



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **104325** (13) **U**  
(51) МПК (2016.01)  
**C23F 11/00**  
**C23F 13/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2015 06727</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Донченко Маргарита Іванівна (UA),</b> <b>Герасименко Юрій Степанович (UA),</b> <b>Білоусова Ніна Аркадіївна (UA),</b> <b>Редько Раїса Макарівна (UA),</b> <b>Васильєв Георгій Степанович (UA),</b> <b>Ущатовський Дмитро Юрійович (UA),</b> <b>Богатчук Юрій Якович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>07.07.2015</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.01.2016</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.01.2016, Бюл.№ 2</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ</b> <b>УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ</b> <b>ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ",</b> пр. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056 (UA)

**(54) КОМБІНОВАНИЙ СПОСІБ ПРОТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ СТАЛІ У ВОДНИХ ТЕХНОГЕННИХ СЕРЕДОВИЩАХ**

**(57) Реферат:**

Комбінований спосіб протикорозійного захисту сталі у водних техногенних середовищах включає встановлення анода з електронегативного металу у проточному металевому резервуарі, регулювання режиму розчинення анода пропорційно змінам витрат води з використанням датчиків швидкості потоку та швидкості корозії. При цьому у водне середовище за допомогою дозатора вводять інгібітор корозії на основі органофосфонатів одночасно з анодним розчиненням електронегативного металу.

UA 104325 U



Корисна модель належить до протикорозійного захисту в теплоенергетичній галузі, а саме у закритих і відкритих системах комунального тепlopостачання, системах виробництва тепла з контактними водонагрівачами; оборотних нагрівально-охолоджувальних системах промислових підприємств, системах централізованого гарячого водопостачання.

Відомий патент України UA 28056, "Установка для захисту від внутрішньої корозії" МНК:С23F 13/00, опубл. 2007-11-26, для протикорозійного захисту шляхом одержання фазових шарів на металевій поверхні у водному середовищі, де йдеться про використання регульованого джерела постійного струму з розчиненням анодів з електронегативного металу.

Недоліком даної установки є недостатній ступінь захисту від корозії у системах, де вода може насичуватися продуктами згоряння газу і твердого палива (діоксидом вуглецю, оксидами нітрогену та сульфур у новітніх контактних водонагрівачах), а також недостатній захист від локальної корозії.

Найбільш близьким до запропонованої корисної моделі є "Спосіб протикорозійного захисту маловуглецевої сталі у водних техногенних середовищах" [Патент України 68395, МПК С23С 28/00, С23F 17/00, С23F 13/00. Опубл. 26.03.12.], який включає встановлення анодів з електронегативних металів у проточному металевому резервуарі, регулювання режиму розчинення анодів пропорційно змінам витрат води з використанням датчиків швидкості потоку та швидкості корозії, в якому при анодному розчиненні електронегативних металів кородуючу сталь з'єднують з негативним полюсом джерела постійного струму або з катодною поляризацією поверхні кородуючої сталі шляхом безпосереднього контакту з електронегативним металом без зовнішнього джерела струму.

Недоліком відомого способу є те, що цей спосіб не дозволяє повністю усунути локальну корозію, він є досить складним у технічному відношенні для забезпечення катодного захисту внутрішньої поверхні трубопроводів чи іншої апаратури.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення ступеня протикорозійного захисту, зменшення локальної корозії шляхом комбінації анодного розчинення електронегативного металу з додатковим введенням у водне середовище інгібітору корозії на основі органофосфонатів (ОФ).

Поставлена задача вирішується тим, що у комбінованому способі протикорозійного захисту сталі у водних техногенних середовищах, який включає встановлення анода з електронегативного металу у проточному металевому резервуарі, регулювання режиму розчинення анода пропорційно змінам витрат води з використанням датчиків швидкості потоку та швидкості корозії, згідно з корисною моделлю, у водне середовище за допомогою дозатора вводять інгібітор корозії на основі ОФ одночасно з анодним розчиненням електронегативного металу.

