UO'K 622.244

FFPA-1 MARKALI KORROZIYA INGIBITORINING TURLI AGRESSIV MUHITLARDA INGIBIRLASH XUSUSIYATLARINI TADQIQ QILISH

Ishankulova Mehri Muratovna
Angren universiteti Davolash ishi fakulteti Umumdavolash ishi kafedrasi o'qituvchisi.+998978450533, Gmail: isonkulovamexri@gmail.com
Beknazarov Hasan Soyibnazarovich
Angren universiteti Umumdavolash ishi kafedrasi mudiri texika fanlari doktori, professor hasanbeknazarov130@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-5070-4773

Annotatsiya. Maqolada FFPA-1 markali korroziya ingibitori asosidagi tadqiqot natijalari keltirilgan bo'lib, metall korroziyasiga qarshi ingibitorlar gravimetrik va elektrokimyoviy usullar yordamida o'rganilgan. Sintez qilingan korroziya ingibitori korroziyani tahlil qilish dasturiga ulangan CS350 potentsiostat tizimi yordamida amalga oshirildi. Ushbu korroziya ingibitorlarining samaradorligini o'rganishda amaliy tajribalarni sig'imi 500 ml germitiklangan idishlarda olib borildi.

Kalit so'zlar. Korroziya ingibitori, FFPA-1 markali ingibitor, xlorid kislota, natriy xlorid, natriy gidroksid, graerni suvi, gravimetrik usul, elektrokimyoviy usul.

Abstract. The article presents the results of research on the basis of the FFPA-1 brand corrosion inhibitor, and metal corrosion inhibitors were studied using gravimetric and electrochemical methods. The synthesized corrosion inhibitor was tested using a CS350 potentiostat system connected to a corrosion analysis program. Practical experiments to study the effectiveness of these corrosion inhibitors were carried out in hermetically sealed containers with a capacity of 500 ml.

Keywords. Corrosion inhibitor, FFPA-1 brand inhibitor, hydrochloric acid, sodium chloride, sodium hydroxide, Graerni water, gravimetric method, electrochemical method.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований на основе ингибитора коррозии марки FFPA-1, а также изучены ингибиторы коррозии металлов гравиметрическим и электрохимическим методами. Синтезированный ингибитор коррозии испытывался с помощью системы потенциостата CS350, подключенной к программе анализа коррозии. Практические эксперименты по исследованию эффективности данных ингибиторов коррозии проводились в герметично закрытых емкостях вместимостью 500 мл.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова. Ингибитор коррозии, ингибитор марки ФФПА-1, соляная кислота, хлорид натрия, гидроксид натрия, вода Градерни, гравиметрический метод, электрохимический метод.

KIRISH. Bugungi kunda asosiy korrozion muhit sifatida kislotalardan 1 M HCl, tuzlardan NaCl va ishqorlardan esa NaOH ko‘proq qismni tashkil etmoqda. Kislotali muhitda metallarning korroziyasi vodorodning ajralib chiqishi bilan boradi. Bunda korroziyaning oldini olish uchun esa ingibitorlardan foydalaniladi. Kislotali muhitga korroziya ingibitorlarini kiritish korroziya tezligini yuzlab marta sekinlashtirishi mumkin [1].

Organik ingibitorlar sifatida turli xil aminlar, ketonlar, alifatik karbon kislotalar va aminokislotalar, shuningdek, aminospirtlar va ularning xosilalarini sulfokislotalar, karbon kislotalar, efirlar va aldegidlar bilan o‘zaro ta’sir qilish mahsulotlari ishlatiladi. Glitsin, metionin, gistidinglutamin kislota kabi aminokislotalar sulfat kislotada po‘lat korroziyasigaga qarshi, xlorid kislotada aspargin kislota, alanin xlorid va sulfat kislotalarda ingibitor sifatida ishlatiladi [2].

