

## ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

УДК 624.076.2

© Волошин В.С.<sup>1</sup>, Корольов В.П.<sup>2</sup>, Філатов Ю.В.<sup>3</sup>

### ТЕХНОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ: РЕГІОНАЛЬНІ АСПЕКТИ

*Розглянуті методичні питання обґрунтування раціонального вибору мір захисту від корозії основних виробничих фондів промислових підприємств. Виявлено необхідність оцінки показників надійності за граничними станами з урахуванням вимог корозійної стійкості, довговічності та ремонтпридатності. Застосування критерію корозійної небезпеки забезпечує можливість економічного обґрунтування вимог до вибору розрахункових характеристик первинного та вторинного захисту.*

**Ключові слова:** Корозійна стійкість, захисні покриття, довговічність, граничні стани, корозійна небезпека.

*Волошин В.С., Корольов В.П., Філатов Ю.В. Технологическая безопасность и обеспечение качества противокоррозионной защиты: региональные аспекты. Рассмотрены методические вопросы обоснования рационального выбора мер защиты от коррозии основных производственных фондов промышленных предприятий. Показана необходимость оценки показателей надежности по предельным состояниям с учетом требований коррозионной стойкости, долговечности и ремонтпригодности. Использование критерия коррозионной опасности обеспечивает возможность экономической оценки требований к выбору расчетных характеристик первичной и вторичной защиты.*

**Ключевые слова:** коррозионная стойкость, защитные покрытия, долговечность, предельные состояния, коррозионная опасность.

*V.S. Voloshyn, V.P. Korolov, Yu.V. Filatov. Technological safety and corrosion protection quality assurance: regional aspects. Procedural problems of justification of the intelligent choice of corrosion protection measures for industrial enterprise basic production assets are considered in the given work. Necessity of the reliability indices estimation according to the limiting states taking into account the requirements of corrosion resistance, durability and maintainability is shown. Application of the corrosion risk criterion gives an opportunity to make the economic justification of the requirements to the choice of the primary and secondary protection design characteristics.*

**Key words:** corrosion resistance, protective coatings, durability, limiting states, corrosion risk.

**Постановка проблеми.** В даний час виділення фінансових і матеріальних ресурсів на захист від корозії обмежене, що викликано недосконалістю технічного і економічного регулювання умов безпечної експлуатації виробничих фондів. Нормативна база, побудована за принципом державно-галузевого механізму управління [1], виявилася малоефективною в умовах ринкової економіки, орієнтованої на отримання доходу. Тому, витрати на протикорозійний захист виробничих фондів розглядаються не як елемент інвестиційної діяльності підприємств, а як витрати, що знижують розмір прибутку. Значний рівень зносу, відсутність регламентних термінів оновлення основних фондів, складний економічний і фінансовий стан більшості суб'єк-

<sup>1</sup> д-р техн. наук, професор, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь

<sup>2</sup> д-р техн. наук, професор, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь

<sup>3</sup> канд. техн. наук, ПрАТ «Донецьксталь - металургійний завод», м. Донецьк

тів господарської діяльності вимагають реалізації заходів по забезпеченню безпечної експлуатації конструкцій будівель і споруд на основі механізмів антикризового управління.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З метою визначення основних засад модернізації та оновлення основних фондів у 2004 р. прийнята державна научно-технічна програма «Ресурс». Всебічний аналіз проблеми наведений в Рішенні «Про стан захисту металобудівництва України від корозії» Міжвідомчої комісії з питань науково-технологічної безпеки при Раді національної безпеки і оборони України від «13» жовтня 2009 р. Стратегічні завдання у галузі технологічної безпеки і захисту від корозії є пріоритетними напрямками в діяльності підкомітету «Протикорозійний захист у металобудівництві» технічного комітету стандартизації ТК 301 «Металобудівництво», який функціонує за участю фахівців кафедри «Будівництво, технічна експлуатація і реконструкція» ДВНЗ «ПДТУ».

**Мета статті** - аналіз можливостей нормативно-технічного регулювання, упровадження управлінських заходів з діагностики, моніторингу корозійного стану з метою забезпечення вимог технологічної безпеки і захисту від корозії конструкцій виробничих об'єктів. Принципи управління корозійною небезпекою об'єктів господарювання включають координуючу, нормативну, контрольну та інвестиційно-технологічну складові безаварійної експлуатації будівель та споруд в умовах агресивних, природних і виробничих впливів. Використання раціональних заходів протикорозійного захисту металоконструкцій забезпечує зниження щорічних витрат на 25-30 % тільки за рахунок вдосконалення організації робіт з захисту конструкцій від корозії.