Спосіб реалізується наступним чином. Анод з електронегативного металу встановлюють у резервуар, зв'язаний з системою трубопроводів, або у ємність, внутрішня поверхня якої підлягає захисту від корозії. Катодом в електричному колі слугує корпус резервуара. Після заповнення резервуара або ємності водою при замиканні електричного кола починається анодне розчинення електронегативного металу з переходом у воду його катіонів. Одночасно з анодним розчиненням у водне середовище вводять інгібітор на основі ОФ за допомогою дозатора. На кородуючій поверхні формуються захисні шари з малорозчинних сполук катіонів електронегативних металів та адсорбованого інгібітора. Такі ж захисні шари формуються на електродах датчиків корозії, які встановлюють у контрольних точках по довжині трубопроводу. Контролювання швидкості корозії здійснюють корозиметром з датчиками типу ДК-1 або індикаторами корозії. Контролювання швидкості потоку здійснюють датчиком швидкості потоку.

Матеріал анода, величина анодного струму і кислотність середовища впливають на протикорозійні характеристики плівок, швидкість їх утворення і стійкість. Магнієвий анод не застосовують у середовищах з рН нижче 8,0. Алюмінієвий анод є більш ефективним у слабкокислих середовищах. Цинковий анод використовують в інтервалі рН 3,5-8. Зниження показника рН менше 3,5 сприяє руйнуванню малорозчинних поверхневих сполук і комплексів та підвищенню швидкості корозії. Застосування корозійного моніторингу за показниками датчиків швидкості корозії та потоку дозволяє регулювати введення органофосфонату (для зменшення накипоутворення і корозії) і анодне розчинення електронегативного металу для підтримки швидкості корозійних процесів на дозволеному рівні - 0,05 мм/рік.

Напругу і струм поляризації задають за допомогою стандартних джерел постійного струму (ДПС). Густина струму анодного розчинення електронегативного металу вибирають в межах від 0,1 до 1,0 мА/см<sup>2</sup> (1-10 А/м<sup>2</sup>) в залежності від витрат води та показників датчика швидкості корозії. Підвищення густини струму анодного розчинення в певних випадках сприяє збільшенню коефіцієнта гальмування корозії γ. На початку захисту, коли величина швидкості корозії

максимальна, струм розчинення анода задають найбільшим. З часом, після утворення захисної плівки, струм зменшують і підтримують на рівні, необхідному для забезпечення високого ступеня захисту від корозії.

Технічним результатом запропонованого способу є підвищення ступеня захисту сталі і гальмування локальної корозії, що досягається завдяки регульованому утворенню на поверхні тонких щільних плівок малорозчинних комплексів з адсорбованих інгібіторів на основі ОФ та продуктів анодного розчинення електронегативних металів. У водному середовищі підвищеної агресивності, яке містить розчинений вуглекислий газ ( $80-120 \text{ мг/дм}^3$ ), а також продукти згоряння твердого палива у вигляді неорганічних кислот - сірчаної (до  $200 \text{ мг/дм}^3$ ) та нітратної (до  $20 \text{ мг/дм}^3$ ), ступінь захисту у десятки разів перевищує протикорозійний захист при індивідуальній дії анодного розчинення електронегативного металу або інгібітора в тій же концентрації.

Спосіб є екологічно безпечним, крім того, органофосфонати зменшують накипоутворення. Здійснення анодного розчинення металів в запропонованому способі усуває введення у корозивне середовище сульфат-аніонів, які в разі використання відомих інгібіторних композицій з солями електронегативних металів значно знижують ступінь захисту металу від корозії, оскільки є її активаторами.

Приклад. Експериментальна перевірка комбінованого способу захисту проведена в лабораторних умовах на маловуглецевій сталі 20 при температурі  $50^\circ\text{C}$  у воді з різною агресивністю:

- водопровідна вода (початковий показник рН 6,5), насичена вуглекислим газом з концентрацією  $80-120 \text{ мг/дм}^3$ , яка виникає у водному середовищі при роботі контактних теплогенераторів (економайзерів);

- модельна вода більшої агресивності (початковий показник рН 3,5-4,5), яка створюється при розчиненні у воді димових газів - діоксиду карбону  $\text{CO}_2$ , оксидів нітрогену  $\text{NO}_x$ , оксидів сульфуру  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  з утворенням відповідних кислот.

Анод з електронегативного металу розміщують в експериментальній комірці в парі з катодом з нержавіючої сталі. Експериментальна комірка містить  $1 \text{ дм}^3$  води; площа кородуючої сталі становить  $0,36 \text{ дм}^2$ ; струм анодного розчинення змінюють в межах  $10-100 \text{ мА}$ . Швидкість корозії (мм/рік) визначають масометричним методом ( $K_m$ ) та методом поляризаційного опору ( $I_{Rp}$ ) за середньо інтегральними показниками впродовж 28 годин.

