

Aminotiokarbamid asosidagi birikmalarning korroziyaga qarshi elektrokimyoviy tadqiqoti

Nodirbek Sharofiddin o'g'li Rajabaliyev
rajabaliev.slt@gmail.com

Mohinur Jamshid qizi Nig'matillayeva
Jaxongir Azizjon o'g'li Rahmonov
Yusufboy Nuraddin o'g'li Rajabov
O'zbekiston Milliy universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada aminotiokarbamid asosida olingan suvda eruvchan oligomer birikmalarning kislotali muhitdagi po'lat korroziyasiga qarshi ingibitorlik xossalarini elektrokimyoviy tadqiq qilish natijalari keltirilgan. Aminotiokarbamid (ATK) asosida olingan dimetilolaminotiokarbamid (DMATK), melaminaminotiokarbamid fosfat (MEATKF) va dimetilolaminotiokarbamid fosfat oligomerlarini qutblanish qarshiligi va qutblanish egrilari usullari yordamida korroziyadan himoyalash darajasi, tormozlash koeffitsiyentlari qiymatlari aniqlandi.

Kalit so'zlar: korroziya, ingibitor, aminotiokarbamid, himoyalash darajasi

Electrochemical study of aminothiourea-based compounds for corrosion inhibition

Nodirbek Rajabaliyev
rajabaliev.slt@gmail.com

Mohinur Nig'matillayeva
Jaxongir Rahmonov
Yusufboy Rajabov

National University of Uzbekistan

Abstract: This article presents the results of an electrochemical study of the inhibitory properties of water-soluble oligomeric compounds based on aminothiourea against steel corrosion in an acidic environment. The level of corrosion protection and braking coefficient values of dimethylolaminothiourea (DMATK), melamineaminothiourea phosphate (MEATKF), and dimethylolaminothiourea phosphate oligomers obtained on the basis of aminothiourea (ATK) were determined using the methods of polarization resistance and polarization curves.

Keywords: corrosion, inhibitor, aminothiourea, level of protection

Korroziya jarayonlarini o'rganish va metallarni himoya qilish usullarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy va texnik vazifalarni nazarda tutadi. Korroziyadan eng keng tarqalgan himoya usullaridan biri ishlab chiqarish sharoitida agressiv muhit bilan aloqa qiladigan metallar va qotishmalarning korroziya tezligini kamaytirishga imkon beruvchi ingibitorlardan foydalanishdir.

Fon eritmalar sifatida HCl + 1% NaCl (pH =2,37) dan iborat kuchli kislotali tuzli muhit (Fon-1) va HCl + 0,5% NaCl (pH =4,65) li kuchsiz kislotali tuzli eritmadan (Fon-2) foydalanildi.

Ushbu ishda tarkibi (%): Fe=98,36; Mn=0,50; Cr=0,30; Ni=0,20; Cu=0,20 C=0,20; Si=0,15; S=0,05; P=0,04; bo'lgan Po'lat-3 (St.3) markali namunadan foydalanildi. Qutblanish qarshiligi usulida foydalanilgan St.3 markali po'latning korrozion soha sirti 0,19625 sm² ni tashkil qilgan. Qutblanish qarshiligi usulida foydalanilgan St.3 markali po'latning eritmaga tushirilgan sirti 1 sm² ga teng.

