

твердости возможно как проведением двухстадийной обработки (борирование с предварительной цементацией и нитроцементацией с последующей термообработкой), так и применением для изготовления оснастки борированных высокоуглеродистых и/или легированных сталей с последующей термообработкой. В работе исследованы оба варианта.

Цементацию осуществляли при $T=930-950^{\circ}\text{C}$, $\tau=6$ ч, толщина слоя (сталь 20) -900 мкм, нитроцементацию - при $T=790-810^{\circ}\text{C}$, $\tau=4$ ч, толщина слоя-500 мкм. Термодиффузионное борирование проводили в разработанной порошковой среде для получения двухфазного слоя при 800, 850, 900 и 950°C , $\tau=6$ ч. Показано, что толщина боридного слоя, полученного при осуществлении предварительной обработки, как общая, так и фазы FeB, уменьшается. Подтверждено, что присутствие высокоуглеродистого подслоя позволяет получить высокую объемную твердость созданного на поверхности композиционного материала, составляющую 65–68 HRC. При борировании без предварительной обработки объемной твердости не зафиксировано.

При борировании стали 40X ($T=950^{\circ}\text{C}$, $\tau=4$ ч) формируется слой 200–220 мкм. Толщина фазы FeB – 80 мкм, $H_f=2010-2290$ МПа; H_f фазы Fe₃B =1680-1780 МПа. После борирования (без термообработки) твердость составляет 28-29 HRC, после борирования и закалки при 780°C в масле-61–64 HRC. Низкотемпературный отпуск в обоих случаях не снижает твердость.

К реализации на силикатном производстве можно рекомендовать все три исследованных варианта технологии упрочнения по режимам, обеспечивающим необходимую толщину слоя и твердость. В настоящее время проводятся производственные испытания отдельных видов упрочненного инструмента и технологической оснастки.

УДК 621.785

Исследование легированных боридных покрытий на углеродистых сталях, полученных из синтезированных порошковых сред

Хина Б.Б., Протасевич В.Ф., Кухарева Н.Г.

Белорусский национальный технический университет

Настоящая работа посвящена исследованию боридных покрытий на синтезированных алюмотермических порошковых сред для борирования полученных в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Термодинамические расчеты были выполнены по программе АСТРА.

В работе исследовали многокомпонентные системы на основе оксида бора, с добавками оксидов железа, хрома, никеля, циркония, молибдена, меди и чистых металлов.

На основании проведенных расчетов установлено, что в традиционных смесях на основе оксида бора источниками атомов бора при последующем борировании являются соединения: AlB_{12} , и AlB_2 . Фазовый состав и толщина слоя зависят от вида бориды алюминия.

Исследования многокомпонентных систем, содержащих оксиды хрома, циркония никеля, железа, молибдена, меди и чистые металлы показали, что источниками атомов бора в процессе борирования могут быть: AlB_{12} , CrB_2 , CrB , ZrB_2 , Ni_4B_3 , FeB и WB . Фазовый состав, структура слоя, его толщина находятся в зависимости от вида вводимого металла или оксида. Металлографические исследования свидетельствуют об обязательном наличии в смеси соединения AlB_{12} при формировании двухфазных боридных покрытий. Боридные слои, образованные в смесях, содержащих чистые металлы и их оксиды, легированы хромом (0,47%) и цирконием (0,2%) и в 1,5 раза превосходят по толщине слои, полученные в традиционных алюмотермических смесях.

В результате термодинамического моделирования с использованием программы АСТРА-4 рассчитаны равновесные составы многокомпонентных порошковых сред для борирования.

Определены вещества, которые являются источниками атомов бора при последующем проведении ХТО в синтезированных порошковых смесях.

Термодинамическое моделирование и металлографические исследования, подтвердили, что образование в результате СВС процесса соединения AlB_{12} способствует формированию двухфазных боридных слоев.

Введение в порошковую среду чистых металлов и их оксидов для получения тугоплавких соединений дает возможность варьирования толщиной диффузионного слоя, его химическим составом и соотношением боридных фаз.

УДК 669.018

Анализ и сравнение маркировки сталей в ЕС и СНГ

Пучков Э.П.

Белорусский национальный технический университет

В работе проведен анализ и сравнение маркировки сталей по нормам, действующим в Европейском Союзе, и по ГОСТам, принятым в СНГ. В ряде случаев введенные в ЕС стандарты охватывают далеко не все стали, применяемые в отдельных государствах ЕС, поэтому проанализированы