

БОРИРОВАНИЕ НАПЫЛЕННЫХ ХРОМОНИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ

К числу наиболее эффективных способов борьбы с изнашиванием и коррозией относятся методы упрочнения поверхностей наплавкой или напылением твердыми сплавами. Газотермическое напыление не требует сложного оборудования, при нем практически отсутствуют коробление и структурные изменения обрабатываемой детали.

Важное значение имеет правильный подбор напыляемых материалов, химический состав которых определяется условиями эксплуатации. Хорошо себя зарекомендовали самофлюсующиеся хромоникелевые твердые сплавы, которые обладают высокой износ- и коррозионной стойкостью. Эти сплавы отличаются высокими технологическими свойствами, низкой температурой плавления ($980\text{--}1080^\circ\text{C}$), что способствует формированию качественных покрытий на деталях. Однако самофлюсующиеся сплавы обладают высоким, чаще всего отличающимся от материала детали коэффициентом линейного расширения, поэтому после напыления возможно отслоение покрытий. Кроме того, хромоникелевые сплавы склонны к перегреву, в результате которого нарушается мелкозернистая структура наплавленного слоя, что вызывает ухудшение свойств и, в первую очередь, его твердости. Для предотвращения этого после газотермического напыления производят оплавление покрытий.

Одним из возможных путей снижения склонности напыленного покрытия к перегреву, улучшения эксплуатационных свойств может быть химико-термическая обработка, при которой происходит не только оплавление покрытий, но и дополнительное насыщение легирующими элементами. Исследования показали целесообразность борирования, позволяющего повысить износостойкость деталей.

Газотермическому напылению самофлюсующимся никелевым сплавом ПГ-СР2 подвергали образцы цилиндрической формы диаметром 20 мм и длиной 150 мм на сконструированной в Новополюцком политехническом институте установке УГН. Химический состав сплава (массовая доля, %): С — 0,2—0,5; Cr — 12,0—15,0; Si — 2,0—3,0; В — 1,5—2,1; Fe — 5,0; P — 0,04; S — 0,04; Ni — ост.

Толщина напыленного слоя составляла 2 мм. Борирование осуществлялось в герметически закрытых плавким раствором контейнерах, которые загружали в нагретую печь. В качестве наполнителя использовали порошок карбида бора, активатора — хлористый аммоний. Анализ микроструктуры и фотографирование проводили на микроскопе МИМ-7 при увеличении в 100 раз. Микротвердость измеряли на приборе ПМТ-3 при нагрузке 0,89 Н. Износостойкость исследовали на машине трения СМЦ-2. Испытания на коррозионную стойкость проводили в среде, содержащей ионы хлора. Исследовали влияние температуры и продолжительности борирования на структуру и свойства покрытий. Наибольшая микротвердость и износостойкость была достигнута при температуре борирования $1030\text{--}1050^\circ\text{C}$ в течение 4 ч. При дальнейшем увели-

чении температуры наблюдалось укрупнение зерна и снижение микротвердости. Исследовали микроструктуру и свойства покрытий. Структура хромоникелевых покрытий состоит из избыточных кристаллов карбидов и боридов хрома, боридов никеля в матрице твердого раствора на никелевой основе, эвтектики. Борирование способствует формированию более однородной и мелкозернистой структуры покрытия. Кроме этого, происходят изменения в структуре переходной зоны: между борированным напыленным слоем и основой выявляется плотный белый слой (толщиной до 15 мкм) твердого раствора, вклинивающийся в основной металл. Эти изменения оказывают влияние на прочность сцепления покрытия с подложкой.

Микротвердость напыленного покрытия после борирования возрастает с HV800 до HV1200. В результате увеличиваются износостойкость (в 1,5–2) и коррозионная стойкость (в 1,2–1,8 раза).

УДК 621.785.5

Н.А.ГАЛЫНСКАЯ, Е.А.КУЛИКОВСКИЙ,
канд.техн.наук (БПИ)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ БОРОХРОМИРОВАННЫХ СЛОЕВ В АЛЮМОТЕРМИЧЕСКИХ СМЕСЯХ

Большой интерес с точки зрения комплекса свойств (высокая коррозионная стойкость, жаростойкость в сочетании с твердостью и износостойкостью при пониженной хрупкости) представляют бориды хрома. Попытки получить при совместном насыщении стали бором и хромом диффузионные слои, содержащие эти соединения, результатов не дают. В зависимости от соотношения борировующей и хромирующей составляющих смеси протекает либо процесс борирования, либо хромирования. В работе исследована возможность получения диффузионных слоев на основе боридов хрома последовательным насыщением углеродистых сталей: диффузионным хромированием боридных слоев. Термодиффузионную обработку осуществляли газовым контактным методом в порошковых алюмотермических смесях на основе оксидов насыщающих элементов.

Установлено, что необходимым условием получения на поверхности стали сплошного слоя фазы Cr_2B является максимальная концентрация бора в исходном боридном слое, т. е. наличие фазы FeB. При хромировании двухфазной (FeB + Fe_2B) подложки на поверхности протекает реакция: $2Cr + 2FeB \rightarrow Cr_2B + Fe_2B$ с образованием сплошного слоя нижнего борида хрома толщиной 30–40 мкм и твердостью 2200 HV.

Бориды хрома в процессе нагрева под диффузионную металлизацию диффундируют как в сторону поверхности, так и в основной металл (с увеличением толщины исходного боридного слоя в 1,5 раза). Под зоной борида хрома расположена зона боридов железа FeB и Fe_2B толщиной 200–250 мкм. Борид железа FeB обнаруживается лишь рентгеноструктурным анализом.

Углерод, содержащийся в стали, образует с хромом мелкодисперсные карбиды $Cr_{23}C_6$, равномерно распределяющиеся на границе боридов хрома и железа.