

Таким образом, структура алитированных покрытий на образцах из углеродистых и хромистых сталей незначительно отличалась от структуры диффузионного слоя на армко-железе. Покрытия на образцах из стали 12Х18Н10Т имели никелевый диффузионный барьер, препятствующий росту алитированного слоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Х у с и д Б.М., Х и н а Б.Б., Б о р и с о в Ю.Г. Исследование насыщающей способности сред для диффузионной металлизации // *Металлургия*. – Минск: Выш. шк., – 1985. – Вып. 19. – С. 86–89. 2. К у б а ш е в с к и О. Диаграмма состояния двойных систем на основе железа: Пер. с англ. – М.: *Металлургия*, 1985. – 184 с. 3. Б а т ы - р е в В.А., Р ы д н и к В.И. О количественном рентгеноспектральном микроанализе многокомпонентных систем // *Завод. лаб.* – 1970. – Т. 36. – № 6. – С. 672–676.

УДК 621.785.539

**Б.С. КУХАРЕВ, Г.В. СТАСЕВИЧ,
С.Н. ЛЕВИТАН**

ЖАРСТОЙКОСТЬ БОРИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

В ряде случаев одним из требований, необходимых для успешного применения борированных изделий в промышленности, является сочетание высокой износостойкости и коррозионной устойчивости в области высоких температур. Имеющиеся данные по жаростойкости однофазных и двухфазных боридных покрытий, полученных при насыщении из порошковых сред, весьма противоречивы. В данной работе представлены результаты изучения жаростойкости образцов из железоуглеродистых сплавов с одно- и двухфазными боридными слоями, а также с боридными покрытиями, легированными от 2 до 9 % (по массе) хромом.

Использование различных по составу порошковых насыщающих сред, а также проведение процесса насыщения при температурах от 850 до 1000 °С позволило варьировать толщину покрытий, их сплошность, фазовый состав и соотношение фаз в слое, а также степень легированности боридов. Исследование жаростойкости полученных покрытий позволило установить основные факторы, влияющие на коррозионную устойчивость борированных углеродистых сталей и чугуна при температурах до 800 °С.

Определение жаростойкости проводилось гравиметрическим методом. Масса образцов, нагреваемых и охлаждаемых с печью, замерялась после каждой 5-часовой высокотемпературной выдержки при 700 и 800 °С. Общая продолжительность испытаний составила 50 ч высокотемпературной выдержки.

Данные гравиметрических измерений показали, что в случае исследования боридных покрытий, не легированных хромом, содержание углерода в стали не оказывает значительного влияния на их жаростойкость. Основным фактором, определяющим стойкость покрытий при одинаковых условиях испытаний, является их фазовый состав. Так, однофазные покрытия показали в 3 раза лучшую коррозионную устойчивость к высокотемпературному окисле-

нию, чем двухфазные. Причем выводы справедливы как для температур 700, так и 800 °С. В свою очередь увеличение температуры испытаний с 700 до 800 °С также вдвое ухудшает защитные свойства как однофазных, так и двухфазных покрытий.

Увеличение температуры процесса насыщения оказывает положительное влияние на жаростойкость однофазных покрытий, испытываемых при $t = 700$ °С и $\tau > 40$ ч. Во всех остальных случаях температура диффузионной обработки не влияет на процессы окисления, не вызывая ни ускорения, ни замедления коррозии борированных углеродистых сталей. Лучшие значения жаростойкости следующие: 3...4 г/м² после 5 ч испытаний и 9...12 г/м² после 50 ч испытаний при температуре 700 °С; 7...9 г/м² после 5 ч испытаний и 30...40 г/м² после 50 ч испытаний при 800 °С.

Несколько другая картина наблюдается при испытаниях образцов из борированного чугуна. Лучшие результаты показывает покрытие, полученное при более низких (850 и 900 °С) температурах насыщения. В данном случае фазовый состав покрытия не оказывает влияния на его жаростойкость, и во всех проведенных испытаниях стойкость боридных покрытий на чугуне находится в пределах стойкости двухфазных покрытий на углеродистых сталях. Повышение температуры испытаний до 800 °С приводит к однозначному выбору двухфазного борирования для защиты чугуна от высокотемпературного окисления, так как при использовании однофазного покрытия уже через 20 ч испытаний нарушается адгезионная связь окалина с образцом и начинается его интенсивное разрушение.

