

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 %) + Fe<sub>3</sub>C (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 %) + Fe<sub>3</sub>C (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

досліджували опору ( $\rho$ ) ємність розроблених і відомих матеріалів. Доведено, що за однакових умов випробувань найменшими ( $C = 32 \times 10^2$  пФ/см<sup>2</sup>) 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.