



UDK 628.168.3

ORCID: 0009-0002-7482-4064

**SANOATNING ISITISH VA SOVUTISH TIZIMLARIDA TUZ
TO‘PLANISHINI OLDINI OLISH UCHUN SENTIZ QILINGAN PF-1 MARKALI
KORROZIYA INGIBITORINING IQ VA DIFFERENSIAL TERMIK TAHLIL VA
XUSUSIYATLARINI O‘RGANISH**

Shomuradov Ulug‘bek Meyli o‘g‘li,

¹Toshkent kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot institut doktranti

Beknazarov Hasan Soyibnazarovich,

²Texnika fanlari doktori, professor toshkent kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot institut

Djalilov Abdulahat Turapovich.

³O‘zR fanlar akademiyasi akademigi, Kimyo fanlar doktor, professor toshkent kimyo
texnologiya ilmiy tadqiqot instituti direktori.

Tog‘ayev Eldor Maxmanazarovich

⁴Texnika fanlari falsafa doktori, Kimyo muxandislik va biyotexnologiya kafedrasi dotsenti,

Qarshi davlat texnika universiteti

ulugbekshomurodov94@gmail.com

+99891 221-21-39

Annotatsiya: Sanoatning aylanma suv tizimlarida istish va sovutish suv quvurlari, atom elektr stansiyalar hamda isitish qozonxonalarida foydalaniladigan suvlarga qo‘shiladigan tarkibida azot va fosfor saqlagan PF-1 markali korroziya ingibitori sintez qilib olindi va fizik-kimyoviy xususiyatlari o‘rganib chiqilgan. Ushbu ingibitorning IQ -Furye, SHIMADZU qurilmasi orqali qanday funksional guruhlar borligi aniqlandi hamda olingan yangi moddalarning yutilish sohasidagi cho‘qqilari muvofiq aniqlandi va differentsial termal tahlilini SHIMADZU DTG -60 analiz qurilmasida issiqlik yutishi va chiqarish tezligini aniqlash bilan bir qatorda korroziya ingibitorini qancha haroratgacha ingibirlik xususiyatini yo‘qotmasdan ishlash darajalari tekshirildi. PF-1 markali korroziya ingibitorining termik xususiyatlari, endotermik va ekzotermik nuqtalari isbotlab berildi hamda himoya darajalari turli haroratlarda o‘rganildi.

Kalit so‘zlar : mikroto‘lqinli pech, amin va fosfor guruhleri, organik birikmalar, noorganik kislotalar, vakumnasos, IQ -Furye, SHIMADZU, SHIMADZU DTG -60 analiz qurilmasida.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИК-И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И СВОЙСТВ ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ МАРКИ ПФ-1, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НАКОПЛЕНИЯ СОЛИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ

Аннотация: Синтезирован и исследованы физико-химические свойства ингибитора коррозии марки ПФ-1, содержащего азот и фосфор, который добавляют в воду, используемую в системах циркуляции промышленных вод, трубопроводах отопления и охлаждения, атомных электростанциях и котлах отопления. Были определены функциональные группы этого ингибитора с помощью прибора ИК-Фурье, Симадзу и соответственно определены пики в области поглощения полученных новых веществ, а также проведен дифференциальный термический анализ на анализаторе SHIMADZU DTG -60 с определением скорости поглощения и выделения тепла, а также проверены уровни работы ингибитора коррозии без потери ингибирующего свойства до скольких температур. Были доказаны термические свойства, эндотермические и экзотермические точки ингибитора коррозии марки ПФ-1, а также изучены уровни защиты при различных температурах.

Ключевые слова: микроволновая печь, амино-и фосфорные группы, органические соединения, неорганические кислоты, вакуумный насос, ИК-Фурье, SHIMADZU, SHIMADZU в анализаторе DTG -60.

INVESTIGATION OF IR AND DIFFERENTIAL THERMAL ANALYSIS AND PROPERTIES OF PF-1 CORROSION INHIBITOR USED TO PREVENT SALT ACCUMULATION IN INDUSTRIAL HEATING AND COOLING SYSTEMS

Abstract: The physicochemical properties of a PF-1 corrosion inhibitor containing nitrogen and phosphorus, which is added to water used in industrial water circulation systems, heating and cooling pipelines, nuclear power plants and heating boilers, have been synthesized and investigated. The functional groups of this inhibitor were determined using an IR-Fourier device, Shimazu, and, accordingly, peaks in the absorption region of the new substances obtained were determined, as well as differential thermal analysis was performed on a SHIMADZU DTG - 60 analyzer to determine the rate of absorption and heat release, and the levels of operation of the corrosion inhibitor were checked without loss of inhibitory properties to how many temperatures. The thermal properties, endothermic and exothermic points of the PF-1 corrosion inhibitor have been proven, and protection levels at various temperatures have been studied.

