УДК 629.7.08:62-76:53.043:53.044(045)

С. О. ПУЗІК, В. І. КУРІЛОВ, О. С. ПУЗІК, В. Ф. ОПАНАСЕНКО, А. В. ВАРЕНИК

Національний авіаційний університет, Україна

АКТИВНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ВІД КОРОЗІЇ

Окреслено проблему захисту технологічного обладнання від корозії. З'ясовано можливі заходи захисту від блукаючих струмів і види захисту від корозії. Перший спрямований на зменшення блукаючих струмів у землі. Другий вирішує питання, пов'язані із запобіганням проникнення цих струмів в технологічне обладнання. Визначено три види захисту від корозії: конструкційний, пасивний і активний. Більш детально досліджено активний вид захисту від корозії у якості якого застосовуються протекторний захист. Недоліком протекторного захисту є те, що заміна протекторів потребує не лише спорожнення резервуара, а й підготовки його до вогневих робіт, зачищення й дегазацію, що значно здорожує такий процес. Тому досліджено реалізацію протекторного захисту без вогневих робіт в резервуарі, що дозволить швидко заміняти протектори та втілювати захист на діючих резервуарах. Запропоновані методики розрахунків протекторного захисту від корозії та їх ефективності від впровадження в експлуатацію. Під час розрахунку протекторного захисту визначають кількість протекторів і терміни їх дії залежно від перехідного опору ізоляції днища та питомого опору ґрунту за умови досягнення захисної густини струму у колі «протектор–резервуар». Ця методика дозволяє визначити остаточну кількість протекторів і термін їх служби в роках. Протекторний захист можна використовувати ефективно і замість блискавкозахисних заземлень. Ефективність протекторного захисту, розміщеного в резервуарі, оцінюють різницею потенціалу «резервуар–електроліт» за допомогою мідно-сульфатного електрода, який опускають в резервуар. Визначена вимога, яка забезпечує ефективну роботу протекторного захисту. Для оцінювання ефективності використання протекторного захисту від корозії технологічного обладнання розроблено схему взаємозв'язку об'єкту оцінювання ефективності з об'єктом, що обслуговується. Використання даної схеми дозволяє стверджувати, що протекторний захист підвищує ефективність експлуатації об'єктів авіапаливозабезпечення через вплив на систему та операційне використання таких пристроїв

Ключові слова: *технологічне обладнання, корозія, активний захист, блукаючі струми, протекторний захист.*

Вступ. Довговічність і безаварійність роботи технологічного обладнання об'єктів авіапаливозабезпечення прямо залежить від ефективності його протикорозійного захисту. При цьому ізоляційне покриття забезпечує первинний пасивний захист обладнання від корозії, виконуючи функцію «дифузійного бар'єру», через який обмежується доступ до металу корозійно активних агентів. У випадку появи у покритті обладнання дефектів потрібно використовувати активний захист від корозії. За оцінками експертів від корозії металів сумарний збиток досягає 4–5 % національного прибутку розвинутих країн [1–3].

Серед методів захисту металів від корозії розрізняють три основних види: конструкційний, пасивний і активний [4–6].

Метою даної роботи є дослідження впливу процесів корозії на довговічність і безперебійність роботи технологічного обладнання об'єктів авіапаливозабезпечення та активного протекторного виду його захисту.

Основна частина. Більш детально дослідимо активний протекторний вид захисту від корозії. Під дією блукаючих струмів відбувається інтенсивний процес руйнування підземних частин резервуарів і трубопроводів. Для захисту від блукаючих струмів передбачено два види заходів. Перший спрямований на зменшення блукаючих струмів в землі. Другий пов'язаний із запобіганням проникнення цих струмів на технологічне обладнання об'єктів авіапаливозабезпечення.

При протекторному захисті, зображеному на рис. 1, створюють короткозамкнений гальванічний елемент *3*, у якому до резервуара *1*, що захищають, за допомогою дроту *2* приєднують метал *3*, який має більш високий негативний потенціал, ніж потенціал захисного резервуара. У якості матеріалу протектора застосовують цинк, магній, алюміній. Позитивний полюс знаходиться на захисному резервуарі, негативний — на протекторі, який є анодом.

