

ПЕРСПЕКТИВЫ ДИФфуЗИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

С. Г. Иванов, А. М. Гурьев, Т. Г. Иванова, А. А. Левченко, В. А. Быков
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Металлокерамические материалы на сегодняшний день являются одними из самых востребованных материалов благодаря своим высоким механическим и эксплуатационным характеристикам. Однако, в связи с постоянно растущими требованиями, даже они не всегда справляются условиями работы: так, например стойкость твердосплавного сопла для установки гидроабразивной резки составляет в среднем от 40 до 60 часов при стоимости одного сопла от 200 до 500 долларов США. Средняя потребность одной установки – порядка 20 сопел в месяц. Стойкость сопла из корунда составляет около 4 – 8 минут при давлении воды 25 атм. и расходе абразива 10 г/мин. Стойкость алмазосодержащих композиционных материалов при стоимости, начинающейся от 700 долларов США составляет 80 – 140 часов. Таким образом, задача повышения износостойкости металлокерамических материалов является актуальной, так как повышение ресурса работы твердосплавного сопла хотя бы на 15 – 20 %, по предварительным расчетам, способно дать экономический эффект на одной установке около 250 тыс. рублей в год.

В данной работе исследована возможность повышения износостойкости твердых сплавов на примере ВК8 методами химико-термической обработки (ХТО) путем комплексного диффузионного насыщения бором и титаном – боротитанирования.

Для исследования взят твердый сплав ВК8 как один из наиболее распространенных представителей данного класса материалов. Процесс упрочнения вели из насыщающей обмазки на основе карбида бора, содержащей активированные атомы бора и титана согласно рекомендациям [1 – 10]. Температура насыщения составила 1150 °С, время насыщения – 2,5 ч. Обработку осуществляли в камерной печи типа СНОЛ, оснащенной ПИД-контроллером «Термодат 16Е-3». После насыщения образцы извлекали из печи, остужали на воздухе, после чего очищали от обмазки, промывали в мыльной воде.

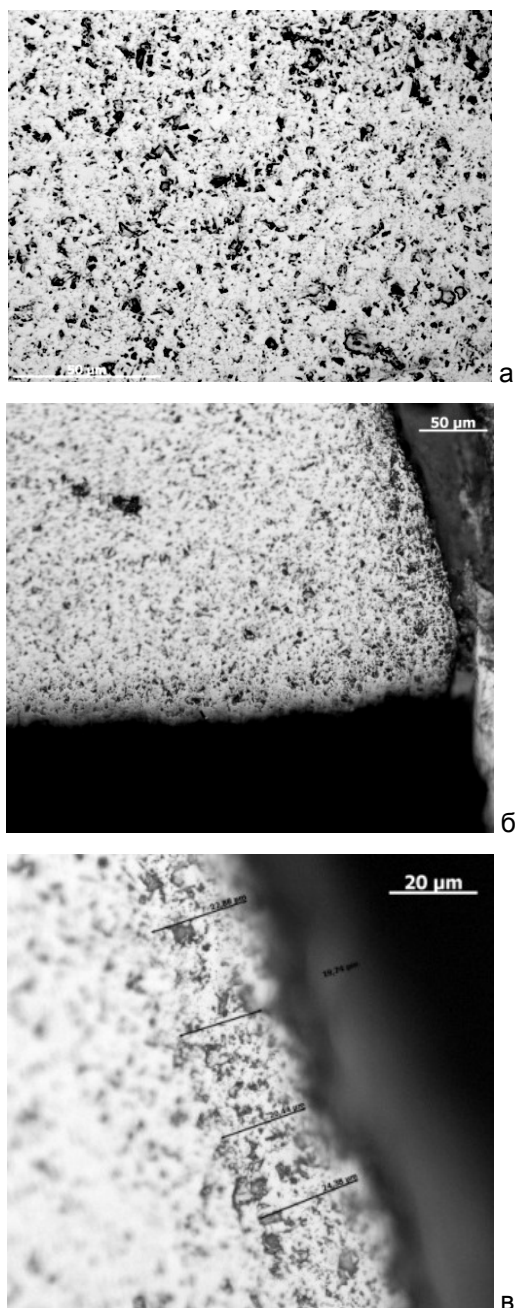


Рисунок 1 – Микроструктура металлокерамического материала ВК8: а – исходная структура, б, в – структура упрочненного слоя

