

**Володимир КОРОЛЬОВ¹, Юрій ВИСОЦЬКИЙ²
Ольга ШЕВЧЕНКО², Петро КОРОЛЬОВ³**

МЕХАНІЗМ КОНТРОЛІНГУ РИЗИКІВ КОРОЗІЙНОЇ ЗАХИЩЕНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ І СПОРУД ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ

¹*ДВНЗ “Приазовський державний технічний університет”*

вул. Університетська, 7, м. Маріуполь, 87500. E-mail: center_sts@ukr.net

²*Підкомітет – 4 “Протикорозійний захист у метало будівництві”*

технічного комітету стандартизації ТК 301 “Металобудівництво”, м. Маріуполь

³*Промислово-будівельна група “Інтобуд”, м. Одеса*

вул. Пушкінська, 32, м. Одеса, 65014

***Volodimir KOROLOV¹, Yuryy VYSOTSKYY²,
Olga SHEVCHENKO², Petro KOROLOV³***

MECHANISMS FOR CONTROLLING OF CORROSION PROTECTION RISK OF CONSTRUCTIONS AND INSTALLATIONS OF INDUSTRIAL FACILITIES

¹*State Higher School “Priazovsky State Technical University”*

7, Universytetska Str., Mariupol, 87500, Ukraine. E-mail: center_sts@ukr.net

²*“Corrosion Protection in Metal Engineering” Subcommittee - 4 of “Metal engineering”*

TC 301 Technical Committee for Standardization, Mariupol

³*PSG “Intosroy”,*

32, Pushkinska Str., Odessa, 65014, Ukraine

ABSTRACT

The paper deals with the task of economic mechanisms for process safety assuring under limited financial and material resources is linked with justification of corrosion hazard criteria. It is specified that corrosion failure results in emergency situations associated with ecological and economic losses, and in critical emergency it has catastrophic effects in the basic sectors of the Ukrainian economy. It is shown that contemporary market of materials and services formed in the absence of requirements for quality and reliability of system of corrosion protection of structural steel (SCPSS) carries a high level of risks. Based on analysis of wear of production assets under the terms of corrosion hazard, a balanced system of corrosion protection indices is proposed with account for the possibility to assess cycles of SCPSS development for industrial facilities.

Determined are advantages of reengineering of obsolete regulatory requirements for changing-over to developing the entrepreneurial risk management programs on the basis of preventive measures to prevent corrosion losses. The procedure is implemented of making and controlling the acceptable solutions on the principles of «lean production» of the *Lean Six Sigma* concept.

It has been found that the problem of process renewal and life extension of industrial facilities can be solved on the basis of improving amortization policy of enterprises to ensure restoration of profits due to investing the own funds in economic development of corrosion protection cycles. It is proposed to view the management of corrosion protection of fixed assets on the basis of risk analysis of data of system of corrosion-and-economic accounting (SCEA) according to the rate of return on innovation (RR).

Expediency is justified of applying the scenario method for reengineering of system of technical supervision of corrosion hazards and developing logistical management of entrepreneurial risks based on preventive methods of risk analysis of corrosion protection. Based on the data of monitoring of fixed assets wear, it is specified that organizational-economic and production-technological activities of the main production unit are of great importance. Thus, delivery of materials and services for corrosion protection are a complex logistical system of a high level of responsibility of each participant in the process, the ultimate goal of which is optimization of maintenance-and-repair costs with account for an acceptable risk class of SSCPS. The classified risk level scale was developed based on degree of corrosion threat (protection) to justify measures for controlling economic risks, with account for the requirements of process safety of industrial facilities.

Organizational and economic decision-making mechanism is proposed for extending life and renewing fixed assets; the mechanism involves the legal and regulatory, institutional and information-analytical subsystems which allow reducing gradually the costs of maintenance and corrosion protection of industrial facilities. Based on the results of analysis of numerous technical and economic parameters of fixed asset wear, rationality is justified of using SCEA for resource saving and assuring process safety of enterprises under the terms of higher level of corrosion hazard.

