

УДК 674.05.002.54

В.М. Головач, к.т.н., З.С. Сірко к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Д.П. Торчилевський

Український державний науково-дослідний інститут нанобіотехнологій та ресурсозбереження

АНАЛІЗ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗАХИСТУ МЕТАЛЕВИХ ПРЕДМЕТІВ ВІД КОРОЗІЇ

Наведено опис вживаних в даний час методів і засобів захисту металевих виробів від корозії. Дано опис нової технології захисту від корозії і пристрої на її базі, що дозволяє створювати негативний потенціал напруги електричного струму на металевих виробах для захисту їх від корозії.

КОРОЗІЯ, ОКИСЛЕННЯ, АТМОСФЕРА, ВОДА, ЗАХИСТ, ТЕХНОЛОГІЯ, ЕЛЕКТРОХІМІЧНИЙ, ПОТЕНЦІАЛ, АНОД, КАТОД, НАПРУГА, МЕТАЛЕВИЙ, ПРИСТРІЙ.

Постановка проблеми. У металевих виробах корозія може протікати при наявності, наприклад, електроліту, що межує з залізом і провідника, що межує з електролітом. У звичайних умовах вода, сніг і атмосферна волога є електролітом, а поверхню землі, атмосфера або інший зовнішній провідник, розташований поблизу металевого виробу, є провідниками. Занурені в електроліт два провідники (наприклад, залізо і поверхню землі) створюють гальванічний елемент.

Більш активний матеріал (залізо) стає анодом, а менш активний (наприклад, поверхня землі) - катодом.

У гальванічній парі електродів корозії завжди схильний анод.

Окислювальна реакція на аноді виглядає як процес, при якому до атомів заліза (вони більш активні, ніж атоми домішки) притягуються вільні електрони.

У результаті реакції окислення залізо переходить в гідроокис заліза, яка і називається іржею. За наявності у воді солей провідність електроліту підвищується і збільшується швидкість окислення анода (металевого виробу).

В даний час найбільш поширеним засобом захисту металевих виробів від корозії є покриття їх поверхонь захисними лаками, фарбами та плівками, що запобігають безпосередній контакт металу з кородуючою зовнішнім середовищем.

Недоліком такої пасивної захисту є практична трудність контролю цілісності захисного покриття, особливо у важкодоступних місцях, руйнування покриття при механічних впливах.

Застосування активних засобів захисту металів від корозії є більш надійним.

При атмосферної корозії, яка є електрохімічним процесом, на поверхні кородіруемого металу проходять окислювально-відновні реакції. При контакті металевої поверхні з водними розчинами такими реакціями можуть бути відновлення іонів водню і іонізація (розчинення) металу.

В результаті протікання сполучених реакцій Кородують метал набуває певного корозійний потенціал. Швидкість розчинення металу характеризується величиною щільності корозійного струму. Зсув від корозійного потенціалу в негативну сторону (створення захисного потенціалу) викликає прискорення реакції виділення водню і уповільнення реакції іонізації металу.

Створення захисного потенціалу може здійснюватися за допомогою різних методів і засобів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найбільш широке поширення одержав спосіб катодного захисту металевих пристроїв при якому негативний полюс зовнішнього джерела струму підключають до захищається пристрою, який виконує роль катода [1-3]. Позитивний полюс джерела з'єднують з допоміжним електродом – анодом, який знаходиться в тому ж середовищі, що і захисний пристрій (наприклад, кріпиться через ізоляційну прокладку на захищасмий пристрій). Таким чином, об'єкт, що захищається негативно поляризується і його потенціал зсувається до величини, при якій значно або повністю пригнічується процес корозії металу.

Мета дослідження – розробити пристрій для захисту металевих предметів від корозії.

Результати дослідження – теоретично для повного припинення корозії необхідно забезпечити захисний потенціал, рівний стандартному електродному потенціалу захищеного металу, який для заліза дорівнює -0,44В.

Відома технологія, що відрізняється від технології катодного захисту тим, що в пристроях [1], виконаних за цією технологією, на металевий виріб подається змінний, а не постійний, як при катодному захисту, струм. При цьому виріб отримує негативний потенціал по відношенню до зовнішнього середовища, наприклад, поверхні землі, атмосфері.