Резку образцов для металлографических исследований осуществляли абразивными кругами на основе кубического нитрида бора на прецизионном отрезном станке «MicroCut – 201», после чего запрессовывали в фенольную смолу на автоматическом прессе «MetaPress». Механическую шлифовку производили на автоматическом полировальном станке «DigiPrep», после чего осуществляли электролитическую полировку и травление. Полученные микроструктуры рассматривали на оптическом микроскопе «Carl Zeiss AxioObserver Z1m» при увеличениях $\times 200$ и $\times 500$ с фиксацией встроенной цифровой камерой AxioCAM. Полученные изображения микроструктур представлены на рисунке 1. Также измеряли микротвердость упрочненного и исходного образцов на полуавтоматическом микротвердомере МН-6 при

нагрузке 2Н, результаты измерений в виде графика представлены на рисунке 2.

Как видно из представленных изображений микроструктур, исходная структура ВК8 представляет собой зерна карбида вольфрама неправильной формы, скрепленных между собой кобальтовой связкой. Размер зерен карбида вольфрама колеблется от 15 до 2 мкм. После процесса ХТО размер зерен карбида вольфрама возрастает до 3,5 – 18 мкм. На поверхности материала образуется диффузионный слой, предположительно состоящий из боридов и карбоборидов вольфрама и титана сложного состава. Диффузионный слой на твердом сплаве не имеет игольчатой структуры, в отличие от сталей, однако, имеет слегка размытую, но все же четко различимую границу на глубине порядка 19 – 23 мкм от поверхности.