KEY WORDS: wear, fixed assets, industrial facilities, corrosion protection, organizational and economic mechanism, controlling, balanced indices of corrosion protection, resource saving.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

У сучасних умовах, коли інноваційний розвиток підприємств є першочерговим, його основою повинно стати технологічне оновлення виробництва, тому ефективне використання основних фондів було, є й буде одним із головних напрямів фінансової стратегії будь-якого підприємства [1–3]. Це обумовлено тим, що, з одного боку, основні фонди більшості підприємств практично повністю вичерпали паспортний режим нарахування амортизації, а з іншого боку, вкрай незадовільно проводиться їх модернізація та оновлення через відсутність у держави та підприємств коштів на це. На підприємствах до цього часу практично не приділяється належної уваги ресурсозбереженню та підвищенню ефективності використання основних фондів. Критичний стан понад переважної більшості основних фондів у провідних галузях промисловості України пов'язано з проблемою корозійно-механічного руйнування металевих конструкцій. Все це підвищує інвестиційні ризики, є загрозою у технологічній, економічній та екологічній сферах та залишається актуальною проблемою не тільки для практики господарювання, але й для збалансованого розвитку наукового потенціалу на об'єктному рівні [4–7].

Метою даної статті є формування механізму контролінгу, який дозволить забезпечити реалізацію інноваційних проектів у галузі ресурсозбереження, безпеки експлуатації та захисту від корозії об'єктів інфраструктури та основних фондів.

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ФОРМУВАННЯ ДОХІДНОСТІ ВИТРАТ НА ПРОТИКОРОЗІЙНИЙ ЗАХИСТ

Основою мотивації подовження ресурсу та технологічного оновлення основних фондів може стати капіталізація інновацій, спрямованих на зниження рівня корозійної небезпеки та зростання прибутковості корозійної захищеності промислових об'єктів.

Під час тривалого функціонування основні фонди піддаються корозійному руйнуванню, що призводить до поступового зниження первинних техніко-експлуатаційних якостей конструкцій і споруд, а економічний збиток від корозії пов'язаний не тільки з прямими і непрямими втратами, а також з витратами на протикорозійний захист.

Встановлено, що побудовані за галузевим і територіальним принципом типові методики обліку втрат від корозії і витрат на протикорозійний захист не відповідають вимогам інноваційного розвитку, обґрунтуванню інвестиційних проектів з освоєння ресурсозберігаючих матеріалів і технологій [8, 9]. У сучасних умовах господарювання і формування ринкової економіки пропонується запровадження логістичного менеджменту корозійної захищеності конструкцій і устаткування промислових об'єктів [10, 11].

Важливою умовою раціонального використання систем протикорозійного захисту конструкцій є визначення рівня корозійної захищеності або корозійної небезпеки основних фондів. Обґрунтовано, що корозійне руйнування є компенсаційною складовою вартості конструкції, перенесеної на продукцію у вигляді грошової суми амортизації для відшкодування збитку [12]. Таким чином, компенсаційна складова корозійних втрат відображає розмір фінансових коштів, пов'язаних із втратою показників якості і довговічності конструкцій та їх захисних покриттів.

Виходячи з аналізу економічних критеріїв оцінки витрат на протикорозійний захист, обґрунтовано необхідність здійснення правильної амортизаційної політики. Капіталізація інновацій надає додаткових можливостей використання амортизаційних відрахувань як

інвестиційного ресурсу для реалізації довготривалого захисту від корозії промислових об'єктів. Таким чином, виникає потреба у виборі та застосуванні замість витратного прибуткового підходу, що позитивно зарекомендував себе як спосіб оцінки якості і кількості економічної вигоди використання промислових об'єктів [13].

Для розкриття економічної сутності заходів протикорозійного захисту запропоновано класифікаційні ознаки циклів розвитку основних фондів за умов корозійної небезпеки ($Q1, Q2$), або корозійної захищеності ($Q3, Q4$), які визначають норму доходності системи протикорозійного захисту конструкцій (рис. 1). Висока капіталізація інновацій свідчить про використання витратного (ресурсного) підходу ($Q2$), пов'язаного із заходами короткочасного захисту ($K_g \leq 0,5$).

