



Влияние добавок Al и C на фазовый состав, микроструктуру и свойства твердого сплава на основе нанокристаллического WC

Батенькова А. С., Курлов А. С.

batenkova@ihim.uran.ru

Институт химии твердого тела УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

WC является основным компонентом наиболее распространенных твердых сплавов, которые широко применяются как инструментальные материалы в металлообработке, горнодобывающей и нефтегазовой промышленности.

Переход от микро- к наноструктуре позволяет миниатюризировать инструмент, а также повысить точность и качество обработки. Однако с уменьшением размера частиц увеличивается поверхность, которая легко загрязняется кислородом воздуха. Значительное содержание сорбированного кислорода в нанопорошке WC приводит к потере углерода в виде оксидов CO или CO₂ в процессе спекания WC, из-за чего формируются охрупчивающие η-фазы, образуется неоднородная микроструктура, появляются поры. Ранее было установлено, что можно частично предотвратить потерю углерода, связав примесный кислород с помощью добавки Al в твердый тугоплавкий оксид Al₂O₃, либо скомпенсировать эту потерю введением дополнительного углерода (сажи).

Цель:

Получение из нанокристаллического порошка WC твердого сплава заданного состава WC-Co (не содержащего η-фаз).

Два подхода, результаты которых сравнивались в данной работе:

- 1) добавление избыточного углерода для компенсации потерь в результате обезуглероживания;
- 2) добавление Al для связывания примесного кислорода в Al₂O₃ до взаимодействия его с углеродом WC.

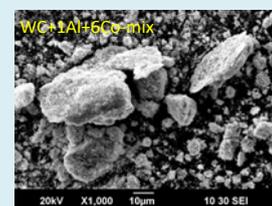
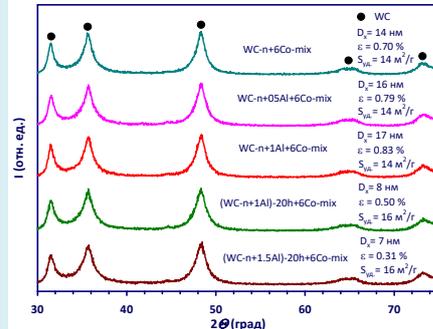
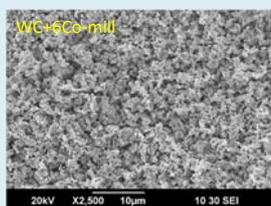
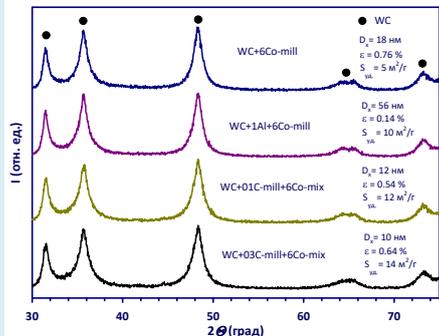
Методики:

- высокоэнергетический размол в планетарной шаровой мельнице;
- приготовление порошковых смесей в планетарной шаровой мельнице;
- рентгеновская дифракция для исследования кристаллической структуры и фазового состава порошков и спеченных образцов, а также среднего размера ОКР рентгеновских лучей и величины микродеформаций для каждой фазы в нанопорошках;
- адсорбционный метод Брунауэра-Эммета-Теллера (БЭТ) для определения удельной поверхности порошков и оценки их среднего размера частиц;
- сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) для визуализации микроструктуры и морфологии частиц порошков и зерен спеченных из них образцов, определения их размера и химического состава;
- гелиевая пикнометрия для определения плотности порошковых смесей и образцов твердых сплавов;
- метод Виккерса для измерения микротвердости спеченных образцов.

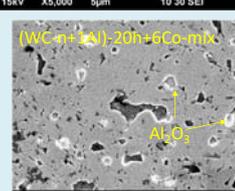
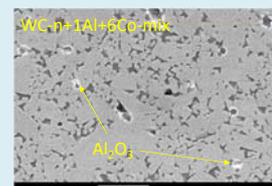
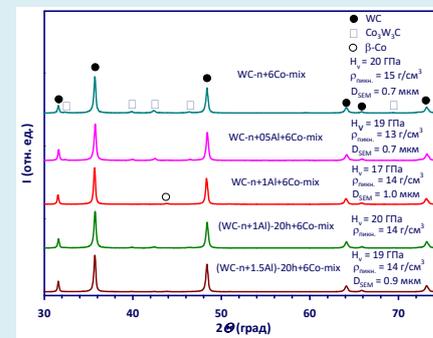
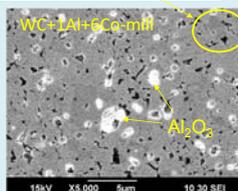
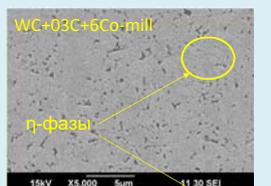
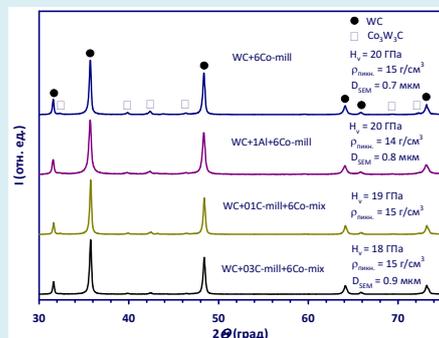
Порошковые смеси, полученные совместным размолотом исходных микрокристаллических порошков

Порошковые смеси, полученные смешиванием микрокристаллических Al и Co с размолотым WC

До спекания



После спекания



Выводы:

1. Оба подхода позволяют решить проблему обезуглероживания.
2. Неоднородное распределение Al(избыток) и с приводят к неоднородной структуре твердого сплава. Избыточное содержание Al способствует укрупнению карбидных зерен.
3. Совместный размол и длительное перемешивание приводит к окислению большей части Al и, как следствие, меньшему связыванию им примесного кислорода при спекании.
4. Подобран оптимальный способ приготовления порошковой смеси введения Al в порошковую смесь для получения твердого сплава с желаемым фазовым составом (образец WC-n+1Al+Co-mix), однако при этом уменьшается значение микротвердости.