

ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЕ ПОКРЫТИЕ НА КАРБИДОВОЛЬФРАМОВОМ ТВЁРДОСПЛАВНОМ ИЗДЕЛИИ

© 2009 Т.Н. Осколкова

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк

Поступила в редакцию 13.11.2009

В статье описан способ нанесения покрытия на карбидовольфрамовый твёрдый сплав методом электровзрывного легирования и полученные свойства этого покрытия.

Ключевые слова: *твёрдый сплав, покрытие, подложка, наноиндентирование, микрогеометрия*

Карбидовольфрамовые твёрдые сплавы благодаря своим физико-механическим свойствам продолжают оставаться одним из основных материалов при производстве бурового и горно-режущего инструмента. На основе существующего представления о механизме разрушения горных пород при ударно-поворотном бурении [1, 2] во время этого процесса происходит не только силовое взаимодействие твердосплавной вставки с породой, но и её износ. Механизм износа существенно отличается от известных, применяемых к парам трения [3, 4]. В период дробления породы и образования в дальнейшем спрессованного ядра под рабочей поверхностью твёрдосплавной вставки разрушаются кристаллы породы, острые кромки которых изнашивают твёрдый сплав. Дополнительный износ вставок происходит после разгрузки сжатой системы «ударник – штанга – коронка – порода», когда порода в результате «отдачи» инструмента отходит от забоя на величину, регулируемую усилием подачи. В этот момент совершается поворот коронки вокруг своей оси и смещение твёрдосплавных вставок по окружности. Если образовавшийся зазор между вставками и породой мал, вставки трутся о выступы и неровности на забое. Износ бурового инструмента существенно зависит от абразивных свойств породы и твёрдости сплава. Таким образом, одной из причин образования дефектов, возникающих в рабочем слое вставки из твёрдого сплава, является абразивный износ поверхности, контактирующей с породой.

Одним из основных резервов повышения эффективности буровых работ является увеличение показателей эксплуатационной стойкости бурового инструмента. В настоящее

время разрабатываются направления повышения долговечности бурового и горно-режущего инструмента, среди которых в большинстве случаев для уменьшения коэффициента трения, увеличения трещиностойкости на твёрдосплавных пластинах используют покрытия [5, 6]. Применение таких покрытий создаёт целый ряд преимуществ по сравнению с твёрдым сплавом без них: повышение срока службы и производительности инструмента; уменьшение потребности в дорогих материалах W, Co. Стоимость пластин из твёрдого сплава с покрытием возрастает по сравнению с обычными на 15÷20%, в то время как стойкость инструмента повышается в 2-9 раз. В нашей стране, а также за рубежом в настоящее время ведутся исследования по созданию таких износостойких покрытий, в частности, в США около 35% твёрдосплавного инструмента выпускается с покрытиями.

Применение разработанных до настоящего времени разнообразных технологий нанесения покрытий на твёрдые сплавы, а также модифицирования поверхности, кардинально изменяющих её свойства, эффективно решает задачу повышения срока службы металлопродукции, оснащённой этим сплавом, во многих областях её использования. Многообразие вариантов поверхностной обработки, расширяющей диапазон рабочих характеристик твёрдого сплава, позволяет выбирать оптимальные схемы упрочнения для конкретных условий эксплуатации, поэтому разработка и изучение новых способов поверхностного воздействия, в том числе нанесения покрытий, продолжает оставаться одним из приоритетных направлений развития, вызывающих теоретический и практический интерес.

Помимо нанесения покрытий на твёрдосплавный инструмент известны и другие способы повышения его износостойкости. К ним относятся метод изготовления «многослойного»

Осколкова Татьяна Николаевна, кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой металловедения и термической обработки металлов. E-mail: oskolkova@kuz.ru

инструмента из твёрдых сплавов [7]. В Институте сверхтвёрдых материалов НАН Украины разработан способ получения сплавов с переменным содержанием кобальта по высоте пластин для горнобурового инструмента методом пропитки спечённого твёрдого сплава. Благодаря этому представляется возможным по высоте образца 8 см изменять состав сплавов от ВК 20 до ВК 2, вследствие чего рабочая часть пластин имеет износостойкость, равноценную сплаву ВК 2, а основа способна выдерживать значительные напряжения изгиба. Однако известный способ имеет следующие недостатки: такой способ получения многослойного твёрдого сплава с градиентной структурой достаточно сложный, энергоёмкий и длительный по времени, требует наличия сложного оборудования. Получение таким способом многослойного твёрдого сплава возможно только на ровной поверхности, не всегда достигается прочность сцепления нанесённого слоя покрытия с высококобальтовой подложкой [7].

Целью настоящей работы явилось получение покрытия с более низким содержанием кобальта на высококобальтовой матрице твёрдого сплава.