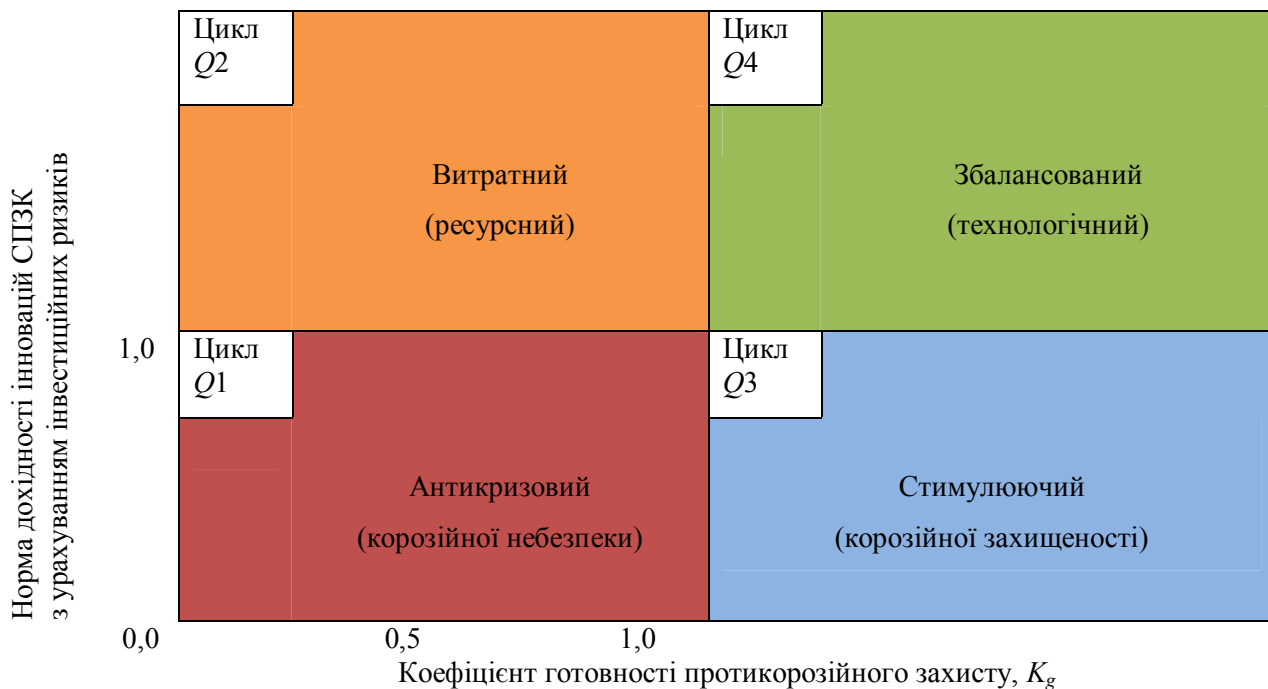


Рис. 1. Матриця циклів економічного розвитку систем захисту основних фондів від корозії.

Fig. 1. Matrix of cycles of economic development of systems of corrosion protection of fixed assets.

Зростання довговічності системи протикорозійного захисту конструкцій ($0,5 < K_g \leq 1$), надає можливість генерації прибутків, сприяє досягненню певної економічної вигоди від використання інноваційних матеріалів і технологій.

Ресурсозбереження за умов управління корозійною захищеністю конструкцій і споруд промислових підприємств обумовлює доцільність переходу від витратного до прибуткового управління технологічною безпекою підприємства, який відображає логістичну стратегію реалізації прийнятних рішень за умов збалансованої системи показників інноваційного розвитку заходів протикорозійного захисту при відновленні та подовженні ресурсу основних фондів з урахуванням інвестиційних ризиків.

КОНТРОЛІНГ ЗБАЛАНСОВАНИХ ІНДЕКСІВ КОРОЗІЙНОЇ ЗАХИЩЕНОСТІ

Для упорядкування складних питань розвитку економічного потенціалу підприємств в умовах корозійної небезпеки потрібно формувати організаційно-економічний механізм управління із застосуванням збалансованої системи показників, які визначають напрями ресурсозбереження за тривалої експлуатації промислових об'єктів [14, 15].

Запропонований методичний підхід контролінгу корозійної захищеності за індексом рівня ризику корозійної захищеності дає можливість застосувати інноваційно-інвестиційні моделі постійного удосконалення основних фондів, визначитися з напрямками мотивації

власників до застосування матеріалів і технологій довготривалого захисту основних фондів промислових об'єктів.

Ідентифікація та аналіз ризиків надзвичайно важливі як необхідні етапи прийняття управлінських рішень для підприємств, у структурі яких експлуатуються основні фонди тривалої експлуатації. Під ідентифікацією та аналізом ризиків слід розуміти виявлення ризиків, визначення їх специфіки, виділення особливостей їх реалізації, включаючи вивчення розміру потенційного економічного збитку. Таким чином, інвестиційні ризики корозійної захищеності промислових об'єктів визначають ризик упущеної вигоди, ризик зниження прибутковості, ризик прямих фінансових втрат, пов'язаних з вибором заходів відновлення виробничих фондів.

На підставі викладеного запропоновано ознаки ризикознижувальних моделей, які закладені у функціонування організаційно-економічного механізму управління корозійною захищеністю основних фондів підприємств (рис. 2):



Рис. 2. Складові організаційно-економічного механізму управління корозійною захищеністю основних фондів підприємств.

