

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA

MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

Qo'lyozma huquqida

UDK 541.123+546.135

AZAMATOV O'TKIRBEK RASHIDOVICH

**Zn-OEDF INGIBITORI SINTEZ JARAYONLARI VA XOSSALARINI
O'RGANISH**

Mutaxassislik: 5A320402 – Organik moddalar kimyoviy texnologiyasi (ishlab
chiqarish turlari bo'yicha)

Magistrlik darajasini olish uchun yozilgan

Dissertatsiya

Ilmiy rahbar - t.f.d, professor:

Ikramov A.

Toshkent-2018

MUNDARIJA

MUNDARIJA	2
KIRISH.....	3
I BOB. ADABIYOTLAR SHARHI	8
1.1. Mineral tuz to'planishi ingibitorlari tayyorlash komponentlari.....	8
1.2. Ingibitor kompozitsiyalari tayyorlash bo'yicha olib borilgan ishlar	19
1.3. Ruxli komplekslar sintezi va ular asosida kompozitsion ingibitorlar tayyorlash	23
Bob yakuni bo'yicha xulosa	31
II BOB. TADQIQOTNING METODIKASI VA ISHNING AMALIY QISMI BAYONI	32
2.1. Mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitor kompozitsiyasini tayyorlashda qo'llaniladigan xomashyo moddalar tavsifi.....	32
2.2. Oksietilidendifosfon kislotasining ruxli kompleksini initsiator ishtirokida sintez qilish usuli.....	33
2.3. Mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlarni olish usuli.....	33
2.4. Tadqiqot ishlarini olib borishda qo'llanilgan fizik-kimyoviy tahlil usullari	36
III BOB. NATIJALAR TAHLILI.....	41
3.1. Zn-OEDF sintezi jarayoni va unga ta'sir qiluvchi omillar	41
3.2. Ingibitorlar kompozitsiyasi tayyorlash va ularning ingibitorlik xossasini o'rganish.....	48
3.3. Etanolaminlarning ingibitorlik xossasi va ular asosidagi kompozitsiya..	54
3.4. Zn-OEDF va uning asosida mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitor sintez qilish texnologiyasi	60
XULOSA.....	62
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR	63

KIRISH

Mavzuning asoslanishi va dolzarbligi. Hozirgi kunda mamlakatimizni barcha sohalar bo'yicha kompleks ravishda o'sib borayotganini kuzatishimiz mumkin. 2017 yilda 7 fevralda qabul qilingan "2017-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning 5 ta ustuvor yo'nalishi bo'yicha harakatlar strategiyasi" bunda katta ahamiyat kasb etmoqda [1]. Iqtisodiyotimizni jadal suratlar bilan o'sishini ta'minlash maqsadida ishlab chiqarishni innovatsion-texnologik jihatdan takomillashtirish, yangi zamonaviy fan yutuqlaridan foydalangan holda ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, import o'rnini bosuvchi mahalliy xomashyolar asosida olingan mahsulotlardan foydalanishni joriy qilish, tayyor mahsulotlarni jahon standartlari talablariga javob berishini ta'minlash va nazorat qilish kabi masalalar ilgari surilmoqda [2].

Iqtisodiyotni o'sishiga xizmat qiladigan mahalliy xomashyolardan samarali foydalanish, chiqindisiz texnologiyalar joriy qilish kabi dolzarb masalalarni kimyo texnologiya sohasi mutaxassislari o'zlarining ilmiy-tadqiqot ishlarida o'rganib, yechim topishmoqda.

Hozirgi kunda kimyoviy ishlab chiqarish korxonalarining ko'pchiligida, neft qazib chiqarish, neftni qayta ishlash, elektr ishlab chiqarish tarmoqlarida va boshqa ko'plab sohalarda suvli tizimlarda ishlovchi qurilmalar – isitgichlar, bug'latgichlar, bug' generatorlari, issiqlik ta'minotiga ega reaktorlardan foydalaniladi. Ushbu qurilmalarda vujudga keluvchi asosiy muammolar arzon issiqlik tashuvchi agent sifatida suvning ko'p miqdorda sarflanishi va suvning korrozion ta'siri mavjudligi hisoblanadi. Ushbu muammolar oqibatida yuzaga keluvchi zararni kamaytirishda suvli tizimlarni takomillashtirish, mineral tuz to'planishiga va korroziyaga qarshi ingibitorlardan foydalanish mumkinligi ko'plab adabiyotlarda keltirib o'tilgan.

Mamlakatimiz va xorijiy davlatlar olimlari tomonidan korroziya va mineral tuz to'planishiga qarshi bir qancha turdagi ingibitorlar taklif etilgan. Bizning

mamlakatimizda bu kabi ingibitorlarga bo'lgan talab 5 ming tonnadan ziyodni tashkil etadi. Bu kabi ingibitorlarni ishlab chiqarish sanoatining mamlakatimizda mavjud emasligi sababli, ular import evaziga keltiriladi. Rivojlangan davlatlarda korroziyaga qarshi Dodikor-4543; Dodikor-4712; Danox C1-252, Sepacorr ts 3201; K-I 75w; Danox-CS 102B va mineral tuz to'planishiga qarshi IOMS-1 (4\$/kg); OEDF (7\$/kg); NTF-3, HELAMIN (16-18\$/kg) va boshqa turdagi ingibitorlardan foydalaniladi. Ushbu ilmiy-tadqiqot ishida asosiy e'tiborni mahalliy xomashyolar asosida import o'rnini bosuvchi korroziya va mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlar olishga qaratildi.

Tadqiqot obyekti. IOMS-1, OEDF, HELAMIN kabi tarkibida bir qancha fosfororganik birikmalardan tarkib topgan kompozitsion ingibitorlar, ularning asosiy komponentlari – NTF va OEDF kislotalari, ularning ruxli kompleksionatlari.

Tadqiqotning predmeti. OEDFning ruxli kompleksini olish jarayoni, olingan mahsulotlar, ishlab chiqarishda qo'llanilayotgan ingibitorlar va ishlab chiqarishning ikkilamchi mahsulotlaridan foydalangan holda kompozitsion ingibitorlar tayyorlash, hamda, olingan mahsulotlar va kompozitsiyalarning korroziyaga qarshi va mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitor sifatida qo'llanilishi.

Tadqiqotning maqsadi. Mahalliy xomashyolar asosida sanoat qozonlar va suvli tizimlarida qo'llash mumkin bo'lgan yangi samarali korroziya va mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlar kompozitsiyalari olish texnologiyasini ishlab chiqish. Ularning fizik-kimyoviy va korroziya va mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlar sifatida qo'llanilish imkoniyatlarini o'rganish.

Tadqiqotning vazifalari:

- mahalliy xomashyolar asosida ingibitor kompozitsiyalari tayyorlash jarayonini o'rganish;

- olingan kompozitsiyalarning fizik-kimyoviy xossalari va qo'llanilish sharoitlarini o'rganish;
- import evaziga keltiriladigan ingibitorlar o'rnini bosuvchi va mahalliy xomashyolar asosida ishlab chiqarishga asoslangan chiqindisiz, ekologik toza, tejamkor texnologiya ishlab chiqish.

Ilmiy yangiligi. OEDF kislotaning ruxli kompleksonatlarni ko'p atomli spirtlar va limon kislotasi ishtirokida sintez qilish jarayonini o'rganildi. Olingan mahsulotlari va PKI-3, MEAKQ, EFK va boshqa mineral tuz to'planishi va korroziyaga qarshi ingibitorlari asosida ingibitor kompozitsiyalari tayyorlandi va ularning xossalari o'rganildi.

Tadqiqotning asosiy masalalari va farazlari. Tadqiqotda olingan ingibitorlar kompozitsiyasini xo'jalikda, sanoatda va boshqa barcha sohalaridagi suvli tizimlarda qo'llanilganda qurilmalarning umri uzayishi mumkinligi ko'zda tutilmoqda.

Tadqiqot mavzusi bo'yicha adabiyotlar sharhi (tahlili). Adabiyotlarda kompozitsion tizimlar olish va fizik-kimyoviy tadqiq qilish bo'yicha ko'plab izlanishlar olib borilganligi tahlil qilindi. O'zbekistonlik olimlardan F. Kurbanov, A. Alovitdinov, D. Yusupov, V.P.Guro, X.E.Kodirov mineral tuz to'planishiga va korroziyaga qarshi ingibitorlar olish bo'yicha olib borgan ilmiy izlanishlari o'rganildi.

Yaqin xorijiy davlatlar olimlari (V.Y.Temkin, N.V.Sirkulnikova, G.F.Yaroshenko, F.F.Cheusov, B.N.Driker, A.S.Mixailev va boshqalar) tomonidan korroziya va mineral tuz to'planishiga qarshi yuqori samarali universal ingibitorlar olish bo'yicha olib borilgan ilmiy izlanishlar o'rganib chiqildi.

Tadqiqotda qo'llanilgan metodikaning tavsifi. Kimyoviy tahlil usullari – element tahlil, titrlash, suvning qattiqligini, ishqoriyligini va kislotaliligini aniqlash, tayyor mahsulot tarkibidagi xomashyo miqdorini aniqlash; fizik-kimyoviy tahlil usullari – IQ-spektroskopiya, potensiometrik titrlash, xrom-mass-

spektroskopiya, termogravimetriya, elektro-paramagnit rezonans (EPR), gaz-suyuqlik xromatografiyasi va boshqalar.

Tadqiqot natijalarining nazariy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati import o'rnini bosuvchi mahalliy xomashyolar asosida ingibitorlar olish jarayoni kimyosi o'rganildi, olingan mahsulotlarning fizik-kimyoviy tahlili va amaliyotga tatbiq qilinish imkoniyatlarini o'rgangan holda ingibitorlar tarkiblari tayyorlash bo'yicha aniq xulosalar qilindi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati korroziyaga va mineral tuz to'planishiga qarshi sintez qilingan yangi ingibitor kompozitsiyalarini yopiq suvli tizimlarda, suv ta'minotida va shu bilan bir qatorda neftni qazib chiqarish va qayta ishlashda qo'llash mumkinligi o'rganildi.

Ish tuzilmasining tavsifi. Magistrlik dissertatsiya ishi kirish qismi, 3 bob, xulosa va takliflar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxatidan iborat. Dissertatsiyani hajmi 71 betni tashkil qiladi va uni tayyorlashda 8 ta jadval va 4 ta rasm keltirildi, 90 ta adabiyot manbalaridan va internet ma'lumotlaridan foydalanilgan.

SIMVOL, TERMIN VA QISQARTIRILGAN SO'ZLAR, SHARTLI BELGILAR RO'YXATI

OEDF (OEDFK)– oksietilidendifosfon kislota,

GMFN– geksametafosfat,

NTF – nitriltrimetilfosfon kislota,

DPF– 2-oksipropilendiamino-N,N,N',N',-tetrametilenfosfon kislota

ISB – biologik faol birikmlarga va mineral tuz to'planishiga qarshi
ingibitor kompozitsiyasi

IOMS- mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitor (ингибитор отложения
минеральных солей)

PAA – poliakrilamid,

TPFN – natriy tripolifosfat,

PAF- polietilenpoliamin-N-metilfosfon kislota,

OMED – 2-dimetilaminometilenfenol,

TSh, TY- Texnik shart,

Zn-OEDF – oksietilidendifosfon kislota ruxli kompleksi,

PKI-3 – poliaminokrotonol,

MEAKQ – monoetanolaminni haydash kub qoldig'i,

MEA – monoetanolamin,

DEA – dietanolamin,

TEA – trietanolamin,

EFK – ekstraksion fosfor kislota

I BOB. ADABIYOTLAR SHARHI

1.1. Mineral tuz to'planishi ingibitorlari tayyorlash komponentlari

Energetik qurilmalarda suvda erigan moddalar ko'plab salbiy ta'sirlar keltirib chiqaradi. Bu asosan ichimlik suvi bilan ishlovchi issiqlik almashinish qurilmalarida kalsiy va magniy tuzlaridan tarkib topgan mineral tuz qoplamalarinnig hosil bo'lishi bilan bog'liq.

Mineral tuz to'planishiga qarshi kurashish – energetik qurilmalardagi suvni jarayonda qo'llash uchun birlamchi ishlov berib tayyorlash orqali yechilishi mumkin bo'lgan eng asosiy masaladir. Buning natijasida qurilma devorlari bo'ylab mineral tuz qoplamalari hosil bo'lishi natijasida qurilmaning ish samaradorligi pasayishi va tezda ishga yaroqsiz holatiga kelishi yuzaga keladi [3].

Issiqlik almashinish devorlari yuzalari bo'ylab mineral tuz to'planishini kamaytirishga suvni birlamchi qayta ishlashda ion almashinuvchi qurilmalar yoki suvni mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlar yordamida qayta ishlash orqali stabillash orqali erishish mumkin. Bunda ichimlik suvi va unga kimyoviy qayta ishlov berish orqali tarkibidagi mineral tuz hosil qiluvchi ionlardan tozalanadi [4].

Natriy-kationlash orqali suvni yumshatishning kamchiliklari keltiriladigan tuzni uzluksiz ravishda yetkazib berishni talab etilishi, kimyoviy tozlash jarayonining boshqa ehtiyojlari uchun toza ichimlik suvining qo'llanilishi va suv havzalarining ko'plab miqdorda xloridlarsaqlagan oqava suvlar bilan ifloslanishi hisoblanadi. Bunda vaqt o'tishi bilan qozonlardagi tuzlar bilan boyigan suvlarni utilizatsiya qilish neytrallash katta ekologik zararni yuzaga keltiradi. Shu bilan birga oqava suvlarni qayta ishlash va utilizatsiya qilish bo'yicha taklif etilayotgan ishlarning ko'pchiligi suvni birlamchi qayta ishlash jarayonidan ham ko'ra ko'proq mablag' talab etmoqda. Hozirgi kundagi iqtisodiy va ekologik talablar suvni yumshatishda alternativ usullardan turli texnologik yechimlardan foydalanishni taqozo etadi.

