

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ
В УСЛОВИЯХ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ СПЕЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА
ЖЕЛЕЗНОЙ ОСНОВЕ

Спеченные детали на основе железа являются наиболее распространенной продукцией порошковой металлургии. Однако применение этих изделий в целом ряде случаев ограничено в связи с их низкой коррозионной стойкостью, обусловленной наличием пористости и повышенной гетерогенностью. Эти причины способствуют образованию множества микрогальванических элементов, значительно повышающих анодный ток и, следовательно, анодное растворение металла в процессе электрохимической коррозии [1,2]. Ток микрогальванического элемента может быть определен по формуле Ериксона и Полмайера [1].

$$i_m = k \frac{E_k - E_a}{W} [a] , \quad (I)$$

где k - константа, учитывающая электропроводность электролита;
 E_k, E_a - катодный и анодный потенциал, в;
 W - электросопротивление микрогальванического элемента, ом.

Сумма токов микрогальванических элементов составляет плотность тока на аноде ($i = \sum i_m$) и определяет, таким образом, скорость коррозии.

Следовательно, для уменьшения скорости коррозии должно быть уменьшено число микрогальванических элементов и максимально увеличено их электросопротивление. Этого можно достичь следующими способами:

- пропиткой металлами и органическими веществами;
- нанесением гальванических и химических покрытий;
- механической, дробеструйной и т.п. обработкой поверхности.

В настоящей работе было проведено исследование влияния различных защитных покрытий (никелирование гальваническое и химическое, фосфатирование и оксидирование) на коррозионную стойкость спеченных материалов на основе железа в условиях горячей воды. Для того, чтобы исключить попадание электролита в поры, образцы предварительно пропитывались гидрофобизирующей кремнийоргани-

ческой жидкостью ГРЖ-94. Параллельно испытывались незащищенные образцы. Процесс пропитки и последующего никелирования осуществляется по методике, разработанной Л.М.Апипинской и И.Д.Радомысельским [3, 4]. Фосфатирование и оксидирование проводилось по рецептам, разработанным для покрытия металлов [5]. Толщина полученных покрытий составила 12-25 мкм. Образцы для испытаний изготавливались из материалов Ж-100, ЖГ-2, ЖГМ-1-3. Образцы размером 3x3x50мм имели пористость 18-22%.

Образцы с нанесенным защитным покрытием испытывались в установке для коррозионных испытаний. Температура воды поддерживалась в пределах $90 \pm 1^\circ\text{C}$. Время выдержки в среде - 1000 часов.

Коррозионная стойкость оценивалась по изменению веса и электросопротивления образцов. Весовой метод применялся как сравнительный.

Определение скорости коррозии способом замера сопротивления осуществлялось по методике, предложенной В.В.Скороходом [6]. В этом случае оценивалось изменение межчастичного контакта ξ в результате коррозии. Отношение размера контакта к размеру частиц

$$\xi = \frac{\rho_{к1}}{\rho_{к2}}, \quad (2)$$

где $\rho_{к1}$ - удельная электросопротивление материала с нулевой пористостью, ом.см.;

$\rho_{к2}$ - то же образцов с несовершенными контактами, приведенными к нулевой пористости, ом.см.;

$$\rho_{к} = \rho(1 - 1,5\theta), \quad \text{ом.см.}, \quad (3)$$

где ρ - удельное электросопротивление, определяемое в процессе опыта, ом.см.

θ - пористость.

Коррозионная стойкость характеризуется изменением величины межчастичных контактов. Проницаемость определяется по формуле

$$П = 8760 \frac{d(\xi - \xi_1)}{t}, \quad \text{мм/год}, \quad (4)$$

где d - средний статический диаметр частиц порошка, мм;

ξ, ξ_1 - относительная величина межчастичных контактов до и пос-

ле испытаний;

t - время, час.

Результаты испытаний и расчетов приведены в таблицах I и 2.

Следует отметить, что фосфатированные и оксидированные образцы исследовались на коррозионную стойкость только весовым методом, так как метод замера сопротивления в данном случае неприменим из-за высокого электросопротивления защитной пленки.

