

Изследване влиянието на инхибиращото действие на 5-[2-(methylsulfonyl)ethyl]-2-thioxoimidazolidin-4-one и 4-thioxo-1,3-diazaspiro[4,4]nonan-2-one върху корозията на стомана в кисела среда

Теменужка Хараланова, Кристиан Гиргинов

Study of the influence of 5-[2-(methylsulfonyl)ethyl]-2-thioxoimidazolidin-4-one and 4-thioxo-1,3-diazaspiro[4,4]nonan-2-one on the process of corrosion of steel in acidic environment. *The processing of acidic environment in order to reduce its aggressive influence on steel has been largely spread in the industry as a corrosion-protection method. In the case of electrochemical corrosion protection, the deactivating process of the environment is being done by inserting inhibitors of corrosion (inhibitor protection). The use of inhibitors is most economically efficient in systems with a constant or rarely updated solution volume - reservoirs, cisterns, steam cauldrons, water cooling systems and also transport and preservation of metal products.*

The aim of this work is to study the inhibitor influence of 5-[2-(methylsulfonyl)ethyl]-2-thioxoimidazolidin-4-one and 4-thioxo-1,3-diazaspiro[4,4]nonan-2-one on the process of corrosion of steel in sulfuric acid environment.

Keywords: corrosion rate, steel 3, inhibitor

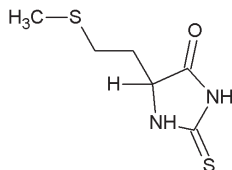
ВЪВЕДЕНИЕ

Въглеродните стомани са най-разпространения конструкционен материал в промишлеността. Тези стомани имат ниска корозионна устойчивост в различни агресивни среди и корозионните процеси водят до разрушаването на големи количества метал. Вредното влияние на корозията може значително да се намали чрез прилагане на подходящи методи за антикорозионна защита [1]. Един ефективен метод е внасянето на подходящи инхибитори в корозионната среда (инхибиторна защита), с което се постига благоприятна в корозионно отношение промяна на средата. Като инхибитори на стомани в кисели среди се използват голям брой [2-5] органични съединения (амини, меркаптани, хетероциклени азотсъдържащи съединения, производни на пиридина, някои алдехиди и др.). Инхибиторите трябва да отговарят на редица технологични изисквания: да забавят разтварянето на метала, да не възпрепятстват (или да ускоряват) снемането на окалината, да запазват действието си при насищане на корозионната среда със соли на желязото, да не се утаяват, коагулират и др. Защитният ефект на повечето органични инхибитори се дължи на тяхната специфична адсорбция върху металната повърхност. Този ефект зависи от тяхната природа и концентрация в корозионната среда. Адсорбцията зависи главно от електронната структура на молекулата [6], като ефективността на инхибиране на органичните съединения се определя от взаимодействието им с металната повърхност. Върху корозионните процеси съществено влияние оказват вида, концентрацията и температурата на агресивната среда. Независимо от големия брой инхибитори използвани за защита на стомани в сярохисели среди [7-14] изследванията в тази област продължават с неотслабващ интерес.

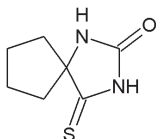
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ УСЛОВИЯ

Изследванията бяха проведени с образци (2.10^{-3} m^2) от Стомана 3 със състав във мас. % : [C]-0.16; [Mn]-0.65; [S]<0.05; [P]<0.04; [Ni]<0.3; [Gr]<0.3; [As]<0.08; [Si]-0.05:0.15 [15, 16]. Съставът на легиращите елементи е представен в масови проценти. Като инхибитори на стоманата в кисела среда бяха изследвани две органични съединения: 5-[2-(methylsulfonyl)ethyl]-2-thioxoimidazolidin-4-one и 4-thioxo-1,3-diazaspiro[4,4]nonan-2-one при вариране на тяхната концентрация. Тези вещества

са синтезирани в катедра „Химия и химични технологии“, РУ „А. Кънчев“, Филиал-Разград(проф. Н. Стоянов) и техните структурни формули са представени на Фиг. 1.



