

алюминий—цинк // БОСЭЙ Канри. — 1983. — 27— № 7. — С. 205. 3. М о х а м е д К.Э., К у х а р е в Б.С., Л я х о в и ч Л.С. Цинкование алитированной стали 3 // Металлургия. — Минск, 1985. — Вып. 20. — С. 43—45. 4. М о х а м е д К.Э., К у х а р е в Б.С., Л я х о в и ч Л.С. Диффузионное комплексное покрытие на углеродистой стали Ст3//Тез. докл. научн.-техн. конф. — Гомель, 1985. — Ч. II. — С. 30.

УДК 621.785.53

Е.И. СОКОЛОВСКИЙ,

Э.Д. ЩЕРБАКОВ, кандидаты техн. наук (БПИ)

СТРУКТУРА ДИФФУЗИОННЫХ СЛОЕВ СИСТЕМ Cr—Al, Cr—Ti, Cr—Si НА КОРРОЗИОННО—СТОЙКИХ СТАЛЯХ

С целью повышения эксплуатационных характеристик коррозионно-стойких сталей исследовали системы диффузантов хром—алюминий, хром—титан, хром—кремний. Насыщение проводили в порошковых смесях на основе окислов насыщающих элементов. Изучена зависимость толщины, микротвердости и фазового состава диффузионных слоев на образцах из сталей 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, сплава 06ХН28МДТ от составов смесей и условий насыщения.

Установлено, что при содержании в смеси до 30 % Al (по массе) происходит насыщение сталей хромом. При 30...40 % Al имеет место одновременное насыщение сталей хромом и алюминием, а свыше 40 % Al формируются алитированные слои. С увеличением концентрации алюминия в смеси происходит интенсивный рост диффузионного слоя, микротвердость его падает. Алюминий, увеличивая диффузионную подвижность хрома, способствует снижению его концентрации в поверхностной зоне слоя.

Хромированные слои на образцах из сталей 12Х18Н10Т и 10Х17Н13М2Т состоят из трех основных зон (рис. 1): слаботравящейся на поверхности, включающей в себя две подзоны с линией раздела. Поверхностная подзона представляет собой α' -фазу (твердый раствор железа в хrome) с включением σ -фазы. Вторая подзона — тонкая прослойка σ -фазы. Промежуточная, наиболее развитая — зона столбчатых кристаллов α -твердого раствора с включением σ -фазы. Максимальная микротвердость слоя 1100...1200 HV наблюдается в подзоне σ -фазы, в зоне столбчатых кристаллов она плавно снижается до 350...400 HV на границе слоя с основой.

Химический состав сталей оказывает существенное влияние на структуру диффузионных слоев. Так, на сплаве 06ХН28МДТ зона столбчатых кристаллов имеет гораздо меньшую, а внешняя зона большую по сравнению с исследованными сталями толщину. В структуре хромированного слоя сплава 06ХН28МДТ отсутствует подзона сплошной σ -фазы, слой имеет следующее строение: $\alpha' + \sigma$ и $\sigma + \alpha$. Формирование хромированных диффузионных слоев сопровождается перераспределением легирующих элементов. Анализ концентрационных кривых свидетельствует о том, что формирование слоя сопровождается не только диффузией атомов хрома в глубинные слои сталей, но и встречной диффузией атомов основы к поверхности, а также десорбцией атомов железа и никеля с поверхности.

При наличии в смеси менее 20 % двуокиси титана на сталях формируются преимущественно хромированные слои, более 50 % TiO_2 — преимущественно титанированные диффузионные слои. Введение в хромирующую смесь свыше 10 % TiO_2 приводит к увеличению толщины диффузионного слоя за счет ферритизирующего влияния титана. При содержании в смеси более 20 % двуокиси титана толщина слоя резко уменьшается, что связано с образованием интерметаллического соединения $TiCr_2$, устойчивого при температуре насыщения. Хромотитанированные диффузионные слои формируются при 20...50 % TiO_2

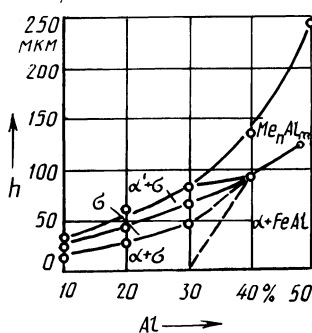


Рис. 1. Структурная диаграмма слоя при насыщении стали 12Х18Н10Т хромом и алюминием (h — толщина зон слоя)