Xinolining 3 hosilasi tarkibida π bog‘lanishlar mavjud bo‘lganligi uchun, N80 po‘latning 15% HCl eritmasidagi ingibirlash samaradorligi o‘rganilgan. Eksperimental tadqiqotlar gravimetrik sinovlar, elektroanalitik usullar va sirt tahlillari yordamida amalga oshirildi. Sinnamaldegid hosilasi 300 mg/l da 95% maksimal ingibirlash samaradorligini namoyon qilgan. Lengmuir izotermasiga ko‘ra ushbu korroziya ingibitorlarining adsorbsiyalanish mexanizimi aralash turdagi korroziya ingibitor ekanligini ko‘rsatgan. Shuningdek, qutublanish egri chiziqlari metodi bilan o‘rganilgan natijalar ham aralash tipdagi korroziya ingibitorlari ekanligini tasdiqlagan[3].

Neft va gazni qazib olish jarayonida xlorid kislotadan keng qo‘llaniladi. Shu sababli, neft va gaz sanoatida nafaqat CO_2 va H_2S muhitlar uchun korroziya ingibitorlari balki HCl muhit uchun ham ingibirlash samaradorligi yuqori bo‘lgan korroziya ingibitorlarini sintez qilish ham muhim rol o‘ynaydi.

St20 markali po‘latni 0,1 va 1 M HCl muhitda $C_4H_9CH(C_2H_5)C(O)NHN(R)_2$ alifatik karboksil kislotalarning N′,N′-dialkilgidrazidlar kabi korroziya ingibitorlarining ingibrlash samaradorligini elektrokimyoviy va gravimetrik usullar yordamida o‘rganilgan [4].

EKSPERIMENTAL QISM.

Ingibitor va ingibtorsiz namunalarning har birini 1 sm×1 sm o‘lchamdagi joy qoldirilib qolgan qismi esa korroziya sodir bo‘lmasligi uchun suv o‘tkazmaydigan lenta bilan o‘ralgan. Bu esa korroziya tezligini aniq bir yuzalarda o‘lchash imkonini beradi. Yalang'och va qoplangan substratlarning korroziya tahlili korroziyani tahlil

ISSN 3030-3907

qilish dasturiga ulangan CS350 potentsiostat tizimi yordamida amalga oshirildi. Polarizatsiya o‘lchovlari Ag/AgCl/Cl- (0,222 V) mos yozuvlar elektrodi va platina elektrodi yordamida xona haroratida potensiostatik tarzda amalga oshirildi. Potensiodinamik o‘lchovlar -2000 dan 2000 mV gacha bo‘lgan diapazonda Ag / AgCl / Clatga nisbatan 5 mV/s tezlikda amalga oshirildi. O‘lchovlardan oldin elektrodlar barqaror holat potentsialiga erishish uchun kamida 30 daqiqa davomida ishlaydigan eritmalarda saqlanadi.