Резервуари можуть бути захищені від корозії одиночними або груповими протекторами, які рівномірно розподіляють навколо резервуара, який захищають**.** У разі необхідної великої кількості протекторів на обмеженій площі їх встановлюють групою в одну свердловину.

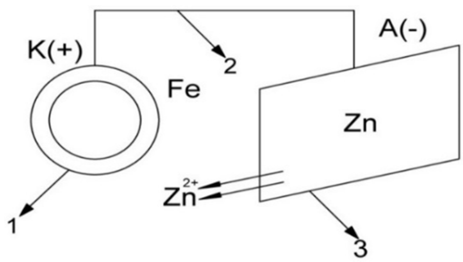

Рис. 1. Протекторний захист: *1* – резервуар, *2* – дрот, *3* – гальванічний елемент

Для надійної роботи протектора забезпечують хороший контакт між протектором і поверхнею яку захищають, а також між протектором і електролітом. З метою підвищення ефективності дії протектора його занурюють в суміш солей, що виконують функцію активатора. Як активатори для магнію протекторів застосовують глину, гіпс, епсоміт, мірабіліт. Активатор знижує корозію, зменшує анодну поляризованість, знижує опір розтіканню струму з протектора, зменшує утворення щільних шарів продуктів корозії на поверхні протектора. При розрахунку протекторного захисту визначають кількість протекторів і терміни їх дії у залежності від перехідного опору ізоляції днища і питомого електричного опору ґрунту за умови досягнення захисної густини струму у колі «протектор – резервуар».

Перехідний опір ізоляції днища резервуару оцінюють за опором розтікання струму з його днища:

$$R_0 = FR_{\text{р-г}},$$

де F — площа резервуара, м^2; $R_{\text{р-г}}$ — перехідний опір «резервуар – ґрунт» за показами приладу, Ом; орієнтовно $R_{\text{р-г}} = 3\rho_{\text{г}} / \left[D\left(D+b\right)\right]$. Тут $\rho_{\text{г}}$ — питомий електричний опір ґрунту, $\text{Ом} \cdot \text{м}$, в якому встановлений протектор; D —

діаметр резервуара, м; b — відстань між протектором і резервуаром, який приймаємо рівним 6–10 м.

Сила струму, необхідна для захисту днища резервуара:

$$I = jF \ ,$$

де j — необхідна захисна густина струму, А/м ^{2}.

Орієнтовна кількість протекторів

$$N_{\text{п.о}} = I(R_{\text{п}} + R_{\text{др}})/(E_{\text{п}} - E_{\text{р}} - IR_{\text{р-г}}) \ ,$$

де $R_{\text{п}}$ — опір розтікання струму з протектора, Ом; $R_{\text{др}}$ — опір з'єднувального дроту, Ом; $E_{\text{п}}$ — абсолютне значення потенціалу протектора на мідно-сульфатному електроді (м.с.е.) перед підключенням його до резервуару, В; $E_{\text{р}}$ — абсолютне значення потенціалу резервуара по м.с.е. до підключення протектора, В.

Опір розтікання струму з протектора:

$$R_{\text{п}} = \frac{0{,}366\rho_{\text{г}}}{l_{\text{а}} N_{\text{по}} K_{\text{ве}}} \left(\lg \frac{2l_{\text{а}}}{d_{\text{а}}} + 0{,}5 \lg \frac{4h + l_{\text{а}}}{4h - l_{\text{а}}} + \frac{\rho_{\text{а}}}{\rho_{\text{г}}} \lg \frac{d_{\text{а}}}{d_{\text{п}}} \right),$$

де $\rho_{\text{г}}$, $\rho_{\text{а}}$ — питомий електричний опір ґрунту, що оточує протектор і активатора відповідно, Ом $\cdot$ м; $l_{\text{а}}$, $d_{\text{а}}$ — висота і діаметр стовпа активатора, що оточують протектор, м; $N_{\text{по}}$ — кількість протекторів в групі; $K_{\text{ве}}$ — уточнюючий коефіцієнт, який враховує взаємне екранування вертикальних протекторів для резервуара РВС-5000 і 20 протекторів, дорівнює 0,64; h — глибина встановлення протектора від поверхні землі до його середини, м.

