



Література:

1. Rout G. R., Sahoo S. Role of iron in plant growth and metabolism. *Reviews in Agricultural Science*. 2015. Vol. 3, No. 0. С. 1–24.
2. Briat J.-F., Duc C., Ravet K., та ін. Ferritins and iron storage in plants. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*. 2010. Vol. 1800, No. 8. С. 806–814.



УДК 547.118:547.438:627.257

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ КОРОЗІЇ МЕТАЛІВ ТА ЇХ ІНГІБУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩАХ З РІЗНИМ СОЛЕВМІСТОМ

М. Космина, Т. Левчук, Ю. Носачова, В. Вембер

Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

e-mail: kosmina.k@gmail.com

Корозія є процесом хімічного або електрохімічного руйнування металів. Руйнівним середовищем може бути кисень повітря, різні гази і особливо водні розчини – електроліти, що знаходяться на поверхні сталі часто у вигляді найтоншої водяної плівки [1]. Електрохімічна корозія відбувається під дією електроліту, причому іони металу переходять в розчин. У розчині гідрати закису і окису заліза утворюють власне іржу, що осідає на поверхні сталі.

Процес хімічної корозії відбувається під дією сухих газів або в рідинах, що не проводять електричного струму [2]. Нерідко обидва зазначених процеси розвиваються спільно. Іржа внаслідок високої пористості не утворює захисної плівки, а навпаки, адсорбуючи вологу, вона інтенсифікує процес корозії. При високих температурах корозія протікає швидше. Корозія може розвиватися рівномірно по всій поверхні елемента або місцями. Особливу небезпеку становить межкристалічна (інтеркристалічна) корозія, при якій руйнування розвивається по гранях зерен металу [1].

Мідь і її сплави використовуються в хімічному машинобудуванні для виготовлення теплообмінної апаратури (випарні апарати, теплообмінники, конденсатори, різного роду змішувачі і т.п.). Пояснюється це високою теплопровідністю міді і її сплавів, їх добрими фізико-механічними властивостями при достатньо високій корозійній стійкості в ряді агресивних середовищ. Мідь і мідні сплави особливо широко застосовуються в установках глибокого холоду для одержання зріджених газів. Мідь добре обробляється як в холодному, так і гарячому стані, але володіє поганими литими властивостями. Домішки, які містяться у міді (кисень, сульфур, бісмут, свинець, ферум), як правило, є шкідливими. Чим чистіша мідь, тим кращі в неї механічні і корозійні властивості [3]. Розрізняють марки міді М0; М1; М2; М3; М4. Найчистіша мідь марки М0 (99,95% Cu), найбільше домішок у М4 (99,0% Cu). При нормальній температурі мідь є стійким металом в атмосферному середовищі, так як вона покривається продуктами окиснення (патиною), які протидіють подальшій корозії. При високих температурах мідь сильно окислюється [2]. При температурі вище 500 °С мідь не застосовується, бо швидкість її корозії перевищує 12 г/м² в добу. Звичайна і дистильована вода не викликають корозії міді, а в морській воді швидкість її корозії досягає 0,05 мм/рік. В розчинах мінеральних кислот мідь сильно руйнується особливо у присутності кисню. Мідь добре протистоїть



концентрованим HCl , H_2SO_4 , CH_3COOH , якщо в них немає кисню повітря. В HNO_3 мідь швидко руйнується [1].

Таблиця 1

Вплив концентрації хлориду натрію на швидкість корозії різних сплавів при 20 °С

Метал	Склад середовища, $\text{C}(\text{NaCl})$, г/дм ³	Швидкість корозії, W , г/м ² год
Мідь М-2	0,5	0,00605
	1	0,007
	5	0,0087
	10	0,01574
	30	0,00705
	50	0,0185
	70	0,0232
	100	0,0637
Латунь Л62	0,5	0,007
	1	0,0099
	5	0,0021
	10	0,0375
	30	0,0109
	50	0,0232
	70	0,01735
	100	0,021
Сталь-3	0,5	0,033
	1	0,0309
	5	0,05455
	10	0,0438
	30	0,0386
	50	0,0357
	70	0,03365
	100	0,02815
Сталь-20	0,5	0,04145
	1	0,0458
	5	0,04365
	10	0,0345
	30	0,0315
	50	0,045
	70	0,03
	100	0,0475

Латуні – це сплави міді з цинком, які містять від 10 до 50% Zn , іноді додатково леговані рядом інших елементів (Al , Sn , Si , Ni та ін.). В першому випадку це, так звані, прості латуні, в другому – спеціальні латуні. В чистому кисні або повітрі латунь не окислюється і її широко застосовують для виготовлення теплообмінних апаратів кисневих установок, радіаторів машин. В розчинах мінеральних кислот латуні швидко руйнуються, особливо при наявності в розчині кисню. В цих умовах цинк руйнується швидше міді, тому більшість мінеральних кислот викликають вибірккову корозію (обезцинкування латуней). Особливо сильно руйнуються латуні в розчинах нітратної кислоти. Лужні розчини також викликають корозію латуні, але при концентрації лугу менше 20 % швидкість корозії латуні складає 2 – 10 г/м² в



добу. Особливо сильно кородує латунь в аміачних розчинах. Латуні з підвищеним вмістом цинку більш стійкі проти хлору, сірководню і інших сухих газів, але в присутності вологи корозія їх сильно зростає [1].

