

## **ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ У ПРОТИКОРОЗІЙНОМУ ЗАХИСТІ**

**Цибуля С.Д., к.т.н., доц.**

**Чернігівський державний технологічний університет**

*вул. Шевченка, 95, 14027, м. Чернігів, Україна*

*e-mail: stcibula@yandex.ru*

**Старчак В.Г., д.т.н., проф., Савлук О.О., студ.**

**Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка**

*вул. Гетьмана Полуботка, 53, 14013, м. Чернігів, Україна*

*e-mail: starchak@mail.ru*

**Пушкарьова І.Д., ст. викладач**

**Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління**

*вул. Урицького, 35, 03035, м. Київ*

*e-mail: iryninet@mail.ru*

Наведено результати аналізу взаємного впливу екологічної ситуації (що формується техногенним забрудненням довкілля: речовинами – інгредієнтним та енергетичним – параметричним) на корозію технічних споруд та їх протикорозійний захист у технологічних і природних середовищах. Показано, що забруднення навколишнього середовища (інгредієнтне, параметричне) значно впливає на ефективність протикорозійного захисту. Визначено переваги розробленої синергічної захисної композиції перед відомими, для протикорозійного захисту металоконструкцій, в умовах забрудненого середовища катодними та анодними активаторами корозії, а також при дії електричного, електромагнітного полів.

Ключові слова: еколого-корозійна ситуація, техногенне забруднення, протикорозійний захист, зменшення ризику техногенних аварій

## **ECOLOGICAL PROBLEMS OF CORROSION PROTECTION**

**Tcibula S.D., CandSc., Assoc. prof.**

**Chernigiv State Technological University**

*Shevchenko str., 95, 14027, Chernigiv, Ukraine*

*e-mail: stcibula@yandex.ru*

**Starchak V.G., DSc., Prof., Savluk O.O., stud.**

**Chernigiv National Educational University named by T.G Shevchenko**

*Getmana Polubotka str., 53, 14013, Chernigiv, Ukraine*

*e-mail: starchak@mail.ru*

**Pushkaryova I.D., sen. teach.**

**State Ecological Academy Postgraduate Education and Management**

*Urickogo str., 35, 03035, Kyiv, Ukraine*

*e-mail: iryninet@mail.ru*

There are results of analysis of joint ecological influence (from the technogenous contamination environment: ingredient and energetic) on the corrosion of the technical constructions and their protection corrosion in the technological and natural mediums. It is shown that environmental pollution (inhredient, parametric) significantly affects the efficiency of corrosion protection. Defined benefits developed synergistic protective composition before known, for corrosion protection of metalloconstructions, in a contaminated cathode and anode corrosion activators environment, and the action of electrical, electromagnetic fields.

Key words: ecology-corrosion state, technogenous contamination, corrosion protection, decreasing of the technogenous accidents risk.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЕ**

**Цыбуля С.Д., к.т.н., доцент**

**Черниговский государственный технологический университет**

*ул. Шевченка, 95, 14027, г. Чернигов, Украина*

**Старчак В.Г., д.т.н., проф., Савлук О.О., студ.**

**Черниговский национальный педагогический университет имени Т.Г. Шевченка**

*ул. Гетьмана Полуботка, 53, 14013, г. Чернигов, Украина*

**Пушкарева И.Д., ст. преподаватель**

**Государственная экологическая академия последипломного образования и управления**

*ул. Урицкого, 35, 03035, г. Киев*

Приведены результаты анализа взаимного влияния экологической ситуации (от техногенного загрязнения окружающей среды: ингредиентным и энергетическим) на коррозию технических сооружений и их противокоррозионную защиту в технологических и природных средах. Показано, что загрязнение окружающей среды (ингредиентное, параметрическое) значительно влияет на эффективность противокоррозионной защиты. Определены преимущества разработанной синергической защитной композиции перед известными, для противокоррозионной защиты металлоконструкций, в условиях загрязненной среды катодными и анодными активаторами коррозии, а также при действии электрического, электромагнитного полей.