Ефект дії різниці потенціалів на металевий виріб можна обчислити за формулами електрохімічної кінетичної теорії [2]:

$$CR = (CR)_o \exp (\alpha F E_{corr} / RT), \quad (1)$$

де CR – рівень корозії; $(CR)_o$ – константа;

α – постійна передачі, $0 \leq \alpha \leq 1$;

$F = N_A \cdot e = 96485,309 \text{ Кл} \cdot \text{моль}^{-1}$ – константа Фарадея;

$R = 8,3144621 \pm 0,0000075 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$ – універсальна газова константа;

T – температура Кельвіна;

E_{corr} – корозійний потенціал, мВ.

Різниця потенціалів виробу, що тестується, і контрольного виробу має вигляд:

$$(CR)_{test} / (CR)_{control} = \exp \{ \alpha F [E_{corr/test} - E_{corr/control}] / RT \} \quad (2)$$

Підставивши значення величин у формулу (2) отримаємо:
 $(CR)_{test} / (CR)_{control} = 0,00291$ (при середній різниці потенціалів в 150мВ). Це означає, що рівень корозії металевого виробу, захищеного пристроєм, зменшиться на $(1 - 0,00291) \cdot 100\% = 99,7\%$.

Пристрій [3], запропонований авторами, відрізняється від відомих тим, що подача змінного потенціалу на металевий виріб здійснюється без механічного руйнування останнього в одну точку на його поверхні.

На рис. 1 показана блок-схема пристрою.

Пристрій працює наступним чином. Напряга з блоку живлення 1 подається на блок захисту від перенапруги харчування 2. З виходів блоку 2 напруга подається на стабілізатор 3 і схему контролю напруги живлення 4. Стабілізована напруга з блоку живлення 3 подається на вхід компаратора, вбудованого в процесор 5. На другий вхід

компаратора подається нестабілізована напруга з блоку 4. При зміні напруги живлення нижче заданого значення мікропроцесор відключає пристрій. Якщо напруга блоку живлення в нормі, то мікропроцесор видає сигнал на блок індикації напруги живлення 7. При цьому з виходу мікропроцесора 5, імпульсні сигнали подаються на підсилювач 6, з виходу якого через конденсатор С1 вони подаються на негативний полюс блоку живлення, який електричного з'єднаний з корпусом металевого виробу. За рахунок того, що негативний полюс блоку живлення підключений через фільтр високої частоти 8, вихідний імпульсний сигнал використовується ефективно, так як навантажений на великий опір (по змінній складовій) фільтра 8. Поверхня металевого виробу отримує негативний потенціал по відношенню до поверхні землі, що значно виключає або повністю порушує процес корозії металу.

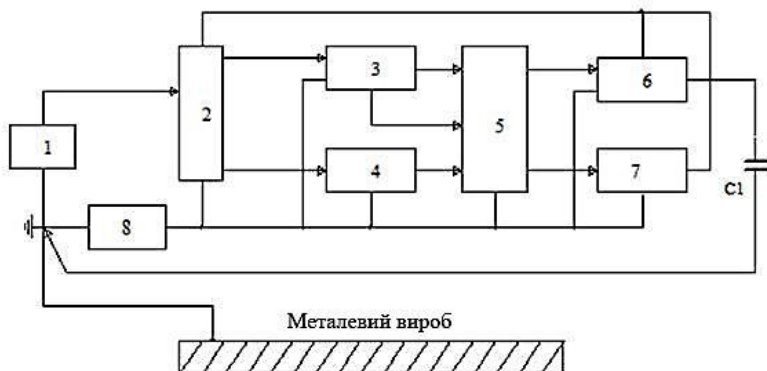


Рис. 1 – Блок схема пристрою захисту металевих виробів від корозії:
1- блок живлення; 2 - блок захисту від перенапруги харчування; 3 - стабілізатор напруги; 4 - сема контролю напруги; 5 - процесор; 6 - імпульсний підсилювач; 7 - блок індикації; 8 - фільтр високої частоти

За рахунок високої частоти проходження імпульсів вихідного сигналу металева поверхня виробу покривається негативними електричними зарядами. При цьому метал набуває корозійний потенціал, що перешкоджає появі корозії.

На рис.2 показана осцилограма вихідного сигналу пристрою.



Рис. 2 – Осцилограмма вихідного сигналу пристрою

На рис. 3 наведено залежності зменшення рівня корозії металевого виробу від різниці корозійних потенціалів.