Keywords: microwave oven, amino and phosphoric groups, organic compounds, inorganic acids, vacuum pump, infrared Fourier, SHIMADZU, SHIMADZU in the DTG -60 analyzer.

KIRISH

Jahon miqyosida ko‘p funksional xususiyatlarga ega tuz va korroziya ingibitorlarini yangi kompozitsiyalarini ishlab chiqishga, aylanma isitish tizimlarni korroziyadan himoya qilishda ularning sarfini kamaytirishga alohida e‘tibor qaratilmoqda. Suv aylanish tizimlarida tuz va korroziyani kamaytirish bo‘yicha ilmiy izlanishlarga katta e‘tibor qaratilmoqda. Shu bilan bir qatorda sanoatning neftni qayta ishlash korxonalarining aylanma tizimlarini korroziyadan himoya qilishning zamonaviy usullarini ishlab chiqish dolzarb muammolardan biri bo‘lib, bartaraf etishni qiladi. Hozirgi kunda zamonaviy neftni qayta ishlash sanoatlarida yuqori samarali uskunalar va yuqori korroziv texnologik muhitdan foydalanish bilan ham tavsiflanadi. Qurilmalarni kapital ta‘mirlash o‘rtasidagi vaqt uzunligi, asosan, qurilma va uskunaning korroziyaga chidamliligi bilan belgilanadi. Odatda, uskunani rejadan tashqari ta‘mirlash, avariya va ular bilan bog‘liq xom ashyo, yarim tayyor va tayyor mahsulotlar va metallarning yo‘qolishining sababi po‘lat korroziyaga uchrashishi bilan ham bog‘liqdir. Neftni qayta ishlash jarayonlarining o‘ziga xos xususiyati biri bu yirik o‘lchamli metall konstruksiyali qurilmalar va jihozlardan foydalanishdir (1 tonna xom ashyo 32 kg metallga to‘g‘ri keladi).

Korroziyaga qarshi kurash usullarini ishlab chiqish korroziya shikastlanishiga eng sezgir bo‘lgan obyektlarni chuqur o‘rganishdan boshlanadi. Bu, ayniqsa, yangi qurilgan yuqori samarali, yuqori quvvatli qurilmalarni takomillashtirishda dolzarbdir. Har bir neftni qayta ishlash zavodida neftni qayta ishlashning asosiy jarayoni metall jihozlari va mexanizmlarining ko‘p qismini tashkil etadigan apparatdir va bu jarayonga korroziya holatiga alohida e‘tibor berish kerak[1].

Issiq suv ta‘minoti tizimlarida, sanoat korxonalari va issiqlik elektr stansiyalarining suv aylanma sovutish tizimlarida, sanoat obyektlarida tuz konlarini yuvishda ingibitor sifatida ishlatilishi mumkin. Quyidagilardan iborat ingibitor taklif etiladi: tarkibi fosfonobutantrikarboksilik kislota, nitrilotrimetilenfosfonik kislota va oksietilen difosfonik kislota o‘z ichiga olgan guruhdan kamida bitta kislota o‘z ichiga olgan fosfonik kislota; glikol, tarkibi tarkibida polietilen glikol, poliglikol va etilen glikolni o‘z ichiga olgan guruhdan kamida bitta modda mavjud; tarkibi tarkibida gidrolizlangan polimaleik anhidrid, poliakril kislota va poliepoksisüksin kislota o‘z ichiga olgan guruhdan kamida bitta moddani o‘z ichiga olgan stabilizator, quyidagi ingredientlar nisbati (og‘irlik bo‘yicha%): fosfonik kislota - 20-40%; glikol - 1-50%; stabilizator - qolganlari. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, da‘vo qilingan kompozitsiyaning ingibitorlari bir vaqtning o‘zida asbob-uskunalar va materiallarni korroziya va tuz cho‘kmasidan himoya qilish masalalarini hal qilishga imkon beradi[2].

