

# ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СТАЛЕЙ ПОКРЫТИЯМИ НА ОСНОВЕ БОРИДОВ ЖЕЛЕЗА С ДОБАВКАМИ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

**Чернега С. М., Поляков И. А., Медова И. Ю.**

Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт",  
Украина, г. Киев, ул. Политехническая, корп. 9, тел.: (066) 990-90-35  
e-mail: [smchernega@mail.ru](mailto:smchernega@mail.ru); [polykov\\_igor@mail.ru](mailto:polykov_igor@mail.ru); [ira.medova@gmail.com](mailto:ira.medova@gmail.com)

Диффузионное насыщение образцов проводили в борсодержащем порошке и в смесях порошков борсодержащего компонента с добавками соответствующих легирующих элементов: Cu, V, Nb, Cr, Ti при температуре 1223 К в течение четырех часов. Диффузионные слои, которые образуются в результате насыщения стальных образцов в смесях рациональных составов, состояли из двух фаз FeB и Fe<sub>2</sub>B, одна из которых расположена на поверхности – внешний слой (FeB), а другая своими иглами проникает в матрицу – внутренний слой (Fe<sub>2</sub>B).

В работе показано, что в принятых жестких условиях сухого трения – скольжения борирование преобладает над тонкими карбидными покрытиями, которые могут иметь в 1,5 раза более высокую микротвердость, но на порядок меньшую толщину слоя. Боридные покрытия, полученные в медьсодержащей среде на основе Cu<sub>2</sub>O (рис. 1), показали в 1,5 – 2 раза выше износостойкость по сравнению с исследованными легирующими элементами в боридных фазах: Cr, Mo, V, Ti, W, Nb.

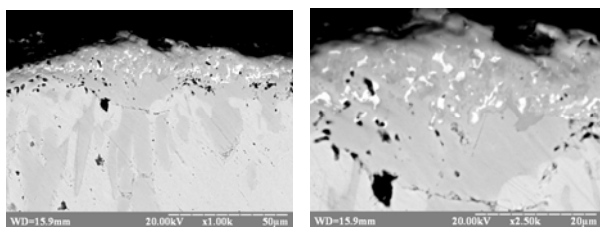


Рисунок 1. – Топография поверхности боридного покрытия легированного медью на стали 20 (светлые включения-Cu, x1000, x2500)

Износостойкость боридных фаз в зависимости от типа легирующего элемента возрастает в следующем ряду: FeB, Fe<sub>2</sub>B → (Fe+V)B, (Fe+V)<sub>2</sub>B → (Fe+Cr)B, (Fe+Cr)<sub>2</sub>B → (Fe+Ti)B, (Fe+Ti)<sub>2</sub>B → (Fe+Cu)B, (Fe+Cu)<sub>2</sub>B.

Как известно, износостойкость боридных фаз связывают с их микротвердостью и чем выше микротвердость, тем больше износостойкость. По мере увеличения

микротвердости боридных фаз в зависимости от вида легирующего элемента можно построить следующий ряд: (Fe+Cu)B, (Fe+Cu)<sub>2</sub>B → FeB, Fe<sub>2</sub>B → (Fe+V)B, (Fe+V)<sub>2</sub>B → (Fe+Cr)B, (Fe+Cr)<sub>2</sub>B → (Fe+Ti)B, (Fe+Ti)<sub>2</sub>B.

Микротвердость боридных фаз FeB составляла 18,5 ГПа, а фазы Fe<sub>2</sub>B – 14,5 ГПа, при легировании медью она уменьшалась и составляла для фазы (Fe+Cu)B – 15,5 ГПа, а для фазы (Fe+Cu)<sub>2</sub>B – 14,5 ГПа, а при легировании V, Cr, Ti увеличивалась и соответственно составляла для фазы (Fe+V)B – 19,5 ГПа, а для фазы (Fe+V)<sub>2</sub>B – 16,0 ГПа, (Fe+Cr)B – 21,0 ГПа, (Fe+Cr)<sub>2</sub>B – 16,5 ГПа, (Fe+Ti)B – 21,5 ГПа, (Fe+Ti)<sub>2</sub>B – 17,5 ГПа.

Износостойкость боридных фаз легированных титаном в 1,5 раза уступала износостойкости боридных фаз легированных медью, хотя их микротвердость превышала в 1,4 раза боридные фазы, легированные медью. Это можно объяснить тем, что медь была твердой смазкой в условиях сухого трения – скольжения. Медные участки располагаются в фазе FeB на поверхности и распространяются на глубину 10 – 15 мкм от поверхности слоя.

Рентгеноспектральным анализом установлено дискретное распределение меди (72 – 95% Cu) в поверхностных участках боридных покрытий. О локальное распределение меди (Cu) в боридном слое свидетельствует и химический анализ поверхности боридного покрытия (рис 2).

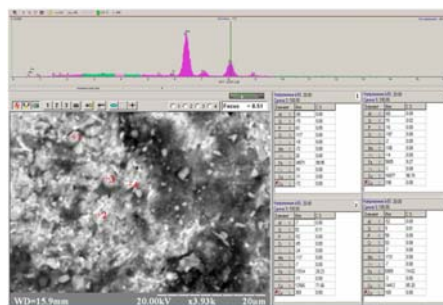


Рисунок 2. – Химический анализ поверхности боридного покрытия легированного медью – Cu