

УДК 504.062+620.194:620.197

С. Д. Цибуля, д. т. н., доц., директор навч.-наук. ін-ту технологій
Чернігівський національний технологічний університет (ЧНТУ)
вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, Україна, 14035

В. Г. Старчак, д. т. н., проф., проф. каф.

А. В. Нешта, магістрант

Національний університет «Чернігівський колегіум ім. Т. Г. Шевченка» (ЧНПУ)
вул. Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів, Україна, 14013

К. М. Іваненко, к. т. н., доц. каф.

Н. П. Буяльська, к. т. н., доц. каф.

І. А. Костенко, к. т. н., доц. каф.

Чернігівський національний технологічний університет (ЧНТУ)
вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, Україна, 14035

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ

Наведені результати удосконалення екологічного моніторингу щодо оцінки екологічної ситуації інтегральними показниками рівня техногенного забруднення важкими металами річкової води та його впливу на корозійну стійкість та витривалість сталі 09ХГ2НАБЧ, легованої добавками Cu, Sb. Встановлено, що оптимальним є легування сталі 1 % мас. Cu, 0,3 % мас. Sb. Легування сталі 0,5 % мас. Cu, 0,5 % мас. Sb є шкідливим, в 1,6...1,8 раз зростають втрати металу, зокрема збільшується концентрація нікелю у воді, за рахунок підсилення корозійних процесів, а також знижується малоциклова витривалість, і, як наслідок, погіршується екологічна ситуація та підвищується ризик техногенних аварій. Оптимальні легуючі добавки, разом з розробленою синергічною захисною композицією, суттєво зменшують техногенний вплив та підвищують рівень техногенно-екологічної безпеки експлуатації металоконструкцій в забрудненій річковій воді, з мінімізацією техногенного забруднення. Підвищення рівня техногенної безпеки досягається двома методами: хімічним – модифікація металевої поверхні, за рахунок утворення стійких наномасштабних металохелатних плівок та фізико-хімічним – адсорбцією, катіонним обміном важких металів на полярному адсорбенті, що входить до складу синергічної захисної композиції.

Ключові слова: техногенний вплив, корозійна стійкість, витривалість низьколегованої сталі з добавками Cu, Sb, захисні композиції.

Постановка проблеми. Інноваційні технології легування конструкційних сталей, впровадження ефективних захисних композицій сприяють запобіганню техногенних аварій в техноприродних системах (ТПС) з великими екологічними збитками. Це питання особливо загострюється внаслідок негативного техногенного впливу важких металів (ВМ) на екологічну безпеку металоконструкцій, в т.ч. в поверхневих водах. Однак, попри широкого розповсюдження підводних технічних споруд проблема підвищення рівня їх техногенно-екологічної безпеки, в умовах техногенного впливу, залишається обмежено дослідженою. Це потребує удосконалення, як екологічного моніторингу, так і захисту ТПС з технічними спорудами [1–4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ряд авторів звертають особливу увагу на оцінку ефективності інноваційних технологій не тільки за економічними, але й насамперед за екологічними критеріями й показниками [2, 5–8]. Однак, екологічний моніторинг екодеструктивного техногенного впливу ВМ на довкілля переважно висвітлюється щодо літосфери, гідросфери, атмосфери, педосфери, фітосфери, зоосфери, демосфери, й дуже обмежено щодо техносфери – впливу на технічні споруди [2, 5–7, 9–17]. Отже, набуває важливого значення удосконалення методів екологічного моніторингу та

захисту металоконструкцій в умовах техногенного впливу ВМ [18–20]. Одним з перспективних методів удосконалення одержання високоміцних низьколегованих сталей, стійких до агресивних середовищ, є легування міддю, сурмою, в досить широких границях концентрацій (Cu – 0,2...4,0, Sb – до 0,6 мас. %). Важливо встановити оптимальні легуючі добавки щодо їх впливу на тривкість, витривалість сталі в агресивних середовищах, в т.ч. забруднених поверхневих водах [21–23].

