INGIBIRLASH XUSUSIYATINI BERUVCHI TARKIBIDA BOR VA AZOT SAQLAGAN ORGANIK MODDALAR SINTEZI.

Qo‘ldoshev Alisher Komil o‘g‘li
Toshkent kimyo-texnologiyalar ilmiy tadqiqot institute tayanch doktorant
E-mail:alisherkuldashev999@gmail.com
Nurqulov Fayzulla Nurmuminovich
Toshkent kimyo-texnologiyalar ilmiy tadqiqot instituti t.f.d. prof.

Annotatsiya: Ushbu maqolada neft-gaz sanoatida keng uchraydigan korroziya jarayonlarini kamaytirish maqsadida **tarkibida bor saqlagan yangi organik ingibitor** sintezi, uning tuzilishi hamda korroziyaga qarshi samaradorligi tadqiq qilingan. Spirtlar va borat kislotasi o‘rtasidagi reaksiyada **borat efirlarining hosil bo‘lish mexanizmi**, optimal stoxiometrik nisbatlar hamda reaksiya sharoitlari aniqlangan. Olingan mahsulotning tuzilishi **IQ-spektroskopiya** yordamida o‘rganilib, B–O–C, C–O–B, B–O kabi funksional guruhlarning shakllanishi tasdiqlangan. Metall namunalar ustida o‘tkazilgan korroziya sinovlari natijasida ingibitorning 0,25 % dan 1,0 % gacha konsentratsiyalarda qo‘llanganda **74,34–91,83 % gacha himoya darajasi** namoyon qilishi aniqlandi. Tadqiqot natijalari yangi sintez qilingan bor saqlagan organik ingibitorning neft-gaz sanoati uchun samarali, yuqori korroziyaga qarshi faollikka ega modda sifatida qo‘llanish imkoniyatini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: borat kislotasi, spirt, **IQ-spektroskopiya, ingibitor, korroziya,** korroziya tezligi, Himoya darajasi.

Аннотация: В данной статье исследованы синтез нового органического ингибитора, содержащего бор, его структура, а также эффективность против коррозии с целью снижения коррозионных процессов, широко распространённых в нефтегазовой промышленности. Установлены механизм образования боратных эфиров в реакции между спиртами и борной кислотой, оптимальные стехиометрические соотношения и условия проведения реакции. Структура полученного продукта изучена методом ИК-спектроскопии, при этом подтверждено формирование таких функциональных групп, как B–O–C, C–O–B и B–O. Коррозионные испытания, проведённые на металлических образцах, показали, что при использовании ингибитора в концентрациях от 0,25 % до 1,0 % достигается степень защиты в пределах 74,34–91,83 %. Полученные данные свидетельствуют о том, что вновь синтезированный органический ингибитор, содержащий бор, обладает высокой антикоррозионной активностью и может быть эффективно применён в нефтегазовой промышленности

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: борная кислота, спирт, ИК-спектроскопия, ингибитор, коррозия, скорость коррозии, степень защиты

