

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Васильева Мария Ильинична*

канд. техн. наук, старший научный сотрудник

*Федоров Михаил Владимирович*

инженер 1 категории

ФГБУН Институт физико-технических проблем

Севера им. В.П. Ларионова СО РАН

г. Якутск, Республики Саха (Якутия)

### **ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ДОБАВОК НА ТВЕРДОСТЬ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗ ВОЛЬФРАМОКОБАЛЬТОВЫХ СПЛАВОВ**

*Аннотация:* в работе проведено изучение влияния ультрадисперсных добавок шпинели магния и карбида кремния на твердость опытных образцов из твердосплавных вольфрамокобальтовых сплавов. Авторами установлено, что для разработанных составов твердосплавного материала с ультрадисперсными добавками некоторые значения твердости выше твердости контрольного образца без ультрадисперсных добавок.

*Ключевые слова:* вольфрамокобальтовый сплав, ультрадисперсные добавки, твердость.

*Введение.* Для повышения износостойкости порошковых материалов инструментального назначения одним из наиболее перспективных способов является использование в качестве модификаторов промышленных порошков ультрадисперсных добавок (УДП) из тугоплавких металлов, карбидов, оксидов, нитридов и др. Результатом такого модифицирования является получение мелкозернистой структуры, которая обеспечивает высокую износостойкость материалов инструментального назначения. В работе [2, с. 291–295] разработаны износостойкие порошковые составы, по которым были изготовлены опытные образцы износостойких буровых пластин из модифицированных сверхтвердых сплавов.

Важной механической характеристикой вольфрамокобальтовых сплавов является твердость, поскольку в основном ею определяется износостойкость рабочего элемента [1, с. 224; 3, с. 368].

Целью данной работы является сравнение значений твердости опытных образцов с ультрадисперсными добавками шпинели магния и карбида кремния для выявления эффективности модифицирования данными модификаторами.

*Материалы и методика экспериментальных исследований.*

Материал исследования – модифицированные твердосплавные материалы опытных образцов буровых пластин. В качестве модификаторов твердосплавного материала ВК8 выбраны ультрадисперсные порошки шпинели магния ( $MgAl_2O_4$ ) от 0,1–1,0%, и карбида кремния ( $SiC$ ) 0,1 и 0,2 % массового содержания. Измерение твердости по Роквеллу (ГОСТ 20017) осуществлено на приборе модели 2140TP с алмазным коническим наконечником.

*Твердость опытных буровых пластин.*

На рис. 1 приведена зависимость твердости по Роквеллу опытных образцов буровых пластин от содержания ультрадисперсных модификаторов. Как видно из графиков, с ростом количества ультрадисперсных добавок шпинели магния твердость по Роквеллу опытных образцов буровых пластин меняется немонотонно, наблюдается разброс твердости в интервале 85–89 HRC.

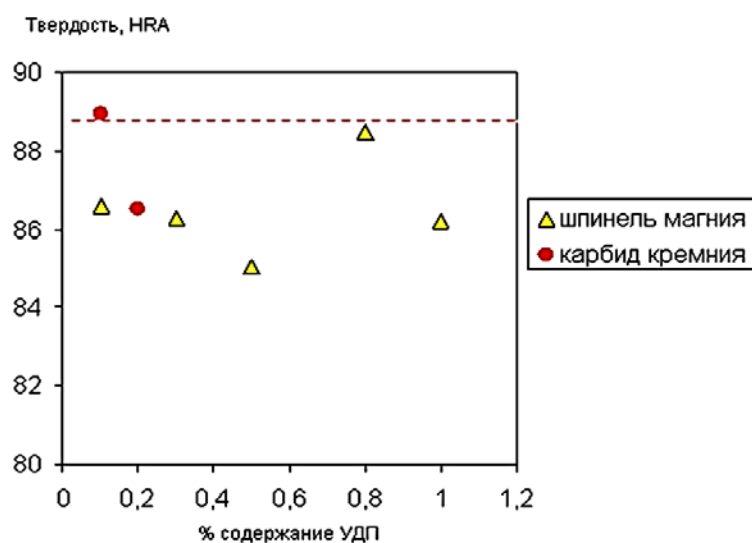


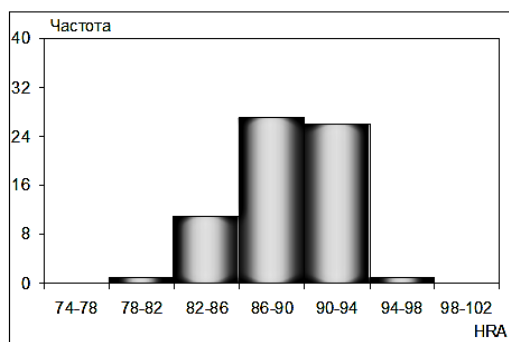
Рис. 1. Зависимость твердости по Роквеллу опытных образцов буровых пластин от содержания ультрадисперсных модификаторов

Увеличение содержания карбида кремния приводит к снижению твердости по Роквеллу. Твердость материала разработанного состава с 0,1% карбида кремния выше чем, твердость исходного материала без модификаторов. Твердости исходного материала также сопоставима твердость образца с 0,8% содержанием шпинели магния.