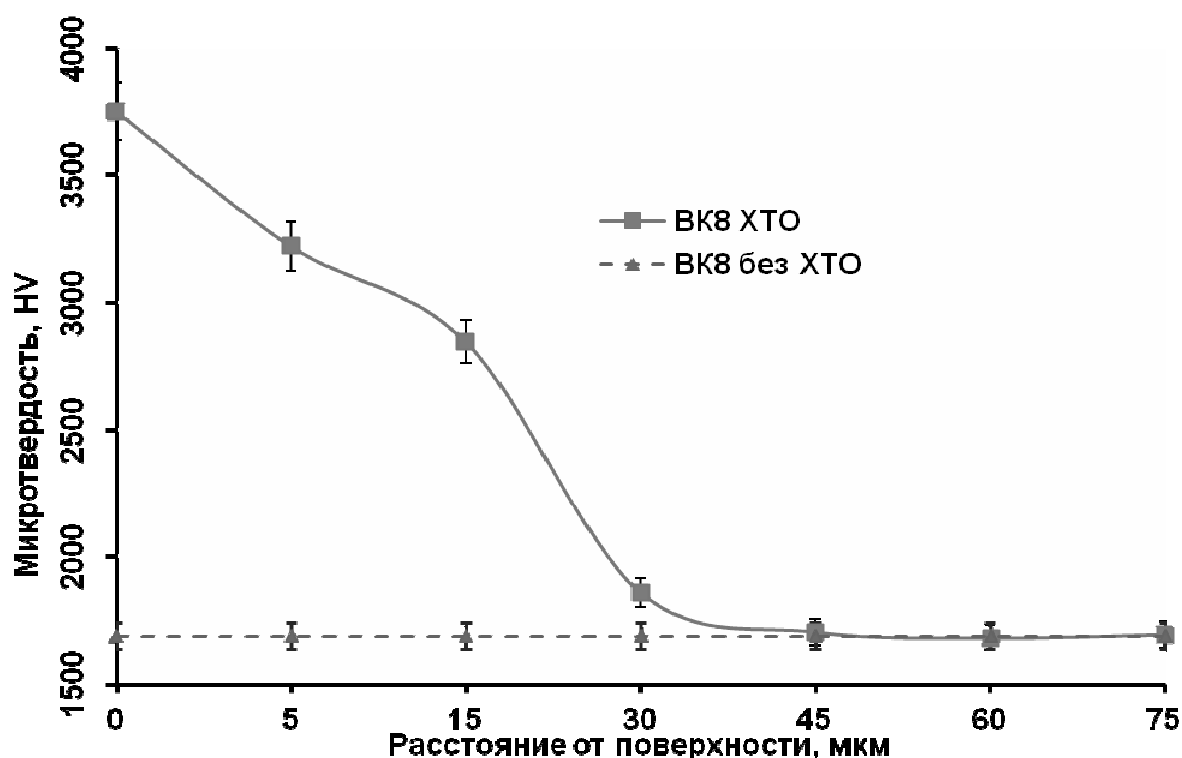


Рисунок 2 – Распределение микротвердости по сечению образцов из ВК8

Согласно приведенному на рисунке 2 графику распределения микротвердости, в результате боротитанирования на поверхности твердого сплава ВК8 образовался диффузионный слой с микротвердостью 3500 – 3700 HV, что приблизительно в 1,9 раза превышает микротвердость неупрочненного твердого сплава. При этом, толщина упрочненного слоя достигает 30 мкм.

Список литературы:

1. Гурьев, А. М. Физические основы химико-термоциклической обработки сталей / А.М. Гурьев, Б.Д. Лыгденов, Н.А. Попова, Э.В. Козлов. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2008. – 250 с.
2. Гурьев, А. М. Структурно-фазовые состояния перспективных металлических материалов / А.М. Гурьев, О.А. Власова, С.Г. Иванов и др. под редакцией В.Е. Громова. –

Новокузнецк: Изд-во НПК, 2009. – 613 с.

3. Гурьев, А. М. Диффузионные покрытия сталей и сплавов / А.М. Гурьев, С.Г. Иванов, И.А. Гармаева. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013. – 221с.

4. Пат. 2345175 Российская Федерация, МПК Способ упрочнения деталей из конструкционных и инструментальных сталей / А. М. Гурьев, С. Г. Иванов, Б. Д. Лыгденов, С. А. Земляков, О. А. Власова, Е. А. Кошелева, М. А. Гурьев. – № 2007112368/02; заявл. 03.04.07; опубл. 27.01.09, Бюл. № 3.

5. Пат. №2381299 Российская Федерация. Способ упрочнения стальных деталей / А. М. Гурьев, С.Г. Иванов, О. А. Власова, Е. А. Кошелева, М. А. Гурьев, Б.Д. Лыгденов. –№2008118705/02; заявл. 12.05.08; опубл. 10.02.10, Бюл. №4.

6. Иванов С. Г., Гармаева И. А., Гурьев А. М. Особенности диффузии атомов бора и хрома при двухкомпонентном насыщении поверхности стали Ст3. // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2012. Т. 9. № 1. С. 86-88.

7. Гурьев А. М., Козлов Э. В., Игнатенко Л. Н., Попова Н. А. Особенности формирования диффузионного слоя при термоциклическом борировании углеродистой стали // В книге: эволюция дефектных структур в конденсированных средах Старостенков М.Д. сборник тезисов докладов 5-ой Международной школы-семинара (24-28 июня 2000 г., Барнаул). Барнаул, 2000. С. 149-150.

8. Кошелева Е. А., Гурьев А. М. Оптимизация химического состава насыщающих смесей при диффузионном борировании инструментальных сталей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2009. № 5. С. 76-77.

9. Гурьев А. М. Новые материалы и технологии для литых штампов // Барнаул, 2000. – 216 с.

10. Кошелева Е. А., Гурьев А. М. Оптимизация химического состава насыщающих смесей при диффузионном борировании инструментальных сталей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2009. № 5. С. 76-77.