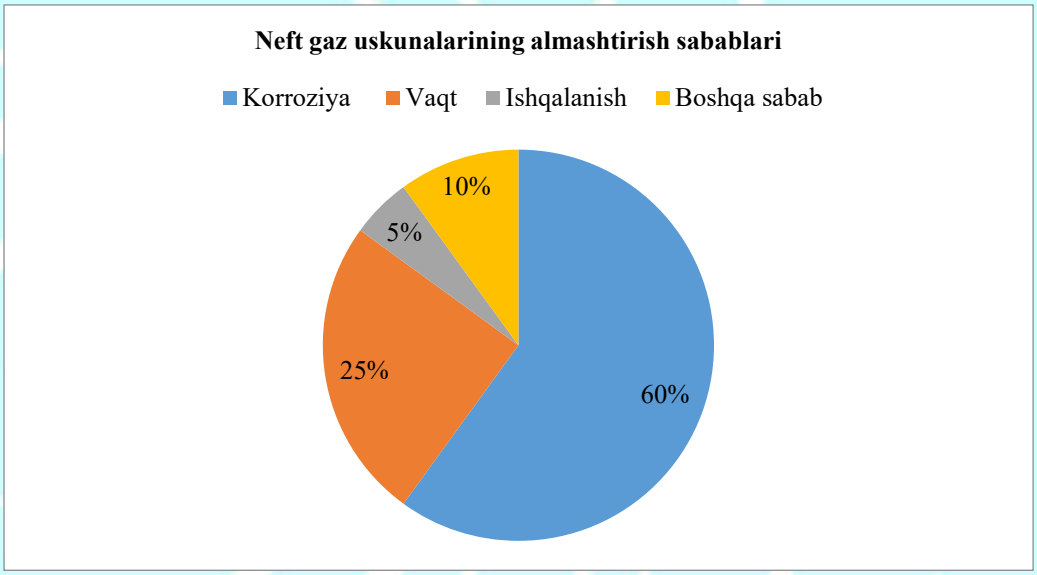
Abstract: This article investigates the synthesis of a new boron-containing organic inhibitor, its structure, and its anti-corrosion efficiency aimed at reducing corrosion processes widely encountered in the oil and gas industry. The mechanism of borate ester formation in the reaction between alcohols and boric acid, optimal stoichiometric ratios, and reaction conditions were determined. The structure of the obtained product was studied using IR spectroscopy, and the formation of functional groups such as B–O–C, C–O–B, and B–O was confirmed. Corrosion tests conducted on metal samples revealed that when the inhibitor is applied at concentrations ranging from 0.25% to 1.0%, a protection efficiency of 74.34–91.83% is achieved. The results demonstrate that the newly synthesized boron-containing organic inhibitor possesses high anti-corrosion activity and has strong potential for effective application in the oil and gas industry

Keywords: boric acid, alcohol, IR spectroscopy, inhibitor, corrosion, corrosion rate, protection efficiency

Kirish.

Neft-gaz korxonalarida uchraydigan ko‘plab baxtsiz hodisalar va iqtisodiy zararlarning asosiy sabablaridan biri bu metallarning korroziyaga uchrashi o‘rganilgan. Neft va gaz sanoatidagi qurulmalarninglarning ishdan chiqishi sabablari 1993 yilda o‘tkazilgan so‘rov natijalari o‘rganilganda, Shimoliy dengizdagi neft va gaz qurulmalarini ta’mirlash uchun ishlab chiqarish platformalariga sarflangan barcha xarajatlarning 60% korroziya natijasida sodir bo‘lgan. Neft va gaz bo‘yicha dunyodagi yetakchi kompaniyalarda o‘tkazilgan 2003 yilgi so‘rovda korroziyaga qarshi yillik xarajat 900 million dollarni deb e’lon qilgan edi. 2006 yilda amalga oshirilgan yana bir so‘rov shuni ko‘rsatdiki, Qo‘shma Shtatlar neft va gaz sanoatidagi korroziyadan yillik qiymati 1,372 milliard dollargacha zarar ko‘rgan. Neft va gaz sanoatida korroziyaning global narxi energiyaga juda yuqori talab sababli yaqin kelajakda yana ham ortib boradi [1].

ISSN 3030-3907



1.1-rasm. Neft va gaz uskunalarining ta'mirlash va almashtirish sabablari.

Ushbu tadqiqot natijalaridan shuni ko'rish mumkinki, neft va gaz qurulmalarini almashtirish va ta'mirlashning asosiy sabablarining 60 % miqdori korroziya oqibatida yuza kelmoqda. 25 % vaqt o'tishi bilan, 5 % ishqalanish va sirpanish bilan, 10 % miqdori boshqa omillar ta'sirida yuzaga kelmoqda [2].

