

## МОДИФИЦИРОВАНИЕ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ<sup>1</sup>

*М.А. Белая, В.М. Шеменков*

В статье рассмотрены механизмы модификации структуры однокарбидных твердых сплавов типа ВК8, приводящие к повышению поверхностной твердости и износостойкости инструментов. Представлены результаты сканирующей электронной микроскопии.

Ключевые слова: Тлеющий разряд, твердый сплав, структура, модифицирование.

Твердые сплавы как инструментальные материалы широко и эффективно применяются в металлообработке. Достаточно отметить, что твердосплавным инструментом снимается до 70 % всей стружки.

Качественные изменения в металлообработке, связанные с появлением новых труднообрабатываемых материалов, применением станков с числовым программным управлением, многоцелевых станков, гибких производственных систем, повышают требования к работоспособности и надежности твердосплавного инструмента. Резервы повышения износостойкости инструментальной оснастки за счет создания новых материалов в значительной степени уже исчерпаны или связаны со значительными материальными затратами. Поэтому особое значение в настоящее время приобретают вопросы, связанные с внедрением технологических процессов модификации рабочих поверхностей инструментов. Традиционные способы повышения стойкости в ряде случаев не обеспечивают необходимой износостойкости или неприемлемы. Поэтому все большее распространение получают такие способы, как нанесение износостойких покрытий и поверхностное упрочнение изделий из металлов и сплавов методами ионно-плазменной обработки [1].

Одним из перспективных в научном и прикладном плане является метод обработки твердых сплавов тлеющим разрядом постоянного тока, возбуждаемом в среде остаточных атмосферных газов давлением 1,33...13,33 Па напряжением горения 1...5 кВ при плотностях тока 0,05...0,5 А/м<sup>2</sup> и частоте импульсов 100 Гц ± 20% [2]. Обработка тлеющим разрядом обеспечивает формирование уникальных структурно-фазовых состояний в их приповерхностных слоях, а также широкий масштаб модификации структуры. Это приводит к изменению макросвойств материалов и определяет эксплуатационное поведение модифицируемых изделий в условиях трибомеханического нагружения, что характерно для инструментальной оснастки.

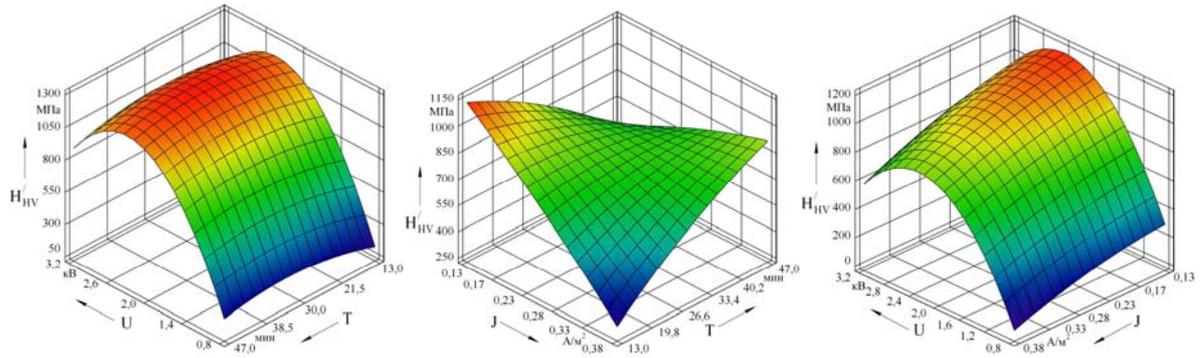
Механизмы, приводящие к модифицирующей обработке инструментальных материалов в тлеющем разряде, сходны с процессами, протекающими при низкотемпературной ионной имплантации, с той лишь разницей, что в качестве источника ионов используется среда остаточных атмосферных газов. Вследствие чего изменение свойств поверхностных слоев твердых сплавов происходит за счет торможения бомбардирующих ионов, в результате чего повышается поверхностная твердость и износостойкость материалов [3].

