

Медь и никель, наоборот, понижают активность насыщающей среды по мере увеличения их процентного содержания в смеси, в результате чего степень легирования фольги падает.

Разбавление насыщающей смеси на основе Al и Zn окисью алюминия до 50 % не влияет на степень легирования фольги.

Рентгеноструктурный и химический анализы фольги, обработанной в указанных выше составах, показал, что при данных параметрах ХТО в ней образуется твердый раствор Al-Zn. Следовательно, левая часть уравнения (2) характеризует только c_{Zn}^{ϕ} , поскольку $c_{Al}^{\phi} = 1 - c_{Zn}^{\phi}$. Правая же часть этого уравнения представляет собой функцию не только атомных долей Zn и Al, но и вводимых компонентов. Тем самым соотношение (2) позволяет, рассчитав коэффициенты активности Zn для смеси и фольги [1], [3], определить зависимость c_{Zn}^{ϕ} от состава насыщающей смеси. Это дает возможность заранее предсказать степень легирования Al-фольги.

Предложенный в этой работе метод позволяет управлять процессом диффузии цинка в алюминий и тем самым прогнозировать необходимые эксплуатационные характеристики алюминия благодаря различной степени его легирования цинком.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуров К.П., Карташкин Б.А., Угасте Ю.Э. Взаимная диффузия в многофазных металлических системах. — М., 1981. — 351 с. 2. Диффузионное цинкование алюминиевых сплавов / Л.С. Ляхович, Б.С. Кухарев, В.В. Казак, Н.Г. Кухарева // *Металловедение и термическая обработка металлов.* — 1985. — № 6-С. 62-64. 3. Бокштейн Б.С. Диффузия в металлах. — М., 1978. — 248 с.

УДК 621.357.75:669.11+621.793.6

Л.Г. ВОРОШНИН, д-р техн. наук,

Г.Г. ПАНИЧ, канд. техн. наук,

Ю.С. ШОЛПАН, С.А. ТАМЕЛО, канд. техн. наук (БПИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ КОМБИНИРОВАННЫХ ГАЛЬВАНОДИФУЗИОННЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Авторами работ [1-3] отмечено, что нанесение никелевых электролитических покрытий перед химико-термической обработкой (ХТО) изделий позволяет существенно повысить их коррозионную стойкость. Это особенно важно при защите деталей оборудования пищевой промышленности.

Электролитическое никелевое покрытие толщиной 25...30 мкм наносили на поверхность образцов из стали 45 и чугуна СЧ 20. После этого их подвергали ХТО в порошковых алюмотермических смесях при 1000 °С в течение 4 ч. Полученные покрытия исследовали методами металлографического, дюрOMETРИЧЕСКОГО, рентгеноструктурного (РСА) и микрорентгеноспектрального (МРСА) анализа. Методом РСА определяли как фазовый состав, так и текстуру, относительное количество фаз в слоях и их составы, т.е. возможности взаимной диффузии элементов; методом МРСА — усредненный состав слоев

по их толщине. Результаты PCA обрабатывали на программируемой микроЭВМ, что позволило резко снизить затраты времени на расчет и увеличить информативность метода. При ХТО никелевого покрытия на образцах из стали и чугуна фазовый состав диффузионных слоев зависит от насыщающей смеси.

Результаты исследований позволили выделить 4 типа структур.

1. После насыщения образцов Cr + Ni, Cr + W, Cr + Mo, Cr + Co + W получается твердый раствор диффузанта в гальваническом никеле, имеющем текстуру осаждения [110]. Ранее аксиальная кристаллографическая текстура в слоях типа твердого раствора не обнаруживалась. В зоне, прилегающей к сплаву-основе, наблюдается значительная диффузия железа в никель. При насыщении в этих смесях образцов из стали и чугуна без никелевого гальванического покрытия на их поверхности образуется карбид быстрорежущей стали Me_6C .

2. После насыщения образцов Co и Cu под действием мощного потока диффузанта образуется их твердый раствор в никеле. В результате происходит диссипация или даже переориентировка аксиальной текстуры. Диффузия железа в гальванический никель в слоях этого типа почти отсутствует.

3. После насыщения образцов Cr, Cr + V, Cr + Co, Cr + Ti и V на их поверхности в результате взаимодействия диффузанта и углерода сердцевины изделия образуется карбидный слой. Под ним находится низколегированный текстурованный твердый раствор диффузанта в никеле. Основная фаза слоя карбидов — Me_7C_3 (где металлом является хром с примесью V, Ti), в отличие от традиционного карбидного слоя, состоящего из $Me_{23}C_6$. После ванадирования на поверхности образцов обнаружены моно- и гемикарбид ванадия. На чугунных образцах толщина карбидных слоев в 1,5 раза больше, чем на стальных (до 20...25 мкм).