Ushbu muammolarni inobatga olib ilmiy va sanoat tajribalar asosida, neft va gaz quduqlari quvurlarining xizmat muddati davomida quduqning korroziyaga qarshi jarayonlarini ko'rib chiqish uchun kompleks yondashuvda muayyan kamchiliklar borligi aniqlashtirildi. Bundan tashqari, zamonaviy va keng miqyosli yondashuv bilan po'latdan tayyorlangan korpus va quvurlarni turli xil muhitlarda, jumladan, yakunlovchi suyuqlik, suyuq uglevodorodlar ya'ni, benzin, kondensat, industrial yog'da, shuningdek, ishlab chiqarish oqimining kimyoviy muhitga ta'sirchanligi hisobga olindi. Har bir qismda korroziya ingibitorlarining yutuqlari va ularning ingibirlash mexanizmi ilmiy nuqtayi nazardan ko'rib chiqilgan. Shuningdek, ularni in'eksiya qilish, qo'llash va sinovlar operatsion va sanoat jihatdan olib borildi hamda muhokama qilindi. Ushbu tadqiqotlar, shuningdek, tadqiqot natijalari va korroziya ingibitorlaridan foydalanishni o'z ichiga oladi. Ishning asosiy maqsadlarini yaxshiroq tushunish uchun ushbu tadqiqotning dastlabki qismlarida korroziya mexanizmlari va turli yumshatish metodlari qisqacha tahlil qilindi.[3].

Neft-gaz sanoatida ishlatiladigan korroziya ingibitorlari orasida organik plyonka hosil qiluvchi sirt-faol moddalar, xususan katyonik turdagi reagentlar, boshqa sinflarga nisbatan ancha rivojlangan va amaliyotda keng qo'llanmoqda. Plyonka hosil qiluvchi aminlar tarkibida azot yoki ammoniy funksional guruhlariga ulangan gidrofil alkil zanjirlari mavjud. Tarkibidagi azotga ega funksional guruhlar alkil zanjirlaridan farqli ravishda gidrofil xususiyatga ega bo'lib, musbat zaryadlanishi sababli manfiy zaryadlangan metall yuzalariga adsorbsiyalanishi mumkin. Gidrofil qismlar neft molekulalarida eruvchanlikni ta'minlaydi va

ISSN 3030-3907

himoya qatlamining hosil bo‘lishiga olib keladi. Alkil guruhi korroziya jarayonini yumshatish samaradorligini oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Ya’ni, uzunroq alkil dumi ingibitorning yuqoriroq samaradorligiga olib keladi. Yuqori haroratlarda ingibitorlardan foydalanish ko‘pincha samarasiz bo‘ladi yoki ular parchalanib ketishi mumkin, bu esa aksincha korroziya tezligining oshishiga olib keladi. Oxirgi besh yil davomida neftni birlamchi qayta ishlash va neft qazib olish sharoitida po‘lat korroziyasidan himoya qilish uchun qo‘llaniladigan, uglevodorod muhitida eruvchan yuqoridagi moddalarning birikmalari ro‘yxati kengaydi. Shuningdek, metallarni atmosfera korroziyasidan himoya qilishga mo‘ljallangan konservativ materiallar assortimenti ham sezilarli darajada kengaytirildi [4].