Исследование процессов модификации структуры поверхностных слоев проводили на партии многогранных неперетачиваемых пластин из твердого сплава ВК8 (ГОСТ 3882-74) в исходном состоянии и подвергнувшихся обработке, при различных энергетических характеристиках тлеющего разряда и времени обработки в нем.

Для установления зависимости приращения поверхностной твердости  $H'_{HV}$  пластин из твердого сплава ВК8 по Виккерсу от основных факторов процесса модифицирующей обработки в тлеющем разряде зависимость  $H'_{HV} = f(V, J, T)$  была аппроксимирована полиномом второй степени, отвечающим требованию ротатабельности.

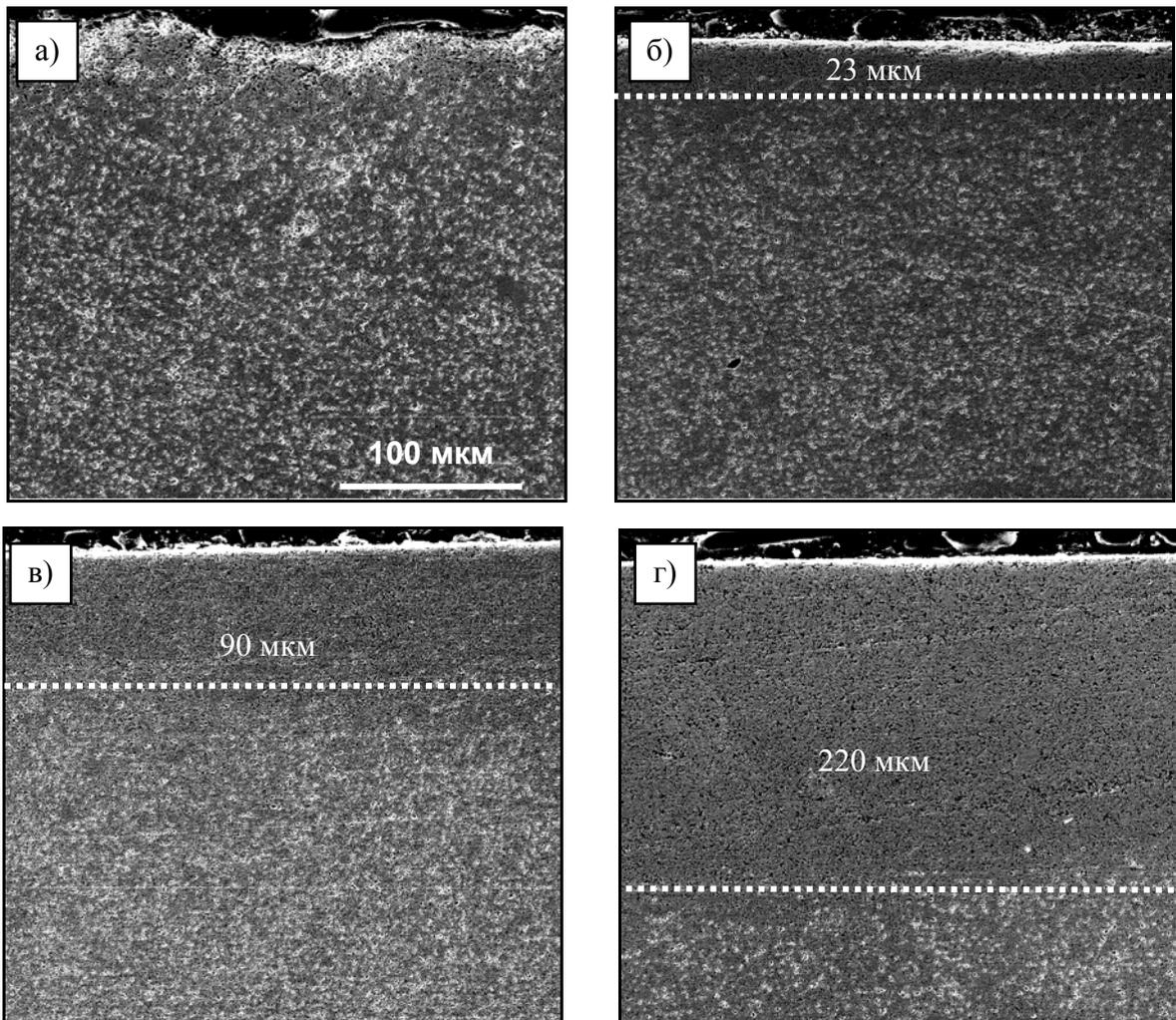
<sup>1</sup> Статья подготовлена в ходе выполнения научно-исследовательской работы студентов на кафедре «Металлорежущие станки и инструменты»

