

УДК 667.64:678.026

А.В. Букетов, д-р. техн. наук, проф., Т.В. Чернявська, Д.В. Житник, М.В. Танська,
канд. техн. наук, доцент
Херсонська державна морська академія, Україна

КОРОЗІЙНА СТІЙКІСТЬ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТНИХ ПОКРИТТІВ У АГРЕСИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

A. Buketov, Dr., Prof., T. Cherniavskya, D. Zhytnyk, M. Tanska, Ph.D., Assoc. prof.
Kherson State Maritime Academy, Ukraine

CORROSION RESISTANCE OF POLYMERIC COMPOSITE COATINGS IN AGGRESSIVE ENVIRONMENTS

Для протикорозійного захисту засобів водного транспорту досліджували антикорозійні властивості розроблених і відомих полімерних КМ на основі модифікованого епоксидного зв'язувача з дисперсними наповнювачами.

Зазначимо, що епоксидний зв'язувач формували за наступного співвідношення компонентів – епоксидний олігомер (ЕД-20) : твердник поліетиленполіамін (ПЕПА) – 100 : 10. Випробовували чотири склади антикорозійних композитів і покриттів на їх основі:

- КМ 1 (композит формували за наступного співвідношення компонентів – зв'язувач : модифікатор фталімід : мікродисперсний наповнювач у вигляді синтезованої залізо-карбідної шихти (СЗКШ) наступного складу: Fe (70 %) + TiC (25 %) + Fe₃C (5 %) ($d = 15 \dots 20$ мкм) : мікродисперсний наповнювач у вигляді фітинової кислоти ($d = 8 \dots 10$ мкм) – 100 : 0,25 : 0,20 : 0,25);

- КМ 2 (композит формували за наступного співвідношення компонентів – зв'язувач : модифікатор фталімід : мікродисперсний наповнювач у вигляді синтезованої залізо-карбідної шихти (СЗКШ) наступного складу: Fe (70 %) + TiC (25 %) + Fe₃C (5 %) ($d = 15 \dots 20$ мкм) : мікродисперсний наповнювач у вигляді фітинової кислоти ($d = 8 \dots 10$ мкм) – 100 : 0,25 : 0,50 : 0,25);

- КМ 3 – відоме корозійностійке епоксидне покриття для захисту технологічного устаткування суден [композит Jotacote Universal N10 QD (Jotun, Норвегія)];

- КМ 4 – відоме корозійностійке епоксидне покриття для захисту бортів і надбудов суден [композит Intershield 300 (International, Великобританія)].

Корозійну стійкість захисних покриттів досліджували імпедансним методом, в результаті чого аналізували зміну опору і ємності зразків у часі під впливом середовища морської води. Для вимірювання питомого опору і ємності захисних покриттів використовували прилад RCL-метр типу Е7-22.

Експериментально встановлено, що після 30 діб витримки покриттів в умовах впливу агресивного середовища найвищими показником питомого опору ($\rho = 23,4 \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$) відзначається матеріал КМ 1. Аналогічно паралельно досліджували ємність розроблених і відомих матеріалів. Доведено, що за однакових умов випробувань найменшими ($C = 32 \times 10^2 \text{ пФ/см}^2$) показниками електричної ємності характеризується зразок на основі матеріалу КМ 1, що свідчить про достовірність отриманих результатів. Найкращі показники корозійної стійкості даного матеріалу можна пояснити в першу чергу оптимальним поєднанням інгредієнтів у епоксидній матриці. Зокрема, введення у полімер за гомеопатичного вмісту модифікатора, активної до міжфазової взаємодії синтезованої залізо-карбідної шихти, а також антиоксиданта, корозійностійкого і екологічно чистого порошку фітинової кислоти забезпечує максимальне підвищення ступеня гелеутворення епоксидної матриці. Такий матеріал є бар'єром до проникнення

агресивного середовища, що підтверджено вище результатами експериментальних досліджень.