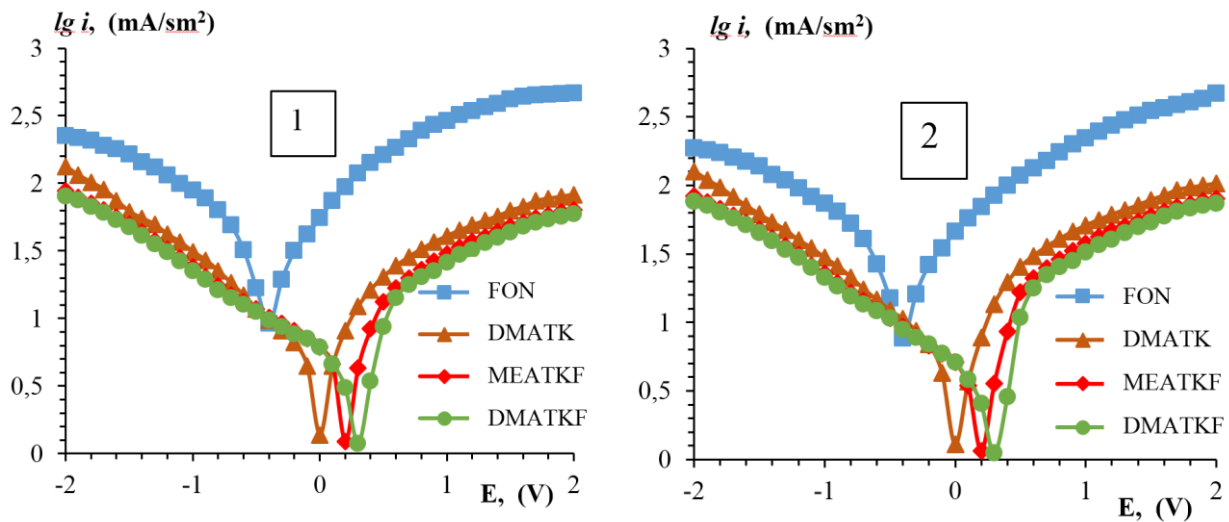
Tadqiqot ob'ektlari hisoblangan DMATK, MEATKF, DMATKF birikmalarni Fon-1 va Fon-2 eritmalarida sodir bo'luvchi elektrokimyoviy jarayonlarning kinetikasini o'rganish natijalari tahlil qilindi va qutblanish egrilari olindi. 293 K haroratda olib borilgan tajriba natijalariga ko'ra po'latni korroziyaga uchratuvchi Fon-1 eritmada korrozion tokning qiymati 0,962 mA/sm² ga, statsionar korroziya potensialining qiymati 0,420 V ga teng bo'ldi. Ingibitorsiz statsionar korrozion tok (i_0) va ingibitor kiritilgandagi korrozion tok (i_{ing}) qiymatlaridan foydalanib quyidagi tenglamalar orqali himoyalash darajasi (η), tormozlash koeffitsenti (γ), sirtning to'la qoplanish darajasi (θ) qiymatlari topiladi

$$\eta = \frac{i_0 - i_{ing}}{i_0} \cdot 100\% \quad (1)$$

$$\theta = \frac{i_0 - i_{ing}}{i_0} \quad (2)$$

$$\gamma = \frac{i_0}{i_{ing}} \quad (3)$$

Turli konsentratsiyalarda olib borilgan elektrokimyoviy o'lchashlar natijasiga ko'ra ingibitorlar 100 mg/l konsentratsiya ko'llanilganda eng yaxshi samaradorlik namoyon etganligi kuzatildi. 25, 50, 75 mg/l konsentratsiyalarda olib borilgan o'lchashlar natijasiga ko'ra konsentratsiya ortib borishi bilan korrozion tok miqdori kamayib bordi. 100 mg/l konsentratsiyada korrozion tok miqdori minimumga erishdi va 125, 150 mg/l konsentratsiyada deyarli o'zgarmadi. Shuning uchun eng optimal konsentratsiya 100 mg/l deb delgilandi. Fon-1 eritmaga DMATK ingibitori qo'shilganda korrozion tok qiymati 0,962 mA/sm² dan 0,138 mA/sm² gacha kamaydi, keyingi o'lchashlarda MEATKF, DMATKF ingibitorlari kiritilgan Fon-1 eritmada korrozion tokning qiymatlari mos ravishda 0,091; 0,075 mA/sm² ga teng bo'lganligi kuzatildi (1(1)-rasm).



1-rasm. 293K haroratda turli ingibitorlarning 100 mg/l konsentratsiyadagi Fon-1(1) va Fon-2 (2) eritmalarida po‘lat elektrodining qutblanish egrilari.

Statsionar potensialning qiymati ham o‘z navbatida ingibitorlarning yuqoridagi ketma-ketligida musbat tomonga siljishi kuzatildi. Ingibitorlardan DMATKF birikmasi boshqa ingibitorlarga nisbatan korroziya tokning miqdori ko‘proq kamaygan. Korroziya potensialining o‘zgarishi bilan bir vaqtda korroziya tokining kamayishi kuzatiladi, ham korroziya toki ham potensialning bir vaqtda o‘zgarishi ingibitorlar aralash mexanizmida ta’sir ko‘rsatishini bildiradi. Fon-1 ishchi eritmada ingibitorlar 85,63% (DMATK) dan 92,19% (DMATKF) gacha samaradorlik ko‘rsatdi (1-jadval).

