

УДК 621. 921. 34

Н. И. Заика, В. М. Гомеляко, инженеры

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

### **ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТВЕРДОСТИ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ И СВЕРХТВЕРДЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Dependences of hard alloys' and superhard composites' hardness vs temperature has been investigated. For all tested materials hardness decreases with the temperature increase.*

Твердые сплавы и сверхтвердые композиционные материалы работают в основном в условиях эксплуатации при высоких термических нагрузках. Оценка твердости при высоких температурах твердых сплавов и сверхтвердых композиционных материалов позволяет установить интервалы рабочих температур для этих материалов, а также их качество.

В Институте сверхтвердых материалов НАН Украины разработана и изготовлена специальная установка для измерения микротвердости алмазов и других сверхтвердых материалов при высоких температурах [1]. Установка (рис.1) состоит из рабочей камеры, вакуумной системы, системы водяного охлаждения, электросиловой и измерительной системы.

В рабочей камере размещены нагревательное устройство с охлаждаемой рубашкой, узел перемещения образца с приводом и рычажное устройство с индентором, грузом и контактным устройством. Рычажное устройство, установленное на агатовые опоры, обеспечивает микро-вдавливание индентора в исследуемый образец при заданной нагрузке с точностью  $\pm 1\%$ .



*Рис. 1. Установка для измерения микротвердости алмазов и других сверхтвердых материалов при высоких температурах.*

Нагрев образца и индентора – радиационный; управление нагревателем проводится в ручном режиме, что обуславливает разную скорость нагрева, а в некоторых случаях инерционность мешает зафиксировать заданную температуру. Это негативно влияет на условия проведения испытаний и соответственно на их результаты. Поэтому авторами проведена работа по модернизации установки путем замены ручного управления блоком нагревателя на блок программного регулятора температуры РТП-3М, обеспечивающего диапазон регулируемых температур 100–1600 °С с точностью регулирования  $\pm 0,5$  °С, предназначенного

для работы с термопарами любого типа и адаптированного к работе с имеющимся нагревателем. Измерение температуры образцов проводили с помощью вольфрам-рениевой термопары ВР-5/20. Это позволило с заданной скоростью осуществлять нагрев образца, точно устанавливать его температуру и необходимую выдержку.

Для оценки результатов работы модернизированного прибора проводили оценку микротвердости различных материалов, применяя индентор Виккерса. Давление в камере контролировалось прибором ВИТ-2 и составляло  $2,6 \cdot 10^{-3}$  Па. При каждой фиксированной температуре образца, начиная с комнатной и выше (200, 400, 600, 800, 1000 °С), наносилось по 3 отпечатка индентором с нагрузкой 2 Н. Период выдержки под нагрузкой отсчитывался реле времени и составлял 30 с. Диагональ отпечатков, полученных на образцах, измеряли на оптическом микроскопе «Neofot» и рассчитывали твердость. Среднеквадратичная ошибка полученных значений микротвердости на различных материалах составляла  $\pm 15\%$ .

Результаты экспериментов приведены на рис. 2. Анализируя твердость твердых сплавов, следует отметить, что она существенно снижается в зависимости от их состава при комнатной температуре и монотонно уменьшается при повышении температуры: от 8,5–13,6 ГПа при комнатной температуре до 1,6–3,9 ГПа при 1000 °С. При повышенных температурах ВК6 и ВК8 практически имеют одинаковые значения твердости, а ВК20КС значительно меньшую во всем диапазоне изучаемых температур. Твердость карбида кремния мало изменяется до 800 °С и только дальнейшее повышение температуры приводит к резкому снижению твердости до 10,6 ГПа при 1000 °С.

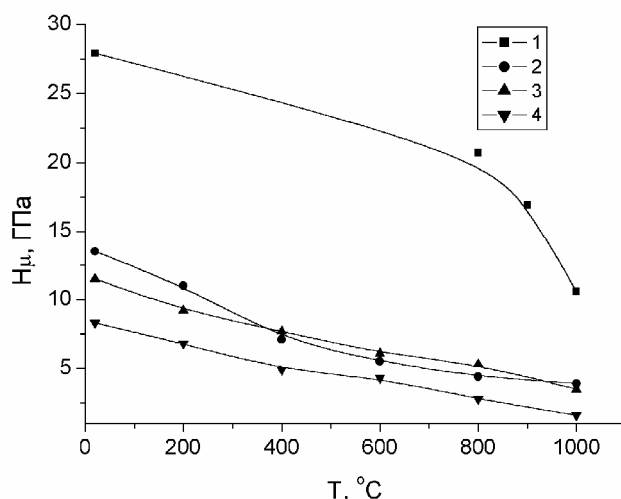


Рис. 2. Зависимость микротвердости твердых сплавов и сверхтвердых материалов от температуры, измеренная индентором Виккерса:

1 – монокристалл SiC,  $P=2$  Н; 2 – твердый сплав ВК6,  $P=2$  Н; 3 – твердый сплав ВК8,  $P=2$  Н; 4 – твердый сплав ВК20КС,  $P=2$  Н.

Полученные данные о твердости при высоких температурах исследованных материалов свидетельствуют, в первую очередь, об эффективной работе установки при проведении описанных выше испытаний. С другой стороны, точность и стабильность, установленные в процессе измерений, позволяют пользоваться приведенными данными как справочными.

### Литература

1. Бакуль В. Н., Евдокименко В. В., Литвинова Л. И., Лошак М. Г. И др. Установка для измерения микротвердости алмаза при высоких температурах // Синтетические алмазы. – 1978. – № 1. – С. 20 – 21.

Поступила 29.05.2006 г.