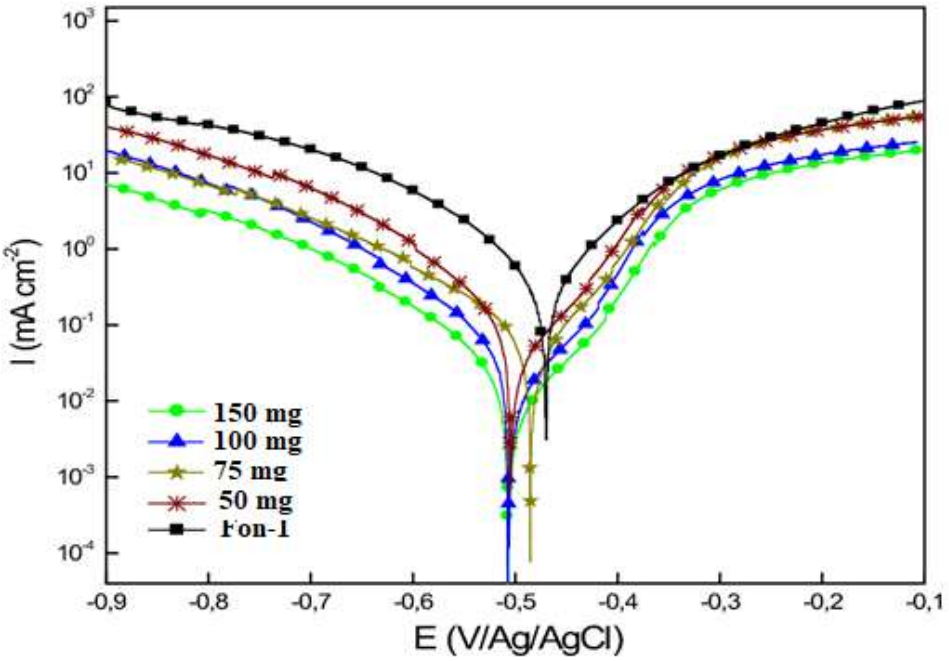
Ushbu tadqiqot ishida FFPA-1 markali korroziya ingibitori asosiy tadqiqot obekti hisoblanib, ushbu korroziya ingibitorining ingibirlash samaradorligini to‘rt turdagi korrozion muhitda St20 ni korroziyadan himoyalash darajasi o‘rganilgan. FFPA-1 markali korroziya ingibitorini asosan 50, 75, 100, 150 va 200 mg konsentratsiyalardagi ingibirlash samaradoriligi o‘rganilganda 150 mg konsentratsiya optimal deb olingan.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Ushbu korroziya ingibitorlarining potentsiodinamik polarizatsiya yordamida ingibrlash samaradorligi o‘rganildi va tahlili qilindi. Ushbu ishda korroziya ingibitorarining korroziyaga qarshi xususiyatlarini o'rganildi, bu fon eritmasida va turli ingibitorlar ishtirokida po'lat elektrod yoki namunaning polarizatsiya qarshiligini eksperimental o'rganishdan iborat. Barcha eksperimental ma'lumotlar fon sifatida 1M HCl + 200 mg/l NaCl yordamida olingan. Tadqiqotda, shuningdek, zaif kislotali muhitda, shuningdek, inhibitorlar mavjudligida po'lat probning polarizatsiya qarshiligini o'lchash natijalarini taqdim etadi: FFPA-1 ning turli konsentratsiyali eritmasi. Fon eritmasiga individual inhibitorni kiritish qutblanish qarshiligini oshirishi va inhibitor kontsentratsiyasining oshishi bilan po'lat probning polarizatsiya qarshiligining yanada oshishi kuzatiladi. Ushbu natija elektrokimyoviy jarayonning keskin inhibe qilinishini ko'rsatadi va ma'lum inhibitorlarning samaradorligi bo'yicha dastlabki natijalarni olish imkonini beradi.

FFPA-1 ning fizik-kimyoviy xususiyatlarini optimallashtirish bir necha yo'nalishda amalga oshirilishi mumkin: organik birikmalarning inhibisyon qobiliyati va so'rilishi simbatik ravishda o'zgarishi aniqlangan. Metall sirtni inhibitorlar bilan to'ldirish darajasining oshishi bilan antikorozif moddalar zarralarining inhibe qiluvchi ta'siri kuchayadi. Inhibitorlarning samaradorligiga ta'sir qiluvchi muhim omil bu ularning molekulalarining fazoviy konfiguratsiyasi bo'lib, u metallarning inhibe qilingan yuzasi maydonini belgilaydi. FFPA-1 molekulasiga hidrofobik uglevodorod radikalini kiritish metallning agressiv muhit bilan aloqasini kamaytirishi mumkin. Ko'rsatilgandek, metallarni ingibitorlar tomonidan korroziyadan himoya qilish ko'pincha kimyoviy adsorbsiya, shu jumladan adsorbsiyalangan modda zaryadining o'zgarishi va zaryadning bir fazadan

ISSN 3030-3907

ikkinchisiga o'tishi bilan bog'liq. Shuning uchun inhibitorlarning molekulyar tuzilishi alohida ahamiyatga ega.



1-rasm. Fon-1 muhitida ingibitorning ingibirlash samaradorligi.

1-rasmdan ko‘rinib turibdiki, egri chiziqlar ingibitorlar ishtirokida quyi oqim zichligi tomon siljigan, bu esa Fon-1 muhitida korroziya ingibitorining ingibirlash samaradorlgi yuqori ekanligini ko‘rsatadi.