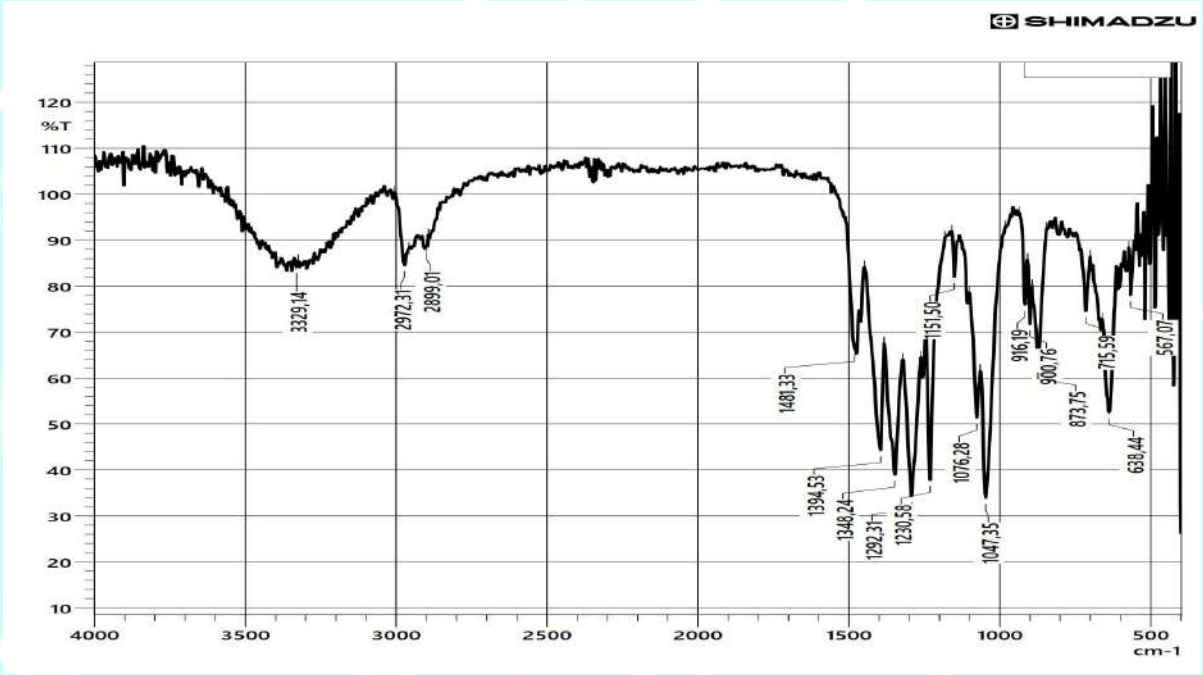
TADQIQOT METODOLOGIYASI. TKTITI laboratoriya sharoitida spirtlar va borat kislotasi asosida korroziyaga qarshi xususiyatga ega bo‘lgan yangi organik ingibitor birikmasi sintez qilindi. Sintez jarayonida optimal stoxiometrik nisbatlar, reaksiyaning harorat va vaqt omillari, shuningdek katalitik sharoitlar o‘rganildi. Olingan mahsulotning tarkibida bor elementining mavjudligi uning funksional faolligini oshiruvchi asosiy omil sifatida namoyon bo‘lib, bor kislotasi bilan polifunksional spirtlar o‘rtasida borat efirlari shakllanishi kuzatildi.

Reaksiya davomida ajralib chiqqan suv bug‘lari qaytaruvchi sovitgich orqali sovitilib, Din-Stark apparatida yig‘ildi. Suvni uzluksiz olib tashlash orqali reaksiya muvozanati mahsulot tomon siljidi va efirlash samaradorligi oshdi. Sintez jarayonida bor, kislorod va uglerod atomlarining o‘zaro kimyoviy bog‘lanishi natijasida murakkab fazoviy tuzilmaga ega bo‘lgan borat eferi hosil bo‘ldi. Ushbu struktura polifunksional bog‘lanishlar, jumladan B–O va C–O tipidagi o‘ziga xos kimyoviy fragmentlarning shakllanishi bilan tavsiflanadi. Mazkur fazoviy konfiguratsiya molekulaning barqarorligini oshirib, uning sirtga adsorbsiyalanish xususiyatlarini yaxshilaydi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Tarkibida bor saqlagan organik ingibitorning korroziyadan himoyalovchi xususiyatlarini baholashning dastlabki bosqichida uning IQ-spektroskopik tahlillari o‘tkazildi. Tadqiqotlar Yaponiyaning **SHIMADZU** kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilgan zamonaviy IQ-fyure spektrometrida 400–4000 sm^{-1} diapazonda amalga oshirildi. Mazkur diapazon funksional guruhlar tebranishlarini aniqlash uchun optimal bo‘lib, organik va organo-borli birikmalarning asosiy valent va deformatsion tebranishlarini qayd etish imkonini beradi.