Проведенные исследования позволили получить ряд зависимостей, представленных на *рисунке 1*.



*Рис. 1* – Зависимость приращения поверхностной твердости  $H'_{HV}$  пластин из твердого сплава ВК8 от различных факторов модифицирующей обработки тлеющим разрядом.

На основании детального анализа проведенных исследований удалось установить, что глубина модифицированного слоя  $h_{\Delta}$ , мкм, так же, как и поверхностная твердость, в большей степени зависит от удельной мощности горения разряда  $W$ , кВт/м<sup>2</sup>. Данную зависимость можно объяснить тем, что с ростом энергетической характеристики разряда растет энергия и количество налетающих на поверхности твердосплавной пластины частиц, что способствует более глубокому их проникновению.

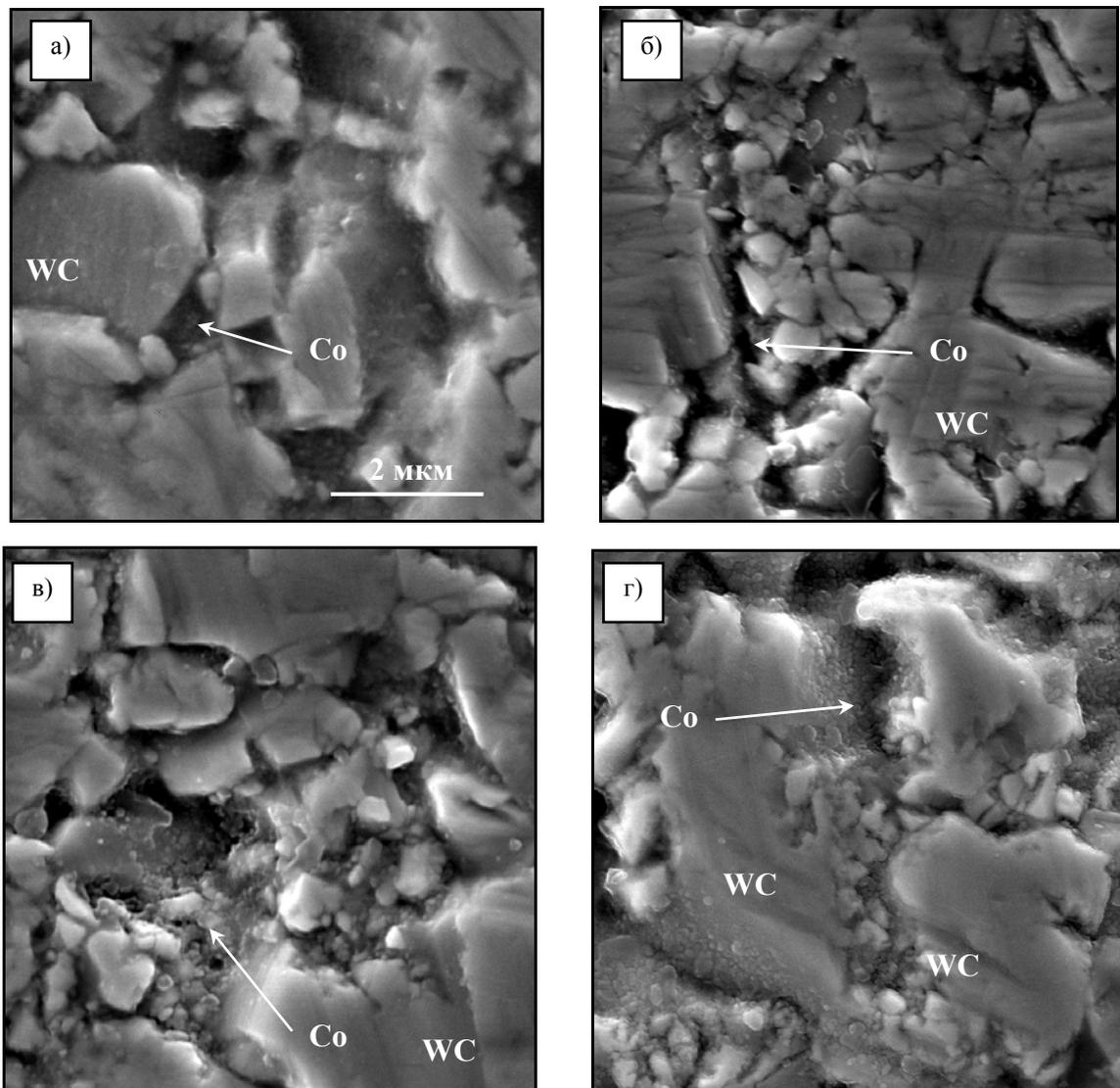


*Рис. 2* – Величина модифицированного слоя: а – исходное состояние; б – после обработки с удельной мощностью горения разряда 0,20 кВт/м<sup>2</sup>; в – после обработки с удельной мощностью горения разряда 0,50 кВт/м<sup>2</sup>; г – после обработки с удельной мощностью горения разряда 0,88 кВт/м<sup>2</sup>

На *рисунке 2* приведены характерные результаты исследований глубины модифицированного слоя твердосплавных пластин при удельной мощности горения тлеющего разряда, соответствующие минимальному (*рисунк 2, б*), среднему (*рисунк 2, в*) и максимальному (*рисунк 2, г*) значениям.