5-[2-(methylsulfanyl)ethyl]-2-thioxoimidazolidin-4-one



4-thioxo-1,3-diazaspiro[4.4]nonan-2-one

Фиг. 1. Структурни формули на двата изследвани инхибитора

За корозионна среда беше използван воден разтвор на 0.1 M H_2SO_4 (Merck). Изследването на корозията е проведено посредством тегловен метод, който позволява непосредствено да се определя количеството разрушен метал. Скоростта на корозия на всеки образец е определена в присъствие и в отсъствие на инхибитор при едни и същи условия (корозионна среда, температура и продължителност на престой в корозионната среда). Влиянието на концентрацията на органичното вещество върху корозионните характеристики е изследвано при вариране в границите ($10^{-6} \div 2 \times 10^{-5} mol dm^{-3}$). Експериментите бяха проведени при термостатиране на корозионната среда ($25 \pm 1^\circ C$).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

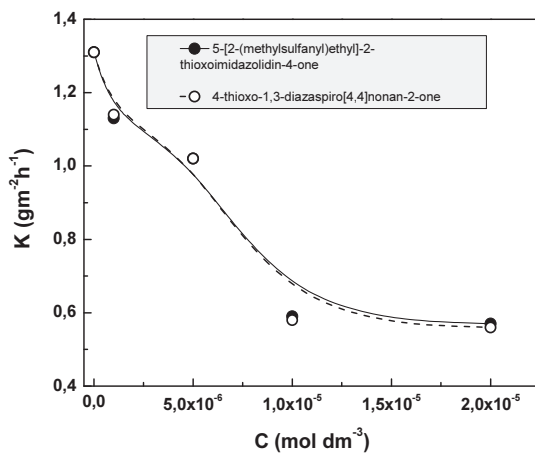
Проведени бяха предварителни изследвания за определяне времето за установяване на стационарна скорост на корозия. Тези изследвания са проведени в среда от ($0.1 M H_2SO_4 + 5 \times 10^{-4} mol dm^{-3}$ инхибитор). Получените резултати показаха, че стационарна скорост на корозия се установява след 20 часа, както за чистата сярна киселина, така и за разтворите с добавка на инхибитор.

Корозионният процес бе охарактеризиран [17] чрез скоростта на корозия (K), степента на защита (Z) и коефициента на защитно действие на инхибитора (Y). Резултатите са съпоставени с тези получени и в отсъствие на инхибитор [18].

Скоростта на корозия (K) се определя по уравнението:

$$K = \frac{(m_0 - m)}{S} t [gm^{-2}h^{-1}], \quad (1)$$

където ($m_0 [g]$) и ($m [g]$) са масите на металния образец, съответно преди и след експозицията в корозионната среда, ($S [m^2]$) е неговата площ, а ($t [h]$) е времето на експозиция.

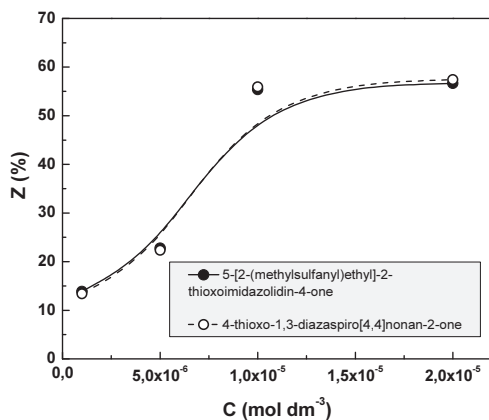


Фиг. 2. Зависимост на скоростта на корозия (K) от концентрацията на инхибиторите

Степента на защита (Z) се определя с израза:

$$Z = 100 \frac{(K_0 - K)}{K_0} [\%], \quad (2)$$

където K_0 и K са означени скоростите на корозия в агресивната среда, съответно без и с добавка на инхибитор.

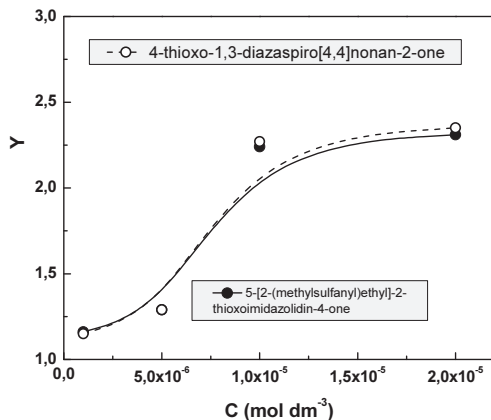


Фиг. 3. Степен на защита (Z) като функция на концентрацията на инхибиторите

Коефициент (Y) на инхибиторно действие

Той се определя с отношението на скоростите на корозия, определена в корозионната среда без и с добавка на инхибитор:

$$Y = \frac{K_0}{K} \quad (3)$$



Фиг. 4. Зависимост на коефициента на инхибиторно действие (Y) от концентрацията на инхибитора