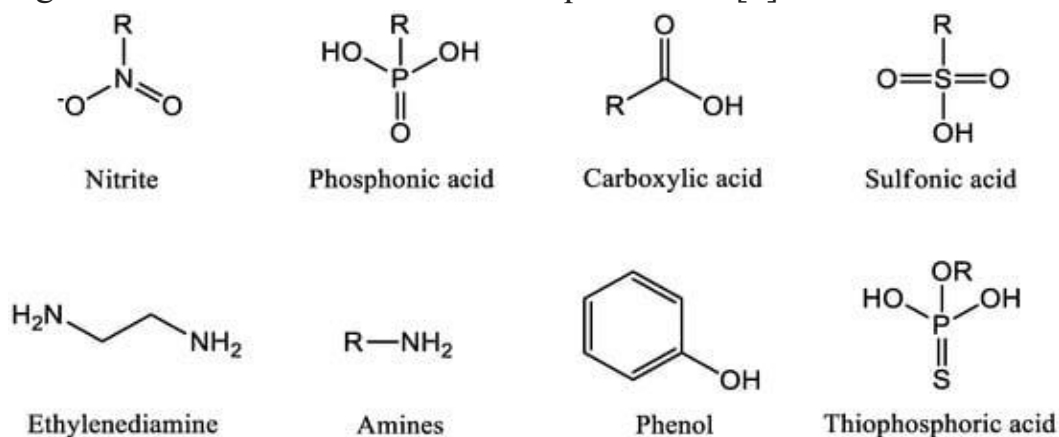
Shu bilan birga, NACE International tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotga ko‘ra, korroziyaning global qiymati 2,5 trillion AQSH dollarini, ya‘ni 2013 yilda global yalpi ichki mahsulotning 3,4 foizini tashkil qiladi[3].

Korroziya ingibitorlarini ikkita asosiy toifaga ajratish mumkin:

- Noorganik korroziya ingibitorlari: Ushbu ingibitorlar nitratlar, fosfatlar, xromatlar va molibdatlar kabi metall birikmalarni o‘z ichiga oladi. Ular metall yuzasida himoya plyonka hosil qilish orqali ishlaydi, bu korroziya hujayralarining shakllanishiga to‘sqinlik qiladi.
- Organik korroziya ingibitorlari: Bu ingibitorlar aminokislotalar, spirtlar va aminlar kabi organik birikmalarni o‘z ichiga oladi. Ular metall yuzasiga adsorbsiyalanib, metall va korroziy muhit o‘rtasida to‘siq hosil qilish orqali ishlaydi. Organik ingibitorlar odatda neft va gaz, neft-kimyo va dengiz ilovalari kabi sohalarda qo‘llaniladi.[4]

Organik ingibitorlar 1-rasmda bo‘lgani kabi bir necha turdagi ingibitorlarga tasniflanishi mumkin:

- Nitrit ingibitorlari: Ushbu ingibitorlar faol modda sifatida nitrit ionlarini o‘z ichiga oladi va odatda sovutish suvi tizimlari va qozonlarda qo‘llaniladi.
- Fosfonik kislota inhibitorlari: Ushbu turdagi ingibitorlar fosfonik kislota yoki uning hosilalarini o‘z ichiga oladi va yuqori haroratli va yuqori bosimli tizimlarda korroziyani oldini olishda samarali.
- Karboksilik kislota ingibitorlari: Karboksilik kislota ingibitorlari odatda sanoat ilovalarida qo‘llaniladi va benzoik kislota, salitsil kislota va sirka kislota kabi birikmalarni o‘z ichiga oladi.
- Sulfonik kislota ingibitorlari: Sulfonik kislota ingibitorlari sulfonik kislota va uning hosilalarini o‘z ichiga oladi va sanoatda keng qo‘llaniladi.
- Tiofosfor kislota ingibitorlari: Tiofosforik kislota ingibitorlari tiofosfor kislota va uning hosilalarini o‘z ichiga oladi va yuqori haroratli tizimlarda korroziyani oldini olishda samarali.
- Etilendiamin ingibitorlari: Ushbu turdagi ingibitor faol modda sifatida etilendiaminni o‘z ichiga oladi va turli sanoat ilovalarida qo‘llaniladi.
- Ominlar ingibitorlari: Ominlar ingibitorlari faol moddasi sifatida amin birikmalarini o‘z ichiga oladi va odatda suvni tozalash va neft konlarida qo‘llaniladi.
- Fenol ingibitorlari: Fenol ingibitorlari faol modda sifatida fenol yoki uning hosilalarini o‘z ichiga oladi va turli sanoat ilovalarida qo‘llaniladi.[5]