1-jadval

293 K haroratda Fon-1 eritmada qutblanish egrilari usulida aniqlangan ingibitorlarning samaradorligi

Ingibitor	C, (mg/l)	i_c (mA/sm ²)	γ	θ	η , (%)
Fon-1	100	0,96	–	–	–
DMATK		0,138	6,96	0,8563	85,63
MEATKF		0,091	10,55	0,9052	90,52
DMATKF		0,075	12,80	0,9219	92,19

Ingibitorlarning Fon-2 ishchi eritmada qutblanish egrilari olinib, korroziya tok va potensial qiymatlarining siljishi o‘lchandi (1(2)-rasm). Fon-2 ishchi eritmada olib borilgan elektrokimyoviy o‘lchash natijalariga ko‘ra korroziya tokning qiymati 0,883 mA/sm² ga, statsionar korroziya potensialining qiymati esa 0,410 V ga teng bo‘ldi. Fon-2 eritmada korroziya tokning qiymati Fon-1 eritmada korroziya tok qiymatidan kichik bo‘lishini eritmada muhitning agressivligi kamligi bilan izohlash mumkin. Po‘lat elektrod ingibitorlanmagan holat uchun statsionar potensialning qiymati ikkila ishchi eritmada deyarli bir hil ekanligini ko‘rishimiz mumkin. Fon-2 ishchi eritmaga ingibitor kiritilganda korroziya tokning qiymati kamayishi, statsionar korroziya potensialining qiymati musbat tomonga siljidi kuzatildi.

2-jadval

293 K haroratda Fon-2 eritmadagi qutblanish egrilari usulida aniqlangan
ingibitorlarning samaradorligi

Ingibitor	C, (mg/l)	i_c (mA/sm ²)	γ	θ	η , (%)
Fon-2	100	0,883	–	–	–
DMATK		0,111	7,93	0,8739	87,39
MEATKF		0,064	13,75	0,9273	92,73
DMATKF		0,045	19,56	0,9489	94,89

Bundan ingibitorlar Fon-2 eritmada ham aralash mexanizmida tasir etishini xulosa qilishimiz mumkin. Fon-2 eritmada ingibitorlarning himoyalash darajasi 87,39% dan 94,89% gacha yetdi (2-jadval). Ingibitorlar ichida DMATKF oligomer ingibitori boshqa ingibitorlarga qaraganda yuqori samara ko'rsatib, 94,89% himoyalash darajasini namoyish etdi.

Qutblanish qarshiligi usuli ham qutblanish egrilari usuli kabi korroziya jarayonini tadbiiq qilish, ingibitorlarning turli fon eritmalaridagi korroziyaga qarshi samaradorligini aniqlashga mo'ljallangan elektrokimyoviy usullar sinfiga kiradi. Qutblanish egrilari usuli elektroddagi potentsiallar farqini o'lchashga qaratilgan bo'lsa, qutblanish qarshiligi usuli po'lat elektrodning sirtiga ingibitorlar adsorbsiyalanganligi tufayli elektrodning elektr o'tkazuvchanligi kamayishi, buning natijasida qutblanish qarshiligi ortib borishi orqali ingibitorning samaradorligi aniqlandi. Ikki elektrodli R-5035 korroziya tezligini o'lchash qurilmasi yordamida Fon-1 va Fon-2 eritmalarida ingibitorsiz va turli konsentratsiyali ingibitorlar ta'sirida qutblanish qarshiligi o'lchandi. O'lchashlar 293 K haroratda 7 soat davomida olib borildi. Ingibitor kiritilmagan va kiritilgan Fon-1 eritmada olib borilgan o'lchash natijalariga ko'ra qutblanish qarshiligining qiymati vaqt o'tishi bilan ortib bordi va 5 soatdan keyin barqaror holatga keldi, undan keyin deyarli o'zgarmadi. R-5035 korroziya tezligini o'lchash kurulmasi yordamida ishchi eritmaga ingibitor kiritilmagan holatda elektrod qarshiligi va ingibitor kiritilgan holatdagi qarshiligi aniqlanadi va ingibitorning himoyalash darajasi η (4) topiladi.

$$\eta = \frac{R_{ing} - R_0}{R_{ing}} \cdot 100\% \quad (4)$$

bu yerda: R_0 va R_{ing} - ingibitorsiz va ingibitorli qarshilik qiymatlari (Om/sm²).

Bu jarayon uchun muvozanat holati hisoblanadi. Ushbu olingan qiymatlar orqali 5-6 tenglamalar yordamida ingibitorlarning korroziyaga qarishi samaradorligi yani sirtning to'la qoplanish darajasi va tormozlash koeffitsiyenti (6) topiladi.

$$\theta = \frac{R_{инг} - R_0}{R_{инг}} \quad (5)$$

$$\gamma = \frac{R_{инг}}{R_0} \quad (6)$$

Igibitorlarning 100 mg/l konsentratsiyasida olib borilgan o'lchash natijalariga Fon-1 eritmadagi elektrodning qarshiligi 54 Om/sm² ni tashkil qildi. Konsentratsiyalari