Дещо гірші результати отримали при дослідженні матеріалу КМ 2. Для такого композиту після випробувань у морській воді отримали наступні значення опору та ємності: $\rho = 23,4 \text{ Ом}\cdot\text{см}^2$, $C = 32 \times 10^2 \text{ пФ/см}^2$. На наш погляд, це зумовлено дещо надмірною кількістю мікродисперсного наповнювача фітинової кислоти у матеріалі, що призводить до формування напруженого стану у структурі композиту. Відповідно, це погіршує когезійні властивості матеріалу у часі, що й позначається на його антикорозійних характеристиках.

Для порівняння за аналогічних умов досліджували корозійні характеристики відомих і широко впроваджених на сьогодні матеріалів на епоксидній основі, які використовують на сьогодні для захисту проти корозії засобів транспорту. Для таких матеріалів (КМ 3, КМ 4) отримано наступні характеристики корозійної стійкості: $\rho = 14,5 \dots 16,8 \text{ Ом}\cdot\text{см}^2$, $C = (43 \dots 49) \times 10^2 \text{ пФ/см}^2$. Можна констатувати, що у роботі розроблено матеріал (КМ 1) на основі модифікованої епоксидної матриці, наповненої активними дисперсними частками за оптимального вмісту, який у 1,4...1,6 разів (за показниками питомого опору) і у 1,3...1,5 разів (за показниками електричної ємності) має кращі антикорозійні властивості порівняно з відомими світовими аналогами. Це є свідченням необхідності використання розробленого матеріалу для підвищення антикорозійних характеристик деталей водного транспорту, які експлуатують в умовах впливу механічних навантажень та теплового поля.

Корозійну тривкість захисних покриттів додатково визначали шляхом занурення зразків у наступні агресивні середовища: нафта, бензин, морська вода, річкова вода. Зразки з розміром $60 \times 10 \times 10 \text{ мм}$ витримували у агресивних середовищах впродовж часу $t = 720 \text{ год}$ за температури $T = 293 \pm 2 \text{ К}$.

Результати дослідження показують високі експлуатаційні характеристики розроблених матеріалів. Зокрема, встановлено, що найвищою корозійною стійкістю (під якою у даному випадку розуміли зміну маси зразків після їх витримки у агресивних середовищах) відзначається матеріал КМ 1. Для нього зміна маси після витримки у середовищах становить 1,6...1,8 %. При цьому зазначимо, що для зразка з КМ 2 втрата маси у вибраних середовищах є несуттєво, але дещо вищою і становить 1,7...2,0 %. Отримані результати дослідження добре узгоджуються з наведеними вище результатами випробувань даних матеріалів щодо опору і ємності, що свідчить про їх достовірність.

Висновки

Розроблено антикорозійні епоксикомпозитні покриття для відновлення деталей технологічного устаткування морського та річкового транспорту. Встановлено, що найбільшим опором і найменшими показниками ємності характеризується захисне покриття на основі епоксидної матриці (100 мас.ч.) із вмістом добавок (модифікатор фталімід – $q = 0,25 \text{ мас.ч.}$, мікродисперсні наповнювачі: залізо-карбідна шихта – $q = 0,20 \text{ мас.ч.}$, фітинова кислота – $q = 0,25 \text{ мас.ч.}$). Доведено, що після витримки у агресивному середовищі морської води зразків впродовж $\tau = 30 \text{ діб}$ питомий опір покриття становить $\rho = 23,4 \text{ Ом}\cdot\text{см}^2$, а показники його ємності – $C = 3200 \text{ пФ/см}^2$. Доведено, що розроблений матеріал у 1,4...1,6 разів (за показниками питомого опору) і у 1,3...1,5 разів (за показниками електричної ємності) має кращі антикорозійні властивості порівняно з відомими світовими аналогами. Це є свідченням необхідності використання розробленого матеріалу для підвищення антикорозійних характеристик деталей водного транспорту, які експлуатують в умовах впливу механічних навантажень та теплового поля.