**Виклад основного матеріалу.** Питання підвищення ефективності заходів щодо захисту від корозії пов'язані із забезпеченням довговічності виробничих фондів. Для Донецького регіону щорічні прямі витрати на захист від корозії складають 6,6-7,2 млрд. грн, з яких 1,3-1,4 млрд. грн характеризують втрати, викликані не раціональним використанням засобів і методів захисту від корозії. Важливе значення має практичний досвід підвищення довговічності на об'єктах провідних галузей економіки Донбасу, де зосереджено понад 6,4 млн.т будівельних металоконструкцій.

*Менеджмент технологічної безпеки.* Основу для формування вимог технологічної безпеки складають теорія техногенних і природних катастроф, питання правового і економічного управління ризиками, методи і системи діагностики, моніторингу і інженерного захисту. При цьому техногенна безпека встановлює ступінь захищеності людини, об'єктів та навколишнього середовища від створених та функціонуючих складних технічних систем цивільного і промислового призначення. Предметом діяльності в галузі промислової безпеки є ступінь захищеності людини від небезпечних виробничих чинників. Тому, на національному рівні, технологічна безпека характеризує ступінь захищеності людини, суспільства, об'єктів і навколишнього середовища від загроз, пов'язаних з необґрунтованим створенням або не створенням технічних систем, технологічних процесів і матеріалів [2].

У галузі будівництва технологічна безпека пов'язана з регламентацією підходів щодо попередження аварійних ситуацій на основі методів програмно-цільового керування надійністю конструкцій будівель та споруд. Концепція протидії прогресуючому старінню основних фондів заснована на процесному підході до питань забезпечення технологічної безпеки будівельних об'єктів [3]. Технологічна безпека являє важливу структурну складову безпеки підприємства, що характеризує систему заходів для підтримки працездатності, підвищення експлуатаційних властивостей конструкцій будівель, споруд та інженерних мереж, які повністю або суттєво вичерпали свій нормативний ресурс (рис. 1). Такі об'єкти розглядаються як джерела потенційної небезпеки при модернізації (технічному переоснащенні), реконструкції та продовженні терміну їхньої експлуатації. При такому підході поняття корозійної небезпеки включає певний стан або ситуацію (загрозу), при яких збільшується вірогідність настання збитку у зв'язку з тим, що даний корозійний стан або відхилення від нормальної експлуатації є потенційною причиною (загрозою) настання небезпеки або того, що може вплинути на розмір збитку.

Відсутність регламентних вимог до підтвердження якості протикорозійного захисту, заснованих на критеріях оцінки корозійної небезпеки, створює перешкоду для оцінки, призначення і продовження ресурсу роботи конструкцій, споруд, машин і інженерних мереж в корозійних середовищах. Аналіз вітчизняних нормативних документів, європейських і міжнародних стандартів підтверджує, що забезпечення безпеки та ремонтпридатності конструкцій пов'язане з розвитком підходів до керування надійністю і якістю на основі ISO 9001. Визначення вимог і

технічних характеристик будівельних об'єктів за даними експертного діагностування конструкцій сприяють формуванню програм забезпечення надійності (ПЗН) і дозволяють визначити об'єми ремонтно-відновлюваних робіт для підтримки експлуатаційних параметрів.