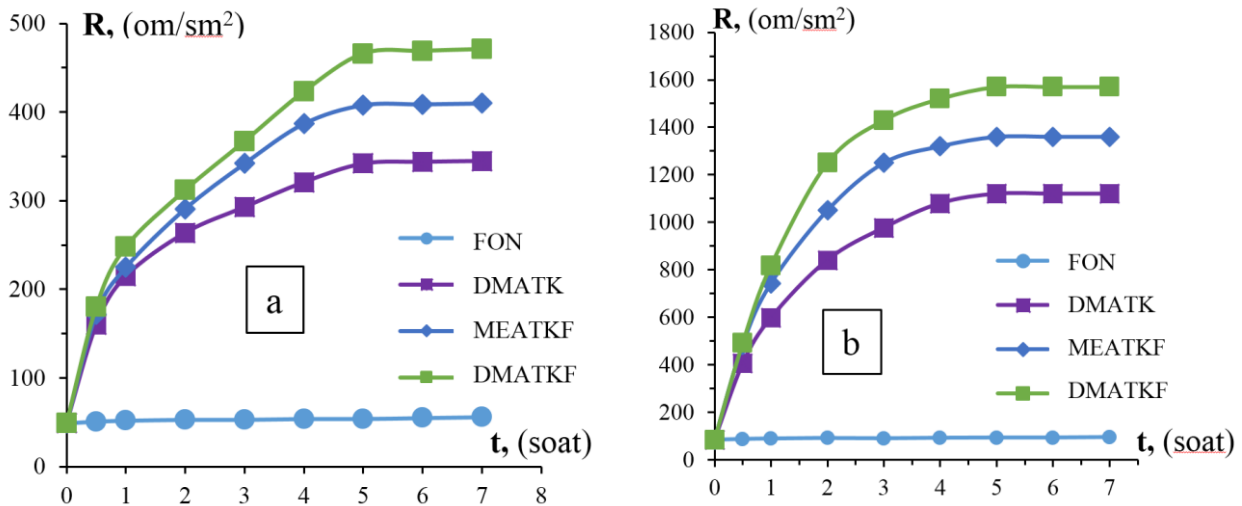
100 mg/l bo'lganda ingibitorlarning himoyalash darajalarining qiymatlari 84,21 % dan 88,4 % gacha yetdi (3-jadval).

3-jadval

Ingibitorlarning 293 K haroratda Fon-1 muhitdagi tormozlash koeffitsenti (γ), sirtni to'la qoplash darajasi (θ), himoyalash darajasi (η) qiymatlarini qutblanish qarshiligi usulida aniqlash natijalari

Ingibitor	C, (mg/l)	R, (Om/sm ²)	γ	θ	η , (%)
Fon-2	100	54	–	–	–
DMATK		342	6,33	0,8421	84,21
MEATKF		408	7,56	0,8676	86,76
DMATKF		466	8,63	0,8841	88,41

Turli konsentratsiyalarda olib borilgan tadqiqot natijalariga ko'ra ingibitorlarning optimal konsentratsiyasi 100 mg/l ekanligi aniqlandi. Bundan katta konsentratsiyalarda himoyalash darajasi deyarli o'zgarmadi.



2-rasm. Fon-1 (a) va Fon-2 (b) eritmalarda 100 mg/l ingibitor ishtirokida po'lat elektrodi qutblanish qarshiligining vaqtga bog'liqligi, T=293K

Oligomer ingibitorlardan DMATKF ingibitori eng samarali ingibitor ekanlini ta'kidlab o'tish kerak. Ikkala fon eritmada ham DMATKF boshqa ingibitorlarga qaraganda yuqori samaradorlik namoyon etdi (2a-rasm).

Kuchsiz kislotali (pH=4,65) muhitda ingibitorlarning samaradorligi 293 K harorat va ingibitorlarning turli konsentratsiyalarida o'rganildi. Tadqiqotlar natijasida birikmalar orasida kuchsiz kislotali (pH=4,65) muhitlar uchun ham samarali korroziya ingibitorlari mavjudligi hamda himoyalash darajalari yanada yuqori bo'lishi aniqlandi (2b-rasm). Ingibitorlarning konsentratsiyalari ortishi bilan himoyalash darajasining ortishi ingibitorning optimal konsentratsiyasini belgilash uchun juda muhim. Fon-2 ishchi eritmada 100 mg/l konsentratsiyada maksimal himoyalash darajasi 94,08 % ni tashkil etdi (4-jadval).