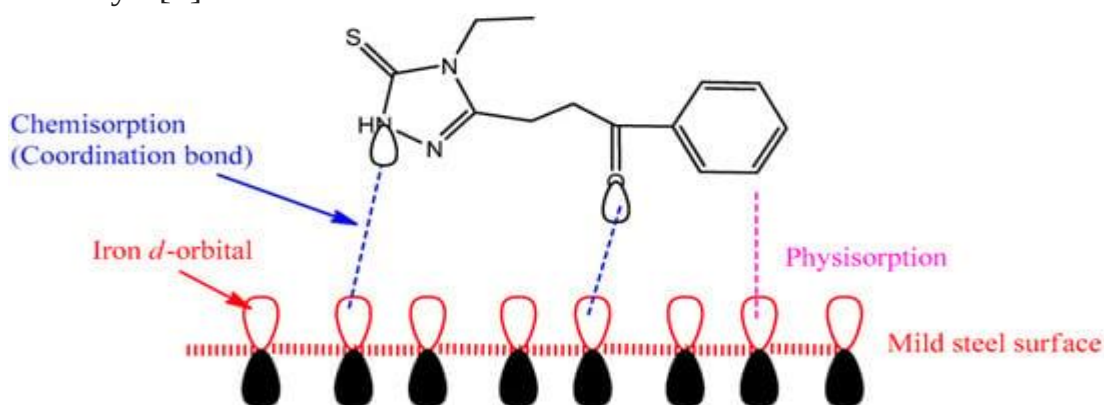


1-rasm. Organik ingibitorlarning tasnifi.

Adsorbsion izotermalar sirtga adsorbsiyalangan moddaning miqdori va uning atrofdagi muhitdagi konsentratsiyasi o‘rtasidagi bog‘liqlikni anglatadi. Organik korroziya ingibitorlari kontekstida adsorbsion izotermalar korroziyaning oldini olishda ushbu ingibitorlarning samaradorligi haqida muhim ma’lumotlarni beradi[6].

Organik korroziya ingibitorlari - og‘ir atrof-muhit sharoitida metallarning korroziyasini oldini olishga yordam beradigan kimyoviy birikmalar. Organik korroziya ingibitorlari ishlaydigan bir qancha mexanizmlar mavjud[7].

3-(4-etil-5-merkapt-1, 2, 4-triazol-3-il)-1-fenilpropanon molekulalarining yumshoq po‘latga kimyoviy adsorbsiyasi donor/akseptorning azot, oltingugurt va oksidlangan kislorod atomlari bilan reaksiyaga kirishmagan elektronlarining o‘zaro ta’sirida namoyon bo‘ladi. engil po‘lat yuzasida temir atomlari. The DGads uchun sinovdan o‘tgan ingibitor uchun -35,73 kJ/mol deb topildi, bu adsorbsiya jarayonida ham fizisorbsiya, ham xemisorbsiya mexanizmlari ishtirok etishini ko‘rsatadi. Korroziy muhitda yumshoq po‘latning korroziyaga qarshi mexanizmi po‘lat yuzasida 3-(4-etil-5-merkapt-1, 2, 4-triazol-3-il)-1-fenilpropanon molekulalarining adsorbsiyasi asosida tushuntirilishi mumkin. Ushbu molekulalar po‘lat yuzasiga adsorbsiya qilish va suv molekulalarini almashtirish orqali faol pozitsiyalarni oldini olish va korroziya jarayonini blokirovka qilish uchun to‘siq yaratish orqali harakat qiladi. 2-rasm 1 M HCl eritmasida yumshoq po‘lat yuzasida molekulaning taklif qilingan inhibitsiyon mexanizmini ifodalaydi[8]



2-rasm. 1 M HCl eritmasida yumshoq po‘lat yuzasida sinovdan o‘tgan ingibitorning tavsiya etilgan inhibitsiyon mexanizmi[8].

Infraqizil spektroskopiya (IQ) – IQ-spektroskopiyasi (Yaponiyada ishlab chiqarilgan Furre spektrometri. IQ spektroskopik tadqiqotlar SHIMADZU infraqizil Furre spektrometrda (diapazoni 400-4000 sm^{-1} , o‘lchamlari 4 sm^{-1}) kukun usulida o‘tkazildi. Olib borilgan tajribalar natijasida hosil bo‘lgan yangi moddaning dastlabki moddalarga nisbatan fizik-kimyoviy xossalari bo‘yicha farq bo‘lsa, reaksiya ketgan ketmaganligini bilish uchun va shunga o‘xshash boshqa holatlarda, shuningdek, sentiz qilingan moddalarning tarkibi IQ-spektrlar yordamida tahlil qilingan.