Можно отметить то, что величина глубины модифицированного слоя для одной и той же удельной мощности горения тлеющего разряда имеет различное значение по площади исследуемой поверхности твердосплавного образца, отличающееся от среднего в пределах 15...30 %, что свидетельствует о нелинейности протекающих процессов во время модифицирующей обработки.

Металлографический анализ при помощи электронной микроскопии пластин из твердого сплава ВК8 в состоянии поставки (*рисунк 3, а*) свидетельствует о наличии в качестве твердой фазы карбида вольфрама (WC) со средней площадью фрагментов, равной  $17,3 \text{ мкм}^2$ , а в качестве связующего компонента выступает кобальт (Co). Границы зерен карбидной фазы являются четкими, а зерна имеют сложную форму.



*Рис. 3* – Структура твердого сплава ВК8: а – исходное состояние; б – после обработки с удельной мощностью горения разряда  $0,20 \text{ кВт/м}^2$ ; в – после обработки с удельной мощностью горения разряда  $0,50 \text{ кВт/м}^2$ ; г – после обработки с удельной мощностью горения разряда  $0,88 \text{ кВт/м}^2$

При исследовании пластин, подвергнутых модифицирующей обработке в тлеющем разряде, удалось выявить ряд изменений в структуре твердого сплава.

Данные изменения связаны с уменьшением размера зерен карбидной фазы: при обработке пластин с удельной мощностью горения тлеющего разряда  $W = 0,20 \text{ кВт/м}^2$

средняя площадь зерна составляет  $16,5 \text{ мкм}^2$  (рисунок 3, б), при  $W = 0,50 \text{ кВт/м}^2$  –  $11,2 \text{ мкм}^2$  (рисунок 3, в), а при значении  $W = 0,88 \text{ кВт/м}^2$  –  $15,2 \text{ мкм}^2$  (рисунок 3, г).

