

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 борировуемой 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 ($\text{FeB} + \text{Fe}_2\text{B}$) подложки на поверхности протекает реакция: $2\text{Cr} + 2\text{FeB} \rightarrow \text{Cr}_2\text{B} + \text{Fe}_2\text{B}$ с образованием сплошного слоя нижнего бориды 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 бориды 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.

Толщина диффузионного слоя и его зон определяется температурно-временным режимом насыщения, составом насыщающих смесей и маркой стали.

При хромировании однофазных боридных слоев бориды хрома не образуются вследствие недостатка бора. При этом происходит лишь легирование хромом борида железа. Диффузионные слои такого состава уступают по свойствам слоям на основе боридов хрома.

Лабораторные испытания свойств разработанных покрытий показали, что диффузионные слои на основе боридов хрома по износостойкости в условиях трения без смазочного материала превосходят борированные в 1,5–2 раза, по жаростойкости – в 10–12 раз, а их коррозионная стойкость в ряде агрессивных сред та же, что и хромоникелевой нержавеющей стали.

Производственные испытания борохромированных деталей машин и технологической оснастки в условиях коррозионно-абразивного изнашивания свидетельствуют о повышении эксплуатационной стойкости упрочненных деталей в 2–5 раз.

УДК 621.785.539

**В.Ф.ПРОТАСЕВИЧ, канд.техн.наук,
Г.В.ВОРОНОВИЧ, Ж.Б.САВИЦКАЯ (БПИ)**

ДИФфуЗИОННОЕ ХРОМИРОВАНИЕ В ПОРОШКОВЫХ СРЕДАХ

Одним из наиболее эффективных способов интенсификации диффузионных процессов является введение в насыщающую среду веществ с низкой температурой плавления. Имеется ряд работ, в которых показано действие таких добавок, как сурьма, хлористый цинк, цинк. В работе представлены результаты исследований свойств и структур диффузионных слоев на стали У8 после насыщения в порошковых средах, содержащих добавки Sn и Cu.

Насыщение проводили при 1000 °С в течение 4 ч. Для сокращения продолжительности эксперимента использовали один из методов математического планирования – метод Бокса–Уилсона. В качестве плана эксперимента была взята дробная реплика 2^{4-1} , причем факторами являлись компоненты среды. Это позволило исследовать насыщающую способность хромирующей среды в зависимости от содержания компонентов, входящих в состав порошковой смеси: оксида хрома, алюминия, оксида алюминия, олова и меди. Составы насыщающих сред и толщина диффузионных слоев представлены в табл. 1.

Анализ структур диффузионных слоев на стали У8 показал, что возможно образование трех типов покрытий.

Первый тип – сплошные карбидные хромированные слои толщиной до 15 мкм, состоящие из карбидов хрома $Cr_{23}C_6$ и Cr_7C_3 и образующиеся при насыщении из сред № 4, 8–11.

Второй тип – алитированные слои (опыты 1, 2, 5 и 6), которые формируются в средах, содержащих порошок алюминия на верхнем уровне (15 %). Толщина слоев при данных условиях насыщения составляет от 60 до 190 мкм (табл. 1).