Реализация данной задачи производилась, используя простое, низкоэнергоёмкое оборудование малых габаритов в виде портативной установки UR-121, при этом появляется возможность на различных участках обрабатываемой поверхности производить сложные микрометаллургические процессы, несмотря на простоту ведения этого процесса, а также получать чрезвычайно высокую прочность сцепления нанесённого слоя покрытия с обрабатываемой поверхностью без коробления обрабатываемой детали. В этом случае менее прочная сердцевина выдерживает ударные нагрузки, а более твёрдая режущая кромка обладает повышенной износостойкостью, что обеспечит эксплуатационную стойкость твёрдого сплава. Покрытие наносилось способом электроэрозионного упрочнения легированием (ЭЭУЛ) на поверхность пластины твёрдого сплава ВК10КС. Сущность процесса ЭЭУЛ состоит в том, что при искровом разряде происходит эрозия электрода и перенос легирующих элементов на деталь-пластину из твёрдого сплава и последующее диффузионное рассасывание этих элементов в слое. В качестве электрода использовался твёрдый сплав ВК6-ОМ.

Предлагаемый способ получения покрытия на твёрдом сплаве реализован следующим образом: поверхность пластины твёрдого сплава перед процессом ЭЭУЛ

обрабатывается до полного удаления следов масла и жира. Перед ЭЭУЛ на обрабатываемую поверхность твёрдого сплава наносится слой, состоящий из графита (для избежания образования поверхностного обезуглероживания и, как следствие, образование недопустимой ГОСТ 4411-79 охрупчивающей η_1 -фазы – двойного карбида вольфрама и кобальта $\text{Co}_3\text{W}_3\text{C}$). После этого с помощью установки UR-121, предназначенной для ЭЭУЛ, наносился на твёрдый сплав ВК10КС слой ВК6-ОМ с применением режимов установки: режим 1 «Turbo» (чистовая обработка) (рис. 1, а); режим 2 «Норма 3» + «Turbo» (черновая + чистовая обработка) (рис. 1, б). В результате получался упрочнённый слой с градиентной прочностью толщиной 20–40 мкм.

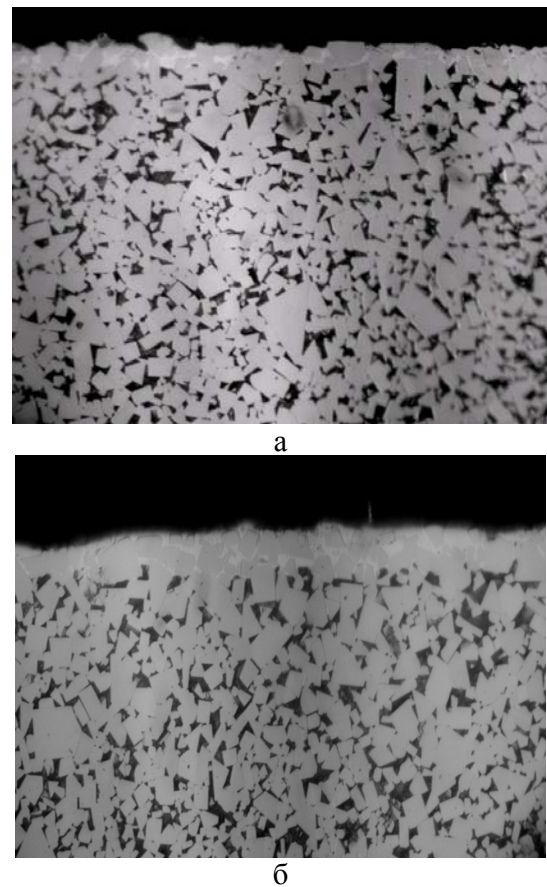
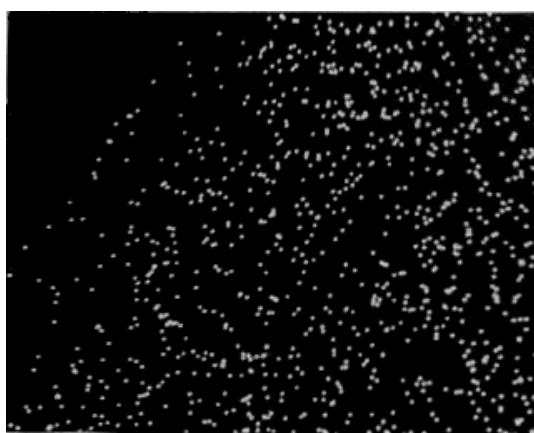


Рис. 1. Микроструктура сплава ВК10КС после ЭЭУЛ с покрытием ВК6-ОМ, х 500.
а – режим 1; б – режим 2

На высококобальтовый сплав ВК10КС возможно нанесение одного слоя ВК6-ОМ, либо нескольких слоёв из ВК6-ОМ и ВК3, ВК2 в зависимости от крепости обрабатываемых горных пород буровыми коронками. Между слоями рекомендуется наносить графитовый слой для устранения обезуглероживания, поскольку без использования графита рентгеноструктурным анализом фиксируется наличие η_1 -фазы.