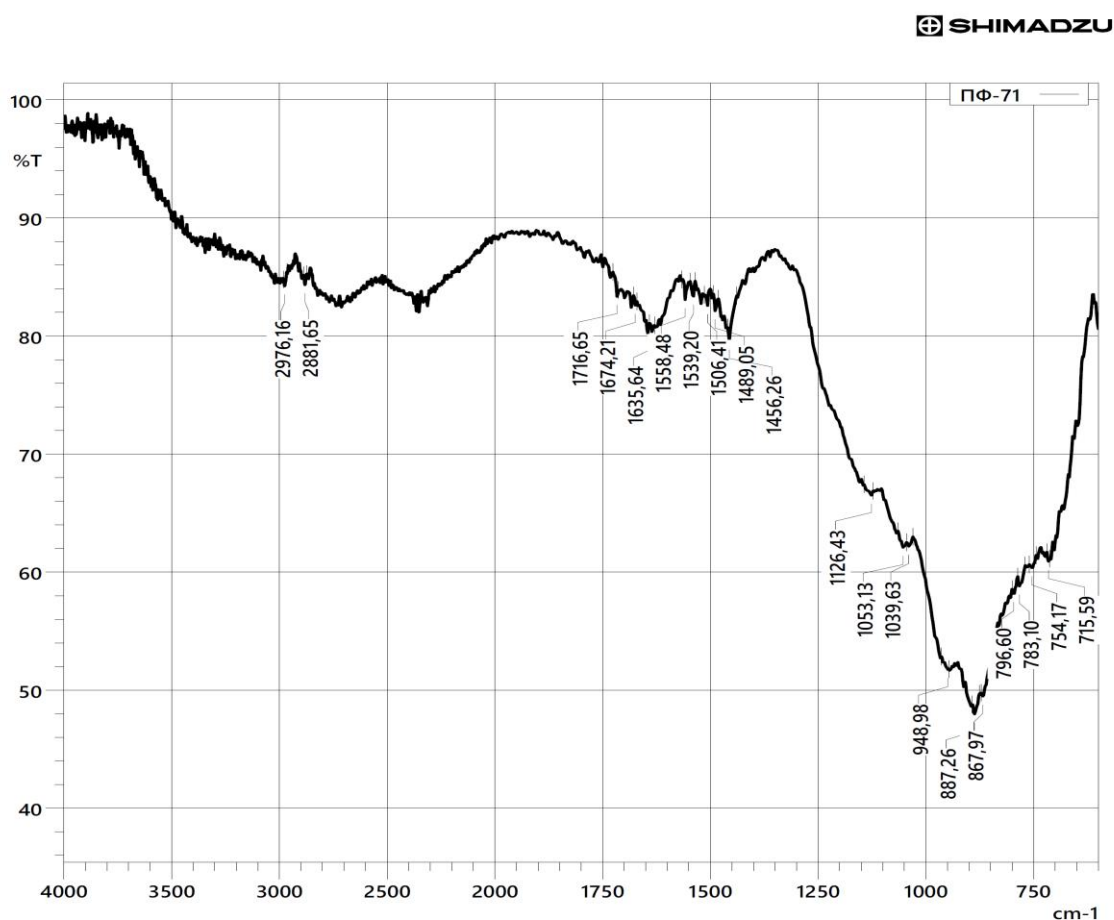
Differensial termik tahlil (DTA) — bu materiallarning fizik yoki kimyoviy o‘zgarishlar (masalan, erish, kristallanish, fazaviy o‘tishlar, parchalanish) issiqlikni yutish (endotermik) yoki

chiqarish (ekzotermik) bilan birga keladi. Bu ΔT da o‘zgarishlarga olib keladi. Bu usul materialni qizdirish yoki sovitish jarayonida uning ichki fazaviy o‘zgarishlari, reaksiyalari yoki issiqlik hodisalarini tahlil qilish uchun ishlatiladi. Bu esa o‘z navbatida korroziya ingibitorining ta’sir mexanizmini va samaradorligini tushunishga yordam beradi.

Issiqlik jarayonlarining kinetikasi: Termogravimetrik reaksiyalar tezligini aniqlaydi, ingibitorlardan samarali foydalanish shartlarini optimallashtirish uchun muhim rol o‘ynaydi.