Легирование борированных покрытий на чугуне хромом приводит к увеличению их жаростойкости в 2...3 раза при 700 °С по сравнению с одно- и двухфазными боридными покрытиями. Лучшие данные получены в случае максимального легирования боридов хромом. Чем выше температура диффузионного насыщения, тем ниже скорость окисления покрытия. С увеличением температуры испытаний до 800 °С резко усиливается процесс окисления. Поэтому для защиты чугуна от высокотемпературного окисления при выдержках более 10 ч легированные хромом покрытия не могут быть рекомендованы.

Возможность легирования боридных покрытий на образцах из сталей небольшими добавками хрома резко меняет картину окисления и соответственно значение различных факторов (температуры насыщения, фазового состава покрытия и т. д.) на характер процессов окисления. В данном случае содержание углерода в стали также не оказывает влияния на коррозионную стойкость покрытий. Однако выявляется явная зависимость интенсивности протекания процессов окисления от изменения температуры проведения процесса диффузионного борирования. С увеличением температуры насыщения независимо от используемых составов насыщающих сред резко уменьшается прирост массы образцов и при 1000 °С не превышает 1...2 г/м² за 10 циклов испытаний при 1000 °С. С увеличением температуры испытаний до 800 °С хорошие результаты получены только при кратковременных высокотемпературных выдержках (5...15 ч), дальнейшее увеличение продолжительности испытаний вызывает интенсивное разрушение покрытия. Оно протекает более интенсивно для покрытий на образцах из высокоуглеродистых сталей, однако и в данном случае увеличение температуры диффузионной обработки и степени легированности боридов хромом положительно сказывается на результатах испытаний.

Таким образом, варьирование параметров борирования позволяет получить боридные покрытия заданного фазового и химического составов, которые можно рекомендовать в качестве защитных для изделий, эксплуатирующихся в условиях газовой коррозии при температурах до 800 °С.

УДК 621.785.5

В.В. СУРКОВ, С.Е. ВАЩЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКСТУРЫ ОДНОФАЗНЫХ БОРИДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОБРАЗЦАХ ИЗ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Текстуры появляются в поликристаллах при различных технологических процессах, направленно воздействующих на материал. Например, направленный отвод теплоты при кристаллизации, направленное движение тока при гальваническом осаждении, направленное механическое усилие при пластической деформации и т. д. Ранее проведенными исследованиями установлено, что практически при всех ХТО образующиеся диффузионные слои также аксиально текстурованы, т. е. некоторая часть кристаллов слоя ориентирована в направлении определенной кристаллографической оси (*UVW*) перпендикулярно к насыщаемой поверхности [1].

В проблемной лаборатории упрочнения стальных изделий Белорусского политехнического института разработана технология борирования покрытий в порошковых средах, позволяющая варьировать их фазовый состав в зависимости от предъявляемых к обрабатываемому изделию требований. При обработке в разработанных средах однофазные боридные покрытия формируются на образцах из углеродистых и низколегированных сталей в широком диапазоне температурно-временных параметров насыщения (750...1100 °С, 2...24 ч).

При изучении текстуры однофазных боридных слоев на образцах из стали У8 использовали четыре метода определения полюсной плотности борида Fe_2B : метод Харриса (точный), метод Харриса (приближенный), метод Мориса и метод Вильсона. Полученные результаты хорошо согласуются между собой. Следует отметить, что метод Вильсона давал заниженные значения. Для всех исследованных режимов насыщения образцов из углеродистых сталей (800...1000 °С, 2...8 ч) угол рассеяния оси текстуры γ остается практически постоянным, изменяясь в пределах 22...28°. У доли ориентированных кристаллов C_{001} обнаруживаются в основном те же зависимости от условия насыщения, что и у полюсной плотности P_{001} : с увеличением температуры и продолжительности обработки совершенство текстуры уменьшается (C_{001} от 40 до 5%; P_{001} , определенная по методу Мориса, от 8,7 до 1,2 при максимальном значении 8,8).

Установлено, что на количественную оценку текстуры в зависимости от продолжительности процесса насыщения (при $T = const$) оказывают влияние как соотношение скорости "направленного" роста слоя, приводящего к образованию текстуры, с общей скоростью роста слоя при данной температуре насыщения, так и толщина исследуемого при рентгеноструктурном анализе слоя