Fig. 2. Components of organizational and economic mechanism for managing corrosion protection of the fixed assets of enterprises.

- *модель антикризового управління* відображає стан корозійної небезпеки деградації і руйнування основних фондів промислових підприємств;
- *модель витратного інерційного розвитку* характерна для процесів управління за відсутності економічних умов стимулювання та зростання показників ефективності промислових підприємств;
- *стимулююча модель* набуває переважного значення у нових умовах ринкових відносин за рахунок часткового зняття обмежень інерційного розвитку і необхідності реалізації конкурентного потенціалу під час технологічного оновлення та подовження ресурсу промислових об'єктів.

Встановлено, що система контролінгу заходів протикорозійного захисту містить взаємопов'язані і взаємообумовлені економічні регулятори, що функціонують за ринкових умов, відповідно до цілей підприємницьких структур і вимог інституціональних органів державної влади. Відповідно до сценаріїв розвитку циклів захисту від корозії для

обґрунтування засобів і методів протикорозійного захисту (ЗМПЗ) запропоновано застосовувати збалансовані індекси: ступеня агресивного впливу (САВ, $g/m^2 \text{ year}$); компенсаційної складової корозійних втрат (КСКВ, грн.); рівня ризику корозійної захищеності (РРКЗ); норми дохідності інновацій (НД); інтегральної ефективності протикорозійного захисту (ІЕ); коефіцієнт фондівдачі (КФВ). Розроблені рекомендації з якісної та кількісної оцінки РРКЗ дозволяють проводити обґрунтування ЗМПЗ у відповідності до вимог ДСТУ Б В.2.6-193.

Приклади використання об'єктивних даних контролінгу корозійної захищеності на виробничих об'єктах ПрАТ «Донецьксталь» під час відновлення та продовження термінів служби виробничих об'єктів, які дозволяють усунути невизначеність при оцінці ефективності інвестиційних проектів, наведені у табл. 1, 2. Таким чином, створюються умови якості, надійності й безпеки конструкцій і споруд промислових підприємств для запровадження процедури контролінгу прийнятних рішень на принципах «бережливого господарювання» концепції *Lean Six Sigma*.

Таблиця 1. Результати розрахунку збалансованих індексів корозійної захищеності виробничих фондів за сценаріями розвитку циклів протикорозійного захисту

Table 1. Results of calculation of the balanced indices of corrosion protection of industrial facilities on the basis of scenarios for development of corrosion protection cycles

Показник	Сценарій розвитку циклів ПЗ			
	Антикризовий (сценарій 1)	Витратний (сценарій 2)	Стимулюючий (сценарій 3)	Збалансований (сценарій 4)
КФВ	10,5	10,5	10,5	25,3
САВ, $g/m^2 \text{ year}$	1200	1200	1800	1300
КСКВ, тис. грн	237,9	153,4	2387,5	1731,6
НД	-	1,1	0,7	1,4
РРКЗ	-	-	0,61	0,57
ІЕ, $Ua \text{ грн/year} \cdot m^2$	-	-	6,9	10,7
ЕЕЗЗ, тис. грн	-	-	1573	1010,1

Таблиця 2. Очікувані результати реалізації економічного механізму управління корозійною захищеністю виробничих фондів

Table 2. Expected results of implementation of economic mechanism for controlling corrosion protection of industrial facilities

Досліджувані підприємства / стан корозійної захищеності	Корозійна небезпека (2010–2015 рр.)			Корозійна захищеність (2020 р.)
	Економічне спрацювання (знос) основних засобів, тис.грн.	Ступень зносу споруд (%)	КСКВ, тис.грн.	КСКВ, тис.грн.
ПрАТ «Донецьксталь»	1421349	23,8	11844,6	10067,9
ПАТ «Шахтоуправління «Покровське»	41637862	25,1	31228,4	28105,5
ПАТ «Ясинівський КХЗ»	11015479	46,4	132185,7	125576,4
ПАТ «МКХЗ»	339709	29,1	35095,6	32288,0
Усього:			210354,3	196037,8

ВИСНОВКИ

Розглянуто особливості формування механізму контролінгу, який дозволяє забезпечити реалізацію інноваційних проектів у галузі ресурсозбереження, безпеки експлуатації та захисту від корозії об'єктів інфраструктури та основних фондів. Удосконалено методичний підхід

забезпечення дохідності витрат на протикорозійний захист. Економічну оцінку невизначеності пропонується виконувати шляхом врахування рівня ризику під час розрахунку збалансованих індексів корозійної захищеності виробничих фондів. Запропоновано здійснювати відбір сценаріїв відновлення спрацьованих фондів за даними процесно-орієнтованого ризик-аналізу, що істотно збільшує ефективність оцінювання інвестиційних проектів протикорозійного захисту.