1-Jadval

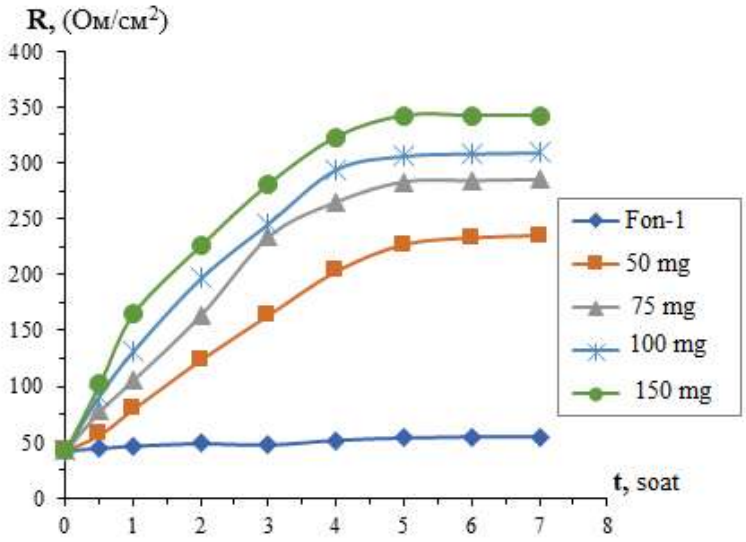
298±1 K haroratda yashil korroziya ingibitorining Fon-1 muhitdagi qutblanish egri chiziqlari usulida aniqlangan ingibitorning samaradorligi

Ingibitor	**C,** (mg/l)	***i***, (*m*A/sm^2)	**γ**	**θ**	**η,** (%)
Fon-1	-	0,884±0,12	–	–	–
FFPA-1	50	0,174±0.07	5,08	0,8026	80,26
	75	0,148±0,05	5,97	0,8325	83,25
	100	0,122±0,03	7,24	0,8616	86,16
	150	0,077±0.01	11,48	0,9123	91,23

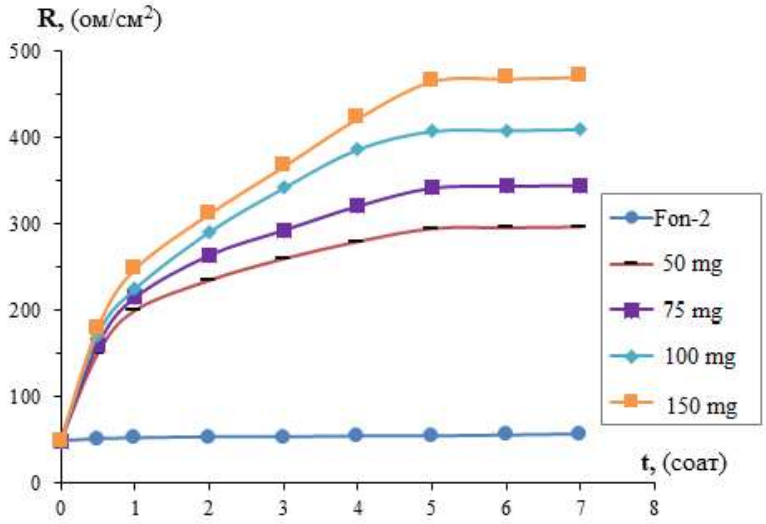
1-jadvalda ketrilgan ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, 1 M li HCl mavjud eritmaning korrozion tokning qiymati 0,884±0,12 ***i***, (*m*A/sm^2)ni tashkil etgan. Eritmada yashil korroziya ingibitorining konsentratsiyasi oshishi bilan, eritmaning elektr qarshiligi ham ortib boradi natijada, korrozion tok qiymatining potensial miqdori ham kamayib borgan va korrozion tok qiymati 0,077±0.01 ***i***,(*m*A/sm^2)gacha kamaygan. Yashil korroziya ingibitorining konsentratsiyasi 1000 mg/l bo‘lganda 1 M li HCl muhitda samaradorligi 91,23 % ni tashkil etdi.

ISSN 3030-3907

Olib borilgan tadqiqot natijalariga ko‘ra, FFPA-1 markali korroziya ingibitorini turli konsentratsiyalarda ingibitorning optimal konsentratsiyasi 150 mg/l ekanligi aniqlandi. (2 va 3-rasmlar).