Ключевые слова: эколого-коррозионная ситуация, техногенное загрязнение, противокоррозионная защита, уменьшение риска техногенных аварий

**Актуальність роботи.** Відомо, що для вирішення однієї з сучасних глобальних екологічних проблем – запобігання техногенних аварій, підвищення експлуатаційної надійності та екологічної безпеки технічних споруд, широко використовують засоби протикорозійного захисту [1–3]. Їх удосконалення включає низку екологічних проблем з вимогами мінімальної екологічної небезпеки захисних композицій, високої ефективності захисту від корозії, наводнювання, корозійно-механічного руйнування (КМР) – основної причини техногенних аварій: малоциклової втоми (МЦВ), водневої деградації, корозійного розтріскування (КР) [2–6]. Останнє набуває важливого значення в умовах постійно зростаючого інгредієнтного та енергетичного забруднення середовища [3–7]. Протикорозійному захисту присвячено досить багато наукових праць [1–8]. Їх аналіз показав, що проблема техногенного впливу на ефективність протикорозійного захисту (ПКЗ) дуже обмежено висвітлена у науково-технічній літературі [1–8] та потребує вдосконалення в основних напрямках, щодо:

- вибору синергістів в захисні композиції на вторинній сировині для підвищення ефективності ПКЗ та зменшення ризику техногенних аварій;
- зниження екологічної небезпеки синергічних захисних композицій (СЗК);
- забезпечення високої ефективності СЗК поліфункціональної дії, з чисельними захисними ефектами в умовах техногенного впливу.

Метою роботи є розробка поліфункціональної СЗК з пониженою екологічною небезпекою та високою ефективністю в умовах забрудненого середовища катодними активаторами корозії (катиони –  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ; аніони –  $Cr_2O_7^{2-}$ ) та анодними ( $Cl^-$ ,

$SO_4^{2-}$  та ін.), а також при дії електричного, електромагнітного поля (ЕМП).

**Матеріал і результати дослідження.** Дослідження проведені за комплексною системою [9] в природних середовищах (воді р. Десна, ґрунті м. Чернігова, з вмістом забруднень 0.5...2 ГДК) та технологічних (корозійних – 3% NaCl, наводнювальних – 3% NaCl, з катодною поляризацією, корозійно-наводнювальних, з різним рН, з  $H_2S$  – типу NACE) на вуглецевих (сталь 20, 45) та низьколегованих сталях (16ГНМА, 17Г1С, 40Х, 65Г) з визначенням чисельних інгібуючих ефектів [3–10]. Як синергісти використовували гетероциклічні органічні сполуки (похідні тіазолу, імідазолу, 0.1%). Основа СЗК – відходи ВАТ «Хімволокно» – К та РХП «Азот» – КУБ (табл. 1), з активними складовими з амідними зв'язками, з ефективним гальмуванням корозії та наводнювання. ЕМП створювали за методикою [5, 7].

Експериментальні дані обробляли методами математичної статистики з використанням стандартної похибки S, яка становить при  $n=6$ ,  $t=2,75$  й довірчої ймовірності 0,95, –  $S=\pm 5...10\%$ . Визначали також коефіцієнт кореляції r регресійним аналізом за методом найменших квадратів. Малоймовірні дані відкидали з урахуванням Q-критерію.

Як видно з табл. 2, 3, рис. 1, 2, розроблена СЗК має переваги як з техніко-економічної, так і з соціально-екологічної ефективності перед відомими композиціями. Це підтверджено розрахунками очікуваної економії  $E = \sum_{i=1}^{n=6} Ei$  [11], яка складає 155246 грн/рік.

Таблиця 1 – Характеристика утилізованих відходів, % мас.

1. Кубовий відход (К) першої дистиляції $\epsilon$ -Капролактаму в цеху його регенерації на ВАТ «Хімволокно», 600 т/рік, ТУ 46-00204048.156-2001							
$\epsilon$ -Капролактаму	Олігомери						
	Всього		Нерозчинна фракція		Розчинна фракція		
25...50	36...59,6		24...40		12...19,6		
Усереднений склад кубових відходів регенерації $\epsilon$ -Капролактаму							
$\epsilon$ -Капролактаму	Олігомери		Неорганічні сполуки	Лужні продукти	рН	W, %	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
	Нерозчинні	Розчинні					
35	33,8	16,9	2,4		9,0	10,7	1062
2. Відход РХП «Азот» (15 т/рік) – КУБ кубовий залишок виробництва $NH_3$ – стадія розгонки моноетаноламіну – МЕА							
Основні складові							
МЕА	Смола		Зола		Вода		
50	10...30		8...10		залишок		

Таблиця 2 – Ефективність захисту сталі в забрудненій воді р. Десна (0.5 ГДК) при дії ЕМП, E=100 В/м (2 ГДР), 50 кГц