Постановка задачі та її рішення. Мета та основна задача цієї роботи – підвищення рівня екологічної безпеки металоконструкцій з низьколегованої сталі, в забруднених ВМ поверхневих водах – удосконаленням її легування оптимальними добавками Cu, Sb й захисту середовища синергічними композиціями з мінімізацією техногенного впливу.

Дослідження проведені на сталі 09ХГ2НАБЧ (таблиця 1), в поверхневих водах річки Білоус м. Чернігова (таблиця 2). Її забрудненість характеризували інтегральним показником – індексом забруднення води (ІЗВ) [24]

$$\text{ІЗВ} = \left(\sum_{i=1}^{n \geq 6} \frac{C_i}{ГДК_i} \right) / n. \quad (1)$$

Корозійну стійкість визначали за K_n (мм/рік), малоцикловою втому (основну причину техногенних аварій) – за числом циклів N до руйнування зразків ($57 \times 12 \times 2,5$ мм) на машині ПП-2 [13, 17–20, 25]. Коефіцієнтом технологічної ефективності γ_m характеризували доцільність удосконалення застосованих методів захисту [26].

Результати експериментів з вдосконалення універсального технологічного метода підвищення екобезпеки металоконструкцій синергічними захисними композиціями (СЗК) на вторинній сировині, з утилізацією регіональних відходів, наведено в таблицях 3–6 й на рисунках 1, 2.

Таблиця 1 – Характеристика сталі 09ХГ2НАБЧ, з Cu, Sb

Хімічний склад, мас. %	Сталь				
	1	2	3	4	5
C	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Si	0,37	0,36	0,37	0,38	0,36
Mn	1,45	1,45	1,43	1,46	1,45
Cr	0,48	0,48	0,48	0,47	0,46
Ni	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Nb	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05
Al	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
Cu	–	0,5	1,0	–	–
Sb	–	–	–	0,3	0,5
P, $\times 10^2$	2,0	2,5	1,8	2,0	2,0
S, $\times 10^2$	2,0	2,5	2,1	2,1	2,6
Гази, $\times 10^4$					
O	60	58	59	60	60
N	300	290	300	290	300
H	2,5	2,6	2,3	2,3	2,8
Фізико-механічні властивості					
Сталь	σ_B	σ_T	δ	ψ	Термо-обробка
	МПа		%		
1	420	310	34	55	Нормалізація, 1192 К
2	410	320	35	56	
3	486	340	33	51	
4	470	330	32	49	
5	375	300	36	57	
Сталь: 1 – без добавок Cu, Sb; 2, 3 – з добавкою Cu (0,5; 1); 3, 4 – з добавкою Sb (0,3; 0,5), мас. %.					

Таблиця 2 – Забрудненість води*

Показники	Ni ²⁺	Cu ²⁺	Mn ²⁺	NH ₄ ⁺
C_i , мг/дм ³	0,0099	0,0188	0,0175	0,6840
$ГДК_{p.g.}$, мг/дм ³	0,01	0,01	0,01	0,05
$C_i/ГДК_i$	0,99	1,88	1,75	13,68
$\sum C_i/ГДК_i$	34,8			
ІЗВ	5,8; 5 клас, «брудна вода»			

*Примітка:

- В розрахунок ІЗВ, як обов'язкові, введено БПК₅, O_{2(розч.)}; $C_i/ГДК_i = 15,22; 1,28$.
- pH = 5,5...6.