Suvli tizimlarda mineral tuz to'planishiga qarshi kurashish uchun noorganik polifosfatlar bilan fosfatlash va H_2SO_4 bilan oksidlash usullarida suvni qayta ishlash yaxshi samara berishi o'rganib chiqilgan. Ushbu an'anaviy usulning kamchiligi faqat past karbonat qattqlikdagi eritmalarni stabillash mumkin bo'lgan, sababi tizimga qo'shilgan polifosfatlar gidrolizga uchrab, fosfatli shlamlar hosil qiladi. Ammo bu suvni stabillash uchun yangi reagentlar ochish uchun asosiy yo'nalish bo'ldi.

Fosfor saqllovchi kompleksnlarning suvni stabillashda qo'llanilishi o'tgan asrning 70-yillarida boshlandi. Shuni aniqlandiki, mineral tuz to'planishiga qarshi ingibirlash samaradorligi substexiometrik effektga asoslangan. Substexiometrik efekt XX asrning so'nggi 30 yilida kashf qilingan bo'lib, bunda natriy geksametafosfatni tadqiq qilingan: 10 million ulushga 1 ulush modda qo'shilganda (ppm, 10^{-4} %) tarkibdagi kalsiy karbonatni to'yingan eritmada qattiq faza bo'lib ajralishini biroz sekinlashtirganligi (ingibirlaganligi) aniqlangan. O'sha vaqtdan beri polifosfatlar ishlab chiqarish suvli tizimlarida mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlar sifatida qo'llanilib kelinmoqda. Keyinchalik uning analogik samarali vakili fosfon kislotalari ham ingibitorlik xossasini namoyon qilishi aniqlandi.

Stexiometriya effekti (пороговый эффект) atamasi noorganik tuzlarning to'yingan eritmalarda substexiometrik nisbatda (mikrodozalarda) olingan ingibitorlar ta'sirida cho'kma hosil bo'lishining oldini olish holatiga aytiladi. Shuni ta'kidlash lozimki, noorganik fosfatlardan ko'ra fosfonatlarning samaradorligi 5-10 barobar yuqori.

Fosfonatlar suvli eritmalarda kasliy karbonatlar, sulfatlar va fosfatlari kabi kam eruvchi birikmalarni cho'kma holatiga o'tishiga ham to'sqilik qilish xossasiga ega ekanligi aniqlangan. Fosfonatlarning mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlik samaradorligi cho'kmaning va ingibitorning tabiatiga bog'liq holda o'zgaradi. Ba'zi hollarda OEDF kalsiy sulfatga nisbatan kamroq samara bo'lishiga qaramasdan kalsiy karbonatga qarshi samarali ingibitor xossasini

namoyon qiladi va shu bilan bir qatorda kalsiy fosfat cho'kmasini hosil bo'lishinign oldini olishda ham yuqori samaradorlikka ega.

Inbirlanayotgan suvning tarkibiga ko'ra talab etiladigan ingibitorning konsentratsiyasi 0,25 – 2,0 mg/l oraliqni tashkil etadi. OEDF konsentratsiyasi 5–10 mg/l ga qadar oshirilganda karbonat qattiqligi 10,4 mg-ekv/l bo'lgan artezian suvlarini stabillashda ijobiy samara berganligi aniqlangan. Umumiy ishqoriyligi 14 – 16 mmol-ekv/l miqdorda bo'lgan eritmalarning biroz xiralashishi kuzatilgan ammo bunda CaCO_3 kristallari aniqlanmagan.

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida shuni aniqlandiki, suvli tizimlarda suv harorati sovuq bo'lganda va material sifatida mis yoki po'lat ishlatilganda qo'shiladigan ingibitorimizni tavsiya qilingan konsentratsiyalarda qo'shilishida korroziyaga qarshi hech qanday qarshi ta'sir o'tkazmaganligi aniqlangan.

Shuni ta'kidlash lozimki, ingibitor/kalsiy mol nisbatlarining ingibirlash jarayoniga ta'siri monoton emas. Juda kam miqdordagi fosfonat qo'llanilganda ingibitor kristallanishni sekinlashtira olmaydi va tizimda cho'kmalar hosil bo'lishi kuzatiladi. Undan so'ng ingibitor miqdorini nisbatan yanada oshirilganda A substexiometrik ingibirlash sohasi yuzaga kelib, barqaror kolloid sistemalar hosil bo'ladi. Fosfonat konsentratsiyasini yanada orttirilganda esa yana "Bir jinsli bo'lmagan" B soha yuzaga keladi, bu esa kolloid tizimlarning barqarorligini o'zgartirib, yana ingibitorlik samaradorligini pasaytiradi. Bu soha kam o'rganilgan. Ingibitor konsentratsiyasini mol nisbatlari $[\text{ing.}/\text{Ca}] > 1$ bo'lgan holatda esa sistema haqiqiy aralashma holati C sohaga o'tadi va stexiometrik ta'sirlashadi (kompleks hosil qilish, sekvestirlash, maskalash). Ushbu sohada eritma tarkibidagi kalsiy miqdorini oddiy titrlash usuli bilan aniqlab bo'lmay qoladi.

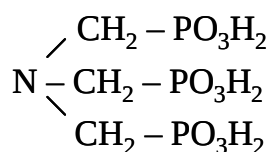
Tajribalar natijalari shuni ko'rsatadiki, fosfonatlar mavjud karbonat cho'kmalarini parchanishini ham keltirib chiqaradi: fosfonatlar ishtirokida CaCO_3 kristallarining qayta qurilishi sodir bo'ladi, alohida kristallarning o'sishi esa

mexanik kuchlanish ta'sirida qatlam hosil qiladi. Fosfonatlarning ushbu xossasi “bir vaqtning o'zida” qurilmani mavjud tuz cho'kmalaridan tozalashda qo'llash imkoniyatini yaratadi. Ammo ushbu holat konsentratsiyaning B sohasida yuz beradi va buni amalga oshirish katta tavakkal qilishga sabab bo'ladi.

Chet el firmalari tomonidan jahon bozoriga katta miqdorda ko'plab nomdagi ingibitorlar ishlab chiqariladi. Asosiy ishlab chiqaruvchi tashkilotlar AQSh: “Monsanto Co” (Dekvest preparati), “Nalco” (Visko preparati), “Petrolite Corp” (SP preparati), Fransiyaning: “Joh A. Benekiser”, Shvetsariyaning “Esso” (Koreksit preparati), “Ciba – Geigy Ltd” firmasining angliyadagi filiali va boshqalar.

Eng keng qo'llaniladigan samarali, termik barqaror ingibitorlar (170–200°C) kompleksonlar, fosfon kislotalar asosida ishlab chiqariladi: NTF, OEDF, 2-oksiipropilendiamino-N,N,N,N-tetrametilenfosfon kislotalari (DPF-1) va boshqalar. Ular mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlik xossasini namoyon qilishi bilan bir qatorda issiqlik almashinish yuzalaridagi mineral qatlamlarni ham yo'qotish xossasiga ega.

NTF $C_3H_{12}NO_9P_3$, “ISB-1” nomli mahsulot sifatida ishlab chiqariladi, suvda yaxshi eriydi, oq rangdagi kristall kukun [5].



Turg'unlik harorati – 8,4°C (50 % li eritmasi). $t=20^\circ\text{C}$ dagi qovushqoqligi 0,0155 Pa·s ni tashkil etadi, pH=0,1 (25 % li eritmasi). Aerosol holatida o'zidan o'zi alanganish harorati – 370°C ni, aerogel holatida esa –320°C ni tashkil etadi.

NTF ko'plab kationlar bilan mustahkam komplekslar hosil qiladi va kuchli kislotalarga xos barcha xossalarni namoyon qiladi. Suvni tizimda qo'llash uchun tayyorlashda 4-5 g/m³ miqdorda qo'llanilganda samarasi yuqori bo'ladi.

NRF asosida ko'p komponentli ingibitor "Difalon", "Inkredol", "IOMS-1", "Sinol IS-001" va boshqalar olinadi [6]. Ushbu ingibitorlar ichidan eng istiqbollisi "Inkredol" hisoblanadi. U yashil-sariq rangdagi suyuqlik bo'lib, kompleks hosil qiluvchi va kristallarni parchalovchi xossalarga ega. Inkredol-1 ni tayyorlashda NTFga uning mineral suvlar bilan moslashuvchanligini yaxshilovchi, застывания haroratini pasaytiruvchi va korrozion faolligini pasaytiruvchi qo'shimchalar qo'shiladi. Maksimal samaradorlikka 10-20 g/m³ konsentratsiyada qo'llanilganda erishiladi.

Inkredol-1 (TSh 6-09-5363-87 asosida ishlab chiqariladi) – NTF asosidagi ko'p komponentli (nitriltrimetilfosfon, metiliminodimetilfosfon, fosfat kislotasi, karbamid, ammiak, korroziya ingibitori kislotalari aralashmasidir) ingibitor hisoblanadi. Yashil-sariq rangdagi suyuqlik bo'lib, tarkibida asosiy komponentning ulushi 25-35% ni tashkil etadi. 20°C dagi zichligi 1,4 g/sm³, suvda yaxshi eriydi. Kompzitsiyaga etilenglikol va korroziya ingibitorlar ham kiritilgan. Shu sababli uning muzlash harorati –50°C ni tashkil etadi, korroziya tezligi esa 0,3 mm/yil ni tashkil etadi [7].

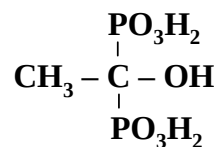
Neftni qayta ishlash va qazib chiqarish korxonalaridagi uskuna va jihozlarda kalsiy karbonat va sulfatlar cho'kmalarining hosil bo'lishiga qarshi qo'llash tavsiya etiladi [8]. Reagentning maksimal samardorlik beradigan konsentratsiyasi 10-20 g/m³ ni tashkil etadi. Kam zaharli, yonuvchan emas, kasliy ionlari 35 g/l bo'lgan plast suvlari bilan ham yaxshi moslashadi [9, 10].

Hozirgi vaqtda asosi Inkredol-1 ga asoslangan, neft qazib chiqarishda qo'llaniladigan samarali ingibitorlar olishda qo'llash uchun bir qancha tarkiblar ko'rib chiqildi.

OEDF fosfororganik kislotalarning muhim vakili bo'lib. Komplekson deyarli barcha kationlar bilan, shu jumladan ishqoriy va ishqoriy yer metallari kationlari bilan ham komplekslar hosil qiladi. Tuzilishi, turi va funksional

guruhlari soni uning molekulyar massasiga va kompleksionatning ingibirlash xossasiga ta'sir qiladi [11].

OEDF TSh 2439-363-05763441-2002 asosida ishlab chiqariladi, uning empirik formulasi $C_2H_8O_7P_2$:



OEDF – oq kristall kukun holatida, hidsiz, kam zaharli, suvda, kislotada, spirtlarda, ishqorda, metanol va etanolda yaxshi eriydi.

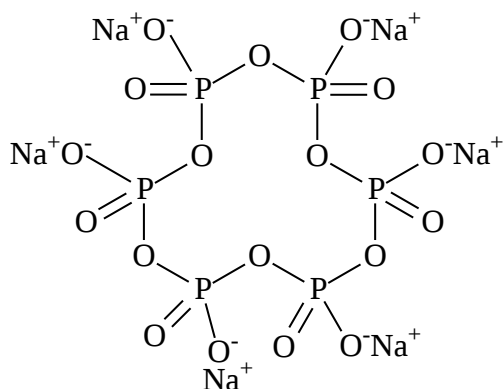
Molekulyar massasi 206,02; 50 % li suvli eritmasining застывания harorati $16,5^{\circ}C$ ni tashkil etadi, aerosol aralashmasining o'zidan o'zi alangalanish harorati $340^{\circ}C$ ni, erogeliniki esa $221^{\circ}C$ ni tashkil etadi. Qovushqoqligi $20^{\circ}C$ haroratda 0,0156 Pa·s ni tashkil etadi. OEDF ishqoriy yer va amfoter metallar kationlari bilan ham mustahkam komplekslar hosil qila oladi. OEDF neftni qazib chiqarishda, ochiq suvli tizimlarda, yopiq aylanma suv tizimlarida, issiqlik elektrostansiyalarida, yopiq tizimli isigtichlarda, issiq suv ta'minotlarida ingibitor sifatida qo'llaniladi, kimyo va tekstil sohasida kompleks hosil qiluvchilar sifatida, qishloq xo'jaligida o'simliklardagi ba'zi kasalliklarga qarshi kurashishda va turli sanoat qurilmalarini hosil bo'lgan mineral tuz qoplamalaridan tozalashda, sellulozani oqartirishda ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlarning fizik-kimyoviy xususiyatlariga qat'iy talablar qo'yilgan. Ulardan asosiylari – mineral tuz to'planishi jarayonini yuqori samarali ingibirlash xossasi, past haroratda muzlash xossasi ($-50^{\circ}C$), past korrozion agressivlik ko'rsatkichi, kam zaharlilik, plast suvlari bilan moslashuvchanligi, neftni qazib olish jarayonlariga manfiy ta'sirlarining yo'qligi, yaxshi adsorbsion va sekin desorbsion xususiyatlari mavjudligidir.

SNPX-5301 – MChJ “Soyuzneftepromxim” tomonidan ishlab chiqilgan mineral tuz to’planishiga qarshi ingibitor. Ushbu ko’p komponentli ingibitorning asosi OEDF hisoblanadi. Uning tarkibiga ingibitor xossalarini yaxshilash maqsadida – ammiakning suvdagi eritmasi, glikollar va boshqa komponentlar qo’shimcha sifatida qo’shiladi. SNPX-5301 yozgi va qishki tovar mahsuloti sifatida sotuvga chiqariladi. Mineral suv tarkibidagi kalsiy karbonat va sulfat, bariy sulfat kabi mineral tuz cho’kmalari mavjudligi va konsentratsiyasiga ko’ra 1 t quduq suviga 5-30 g miqdorda qo’shish ingibitorning samarali konsentratsiyasi hisoblanadi [12, 13].