Остаточна кількість протекторів:

$$N_{\text{пк}} = N_{\text{по}} / K_{\text{ве}} \ .$$

Термін служби (років) протекторів:

$$T = M_{\text{п}} \eta_{\text{п}} k_{\text{в}} /(q_{\text{п}} I_{\text{п}}) \ ,$$

де $M_{\text{п}}$ — маса протектора, кг; $\eta_{\text{п}}$ — ККД протектора визначається за графіком (рис 4); $k_{\text{в}}$ — коефіцієнт використання протектора ($k_{\text{в}}$ = 0,95); $q_{\text{п}}$ — теоретичний електрохімічний еквівалент матеріалу протектора, кг/А·рік; $I_{\text{п}}$ — сила струму у колі протекторної установки, А.

Сила струму у колі протектора

$$I_{\text{п}} = (E_{\text{п}} - E_{\text{р}})/(R_{\text{р-г}} + R_{\text{др}} + R_{\text{п}}) \ .$$

Для вимірювання потенціалу підземних споруд відносно землі у якості електрода-порівняння використовують мідно-сульфатний електрод [2]. В посудину заливають насичений розчин мідного купоросу, опускають у нього мідний стрижень. Посудину занурюють у ґрунт. Електропровідний розчин мідного купоросу просочується через пористе дно посудини і змочує його зовнішню поверхню. Між ґрунтом і мідним електродом створюється гальванічний контакт. При цьому виникає стрибок потенціалу на межі «мідь – насичений розчин сульфату міді», який вимірюють пристроєм визначення опору заземлення, який підключений до м.с.е., і порівнюють зі стрибком потенціалу на межі обладнання, яке захищають, і навколишнього ґрунту [7–9].

Якщо резервуар обладнаний заземленням блискавковідводу, кількість протекторів збільшують. Додаткова кількість протекторів

$$N_{\text{дод}} = S_{\text{зб}}\, j / I_{\text{п}},$$

де $S_{\text{зб}}$ — сумарна площа заземлення блискавковідоду, м^2; j — мінімально допустима захисна густина струму для сталі в даному ґрунті, А/м^2; $I_{\text{п}}$ — струм одиночного протектора, А.

Можливість захисту резервуарів магнієвими протекторами визначає нерівність $IR_{\text{р.з}} \le 1$. Якщо вона виконується, протекторний захист резервуара може бути забезпечений.

Протекторний захист можна використовувати ефективно і замість блискавкозахисних заземлень. Для цього всі дроти зі струмом і стрижні протекторів виконують діаметром 6 мм. Кількість протекторів при цьому повинна бути не менше такої, щоб загальний опір розтіканню струму не перевищував 4 Ом.

Для захисту днища і нижнього поясу резервуара від дії на них солей, розчинених у відстійній воді, протектори розташовують всередині резервуара. Кількість протекторів, встановлених на дні резервуарів:

$$N = 3{,}6r(r+h)/S_{\text{п}},$$

де r — радіус резервуара, м; h — рівень підтоварної води, м; $S_{\text{п}}$ — зона дії одного протектора, яка при висоті підтоварної води в резервуарі 0,25 м, питомому електричному опору 2 $\text{Ом}\cdot\text{м}$, сумарній концентрації солей в підтоварній воді 1,2 г/л, дорівнюватиме 45 м^2.

Термін дії (років) магнієвих протекторів

$$T = 0{,}1M_{\text{п}}K_{\text{т}}/I_{\text{п}},$$

де $M_{\text{п}}$ — маса протектора, кг; $K_{\text{т}}$ — технологічний коефіцієнт, який характеризує умови роботи резервуарів $(K_{\text{т}} = 1{,}3)$; $I_{\text{п}}$ — сила струму протектора, А.