Таблиця 3 – Коефіцієнти технологічної ефективності γ_m зниження забрудненості води з СЗК

Показники	Ni ²⁺	Cu ²⁺	Mn ²⁺	NH ₄ ⁺
C_i , мг/дм ³	0,0017	0,0018	0,0027	0,1485
$C_i/ГДК_i$	0,17	0,18	0,27	2,97
$\sum C_i/ГДК_i$	8,4			
ІЗВ	1,4; 3 клас, «помірно забруднена»			
γ_m	5,8	9,9	6,5	4,6
γ_m за ІЗВ – 4,1				

В «брудній воді» р. Білоус (ІЗВ = 5,8) – таблиця 2, сталь 09ХГ2НАБЧ, без добавок Cu, Sb є понижено стійкою (бал 7). Легування сталі 1,0 Cu; 0,3 Sb, мас. % знижує втрату металу (бал 6), $\gamma_m = 2,04; 2,55$. Легування Cu, Sb по 0,5 мас. % є шкідливим: втрати металу зростають в 1,6; 1,8 раз. Легування неефективне – $\gamma_m < 1$ (таблиця 4).

Таблиця 4 – Коефіцієнти технологічної ефективності γ_m за K_n (мм/рік)

Сталь	без СЗК			з СЗК		
	K_n	Бал, тривкість	γ_m	K_n	Бал, тривкість	γ_m
1	0,51	7,	–	0,17	6	3,0
2	0,93	понижено тривкі	0,55	0,095	5, тривкі	9,8
3	0,20	6, –/–	2,55	0,015	4, –/–	13,3
4	0,25		2,04	0,022		11,4
5	0,82	7, –/–	0,66	0,310	6	2,6

СЗК (5 г/дм³) зменшує забрудненість води до ІЗВ = 1,4 (див. таблицю 2, 3). γ_m по зниженню токсичних ВМ (Ni²⁺, Cu²⁺, Mn²⁺) складає: $\gamma_m = 5,8...9,9$, а за ІЗВ – $\gamma_m = 4,1$.

Оптимальні добавки Cu 1,0; Sb 0,3 мас. % забезпечують з СЗК максимальну технологічну ефективність γ_m збільшується в 5,2...5,6 раз). Сталь вже відноситься до групи тривкої, бал зменшується на 2 одиниці (з 6 до 4). Найменшу ефективність захисту показала сталь з 0,5 % Sb, ($\gamma_m = 2,6$, що нижче ніж сталь без добавок).

Понижена стійкість сталі 09ХГ2НАБЧ в «брудній воді» р. Білоус сприяє накопиченню в ній ВМ. В таблиці 5 показано збільшення у воді концентрації найбільш небезпечного токсиканта (супертоксиканта ХХІ ст.) – Ni²⁺ [27] внаслідок корозії сталі та її зменшення із СЗК.

Таблиця 5 – C_{Ni2+} (мг/дм³) у воді р. Білоус внаслідок корозії сталі (1–3)

Сталь	без СЗК		з СЗК	
	C _{Ni2+}	γ_m	C _{Ni2+}	γ_m
1	0,121	–	0,0387	–
2	0,210	0,58	0,0217	1,77
3	0,053	2,28	0,0049	7,90

Якщо корозія сталі 09ХГ2НАБЧ без добавок збільшує $C_{Ni^{2+}}$ у воді в 12,2 раз (див. таблиці 2, 5), то добавка Cu 0,5 мас. % підвищує її в 21,2 ($\gamma_m < 1$). Оптимальна добавка Cu 1,0 мас. % обумовлює $\gamma_m = 2,28$, в порівнянні зі сталлю без добавок. СЗК забезпечує зниження $C_{Ni^{2+}}$ у воді внаслідок корозії ($\gamma_m = 1,77...7,90$) в 2,1...10,8 раз, але рівня $C_{Ni^{2+}}$ у воді р. Білоус, з СЗК, без корозії сталі не досягається.

СЗК знижує також ризик техногенних аварій, збільшуючи витривалість до малоциклової втоми (таблиця 6).