Poliakrilamid (PAA) – anion turdagi ingibitor bo’lib, akril qatori polimerlarining dastlabki faol vakili hisoblanadi. Uning ingibitor sifatida qo’llanilishi idish devori bo’ylab mineral tuzlar yopishishiga qarshi monomolekulyar qavat hosil qilishi bilan izohalanadi. Molekulyar massasi 10000-20000 gacha bo’lgan gidrolizlangan PAA olish maqsadga muvofiq. Quduqlarda mineral tuzlar hosil bo’lishini oldini olish maqsadida 10–60 g/m³ PAA saqlagan suvli eritmalar qo’llash tavsiya etiladi.

Natriy geksametafosfat (NaPO_3)₆ va tripolifosfat natriy (TPFN). 1987 yilga qadar kimyo sanoatida faqat noorganik polifosfatlarga asoslangan turdagi ingibitorlar – geksametafosfat (GMFN) va tripolifosfat (TPFN) ishlab chiqarilgan. (NaPO_3)₆ ilk bora “Grozneft” va “Orenburgneft” birlashmasida qo’llanilib ko’rilgan. Bunda neft tarkibidagi kasliy xlorid va sulfatlarning miqdori yuqori bo’lganligi sababli ushbu ingibitor aynan ushbu mineral tuz cho’kmalarini hosil bo’lishini oldini oluvchi reagent sifatida qo’llanilgan. [14, 15].



GMFN suvda 200 litrli sig'imda siqilgan havo berilgan holda eritib olingan, bunda 1% li eritma hosil bo'lgan. Ingibitorni neft quduqlarida qo'llashda emulsiya tarkibiga hisoblangan miqdorda asosiy komponentning ulushi 10 g/m^3 bo'lgan nisbatda quduq suviga qo'shilgan. Oradan 4 oy o'tib vizual ko'rik o'tkazilganda qurilma devorlarida to'q rangli quyqa cho'kma hosil bo'lgani va bu oddiy suv oqimi bilan osongina yo'qotilishi aniqlangan [16].

GMFN ning qo'llanilishi Baytqo'rg'on TXU da "truba ichida truba" turidagi issiqlik almashinish qurilmalarida himoya vositasi sifatida qo'llanilishi ham yuqoridagi kabi natija bergan. Bu yerda neftni ichki diametri 63 mm bo'lgan issiqlik almashtirgichda bug' yordamida isitilgan. Neft-suv emulsiyasi teploizolyatsiyalangan 200 mm diametrli tashqi truba orqali qazib olingan va 60–70°C gacha qizdirilgan. GMFN ning tinimsiz sarf bo'lishi (1 m^3 suvga 10 g miqdorda) katta iqtisodiy zarar keltirgan [17].

Qudug' suvlarida mineral tuz to'planishiga qarshi kurashishda tripolifosfatning 1% li eritmasidan 20 mg/l konsentratsiyada qo'llanilgan. TPFN ning jarayonga berilishi bilan mineral tuz to'planishi jarayoni sezilarli darajada sekinlashgan, lekin to'liq to'xtamagan. Ammo shuni ta'kidlash lozimki, bunda hosil bo'ladigan cho'kmaning tarkibi o'zgargan, hosil bo'lgan cho'kmalar zichligi jihatidan unchalik yuqori bo'lmagan, kasliy, magniy va bariy sulfatlarning issiqlik almashinish yuzasida to'planishi kamaygan, ammo kalsiy karbonatning hosil bo'lishi ortgan 38,9% dan 64% gacha [18, 19].

Neftni qazib chiqarishda mineral tuz cho'kmalarini hosil bo'lish jarayonini sekinlashtirish maqsadida GMFN dan keng foydalaniladi. Bunga sabab uning tannarxi arzon ekanligi, mavjudligi, unchalik yuqori bo'lmagan konsentratsiyalarida yuqori darajada samaradorlikka ega bo'lishi, qo'llanilish usulining soddaligi va hokazo.

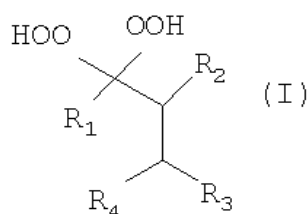
GMFN suvda yaxshi eriydi, tuzlarning kristallari tekisliklarida adsorbsiyalanadi va ularning o'sishini to'xtatadi. Suvli eritmalarida normal haroratlarda (40°C dan yuqori) u gidrolizga uchraydi. GMFN ning yuqori konsentratsiyalari qurilmaga nisbatan ta'sirlashish xossasiga ega.

GMFN ning suvli eritmasini uzluksiz dozalash jarayoni kamchiligi sifatida ma'lum vaqt oralig'ida qurilmani qayta ko'rikdan o'tkazishni talab etadi. Qishki vaqtlarda uni glikolning suvli eritmasida eritish lozim bo'ladi. Glikol $\text{OH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ bunda antifriz sifatida qo'llaniladi.

Orenburg viloyatidagi ishlab chiqarish korxonalarida mineral tuz to'planishiga qarshi GMFNning suvli eritmalaridan qo'llaniladi. Neft yig'gich kollektorlarida gips cho'kma qoplamalarining hosil bo'lishini sekinlashtirishda GMFN ning 5-10 g/m³ konsentratsiyasida qo'llanildi [20].

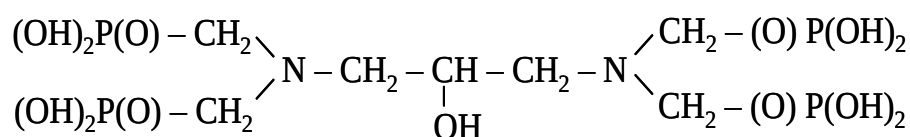
Polifosfatlarning asosiy kamchiligi ularning past termik barqarorligi hisoblanadi. 50°C dan yuqori haroratda GMFN va TPFN gidrolizlanadi va ortofosfatlar hosil bo'ladi, kalsiy ionlari ishtirokida esa qiyin eruvchi cho'kindilar hosil qiladi. Undan tashqari, polifosfatlar, ochiq suv havzalariga tushadi va atrofdagi muhitga o'zining salbiy ta'sirini ko'rsatadi.

Olib borilgan tajribalar natijasida olingan noorganik tuzlar cho'kmalarining hosil bo'lishida ingibitor sifatida gidrolizlangan poliakrilonitrilni qo'llash ahamiyat kasb etadi [21]. Bunda yuqori molekulyar birikma akrilonitrilning peroksid initsiator ishtirokida yuqori haroratda polimerlanishi natijasida olinadi, peroksid initsiator sifatida esa geminal bisgidroperoksid qo'llaniladi:



bu yerda R_1 =past alkil, R_2 =H yoki metil, R_3 =H yoki past alkil, R_4 =H yoki past alkil, yoki $\text{R}_1+\text{R}_4=\text{CH}_2\text{CH}_2$ yoki $\text{CH}_2\text{C}(\text{R}_5\text{R}_6)\text{CH}_2$, bu yerda R_5 va R_6 =H yoki metil, jarayon harorat $50\text{--}60^\circ\text{C}$ da olib borilganda akrilonitrilga nisbatan monomerning massa ulushi $0,05\text{--}0,5\%$ miqdorda olinadi. Oldinga qo'yilgan masalani yechish uchun akrilonitrilni peroksidli initsiator ishtirokida polimerlash natijasida poliakrilonitril olishda peroksidli initsiator sifatida geminal bisgidroperoksiddan qo'llanilishi bilan farqlanadi. Ushbu jarayonda polimerlanish natijasida tikilmagan, dimetilformamid va dimetilatsetamidda eruvchi poliakrilonitril olinadi. Poliakrilamidga muqobil vakil sifatida tabiati va mexanizmi jihatidan unga yaqin ingibitor – gidrolizlangan poliakrilonitril (gipan) ham mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlar tayyorlashda asosiy komponent sifatida foydalaniladi. Gipanning molekulyar massasi 20000 dan 100000 gacha bo'lgan polimerlari qo'llaniladi. Qayta ishlanayotgan suvda $5\text{--}10 \text{ g/m}^3$ konsentratsiyada qo'llaniladi. Suvni tayyorlash, boylerlarni va qurilmalarni yuvishda qo'llash uchun tavsiya etiladi.

2-oksi-1,3-diaminopropan-N,N,N',N'-tetrametilenfosfon kislotasi (DPF-1) – samarali ingibitor bo'lib, suvda cheksiz miqdorda eriydi. Kam zaharli, muzlash harorati -100°C ni tashkil etadi. Plast suvlarining quduqlarda va ishlab chiqarishda qo'llanilishida kalsiy sulfat, karbonat va bariy sulfatlar shaklidagi mineral tuz to'planishiga qarshi vosita sifatida qo'llanilishi mumkin. Uning dozasi ingibitorlanayotgan tuz tarkibiga ko'ra $5\text{--}70 \text{ g/m}^3$ konsentratsiyada tanlab olinadi.



Kam zaharli, suvda yaxshi eriydi, muzlash harorati -100°C ni tashkil etadi, 50°C da 64 MPa ni tashkil etadi, korrozion faolligi $-0,12$ mm/yil.

DPF-1 mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlari TSh-6-09-4915-80 ga ko'ra S.M.Kirov nomidagi "Ximprom" korxonasida ishlab chiqariladi va Buzulukneft va NGDU Belarusneft neft qazib chiqarish quduqlarida qo'llanilishi yo'lga qo'yilgan. Ingibitor ma'lum bir vaqt davomida qaytadan doza berib turish talab etiladi, bunga sabab qurilmalarning ishlash davomiyligini uzaytirish hisoblanadi [22].

Mineral tuz to'planishiga qarshi ba'zi ingibitorlarning fizik-kimyoviy xossalari 1.3-jadvalda berilgan

1.3-jadval

Mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlarning fizik-kimyoviy xossalari

Asosiy xossalari	Ingibitor turi						
	ISB-1	PAV-13	OEDF	DPF-1	SP-181	SP-203 W-P	Korek-sid-7647
Ingibirlanayotgan mineral tuz cho'kmasi tarkibi	CaSO ₄ CaCO ₃	CaSO ₄ CaCO ₃	CaCO ₃	CaSO ₄ BaSO ₄ CaCO ₃	CaSO ₄ CaCO ₃	CaSO ₄ CaCO ₃ BaSO ₄	CaSO ₄ CaCO ₃ BaSO ₄ CrSO ₄
Agregat holati	Kukun	Kukun	Kukun	Kukun	Kukun	Kukun	Kukun
Zichlik, kg/m ³	—	—	—	1100	1130	1130	1160
Qovushqoqlik, mPa·s	—	$40^{\circ}\text{C} < 800$ da	$40^{\circ}\text{C} < 800$ da	$50^{\circ}\text{C} 62^{\circ}\text{C}$ da	$21,1^{\circ}\text{C} 17^{\circ}\text{C}$ da	$21,1^{\circ}\text{C} 15^{\circ}\text{C}$ da	$4,5^{\circ}\text{C} 10^{\circ}\text{C}$
Turg'unlik	—	-28	-0,5	-100	-9	-40	-23,3

harorati, °C							
Termik barqarorligi, °C	> 100	150	–	–	> 80	> 80	260
Samarali qo'llanilish konsentratsiyasi, g/m ³	5–10	CaSO ₄ – 10 CaCO ₃ – 15	5–10	CaSO ₄ – 5–10 CaCO ₃ – 10–30 BaSO ₄ – 30–70	15–20	CaSO ₄ – 15 CaCO ₃ – 30 BaSO ₄ – 30–50	CaSO ₄ – 15 CaCO ₃ – 15 BaSO ₄ – 50

1.2. Ingibitor kompozitsiyalari tayyorlash bo'yicha olib borilgan ishlar

Polietilenpoliamin-N-metilfosfon kislota (PAF-1) – organik fosfatlar sinfiga mansub anion turdagi ingibitor bo'lib, TSh 2439-023-16886106-2003 shart asosida ishlab chiqariladi. Mahsulot holatida to'q-qo'ng'ir rangdagi suvli eritma bo'lib, tarkibidagi asosiy modda (polietilenpoliaminning natriyli tuzlari – (metilfosfon kislota) natriy xlorid, formaldegid, natriyning fosfatli fosfonatli nordon tuzlari suvli eritmasi) 22% dan kam emas. Ingibitorning suvda yaxshi eriydi, organik erituvchilar va neftda yomon eriydi. PAF-1 ning 0,1-1%-li eritmaları kalsiy ionlarining konsentratsiyasi 16 mg/l gacha bo'lgan yer osti plast suvlarini qo'llanilishga tayyorlashda qo'llaniladi. Kalsiy sulfat va karbonat kabi mineral tuz cho'kmalariga qarshi kurashda qo'llaniladi. Neftni qayta ishlash qurilmalarida va neft quduqlarida mineral tuzlar to'planishi ingibirlash uchun PAF-1 ning 0,1-1% li eritmaları 10-15 mg/m³ konsentratsiyada qo'llaniladi [23, 24, 25].

Polialkilenpoliaminopoliaksimetilenfosfon kislota – PAF-13 mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlar olishda asos hisoblanadi. $R_2N[(CH_2)_2NR]_nR$,

$R=CH_2P(O)(OH)(Ona)$, $n = 1 - 3$. Ushbu modda sariq rangdagi suyuqlik bo'lib, uning tarkibida asosiy komponentning massa ulushi 22-26%. Yonuvchan bo'lmagan ingibitor, suvda eruvchanligi unchalik yuqori emas, $150^{\circ}C$ haroratda termik barqaror. Plast zonasida va neft quduqlarida mineral tuz to'planishiga qarshi ingibirlashda qo'llaniladi. Suvni qayta ishlashda ingibitorning kalsiy sulfatga 10 g/m^3 , kalsiy karbonatga 15 g/m^3 konsentratsiyada qo'llanilishi maqsadga muvofiq [26, 27].