Таблиця 2

Ефективність зниження швидкості корозії металів з використанням в якості інгібітора композиції ОЕДФК та Zn^{2+} в кількості 10 мг/дм³ по ОЕДФК та 5 мг/дм³

Метал	Склад середовища, С(NaCl), г/дм ³	Швидкість корозії, W, г/м ² год	Коефіцієнт зниження швидкості корозії, J	Ступінь захисту, Z, %
Мідь М-2	0,5	0,00605	0	0
	1	0,0003	0	0
	5	0,00095	0,26	0
	10	0,01175	0,79	0
	30	0,01598	2,39	57,5
	50	0,02065	1,13	22
	70	0,01145	1,04	11,5
	100	0,02745	0,495	0
Латунь Л62	0,5	0,0011	0,144	0
	1	0,00115	0,11	0
	5	0,0016	1,03	2
	10	0,0007	0,003	0
	30	0,0032	0,355	0
	50	0,00635	0,3	0
	70	0,0081	0,46	0
	100	0,00855	0,435	0
Сталь-3	0,5	0,01455	0,385	0
	1	0,0364	0,215	0
	5	0,01535	1,475	32
	10	0,0199	0,45	0
	30	0,0145	0,355	0
	50	0,04	0,36	0
	70	0,024	0,71	0
	100	0,215	7,79	86
Сталь-20	0,5	0,03	0,795	0
	1	0,027	0,6	0
	5	0,08	1,82	45
	10	0,0465	0,85	0
	30	0,0425	0,92	0
	50	0,0245	0,8	0
	70	0,03	1,115	11
	100	0,0465	0,3225	0

Досить широко вивчені процеси протікання корозії в нейтральних водних середовищах на прикладах водопровідної або артезіанської води. Проте металеві конструкції часто перебувають і в агресивних середовищах, з підвищеним солевмістом або концентрацією



тих чи інших іонів. Тому цікаво було розглянути вплив концентрації середовища на перебіг корозії різних сплавів. В якості водного середовища в роботі використовували розчин хлориду натрію в діапазоні концентрацій від 0,5 до 100 г/дм³. Швидкість корозії визначали гравиметричним методом.

З отриманих результатів видно, що досить істотно вміст NaCl впливає на корозію сталей і майже не залежить від концентрації хлориду натрію. На відміну від залізомісних сплавів, метали, що містять мідь в меншій мірі зазнають корозійний вплив водного середовища, але з підвищенням концентрації NaCl ступінь корозії значно підвищується. Наприклад, для міді швидкість корозії зростає з 0,007 г/м²год до 0,0232 г/м²год при підвищенні концентрації хлориду натрію з 1 до 70 г/дм³.

Одним із ефективних методів захисту металевих конструкцій від корозії вважається використання інгібіторів. На даний час в якості інгібіторів використовуються різноманітні сполуки. До неорганічних інгібіторів можна віднести фосфати [4], хромати, біхромати, нітрати, поліфосфати, силікати. До органічних – аміни, органічні кислоти та солі, меркаптани та ін. Більшість летких інгібіторів являють собою суміші композицій органічних речовин або синтезованих органічних речовин [5]. Зменшенню швидкості корозійного процесу сприяють і деякі катіони, як правило, катіони d-металів [6]. За рахунок d-орбіталей іони металів приєднують кисень, що створює на поверхні сталі оксидну плівку, яка діє як бар'єр для дифузії кисню. Тому дослідження впливу іонів важких металів як інгібіторів корозії є важливою задачею для зниження ступеню корозії обладнання в замкнутах системах водопостачання.

Виходячи з наших попередніх досліджень, які виявили, що при введенні комплексу ОЕДФК+Zn²⁺ відбувається зниження корозійної агресивності води. Захисна дія цих сполук пояснюється утворенням на поверхні металу важкорозчинних комплексів заліза і цинку з ОЕДФК, а також осадженням Zn(OH)₂ [7]. Саме тому в якості інгібітора корозії металів в розчині NaCl була використана композиція ОЕДФК та Zn²⁺ в кількості 10 мг/дм³ по ОЕДФК та 5 мг/дм³ по іонам цинку.