Сила струму протектора

$$I_{\text{п}} = \frac{E_{\text{пд}}}{\frac{\rho_{з}(d_{\text{е}} - d_{\text{п}})}{4\pi h d_{\text{п}}} + \frac{R_{\text{под}}}{S_{\text{п}}} K_{\text{п}}},$$

де $E_{\text{пд}}$ — рівність потенціалів «протектор – днище» при розімкнутому колі (для магнієвих сплавів $E_{\text{пд}} = 1$ В); $d_{\text{п}}$, $d_{\text{е}}$ — відповідно діаметри протектора і ізолюючого його екрану, м; h — рівень підтоварної води, м; $R_{\text{под}}$ — поляризаційний опір протектора, Омм^2; $K_{\text{п}}$ — поправочний коефіцієнт для протектора ПМР-10 і рівня підтоварної води в резервуарі 0,25 м дорівнюватиме 1,45; $S_{\text{п}}$ — робоча поверхня протектора, м^2.

Ефективність протекторного захисту, розміщеного у резервуарі, оцінюють за різницею потенціалу «резервуар-електроліт» за допомогою мідносульфатному електроді-порівняння, який опускають в середину резервуара через оглядовий люк. Після заміру різниці потенціалів виконують розрахунок. Протекторний захист працює ефективно якщо забезпечується вимога

$$\frac{10I_{\text{к}}}{S_{\text{к}}} \ge \frac{0{,}3I_{\text{сум}}}{D(D+4h)},$$

де $I_к$ — сила струму контрольного зразка, мА; $S_к$ — площа контрольного зразка, дм^2; $I_{сум}$ — сумарна сила струму протекторів за проектом, А; D — діаметр резервуара, м; h — рівень підтоварної води, м.

Для оцінювання ефективності використання протекторного захисту від корозії розглянемо схему взаємозв'язку об'єкта оцінювання ефективності з об'єктом, що обслуговується, зображену на рис. 2, де x та y — вихідні характеристики; b_x та b_y — перешкоди, що діють на відповідні об'єкти; x_0 — задане «ідеальне» значення вихідної характеристики об'єкта оцінювання ефективності; b_z — вплив зворотних зв'язків; Е1 — перший вплив на обладнання; Е2 — другий вплив на обладнання; Е$_i$ — i-ий вплив на обладнання; Р1, Р2, Р3 — відповідно резервуарні групи 1, 2, 3; СК — система контролю, ЕО — експлуатація обладнання; «+» — параметр контролю в межах, що свідчать про безпечне використання обладнання; «−» — параметр контролю в межах, що свідчать про неможливість використання обладнання. [10].

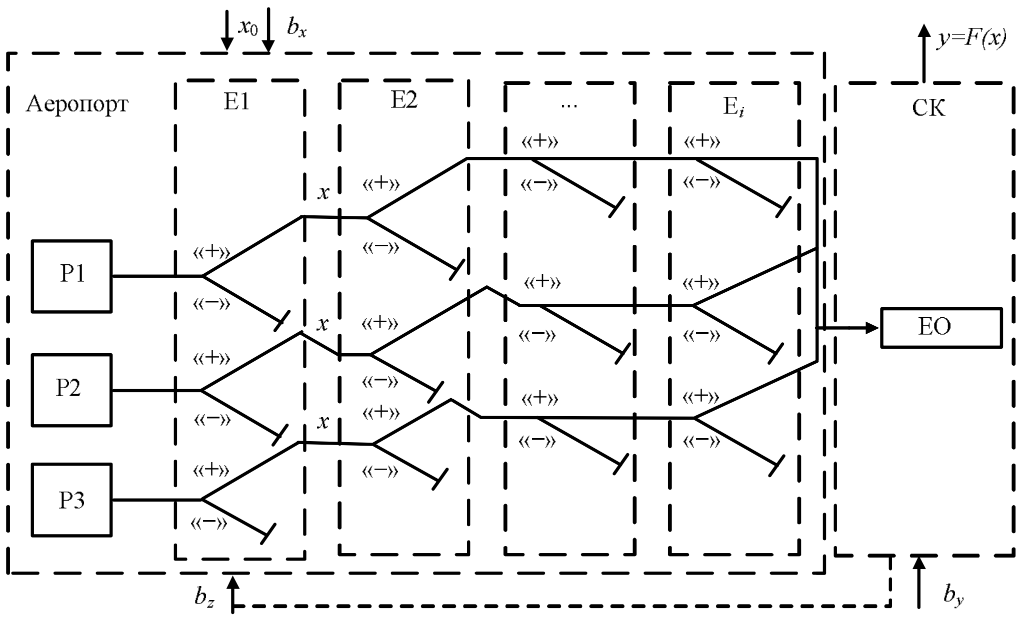

Рис. 2. Схема взаємозв'язку використання протекторного захисту від корозії на об'єктах авіапаливозабезпечення з їх експлуатацією