SP-181 – ko'p komponentli import evaziga keltiriladigan mineral tuz to'planishiga qarshi kompozitsion ingibitor hisoblanadi. Ingibitorning asosi organik fosfatlardir [28]. Mahsulot sifatida to'q-qo'ng'ir rangli suyuqlik bo'lib, zichligi $1,13\text{ g/sm}^3$ ni tashkil etadi. Muzlash harorati $-9^{\circ}C$ ni tashkil etadi. Uning termik barqarorligi $80^{\circ}C$ dan yuqori. 2%-li suvli eritmasi tarkibida 4 g/l kalsiy ionlari saqlagan plast suvlarida qo'llash uchun tavsiya qilinadi. Avvaldan hosil bo'lgan kalsiy karbonat va sulfat cho'kmalarini yo'qotishda qo'llash mumkin. Reagentni $15-20\text{ g/m}^3$ konsentratsiyada qo'llash tavsiya etiladi [29].

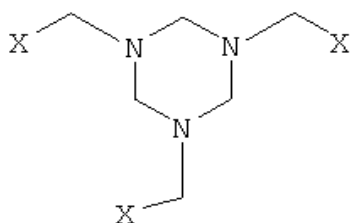
“SP-203 W-P” mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlar (TSh 2458-002-48878321-2002 shart asosida) ko'p komponentli, organik fosfatlar asosida tayyorlanadigan import evaziga keltiriladigan ingibitorlar kompozitsiyasi hisoblanadi. Sariq rangdagi suyuqlik bo'lib, zichligi $1,13\text{ g/sm}^3$ ni tashkil etadi. Uni $-40^{\circ}C$ haroratda qo'llash mumkin. Termik barqarorligi $80^{\circ}C$ dan yuqori. 2%-li eritmasi tarkibida $1,5\text{ g/l}$ kalsiy saqlagan plast suvlarini qayta ishlashda qo'llaniladi. Qurilma devorlarini va neft quduqlarida kalsiy sulfat, kalsiy va bariy karbonat cho'kmalaridan himoya qilish uchun mo'ljallangan. Cho'kma tarkibidagi tegishli moddalar miqdoriga ko'ra ingibitor miqdori ($15-50\text{ g/m}^3$) tanlanadi. Eng yuqori konsentratsiyasi bariy sulfatga qarshi $30-50\text{ g/m}^3$ konsentratsiyada qo'llaniladi [29].

Koreksid-7647 (K-7647) – ko'p komponentli, organik fosfatlar asosida tayyorlanadigan import evaziga keltiriladigan ingibitorlar kompozitsiyasi hisoblanadi. Och-jigarrang rangdagi rangdagi suyuqlik bo'lib, zichligi $1,16\text{ g/sm}^3$

ni tashkil etadi. Uni -23°C haroratda qo'llash mumkin. Uning boshqa ingibitorlardan farqi termik barqarorligi juda yuqori bo'lib 260°C ni tashkil etadi. 2%-li eritmasi tarkibida 5 g/l kalsiy saqlagan plast suvlarini qayta ishlashda qo'llaniladi. Qurilma devorlarini, chuqur-nasos qurilmalarida va issiqlik almashinish qurilmalarida qo'llash uchun mo'ljallangan. Kalsiy karbonat va sulfat kabi mineral tuz to'planishiga qarshi 15 g/m^3 , bariy sulfat to'planishiga qarshi 50 g/m^3 konsentratsiyada qo'llaniladi [29].

Malein anhidrid asosidagi suvda eruvchi polimerlar, N-alkil-N-vinilamid yoki N-vinillaktam kabi sopolimerlari kalsiy fosfat mineral tuz cho'kmasi hosil bo'lishiga qarshi [30].

N-fosfonmetilglitsin yoki uning tuzlari mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitor sifatida qo'llaniladi [30]. N-fosfonmetilglitsin sintez qilishda olingan massa tarkibida N-fosfonometilglitsin, uning xlorid tuzi va organik qo'shimcha mahsulotlar hosil bo'ladi.



bu yerda X guruhi CN guruhi, bo'lib triatsilfosfit $\text{P}(\text{OCOR}^3)_3$ bilan ta'sirlashadi, bu yerda R^3 fenil guruhi bo'lib olingan mahsulot gidrolizlaydi. N-fosfonmetilglitsin reaksiya aralashmadan pH ko'rsatkichi 0,5 dan 2 gacha bo'lgan qiymatlarida kristallash orqali ajratib olinadi. Bunda olingan tiniq bo'lmagan aralashma tarkibida fosfonometiliminodisirka kislota oksidlanishi natijasida umuman boshqa tarkibdagi moddalar olinadi. Ammo u tarkibida kerakli miqdorda N-fosfonmetilglitsin, aminometil-fosfon kislotaning unchalik ko'p bo'lmagan miqdori, glitsin va bis(fosfonometil)glitsin va ko'p miqdorda xloridli tuzlar saqlaydi. Qimmatbaho moddalar yo'qotilishini kamaytirish maqsadga muvofiq.

Mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitor sifatida tarkibida umumiy formulasi $(HO)_2P(O)C(R)CH_2COOH$ bo'lgan fosfonkarbon kislotasi, misol uchun 2-fosfonbuten-1,2,4-trikarbon kislotasi saqlagan ingibitor kompozitsiyalarini qo'llash ham tavsiya qilingan.

Ushbu ingibitorni T.V.Sukanov tomonidan $pH=8,5$ bo'lgan muhitda $0,5 - 100 \text{ mg/dm}^3$ konsentratsiyada qo'llab ko'rilgan va mineral tuz tarkibining fazaviy tarkibi va ingibitorning eritmadagi konsentratsiyasi orasidagi bog'liqlik o'rganilgan [31]. Bunda aniqlandiki mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlar mineral tuzlarning fazaviy tarkibiga turlicha ta'sir ko'rsatadi. Tayyorlangan kompozitsion tarkibdagi ingibitorlar cho'kma hosil bo'lishi jarayoni uchun yuqori ingibirlik xossasi bilan bir qatorda yuqori ekspluatatsion xossalarni ham namoyon qiladi [32, 33].

Kalsiy fosfat kabi cho'kmalar hosil bo'lishining oldini olish uchun 1 mln qism suvga $0,1-200 \text{ g}$ tarkibi $50 - 90 \%$ akril, metakril kislotalari va ularning tuzlari $50 - 60\%$ itakon kislotaning dialkil efiri aralashmasidan iborat bo'lgan ingibitorlar qo'llash tavsiya etilgan [34, 35].

Metallardagi va qoplamalardagi korroziyaga qarshi himoyani hosil qilishda bir qancha usullardan va vositalardan qo'llaniladi, ularning orasida so'nggi yillarda korroziya ingibitorlaridan (KI) foydalanish ommalashdi. Korroziya ingibitorlari – muhitga kiritilganda agressiv muhitda metallarda sodir bo'luvchi korroziya jarayonini kamaytiruvchi kimyoviy birikmalar yoki ularning kompozitsiyasi [36, 37, 38]. Aynan korroziya ingibitorlari unchalik ko'p bo'lmagan miqdorda qo'llanilish oqibatida korroziyaga qarshi to'liq himoya hosil qila oladi. Ko'plab konversion tarkiblar – klassik turdagi fosfatlovchi, xromatlovchi, taninli va boshqa turdagi birikmalar bo'lib, ular metallarni oksidlanishdan saqlaydi va o'zlari oksidlanadi. Korroziya ingibitorlari metallarni passiv qayta ishlash, hosil bo'lgan kislorod hosil qilish manbalarini yo'qotish kabi vazifalarni bajaradi. Suvli tizimlarda korroziya ingibitorlarining ahamiyati yuqori, misol uchun kalsiyni kompozitsion ingibitorli tuzlari yoki siliklatlarini

qo'llash orqali suvli tizimlarda qo'shimcha himoyasiz yillab jarayonni olib borish mumkin, biotsidlik va mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlik xossasiga ega kompozitsiyalar suvni reagentli qayta ishlashda qo'llaniladi.

1.3. Ruxli kompleksonlar sintezi va ular asosida kompozitsion ingibitorlar tayyorlash

Mineral tuz to'planishidan va ichki korrozion ta'sirdan himoyalash issiqlik qurilmalari uchun hamon dolzarb masalaligicha qolmoqda. Ushbu muammoning eng samarali maqbul yechimi bir qancha normativ qonuniy hujjatlarda [39, 40, 41] belgilab berilgan tavsiyalarga ko'ra mineral tuz to'planishi va korroziyaga qarshi ingibitorlardan foydalanish hisoblanadi.

Mineral tuz to'planishi va korroziyaga qarshi eng samarali ingibitorlar sifatida OEDF va NTF kabi organofosfon kislotalarning kompleksonlari va ularning ruxli komplekslarining natriyli yoki kaliyli tuzlari yuqori eksplutatsion xususiyatlarini hisobga olgan holda katta amaliy ahamiyatga ega ekanligi aniqlangan [42]. So'nggi yillarda ko'plab olimlar tomonidan [43, 44] ushbu turdagi ingibitorlarni qo'llanilishi bo'yicha yanada kengroq ilmiy tadqiqot ishlari olib borildi [45, 46]. Fosfanat-ruxli korroziya ingibitorlarining yuqori darajada samaradorlikka ega ekanligi IFX RAN [47, 48, 49] mutaxassislari tomonidan aniqlandi va VTI mutaxassislari tomonidan amaliy ahamiyati tasdiqlandi [50].

Shu bilan bir qatorda ta'kidlash lozimki, fosfonat-ruxli kompleks korroziyaga va mineral tuz to'planishi ingibitorlari yetarlicha keng qo'llanilish darajasiga yetmadi, bunga sabab ushbu mahsulotni ishlab chiqarish texnologiyasida mavjud kamchiliklardir. Buning sabablari – mineral tuz to'planishi va korroziyaga qarshi ingibitorlarning ijobiy qo'llanilish holatlarini sekin ommalashishi va ularning o'ziga xos jihatlari va samaradorligi haqdiagi ma'lumotlarning kamligi hisoblanadi.

Turli ishlab chiqaruvchilar turli xomashyo bazasi va turli texnologik jarayonlar asosida ingibitor tayyorlaydilar. Shuning uchun turli ishlab chiqaruvchilar tomonidan olingan ingibitorlar ham o'zaro xossalari jihatidan (suvli eritma yoki kukun holatda), kimyoviy tarkibi va ekspluatatsion xususiyatlari jihatidan farqlanadi. Shuning uchun talabgorlarga aniq sharoitlarga ko'ra ingibitorlarni qo'llash bo'yicha obyektiv ma'lumotlar berilmagan.

Fosfon kislotalarining ruxli komplekslari turidagi korroziya va mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlar bir qancha firmalar tomonidan ishlab chiqariladi. Ulardan organofosfon kislotalarning ruxli komplekslari va fosfonatlar yordamida suvlarni qayta ishlash bo'yicha eng ilg'or korxona "Ekoenergiya" OAJ (Rostov-na-Donu shahri). Ushbu korxonada "Option-313" va "Ektoscale-450" markadagi asosi mos ravishda oksietilidendifosfon kislotaning ruxli kompleksi va nitriltrimetilfosfon kislotaning ruxli kompleksining natriyli tuzi bo'lgan amaldagi korroziya va mineral tuz to'planishi ingibitorlari ishlab chiqariladi. Shuni ta'kidlash lozimki har bir preparat suvli eritma shaklida va quruq kukun holatida (asosiy mahsulot 92-97 %) ishlab chiqariladi. Organofosfon kislotalar ishlab chiqarish bo'yicha eng yirik korxona "Ximprom" OAJ (Novocheboksarsk shahri) bo'lib, u tomonidan asosi OEDF kislotaning ruxli kompleksining natriyli tuzi suvli eritmasi bo'lgan "AFON 230-23A" kabi preparatlar ishlab chiqariladi. Undan tashqari oksietilidendifosfon kislotaning ruxli kompleksining natriyli tuzi suvli eritma holatida "Travers" OAJ (Moskva sh.) va "Ximprom" OAJ (Volgograd sh.) tomonidan ham ishlab chiqariladi [51].

Ushbu ingibitorlarning aktiv komponentlari avval ta'kidlab o'tilganidek OEDF va NTF ning ruxli komplekslariga asoslanadi, va ularning 15-23% li suvli konsentratsiyali eritmalaridan foydalaniladi [52].

Oksietilidendifosfon kislotaning ruxli komplekslarining dinatriyli yoki dikaliyli tuzlarining 15-23% li eritmalarini olish jarayoni natriy sinkatining oksietilidendifosfon kislotasi bilan 60-80°C da ta'sirlashishi natijasida olinishi

mumkinligi tadqiq qilingan. Bunda natriy yoki kaliy sinkati 2:1 mol nisbatda 5–20% li natriy gidroksid va rux oksidi 50 – 75°C da ta'sirlashishi natijasida olinadi [53].

Jarayon quyidagicha olib boriladi: reaktorga 40-45% konsentratsiyadagi o'yuvchi natriy solinadi va 5-20% konsentratsiyali eritma hosil bo'lishi uchun suv qo'shiladi, uni 50-75°C gacha qizdiriladi va asta-sekinlik bilan oz ozdan rux oksidi qo'shib boriladi (bunda $\text{NaOH(KOH):ZnO}=2:1$ mol nisbatida bo'lishi lozim). Reaksion massani 50-75°C da rux oksidining to'liq erib ketguniga qadar aralastiriladi va qizdiriladi. Alohida sig'imda esa OEDFning suvli eritmasi tayyorlanadi, buning uchun sig'imga kerakli miqdorda suv solinadi va unga oz-ozdan OEDF qo'shib boriladi, bunda OEDFning 20-60% li eritmasini olish maqsadga muvofiq. Hosil bo'lgan massa OEDFning to'liq erib ketgunicha aralashtiriladi. Undan so'ng OEDF eritmasi oz-ozdan natriy sinkati eritmasiga qo'shiladi, bunda jarayondagi haroratni 60-80°C da bo'lishini ta'minlash lozim. OEDF eritmasining 90% dan ortiq qismi qo'shib bo'linganidan so'ng qo'shish to'xtatiladi va 1 soat davomida reaksiya massa aralashtiriladi va undan so'ng qolgan OEDF eritmasi qo'shiladi, bunda pHning qiymati 7 dan kichik bo'lmaydi.