Получените резултати са логични и ясно показват, че повишаването на концентрацията на органичното вещество (инхибитора) подобрява корозионната защита на образците от Стомана 3. Изненадващо, независимо от различния състав и конфигурация на двете органични съединения те показаха едни и същи инхибиращи характеристики. За съжаление, тези съединения при изследваните условия показаха недостатъчна за практическо приложение инхибиторна ефективност.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Чрез класическия тегловен метод е оценено инхибиторното действие върху образци от Стомана 3 (скорост на корозия, степен на защита и коефициент на защитно действие) на две органични съединения. Независимо, че този метод не е достатъчно информативен по отношение на механизма на инхибиране, той непосредствено показва количеството метал разрушено от корозията. Охарактеризирането на корозионните процеси чрез тегловния метод дава много добра практическа информация за влиянието на различните фактори върху скоростта на корозия.

Изследвано е инхибиторното действие в сяроокисела корозионна среда на 5-[2-(methylsulfonyl)ethyl]-2-thioxoimidazolidin-4 и 4-thioxo-1,3-diazaspiro[4,4]nonan-2-one. Ефективността на инхибиторите е изучена в условия на стационарен корозионен процес. Изненадващо, този ефект се оказа един и същ за двете изследвани съединения, независимо от тяхната различна природа. Изчислените стойности на параметрите на корозионна защита не показват висок инхибиторен ефект по отношение на корозията на Стомана 3.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ali S. A., M. T. Saeed, S. V. Rahman, Corrosion Science, 45 ,2003, 253.
[2] Bentiss F., M. Lagrence, M. Traisnel, J. C. Hornez, Corrosion Science, 41,1999
[3] Hubert Gräfen, Elmar-Manfred Horn, Hartmut Schlecker, Helmut Schindler "Corrosion" Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH: Weinheim, 2002
[4] Bockris J.O., A.K.N. Reddy, Modern Electrochemistry 2B, Electroics in chemistry, Engineering, biology and Environmental Science, second ed., Kluwer Academic plenum publishers, ,2000, New York.
[5] Selvakumar S., B.Karthic, C.Thangaveli, Res.J.Chem.Sci. 3 ,2013, 87.
[6] Quraishi M. A., R. Sardar, D. Jamal, Materials Chemistry and Physics, 71 ,2001
[7] Agarwal R., T.K.G.Namboodhiri, J.Corros. Sci, 30 ,1990, 37.
[8] Mingpeng Z., W. Kaiming, D.Yuemin, Z. Bensheng, J. Chinese Society of Corrosion and Protection.,14, 1994, 283.
[9] Haralanova T., Ch. Girginov, M. Filipova, Science & Technologies, 4 ,2014, 84.
[10] Al-Mayout A.M., A.A. Al-Suhybani, A.K. Al-Ameery, Desalination, 116 ,1998, 25.
[11] Abdallah M., Materials Chemistry and Physics, 82 ,2003, 786.
[12] Silva A.B., S.M.L. Agostinho, O.E. Barcia, G.G.O. Cordeiro, E. D'Elia, J.Corros. Sci, 48 ,2006, 3668.
[13] Davoodi A., M.Pakshir, M. babaiee, G.R.Ebrahimi, J. Corros. Sci., 53 (2011), 399
[14] N.A.Abdel Ghanyl, Modern Applied Science, 5 ,2011, 19.
[15] Томашов Н., Г. Чернова, Теория корозии и корозионно– конструкционне сплавы ,1986, Металургия, Москва.
[16] Тодоров К., Строителен наръчник, 1983, Техника, София.
[17] Mingpeng Z., W. Kaiming, D. Yuemin, Z. Bensheng, J. Chinese Society of Corrosion and Protection,14 ,1994, 283-290.
[18] Лазарова Е., Г. Нейков, Н. Стоянов, Т. Янкова, Годишник на ХТМУ, 34 1999, 35.

Благодарности:

Авторите изказват благодарност на фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет „Ангел Кънчев“ договор № 2014-ФРз-01 за оказаната финансова помощ при настоящите изследвания

За контакти:

Доц. д-р Теменужка Николова Хараланова, РУ "А. Кънчев", Филиал-гр.Разград, Бул. "Априлско въстание" 47, 7200 гр. Разград, България, e-mail: haralanova97@abv.bg

Гл. асистент д-р инж. Кристиян Асенов Гиргинов, катедра „Физикохимия“, Химикотехнологичен и металургичен университет, бул. „Климент Охридски“ №8, 1756 София, България, e-mail: christian.girginov@gmail.com

Докладът е рецензиран