4-jadval

Ingibitorlarning 293 K haroratda Fon-2 muhitdagi tormozlash koeffitsenti (γ), sirtni to'la qoplash darajasi (θ), himoyalash darajasi (η) qiymatlarini qutblanish qarshiligi usulida aniqlash natijalari

Ingibitor	C, (mg/l)	R _o , (om/sm ²)	γ	θ	η , (%)
Fon-2	100	93	–	–	–
DMATK		1120	12,04	0,917	91,70
MEATKF		1360	14,62	0,9316	93,16
DMATKF		1570	16,88	0,9408	94,08

Qutblanish qarshiligi qiymatining vaqtga bog'liqligi orqali chizilgan egrilardan ingibitorning metall yuzasiga to'la adsorbsiyalanishi va himoyalash darajasining maksimal qiymatga yetguniga qadar zarur vaqt va jarayonning borishi haqida ma'lumot olishimiz mumkin. Kuchsiz kislotali muhitda qutblanish qarshiligining katta bo'lganligi uchun tormozlash koeffitsenti va himoyalash darajasi qiymatlari katta bo'lganligini ko'rdik. Bunday samaradorlikni po'lat namunasida ingibitorlar yuqqa himoyalovchi qatlamning hosil bo'lishi bilan tushuntirish mumkin, ular o'z navbatida po'lat sirtini qoplab oladi va korrozion parchalanish tezligini susaytiradi yoki to'xtatadi. Oligomer aminobirikmalarning ingibitorlik xossalarida muhitning doimiy qiymatidagi ta'siri, ularning adsorbsion hossalari bilan tushuntirib beriladi va u azot atomidagi elektron zichligiga bog'liqligi aniqlangan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Rajabov Yu.N., Akbarov H.I. Aminotiokarbamid asosidagi oligomer ingibitorlar sintezi va po'lat bilan ta'sirlashish termodinamikasi // SamDU Ilmiy axborotnoma 2021-yil, 5-son (129) 14-20 b.
2. Turaeva H.K., Rajabov Y.N., Akbarov X.I. Electrochemical study of (Z)-4-(tert-butylamino)-4-oxobuten-2-acid synthesis and inhibition properties // Scientific and Technical Journal of NamIET. Namangan-2022. Volume-7, Issue-2. ppm. 173-178.
3. Rajabov Yu.N., Raxmonov J.A., Akbarov X.I. Oligomer birikmalar asosidagi ikki komponentli ingibitorlarning korroziyaga qarshi samaradorligi // QarDU xabarlari-2022. (5/1) 55. 83-88 b.
4. Rajabov Yu. N., Turaeva H.K., Rakhmonov J.A., Akbarov H.I. Thermodynamic and kinetic study of the anti-corrosion properties of (Z)-4-(tert-butylamino)-4-oxobuten-2-oic acid // Universum: chemistry and biology. – 2022. – no. 12-3(102). - S. 52-57.
5. Eliboyev I.A., Berdimurodov E.T., Rajabov Yu.N., Xoliqov A.J., Akbarov X.I. β -sdas supramolekulyar kompleksining N20 po'lat korroziyasiga qarshi samaradorligini tadqiq qilish // QarDU xabarlari. (3/1) 59. Qarshi-2023. 98-104 b.

6. Nesane T., Mnyakeni-Moleele S.S., Murulana L.C. Exploration of synthesized quaternary ammonium ionic liquids as unharmed anti-corrosives for aluminium utilizing hydrochloric acid medium // *Heliyon*. – 2020. – Т. 6. – №.6. 4113 б.

7. Dehghani A. et al. Potential role of a novel green eco-friendly inhibitor in corrosion inhibition of mild steel in HCl solution: Detailed macro/micro-scale experimental and computational explorations // *Construction and Building Materials*. – 2020. – Т. 245. 118464 б

8. Брянский Б.Я., Бутакова Ю.А., Мухин В.А., Новикова В.В., Проскура А. Г. О выборе ингибиторов коррозии на основе измерений граничного сопротивления // *Вестник Омского университета*. – 2017. – №. 1 (83). 55-58 б.

9. Мухин В. А., Брянский Б. Я., Проскура А. Г. Сравнение эффективности ингибиторов коррозии на основе измерений граничного сопротивления // *Омские научные чтения*. – 2017. 1124-1126 б.

10. Obot I. B., Haruna K., Saleh T. A. Atomistic simulation: a unique and powerful computational tool for corrosion inhibition research // *Arabian Journal for Science and Engineering*. – 2019. – Т. 44. – №. 1. 1-32 б.

11. Saraswat V., Yadav M., Obot I. B. Investigations on eco-friendly corrosion inhibitors for mild steel in acid environment: Electrochemical, DFT and Monte Carlo Simulation approach // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. – 2020. – Т. 599. 124881 б.