, Si, Mg. Установлено, что введение ультрадисперсных добавок приводит к уменьшению зернистости и колебаниям микротвердости, следовательно, к возможности управления микроструктурой твердосплавного материала опытных образцов буровых пластин.

1. Чапорова И. Н., Чернявский К. С, Структура спеченных твердых сплавов. -М.: Металлургия, 1975. – 247 с.
2. Третьяков В. И., Основы металловедения и технологии производства спеченных твердых сплавов. - М.: Металлургия, 1976. – 528 с.
3. Савицкий Е. М., Поварова К. Б., Макаров П. В. Металловедение вольфрама. М.: Металлургия, 1978. - 223 с.
4. Зеликман А. Н., Никитина Л. С., Вольфрам. -М.: Металлургия 1978. - 272 с.
5. Лебедев М.П., Винокуров Г.Г., Кычкин А.К., Васильева М.И., Махарова С.Н., Сивцева А.В., Федоров М.В., Довгаль О.В. Влияние ультрадисперсных добавок на микроструктуру и свойства вольфрамкобальтовых сплавов рабочих элементов буровой техники. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. №1-2. С. 427-431.

Киселев В.В., Хохолов Ю.А.

**Температурный режим поверхностного курганного могильника твердых отходов
в случае глобального потепления климата**

*Институт горного дела Севера им. Н.В.Черского СО РАН
(Россия, Якутск)*

doi: 10.18411/lj-30-09-2017-23

idsp: 000001:lj-30-09-2017-23

Аннотация

Представлен разработанный институтом способ захоронения твердых радиоактивных отходов с использованием технологий горного дела. Поверхностный курганный могильник представляет собой льдопородную конструкцию, сформированную из послойно уложенных, сцементированных льдом твердых радиоактивных отходов. Сделан прогноз температурного режима поверхностного курганного могильника твердых радиоактивных отходов в условиях глобального потепления климата.

Ключевые слова: Твердые радиоактивные отходы, поверхностный курганный могильник, температурный режим, глобальное потепление

Прогнозируемый рост среднегодовой температуры воздуха в северных регионах может привести, по оценке ряда специалистов, к постепенной деградации природных ландшафтов криолитозоны, исчезновению лиственных лесов, ледников и т.д. С началом растепления многолетнемерзлых грунтов произойдет снижение их прочностных свойств, и в случае непринятия превентивных мероприятий начнется массовое разрушение многих народнохозяйственных объектов Севера, построенных по принципу сохранения мерзлого состояния пород: фундаментов, плотин, дамб, дорог, взлетно-посадочных полос аэродромов, опор ЛЭП и т.д. В чрезвычайной ситуации могут оказаться могильники твердых радиоактивных отходов (ТРАО), которые планируется