4. После титанирования, титанованадирования, титанокобальтирования и титаносилицирования образуются интерметаллидные слои сложного фазового состава и структуры. Основной диффузант этих слоев — титан, а преобладающая фаза — низший титанид никеля Ni_3Ti . Дисперсного титанида железа Fe_2Ti содержалось меньше. Слои этой разновидности имели наибольшую толщину (60 мкм), практически весь никель гальванического покрытия здесь был израсходован на образование соединений.

Покрyтия всех структурных типов испытывали на коррозионную стойкость в 5 %-ных водных растворах уксусной, щавелевой, яблочной, винной и лимонной кислот в течение 2000 ч. Наиболее высокую стойкость показали слои, имеющие структуру третьего типа (карбидные). Они относятся к группе "весьма стойких" материалов (2...3-й балл коррозионной стойкости по ГОСТ 13819—68). Наименее стойки слои концентрированного твердого раствора — кобальтированные, медненные (группа "пониженно-" и "малостойких" материалов, 6...8-й балл), которые можно сравнить со стойкостью карбидных слоев без никелевой подложки.

Механизм разрушения комбинированного покрытия в начальной стадии аналогичен механизму коррозии карбидных слоев на стальных образцах. Коррозия начинается с проникновения агрессивной среды по микротрещинам в карбидном слое, возникающим за счет различия коэффициентов термического расширения слоя и сердцевины, к лежащему ниже слою. Если после мест-

ного поражения "традиционного" карбидного слоя в этом месте начинается интенсивное разрушение самого изделия, то в комбинированном покрытии коррозия распространяется в продольном направлении по поверхности раздела карбид—никель. Последнее установлено при металлографическом анализе образцов и происходит за счет того, что при обнажении никеля коррозионный ток электрохимической системы "карбида хрома — твердый раствор никеля" снижается, и растворение второй фазы системы длительное время происходит в поверхностном слое, не переходя в глубь покрытия. Гравиметрическими и металлографическими исследованиями установлено, что стравливание карбидного слоя наблюдается после выдержки образцов в пищевых кислотах в течение 1000...1500 ч.

Следовательно, для обеспечения высокой защитной способности диффузионных слоев в растворах пищевых кислот никелированные изделия необходимо насыщать хромом с добавками более сильных карбидообразователей (ванадия, титана), растворимых в высших карбидах хрома Me_7C_3 и Me_3C_2 . Использование таких покрытий для защиты деталей оборудования пищевой промышленности позволило получить годовой экономический эффект более 60 тыс. руб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федорченко И.М., Гуслиенко Ю.А., Лучка М.В. Химико-термическая обработка металлов и сплавов с электрохимическими покрытиями // Защитные покрытия на металлах. — Киев. — 1981. — Вып. 15. — С. 24—28. 2. А.с. 870497 (СССР). Способ получения диффузионных покрытий на углеродистых сталях / Л.С. Ляхович, Л.Г. Ворошнин, Б.С. Кухарев и др. 3. Коррозионная стойкость в морской воде углеродистой стали с защитными покрытиями / Г.В. Земсков, Р.Л. Коган, В.П. Курис и др. // Защитные покрытия на металлах. — Киев, 1979. — Вып. 13. — С. 77—79.

УДК 621.785.539

К.Э. МОХАМЕД,

Б.С. КУХАРЕВ, канд. техн. наук (БПИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННЫХ СВОЙСТВ АЛЮМОЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОБРАЗЦАХ ИЗ СТАЛИ МАРКИ СТЗ

Алюмоцинковые покрытия на образцах из углеродистой стали, полученные из расплава цинка с различным содержанием Al, превосходят по коррозионной стойкости покрытия на основе чистых металлов Al или Zn [1, 2].

Исследовалась возможность получения алюмоцинкового покрытия диффузионным методом из порошковых сред при осуществлении процесса насыщения образцов последовательным методом по схеме: цинкование с последующим алитированием [3].

В работе [4] рассматривалось получение комплексного алюмоцинкового покрытия при осуществлении процесса насыщения по схеме: алитирование с последующим цинкованием. Коррозионная стойкость полученного покрытия в 3 %-ном растворе NaCl при периодическом погружении образцов во много раз выше, чем цинковых или алюминиевых.