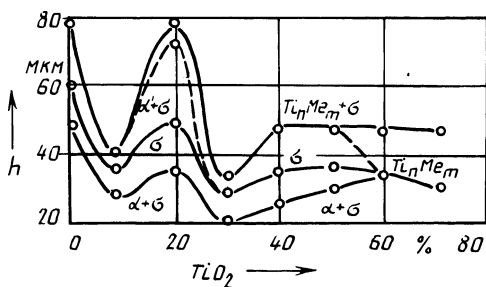


Рис. 2. Структурная диаграмма слоя при насыщении стали 12Х18Н10Т хромом и титаном

(рис. 2). Металлографически хромотитанированные слои незначительно отличаются от хромированных. Проведенные исследования показали, что внешняя зона хромотитанированных слоев состоит из интерметаллических соединений на основе $Ti(Fe, Cr)_2$ с включениями мелкодисперсной σ -фазы, содержание и размеры которой растут по толщине слоя и достигают максимума на глубине 15...20 мкм. Микротвердость внешней зоны составляет 850...900 HV на поверхности и 1100...1200 HV в подзоне преимущественного распространения σ -фазы. Концентрация хрома и титана на поверхности — соответственно 45...48 и 12...14 %. С увеличением расстояния от поверхности содержание хрома в слое плавно снижается. Максимальная концентрация титана в поверхностной зоне диффузионного слоя, далее она резко снижается. В результате совместного насыщения хромом и титаном сплава 06ХН28МДТ в диффузионных слоях не обнаружена подзона σ -фазы. В области преимущественного титанирования диффузионные слои имеют двухфазное строение: поверхностная зона состоит из титанидов железа и хрома, титанидов никеля, внутренняя зона — α -твердый раствор с "прожилками" σ -фазы.

При содержании в смесях от 10 до 20 % окиси кремния на сталях и сплаве формировались хромосилицированные диффузионные слои (рис. 3). Поверхностная их зона состоит из α'' -твердого раствора состава $(Fe, Cr)_3Si$, силицидов Cr_5Si , Cr_3Si и $NiSi$. При менее 10 % SiO_2 диффузионные слои имеют типичную структуру хромированного слоя. Кремний, способствующий образованию феррита, смещает область распространения σ -фазы в сторону более низ-

кого содержания хрома, что приводит к некоторому увеличению подзоны σ -фазы в слое. При наличии в смеси 30 % окиси кремния диффузионные слои были слаботравящимися, с четкой границей раздела и крупными порами, выходящими на поверхность. С увеличением концентрации кремния количество пор увеличивалось, граница раздела слой — матрица отсутствовала. Поры в слое были мелкими, вытянутыми в направлении диффузии. В теле матрицы и на поверхности пор наблюдались нетравящиеся выделения силицидов хрома и никеля. Состояние поверхности образцов при содержании в смеси более 30 % SiO_2 было неудовлетворительным: наблюдались поры, видимые невооруженным глазом.

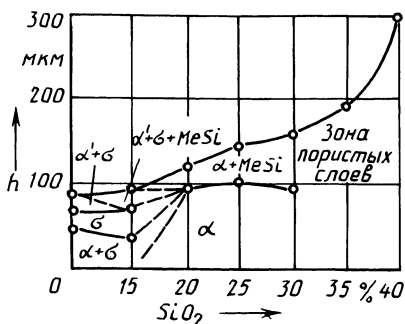


Рис. 3. Структурная диаграмма слоя при насыщении стали 12X18H10T хромом и кремнием

Поверхностная твердость диффузионных слоев с увеличением концентрации в насыщающей смеси кремния снижается от 950...1000 HV в области преимущественно хромирования до 750 HV у силицированных слоев. Твердость хромосилицированных слоев в подзоне σ -фазы была несколько ниже, чем у хромированных в аналогичной зоне.

УДК 621.785.539

В.Ф. ПРОТАСЕВИЧ, канд. техн. наук,
Л.В. КУЧЕЕВА, И.К. ШЕВЧИК (БПИ)

БОРОТИТАНИРОВАНИЕ СТАЛЕЙ В ПОРОШКОВЫХ СРЕДАХ

Образование на поверхности образцов из стали диффузионного слоя из боридов железа обеспечивает их высокую твердость и износостойкость. Однако применение борированной стали в производстве ограничено из-за ее низкой стойкости при динамических нагрузках, в условиях высоких температур и агрессивных сред. Анализ физико-механических свойств боридов переходных металлов показал, что они превосходят бориды железа по твердости и коррозионной стойкости. Поэтому имеет смысл попытаться получить их на поверхности образцов из стали. Была сделана такая попытка для углеродистых сталей.

В работе представлены результаты последовательного насыщения бором и титаном образцов из стали в порошковых средах по четырем схемам: