

УДК 667.637.2 + 448.539.389.3

О.О. Шевцова, Т.О. Жадан

Харківський інститут танкових військ Національного технічного університету «ХПИ»

**БІОХІМІЧНО-СТІЙКІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ**

Проведено експериментальні дослідження з розробки й оптимізації сумішей епоксидно-уретанових композицій для захисних антикорозійних фунгіцидних покриттів. Запропоновано використати вказані покриття для захисту металевих поверхонь агрегатів і вузлів військової техніки.

*епоксидно-уретанові, біохімічні, фунгіцидні покриття, військова техніка*

**Вступ**

**Постановка проблеми.** Сучасні економічні умови України привели до різкого старіння військової техніки. Озброєння РХБ захисту є важливою невід'ємною складовою озброєння й військової техніки, яка призначена для боротьби з радіаційною, хімічною та біологічною небезпекою, як у воєнний, так і в мирний час. У цей час на озброєнні військ РХБ захисту є зразки, прийняті ще в роки Радянського Союзу або на початку 90-х років минулого сторіччя. Так, на кінець 2011 року будуть непридатні за строками зберігання й експлуатації для подальшого використання приблизно 50% машин РХБ розвідки та машин для спеціальної обробки. З огляду на існуюче стан зразків військової техніки проблема продовження передбаченого ресурсу є дуже важливою й актуальною.

**Аналіз літератури.** У процесі експлуатації та зберігання агрегати й вузли військової техніки піддаються також і біологічному навантаженню (табл. 1), тому вони повинні мати стійкість до дії мікроорганізмів.

Таблиця 1

Основні види бактерій, які викликають біокорозію металів, будівельних і промислових матеріалів неорганічної природи

Назва групи бактерій	
Сульфатредуруючі (сульфатвідновлюючі, десульфатууючі) бактерії	Залізобактерії
Desulfovibrio desulfuricans	Thiobacillus ferrooxidans
D. vulgaris	Leptospirillum ferrooxidans
D. agigas	Gallionella ferruginea
D. salexigenes	G. filamenta
D. africanus	Srenothrix polyspora
D. thermophilus	Clonothrix fusca
Desulfotomaculum nigrificans	Leptotrix discophora
D. orientis	L. ochracea
D. ruminis	L. pseudoochracea
Desulfomonas spp.	L. cholodnii
Desulfobulbus spp.	L. lopholea
Desulfobacter spp.	L. major
Desulfococcus spp.	L. echinata
	L. winogradskii

Desulfonema limicola	L. sideropus
Desulfosarcina variabilis	L. tenuissima
Назва групи бактерій	
Тіонові бактерії	Нітрифікуючі бактерії
Thiobacillus thiooxidans	Nitrobacter winogradskyi
T. ferrooxidans	N. agilis
T. denitrificans	Nitrococcus mobilis
T. thioparus	Nitrosococcus nitrosus
T. concretivorus	N. oceanus
T. intermedius	Nitrosolobus multiformis
T. neopolitanus	Nitrosomonas europaea
T. novellus	Nitrosospira briensis
T. perometabolis	Nitrosovibrio tenuis
T. acidophilus	Nitrospina gracilis
T. delicatus	Nitrosocystis coccooides
T. trautweinii	N. oceanus
T. thiocyanooxidans	
Thiomicrospira pelophila	
Sulfolobus acidocaldaris	
Thiodendron latens	
Назва групи бактерій	
Окремі види бактерій, що викликають іноді корозію металів	
Flavobacterium hydrophilum (корозія міді)	
Pseudomonas sp. (корозія мало-вуглецевої сталі)	
Brevibacterium sp. (корозія сталі ферменту)	
Lactobacillus sp. (корозія сталі в цукробуряковому виробництві)	
Flavobacterium spp., Pseudomonas spp. (алюмінієві сплави)	
Rhodospirillum rubrum, Rhodopseudomonas palustris (здатні поляризувати катод, а отже, викликати корозію металів)	
Pseudomonas aeruginosa, Micrococcus paraffinae (корозія трубопроводів, покритих плівкою)	

**Основний розділ**

Класифікація методів захисту від біопшкоджень наведена в табл. 2.

У даній роботі розглядається метод., який ґрунтується на застосуванні біоцидних інгредієнтів у лакофарбових покриттях (Пк). Нанесення захисних лакофарбових Пк на деталі машин надто важливе для військової автомобільної техніки [1], особливо тієї її частини, що перебуває на зберіганні або експлуатується з обмеженою витратою ресурсу. Тривалість збереження захисних властивостей і декоративного вигляду прямо залежить від якості матеріа-

лу, який наноситься, підготовки поверхні й технології нанесення лакофарбових матеріалів (ЛФМ).