Помимо изменения размеров зерен карбида вольфрама было установлено, что модифицирующая обработка приводит к возникновению новых границ деления зерен твердой фазы (рисунок 4), особенно после обработки в тлеющем разряде с удельной мощностью горения  $0,50 \text{ кВт/м}^2$ , а также к размытости межфазных границ.

Данное явление можно объяснить тем, что при обработке твердосплавной пластины в тлеющем разряде с удельной мощностью горения  $0,50 \text{ кВт/м}^2$  внутреннее напряжение в рамках отдельных кристаллов вследствие возникновения колебаний в кристаллической решетке приводит к образованию плоскостных дислокаций.

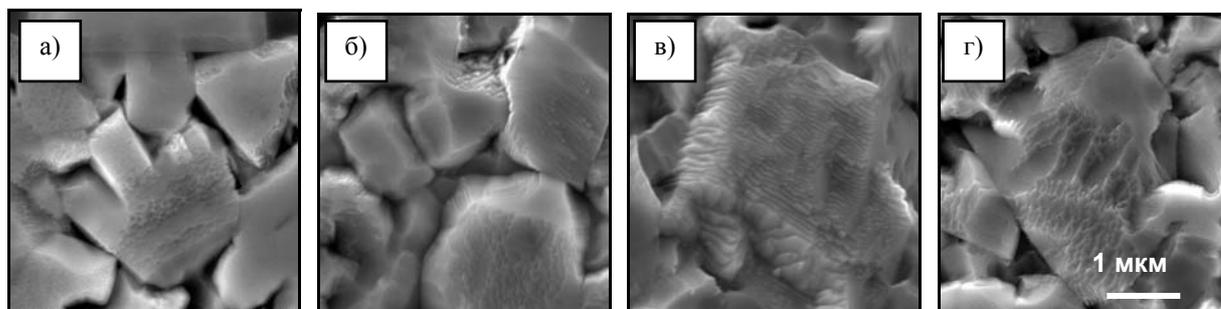


Рис. 4 – Твердая фаза сплава ВК8: а – исходное состояние; б – после обработки с удельной мощностью горения разряда  $0,20 \text{ кВт/м}^2$ ; в – после обработки с удельной мощностью горения разряда  $0,50 \text{ кВт/м}^2$ ; г – после обработки с удельной мощностью горения разряда  $0,88 \text{ кВт/м}^2$

#### Литература

1. Ходырев, В.И. Прогрессивные электрофизические методы упрочнения твердосплавного инструмента / В.И. Ходырев, А.Ф. Короткевич, В.М. Шеменков // - Вестник МГТУ «Электромеханика, приборостроение и информатика» 2002. – №2 - с. 159 – 163.
2. Пат. № 14716 ВУ, U C 21 D 1/78. Способ упрочнения изделий из металла или сплава, или сверхтвердого или графитсодержащего материала / В. М. Шеменков, А.Ф. Короткевич; заявитель и патентообладатель Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет». - № 20091136; заявл. 27.07.2009. зарегестр. 10.05.2011. – 3 с.
3. Шеменков В.М. Структурные изменения в поверхностных слоях однокарбидных твердых сплавов при их обработке в тлеющем разряде / В.М. Шеменков, Г.Ф. Ловшенко //Весн. Белорусско-Российского университета, - 2010. – №1/(26). С. 121-130.

#### Беляя Марина Александровна

Студентка машиностроительного факультета  
Белорусско-Российский университет, г. Могилёв  
Тел.: +375(29) 543 98 88

#### Шеменков Владимир Михайлович

Доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты», канд. техн. наук  
Белорусско-Российский университет, г. Могилёв  
Тел.: +375(222) 26-60-31