Як основу для побудови критерію функціональної ефективності використаємо функцію втрат $L(y,t)$, яку приймаємо рівній різниці $\Delta y(t)$ між дійсними $y(t)$ та ідеальними $y_0(t)$ значеннями вихідної характеристики об'єкта, що обслуговується, у часі t. Тоді:

$$L(y,t) = \Delta y(t) = y(t) - y_0(t).$$

Так як $y = F(x)$, а перешкоди, що діють на об'єкт оцінювання ефективності b_x менші за ті, що діють на об'єкт, який обслуговується, b_y, доцільно виразити функцію втрат, як [10]:

$$L(y,t) = F\left[x_0(t) + m_x(t) - x_0(t)\right]$$

де $x_0(t)$, $b_x(t)$— ідеальна вихідна характеристика та адитивний шум об'єкта оцінювання ефективності відповідно; F — оператор перетворення вихідної характеристики об'єкта оцінювання ефективності у вихідні характеристики об'єкта, що обслуговується.

Так як вважаємо, що взаємопов'язані фактори впливу на якість процесу підготовки знаходяться в допустимих межах та не змінюють його вихідні характеристики, то задане «ідеальне» значення вихідної характеристики об'єкта оцінювання ефективності x_0 це — придатні до використання об'єкти авіапаливозабезпечення, наприклад резервуарна група, перешкоди, що діють на об'єкт оцінювання ефективності b_x це — причини дефектів пристроїв, а вихідні характеристики системи контролю обладнання x це — параметри об'єктів авіапаливозабезпечення, що дозволяють стверджувати про можливість використання таких пристроїв або груп механізмів. Приймемо:

$$x = F(o, m, z, s, u),$$

де o — підготовка обладнання до експлуатації; m — термін дії; z — відносна кількість резервуарів у групі; s — ймовірна придатність до використання після і-того впливу; u — залишкова міцність матеріалів обладнання у випадку використання комбінованого захисту.

Тоді:

$$L[F(o, p, r, s, u)] = F[x_0(t) + m_x(t) - x_0(t)].$$

Приймемо $x_1 = F_1(o_1, m_1, z_1, s_1, u_1)$, де o_1 — підготовка обладнання до експлуатації у випадку використання пасивного захисту; m_1 — термін дії пасивного захисту; z_1 — відносна кількість резервуарів у групі при пасивному захисті; s_1 — ймовірна придатність до використання після і-того впливу у випадку використання пасивного захисту; u_1 — залишкова міцність матеріалів обладнання у випадку використання пасивного захисту; $x_2 = F_2(o_2, m_2, z_2, s_2, u_2)$, де o_2 — підготовка обладнання до експлуатації у випадку використання комбінованого захисту; m_2 — термін дії комбінованого захисту; z_2 — відносна кількість резервуарів у групі при комбінованому захисті; s_2 — ймовірна придатність до використання після і-того впливу у випадку використання комбінованого захисту; u_2 — залишкова міцність матеріалів обладнання у випадку використання комбінованого захисту; $x_3 = F_3(o_3, m_3, z_3, s_3, u_3)$, де o_3 — підготовка обладнання до експлуатації у випадку використання протекторного захисту; m_3 — термін дії протекторного захисту; z_3 — відносна кількість резервуарів у групі при протекторному захисті; s_3 — ймовірна придатність до використання після i-того впливу у випадку використання протекторного захисту; u_3 — залишкова міцність матеріалів обладнання у випадку використання протекторного захисту.

