

2,5..5,5 раз (эталон – сталь 45, подвергнутая закалке и низкому отпуску). Лабораторные испытания ножей измельчителя показали, что относительная износостойкость упрочненных ножей по сравнению с серийно изготавливаемыми деталями составляет 2,5–3, радиус затупления при этом составил 0,05–0,08 мм и не изменялся в процессе испытаний, так как на упрочненных проявился эффект самозатачивания вследствие различной скорости изнашивания по упрочненной и неупрочненной поверхностям ножа.

### **Литература**

1. А.А. Дюжев, Н.Ф. Соловей, О.В. Рехлицкий и др. Технологические аспекты оценки износостойкости режущих элементов кормоуборочных комбайнов. Сборник трудов МНПК // Сельскохозяйственные машины для уборки зерновых культур, кормов и корнеплодов. – Гомель, 2007, С.314

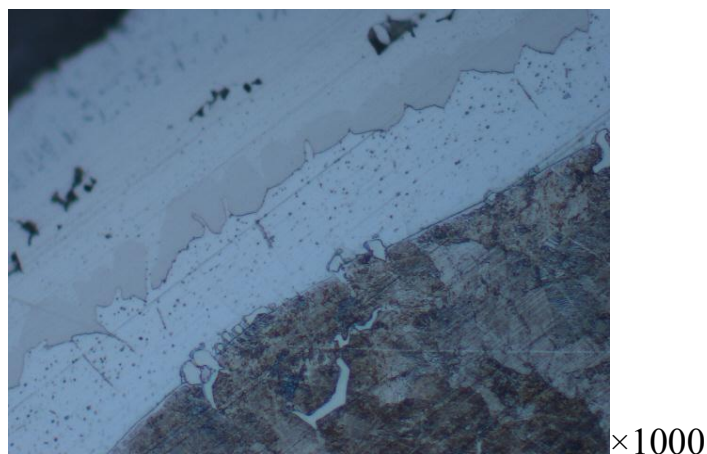
УДК 621.79

## **ОСОБЕННОСТИ БОРОХРОМОАЛИТИРОВАНИЯ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЬНЫХ ПРОВОЛОК**

В.М. Константинов, д-р техн. наук, доц., В.Г. Дашкевич  
Белорусский национальный технический университет  
(г. Минск, Республика Беларусь)

Многими авторами отмечается изменение активности порошковой насыщающей среды при однокомпонентном насыщении при введении второго и третьего элемента [1 – 3]. Для борохромирования, например, при введении алюминия более 5 % изменяется характер взаимодействия компонентов. Возможность влияния добавки алюминия на толщину диффузионного слоя, его хрупкость и удельное электрическое сопротивление при борохромировании заслуживает подробного исследования. Уже при введении 5 – 10 % алюминия в борохромирующую смесь гамбитус диффузионного слоя кардинально изменяется. Иголоподобность структуры слоя исчезает, непосредственно к ядру проволоки примыкает зона твердого раствора, алюминидов железа, ближе к поверхности дисперсная смесь боридов железа и боридов хрома, участками или сплошным слоем (рисунок 1).

Необходимо отметить также структурную особенность – наличие в структуре пор размером от 5 до 15 мкм располагающихся между слоем фазы  $Fe_3Al$  и дисперсной смесью боридов хрома и железа у поверхности. Вследствие высокой диффузионной подвижности атомов Al и B в решетке  $\alpha$ -Fe, вакансии скапливаются позади фронта диффундирующего элемента. Включения боридов хрома и железа, обладающие низкой пластичностью способствуют тому, что пористость зарождается вблизи интерметаллида. В дальнейшем это скопление приводит к их коагуляции и образованию пор.



**Рисунок 1 – Микроструктура борохромоалитированного слоя (68 %  $B_4C$  + 20 %  $Cr$  + 10 %  $Al$  + 2 %  $NaF$ ;  $T=900$  °С;  $\tau=3$  ч)**

Проведенными исследованиями обнаружено, что железобористая фаза оттесняет атомы алюминия от поверхности, максимальная концентрация алюминия по данным микрорентгеноспектрального анализа составляет 8,2 % масс. и располагается на глубине порядка 50 мкм.

Общая толщина диффузионного слоя после 3 часов обработки при температуре 900 °С составляет примерно 135 мкм. Микротвердость оболочки изменяется от 16,8 ГПа до 1,5 ГПа. Количество хрупких фаз  $(Fe, Cr)_2B$ ,  $(Cr, Fe)_2B$  от общей толщины слоя составляет около 10 – 20 %.

В небольшом количестве на границе раздела «диффузионный слой – основа» присутствуют включения бороцементита, которые в исследуемом диапазоне времени обработки, сплошного слоя не образуют и имеют грубые выделения вытянутой формы, располагающиеся по границам бывших аустенитных зерен.

Анализируя термодинамику процесса насыщения, необходимо отметить, что введение алюминия дополнительно обоснованно снижением окислительных процессов в смеси и на поверхности объекта обработки, особенно на первоначальном этапе, когда идет прогрев насыщающей смеси. В этом случае идет интенсивное связывание алюминием кислорода в окислы, что благоприятно сказывается на кинетике насыщения и качестве диффузионных слоев.

### Литература

1. Прогрессивные методы ХТО / Под ред. Г.Н. Дубинина, Я.Д. Когана. – М.: Машиностроение, 1979. – 184 с.
2. Филоненко, Б.А. Комплексные диффузионные покрытия. – М.: Машиностроение, 1981. – 136 с.
3. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Справочник / Г.В. Борисенко, Л.А. Васильев, Л.Г. Ворошнин; под ред. Л.С. Ляховича – М.: Металлургия, 1981. – 424 с.