Показники захисту	Розроблена СЗК		Відома ЗК (ЧФ)	
	без ЕМП	в ЕМП	без ЕМП	в ЕМП
Z (ступінь захисту сталі 20 від корозії), %	99,9	99,9	72,3	51,1
$\beta$ (ступінь захисту сталі 20 від наводнювання, МЦВ), %	79,6	79,9	37,5	25,7
K (ступінь захисту сталі 20 від корозійної втоми), %	98,1	98,2	41,4	21,5
K <sub>н</sub> (ступінь захисту сталі 20 від водневої втоми), %	73,5	80,1	21,7	10,8
K <sub>кр</sub> (коефіцієнт гальмування КР сталі 65Г)	161,0	161,0	26,0	12,5

Таблиця 3 – Екологічні переваги СЗК

Захисні композиції	Показники екологічної небезпеки			
	Клас небезпеки	ЛД <sub>50</sub>	ГДК <sub>в</sub>	ГДК <sub>р</sub> <sub>з</sub>
СЗК	4	7000	1,00	4,75
ЧФ	4	2000	0,50	1,10
ХОСП	2	725	0,02	0,60
НДА	2	233	0,01	0,10
УР	2	850	0,01	0,50

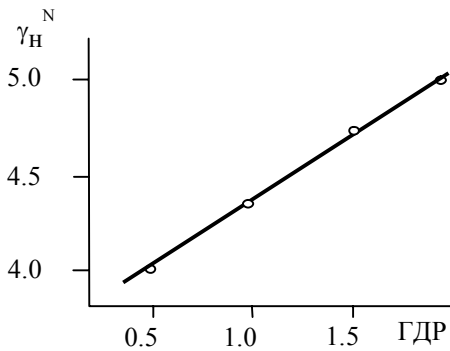


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта гальмування малоциклової водневої втоми (МЦВВ) сталі 20 від рівня ЕМП (ГДР=50 В/м, f=50 кГц)

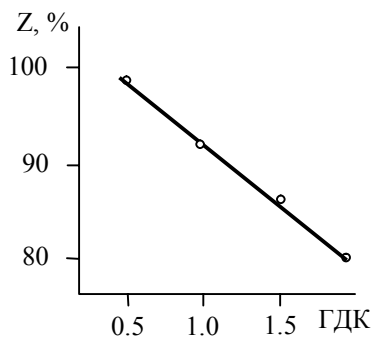


Рисунок 2 – Залежність ступеня протикорозійного захисту сталі 20 від забруднення Деснянської води (0.5...2 ГДК)

При збільшенні напруженості електричного поля E з 25 до 100 В/м (0.5...2 ГДР) гальмування МЦВВ зростає в 1,3 рази (рис. 2), що, очевидно, пов'язано з ефектом катодного захисту та підтверджує результати отримані в [5–7]. Забруднення катодними та анодними активаторами Деснянської води (0.5...2 ГДК) значно (на 19,9%) знижує ступінь захисту сталі 20 від корозії Z (рис. 3).

Обробка ґрунту СЗК з активним полярним адсорбентом (цеоліт) зменшує техногенний вплив забруднення на ефективність протикорозійного захисту та сприяє очищенню ґрунту від важких металів, що знижує їх акумуляцію в рослинах.

#### Висновки.

1. Проведені дослідження показали необхідність врахування техногенного впливу на ефективність протикорозійного захисту.

2. Розроблена СЗК забезпечує високу ефективність протикорозійного захисту металоконструкцій від КМР за рахунок утворення на їх поверхні стійких наномасштабних металохелатних захисних плівок.