Olingan mahsulot – OEDF ning ruxli kompleksi uzoq muddatda saqlashga, shu bilan bir qatorda past haroratlarda ham saqlashga mo'ljallangan. Issiq suv ta'minoti va issiqlik almashinuvchi qurilmalarda, past bosimdagi bug' qozonlarida korroziya va mineral tuz to'planishiga qarshi qo'llashda ishlatiladi [54].

OEDF ning ruxli kompleksini olishning boshqa bir usulida kukun holdagi ruxning OEDF kislotasi eritmasi bilan ta'sirlashishi natijasida olingan reaksiya massani natriy ishqori yordamida neytrallashtirish orqali olish usuli taklif etilgan.

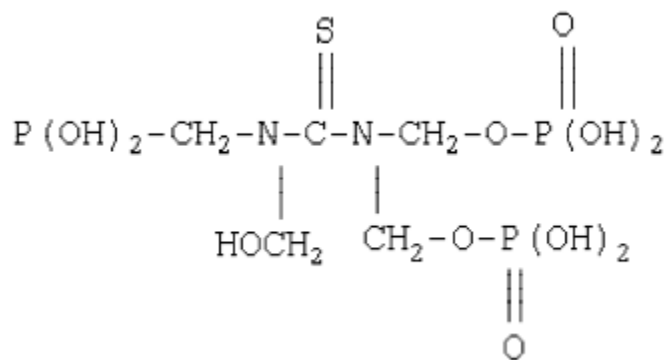
OEDF ning II guruh metallari bilan komplekslarining ishqoriy tuzlarini olish usullari bir qancha olimlar tomonidan tadqiq etilgan [55]. Ushbu kompleks tuzlarini olishda OEDF ning metall oksidi yoki gidroksidi bilan spirt yoki

dimetilformamid bilan 0,5-1,5 soat davomida ta'sirlashishi natijasida olingan aralashmani ishqoriy sharoitda neytrallash orqali olinishi mumkin, bunda OEDF ning II guruh metallari oksidi yoki gidroksidi va ishqorning mol nisbati $1 : 0,9 = 1,0 : 2,0 = 2,1$.

Yana bir tarkibdagi ingibitor kompozitsiyasi olimlar tomonidan tavsiya qilingan bo'lib, ushbu ingibitor issiqlik almashinish qurilmalarining aylanma suvli tizimlarda sovutuvchi jarayonlarda termik oksidi, karbonati va sulfati kabi cho'kmalar hosil bo'lishiga qarshi va issiqlik almashinish devorlarida hosil bo'lgan karbonatli tuzlarini parchalash uchun mo'ljallangan [56, 57]. Ushbu ingibitorlar nafaqat ingibitorlik xossasini namoyon qilish bilan bir qatorda qurilmaning issiqlik almashinish devorida issiqlik almashinishi samaradorligini ham oshiradi. Ushbu ingibitor tarkibi (% , mass.): oksietilidendifosfon kislotasi — 1-57 %, nitril trimetilfosfon kislota — 1-57 %, dialkildimetilammoniy xlorid — 1-2%, propilenglikol — 1-30% va qolgani suvdan iborat aralashma [58, 59].

Gretsiyaning Krit kimyo universitetida olib borilgan tadqiqotlarda [60] 2-fosfobutan-1,2,4-trikarboksilatning fizik-kimyoviy xossalarini o'rganildi, bulardan CaCO_3 kristallari o'sishiga ingibitorlik qilish xususiyati ham o'rganildi.

Antikorrozion va biologik faol kimyoviy birikmalarni sintez qilish jarayoni [61] taklif etildi. Ushbu birikmalar fosforsaqlovchi mahsulotlarning tiomochevina va formaldegid bilan kondensatsiyasi natijasida olindi va suvli aylanma tizimli qurilmalarda korroziyaga va bioo'simliklarga qarshi himoya vositasi sifatida, hamda suvda yaxshi eruvchi issiqlik tashuvchi suyuqlik sifatida ham ishlatish mumkin. Taklif etilayotgan yangi kimyoviy birikma N,N-bis(fosfatometilen)-N'-gidroksimetilen-N'-(fosfonitometilen) tiomechiva bilan quyidagicha tuzilishdagi birikma hosil qiladi:



va bu birikma korroziyani kamaytiruvchi va po'latning korroziyaga qarshi himoyasini kuchaytirish xossasiga ega va shu bilan bir qatorda biologik o'simliklariga ham qarshi qo'llaniladi.

Olib borilgan ilmiy ishlarda [62, 63] energetik qurilmalarni, texnologik va zanglamaydigan, qora va rangli metallardan metallardan yasalgan issiqlik almashinuvchi qurilmalar tozalashda qo'llaniladigan ingibitor tarkibi taklif etilgan, mass. %: mochevina fosfati 95-99, karboksimetilsellyulozaning natriyli tuzi 1-5. Tarkibni 0,1-1,0% miqdordagi laprol bilan to'ldirish mumkin [64, 65, 66].

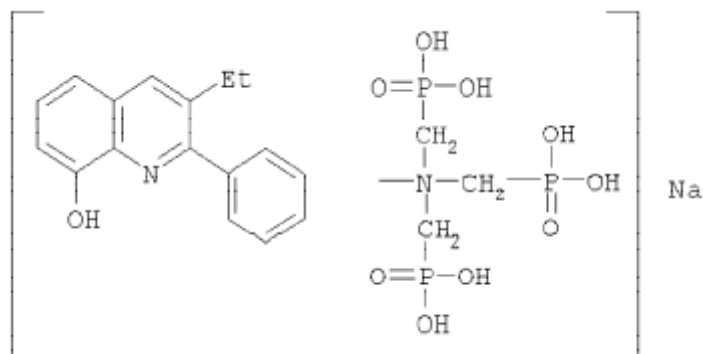
Suv bilan to'ldirilayotgan neft plastlarida, neftni tashishda va yig'ishda quduqlarda va u yerda qo'llaniladigan qurilmalarda noorganik tuz cho'kmalarining hosil bo'lishini oldini olish uchun neftni qazib chiqarish sohasiga tegishli bir qancha yangiliklar qilingan. natriy gidroksid, rux oksidi, OEDF, natriy lignosulfat va suvdan tarkib topgan ingibitorlar tarkibi o'rganib chiqilgan, bunda tarkibdagi komponentlarning ulushlari quyidagicha bo'lgan (% mass): OEDFK 16,0-18,03, natriy gidroksidi 5,83-7,0, rux oksidi 5,42-7,12, etilenglikol 25,0-40,0, natriy lignosulfat 4,17-5,0, qolgan qismi esa suv [67].

Qo'llanilishga qadar suvlarni qayta ishlashda qo'llaniladigan reagentlar kompozitsiyasi bo'yicha patent o'rganib chiqildi [68]. Unga ko'ra tarkibi aminonitriltrimetlfosfon kislotalari, gidrolizlangan va tarkibida 70-120 ta monomerdan tashkil topgan polimalein angidridi va suvdan tashkil topgan.

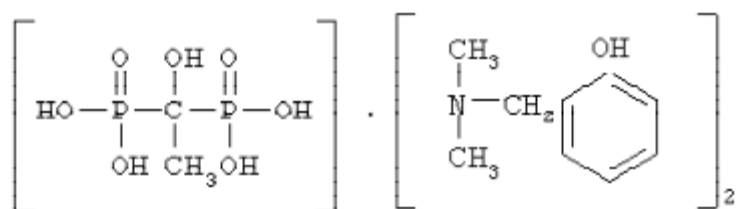
Yan bir ishda tarkibida geksametilendiamintetrametilenfosfon kislotasi va uning ruxli kompleksonatini 4:1 – 2:1 mol nisbatida birikmalar aralashmasi saqlagan kompozitsiyasi ingibitor sifatida qo'llash mumkin ekanligi ta'kidlab o'tilgan [69].

Suvli tizimlarni korroziyadan va temir sulfidi mineral tuz cho'kmasidan himoya qilishda suvni qo'llashdan avval qayta ishlashda yangi tarkibdagi ingibitorlar kompozitsiyasi o'rganib chiqilgan [70, 71]. Uning tarkibi TNR+-tuzining to'rtlamchi fosfonli tuzi, va asosiy uglerod zanjirida atsetilen bog'i saqlagan birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi spirtlardan iborat.

nitritri(metilenfosfonato)-2-fenil-3-etil-8-oksixinolinning natriyli tuzi kompleksonatini neft gaz sohasida neftni qazib chiqarishda, shu bilan bir qatorda ishlab chiqarishning aylanma suvli tizimlarida mineral tuz to'plashiga qarshi ingibitor sifatida qo'llash taklif etilgan [72]:



Suvni qo'llanilishga qadar qayta ishlash orqali aylanma suvli tizimlarni va suvli sig'implarda idish devorlarini korroziya va mineral tuz to'planishidan himoyalashda taklif etilgan. Bunda suvni qayta ishlashda OEDFning 2-dimetilaminometilenfenol (OMED tuzi) bilan ammoniyli tuzlari va ruxning noorganik tuzlarini qo'llash ko'rib chiqilgan. OMED ning kimyoviy formulasi:



Aylanma suvli tizimlarda OMED ning qo'llanilish konsentratsiyasi 0,5-10 mg/l ni tashkil etadi. Ruxning noorganik tuzlari sifatida rux sulfati nazarda tutilgan [73, 74, 75].

Yopiq aylanma jarayonli isituvchi va sovituvchi jarayonlarda suvni qayta ishlashda korroziyaga, mineral tuz to'planishiga va bioo'simliklarga qarshi ingibitorlar qo'llash usuli taklif etilgan [76, 77]. Ushbu usulga ko'ra suvni birlamchi qayta ishlashda geksametilendiamintetrametilenfosfon kislotasi va uning metall saqlovchi kompleksonatlari 3:1 – 2:1 mol nisbatlarida olingan tizimning qo'llanilishi taklif etilgan [78, 79]. Metall saqlovchi kompleksonat sifatida ruxning va misning kompleksonatlarini qo'llash nazarda tutilgan [80, 81].

Noorganik cho'kmalar hosil bo'lishining oldini olishda, tarkibida OEDF, metil spirti, monoetanolamin yoki monoetanolamin aralashmasi, ammoniy gidroksid va suv saqlagan ingibitor kompozitsiyasini qo'llash mumkinligi bir qancha adabiyotlarda ta'kidlangan [82, 83, 84].

Bariyning tuzlari cho'kmalari hosil bo'lishiga qarshi cho'kmaning hosil bo'lishini ingibitor yordamida kamaytirish usuli usuli patentlashtirilgan [85, 86].

Tadqiqot ishlarida gidrofob modifikatsiyalangan kremniysaqlovchi poliaminlar va silanalmashingan polimerlar, bunda ikki turdagi monomerning sopolimerlanishi natijasida polimer shakldagi yoki kompozitsiyon ingibitorlarni suvli tizimlarda qo'llash imkoyati mavjudligi o'rganib chiqilgan [87, 88].

Suvli tizimlarda va trubalarda, qurilma devorlarida va metallar yuzalarida kalsiyli tuzlar cho'kmalar, quyqalar hosil bo'lishini oldini olish bo'yicha yangi tadqiqot ishlari olib borilgan [89]. Ushbu usulda selliyuloza yordamida payvandlashda qozondagi ishqorli eritmaga samaradorlikni oshirish uchun ingibitor tarkibini qo'llash ko'zda tutilgan. Bunda kompozitsiya tarkibi fosfonatli komponent (I) va karboksil saqlovchi birikmalar (II).

Kompleksonlar (polidentat ligandlar) asosida mineral tuz to'planishi va korroziyaga qarshi ingibitor tarkiblari patentlashtirilgan. Bunda kompozitsiya tarkibi asosi aminoalkilfosfon komplekslar bo'lib, ushbu ingibitorlardan issiqlik almashinish qurilmalarida foydalanish mumkinligi ko'zda tutilgan. Ushbu tarkibni modernizatsiya qilish natijasida quyidagi tarkibdagi ingibitor kompozitsiyasi tayyorlangan, mass. %: nitrilotri-(metilfosfon) kislota (NTF) – 18-22 rux oksidi (ZnO) – 3,0-4,0, o'yuvchi natriy (NaOH) – 5,5-6,5, qolgani esa suv [90, 91, 92].

Bob yakuni bo'yicha xulosa

Mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlarni sintez qilish bo'yicha adabiyotlar tahlili qilinganda shuni aniqlandiki, mualliflar tomonidan turli tarkibdagi va turli tuzilishdagi ingibitorlar olish mumkinligi taklif etilgan. Ulardan eng keng tarqalganlari fosforsaqlovchi kompleksonlar bo'lib: NTF, OEDF, IOMS-1 bularga misol bo'la oladi. Fosforsaqlovchi kompleksonlar keng qo'llanilish sohasiga ega bo'lib metall yuzalarini mineral tuz to'planishidan samarali himoya qiladi, ammo ularni sintez qilish va qo'llash jarayonini o'rganilganda: sintez jarayonini olib borishda fosforlovchi agent sifatida O'zbekiston Respublikasida ishlab chiqarilmaydigan kuchli zaharli fosfor (III) xloriddan, esa fosfat kislotadan foydalanilishini kamchilik sifatida ko'rish mumkin. Fosfor (III) xlorning mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitor olishda qo'llanilishi texnologik jarayoni birmuncha murakkablashtiradi. Sintez jarayoni zaharlilikka chidamli, kuchli korroziyalovchi birikmalar ta'siriga bardoshli materialdan tayyorlangan qimmat narxdagi o'ziga xos reaktor qurilmalarda olib borishni talab etadi.