Перед обладнанням авіапаливозабезпечення (об'єктом оцінювання ефективності) та системою контролю експлуатації таких приладів (об'єктом, що обслуговується) ставимо завдання B — забезпечення максимальної якості вихідних характеристик, тобто мінімальних втрат. Критерієм ефективності може слугувати математичне сподівання функції втрат M, тоді функціональна ефективність виражається математичним сподіванням помилки вихідної координати об'єкта, що обслуговується за час t:

$$E(t,B)=M[L(y,t)],$$

де $E(t,B)$ — функціональна ефективність.

Для досліджуваної системи отримуємо три вирази критерію функціональної ефективності:

$$E(t,B)_1 = M[L(y,t)_1]_1,\ E(t,B)_2 = M[L(y,t)_2]_2,\ E(t,B)_3 = M[L(y,t)_3]_3,$$

або

$$E(t,B)_1 = M_1\{F[x_0(t)+b_x(t)]-F[x_0(t)]\},$$
$$E(t,B)_2 = M_2\{F[x_0(t)+b_x(t)]-F[x_0(t)]\},$$
$$E(t,B)_3 = M_3\{F[x_0(t)+b_x(t)]-F[x_0(t)]\},$$

або

$$E(t,B)_1 = M\{L[F_1(o_1,m_1,z_1,s_1,u_1),t]\}_1,$$
$$E(t,B)_2 = M\{L[F_2(o_2,m_2,z_2,s_2,u_2),t]\}_2,$$
$$E(t,B)_3 = M\{L[F_3(o_3,m_3,z_3,s_3,u_3),t]\}_3,$$

де $E(t,B)_1$ — функціональна ефективність резервуарних груп з використанням пасивних засобів захисту; $E(t,B)_2$ — функціональна ефективність резервуарних груп з використанням комбінованих засобів захисту; $E(t,B)_3$ — функціональна ефективність резервуарних груп з протекторним захистом.

Величинами o, m та z можна знехтувати через їх обов'язковість та наявність для будь яких резервуарних груп. Аналізуючи інші параметри отримуємо нерівності:

$$E(t,B)_1 = M\{L[F_1(s_1),t]\}_1 < E(t,B)_2 = M\{L[F_2(s_2),t]\}_2,$$
$$E(t,B)_1 = M\{L[F_1(s_1),t]\}_1 < E(t,B)_3 = M\{L[F_3(s_3),t]\}_3,$$
$$E(t,B)_1 = M\{L[F_1(u_1),t]\}_1 < E(t,B)_2 = M\{L[F_2(u_2),t]\}_2,$$
$$E(t,B)_1 = M\{L[F_1(u_1),t]\}_1 < E(t,B)_3 = M\{L[F_3(u_3),t]\}_3.$$

Вводимо додатковий параметр — e — умовний вплив ефекту економії матеріальних ресурсів від використання протекторного захисту. Роблячи аналогічні перетворення та припущення, отримуємо:

$$E(t,B)_1 = M\{L[F_1(e_1),t]\}_1 < E(t,B)_2 = M\{L[F_2(e_2),t]\}_2,$$
$$E(t,B)_2 = M\{L[F_2(e_2),t]\}_2 < E(t,B)_3 = M\{L[F_3(e_3),t]\}_3.$$

Так як, значення параметрів r, s вихідних характеристик двох критеріїв функціональної ефективності досліджуваної системи входять в межі «ідеального», за додатковим параметром e визначаємо, що використання протекторного захисту на прикладі резервуарних груп за інших однакових умов, яким відповідають висунуті вище припущення, підвищує ефективність експлуатації технологічного обладнання об'єктів авіапаливозабезпечення.

Висновки

Виникнення корозії на технологічному обладнанні об'єктів авіапаливозабезпечення свідчить про системність проблеми, а отже і про актуальність її вирішення.

Пасивний захист технологічного обладнання від корозії не забезпечує його збереження на довгостроковий термін, а активний захист за допомогою протекторів є найбільш ефективним, простим в експлуатації, економічно доцільним.