Таблиця 6 – Коефіцієнт технологічної ефективності γ_m з малоциклової витривалості сталі

Сталь	1	2	3	4	5
γ_m	2,5	2,9	3,8	3,5	2,1

Знову ж добавка Sb 0,5 мас. % менш ефективна ніж сталі без добавок (1): $\gamma_m = 2,1$ проти 2,5. Максимальну ефективність показала сталь 09ХГ2НАБЧ (3) з добавкою Cu 1,0 мас. %.

Пояснення одержаних результатів можна зробити на основі фазового рентгеноструктурного аналізу, Оже-спектроскопії, фізико-хімічних методів аналізу (фотометрія), електронної мікроскопії [21, 22].

Мідь в сталі з добавкою 0,5 мас. %, в основному, представлена нестійкими сульфідами $CuS_{0,56}$, Cu_5FeS_4 (ловушками водню), які легко руйнуються, з виділенням Cu (катодного протектора), на поверхні руйнування, що збільшує втрати сталі. Тому ця легуюча добавка була неефективною. Крім того, вона обумовлювала значне накопичення Cu^{2+} у річковій воді (в 6 разів більше проти добавки Cu 1,0 мас. %). В сталі з добавкою Cu 1,0 мас. %, мідь в основному знаходиться в стійких сульфідах CuS й дещо в твердому розчині. Константа рівноваги розчинення їх навіть в більш агресивному середовищі (рН 0) складає $K = 5,3 \cdot 10^{-16}$. Це вказує на термодинамічну неможливість їх розчинення та накопичення Cu^{2+} в середовищі за їх рахунок.

Поверхня руйнування сталі з добавкою 0,5 Sb мас. % збагачена сульфідами Ni, Sb, ϵ -карбиду, що обумовлює високу корозійну активність цієї сталі та зменшення стійкості до водню (рисунок 1).

Неефективність добавки Sb 0,5, мас. % ($\gamma_m < 1$) пов'язана в даному випадку з утворенням активного стимулятора наводнювання SbH_3 . Ця сталь руйнується за механізмом водневої крихкості (як і з добавкою Cu 0,5, мас. %). Про це свідчить растрове зображення поверхні її руйнування (рисунок 2).

Поверхня вкрита численними водневими пухирцями, здуттями, є глибокі раковини.

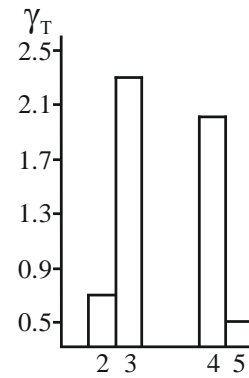


Рисунок 1 – Коефіцієнт технологічної ефективності γ_m легування при наводнюванні сталі 09ХГ2НАБЧ в річковій воді при катодній поляризації ($i_K = 0,1 \text{ A/cm}^2$): 2 – Cu, 0,5; 3 – Cu, 1,0; 4 – Sb, 0,3; 5 – Sb, 0,5 мас. %

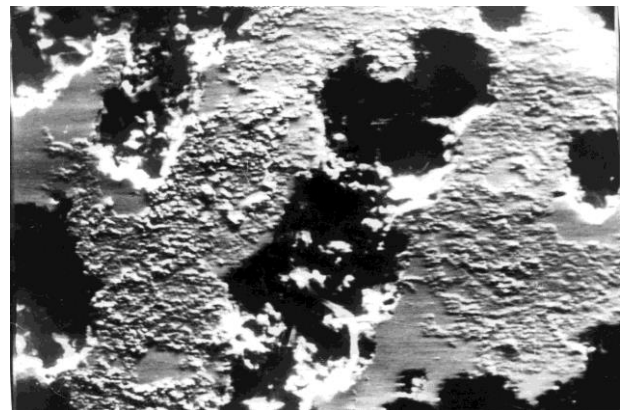


Рисунок 2 – Растрове зображення поверхні руйнування сталі 09ХГ2НАБЧ з 0,5 Sb, мас. % (РЭМ-200, $\times 100$)

