

Рис. 3. Сравнительная коррозионная стойкость диффузионных покрытий по методу Оулдхема и Мансфелда (а) и методу четырех точек (б)

ЛИТЕРАТУРА

1. Романов В.В. Методы исследования коррозии металлов. — М.: Металлургия, 1965. — 260 с.
2. Фрейман Л.И., Макаров В.А., Брыксин И.Е. Потенциостатические методы в коррозионных исследованиях и электрохимической защите. — Л.: Химия, 1972. — 240 с.
3. Достижения науки о коррозии и технологии защиты от нее /Под ред. В.С. Синявского. — М.: Металлургия, 1980, т. 6. — 270 с.

УДК 621.793.6

Л.Г. ВОРОШНИН, д-р техн.наук,
В.В. ГОЯН (БПИ)

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ И ЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ В АТМОСФЕРНЫХ УСЛОВИЯХ

Для защиты железоуглеродистых сплавов от атмосферной коррозии наибольшее промышленное применение нашли алюминиевые и цинковые покрытия, в том числе и диффузионные [1–3].

Нами исследована возможность повышения их коррозионной стойкости за счет легирования такими элементами, как никель, хром, медь, титан, марганец и др. Указанные элементы при объемном легировании повышают коррозионную стойкость углеродистых сталей в атмосферных условиях.

Эксперименты выполнены на стали 45. ХТО образцов осуществляли в порошковых смесях на основе алюминия или цинка с добавкой оксида алюминия и соответствующего легирующего элемента. В качестве активатора процесса использовали хлористый аммоний (NH_4Cl). Насыщение проходило в контейнерах с плавким затвором: литирование — при температуре 950°C в течение 4 ч, цинкование — при температуре 500°C в течение 4 ч.

Образцы с покрытиями испытывали на коррозионную стойкость в камере солевого тумана при температуре 20°C и относительной влажности 95 % в течение 500 ч. Трехпроцентный раствор NaCl впрыскивали в камеру один раз в сутки в течение 5 мин. Коррозионную стойкость оценивали по потере массы, отнесенной к единице поверхности образца за принятое время испытания.

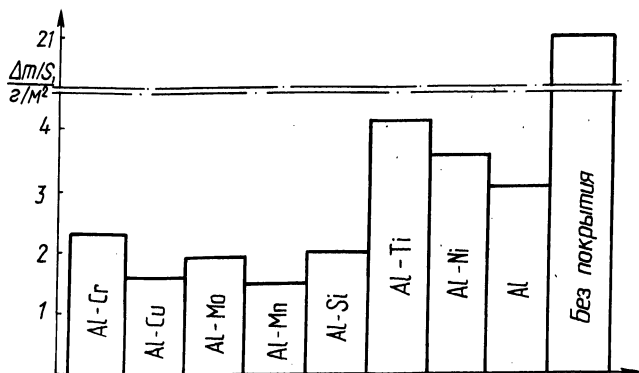


Рис. 1. Влияние легирующих элементов на коррозионную стойкость алитированной стали 45 ($t = 950^\circ\text{C}$; $\tau_{\text{нас}} = 4$ ч; $\tau_{\text{исп}} = 500$ ч)

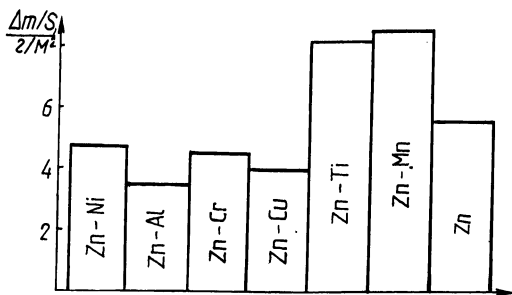


Рис. 2. Влияние легирующих элементов на коррозионную стойкость цинкованной стали 45 ($t = 500^\circ\text{C}$; $\tau_{\text{нас}} = 4$ ч; $\tau_{\text{исп}} = 500$ ч)