2-rasm. Fon-1 eritmada va ingibitorlarning turli konsentratsiyasida qutblanish qarshiligining vaqtga bog‘liqligi, T=293 K



3-rasm. Fon-2 eritmada ingibitorning turli konsentratsiyasida qutblanish qarshiligini vaqtga bog‘liqligi, T=293 K

Ushbu FFPA-1 markali korroziya ingibitorining ingbirlash samaradorligi har ikkala muhitda ham 150 mg/l optimal konsnetratsiya ekanligini aniqlandi.

Yuqoridagi diagrammalardan ingibitorning konsentratsiyalari ortishi bilan himoyalash darajasining ortishi ingibitorning optimal konsentratsiyasini belgilash uchun juda muhim. Fon-2 ishchi eritmada 150 mg/l konsentratsiyada maksimal himoyalash darajasi 96,12 % ni tashkil etdi.

ISSN 3030-3907

Shuni ta’kidlash joizki, olingan korroziya ingibitorlarining ingibirlash samaradorligi yuqori bo‘lishida, ingibitorning metall yuzasida adsorbsiyalanish darajasi muhim rol o‘ynaydi. Absorbsiya jarayoni haqida so‘z yuritilganda, FFPA-1 markali korroziya ingibitorning po‘lat yuzasida adsorbsiyalanishida quyidagi mexanizm asosiy rol o‘ynaydi: ingibitor tarkibidagi aromatik halqadagi π elektronlar po‘lat tarkibidagi bo‘sh d-orbitallari temir atomining orbitallari bilan yoki ingibitordagi taqsimlanmagan juft elektronlari va po‘lat yuzasidagi temir atomining bo‘sh d-orbitallari o‘zaro donor-akseptor mexanizm bo‘yicha ta’sirlashishi natijasida po‘lat yuzasida plyonka hosil qilinib, po‘latni korroziyadan himoya qiladi.

Adsorbsiyalanish jarayoni asosan ikki turda bo‘lib, hosil bo‘layotgan kompleksdagi markazlar bilan elektronlarning almashishi natijasida vujudga keladigan adsorbsiya kimyoviy adsorbsiya, agar jarayonda elektronlar emas balki elektrostatik tortishuvlar asosida vujudga keladigan adsorbsiyani fizikaviy adsorbiya deyiladi.

Korroziya ingibitorlarining metall yuzasida absorbsiyalanishi ma’lum bir konsentratsiyalardagina yuqori bo‘lib, bu konsentratsiya korroziya ingibitorining maksimal himoyalash konsentratsiyasini tashkil etadi.

Sintez qilingan FFPA-1 markali korroziya ingibitorlarining kinetik parametrlarini o‘rganishda asosan to‘rt turdagi korrozion muhit hosil qiluvchi ishchi eritmalarda o‘rganildi. Arrenius tenglamasidan foydalanib tarkibida ingibitor mavjud bo‘lgan va mavjud bo‘lmagan eritmalarning aktivlanish energiyasi, entalpiya va entropiyalari hisoblab topildi.

FFPA-1 markali korroziya ingibitorining 50, 75, 100 va 150 mg/l konsentratsiyalaridagi aktivanish energiyalari o‘rganildi. Biz bilamizmki, korroziya ingibitorining ingbirlash mexanizimi tushunchalarini keng yoritishda quyidagi bir qator tushunchalardan keng foydalaniladi: aktivlanish energiyasi (E_a), entalpiyasi (ΔH) entropiyasi (ΔS) kabi turli parametrlari va bu barcha tushunchalarni umumlashtirishda Arrenius grafigi bilan izohlanib, uning matematik ko‘rinishi quyidagi tenglamalr bilan ifodalanadi:

$$CR = Ae^{-E_a/RT} \qquad 3.1)$$

$$CR = \frac{RT}{Nh} e^{\frac{\Delta S_a^0}{R}} e^{\frac{-\Delta H_a^0}{RT}} \qquad (3.2)$$

Bu yerda CR – korroziya tezligi, mm/yiliga A–jarayon uchun Arrenius doimiysi, R–universal gaz doimiysi(8,314 J/mol). T–kelvin shkalasi bo‘yicha harorat, N–Avagadaro soni ($6{,}12 \cdot 10^{23}$), h–plank doimiysi($6{,}626 \cdot 10^{-34}$ m^2kg/s).