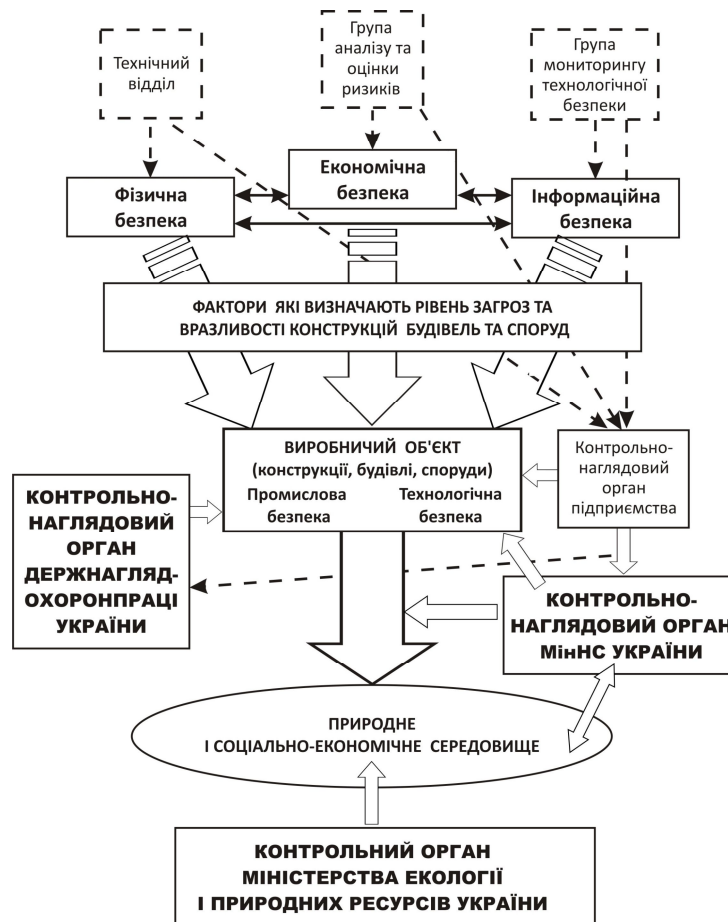


Рис. 1 – Структура керування технологічною безпекою на підприємстві

Проблема забезпечення безпеки та надійності металоконструкцій розглянута на підставі процесного підходу, який визначен міжнародними стандартами ISO 9001/МЭК 300-1. Корозійне руйнування конструкцій та споруд є наслідком протікання деградаційних процесів при впливі природно-кліматичних факторів і життєдіяльності людини. Втрата первинних техніко-експлуатаційних якостей (міцності, стійкості, надійності та ін.) конструкцій становить загрозу до безпечної експлуатації виробничих об'єктів.

*Організаційні заходи ресурсозбереження та захисту від корозії.* На сьогодні загострення проблеми підтримання у належному технічному стані споруд, конструкцій, обладнання та інженерних мереж в екологічно небезпечних середовищах підвищує ризик виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та становить загрозу при реалізації програми інноваційно-сталого розвитку енергетичної галузі. В Рішенні „Про стан захисту металобудови України від корозії” Міжвідомчої комісії з питань науково-технологічної безпеки при Раді національної безпеки і оборони України від 13 жовтня 2009 р. визнано критичними наслідки корозійного руйнування основних фондів.

В даний час на регіональному рівні накопичений позитивний досвід управління технологічною безпекою, науково-технічного супроводу оцінки і продовження ресурсу об'єктів на основі розробки стандартів підприємств різного призначення, які регламентують вимоги щодо безаварійної експлуатації конструкцій будівель та споруд за вимогами ISO 9001. На підприємствах ПрАТ «Донецьксталь» - металургійний завод» упроваджена система моніторингу для попередження аварійних ситуацій на основі підходів OHSAS 18001 з використанням автоматизованої аналітичної бази даних «Ресурс».

Протягом останніх років ДВНЗ «ПДТУ» налагодив плідну співпрацю з ТОВ «Укрінсталкон ім. В.М. Шимановського», що дозволяє використовувати сучасну експериментальну базу з контролю якості протикорозійних покриттів за вимогами міжнародних стандартів (EN ISO) для виконання наукових досліджень. За ініціативою ДВНЗ «ПДТУ» здійснюється програма створення регіональної корозійної станції щодо стендових випробувань нових матеріалів, конструкцій та їх захисних покриттів (рис. 2). Обґрунтований порядок розрахунків на корозійну стійкість, довговічність і ремонтпридатність за граничними станами для завдання регламентних вимог до ресурсу будівельних об'єктів за показниками рівня корозійної небезпеки. Розроблена система оцінювання ризику при продовженні ресурсу сталевих конструкцій включає характеристики рівня уразливості та загроз, груп відповідальності об'єктів з технологічної безпеки [4]. Для ухвалення рішення про можливість подальшої експлуатації за розрахунковим терміном служби встановлені регламентні процедури діагностики і моніторингу будівельних конструкцій в агресивних середовищах. Для створення єдиного підходу до державної системи підготовки, перепідготовки і атестації фахівців-експертів з питань протикорозійного захисту конструкцій будівель виконується розробка навчально-методичного забезпечення на базі кафедри «Будівництво, технічна експлуатація і реконструкція» Приазовського державного технічного університету (м. Маріуполь).