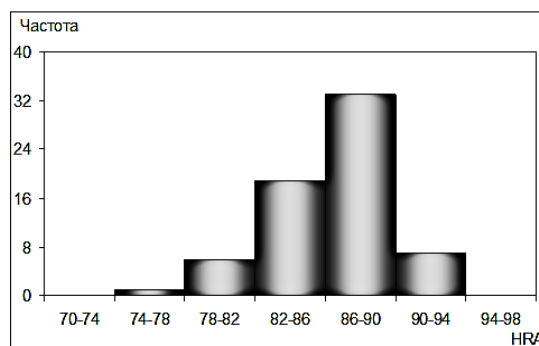
Распределение твердости характеризует однородность структуры материала по объему опытных образцов буровых пластин. Исследованием зависимости стандартного отклонения твердости по Роквеллу от содержания ультрадисперсных модификаторов выявлено, что с ростом количества ультрадисперсных добавок шпинели магния стандартное отклонение практически не изменяется, наблюдается разброс в интервале 2,5–3,5 HRA.

С ростом содержания карбида кремния происходит резкое повышение стандартного отклонения твердости по Роквеллу, структура и свойства материала становятся неоднородными по объему опытных образцов буровых пластин. Установлено, что материалы с содержанием 0,1% карбида кремния и 0,5% шпинели магния обладают более однородной структурой по сравнению с исходным материалом.

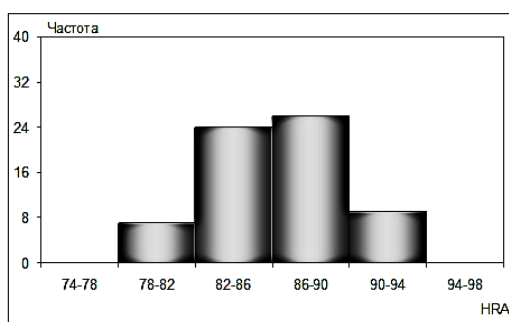
Для подробного исследования неоднородности твердости были построены гистограммы его распределения опытных образцов разработанных составов (рис. 2).



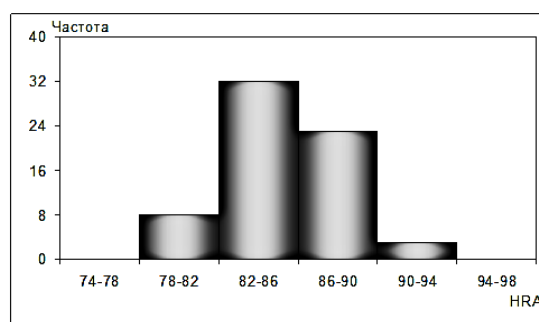
а)



б)



в)



г)

Рис. 2. Гистограммы твердости по Роквеллу твердосплавного материала опытных образцов буровой техники: а) без УДП модификаторов, исходный образец; б) 0,1%  $MgAl_2O_4$ ; в) 0,3%  $MgAl_2O_4$ ; г) 0,5%  $MgAl_2O_4$

Разработанные материалы всех составов с ультрадисперсными добавками имеют одномодальные распределения твердости в интервалах: 78–94 HRA для составов с 0,3, 0,5 и 1,0% содержанием шпинели магния; 74–94 HRA для состава с 0,1% содержания шпинели магния. В материале без ультрадисперсных добавок наблюдаются небольшие участки с более высокими значениями твердости, распределение – в интервале 78–98 HRA и является также одномодальным.

Выводы. 1. Проведены измерения твердости опытных образцов рабочего элемента буровой техники. С ростом количества ультрадисперсных добавок шпинели магния твердость по Роквеллу опытных образцов буровых пластин меняется немонотонно, наблюдается разброс твердости в интервале 85–89 HRC. С увеличением количества содержания карбида кремния происходит снижение твердости по Роквеллу. Твердость материала разработанного состава с 0,1% карбида кремния выше чем, твердость исходного материала, твердость материала

разработанного состава с 0,8% шпинели магния сопоставима с твердостью исходного материала.

2. Увеличение процентного содержания ультрадисперсных добавок шпинели магния не приводит к значительным изменениям стандартного отклонения твердости по Роквеллу: разброс в интервале 2,5–3,5 HRA. В случае увеличения добавки карбида кремния наблюдается резкое повышение стандартного отклонения твердости, структура и свойства материала становятся неоднородными по объему опытных образцов из вольфрамокобальтовых сплавов.

### *Список литературы*

1. Виноградов В.Н. Абразивное изнашивание. – М.: Машиностроение, 1990. – 224 с.
2. Лебедев М.П. Подготовка модифицированных порошковых материалов для получения рабочих элементов буровой техники // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – №5 (2). – Т. 11. – С. 291–295.
3. Самойлов В.С. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент: Справочник. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.