Результаты растровой электронной микроскопии подтверждают наличие градиентной структуры на сплаве ВК10КС: повышенное содержание вольфрама на поверхности и пониженное – кобальта (рис. 2).



а



б

Рис. 2. Изображение микроструктуры сплава ВК10КС после ЭЭУЛ по режиму 2 в характеристических рентгеновских излучениях, $\times 1000$.

а – в излучении кобальта; б – в излучении вольфрама

Поскольку покрытие электроэрозионным способом рекомендуется наносить уже на готовое изделие (буровую коронку или комбайновый резец), оснащённое твёрдым сплавом с чистотой обработки поверхности $R_a=2,5$ мкм, немаловажным фактором является изучение микрогеометрии после упрочнения ВК10КС ЭЭУЛ. Профилометрия осуществлялась на установке “Micro Measure 3D station”, результаты которой представлены в таблице.

Таблица. Результаты микрогеометрии поверхности покрытий

Обработка	Значение шероховатости R_a , мкм
ЭЭУЛ по режиму 1	1,92
ЭЭУЛ по режиму 2	2,15

Из таблицы видно, что упрочнение поверхности твёрдого сплава ВК10КС способом ЭЭУЛ не ухудшает микрогеометрию поверхности. Результатом наноиндентирования твёрдого сплава после ЭЭУЛ на приборе “Nano Hardness Tester” фирмы CSEM является повышение поверхностной твёрдости до значений $H_{\mu}=30389$ МПа и, как следствие, эксплуатационной стойкости бурового инструмента. Использование предлагаемого способа получения покрытия обеспечивает по сравнению с существующими способами следующие преимущества: возможность на различных участках обрабатываемой поверхности производить сложные микрометаллургические процессы; чрезвычайно высокая прочность сцепления нанесённого слоя покрытия с обрабатываемой поверхностью; простота ведения процесса; отсутствие коробления обрабатываемой детали; малые габариты и низкая энергоёмкость оборудования.

Выводы: градиентная твёрдосплавная пластина состоит из вязкой сердцевины, которая служит демпфером и хорошо гасит ударные нагрузки, но может не обладать высокой износостойкостью, а поверхностный слой обладает повышенной износостойкостью по сравнению с вязкой сердцевиной. Следовательно, создание твёрдых сплавов с градиентной структурой следует рассматривать как новый этап совершенствования твёрдых сплавов для бурового и горно-режущего инструмента.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России 2009 – 2013г.г., государственный контракт П-332.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Линенко-Мельников, Ю.П.* К вопросу о механизме разрушения горных пород в шпуре применительно к штырьевым коронкам // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения. – К.: ИСМ им В.Н. Бакуля, ИПЦ Алкон НАНУ. – 2003. – С.273-279.
2. *Лисовский, А.Ф.* Образование дефектов в твёрдосплавной вставке буровой коронки / *А.Ф. Лисовский, Ю.П. Линенко-Мельников* // Сверхтвёрдые материалы. – 2004. - № 3. – С. 84-90.
3. *Хрущёв, М.М.* Абразивное изнашивание / *М.М. Хрущёв, М.А. Бабичев.* – М.: Наука, 1970. – 251 с.
4. *Лаврентьев, А.И.* О связи абразивной износостойкости материалов с их физико-механическими свойствами // Трение и износ. – 1980. - № 5. – С. 878-883.

5. *Хижняк, В.Г.* Строение и некоторые свойства диффузионных покрытий титана, ванадия, хрома и бора на твёрдых сплавах // Научные вести национ. техн. ун-т Украины «Киевский политехнический институт». – 2002. - №1. – С. 74-79.
6. *Андрюшин, С.Г.* Механические характеристики адгезионных соединений буферных тонкоплёночных покрытий с твёрдосплавными подложками / *С.Г. Андрюшин, А.В. Касаткин, В.М. Кучумова, В.И. Савенко* // Материаловедение. – 2003. - № 6. – С. 43-51.
7. *Панов, В.С.* Технология и свойства спечённых твёрдых сплавов и изделий из них / *В.С. Панов, А.М. Чувиллин, В.А. Фальковский*. – М.: МИСиС, 2004. – 464 с.

ELECTROEROSIVE COVERING ON WC-HARD ALLOY PRODUCT

© 2009 T.N. Oskolkova

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk

In article the way of coating the covering on WC hard alloy by a method of electroexplosive alloying and received properties of this covering is described.

Key words: *hard alloy, covering, substrate, nanodimpling, microgeometry*