Yuqorida keltirilgan formuladan lnCR/T ning 1/T ga bog’likligini Arrenius grafigi bilan tasvirlaganda regressiya koeffitsientini 1 ga teng deb qabul qilishim mumkin. FFPA-1 markali korroziya ingibitorining 50, 75, 100 va 150 mg/l

ISSN 3030-3907

konsentratsiyalarida ingbitorli va ingbitorsiz sistemalardagi bir qancha termodinamik parametrlari aniqlangan.

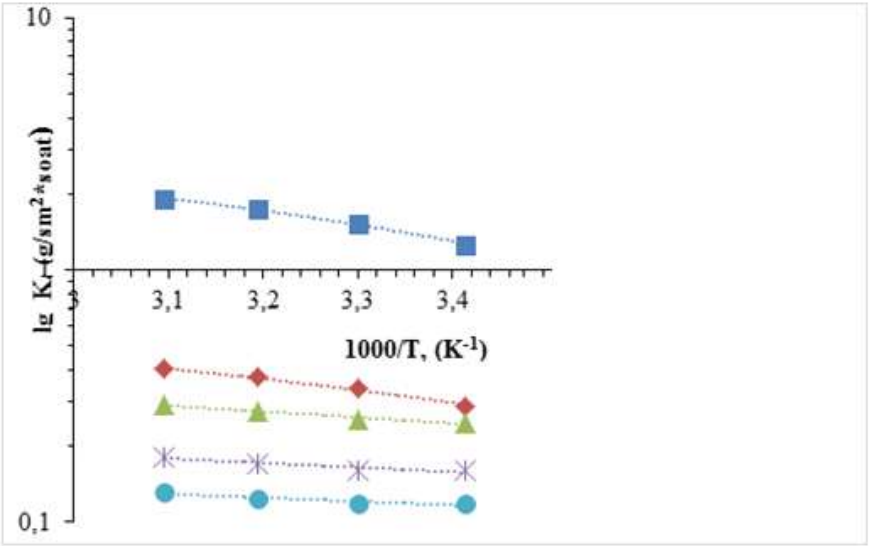
Olingan tadqiqot natijalari asosida qilingan xulosalarga ko‘ra, ingibitorsiz sistemalarda E_a ning qiymati sezilarli darajada kichchik bo‘lib, bu qiymat sistemaga ingbitor kitirilishi va ingbitorning konsentratsiyasi oshib borishi bilan E_a ning qiymati ham ortib borganligini ko‘rishimiz mumkin.

Agar keying ikki termodinamik parameter hisoblangan aktivlanish energiyasi va entalpiya qiymatlari ingibitorsiz va ingibitor hamda uning turli konsentratsiyali eritmalarda qiymatlarining o‘tish holatini hisoblash orqali olingan turli qiyaliklar topiladi. (formula-3.3). Bu chizmalar qiyaliklarni (qiyalik $=\Delta H_a /2.303R$) va kesishmalarni (kesish = $[\log RNh+(\Delta S_a 2.303R)]$) beradi, bu esa ΔH_a ning qiymatini ingibitor va ingibitorsiz eritmalarda beradi. Quyidagi formula asosida hisoblab topiladi:

$$CR = \frac{RT}{Nh}\exp(\frac{\Delta Sa}{R})\exp(\frac{\Delta Ha}{RT}) \qquad (3.3)$$

Yuqoridagi tenglamada, bu yerda: h - Plank doimiysi ($6{,}626\cdot10^{-34}$ m^2kg/s) va N – Avogadro soni ($6{,}12\cdot10^{23}$).