Сучасний рівень захисту технологічного обладнання від корозії передбачає вдосконалення методик активного захисту від корозії. При розрахунку протекторного захисту від корозії перехідний опір ізоляції днища резервуара оцінюють за опором розтікання струму із днища. Розраховано кількість протекторів і термін їх служби. Протекторний захист можливо використовувати ефективно і замість блискавко захисного заземлення. Для цього діаметр протекторів повинен бути 6 мм, а їх кількість не менша такого числа, щоб загальний опір розтіканню струму не перевищував 4 Ом. Наведено розрахунок кількості магнієвих протекторів, які встановлюються в середину резервуару, термін їх дії та ефективності.

Розроблена схема взаємозв’язку об’єкту оцінювання ефективності з об’єктом, що обслуговується дозволяє стверджувати, що протекторний захист від корозії підвищує ефективність експлуатації об’єктів авіапаливозабезпечення через вплив на систему та операційне використання таких пристроїв.

Список літератури

1. Ипатов А. М. Средства заправки горюче-смазочними материалами: учебник / А. М. Ипатов, В. И. Терехин, С. А. Пузик // — К. : КМУГА, 1996. — 304 с.

2. Пузік С. О. Технологічні процеси з пально-мастильними матеріалами: підручник / С. О. Пузік, Є. О. Баканов, В. І. Терьохін, В. Ф. Опанасенко // — К. : Вид-во нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2002. — 256 с.

3. Корольов В. П. Технологічна безпека та удосконалення нормативної бази протикорозійного захисту будівельних металоконструкцій / В. П. Корольов, Ю. Б. Висоцький, О. М. Шевченко // Фізико-хімічна механіка матеріалів. — 2012. — Т. 48, № 2. — С. 123–130. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PHKhMM_2012_48_2_21

4. ДБН В.1.2-14-2008. Загальні принципи забезпечення надійності та безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ». — Мінрегіон України. — 30 с.

5. ДБН В.1.2-9-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель та споруд. Безпека експлуатації. — Мінрегіон України. — 21 с.

6. Кондрашов С. І. Класифікація сучасних електрохімічних методів контролю корозійних процесів / С. І. Кондрашов.В. Ф. Забара, К. К. Чернишова // Вестник ХПИ. — 2008. — № 57. — С. 101–107.

7. Popov Branko. Corrosion Engineering. 1st Edition. Princoples and Solved problems / Branko Popov. — 2015. — 792 p.

8. Медведик О. В. Фізико-хімічний критерій оцінки корозійної агресивності грунтів на прикладі окремих ділянок магістральних газопроводів / О. В. Медведик, Л. В. Сиса, Б. В. Слободян // Методи та прилади контролю якості. — 2001. — № 7. - С. 24–28.

9. Волошин В. А. Вплив складу нейтрального ґрунтового середовища на корозійне розтріскування трубної сталі / В. А. Волошин, О. І. Звірко, П. Я. Сидор // Фізико-хімічна механіка матеріалів. — 2014. — № 5. — С. 44–47.

10. Казак В. М. Основи контролю та технічної діагностики: підруч. / В. М. Казак. — К.: НАУ, 2013. — 300 с.

Стаття надійшла до редакції 23.05.2018

S. O. PUZIK, V. I. KURILOV, O. S. PUZIK, V. F. OPANASENKO, A. V. VARENYK

ACTIVE PROTECTION AGAINST CORROSION

The problem of protection of technological equipment from corrosion is outlined. Possible measures of protection against wandering currents and types of protection against corrosion have been found out. The first is aimed at reducing wandering currents in the ground. The second solves the issues related to preventing the penetration of these currents into technological equipment. There are three types of protection against corrosion: structural, passive and active. An active type of protection against corrosion, in which tread protection is used, is studied in more detail. The disadvantage of tread protection is that the replacement of the protectors requires not only the emptying of the tank, but also its preparation for fireworks, cleaning and degassing, which significantly increases the cost of such a process. Therefore, the implementation of tread protection without fireworks in the tank is investigated, which will allow quick replacement of protectors and introduce protective coatings on existing tanks. Proposed methods of calculation of tread protection against corrosion and their efficiency from commissioning. During the calculation of tread protection, determine the number of treads and their timing depending on the transition resistance of the bottom isolation and the specific resistance of the soil, provided that the protective tensile strength of the tread tank is reached. This technique allows you to determine the final number of treads and their service life in years. Protective protection can be used effectively and instead of lightning protection grounding. The effectiveness of the tread protection located in the tank is estimated by the difference in the potential of the "reservoir-electrolyte" with the copper-sulfate electrode, which is lowered into the reservoir. The requirement is defined, which ensures effective protection of the tread. In order to evaluate the effectiveness of the use of tread protection against corrosion of technological equipment, a scheme of interconnection of the object of evaluation of efficiency with the object being serviced has been developed. The use of this scheme allows us to assert that tread protection increases the efficiency of operation of air fuel supply facilities due to the impact on the system and the operational use of such devices