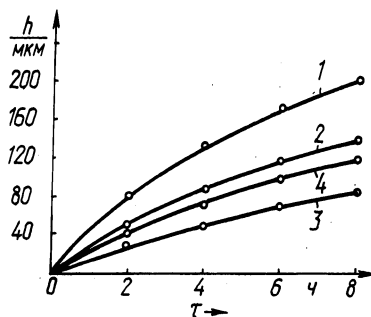


Рис. 3. Влияние легирующих элементов на толщину цинкового слоя на стали 45 ($t = 500^\circ\text{C}$); номера кривых на рис. 3 соответствуют составам насыщающих сред табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Влияние условий цинкования на коррозионную стойкость стали 45 в атмосферных условиях

Состав насыщающей среды, % по массе	Режим насыщения		Потеря массы (г/м ²) за время испытания				
	t, °C	τ, ч	100	200	300	400	500
50 % Zn + 48 % Al ₂ O ₃ + 2 % NH ₄ Cl	500	4	1,0	2,5	3,5	4,5	5,5
45 % Zn + 48 % Al ₂ O ₃ + 5 % Al + 2 % NH ₄ Cl	500	4	0,5	1,5	2,0	3,0	3,5
45 % Zn + 48 % Al ₂ O ₃ + 5 % Cu + 2 % NH ₄ Cl	500	4	0,5	1,5	2,5	3,0	4,0
41 % Zn + 48 % Al ₂ O ₃ + 4,5 % Al + 4,5 % Cu + 2 % NH ₄ Cl	500	4	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Без покрытия	—	—	4,0	9,0	13,0	17,0	21,0

Сравнительные данные по коррозионной стойкости алюминиевых легированных покрытий приведены на рис. 1.

Добавки в алирующую смесь кремния, молибдена, меди и марганца повышают коррозионную стойкость алюминиевых покрытий в 2–4 раза.

Аналогичные данные для цинковых покрытий приведены на рис. 2. В этом случае положительное влияние на коррозионную стойкость цинковых покрытий оказывают медь и алюминий, которые повышают коррозионную стойкость цинкового покрытия примерно в 1,5 раза. Легирование цинкового покрытия одновременно медью и алюминием повышает его коррозионную стойкость в 2,2 раза (табл. 1).

Эффект повышения коррозионной стойкости алюминиевых и цинковых покрытий можно отнести только за счет легирования, так как легирующие элементы уменьшают толщину диффузионных слоев (рис. 3).

Оптимальные составы насыщающих смесей (табл. 1) уточнялись с использованием математического планирования эксперимента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Похмурский В.И., Далисов В.Б., Голубец В.М. Повышение долговечности деталей машин с помощью диффузионных покрытий. – Киев: Наук. думка, 1980. – 187 с.
2. Проскуркин Е.В., Горбунов Н.С. Диффузионные цинковые покрытия. – М.: Металлургия, 1972. – 248 с.
3. Рябов В.Р. Алитирование стали. – М.: Металлургия, 1973. – 240 с.

УДК 539.219.3

Л.Г. ВОРОШНИН, д-р техн.наук,
Е.М. БЛОХ (БПИ)

ЧИСЛЕННЫЕ РАСЧЕТЫ ДИФФУЗИОННОГО РОСТА КАРБИДОВ В ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЯХ

В [1] разработана математическая модель диффузионных процессов в двухфазной системе трехкомпонентного сплава Fe–Me–C. В ней используется модель роста частицы новой фазы в элементарной сферической ячейке [2]. Как показано в [1], изменение радиуса частицы описывается уравнениями

$$(C_1^I - C_1^R) R \frac{dR}{dt} = [\tilde{D}_{11}(C_1 - C_1^R) + \tilde{D}_{12}(C_2 - C_2^R)] \frac{1}{W}; \quad (1)$$

$$(C_2^I - C_2^R) R \frac{dR}{dt} = [\tilde{D}_{21}(C_1 - C_1^R) + \tilde{D}_{22}(C_2 - C_2^R)] \frac{1}{W}; \quad (2)$$

$$W = 1 - \frac{3(1 + R/R_*) (R/R_*)}{2[1 + R/R_* + (R/R_*)^2]}$$

Здесь R – радиус частицы; R_* – радиус ячейки; $\tilde{D}(i, j = 1, 2)$ – коэффициенты взаимной диффузии; C_1, C_2 – средние концентрации углерода и металла в твердом растворе; C_1^R, C_2^R – концентрации элементов в растворе, граничащем