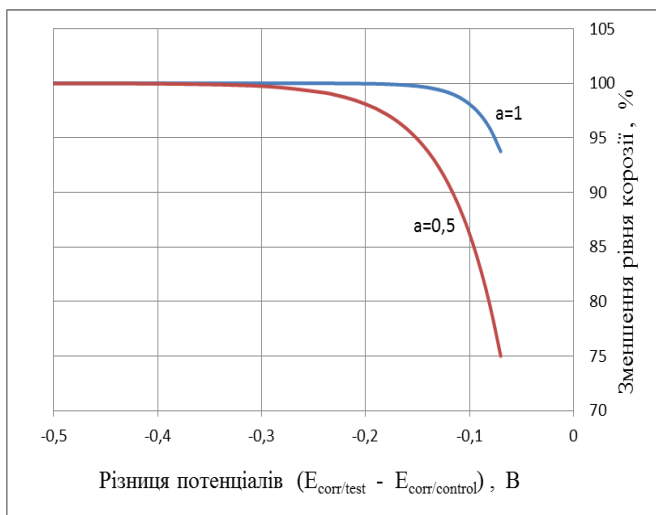


Рис.3 – Залежності зменшення рівня корозії від різниці корозійних потенціалів

Аналізуючи залежності показані на рис. 3 можна зробити висновок, що, починаючи з різниці потенціалу рівного -0,4В можна спостерігати практично 100%-е зменшення рівня корозії, захищеного

пристроєм металевого виробу і відсутність впливу від постійної передачі *a*.

На рис.4 показана установка на якій досліджувалася робота пристрою попередження корозії. Пластина протягом тривалого часу (до 6-місяців), перебувала у солоному середовищі.

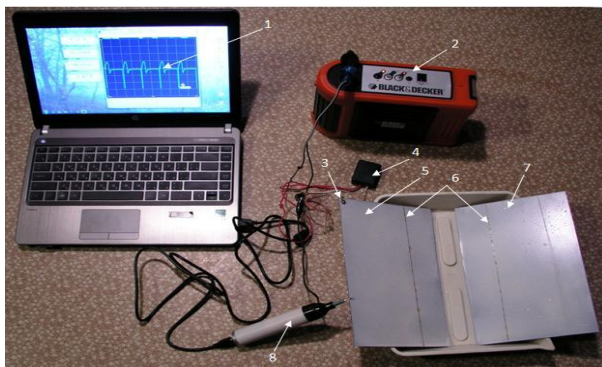


Рис. 4 – Установка для дослідження роботи пристрою попередження корозії: 1 - осцилограма; 2 - джерело живлення (12В); 3 - контакт; 4 - пристрій попередження корозії; 5 - пластина, підключена до пристрою 4; 6 – подряпини на пластинах; 7 - контрольна пластина; 8 - щуп осцилографа (підключений до ноутбука)

На рис. 5 показані зразки металевих пластин після 6-и місяців перебування їх в солоному середовищі.



a *б*
Рис. 5 – Зразки металевих пластин після 6-и місяців знаходження в солоному середовищі; *a* – контрольна пластина; *б* – пластина, підключена до пристрою захисту від корозії

Висновки. Запропонований пристрій показав себе ефективним засобом захисту металевих виробів від корозії. В основу його роботи покладена технологія, що дозволяє створювати негативний потенціал напруги електричного струму на металевих виробах, які знаходяться в русі і не можуть бути заземлені та до яких застосування катодного або інших видів захисту важко або зовсім неможливо.

Література

1. Патент 7198706 США, МКИ В6559/08, Спосіб і пристрій для запобігання окислення металу; опубл.1979; Изобретения за рубежом, №15, вып. 42.
2. Дамаский Б.Б. Введение в электрохимическую кинетику / Б.Б. Дамасский, О.А. Петрий . - М.: Машиностроение, 1983.- 385с.
3. Патент 72276 Україна, МПК C23F 13/02. Пристрій для захисту металевих предметів від корозії / Головач В.М., Сірко З.С.; заявник Національний університет біоресурсів та природокористування України. - №u2012 01691; заяв. 15.02.2013; опубл.10.08.2012, Бюл. № 14.

Рецензент д.т.н., проф. В.Ф. Дідух