Material va usul

Bizning sentiz qilingan PF-1 markali korroziya ingibitori sentiz qilib olish uchun kerak bizga mikroto‘lqinli pech, issiq bardoshli stokan, vakkum nasos, polietilinpoliamin, fosfit kislota, xlorid kislota 37%, formalin 37% lar kerak bo‘ladi. Fosfit kislotani 3 ml dissterlangan suv bilan arlashtirib eritma tayyorlab olamiz, issiq bardosh shishaga polietilen poliamin solib ustidan fosfit eritmasini qo‘shamiz va xlorid kislotadan solib yaxshilab aralashtiramiz keyin esa mikroto‘lqinli pechga solib 1 daqiqa 150 Vt nurlantirildi, so‘ng formalin qo‘shib 7 daqiqa 150Vt nurlantirilib so‘ng pechdan olib vakkum idishga solindi, vakkum nasos orqali sentiz qilingan moddani tarkbida ortib qolgan formaldegid gazi olib tashlandi sentiz qilingan moddamiz o‘tkir sariq quruq pH7-8 bo‘lgan qattiq modda olindi bu sentiz qilingan moddani sinov tekshiruv va tadqiqot ishlariga yo‘naltirildi. 3-rasmda sentiz qilingan PF-1 markali korroziya ingibitorini IQ spektir tahlili o‘rganib chiqamiz,



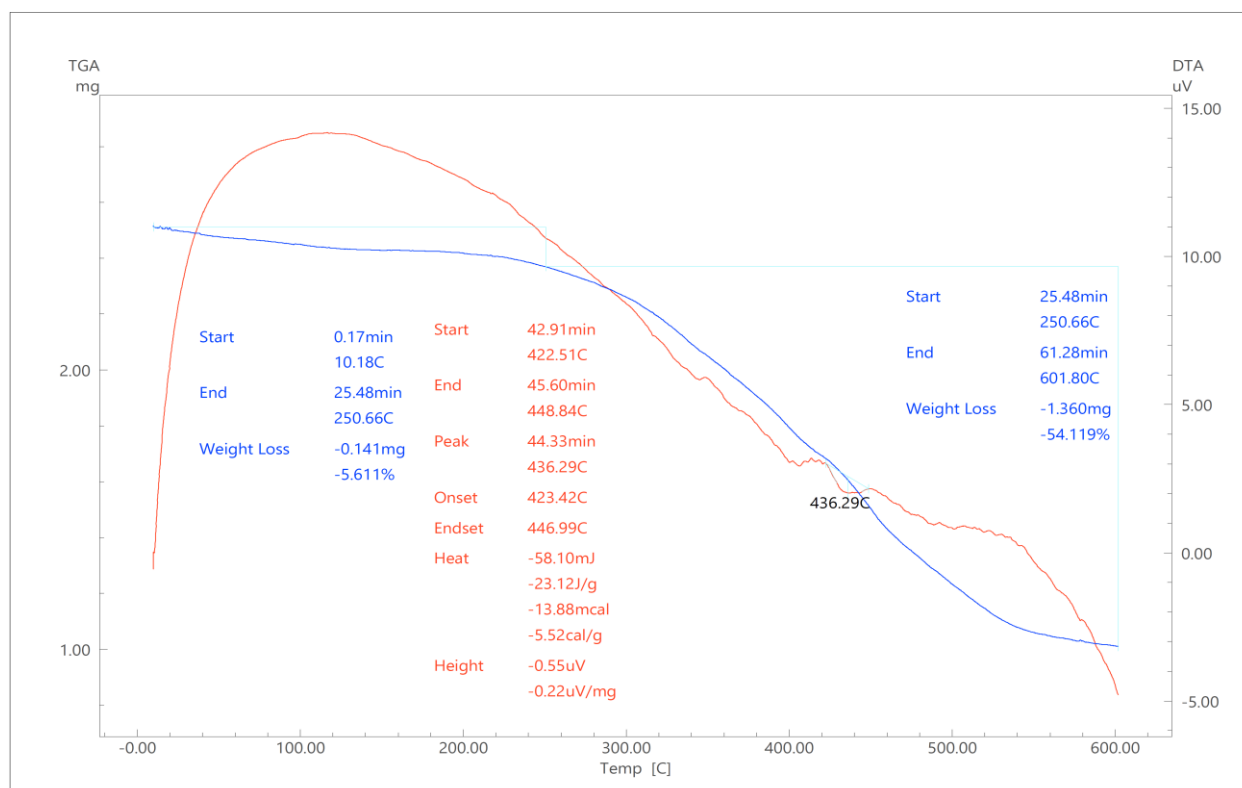
3-rasm. PF-1 markali korroziya ingibitorining IQ-spektri tahlili

Olingan PF-1 markali korroziyon ingibitorining IQ-spektri tahlil qilindi. 2976 cm^{-1} sohada CH_3 yuqori intensiv tebranish asimmetrik valent bog'lari, 1674 cm^{-1} sohada $\text{N}=\text{O}$ valent tebranish bog'lari, 1635 cm^{-1} sohada $\text{C}=\text{N}$ intensiv valent tebranish bog'lari, $1489\text{--}1558\text{ cm}^{-1}$ sohada $\text{CN}=\text{O}$ sohalar asimmetrik valent tebranish bog'lari, $1039\text{--}1053\text{ cm}^{-1}$ sohada POC guruhi tebranishi valent, intensiv bog'lari mavjudligi aniqlandi.