Розроблений організаційно-економічний механізм корозійної захищеності основних фондів узагальнює індикаторне визначення ризиків із застосуванням ризикознижувальних моделей, що дозволяє зменшувати економічні та техніко-технологічні ризики під час відновлення основних фондів, стає запорукою формування ефективної стратегії сталого розвитку, внаслідок чого підвищується конкурентоспроможність та економічна безпека вітчизняних підприємств.

ЛІТЕРАТУРА

1. Геец В.М. Барьеры на пути развития промышленности на инновационной основе и возможности их преодоления // *Економіка України*. – № 1. – 2015. – С. 4–25.
2. Украинская металлургия: современные вызовы и перспективы развития: монограф. / А.И. Амоша, В.И. Большаков, А.А. Минаев и др. // *НАН Украины, Ин-т экономики пром-сти*. – Д.: 2013. – 114 с.
3. Похмурський В.І. Розвиток досліджень у галузі корозії матеріалів в Україні / В.І. Похмурський // *ФМІ ім. Г.В. Карпенко НАН України*. – Львів: ТЗОВ «Простір-М», 2010. – 44 с.
4. Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин / Цільова комплексна програма НАН України: Зб. наук. ст. – *Наук. керівник – академік Б.Є. Патон*. – К.: ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України, 2009. – 709 с.
5. Техническая диагностика и предупреждение аварийных ситуаций конструкций зданий и сооружений / Шимановский А.В., Гордеев В.Н., Королёв В.П., Оглобля А.И., Рухович И.Р., Филатов Ю.В. // *Под общ. ред. Шимановского А.В.* – К.: Изд-во «Сталь», 2008 – 467 с.
6. George M. L. *Lean Six Sigma for Service. How to use Lean Speed & Six Sigma Quality and Transactions* / – N.Y., McGraw-Hill Co., 2003.
7. Белопольський М.Г., Корольов П.В. Управління ризиками корозійної небезпеки як чинник сталого розвитку промислових підприємств // *Економічний вісник Донбасу: науковий журнал*. – Київ – Старобільськ, № 2 (48), 2017. – С. 168–176. [Електроний ресурс] – Режим доступу: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/123499>
8. Королёв В.П., Лотоцкий О.Б., Филатов Ю.В. Реинжиниринг для обеспечения технологической безопасности конструкций зданий и сооружений / *Королёв В.П.*, // *Промислове будівництво та інженерні споруди*. – 2008. – № 2. – С. 26–33.
9. Корольов В.П., Висоцький Ю.Б., Шевченко О.Н. Технологічна безпека та удосконалення нормативної бази протикорозійного захисту у метало будівництві // *Фізико-хімічна механіка матеріалів*. 2012, №2, с. 123–130.
10. Волошин В.С., Корольов В.П., Філатов Ю.В. Технологічна безпека та забезпечення якості протикорозійного захисту промислових об'єктів: регіональні аспекти // *Вісник Приазовського державного технічного університету, Серія: Технічні науки*. – 2013. – Вип. 26. – С. 234–239.
11. Корольов П.В. Методичні засади формування логістичної стратегії ризик-аналізу захисту основних фондів за рівнями корозійної небезпеки // *Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності: Зб. наук. пр.* – Маріуполь: ПДТУ. – 2012. – Т. 1. – С. 258–264.
12. Теоретичні і практичні аспекти ризик-аналізу корозійної захищеності конструкцій і устаткування промислових підприємств / В. Корольов, Ю. Висоцький, О. Шевченко, П. Корольов // *Фізико-хімічна механіка матеріалів*. – 2016. – № 11. – С. 284–291.
13. Корольов П.В. Науково-методичні та прикладні засади управління корозійною захищеністю основних фондів промислових підприємств // *Ефективна економіка*. – 2017. – № 12. [Електроний ресурс] – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/>
14. Корольов П.В. Контролінг як функція управління корозійною захищеністю основних фондів промислових підприємств // *Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Економічні науки: Зб. наук. праць*. – Маріуполь: ДВНЗ «ПДТУ» – 2017. – Вип. 32. – С. 234–246.
15. Корольов П.В. Формування організаційно-економічного механізму корозійної захищеності для відновлення основних фондів підприємств // *XXXVIII Всеукр. наук. інтернет-конф. «Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку»*, 14 грудня 2017 р. – ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький ДПУ ім. Г. Сковороди, 2017. – С. 23–29.