Таблиця 2

Методи захисту від біопшкоджень

Вплив	Метод захисту
Вплив на матеріал	Механічне видалення забруднень. Підвищення загальної корозійної стійкості металів і захисної здатності покриттів. Гідрофобізування поверхні. Підвищення адгезії покриттів. Фізичні методи: зневоднювання, опромінення (УФ, γ і т.д.). Застосування засобів консервації: контактні інгібітори корозії, мастильні матеріали. Застосування біоцидних інгредієнтів у лакофарбових покриттях. Застосування полімерних біоцидів.
Вплив на середовище й умови експлуатації	Підтримка певної температури, вологості
Прямий вплив на мікроорганізми	Біологічний захист: – підбор і нанесення (введення) штамів-антагоністів; – використання організмів-паразитів проти видів, що викликають активні біопшкодження; – використання організмів, що живляться видами, які викликають активні біопшкодження.

Проблема захисту від біокорозії устаткування й інших металевих поверхонь вирішується незадовільно. Відповідно до експертної оцінки, основним видом захисту від біоруйнування є алкідні лакофарбові Пк, що становлять 60 – 80% обсягу виробництва всіх засобів захисту [2]. Порівняно низька довговічність навіть хімістійких перхлорвінілових і

епоксидних Пк (3 – 5 років) призводить до необхідності їх регулярного поновлення [3], що збільшує прямі й непрямі витрати, зокрема на оплату праці, пов'язаної з видаленням зруйнованих Пк, підготовкою поверхні перед фарбуванням і нанесенням ЛФМ.

Для збільшення терміну служби Пк запропоновані різні способи підвищення їхньої корозійної стійкості в біологічно активних середовищах [4 – 8]. Однак з аналізу патентної літератури й періодичних видань за останні 10 років випливає, що більшість модифікаторів, які вводяться до складу найбільш хімічно стійких епоксидних композицій, містить токсичні компоненти [9 – 13].

У роботі досліджені полімерні композиційні Пк, одержувані із суміші водних дисперсій 2-х полімерів ЕД-20 (епоксидний олігомер) і ПУС-КВ (поліуретансемікарбазид), узятих у співвідношенні 50:50 у ч (табл. 3).

Раніше була показана екологічна й технологічна доцільність застосування епоксидуретанових покриттів для захисту металевих поверхонь військової техніки [14].

У даній роботі наводяться результати експериментальних досліджень з модифікації та оптимізації сумішей на основі ЕД-20/ПУС-КВ для грибостійких фунгіцидних Пк.

Як фунгіцидні добавки узяті тіосечовина і сульфат міді, що вводять у кількостях 2,5; 5 і 10 в.ч. від загальної маси дисперсій. Матеріал підкладки МНЖ-5, ЛА-77-2, Дюраль Д-16.

Захисні властивості епоксидуретанових Пк якісно оцінювалися за ступенем стійкості в агресивних середовищах 30% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 60% NaOH, а також у воді (табл. 4).

Таблиця 3

Характеристика компонентів полімерної суміші

Найменування компонента	Середня молекулярна маса	Вміст нелет. с/о, %	В'язкість за ВЗ-4, с	Показник рН	Інші показники	ξ-потенціал, мВ
ЕД-20	390-430	76,0±4,0	90±0,5	7,0±0,1	ЕЧ-19-20, ГЧ-16-18	-6,01
ПУС-КВ	близько 40000	27,0±3,0	11,4±0,5	3,25±0,05	0,77 мекВ	+25,15

Таблиця 4

Захисні властивості епоксидуретанових композиційних ПК

Спосіб одержання	Режим сушіння		Матеріал підкладки	Середовище при 20 <sup>0</sup> С	Час експозиції, доба
	°С	хв.			
Епоксидуретанові ЕД-20 ПУС-КВ, (занурення)	150	120	мідьвмісний сплав МНЖ-5	H <sub>2</sub> PIPO 30% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 60% NaOH	Більше 3-х років 70 діб. 45 діб.

Грибостійкість і фунгіцидні властивості Пк визначали відповідно до ДСТ 9.049-91 на зразках-призмах розміром 1 × 1 × 1 см. Як тест-організми використали такі види мікроцетов: *Aspergillus Jryzae*

*cohn*, *Choetomium globosum kunze*, *Poecilomyces vixriotii bainier*, *Trichoderma Viride Pcix*.

Оброшуваність зразків визначали в живильному середовищі Чапека-Докса (метод 3) і без дода-

ткових джерел вуглецевого й мінерального живлення (метод 1). У табл. 5 наведені результати випробувань епоксидуретанових Пк із фунгіцидними добавками.

Оскільки Пк при експлуатації зазнають зовнішніх механічних впливів, обумовлених усадочними й температурними деформаціями, а також іншими фізичними та хімічними процесами, то поряд з дослідженнями оброщуваності Пк фіксували зміни міц-

ності й модуля пружності вільних плівок після впливу біологічних середовищ. Фізико-механічним випробуванням піддавали зразки, витримані в середовищі за методом 3. Результати випробувань показують досить високі пружно-деформаційні властивості досліджуваних покриттів. З даних табл. 5 випливає, що введення модифікуючих добавок тіосечовини й сульфату міді значно підвищує біохімічну стійкість епоксидуретанових Пк.