Т а б л и ц а I

Вид защиты	Шикта	Уд. электро-сопротивле-ние, ом, см		Относительный межчастичный контакт		мм/год П	Балл коррозион-ной стой-кости
		ρ	ρ_1	ξ	ξ_1		
Пропитка ГКЖ-94	Ж-100	0,200	0,201	0,725	0,713	0,011	4
	ЖГ-2	0,202	0,203	0,699	0,698	0,008	3
	ЖГМ-1-3	0,212	0,216	0,675	0,650	0,015	4
Никелирование гальваничес- кое	Ж-100	0,200	0,203	0,713	0,703	0,011	4
	ЖГ-2	0,179	0,182	0,797	0,781	0,020	4
	ЖГМ-1-3	0,178	0,181	0,807	0,786	0,020	4
Никелирова- ние хими- ческое	Ж-100	0,202	0,214	0,706	0,733	0,019	4
	ЖГ-2	0,189	0,192	0,7555	0,740	0,016	4
	ЖГМ-1-3	0,201	0,203	0,709	0,701	0,010	3
Образцы незащищен- ные	Ж-100	0,315	0,555	0,821	0,465	2,56	8
	ЖГ-2	0,313	0,712	0,824	0,322	4,76	8
	ЖГМ-1-3	0,325	0,742	0,807	0,302	4,72	8
Стали углеро- дистые (0,5% С)							
[7]							6

Т а б л и ц а 2

Вид защиты	Шихта	Привес	Скорость коррозии, $\frac{г}{см^2 \cdot ч}$	Показатель коррозии, $\frac{мм}{год}$	Балл коррозионной стойкости
Фосфатирование с последующим оксидированием и пропиткой ГКЖ-94	Ж-100	0,0482	0,283	0,0315	4
	ЖГ-2	0,0488	0,0263	0,0306	4
	ЖГМ-1	0,0434	0,0255	0,0289	4
Фосфатирование с последующей пропиткой ГКЖ-94	Ж-100	0,0413	0,0242	0,0262	4
	ЖГ-2	0,0366	0,0216	0,0245	4
	ЖГМ-1-3	0,0240	0,0241	0,0157	4

Исследования показали, что в горячей воде спеченные материалы на железной основе корродируют весьма интенсивно. По данным десятибалльной шкалы коррозионной стойкости [7] их можно квалифицировать как малостойкие (8-й балл коррозионной стойкости), причем материал Ж-100 более стоек на (2-2,6 мм/год), чем ЖГ-2 и ЖГМ-1-3. Это можно объяснить тем, что повышение неоднородности материала способствует увеличению количества участков с различными значениями электродного потенциала. Подтверждается это тем, что после нанесения защитных покрытий, т.е. после исключения влияния микрогальванических элементов на коррозионный процесс, различие в показателе коррозии существенно уменьшается.

Пропитка спеченных материалов на железной основе жидкостью ГКЖ-94 надежно защищает от коррозии в горячей воде (3-4-ый баллы коррозионной стойкости). Однако вследствие низких механических свойств пленка полимеризованной ГКЖ-94, образовавшаяся на поверхности детали, ненадежна. Последующее гальваническое или химическое покрытие исключает этот недостаток без изменения коррозионной стойкости.

В процессе оксидирования и фосфатирования идет образование оксидных и фосфидных пленок не только на поверхности детали, но и на поверхности пор. Поэтому пропитка составом ГКЖ-94 проводилась после нанесения химических покрытий. В данном случае балл коррозионной стойкости повышается до четвертого, однако скорость коррозии в 1,5-2,5 раза ниже, чем у никелированных деталей.

Таким образом, показано, что спеченные материалы на железной

основе обладают низкой коррозионной стойкостью в горячей воде. Используя в зависимости от среды, различные средства коррозионной защиты можно значительно повысить коррозионную стойкость деталей.

Л и т е р а т у р а

1. Grubitsch „Werkstoffe und Korrosion“, 1, 89, 1950
2. W. Müller „Galvanotechnik und Oberflächenschutz“, 7, 1966
3. А п и н и н с к а я Л.М., Р а д о м ы с е л ь с к и й И.Д. "Порошковая металлургия", №6, 1963.
4. А п и н и н с к а я Л.М., Р а д о м ы с е л ь с к и й И.Д. "Порошковая металлургия", №5, 1965.
5. Я м п о л ь с к и й А.М., И л ь и н В.А. Краткий справочник гальванотехника. М.: "Машиностроение", 1962.
6. С к о р о х о д В.В. ДАН УССР, 10, 1960. Автореферат. диссертации. Киев, 1961.
7. К л и н о в И.Я. Коррозия химической аппаратуры и коррозионностойкие материалы. М., "Машиностроение". 1967.