Dastlab spirtlar va borat kislotasi asosida olingan moddani IQ – spektrlari olinib tahlil qilindi (1-rasm).

ISSN 3030-3907



1-rasm. EGB-2 markali korrroziya ingibitorning IQ spektri

Cho‘qqi (sm^{-1})	Funksional guruh	Qisqa izoh
3329	O–H	Vodorod bog‘langan O–H mavjud; spirt qoldig‘i yoki ichki bog‘lanishlar.
2972, 2899	C–H (alkil)	Molekulada organik alkil zanjirlari mavjud.
1481–1394–1348	B–O–C / C–O–B	Borat efiri hosil bo‘lganini tasdiqlovchi asosiy signallar.
1223–1203	C–O / C–O–B	Esterifikatsiya jarayoniga xos; borat efir strukturasini ko‘rsatadi.
1076–1047	C–O / C–O–B	Murakkab borli organik tuzilmani tasdiqlaydi.
960–873–751–683–567	B–O deformatsiyasi	BO_3/BO_4 tipidagi borli fragmentlar mavjud.

Tadqiqot uchun metall namunalar tayyorlab olindi va GOST 9.905.82 amaldagi talablar bo‘yicha tekis yuzali metall (plita) materiallaridan foydalanish talab etiladi. Tajriba boshlanishidan avvalgi namuna massalari:

Ingibitorsiz muhitda:

M_1 =452,6 mg=0,4526g

0,25 % miqdordagi EGB-2 markali ingibitorli muhitda: M_2=481,2 mg= 0,4812 g;

0,5 % miqdordagi EGB -2 markali ingibitorli muhitda: M_3=437,4 mg=0,4374 g;

0,75 % miqdordagi EGB -2 markali ingibitorli muhitda: M_4=408,3 mg=0,5019 g.

ISSN 3030-3907

1 % miqdordagi EGB -2 markali ingibitorli muhitda: M_4=465,3 mg=0,4653 g.

Sinov qurilmasidagi atmosfera bosimi 120 soat davomida 4 xil konsentratsiyada amalga oshirildi. Namunalar muhitga joylashtirilgan momentdan boshlab sinov muddati hisobga olinadi. GOST 9.905.82 belgilangan me'yorlarga tayangan holda sinov muddati belgilanadi. Optimal qiymatni topish maqsadida ingibitor konsentratsiyasi bosqichma-bosqich oshirib boriladi va har bir bosqichda sinovlar amalga oshiriladi.Tajribadan keyingi namunalarning massalari:
ingibitorsiz muhitda:
M_1=321,5 mg=0,3215g;
0,25% miqdordagi EGB-2 markali ingibitorli muhitda: M_3=446,0 mg=0,4460 g;
0,5 % miqdordagi EGB-2 markali ingibitorli muhitda: M_4=416,5 mg=0,4165 g;
0,75% miqdordagi EGB-2 markali ingibitorli muhitda: M_4=392,7 mg=0,3927 g;
1 % miqdordagi EGB-2 markali ingibitorli muhitda: M_2=454,3 mg=0,4543 g;
Bunda namunalarning sirt yuzasi=0,0302-0,0345 m^2.

1-jadval

Ingibitorlarning korroziya tezligi va himoya darajalari aniqlash

Na'muna raqami	Namuna yuzasi S,m^2	Sinovdan oldingi na'muna massasi M,g	Sinovdan keyingi na'muna massasi M,g	Namuna massasi yo'qotili shi, M_1-M_2,g	$V_{n.i}$ Ingibitorsiz muhitdagi korroziya tezligi, g/ m^2*s	V_i Ingibitorli muhitdagi korroziya tezligi, g/ m^2*s	Himoya darajasi (Z)%
Ingibitorsiz	0,0318	0,4526	0,3215	0,1311	0,0343	-	-
0,25%	0,0332	0,4812	0,4460	0,0352	-	0,0088	74,34
0,5%	0,0309	0,4374	0,4165	0,0209	-	0,0056	83,67
0,75%	0,0295	0,4083	0,3927	0,0156	-	0,0044	87,17
1%	0,0320	0,4653	0,4543	0,0110	-	0,0028	91,83

Ingibitorlarning korroziya tezligi va himoya darajasi sinov natijalari yordamida aniqlanadi. Ingibitorli muhitda himoya darajalari 0,25%, 0,5%, 0.75%, 1,0% miqdolariga mos ravishda 74,34%, 83,67%, 87,17% va 91,83% larni tashkil qiladi.