Olingan PF-1 markali korroziya ingibitorini differensial termik analizi (DTA) va termogravimetrik analizi (TGA) quyidagi 4-rasmda o'rganib chiqildi.

PF-1 markali korroziya ingibitorini **differensial termik tahlil** (DTA) va Termogravimetrik analiz (TGA) tahlilini o'rganib chiqamiz.

Korroziya ingibitori DTA va TGA tahlilini o'rganish uchun SHIMADZU DTG -60. analiz qurilmasida PF-1 markali kompozit korroziya ingibitorining termik xususiyatlari o'rganish jarayonida $10\text{--}600^\circ\text{C}$ haroratlar oralig'ida bir vaqtning o'zida TGA va DTA termogravimetrik analizlari bajarilgan (1-rasm). PF-1 markali kompozit korroziya ingibitorining termik tahlilining barcha namunalari dinamik rejimda inert argon(Ar) gazli muhitda 1minutda 80ml argon gazi doimiy ravishda berib turildi. Harorat o'zgarishi 1 daqiqa davomida 10°C tezlikda alyuminiydan tayyorlangan tigel furforli alumina panda olib borildi. Bundan tashqari PF-1 markali korroziya ingibitorining endotermik va ekzotermik nuqtalari isbotlab berildi.



4-rasm. PF-1 markali korroziya ingibitorining differentsial termogravimetrik analizi (DTA)

1-rasmda keltirilgan quruq massada sintez qilingan. PF-1 markali korroziya ingibitori uchun maksimal 600°C harorat tanlab olinib, korroziya ingibitorining tahlil natijalari keltirilgan differentsial termogravimetrik (DTA) termogravimetrik derivatogrammasi (TGA) va analizga qarab o‘rganib chiqildi. 436,29°C, haroratlarda bitta endotermik pik kuzatildi bu issiqlik so‘riladigan jarayonni ifodalovchi **termik analiz egri chizig‘idagi** cho‘qqi. Endotermik jarayonlarda material tashqi manbadan issiqlik so‘radi va bu uning ichki energetik holatini o‘zgartiradi. Energetik holat o‘zgarishini 1-jadvalga ko‘rishimiz mumkin.

1-jadval

PF-1 markali kompozit korroziya ingibitorining DTA tahlilini ko‘rinishi

Harorat	Umumiy energiya yutilishi, uV	Birlik massaga nisbatan, uV/mg	Issiqlik, m/cal	Issiqlik bir massaga cal/g,
436,29 °C	0.55	0.22	13.88	5.52

PF-1 markali kompozit korroziya ingibitorining termogravimetrik egri chizig‘i tahlili shuni ko‘rsatadiki, TGA egri chizig‘i asosan 2 ta intensiv massa yo‘qotiladigan harorat oralig‘ida amalga oshadi. 1-massa yo‘qotiladigan oraliq 10,18 – 250,66°C haroratga, 2 – massa yo‘qotiladigan oraliq 250,66 – 601,68°C haroratga mos keladi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, 1-massa yo‘qotiladigan oraliqda massa yo‘qotilishi 0,141mg, ya'ni 5,611% kuzatilgan bo‘lsa, 2-massa yo‘qotiladigan oraliqda massa yo‘qotilishi 1,360 mg, ya'ni 54,119 % ni tashkil etadi. Termogravimetrik analiz egri chizig‘i (TGA) (ko‘k chiziq) tahlili shuni ko‘rsatadiki, TGA egri chizig‘ida massa yutilish asosan 2 ta temperatura oralig‘ida amalga oshishini 2-jadvalda kurishimiz mumkin.

2-jadval

EDF-1 markali kompozit korroziya ingibitorining TGA tahlilini ko‘rinishi.