Як видно з результатів дослідження, дана композиція виявилась неефективною при сповільненні корозії металів, які містять мідь та малоефективні при захисті різних марок сталі. Максимальний ступінь захисту вдалося досягти при використанні даної композиції для захисту сталі 20.

В подальшому плануються дослідження по визначенню ефективності інших груп інгібіторів.

Література:

1. Туфанов Д.Г. Корозійна стійкість нержавіючих сталей та чистих металів—М.: Металургія, 1982. —с.
2. Розенфельд И.Л. Коррозия и захист металів—М.: Металургія, 1970 —448 с
3. Жук Н.П. Курс теорії корозії та захисту металів. Т1, кн.2—М.: Металургія, 1991 – 462 с.
4. Tamazashvili, A. T., Mazna, J. I., Sirenko, L. V. (2012). Porivnyannya efektyvnosti fosfatnyh ingibitoriv koroziji stali u vodoprovodniy vodi. Vostochno-evropeyskiy zhurnal peredovyh tehnologiy, 2/13(56), 28–31.
5. Homelia, N. D., Shabliy T. A., Trokhymenko, A. G., Shuryberko, M. M. (2017). Novyye ingibitory koroziji i otlozheniya osadkov dlya system vodocyrkulyatsii. Himiya i tehnologiya vody, 39, 2, 169–177.
6. Mobin, M., Malik, A., Andijani, I. (2007). The effect of heavy metal ions on the localized corrosion behavior of steels. Desalination, 217, 1–3, 5, 233–241.



7. Shabliy T. Study of effectiveness of heavy metals ions as the inhibitors of steel corrosion/T. Shabliy, J. Nosachova, Y. Radovenchik, V. Vember//Eastern-European Journal of enterprise technologies. - 2017, №4/12(88). - P. 10-17.



УДК 697.7

ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ ТА ТЕПЛОТВОРНОЇ ЗДАТНОСТІ МУНІЦИПАЛЬНИХ ВІДХОДІВ

О.П. Крот

Харківський національний університет будівництва та архітектури

вул. Сумська, 40, Харків-02, 61002, Україна

e-mail: uch.opk@gmail.com

Муніципальні відходи, які несуть загрозу навколишньому середовищу, можуть бути не тільки небажаним продуктом суспільства, але і цінним енергетичним ресурсом. Отримання енергії з відходів дозволяє одночасно розв'язати проблему утилізації значної кількості накопичених відходів та отримати значну кількість енергії, яка може задовольнити потреби споживачів. Як показує світова практика [1,2] джерелом теплової енергії в системі тепlopостачання є енергія, одержувана при спалюванні усіх типів муніципальних відходів; вона може замінити чверть споживання енергії в житлових приміщеннях. У роботах [3,4] порівнюється морфологічний склад побутових відходів в різних країнах, в залежності від місцевості (сільської і урбанізованої) та розроблено систему поводження з відходами – компостування або спалювання залежно від місцевості. У морфологічному складі в глобальних масштабах знижується доля фракції харчових і садових відходів, що може призвести до обмеження використання компостування і отримання біогазу з відходів. Якщо розглядати варіант термічного знешкодження відходів, то зменшення кількості харчових відходів призводить до зниження їх вологості, а збільшення полімерної складової підвищить кількість тепла від спалювання відходів. Відходи від торгівельних комплексів, муніципальних установ, вокзалів, закладів освіти та лікарень складають суттєву частку відходів. Морфологічний склад твердих побутових відходів було визначено відповідно вимогам [5] за джерелами їх утворення – житлові будинки (багатоквартирні та одноквартирні) та невиробнича сфера, установи та організації. Склад відходів визначався протягом чотирьох сезонів року.

Було рекомендовано морфологічний склад твердих побутових відходів (ТПВ) визначати за такою класифікацією: харчові відходи (овочі, фрукти, відходи садівництва тощо); папір та картон; полімери (пластик, пластмаси); скло; чорні метали; кольорові метали; текстиль; дерево; небезпечні відходи (батареї, сухі та електролітичні акумулятори, тара від розчинників, фарб, ртутні лампи, телевізійні кінескопи тощо); кістки, шкіра, гума; залишок твердих побутових відходів після вилучення компонентів (дрібне будівельне сміття, каміння, вуличний змет тощо).

Перехід від категоріального аналізу до середнього хімічного аналізу забезпечує основу для стехіометричних розрахунків. Елементарний хімічний склад відходів (процентний вміст основних хімічних складових: вуглецю, водню, кисню, сірки, азоту, хлору і золи) є важливим внеском в оцінку теплової характеристики, вимог до кількості повітря для горіння, матеріального балансу сміттєспалювального заводу тощо.

Теплоту згоряння визначають двома методами: експериментальним і розрахунковим. При експериментальному визначенні теплоти згоряння застосовують калориметри. Сутність експериментального методу визначення теплоти згоряння палива полягає в