Aktivlanish energiyasining qiymati jarayoning qaysi turdagi adsorbsiyani belgilab beradi. Bunda, aktivlanish energiyasining qiymati yuqori bo‘lishi fizik adsorbsiyani, agar o‘zgarmasa yoki kamroq bo‘ladigan bo‘lsa kimyoviy adsorbsiya bo‘ladi. Arrenius tenglamasi yordamida FFPA-1 markali korroziya ingibitorining 50, 75, 100 va 150 mg/l konsentratsiyalarida hamda turli agressiv korrozion muhitlrdagi aktivlanish energiyalari, entalpiya va entropiya kabi kinetik parametrlari o‘rganildi. Quyida ingibitorsiz va ingibitorli muhitlardagi lgW ning 1000/T ga bog'liqligidan Ea qiymatlari topildi (4-rasm).



4-rasm. FFPA-1 markali korroziya ingibitorining graderniy suvdagi aktivlanish energiyasi uchun Arrenius grafigi.

ISSN 3030-3907

2-jadvalda keltirilgan natijalarga ko‘ra, E_a ning qiymati ingibitorsiz eritmalarda 41,96 (kJ/mol^{-1}) ni tashkil etgan, eritmaga ingibitor kiritilishi bilan bu qiymat oshib borgan va konsentratsiya 150 mg/l ga yetganda 88,19 (kJ/mol^{-1}) ni tashkil etgan. Shuningdek, ΔS_a qiymati ingibitorsiz eritmada musbat qiymatni 101,25 kJ/mol qiymatni qabul qilgan ammo eritmaga ingibitor qo‘shilishi bilan bu qiymat manfiy -75,21 (kJ/mol^{-1}) gacha tushgan, bu qiymatning qanchalik kichik bo‘lishi korroziya ingibitorining konsentratsiyasiga bog’liq bo‘lib, sistemada dissotsiyalanishdan ko‘ra assotsiyalanish yuqoriligi va bu shundan dalolat beradiki, ingibitor bilan metall o‘rtasida barqaror kompleks hosil bo‘lishini anglatadi.

2-jadval

Ingibitorsiz va yashil ingibitor ishtirokida graderniy suvdagi po‘lat St20 uchun aktivlanish parametrlarining qiymatlari

Ingibitor konsentratsiyasi	E_a(kJ/mol^{-1})	ΔH_a (kJ/mol^{-1})	ΔS_a(kJ/mol^{-1}K^{1})	$E_a - \Delta H_a$
0.0	41.96	38.4	101.25	2.94
50	54.24	51.43	-18.36	2.71
75	63.42	60.93	-23.12	2,64
100	75.21	72.62	-52.36	2.59
150	88.19	85.72	-75.21	2.47

Aktivlanish energiyasi bilan entalpiya o‘rtasidagi o‘rtacha energiya farqi ingibitorsiz va turli konsentratsiyadagi ingibitorli namunalar uchun taxminan o‘rtacha qiymati 2,67 kJ ni tashkil etdi, bu St20 po‘latining erish vaqtida ingibirlanishi va adsorbsiya jarayoni borishini tasdiqlaydi.

XULOSA

O'tkazilgan tadqiqotlarga asoslanib, yangi korroziya ingibitori neft va gaz qazib olishda, shuningdek, neftni qayta ishlash sanoatida po'lat uskunalarni korroziyadan himoya qilish uchun ingibitor sifatida ishlatilishi va yuqori iqtisodiy va ekologik samaradorlikni kafolatlashi mumkin deb hisoblash mumkin. Ushbu ingibitorlarning o'ziga xos xususiyatlari ularning past optimal konsentratsiyasi, arzonligi, ko'p qirraliligi va toksik emasligidir. Ftalamin kislota, fosfit kislota va formalin asosidagi ingibitorlarning ingibirlash xususiyatlarini o'rganish himoya ta'siri metall yuzasida adsorbsion plyonka hosil bo'lishi bilan bog'liqligini ko'rsatdi. Inhibitor $–PO_3H_2$ va $-NH_2$ guruhlari yordamida metall yuzasiga bog'lanadi. Shuning uchun molekulada $–PO_3H_2$ va NH_2 guruhlari ko'p bo'lgan moddada inhibitiv ta'sir ko'proq namoyon bo'ladi. Aminoguruh ($–PO_3H_2$ va $-NH_2$) ftalamin kislota, fosfit kislota va formaldegid asosida sanoat ishlab chiqarishda monomerlar va xom ashyolarning reaksiya markazlarining tashuvchisi hisoblanadi. O'tkazilgan tadqiqot

ISSN 3030-3907

natijalariga ko'ra, turli konsentratsiyalarda FFPA-1 korroziya inhibitori optimal konsentratsiyasi 150 mg/l ekanligi aniqlandi.