#### ЛІТЕРАТУРА

- Сучасне матеріалознавство ХХІ ст. /Відп. редактор – акад. НАНУ І.К. Походня. – К.: Наук. думка, 1998. – 658 с.
- Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій /Під ред. акад. НАНУ В.В. Панасюка. – Львів: Каменяр, 1999. – Т.1. – 352 с., Т.2. – 346 с., Т.3 – 286 с.
- Старчак В.Г. Влияние коррозионной ситуации на состояние экосистем // Монтажные и спецработы в строительстве. – 1992. – № 10. – С. 11–12.
- Цибуля С.Д. Розробка інгібіторів комплексної дії на вторинній сировині для захисту сталі від корозії та корозійно-механічного руйнування: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.17.14 «Хімічний опір матеріалів та захист від корозії» / С. Д. Цибуля. – Львів, 1999. – 19 с.
- Костенко І.А. Протикорозійний захист сталі від матеріальних та енергетичних забруднень: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.17.14 «Хімічний опір матеріалів та захист від корозії». – Київ, 2001. – 22 с.
- Підвищення корозійної стійкості, довговічності та екологічної безпеки конструкційних матеріалів поверхневою модифікацією / В.Г. Старчак, С.О. Олексієнко, К.М. Іваненко та ін. //Фіз.-хім. механіка матеріалів. – Спецвип. № 5. – Т. 2. – С. 883–888.
- Противокоррозионная защита металлов в ЕМП / В.Г. Старчак, О.О. Вервейко, С.Д. Цибуля, И.А. Костенко // Эффективность реализации научного, ресурсного, промышленного потенциала в современных условиях. – Киев: УИЦ НГТ, 2003. – С. 84–87.
- Защита стали от коррозионно-механического разрушения / Ю.И. Бабей, Н.Г. Сопрунок. – К.: Техніка, 1981. – 126 с.

9. Старчак В.Г. Комплексная система контроля и оценки эффективности защиты сталей от коррозионно-механических разрушений в наводороживающих средах. – Чернигов: ВСНТО, 1983. – 69 с.

10. Наукові основи підвищення екологічної безпеки металоконструкцій модифікацією їх поверхні в протикорозійному захисті /В.Г. Старчак, Н.П. Буяльська, С.Д. Цибуля та ін. //Фіз.-хім. механіка матеріалів. – Спецвипуск № 4. – 2004. – Т. 2. – С. 853-859.

11. Шляхи зменшення техногенного впливу на довкілля / В.Г. Старчак, І.Д. Пушкарьова, І.А. Костенко //Екологічна безпека. – 2008. – № 2. – С. 35–39.

#### REFERENCES

1. Modern science of materials in the XXIth century / Executive Editor – Ak. NASU I.K. Pohodnya. – K.: Nauk. Dumka, 1998. – 658 p. [in Ukrainian].

2. Fracture mechanics and strength of constructions / ed. Acad. NASU V.V. Panasyuk. – Lviv: Kamenyar, 1999. – Vol.1. – 352 p., Vol.2. – 346 p., Vol.3 – 286 p. [in Ukrainian].

3. Starchak V.G. The influence of corrosion on ecosystems state // Installation and Special Construction Works. – 1992. – № 10. – P. 11–12 [in Russian].

4. Tcibula S.D. Complex action inhibitors development on the secondary raw materials for steel protection corrosion and corrosion-mechanical fractures: abstract of thesis for a candidate's degree: specialty 05.17.14 "Chemical resistance of materials and corrosion protection". – Lviv, 1999. – 19 p. [in Ukrainian].

5. Kostenko I.A. Steel corrosion protection from material and energetic contaminations: abstract of thesis for a candidate's degree: specialty 05.17.14 "Chemical

resistance of materials and corrosion protection". – Kiev, 2001. – 22 p. [in Ukrainian].

6. The corrosion resistance, longevity and ecological safety increasing of construction materials by surface modification /V.G. Starchak, S.O. Olexienko, K.M. Ivanenko a.o. // Physico-chemical mechanics of materials. – Spec. issue № 5. – Vol. 2. – P. 883–888 [in Ukrainian].

7. Corrosion protection of metals in EMF / V.G. Starchak, O.O. Verveiko, S.D. Tcibula, I.A. Kostenko // Efficiency of realization of science, resource, industrial potential in the modern conditions. – K.: UITc NTT, 2003. – P. 84–87 [in Russian].

8. Steel protection of corrosion-mechanical failure / Ju.I. Babei, N.G. Suprunuk – K.: Technics, 1981. – 126 p. [in Russian].

9. Starchak V.G. Complex system of control and estimation of efficiency protection of steel from KMF in hydrogenating mediums– Chernigov: VSNTTO, 1983. – 69 p. [in Russian].

10. Scientific bases of the ecology safety increasing of metalloconstructions by surface modification in corrosion protection /V.G. Starchak, N.P. Buyalsca, S.D.Tcibula a.o. // Physico-chemical mechanics of materials. – Spec. issue № 4. – 2004. – Vol. 2. – P. 853–859 [in Ukrainian].

11. Ways of reducing the anthropogenic impact on the environment / V.G. Starchak, I.D. Pushkareva, I.A. Kostenko // Ecological safety. – 2008. – № 2. – P. 35–39 [in Ukrainian].

Рекомендовано до друку д.т.н., проф. Саленком О.Ф.