Практика підтверджує, що для раціонального вибору терміну служби конструкцій і їх захисних покриттів необхідна розробка інформаційно-аналітичних систем:

Баз даних класифікаційних ознак складу і інтенсивності агресивних дій, що дозволяють виконувати розрахункову оцінку показників корозійної стійкості конструкцій для однорідних зон експлуатації промислових підприємств.

Розрахункових комплексів для діагностики і моніторингу корозійних пошкоджень, оцінки їх впливу на несучу здатність і залишковий ресурс роботи об'єктів інфраструктури і виробничих фондів.

Баз даних сертифікаційних випробувань і оцінки експлуатаційних властивостей первинного і вторинного захисту будівельних об'єктів.

Нааявний досвід свідчить що для розв'язання проблем захисту від корозії слід зосередити дії у галузі стандартизації на оновленні та розробці нормативних вимог щодо визначення показників якості будівельних матеріалів, виробів і конструкцій за рівнем корозійної небезпеки.

*Науково-технічний супровід за критерієм корозійної небезпеки.* При завданні вимог щодо надійності сталевих конструкцій і їхніх захисних покриттів вибір засобів і методів поновлення протикорозійного захисту проводиться з урахуванням коефіцієнта готовності сталевих конструкцій ( $K_g$ ). Завдання визначення коефіцієнта готовності при експлуатаційних впливах середовища ( $A_n$ ) сформульоване як розрахунок сталевих конструкцій за граничними станами на корозійну стійкість і довговічність для обґрунтування заданих техніко-економічних показників ресурсу будівель та споруд [5].

Для моніторингу, оцінки, контролю і визначення характеристик ризиків використовуються можливості інформаційно-аналітичних баз даних, склад і функції яких регламентовані положеннями стандартів підприємства або технічних регламентів (документованих процедур) забезпечення якості протикорозійного захисту сталевих конструкцій. Коефіцієнт готовності сталевих конструкцій ( $K_g$ ) по суті є комплексним показником ремонтпридатності, що характеризує параметри конструктивних і технологічних заходів первинного та вторинного захисту:

$$K_g = \frac{T_{k\gamma} + T_{z\gamma}}{T_{k\gamma} + nT_{z\gamma}}, \quad (1)$$

де  $T_{k\gamma}$  - термін служби (рік) сталевих конструкцій за показником корозійної стійкості (первинний захист);  $T_{z\gamma}$  - розрахунковий термін служби (рік) захисних покриттів з довірчою імовірністю  $\gamma=0,95$  за наслідками прискорених випробувань;  $n$  - кількість ремонтних циклів відновлення протикорозійного захисту при встановленому терміні служби об'єкту.

Ефективність протикорозійного захисту оцінюється на підставі показників ( $T_{k\gamma}$ ) і ( $T_{z\gamma}$ ) для різних термінів служби конструктивних елементів ( $T_{n\gamma}$ ). Розрахункові значення коефіцієнтів надійності заходів первинного ( $\gamma_{zk}$ ) та вторинного захисту ( $\gamma_{zn}$ ) встановлюються залежно від

ступеня агресивності дій, способу захисту від корозії та заданого терміну служби ( $T_{np}$ ) сталевих конструкцій.

*Практика застосування нового підходу.* Проведення постійного моніторингу стану будівель і споруд загального і важливого господарського призначення; реалізація планових запобіжних заходів, а також визначення залишкового ресурсу сприяє здійсненню їх модернізації, реконструкції та продовження строку експлуатації, підвищенню ефективності витрачання передбачених коштів. Обґрунтування технічних рішень та способів забезпечення надійної і безпечної експлуатації виконується з урахуванням вимог технологічної безпеки при експлуатації об'єктів за фактичним станом (рис. 3).



Рис. 2 – Випробувальний пост корозійної станції ДВНЗ «ПДТУ» в умовах ПАТ «Ясинівський коксохімічний завод», м. Макіївка



Рис. 3 – Зовнішній від транспортерних галерей, виготовлених ТОВ «Конструкція», м. Донецьк

Досвід виконання робіт з підвищення довговічності конструкцій та їх захисних покриттів використаний при розробці ДСТУ Б В.2.6-XXX:201X «Конструкції будівель та споруд. Захист металевих конструкцій від корозії».