Keywords: technical equipment, corrosion, active protection, wandering currents, electric drainage, cathode and tread protection.

Refrerences

1. Ipatov A. M. Sredstva zapravky horiuche-smazochnymy materialamy: uchebnik / A. M. Ypatov, V. I. Terekhin, S. A. Puzik // — K. : KMUHA, 1996. — 304 s.

2. Puzik S. O. Tekhnolohichni protsesy z palno-mastylnymy materialamy: pidruchnyk / S. O. Puzik, Ie. O. Bakanov, V. I. Terokhin, V. F. Opanasenko // — K. : Vyd-vo nats. aviats. un-tu «NAU-druk», 2002. — 256 s.

3. Korolov V. P. Tekhnolohichna bezpeka ta udoskonalennia normatyvnoi bazy protykoroziinoho zakhystu budivelnykh metalokonstruktsii / V. P. Korolov, Yu. B. Vysotskyi, O. M. Shevchenko // Fizyko-khimichna mekhanika materialiv. — 2012. — T. 48, № 2. — S. 123–130. — Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PHKhMM_2012_48_2_21

4. DBN V.1.2-14-2008. Zahalni pryntsypy zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivel, sporud, budivelnykh konstruktsii ta osnov». — Minrehion Ukrainy. — 30 s.

5. DBN V.1.2-9-2008 Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnykh obiektiv. Osnovni vymohy do budivel ta sporud. Bezpeka ekspluatatsii. — Minrehion Ukrainy. — 21 s.

6. Kondrashov S. I. Klasyfikatsiia suchasnykh elektrokhimichnykh metodiv kontroliu koroziinykh protsesiv / C. I. Kondrashov.V. F. Zabara, K. K. Chernyshova // Vestnyk KhPY. — 2008. — № 57. — S. 101–107.

7. Popov Branko. Corrosion Engineering. 1st Edition. Princoples and Solved problems / Branko Popov. — 2015. — 792 p.

8. Medvedyk O. V. Fizyko-khimichnyi kryterii otsinky koroziinoi ahresyvnosti hruntiv na prykladi okremykh dilianok mahistralnykh hazoprovodiv / O. V. Medvedyk, L. V. Sysa, B. V. Slobodian // Metody ta prylady kontroliu yakosti. — 2001. — № 7. - S. 24–28.

9. Voloshyn V. A. Vplyv skladu neitralnoho gruntovoho seredovyshcha na koroziine roztriskuvannia trubnoi stali / V. A. Voloshyn, O. I. Zvirko, P. Ya. Sydor // Fizyko-khimichna mekhanika materialiv. — 2014. — № 5. — S. 44–47.

10. Kazak V. M. Osnovy kontroliu ta tekhnichnoi diahnostyky: pidruch. / V. M. Kazak. — K.: NAU, 2013. — 300 s.

Пузік Сергій Олексійович — канд. техн. наук, професор Національного авіаційного університету, s.puzik@email.ua.

Курілов Володимир Іванович — канд. техн. наук, доц., доцент кафедри комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій Національного авіаційного університету karadach@bigmir.net.

Пузік Олексій Сергійович — канд. техн. наук, oleksii.puzik@online.ua.

Опанасенко Володимир Федорович — канд. екон. наук, syrets@gmail.com.

Вареник Андрій Валерійович — провідний інженер лабораторії ТО ПММ Національного авіаційного університету, kolifh@ukr.net.