Shuni ta'kidlash lozimki chet el firmalari tomonidan taklif etilayotgan preparatlarda o'zlarining yer osti suvlari tarkibiga moslashtirilgan. Ularning ko'pchiliklari tarkibida boshqa davlatlarnikiga nisbatan ancha yuqori bo'lgan suvli tizimlarda qo'llashga mo'ljallangan tarkiblar olingan. Ularning ko'pchiliklari past haroratlarda ishlaganda antrifrizlar bilan salbiy ta'sirlashish xususiyatiga ega. Ularning barchasi ham turli mineral tuz tarkibiga ega cho'kmalarga universal himoya vositasi sifatida qo'llanilmaydi. Ba'zi ingibitorlar haroratga chidamli emas, ba'zilar esa mexanik quyqalar hosil qiladi. Chet elda ishlab chiqariladigan bir qancha preparatlarini qo'llash konsentratsiyasi 10-20 mg/l bolib, reagentning sarfi oshishiga sabab bo'ladi. Ushbu turdagi preparatlar iqtisodiy tomondan har doim ham o'zini oqlamagan.

II BOB. TADQIQOTNING METODIKASI VA ISHNING AMALIY QISMI BAYONI

2.1. Mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitor kompozitsiyasini tayyorlashda qo'llaniladigan xomashyo moddalar tavsifi

Kiruvchi reagentlar

1. Oksietilidendifosfon kislota (OEDFK) TY Y3. 6.1-53-95.

2. Rux oksidi – rangsiz kristall.

Empirik formulasi	- ZnO
Molekulyar massa, u. b.	- 81,37
Nisbiy og'irligi, g/sm ³	- 5,5 – 5,6
Suyuqlanish harorati, °C	- 2000 (52 atm.)
Qaynash harorati, °C	- 1050 (BO3ΓOH)
Suvda eruvchanligi	- $1,4 \cdot 10^{-4}$ (28°C)

3. Natriy gidroksid – rangsiz kristall.

Empirik formulasi	- NaOH
Molekulyar massa, u. b.	- 40,14
Nisbiy og'irligi, g/sm ³	- 5,5 – 5,6
Suyuqlanish harorati, °C	- 1400 (52 atm.)
Qaynash harorati, °C	- 1050 (BO3ΓOH)
Suvda eruvchanligi	- $1,4 \cdot 10^{-4}$ (28°C)

4. Monoetanolamin – “texnik” markali. Massa ulushi 98% bo'lgan. TY Y3.
6.1-76-92.

5. Ekstraksion ortofosfat kislota – TY 6.6-21:2008

Ekstraksion fosfor kislota tarkibi: 26,52% – H₃PO₄; 0,356 – CaO; 1,2 – MgO; 0,54 – Al₂O₃; qolgan qismi – suv (TY 6.6-21:2008).

2.2. Oksietilidendifosfon kislotasining ruxli kompleksini initsiator ishtirokida sintez qilish usuli

Shuni hisobga olish kerakki, ko'p atomli spirtlar ishqorli suvli eritmada osongina monoalkolyalyatlar hosil qiladi, kuchli kislotalar bilan ta'sirlashishida metal ionlari beruvchi, qaytarish orqali esa ilk holatiga qaytadi. Initsiator sifatida ko'p atomli spirtlar olinishi maqsadga muvofiq hisoblanadi. Jarayon ketma-ketligi quyidagicha boradi: mexanik aralashtirgichli va reaktorga 50 m. b. dagi suv solinadi va 0,2-2,0 m. b. ko'p atomli spirt qo'shilib yaxshilab aralashtiriladi, keyin o'lchab olingan miqdordagi oksietilidendifosfon kislotasi qo'shiladi (10,6 m. b.). Eruvchanligini yaxshilash uchun bir oz qizdiriladi va yaxshilab eritib olinadi. Undan so'ng 4,2 m. b. miqdordagi rux oksidi qo'shiladi va shaffof, tiniq eritma hosil bo'lguncha yaxshilab aralashtiriladi. Undan so'ng reaksiya aralashmaga yaxshilab maydalangan natriy gidroksid (4,3 m. b.) qo'shiladi va to'xtovsiz aralashtirib turiladi. Bunda haroratni 23 – 25°C da ushlab turish talab etiladi. Mahsulotning chiqimi 98% dan kam bo'lmaydi.

2.3. Mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlarni olish usuli

Mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlar olish usuli quyidagi ketma-ketlik orqali amalga oshiriladi. Mexanik aralashtirgichli va bo'yinbog'li reaktorga 50 massa ulush suv va 50% massa ulush glitserin aralashmasi solinadi, keyin o'lcham olingan miqdordagi oksietilidendifosfon kislotasi qo'shiladi. Yaxshilab aralashib ketgunga qadar va tiniq, shaffof eritma hosil bo'lguniga qadar asta-sekin rux oksidi qo'shib boriladi. Undan keyin reaksiya aralashmaga 40%li natriy gidroksid eritmasi qo'shiladi va tinimsiz aralashtirib turiladi. Bunda haroratni 23 – 25°C da saqlab turiladi. Aralashtirishni davom ettirib turgan holda monoetanolaminning kub qoldig'i qo'shiladi.

Ushbu taklif etilayotgan ingibitorning afzalliklari quyidagilar:

- yuqori samaradorligi;

- texnologiya va mahsulotning arzon ekanligi;
- xom-ashyoning mavjudligi;
- chiqindilarning yo'q ekanligi;
- jihozning oddiy tuzilganligi.

Taklif etilayotgan usul tajribalari:

1-misol. Mexanik aralashtirgichli, bo'yinbog'li, tomchilatgich voronkali, termometrli reaktorga 147 g glitserin va 100 g suv solinadi, to'xtovsiz aralashtirib turgan holda 238 g OEDFK qo'shiladi. OEDFK to'liq erib ketganidan so'ng, reason massaga 81 g rux oksidi qo'shiladi, bunda haroratni termometr yordamida aniqlab ($<25^{\circ}\text{C}$) jarayon haroratini reaktor bo'yinbog'iga suv berish orqali nazorat qilib turiladi. Undan so'ng, 40%-li natriy gidroksid eritmasidan 210 g miqdorda qo'shiladi va aralashtirish komponentni to'liq erib ketguniga qadar davom ettiriladi. Undan so'ng reaksiya massaga monoetanolaminning kub qoldig'idan 241,5 g (umumiy massaga 2 : 1 nisbatda) qo'shiladi. Aralashtirish 8–10 daqiqa davom ettiriladi.

Hosil bo'lgan suyuq massa suvda yaxshi eruvchanlikka ega. Saqlashda fazalararo chegara hosil bo'lmadi.

2-misol. Mexanik aralashtirgichli, bo'yinbog'li, tomchilatgich voronkali, termometrli reaktorga 735 g glitserin va 500 g suv solinadi, to'xtovsiz aralashtirib turgan holda 1190 g OEDFK qo'shiladi. OEDFK to'liq erib ketganidan so'ng, reason massaga 405 g rux oksidi qo'shiladi, bunda haroratni termometr yordamida aniqlab ($<25^{\circ}\text{C}$) jarayon haroratini reaktor bo'yinbog'iga suv berish orqali nazorat qilib turiladi. Undan so'ng, 40%-li natriy gidroksid eritmasidan 1050 g miqdorda qo'shiladi va aralashtirish komponentni to'liq erib ketguniga qadar davom ettiriladi. Undan so'ng reaksiya massaga monoetanolaminning kub qoldig'idan 1207,5 g (umumiy massaga 2 : 1 nisbatda) qo'shiladi. Aralashtirish 8–10 daqiqa davom ettiriladi.

Olingan mahsulotning korroziyaga qarshi ingibitorlik xossasi 80–99%

chegarasi oralig'ida bo'ladi, mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlik effekti 80 – 95% ni tashkil qiladi.

3-misol. Mexanik aralshtirgichli, bo'yinbog'li, tomchilatgich voronkali, termometrli reaktorga 100 sm³ glitserin va 100 sm³ suv solinadi, to'xtovsiz aralashtirib turgan holda 238 g OEDFK qo'shiladi. OEDFK to'liq erib ketganidan so'ng, reagon massaga 81 g rux oksidi qo'shiladi, bunda haroratni termometr yordamida aniqlab (<25°C) jarayon haroratini reaktor bo'yinbog'iga suv berish orqali nazorat qilib turiladi. Undan so'ng, 40%-li natriy gidroksid eritmasidan 200 sm³ miqdorda qo'shiladi va aralashtirish komponentni to'liq erib ketguniga qadar davom ettiriladi. Undan so'ng reaksion massaga monoetanolaminning kub qoldig'idan 241,5 g (umumiy massaga 2 : 1 nisbatda) qo'shiladi. Aralashtirish 8–10 daqiqa davom ettiriladi.

Hosil bo'lgan suyuq massa suvda yaxshi eruvchanlikka ega. Saqlashda fazalararo chegara hosil bo'lmadi.

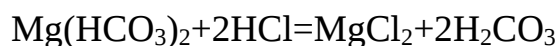
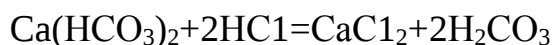
Olingan mahsulotning korroziyaga qarshi ingibitorlik xossasi 80–99% chegarasi oralig'ida bo'ladi, mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlik effekti 80 – 95% ni tashkil qiladi.

2.4. Tadqiqot ishlarini olib borishda qo'llanilgan fizik-kimyoviy tahlil usullari

Suvning qattiqligini aniqlash

Suvning vaqtinchalik qattiqligini aniqlash

Vaqtinchalik qattiqlikni aniqlash uchun pipetka yordamida tahlil uchun olingan suv 100 ml o'lchanadi va konussimon kolbaga qayta quyiladi. Metiloranj 2-3 tomchi qo'shilib, so'ngra aralashma sariqdan to och qizil rangga kirguniga qadar 0,1 n HCl titrlanadi (olingan aralashma to'kib yuborilmaydi). Titrlashda quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:



Moddalar ekvivalent miqdorlarda o'zaro ta'sirlashgani bois, bikarbonatlarni neyrallashga sarf etilgan 0,1 n hajmdagi kislota vaqtinchalik qattiqlikka ekvivalentdir.

Masalan, titrlash uchun 4,4 ml 0,1 HCl sarflangan. Har bir ml 0,1 HCl miqdori 0,1 mg-ekv/1, 4,4 ml miqdori 0,1 mg-ekv*4,4. 100 ml titrlasak, demak, uning 1 litrdagi miqdori 10 marta ko'p - $0,44 \cdot 10 = 4,4$ mg-ekv/l bo'ladi.

$$Q_{vq} = V_{HCl} \cdot N_{HCl} \cdot 10$$

bunda Q_{vq} – vaqtinchalik qattiqlik, mg - ekv/1;

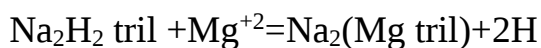
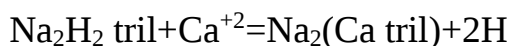
V_{HCl} – kislota hajmi, ml;

N_{HCl} – kislota normalligi.

Umumiy qattiqlikni kompleksometrik usul bilan aniqlash

Vaqtinchalik qattiqlik aniqlanganidan so'ng qolgan suv namunasiga 5ml ammiakli bufer aralashmasi va 7 tomchi qora indikator xromogeni quyilib, qizil vinoli rang hosil bo'ladi. So'ngra ushbu aralashma sekin-asta trilon B 0,1 aralashmasi bilan to'q ko'k-yashil aralashma rangiga o'tgunicha titrlanadi.

Kalsiy va magniy ionlarini birlashtirish trilon B reaksiyalarini sxematik ravishda quyidagicha tasavvur qilish mumkin:



bunda trilon - etilendialintetrauksusli kislota anioni.

Umumiy qattqlik quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$Q_{um} = K \cdot \alpha \cdot n$$

bunda Q_{um} – umumiy qattqlik;

K – trilon aralashmasini to'g'rilash koeffitsiyenti;

α – 100 ml hajmdagi namunaga titrlashdan o'tkazilgan trilon B aralashmasining 0,1 N millilitrdagi miqdori;

n – 100 ml hajmga keltirish koeffitsiyenti.

Agar titrlash aniq 0,1 N, trilon aralashmasi bilan va aniqlash uchun 100 ml hajmdagi namuna olingan bo'lsa, unda suvning mg-ekv/1 qattqligi "a" ga teng bo'ladi.

Doimiy qattqlikni aniqlash

Doimiy qattqlik umumiy va vaqtinchalik qattqlik orasidagi farq bo'yicha aniqlanadi:

$$Q_{do} = Q_{um} - Q_{vq}$$

Ingibitorlik xossasini fizik-kimyoviy tahlil qilishning standart usuli

Ingibitorlik samaradorligini aniqlashda mineral tuz cho'kmalari indikator – ISO-1 orqali aniqlanadi .

Idish, qurilma, reaktiv va rastvorlar. Mineral tuz cho'kmalari indikator – ISO-1, mualliflik huquqi 25.10.1989 yil SSSR № 1536325 ga tegishli.

ГОСТ 24144 – 80E bo'yicha 2-sinfga tegishli umumiy laboratoriya tarozisi 200 g o'lchash chegarasiga ega, yo'l qo'yishi mumkin bo'lgan maksimal absolyut xatoligi $\pm 0,25$ mg, o'lchash qadami 0,05 mg.

Stakan ГОСТ 25336-82.

Silindr 1-1031-25, 1-100: 1-1000 ГОСТ 1770-74 E

Byuretka 6-2-10 ГОСТ 2025-74 E

Pipetka 2-1-2: 1-1-1, 2-1-5: 2-2-50 ГОСТ 20297-74 E

Natriy gidroksid ГОСТ 4328-77, eritma konsentratsiyasi $C_{(\text{NaOH})} = 0,1$ mol/dm³

Xlorid kislota, konsentratsiyasi $C_{(\text{HCl})} = 0,1$ mol/dm³.

Distillyatlangan suv ГОСТ 6709-72.

Etilendiamin – N, N, N, N – tetrasirka kislotaning dinatriyli tuzi, eritmaning konsentratsiyasi 0,025 mol/dm³.

Mureksid (indikator) ТУ 6-03-05-161-74

Sinash uchun tayyorgarlik

IOMS – ekstra ingibitori eritmasini tayyorlab olinadi. 0,025 g ingibitor mahsuloti 100 sm³ hajmli kolbaga solinadi va belgilangan chegaragacha distillirlangan suv bilan to'ldiriladi.