СЗК забезпечує високу технологічну ефективність легуваної сталі за втратою металу при корозії – $\gamma_m = 11,4; 13,3$ (для добавок 0,3 Sb й 1,0 Cu, мас. %). Мінімальний γ_m знову у сталі з добавкою 0,5 Sb, мас. % (він нижче ніж у сталі без добавки). Забезпечується з СЗК й надійна експлуатація металоконструкцій із запобіганням малоциклової втоми – основної причини техногенних аварій. Максимальні γ_m – 3,5; 3,8 з добавкою Sb 0,3, Cu 1,0, мас. %. Мінімальний γ_m – з добавкою Sb 0,5, мас. % (2,1, що нижче ніж у сталі без добавки – $\gamma_m = 2,5$). Звертає увагу досить висока технологічна ефективність з СЗК для сталі з добавкою Cu 0,5, мас. %.

СЗК – активний синергічний стимулятор металохелатування, завдяки наявності поліамідних груп в складі діючих компонентів відходів й вибраних (комп'ютерним моделюванням) поліденатних синергістів (похідних імідазолу, тіазолу). Важкі метали, особливо Cu, Ni утворюють нерозчинні металохелатні комплекси, з високою константою стійкості ($K_{st} = 10^{15}...10^{20}$), що значно знижує токсичність середовища й зменшує забрудненість води. Отже, γ_m навіть для сталі з

добавкою Cu 0,5 мас. %, перевищує γ_m сталі без добавки по запобіганню корозії: $\gamma_m = 9,8$ проти 3,0 (таблиця 4) та малоциклової втоми ($\gamma_m = 2,9$ проти 2,5). Активний полярний адсорбент в складі СЗК (цеоліт) сприяє адсорбції металохелатів та зменшенню ВМ у воді (γ_m , за ІЗВ, складає 4,1). Таким чином, здійснюється удосконалення захисту поверхневих вод від ВМ двома методами – хімічним (металохелатування) та фізико-хімічним (адсорбція, катіонний обмін на полярному адсорбенті).

Технологічна ефективність СЗК щодо запобігання корозії сталі, підвищення рівня екологічної безпеки експлуатації металоконструкцій зумовлена утворенням стійких (міцних, еластичних) наномасштабних (30...50 нм) захисних металохелатних плівок на поверхні сталі [28, 29]. Модифікація металевої

поверхні металохелатуванням забезпечує надійну екобезпеку експлуатації металоконструкцій із сталі 09ХГ2НАБЧ в забрудненій річковій воді.

Висновки. Удосконалення методів екологічного моніторингу шляхом введення оцінки техногенного впливу на екобезпеку металоконструкцій в агресивних середовищах дає можливість своєчасно запропонувати природоохоронні заходи і встановити їх ефективність.