Taqdim etilgan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, bugungi kunda vodorod sulfidi va karbonat angidrid bo'lgan minerallashgan muhitda neft konlari uskunalari va quvurlarini korroziyadan himoya qilish muammosi juda dolzarbdir. Neft sanoatida korroziyaga qarshi kurashning eng samarali usullaridan biri bu ingibitorlarni himoya qilishdir. Ko'p sonli korroziya ingibitorlari ishlab chiqilganiga qaramay, vodorod sulfidi va karbonat angidridni o'z ichiga olgan muhitda korroziyadan himoya qilish muammosini samarali hal qiladigan, shuningdek sulfatni kamaytiradigan bakteriyalarning (SRB) hayotiy faolligini bostiradigan reagentlar doirasi juda cheklangan. Azot va fosfor tutgan birikmalar asosidagi reagentlar korroziya ingibitorlari sifatida istiqbolli hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Nurilloev Zafar, Beknazarov Khasan and Nomozov Abror, "Production of Corrosion Inhibitors Based on Crotonaldehyde and Their Inhibitory Properties," *International Journal of Engineering Trends and Technology*., 2022, vol. **70**, 8, pp. 423-434, Crossref, https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V70I8P243.
2. Narzullaev A.X, Beknazarov X.S, Jalilov A.T and Rajabova M.F, “Studying the Efficiency of Corrosion Inhibitor IKTSF-1, IR-DEA, IR-DAR-20 in 1m HCl,” *International Journal of Advanced Science and Technology* , vol. **28**, no. 15, pp. 113–122. Available At:. http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/1555.
3. Nomozov A.K et all. Study of processe of obtaining monopotassium phosphate based on monosodium phosphate and potassium chloride. Chemical Problems. 2023 no. 3 (21). DOI: 10.32737/2221-8688-2023-3-279-293.
4. Nomozov A, K, et.all. Salsola Oppositifolia acid extract as a green corrosion inhibitor for carbon steel. Indian Journal of Chemical Technology. 2023, 30, 872-877. https://doi.org/10.56042/ijct.v30i6.6553.
5. Beknazarov, K.S., Dzhalilov, A.T., Ostanov, U.Y., Erkaev, A.M. The inhibition of the corrosion of carbon steel by oligomeric corrosion inhibitors in different media. International *Polymer Science and Technology*.,2015, **42**(4), pp. T33–T37.
6. Beknazarov Kh.S., Jalilov A.T. Comparative assessment of the effectiveness of antioxidants based on oligomeric derivatives of gossypol and Irganok-1010 in stabilizing polyethylene // Composite materials. 2013. No.2.69-73.
7. N.K. Gupta, M.A. Quraishi, C. Verma and A.K. Mukherjee, Green Schiff's bases as corrosion inhibitors for mild steel in 1 M HCl solution: experimental and theoretical approach, *RSC Adv*., 2016, **6**, 102076–102087. doi: 10.1039/C6RA22116E.

ISSN 3030-3907

8. M. Lagrenée, B. Mernari, M. Bouanis, M. Traisnel and F. Bentiss, Study of the mechanism and inhibiting efficiency of 3,5-bis(4-methylthiophenyl)-4H-1,2,4-triazole on mild steel corrosion in acidic media, *Corros. Sci.,* 2002, 44, no. 3, 573–588. doi: 10.1016/S0010-938X(01)00075-0.

9. N.K. Gupta, M.A. Quraishi, C. Verma and A.K. Mukherjee, Green Schiff's bases as corrosion inhibitors for mild steel in 1 M HCl solution: experimental and theoretical approach, *RSC Adv*., 2016, **6**, 102076–102087. doi: 10.1039/C6RA22116E.

ISSN 3030-3907