XULOSALAR VA TAKLIFLAR

Tadqiqot davomida spirtlar va borat kislotasi asosida **tarkibida bor saqlagan yangi organik korroziya ingibitori** sintez qilindi. Reaksiya jarayonining stoxiometrik nisbatlari, optimal harorat va vaqt sharoitlari aniqlanib,

ISSN 3030-3907

borat efirlarining hosil bo‘lishi IQ-spektroskopik tahlillar orqali tasdiqlandi. Spektrdagi B–O–C, C–O–B, B–O tebranishlarining mavjudligi sintezlangan moddaning murakkab fazoviy tuzilishini ko‘rsatadi hamda uning metall sirtiga adsorbsiyalanish qobiliyatini oshiruvchi omil sifatida namoyon bo‘ladi. Metall namunalarda olib borilgan sinovlar natijalariga ko‘ra, yangi ingibitor 0,25–1,0 % kontsentratsiya oralig‘ida yuqori samaradorlik ko‘rsatdi. Korroziyaning kamayish darajasi 74,34 % dan 91,83 % gacha yetishi moddaning real sanoat sharoitlarida qo‘llash uchun yetarli potensialga ega ekanini isbotlaydi. Olingan natijalar mazkur borli ingibitorning neft va gaz sanoati qurilmalarini korroziyadan himoyalashda istiqbolli kimyoviy reagent ekanligini ko‘rsatadi.

Sintezlangan ingibitorni sanoat sinovlaridan o‘tkazish va neft-gaz quduqlari, quvurlari hamda separator tizimlarida qo‘llash imkoniyatlarini kengroq baholash tavsiya etiladi. Ingibitorning **haroratga chidamliligi, yuqori bosim ostida barqarorligi** va turli agressiv muhitlarga (H_2S, CO_2, xloridlar) nisbatan samaradorligini yanada chuqur o‘rganish zarur. Moddaning **adsorbsiya mexanizmini molekulyar darajada** o‘rganish uchun qo‘shimcha spektroskopik (NMR, Raman) va hisoblash (DFT) tadqiqotlarini olib borish maqsadga muvofiq. Ingibitorning ekologik xavfsizligi va parchalanish xususiyatlarini baholash orqali **atmosfera va suv muhitlariga ta’sirini minimallashtirish** bo‘yicha tadqiqotlar olib borish tavsiya etiladi. Ingibitorni qo‘llash bo‘yicha optimal doza, in’eksiya rejimi, erituvchilar tanlovi va iqtisodiy samaradorlikni aniqlash maqsadida **texnologik reglament** ishlab chiqish lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. I.B.Obot./ High temperature sweet corrosion and inhibition in the oil and gas industry: Progress, challenges and future perspectives/ 2020, p.3.
2. I.S.O. ISO, 16530-1-Petroleum and Natural Gas Industries — Well integrity — Part 1: Life Cycle Governance, 2017, p. 124.
3. M.A. Quraishi, D.S. Chauhan, Heterocyclic Organic Corrosion Inhibitors: Principles and Applications, Elsevier Inc, Amsterdam, 2020, p.2.
4. Тронова Э./Дисс. Амиды и соли алифатических кислот — ингибиторы коррозии черных и цветных металлов в углеводородных и водных средах/2016, 5-9 с.
5. Эшмаматова Н.Б. Новое поколение ингибиторов коррозии на основе фосфорсодержаших соединений / Композиционные материалы-2011- С-37-39.

ISSN 3030-3907