

## Структурообразование диффузионных боридных слоев при предварительной активации

Ю.С. Ушеренко<sup>1</sup>, В.Г. Дашкевич<sup>1</sup>, В.А. Миронов<sup>2</sup>

Белорусский Национальный Технический университет, Минск, Беларусь

Рижский технический университет, Рига, Латвия

e-mail: osher\_yu@mail.ru

*The features of the structure formation of diffusion layers obtained by a technology including preliminary surface treatment of steel products made of U8 steel and subsequent boriding in powder media have been investigated. The pretreatment consisted of dynamic alloying in the superdeep penetration (SDP) mode with a SiC-based powder composition. As a result, the thickness of the diffusion layer increases, its porosity decreases, and the proportion of the high-boron FeB phase in the layer increases.*

Проведено исследование структурообразования диффузионных слоев, полученных по технологии, включающей предварительную обработку поверхности стальных изделий и последующее низкотемпературное борирование в порошковых средах. Предварительная обработка заключалась в динамическом легировании методом сверхглубокого проникновения порошковой композицией на основе SiC.

В качестве модельного материала была использована высокоуглеродистая сталь У8 (ГОСТ 1435). Выбор стали обусловлен повышенным фактором хрупкости диффузионных слоев и низкой кинетикой роста термодиффузионного слоя, что сдерживает широкое применение стали с рассматриваемым упрочнением<sup>1</sup>. Предварительная активация образцов из стали У8 была выполнена динамическим легированием в режиме сверхглубокого проникания. Динамическая обработка в режиме СГП проводилась с помощью пушечного ускорителя в следующих условиях<sup>2</sup>: скорость частиц ~1000 м/с, время воздействия -100 мкс, материал заготовок: углеродистая сталь У8, материал ударников: 50 % – порошок SiC (99 % SiC, гранулометрический состав 63–70 мкм), 35 % – порошок алюминия ПА-4 (98 % Al, гранулометрический состав 15–100 мкм); 15 % – порошок ПГ10Н01 (% С 0,6–1,0; Cr 14–20; Ni-основа; Si 4,0–4,5; Fe 3,0–7,0; В 2,8–4,5; гранулометрический состав 40–100 мкм). Диффузионное насыщение проводили в порошковой среде в контейнерах, герметизируемых плавким затвором. Контроль температуры осуществляли при помощи потенциометра ПСР-01, градуировка ХА. В качестве насыщающей среды использовали порошковую смесь торговой марки «Besto-bor» – синтезированная порошковая среда для борирования, обладающая высокой насыщающей способностью, которая разработана сотрудниками научно-исследовательской лаборатории упрочнения стальных изделий БНТУ. Режимы борирования: высокотемпературное борирование – 4 часа при 900–920 °С, низкотемпературное – 4 часа при 640–650 °С. В результате выполненной работы исследованы особенности структурообразования диффузионных боридных слоев, полученных после активации поверхности.

Предварительная активация в режиме сверхглубокого проникания привела к значительным объемным изменениям структуры обработанного материала. Отмечено в обоих вариантах борирования (низкотемпературное и высокотемпературное), при проведении предварительной активации, происходит изменение морфологии термодиффузионного слоя, что выражается в снижении пористости, в частности в подборидном слое и уменьшении традиционной для борирования иглоподобности.

Установлено, что в результате предварительной обработки происходит прирост толщины диффузионного слоя на 20...50 %, особенно это заметно для высокотемпературного борирования. Увеличивается доля высокобористой фазы FeB в слое, что свидетельствует об интенсификации стадии диффузии и реакции в металле.

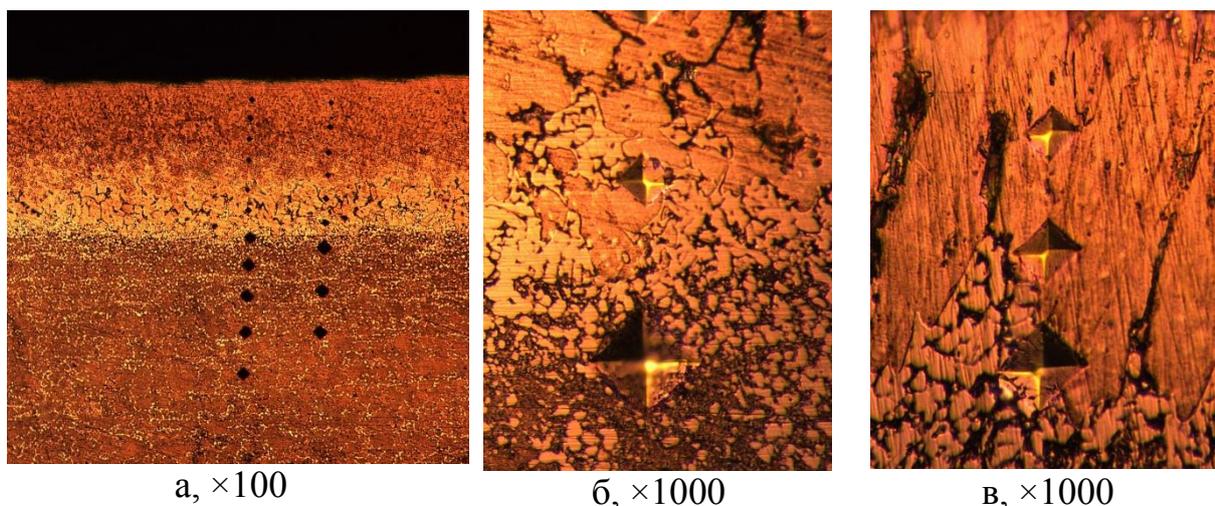


Рисунок 1 – Микроструктура образцов стали У8 после высокотемпературного борирования в порошковой среде Besto-Vor с предварительной активацией динамической прошивкой (а, б) и без предварительной активации (в)

*Список использованных источников:*

1. Крукович, М.Г. Пластичность борированных слоев / М.Г. Крукович, Б.А. Прусаков, И.Г. Сизов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 384 с.
2. Usherenko Y., Mironovs V., Lapkovskis V., Usherenko S., Gluschenkov V., Agronomy Research 2019, 17 (6), 2445–2454.