Harorat	Massa yo‘qotilishi, gr	Massa yo‘qotilishi, %
10.18-250.66°C	0.141	-5,611
250.66-601.68°C	1.360	-54,119
Jami	1,501	59,73

PF-1 markali korroziya ingibitorining differentsial termogravimetrik tahlili 1-rasmda keltirilgan ingibitorning differentsial termogravimetrik tahlili shuni ko‘rsatadiki, 422.51 – 448.84°C oralig‘ida energiyaning yutilishi yuz berdi. Eng yuqori issiqlik yutilishi 436.29°C haroratda yuzaga quyidagi 3 - jadvalda keltirildi.

3-jadval

PF-1 markali korroziya ingibitorining TGA va DTA egri chizig‘i natijalari tahlili

№	Tempera tura, °C	Yo‘qoti lgan	Yo‘qotil gan	Sarflana digan	Sarflangan vaqt (min)	dw (mg)	dw/dt (mg/min)
---	------------------	--------------	--------------	----------------	-----------------------	---------	----------------

		massa, mg (1.501 mg)	massa, mg, %	energiya miqdori ($\mu V \cdot s/mg$)			
1	100	0.064	2.5	14.031	1.823	2.449	0,035
2	200	0.033	1.3	12.609	3.507	2.416	0.0094
3	300	0.157	6.2	8.39	5.19	2.259	0.025
4	400	0.466	18.6	3.045	6.88	1.793	0.067
5	500	0.563	4.8	0.812.	8.57	1.230	0,066
6	600	0.22	8.7	4.470	10.29	1.010	0,021

Xulosa. Sentiz qilingan PF-1 markali korroziya ingibitorining IQ spektr tahlidan shuni ko‘rsatayotiki tarkibida azot, fosfor uglerod bog‘lari mavjudligini ko‘rishimiz mumkin. Differensial termik tahlil natijalaridan shuni aytishimiz mumkin bo‘ladiki. Biz olgan korroziya ingibitorimiz tuzlarni cho‘kishini oldini olishda va korroziya tezligini sekinlashtirishda o‘zining aktivligini hamda sezilarli ta‘sirini ko‘rsatadi. Korroziya ingibitorlarni to‘g‘ri tanlanishi va qo‘llanilishi, jihozlarning uzoq muddat xizmat qilishini bilan bir qatorda ishlab chiqarish samaradorligini ham ancha oshiradi. Biz ushbu PF-1 markali korroziya ingibitorini ishlash samaradorlik harorati 436.290C dan ham yuqori haroratlarda ham foydalanish mumkin ekanligini tahlil natijalari ko‘rsatib turibdi. Bu sentiz qilib olingan ingibitorni qo‘llanilish mumkin bo‘lgan ayrim sohalariga to‘xtalib o‘tadigan bo‘lsak suv bilan ishlaydigan sanoatning barcha aylanma isistish va sovutish, avtomobil va kemasozlik sanoatlarida, atom elektr stantsiyalarida va sanoatning boshqa sohalarida ham keng foydalanish mumkin va ancha foydali deb ayta olamiz.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Атакулова Д. Д. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ АЛИФАТИЧЕСКИХ АМИНОНИТРИЛОВ ДЛЯ КОРРОЗИИ НЕФТЕГАЗОВОДЯНОЙ СРЕДЫ //Universum: технические науки. – 2023. – №. 12-5 (117). – С. 57-59.

2. <https://patents.google.com/patent/WO2015119528A1/ru>

3. NACE International. Available online: <http://impact.nace.org/economic-impact.aspx> (accessed on 13 July 2022).

4. Al-Amiery A. A., Al-Azzawi W. K., Isahak W. N. R. W. Isatin Schiff base is an effective corrosion inhibitor for mild steel in hydrochloric acid solution: gravimetric, electrochemical, and computational investigation //Scientific Reports. – 2022. – T. 12. – №. 1. – С. 17773.

5. Talat R. et al. Evaluating the corrosion inhibition efficiency of pyridinium-based cationic surfactants for EN3B mild steel in acidic-chloride media //Coatings. – 2022. – T. 12. – №. 11. – C. 1701.

6. Al-Amiery A. A., Isahak W. N. R. W., Al-Azzawi W. K. Corrosion inhibitors: natural and synthetic organic inhibitors //Lubricants. – 2023. – T. 11. – №. 4. – C. 174.

7. Mihajlović M. B. P. et al. Imidazole based compounds as copper corrosion inhibitors in seawater //Journal of Molecular Liquids. – 2017. – T. 225. – C. 127-136.

8. Al-Amiery A. A., Isahak W. N. R. W., Al-Azzawi W. K. Corrosion inhibitors: natural and synthetic organic inhibitors //Lubricants. – 2023. – T. 11. – №. 4. – C. 174.