Таблиця 5

Результати випробувань епоксидуретанових Пк із фунгіцидними добавками

Добавка	Кількість добавки, в. ч.	Ступінь обростання		Грибостійкість за ДСТ 9.049-91
		Метод 1	Метод 3	
Тіосечовина	–	3	5	Негрибостійкий
	2,5	1	4	Грибостійкий
	5,0	1	4	Грибостійкий
	10,0	1	4	Грибостійкий
Сульфат міді	–	3	5	Негрибостійкий
	2,5	2	4	Грибостійкий
	5,0	2	ф.з. – 30мм	Фунгіцидний
	10,0	0	ф.з. – 30мм	Фунгіцидний

Примітка: ф.з. – фунгіцидна зона.

Таким чином показано, що розроблені епоксидуретанові суміші ЕД-20/ПУС-КВ, модифіковані тіосечовиною і сульфатом міді, утворюють Пк з високими антикорозійними, фунгіцидними властивостями й грибостійкістю. Передбачається, що після проведення подальших експериментальних випробувань модифіковані епоксидуретанові покриття можуть бути рекомендовані для захисту металевих поверхонь агрегатів і вузлів військової техніки, зокрема військ РХБ захисту, в умовах експлуатації й зберігання.

### Список літератури

1. Шамаков А.И. Без окраски не обойтись // Армейский сборник. – 2004 – № 3. – С. 54.
2. Сергиенко Т.Е., Сухарева Л.А., Губанова М.И. Перспективы использования полимерных покрытий антиадгезионного и антикоррозионного назначения в производстве пищи // Тез. докл. Всес. научно-техн. конф. «Итоги и перспективы использования природных синтетических ВМС в производстве пищи». – М., 1991. – С. 153-154.
3. Сухарева Л.А., Яковлев В.С. Пищевая промышленность. – М., 2001. – 328 с.
4. Бицидные эпоксидные покрытия / Л.А. Сухарева, Е.И. Мжачих, Е.В. Бакирова и др // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2003. – № 5. – С. 29-34.
5. Сухарева Л.А., Сергиенко Т.Е., Губанова М.И. Техно-экономические и экологические аспекты создания и применения биохимически стойких покрытий для емкостей водоподготовки // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2002. – № 12. – С. 24-27.
6. Исследование биологической стойкости эпоксидных лакокрасочных покрытий / В.Т. Ерофеев, В.Ф. Смирнов, Н.В. Черушова и др. // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2002 – № 11. – С. 30-32.

7. Заикин А.Е., Галиханов М.Ф. Основы создания полимерных композиционных материалов. – Казань: Казанского Гос. технол. универ., 2001. – 140 с.

8. Толмачев И.А., Сарачук М.Д., Жак В.Л. Водно-дисперсионные латексно-эпоксидные лакокрасочные материалы для антикоррозионных покрытий // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2002. – № 4. – С. 17-19.

9. Пат. №2174135 РФ С 09 Д 5/08, 163/02. Композиция для защиты прокорродированных металлических поверхностей / Р.И. Погребная, Л.В. Дубинина, Н.В. Федякова. – Заявл. 31.10.00; Оpubл. 27.09.01.

10. Пат. №2174136 РФ С 09 Д 5/08, 163/02. Композиция для антикоррозионного покрытия / В.И. Махрин, Ю.Е. Устюгин, В.Н. Владимирский. – Заявл. 15.07.99; Оpubл. 27.09.01.

11. Пат. №2171822 РФ С 09 Д 5/08, 163/02. Антикоррозионный материал / В.И. Черняев, И.Ф. Гладких. – Заявл. 02.06.98; Оpubл. 10.08.01.

12. Пат. №2177017 РФ С 09 Д 5/08, 5/12, 163/02. Грунтовка преобразователь ржавчины / Л.М. Амирова, Т.А. Мангушева, Р.Р. Амиров, И.К. Шагиева – Заявл. 17.04.00; Оpubл. 20.12.01.

13. Качнев А.Н., Галибеев С.С. Модификация структуры и свойств полимеров // Химия и химическая технология. – 2003. – Т. 46, вып. 4. – С. 3-10.

14. Шевцова О.А., Жадан Т.А., Гайнутдинов А.В. Улучшение антикоррозионных свойств агрегатов и узлов военной техники электроосаждением эпоксидуретановых водных систем // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ, 2005. – Вып. 3 (43). – С. 126-133.

Надійшла до редколегії 10.08.2006

Рецензент: д-р хім. наук, проф. В.Д. Калугін, Академія цивільного захисту України, Харків.