Sinashni amalga oshirish

250 – 500 sm³ hajmga ega bo'lgan issiqlikbardosh stakanga qo'rg'oshinli elektrod joylashtiriladi va 250 ml analiz uchun suvdan solinadi. Stakan elektroplitaga qo'yiladi va undagi suv harorati 70-75°C haroratga qadar qizdiriladi.

X18H9T po'latidan tayyorlangan aylanib turadigan elektron suyuqlik yuzasidan 5-7 mm pastroq holatda botirib o'rnatiladi.

Qo'rg'oshinli elektron musbat qutbga ulanadi, aylanuvchi elektrod esa manfiy qutbga ulanadi.

Elektrodvigatel va qurilma panelidagi yoqgich orqali ulanadi. Mikroampermetrdagi tok 17 mA bo'lguncha o'zgaruvchan qarshilik o'zgartiriladi.

Minerallanish darajasidan kelib chiqqan holda elektrod 30 daqiqa davomida aylantirib turiladi. Bunda harorat $90 \pm 5^\circ\text{C}$ bo'lishi lozim.

Bosqich yakunlangandan keyin elektrodvigatelni va qurilma panelini elektr manbasidan uziladi.

Aylanuvchi elektron suvdan ko'tarib olinadi va distillangan suv bilan yuviladi.

50–100 sm³ hajmdagi kimyoviy stakanga 10 sm³ 0,1 N li xlorid kislotasi solinadi. Aylanuvchi elektrod stakanga tushiriladi va elektrodvigatel ishga tushiriladi. Jarayon 1–2 daqiqa davom ettiriladi. Elektrod yana distillangan suv bilan yuviladi. Yuvilgandagi suvni stakanga solinadi. Elektrod yuzasi tampon bilan tozalanadi va yana distillangan suv bilan yana yuviladi.

100 sm³ hajmli stakandagi kislota eritmasi 1 N li ishqor NaOH eritmasi bilan neytrallanadi va titrlash kolbasiga solinadi.

Keyin eritmada ishqoriy sharoit yaratish maqsadida yana 5 ml NaOH eritmasidan solinadi.

Kalsiy (magniy) ionlari 0,025 N li trilon B eritmasi bilan tirlanadi, bunda indikator sifatida – mureksiddan foydalaniladi. Titrlash pushti rangli eritmada sirena-binafsha rangga o'tguncha davom ettiriladi.

Elektroddagi mineral tuz miqdori (CaCO_3) quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$m = V \cdot N \cdot 50$$

bu yerda V – titrlashga sarf bo'lgan trilon B miqdori, ml.

N – trilon B eritmasi normalligi

50 – CaCO_3 ning ekvivalenti.

Suvni turg'un deyish mumkin, qachonki titrlash uchun sarf bo'layotgan 0,025 N li trilon B eritmasi 0,5 sm³ dan oshmasa.

Suvli tizimlarni ingibitorlar yordamida qayta ishlash samaradorligini aniqlash usuli.

Tajriba qilinayotgan yangi suv namunasiga o'rganilayotgan (tayyorlab olingan) reagentdan 0,1% ($250\text{ ml} \times 0,1\% = 0,25\text{ ml}$) konsentratsiyada qo'shiladi.

Reagent bilan qayta ishlash samaradorligi berilgan formula yordamida aniqlanadi.

Suvning holati turg'un va qayta ishlash samarali bo'lishi uchun hisoblangan qiymat 90% dan kam bo'lmasligi talab etiladi.

III BOB. NATIJALAR TAHLILI

3.1. Zn-OEDF sintezi jarayoni va unga ta'sir qiluvchi omillar

Patent ishlarini tahlil qilinganda shuni aniqlandiki, Zn-OEDF olishda jarayon bosqichlari ketma-ketligi muhim ahamiyatga ega: OEDF eritmasiga metal oksidi qo'shiladi, 0,5 – 1,5 soat davomida aralashtirib turiladi, keyin maydalangan poroshok holdagi ishqor qo'shiladi. Mualliflar tomonidan jarayonda bosqichlar ketma-ketligi almashinishi hosil bo'ladigan mahsulotning ifloslanishiga va uni kristall holda olib bo'lmasligiga olib keladi. Misol uchun, ishqorni OEDF eritmasiga qo'shilishi OEDFKning ikki valent almashingan tuzini hosil qiladi va yupqa kristall shaklida cho'kmaga tushadi. Buning natijasida keyin qo'shilgan metal oksidi bilan ta'sirlashish imkoniyatini yo'qotadi. Metall oksidi qo'shilganidan keyin ma'lum vaqt aralashtirib turilishning sababi OEDFKga metal oksidi qo'shilgandan keyin metastabil kompleks hosil bo'ladi va ishqor eritmasining qo'shilishi arashmadagi pHning o'ritishiga olib keladi, buning natijasida eruvchanligi past bo'lgan tetraalmashingan metal komplekslari cho'kmaga tusha boshlaydi va mahsulotning ifloslanishiga sabab bo'ladi.

Biz taklif qilayotgan usulga ko'ra Zn-OEDF kompleksi initsiator ishtirokida olinadi. Ko'p atomli spirtlar ishqorli suvli eritmada osongina monoalkolyalyatlar hosil qiladi, kuchli kislotalar bilan ta'sirlashishida metal ionlari beruvchi, qaytarish orqali esa ilk holatiga qaytadi. Initsiator sifatida ko'p atomli spirtlar olinishi maqsadga muvofiq hisoblanadi. Jarayon ketma-ketligi quyidagicha boradi: mexanik aralashtirgichli va reaktorga 50 m. b. dagi suv solinadi va 0,2-2,0 m. b. ko'p atomli spirt qo'shib yaxshilab aralashtriladi, keyin o'lchab olingan miqdordagi oksietilidendifosfon kislotasi qo'shiladi (10,6 m. b.). Eruvchanligini yaxshilash uchun bir oz qizdiriladi va yaxshilab eritib olinadi. Undan so'ng 4,2 m. b. miqdordagi rux oksidi qo'shiladi va shaffof, tiniq eritma hosil bo'lguncha yaxshilab aralashtiriladi. Undan so'ng reaksiya aralashmaga yaxshilab maydalangan natriy gidroksid (4,3 m. b.) qo'shiladi va to'xtovsiz aralashtirib turiladi. Bunda haroratni 23 – 25°C da ushlab turish talab etiladi.

Mahsulotning chiqimi 95% dan kam bo'lmaydi.

Zn-OEDF kompleksini sintez qilishning optimal sharoitlarini aniqlashda harorat, kiruvchi xomashyolar nisbati, suvning miqdori, reaksiya davomiyligi, glitserinning miqdori va sifatining tayyor mahsulot unumiga ta'siri o'rganildi.

Zn-OEDF sintez qilish jarayonida haroratni 2 bosqichda nazorat qilish lozim bo'ladi, ushbu 3 bosqichda haroratni turli olinganda mahsulot unumdorligiga ta'siri o'rganib chiqildi va natijalari jadvalda aks ettirildi (1-jadval)

1-jadval

Zn-OEDF unumdorligiga haroratning ta'siri

№	Harorat oralig'i, °C	Zn-OEDF unumdorligi
Rux oksidini OEDF ga qo'shish bosqichida		
1	10-20	80,1
2	20-25	98,1
3	25-30	98,2
4	30-35	90,5
5	35-40	87,4
6	40-50	84,0
Zn-OEDFning hosil bo'lish bosqichida		
1	10-15	60,8
2	15-20	71,1
3	20-25	90,5
4	25-30	96,5
5	30-35	90,9
6	35-40	87,4
7	40-50	84,3

1-bosqich. OEDFga rux oksidi qo'shilganida. Yuqoridagi natijalardan shuni ko'rish mumkinki OEDF ning suvli eritmasiga rux qo'shilishi natijasida oq

aralashma hosil bo'ladi. Bu jarayonda haroratni 10–50°C da o'rganildi.

Harorat 10-20°C bo'lganda reaksiya massa holati aralashtirishga salbiy ta'sir ko'rsatadigan qovushqoqlik holatiga keldi. Bu esa reaksiya ketishini keskin pasaytirdi. Suspenziya hosil bo'lishi jarayoni 4 soatgacha davom etdi. Bundan tashqari tayyor mahsulot tarkibida rux oksidi donachalari uchraganini ko'rishimiz mumkin.

Haroratni 40-50°C da olib borilganida esa mahsulotning chiqishi pasayishi kuzatildi, bu jarayonda qo'shimcha mahsulot tetraalmashingan Zn-OEDF hosil bo'lganligi bilan izohlandi.

2-bosqichda harorat ta'sirini o'rganilganda olingan natijalardan shuni ko'rishimiz mumkinki, harorat 10-20°C da olib borilganda rux oksidining donachalari hosil bo'lganligini ko'rishimiz mumkin, bu reaksiya massada yaxshi aralashish ketishiga to'sqinlik qiladi.

Harorat 40–50°C oralig'ida olib borilganda jarayonni nazorat qilish biroz qiyinchilik tug'diradi, sababi ishqor bilan reaksiya sodir bo'lishi ekzotermik jarayon bo'lib, uning kislota arashmasiga qo'shilishida harorat ortib ketdi, buning natijasida esa tayyor mahsulot tarkibida qo'shimcha mahsulotlar hosil bo'lishi ko'payganini kuzatishimiz mumkin.

Zn-OEDF olish jarayoniga ta'sir qiluvchi barcha omillarni o'rganib chiqildi va olingan ma'lumotlar optimal sharoitlari jadvalda keltirildi(2-jadval).

2-jadval

Initiator : suv nisbatining mahsulot chiqimi va Zn-OEDF olish reaksiyasi
vaqtiga ta'siri

№	Initiator	Initiator : suv nisbati, g/g	Reaksiyaning davomiyligi,	Zn-OEDF chiqimi, %
1	Etilenglikol	0,4:19,6	120 – 130	91,0
		0,8:19,2	140 – 145	93,0
		1,2:18,8	> 150	94,0
		1,6:18,4	> 150	-

		2,0:18,0	> 150	-
2	Glitserin	0,4:19,6	60 – 65	96,0
		0,8:19,2	30 – 35	97,0
		1,2:18,8	20 – 25	97,0
		1,6:18,4	< 20	-
		2,0:18,0	< 20	-
3	Limon kislotasi	0,4:19,6	20 – 22	96,0
		0,8:19,2	15 – 18	94,0
		1,2:18,8	10 – 12	90,0
		1,6:18,4	< 10	89,0
		2,0:18,0	< 10	81,0

2-jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, ko'p atomli spirt sifatida glitserinni qo'llanilganda reaksiya vaqti 30 – 35 minutni tashkil qiladi, initsiator : suv nisbati 0,8:19,2 g/g, mahsulotning chiqimi 97% dan kam emas.

Tayyorlangan mahsulotning tahlil natijalari:

Zn-OEDF (1-gidroksietilidendifosfonkislotasi ruxli kompleksining natriyli tuzi).

Zn-OEDF rangsiz kukun, suvda yaxshi eriydi

Empirik formulasi **$C_2H_4O_7P_2Na_2Zn$**

Molekulyar massasi **314,4**

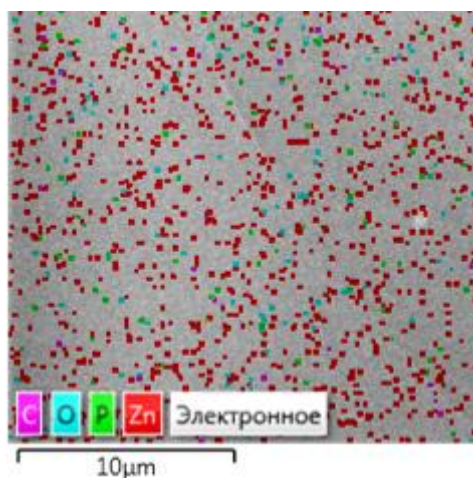
Element tarkibi:

	Topildi, %	7,6 : 1,5 : 19,6 : 14,4 : 19,9
C : H : O : P : Na : Zn	Hisoblandi, %	7,36 : 1,27 : 19,70 : 14,62 : 20,79

Olingan mahsulotning tarkibi va tuzilishi turli fizik-kimyoviy tahlil usullaridan foydalangan holda tahlil qilindi.

Olingan mahsulotning element tahlili uchun qo'l pressi yordamida tabletka tayyorlandi (diametri 5 mm). Tahlil Elektron mikroskop skaneri (CarlZeiss,

Germaniya) va energo-dispers element analizatori (OxfordInstruments, Buyuk Britaniya) da olib borildi (1-rasm).

