

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ  
ПРИ ПАРОФАЗНОМ ЦИНКОВАНИИ ИЗДЕЛИЙ В ПОРОШКОВЫХ СРЕДАХ

УДК 621.793.6

ФРИДЖАТ А. А.

В работе обобщены результаты экспериментальных исследований по структурному анализу антикоррозионных покрытий на стали Ст.3, полученных способом диффузионного цинкования. В качестве сред, используемых для химико-термической обработки, рассматривались порошки на основе цинк-оксид алюминия, цинка и хромсодержащего вещества, а также комплексные со стабилизирующими добавками ферросилиция и хромсодержащего вещества. Структура покрытий определялась фазовым составом. Покрытия характеризовались концентрацией элементов среды в поверхностной зоне слоя, насыщающей способностью сред, толщиной покрытия, изменением размеров и массы образцов.

Для порошков на основе цинк-оксид алюминия химико-термическая обработка в интервале температур 400-650°C вызывает реакцию насыщения и формирования цинковых слоев, состоящих из  $\xi$ ,  $\delta_1$  и  $\Gamma$ -фаз, толщиной от 20 до 360 мкм. Причем фаза  $\delta_1$  имеет две зоны: зона палисадов  $\delta_{1n}$  и мелкокристаллическая зона  $\delta_{1k}$ . Зона  $\delta_{1n}$  имеет столбчатую структуру и примыкает к  $\Gamma$ -фазе. В свою очередь  $\Gamma$ -фаза структурно включает также две зоны, светлую ( $F_{\alpha}Zn_{21}$ ) и темную ( $F_{\alpha}Zn_{10}$ ).

Рост диффузионного слоя при увеличении температуры происходит в основном за счет роста вытянутых перпендикулярно поверхности образца столбчатых зерен палисадной зоны  $\delta_{1n}$ .

При температуре 450°C проявляется мелкокристаллическая зона  $\delta_{1k}$  толщиной 15 мкм для порошка с 20%-ным содержанием цинка. При повышении температуры до 550°C, увеличении количества цинка до 80%

толщина  $\delta_{1к}$ -зоны увеличивается до 80 мкм.

Микротвердость  $\delta_1$ -фазы покрытий, формирующихся в используемых интервалах температур и составах насыщающих сред, изменяется от 270 до 310 кгс/мм<sup>2</sup>.

Изменение микротвердости  $\Gamma$ -фазы существенно больше и лежит в пределах от 360 до 660 кгс/мм<sup>2</sup>.

Изменение количества цинка от 20 до 80% и температуры цинкования от 450 до 550°C приводит к нарастанию его концентрации в поверхностной зоне покрытия от 85 до 93%.

Таким образом, увеличение температуры химико-термической обработки и количества цинка в насыщающей среде приводит к увеличению микротвердости и толщины диффузионного покрытия, размеров и массы образцов.

Для покрытий на основе порошков цинка и хромсодержащего вещества толщина диффузионных слоев при равных условиях формирования на 15–30% больше толщины слоев, полученных из сред на цинке и оксиде алюминия. Структурных отличий в фазовом составе не наблюдается.

Микротвердость  $\delta_1$ -фазы увеличивается до 400 кгс/мм<sup>2</sup>. Характер изменения микротвердости  $\Gamma$ -фазы в зависимости от температуры и концентрации хромсодержащего вещества аналогичен предыдущему виду порошка.

При цинковании с использованием хромсодержащего вещества концентрация цинка в поверхностной зоне диффузионного слоя изменяется от 83 до 91%.

Для комбинированных сред со стабилизирующими добавками ферросилиция или ферросилиция и хромсодержащего вещества диффузионный цинковый слой имеет аналогичный вышерассмотренным случаям фазовый структурный состав. В сравнении с предыдущими вариантами порошковых сред характерным является уменьшение толщины мелкокристаллической зоны  $\delta_{1к}$  фазы  $\delta_1$  в 2–5 раз при снижении общей

толщины покрытия на 16–50%.

Микротвердость фаз соответствует следующим значениям:  $\delta_1$ -фазы от 330 до 360 кгс/мм<sup>2</sup>,  $\Gamma$ -фазы от 480 до 550 кгс/мм<sup>2</sup>, поверхностная концентрация цинка в покрытии изменяется от 83 до 91% при повышении температуры химико-термической обработки от 400 до 550 °С.

При использовании комплексных порошковых сред формируются покрытия, поверхностная концентрация железа в которых изменяется от 9 до 17% и определяется, главным образом, не температурой, а видом и количеством стабилизирующей добавки.

Увеличение размеров образцов после цинкования составляет 80–85% от толщины защитного антикоррозийного слоя. В предыдущих случаях увеличение размеров образцов практически соответствовало толщине покрытия.

Насыщающая способность порошковой среды с добавками хромсодержащего вещества возрастает, а при использовании насыщающих сред, содержащих ферросилиций и хромсодержащее вещество, уменьшается по сравнению с насыщающей способностью сред на основе цинка и оксида алюминия.

Приведенный сравнительный анализ показывает качественное влияние синтезированных стабилизирующих добавок на характер взаимодействия в системах насыщающая среда–образец и, как следствие, на особенности и характеристики антикоррозийных цинковых покрытий.

Рассмотренный структурный анализ антикоррозийных покрытий позволяет сформулировать технологические рекомендации для промышленного применения диффузионного цинкования с использованием порошковых сред со стабилизирующими добавками:

- подбор исходных материалов и приготовление насыщающей среды;
- комплектование оборудования и приспособлений для химико-термической диффузионной обработки;
- подготовка деталей к насыщению;

диффузионная обработка изделий;

проведение контроля качества антикоррозионных покрытий;

регенерация и хранение порошкообразной смеси;

соблюдение правил техники безопасности и санитарии.

Проведенные испытания парофазно оцинкованных метиза, деталей запорной и регулирующей арматуры показали высокую эффективность данной технологии, высокое качество сформированных антикоррозионных покрытий.