Удосконалення методів забезпечення техногенно-екологічної безпеки металоконструкцій шляхом вибору оптимальних легуючих добавок Cu, Sb в низьколеговану сталь 09ХГ2НАБЧ та раціонального складу синергічних захисних композицій забезпечує суттєве підвищення корозійної стійкості, малоциклової витривалості та мінімізацію техногенного забруднення середовища важкими металами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шмандій, В. М. Екологічна безпека [Текст] / В. М. Шмандій, В. Ю. Некос. – Х.: ХНУ ім. В. Каразіна, 2008. – 436 с.
2. Мельник, Л. Г. Екологічна економіка [Текст] / Л. Г. Мельник. – Суми: Університетська книга, 2002. – 346 с.
3. Ваганов, П. А. Человек-Риск-Безопасность [Текст] / П. А. Ваганов. – СПб: СПб-университет, 2002. – 160 с.
4. Бондарь, О. І. Екологічна безпека та охорона навколишнього середовища [Текст] / О. І. Бондарь, Г. І. Рудько. – К.: ЕКМО, 2004. – 423 с.
5. Рудько, Г. І. Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові і методологічні основи) [Текст] / Г. І. Рудько, С. В. Гошовський. – К.: Нічлава, 2006. – 464 с.
6. Рудько, Г. І. Конструктивна геоecологія: наукові основи та практичне втілення [Текст] / Г. І. Рудько, О. М. Адаменко. – К.: Маклаут, 2008. – 320 с.
7. Шевчук, В. Я. Екологічне управління [Текст] / В. Я. Шевчук, Ю. М. Саталкін, Г. О. Білявський. – К.: Либідь, 2004. – 432 с.
8. Афанасьев, С. А. Методика оценки экологических рисков, возникающих при воздействии источников загрязнения на водные объекты [Текст] / С. А. Афанасьев, М. Д. Гродзинский. – К.: Ай-Би, 2004. – 59 с.
9. Білявський, Г. О. Основи екології [Текст] / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. – К.: Либідь, 2004. – 408 с.
10. Сафранов, Т. А. Загальна екологія та неоекологія [Текст] / Т. А. Сафранов. – К.: КНТ, 2005. – 188 с.
11. Сидоренко, С. Н. Коррозия металлов и вопросы экологической безопасности магистральных трубопроводов [Текст] / С. Н. Сидоренко, Н. А. Черных. – М.: РУДН, 2002. – 83 с.
12. Семенова, И. В. Коррозия и защита от коррозии [Текст] / И. В. Семенова, Г. М. Флорианович, А. В. Хорошилов. – М.: Физ.-мат. лит., 2002. – 336 с.
13. Вплив екологічної ситуації на протикорозійний захист металоконструкцій [Текст] / В. Г. Старчак, С. Д. Цибуля, Н. П. Буяльська й ін. // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – Л.: Фіз.-мех. ін-т ім. Г. В. Карпенка, 2012. – Спецвип. № 9. – Т. 2. – С. 767–772.
14. Адаменко, Я. О. Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Я. О. Адаменко. – Ів.-Франківськ, 2006. – 39 с.
15. Lesink, G. Aspects of structural degradation in steels of old bridges by means of fatigue crack propagation [Text] / G. Lesink, M. Szata // Journal of Materials Science. – 2011. – Vol. 47. – № 1. – P. 82–88.
16. Taylor, Christopher D. Atomistic Modeling of Corrosion Events at the Interface between a Metal and Its Environment [Text] / Christopher D. Taylor // International Journal of Corrosion. – 2012. – Vol. 2012. – 13 p. – ID 204640.
17. Цибуля, С. Д. Комплексне забезпечення екологічної безпеки трубопровідного транспорту [Текст] / С. Д. Цибуля // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – Л.: Фіз.-мех. ін-т ім. Г. В. Карпенка, 2012. – Спецвип. № 9. – Т. 2. – С. 773–779.
18. Старчак, В. Г. Наукові основи підвищення екологічної безпеки металоконструкцій модифікацією їх поверхні у протикорозійному захисті [Текст] / В. Г. Старчак, Н. П. Буяльська, С. Д. Цибуля // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – Л.: Фіз.-мех. ін-т ім. Г. В. Карпенка, 2012. – Спецвип. № 4. – Т. 2. – С. 853–859.
19. Цибуля, С. Д. Запобігання техногенних аварій підвищенням корозійної тривалості металоконструкцій [Текст] / С. Д. Цибуля // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2004. – № 4. – С. 35–41.