#### Висновки

1. Практичний досвід реалізації заходів технологічної безпеки на підприємствах промисловості Донбасу дозволяє сформулювати наступні основні етапи розвитку організаційно-нормативного забезпечення ресурсозбереження та захисту від корозії:
2. Переклад наглядових функцій державних органів на принципи добровільного підтвердження власником (декларація відповідності) якості будівельних об'єктів і технологічної безпеки виробничих фондів на основі загальноприйнятих підходів управління якістю стандартів EN ISO.
3. Побудова системи державних (корпоративних) нормативних документів з технологічної безпеки, застосування стандартів підприємств і документованих процедур з технічного обслуговування конструкцій будівель і споруд за фактичним станом з урахуванням встановлених рівнів корозійної небезпеки.
4. Регулювання якості протикорозійного захисту конструкцій і споруд на основі створення інноваційно-інвестиційного механізму регулювання ринку матеріалів і технологій за критерієм корозійної небезпеки, розрахунково-експериментального обґрунтування заходів протикорозійного захисту та підтвердження відповідності показників корозійної стійкості та довговічності.

#### Список використаних джерел:

1. СНиП 3.04.03-85. Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии./ Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 32с.
2. Кондратьев С.Ю. Особенности системы обеспечения комплексной безопасности техноген-

- ных объектов / С.Ю. Кондратьев // Системы безопасности. – №3. – 2006. – С.19-23.
3. Шимановський О.В. Концептуальні основи системи технічного регулювання надійності й безпечності будівельних конструкцій. / О.В. Шимановський, В.П. Корольов // Промислове будівництво та інженерні споруди. – №1. – 2008. – С. 4-9.
  4. Филатов Ю.В. Методика оценки уровня повреждаемости по данным мониторинга технического состояния конструкций / Ю.В. Филатов // Науковий вісник будівництва. – ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2008. – Вип. 46/2008. – С. 88-91.
  5. Булеев И.П. Нормативно-правовое забезпечення технічного стану будівельних об'єктів за рівнем корозійної небезпеки. / И.П. Булеев, О.Ф. Коновалов, В.П. Корольов // Промислове будівництво та інженерні споруди. – №3. – 2011. – С. 25-29.

**Bibliography:**

1. SNiP 3.04.03-85. Corrosion protection of building structures and installations. / Gosstroy SSSR. M.: TSITP of Gosstroy SSSR. – 1989. – 32 p. (Rus.)
2. Kondratyev S.Yu. Specifics of man-maid facility integrated safety system. / S.Yu. Kondratyev // Safety systems. – №3. – 2006. – P. 19-13. (Rus.)
3. Shimanovsky O.V. Conceptual frameworks of technical regulation system for building structure reliability and safety. / O.V. Shimanovsky, V.P. Korolov // Industrial construction and engineering works. – №1. – 2008. – P. 4-9. (Ukr.)
4. Filatov Yu.V. Evaluation procedure for damageability level according to structure technical state monitoring / Yu.V. Filatov // Building Scientific Bulletin. – HDTUBA, HOTV ABY. - Kharkiv: HDTUBA, HOTV ABY, 2008. – Issue 46/2008. – P. 88-91. (Rus.)
5. Buleev I.P. Regulatory support of construction project technical states according to corrosion risk levels. / I.P. Buleev, O.F. Konovalov, V.P. Korolov // Industrial construction and engineering works, №3. – 2011. – P. 25-29. (Ukr.)

Рецензент: В.В. Суглобов  
д-р техн. наук, проф., ДВНЗ «ПДТУ»

Стаття надійшла 22.03.2013

УДК 669.1:504.054

© Тарасюк Л.И.<sup>1</sup>, Морнева В.В.<sup>2</sup>

### ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДИССОЦИИ ХЛОРИДОВ МЕТАЛЛОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ

*Проведена оцінка можливої ступені диссоціації парів хлористого натрія, який використовується в якості дегазуючого матеріалу при обробці розплава вуглеродистих і низьколегованих марок сталей в металургічному ковші.*

**Ключевые слова:** хлористый натрий, дегазирующий материал, термическая диссоциация, металлургический расплав.

**Тарасюк Л.І., Морнева В.В. Оцінка ймовірності термічної дисоціації хлоридів металів при обробці металургійних розплавів.** Проведена оцінка можливого ступеня дисоціації парів хлористого натрію, який використовується в якості дегазуючого матеріалу при обробці розплаву вуглецевих і низьколегованих марок сталей в металургійному ковші.

**Ключові слова:** хлористий натрій, дегазуючий матеріал, термічна дисоціація, металургійний розплав.

<sup>1</sup> канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовський державний технічний університет», г. Маріуполь

<sup>2</sup> асистент, ГВУЗ «Приазовський державний технічний університет», г. Маріуполь