Порівняння ефективності протикорозійного захисту з анодним розчиненням електронегативних металів, захисту інгібіторами на основі органофосфонатів та комбінованого способу показано в таблицях 1 і 2. У таблицях  $K_m$  - швидкість корозії, визначена масометричним методом;  $I_{Rp}$  - швидкість корозії, визначена електрохімічним методом поляризаційного опору (приладом Р5126).

Інгібітори на основі ОФ: ОЕДФК - оксіетилідендіфосфорова кислота; ЛВХ - промисловий інгібітор лабораторії водної хімії (м. Черкаси); ІКВС-2 - інгібітор корозії для водних систем, розроблений в НТУУ "КПІ".

Таблиця 1

Ефективність гальмування корозії маловуглецевої сталі у водопровідній воді, насиченій  $\text{CO}_2$ , з інгібітором ІКВС-2 при розчиненні цинкового анода

Концентрація інгібітора, $\text{мг/дм}^3$	Анодний струм, $\text{мА}$	$K_m$ , мм/рік	$I_{Rp}$ , мм/рік	Коефіцієнт гальмування корозії у масометрія // метод $R_p$
0	0	0,959	1,068	-
37,5	0	0,676	0,526	1,42 // 2,03
50,0	0	0,182	0,184	5,28 // 5,80
100,0	0	0,097	0,066	9,89 // 16,18
150,0	0	0,015	0,037	63,9 // 29,1
0	100	0,405	0,325	2,3 // 3,3
50	50	0,066	0,056	14,5 // 19,1
30	30	0,021	0,055	45,2 // 30,5
20	20	0,096	0,131	10,5 // 8,15
30	10	0,092	0,114	10,5 // 9,4

Таблиця 2

Ефективність комбінованого протикорозійного захисту з органофосфонатними інгібіторами і анодним розчиненням електронегативних металів у середовищі з агресивними кислотами:  $H_2SO_4$  (200 мг/ дм<sup>3</sup>) та  $HNO_3$  (20 мг/ дм<sup>3</sup>)

Концентрація інгібітора, мг/дм <sup>3</sup>	Анод, струм, мА	Км, мм/рік	$I_{Rp}$ , мм/рік	Коеф. гальмування $\eta$ (масометрія / метод Rp)
0	0	0,987	1,271	
0	50 Zn	0,246	0,354	4,0 / 3,6
ОЕДФК - 50*	0	1,363	1,525	стимулювання
ОЕДФК - 50	50 Zn	0,086	0,067	11,5 / 19,0
ЛВХ1.1В-50	0	0,768	0,710	1,3 / 1,8
ЛВХ 1.1 В-50	50 Zn	0,149	0,175	6,4 / 7,2
ІКВС-2-50*	0	1,453	0,990	-1,3
ІКВС-2-50	50 Zn	0,030	0,035	32,9 / 36,3
ІКВС-2-30	30Zn	0,093	0,143	10,6 / 8,9
ІКВС-2-50	20 Zn	0,086	0,054	11,5 / 23,5
ІКВС-2-50	10 Zn	Прибуток маси	0,104	-12,2
ІКВС-2-50	50 Al	0,064	0,124	15,6 / 10,2

\* - 5 годин корозійних випробувань.

- Таким чином, запропонована корисна модель значно підвищує ступінь захисту сталі від корозії в агресивному водному середовищі, порівняно з індивідуальним захистом інгібітором або анодним розчиненням електронегативного металу, у тому числі за наявності розчинених газів у вигляді карбонатної, нітратної, сульфатної кислот; забезпечує більш ефективний захист сталі від корозії, ніж хімічне розчинення органофосфонатів із солями алюмінію, цинку, магнію з агресивними сульфат-аніонами; зменшує локальну виразкову та пітингову корозію; підвищує екологічну безпеку за рахунок відмови від токсичних органічних інгібіторів; не погіршує теплопровідність металевої поверхні в умовах теплообміну та пропускної здатності трубопроводів систем тепловодопостачання.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- Комбінований спосіб протикорозійного захисту сталі у водних техногенних середовищах, який включає встановлення анода з електронегативного металу у проточному металевому резервуарі, регулювання режиму розчинення анода пропорційно змінам витрат води з використанням датчиків швидкості потоку та швидкості корозії, який **відрізняється** тим, що у водне середовище за допомогою дозатора вводять інгібітор корозії на основі органофосфонатів одночасно з анодним розчиненням електронегативного металу.

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601