20. Цибуля, С. Д. Вплив техногенного забруднення поверхневих вод на тривкість металоконструкцій [Текст] / С. Д. Цибуля // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – Л.: Фіз.-мех. ін-т ім. Г. В. Карпенка, 2010. – Спецвип. № 8. – Т. 2. – С. 822–825.
21. Грузнова, С. В. Комплексное аналитико-электрохимическое исследование коррозии трубных сталей с катодными добавками : дис. ... канд. хим. наук 02.00.02; Грузнова С. В. – М., 1987. – 156 с.
22. Старчак, В. Г. Коррозионно-электрохимическое поведение стали с добавками меди [Текст] / В. Г. Старчак, С. В. Грузнова, Ю. А. Клячко // Металлургия и коксохимия. – К.: Техника, 1986. – С. 74–76.
23. Starchak, V. G. The ecology safety, life increasing of the construction materials by a nanoscale metallochelating [Text] / V. G. Starchak, S. V. Gruznova, S. D. Tcibula // Hydrogen materials science and chemistry of carbon nanomaterials. ICHMS'2007. X International Conference Sudak – Crimea–Ukraine, September 22–28, 2007. – P. 1042–1045.
24. Хільчевський, В. К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти [Текст] / В. К. Хільчевський. – К.: Київ. ун-т, 1999. – 320 с.
25. Походня, І. К. Сучасне матеріалознавство ХХІ ст. [Текст] / І. К. Походня. – К.: Наук. думка, 1998. – 658 с.
26. Ocludell, G. I. The effect of cation on the corrosion of carbon and stainless steels in differing chloride environments [Text] / G. I. Ocludell // Corrosion (USA). – 1989. – Vol. 45. – № 12. – P. 981–984.
27. Давыдова, С. Л. Тяжелые металлы как супертоксиканты ХХІ века [Текст] / С. Л. Давыдова, В. И. Тагасов. – М.: РУДН, 2002. – 140 с.
28. Цибуля, С. Д. Синергические металлохелатирующие композиции для защиты трубной стали 09ХГ2НАБЧ [Текст] / С. Д. Цибуля // Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях. – К.: УИЦ НТТ, 2006. – С. 203–206.
29. Старчак, В. Г. Роль гетероатомов в образовании металлохелатных наноструктур при поверхностной модификации материалов [Текст] / В. Г. Старчак, С. А. Алексеенко, Н. П. Буяльская // Наноструктурное материаловедение. – 2008. – № 2–4. – С. 70–84.

Стаття надійшла до редакції 24.11.2017 р.

S. Tsybulia, V. Starchak, A. Neschta, K. Ivanenko, N. Buyalska, I. Kostenko

IMPROVEMENT OF THE ECOLOGICAL MONITORING METHODS AND ENSURING OF THE TECHNOGENOUS-ECOLOGICAL SAFETY OF METAL CONSTRUCTIONS

The results of the ecological monitoring improvement on the ecological situation estimate by integral coefficients of the technogenous contamination level by heavy metals of river water and its influence on the corrosion resistance and fatigue strength of steel 09KhG2NABCh, alloyed by the additions Cu, Sb have been adduced in this work. It is placed the optimum additions, which with joint developed synergetic protection composition considerably decrease the technogenous influence and increase the level of the technogenous safety metaloconstructions with minimization of the technogenous contamination.

Keywords: technogenous influence, corrosion resistance, low-cycle fatigue strength, low-alloy steel with additions Cu, Sb, protection compositions.

С. Д. Цибуля, В. Г. Старчак, А. В. Нешта, К. Н. Иваненко, Н. П. Буяльская, И. А. Костенко

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОГЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Приведенные результаты усовершенствования экологического мониторинга по оценке экологической ситуации интегральными показателями уровня техногенного загрязнения тяжелыми металлами речной воды и его влияния на коррозионную стойкость и выносливость стали 09ХГ2НАБЧ, легированной добавками Cu, Sb. Выявлены оптимальные добавки, которые вместе с разработанной синергичной защитной композицией существенно уменьшают техногенное влияние и повышают уровень техногенной безопасности металлоконструкций, с минимизацией техногенного загрязнения.

Ключевые слова: техногенное влияние, коррозионная стойкость, выносливость низколегированной стали с добавками Cu, Sb, защитные композиции.