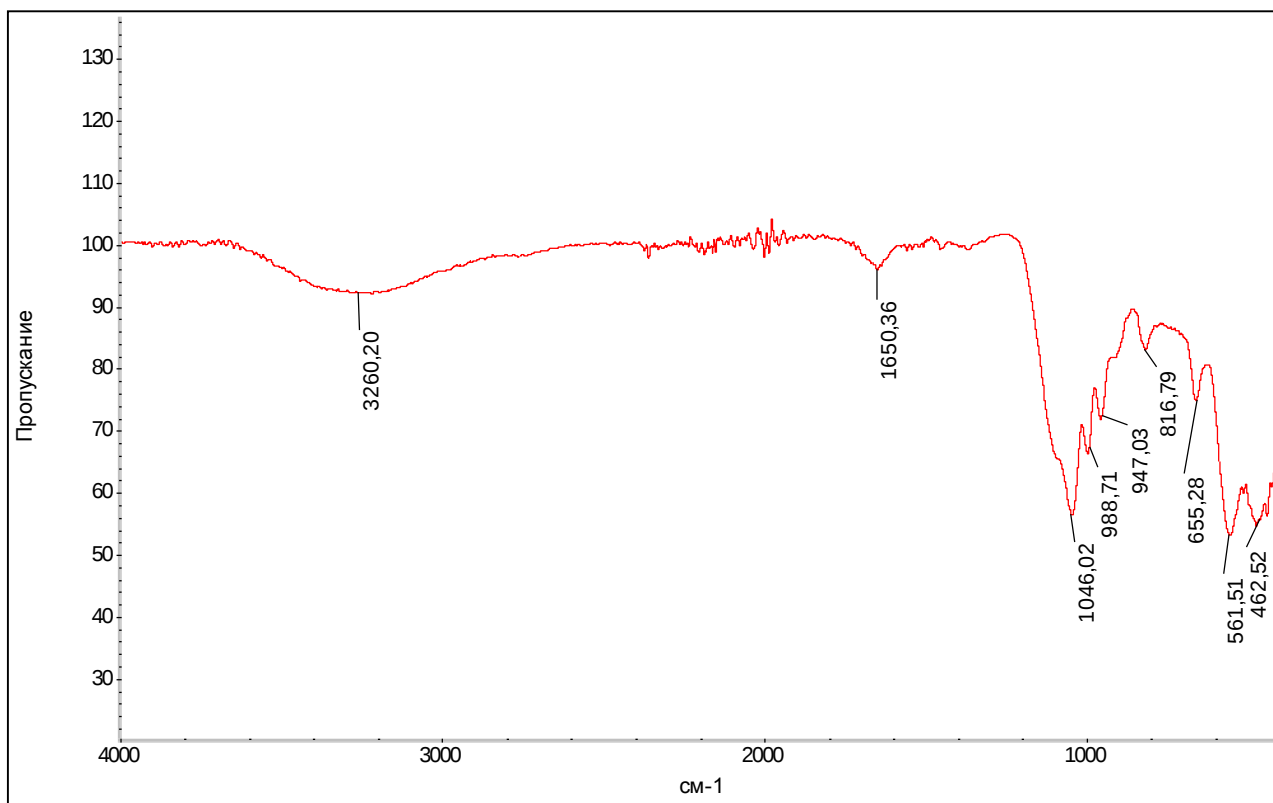


1-rasm. Olingan mahsulotning element analizi

Olingan Zn-OEDF ning element tarkibini aniqlash maqsadida ICP-MS (mass-spektrometr induktiv-bog'langan plazma) AT 7500a qurilmasida spektr analiz qilindi.

Namunani tahlilga tayyorlash: Zn-OEDF ni ma'lum miqdorda termik barqaror kolbaga tortib olindi, 10 ml konsentrlangan nitrat kislotasi qo'shildi va shaffof eritma hosil bo'lguncha isitgich plitada isitildi. Olingan eritmaning ma'lum miqdori 100 ml hajmdagi kolbaga solindi. Ushbu eritmani "Semiquant" rejimida "TEST.M" usulida mass-spektrometrdan o'tkazildi. Qurilmaning tavsifi: Plazmaning quvvati 1200 W, o'lchash oralig'i 0,1 sek.

Zn-OEDFni "Agilent Technology FTIR-640" qurilmasida IQ-spektrometrik tahlil qilish 4000-400 cm^{-1} qayd qilish oralig'ida 12 marta skaner qilindi (2-rasm).

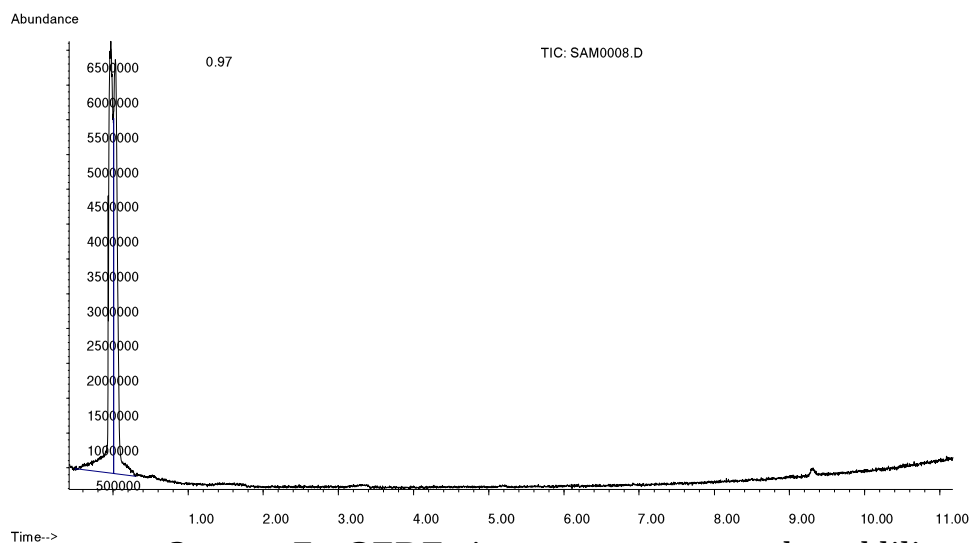


2-rasm. Zn-OEDF ning IQ-spektri

IQ-spektrometr tahlili natijalaridan shuni ko'rish mumkinki, 1680cm^{-1} nuqtada yutilish sohasi mavud, bu suvning deformatsiyalanish to'lqinlariga mos keladi; 420 va $480\text{--}490\text{ cm}^{-1}$ yutilish chiziqlari esa --O--P--O ning deformatsion tebranishiga mos keladi; $580\text{--}590\text{cm}^{-1}$ Zn--O bog'ining valent tebranishlariga; $640\text{--}670\text{cm}^{-1}$ C--P ning valent tebranishlariga; $830\text{--}840\text{ cm}^{-1}$ C--C ning valent tebranishlariga, $900\text{--}910$ va $960\text{--}970\text{ cm}^{-1}$ chiziqlari esa protonlangan P--O (H) bog'ining tebranishiga mos keladi, bu esa olingan komplekslar biroz protonlangan ekanidan dalolat beradi; 1010 cm^{-1} oraliqda to'liq deprotonlangan PO_3 guruhining valent tebranishiga mos keluvchi yutilish chiziqlari aniqlandi; $1050\text{--}1060$ va $1120\text{--}1160\text{ cm}^{-1}$ oraliqdagi yutilish chiziqlari PO_2 ning simmetrik va nosimmetrik valent tebranishlariga mos keladi.

Tadqiq qilinayotgan obyektning suvli eritmasi "Agilent Technology" GC/MS AT 5973N xromato-mass-spektrometrda "DRUGSP-SHORT.M" usulida 280°C haroratdagi inyektorda namunaning 1 mkl miqdoriga 5%

fenilmetilsiloksan qo'shib 30mm×0,25mm o'lchamdagi kappilyar kolonkada tahlil qilindi (3-rasm).



3-rasm. Zn-OEDF ning xromat-mass-spektr tahlili

Xromato-mass-spektr tahlili natijasiga asosan tadqiq qilinayotgan birikma tarkibida faqat bir turdagi mahsulotning miqdori ko'p ekanligi aniqlandi.

3.2. Ingibitorlar kompozitsiyasi tayyorlash va ularning ingibitorlik xossasini o'rganish

Mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlarga bo'lgan talabni hisobga olgan holda ingibitor kompozitsiyalari tayyorlandi va bu kompozitsiyalar asosida mamlakatimiz hududiga xos bo'lgan 3 xil turdagi suvlarda ingibitor samaradorligi sinab ko'rildi: 1) O'zbekiston Respublikasidagi aholi suv ta'minotidagi suv manbasi; 2) Navoiy tog'-kon metallurgiya kombinatidagi aylanma suv manbasi; 3) "Muborakneftgaz" dagi neft quduqlaridagi suv manbalaridan foydalanildi.

Suvdagi umumiy qattqlik uning tarkibidagi kalsiy va magniy ionlari miqdori bilan o'lchanadi. Aynan shu parametr bo'yicha yerlardagi suvlar tarkibi o'rganib chiqildi. Olingan natijalar asosida quyidagi 4 xil turdagi sinflarga ajratildi:

I – kam minerallangan (4 mg-ekv/l)

II – o'rtacha minerallangan (5 mg-ekv/l)

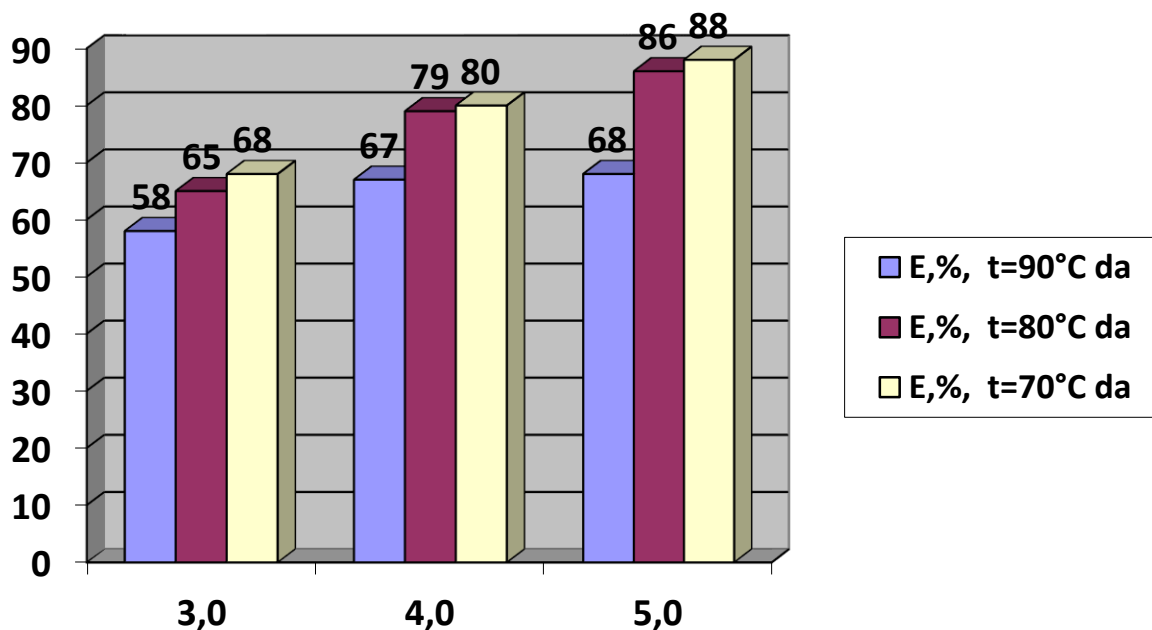
III – yuqori minerallangan (9 mg-ekv/l)

IV – o'ta yuqori minerallangan (11 mg-ekv/l)

IOMS, OEDFK va Zn-OEDF ingibitorlarini laboratoriya sharoitida sinash 70 – 90°C harorat va 3 – 5 g/t konsentratsiyada amalga oshirildi.

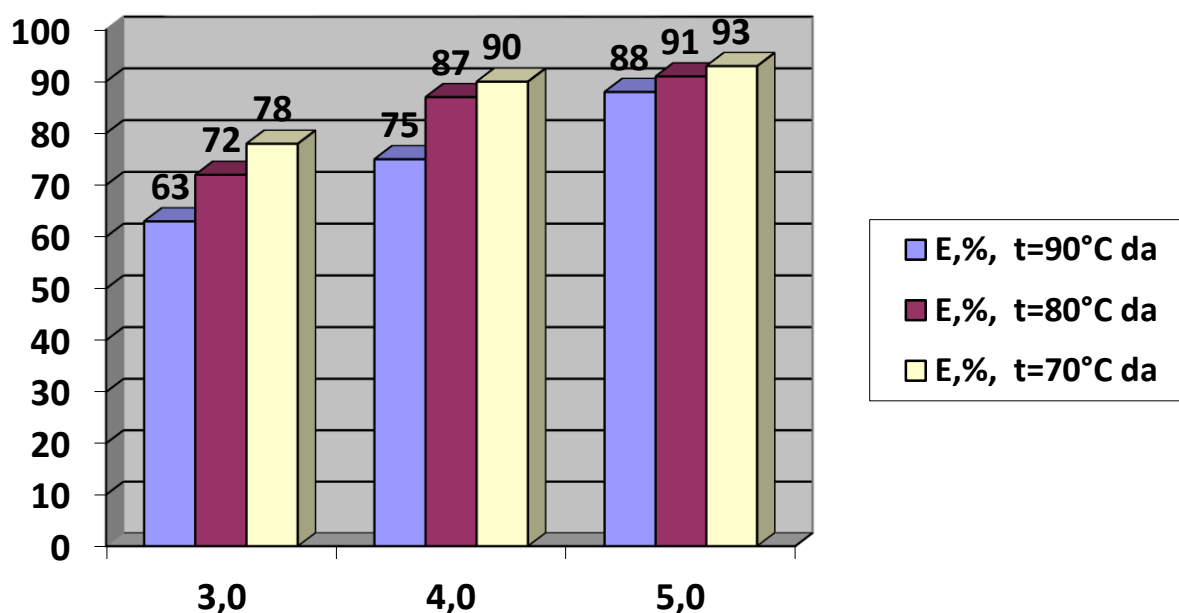
Tahlil natijalariga ko'ra shuni ta'kidlash lozimki, laboratoriya sharoitida deyarli barcha sharoitlarda sinalganda IOMS-1 ning katta bo'lmagan samaradorlikka ega ekanligi aniqlandi. Kompleksonning maksimal ingibitorlik samaradorligi 90°C harorat va 5 g/t konsentratsiyada aniqlandi = 68,0%. IOMS-1 kompleksini 3 g/t va 4 g/t konsentratsiyalarda qo'llanilganda suvning umumiy qattqligi o'zgarmadi, shu sababli bu haroratda IOMS-1 konsentratsiyasini 5 g/t dan kam bo'lmagan konsentratsiyada ishlatilish lozim ekanligi aniqlandi.

IOMS-1 kompleksoni qo'llanilishi natijasida umumiy qattqlikni pasayishining maksimal samaradorligi 80°C harorat va 5 g/t konsentratsiyada aniqlandi, mineral tuz to'planishiga qarshi maksimal samaradorligi 86% ekanligi aniqlandi. Ammo kompleksonning bu samaradorligi past ko'rsatkich hisoblanadi.



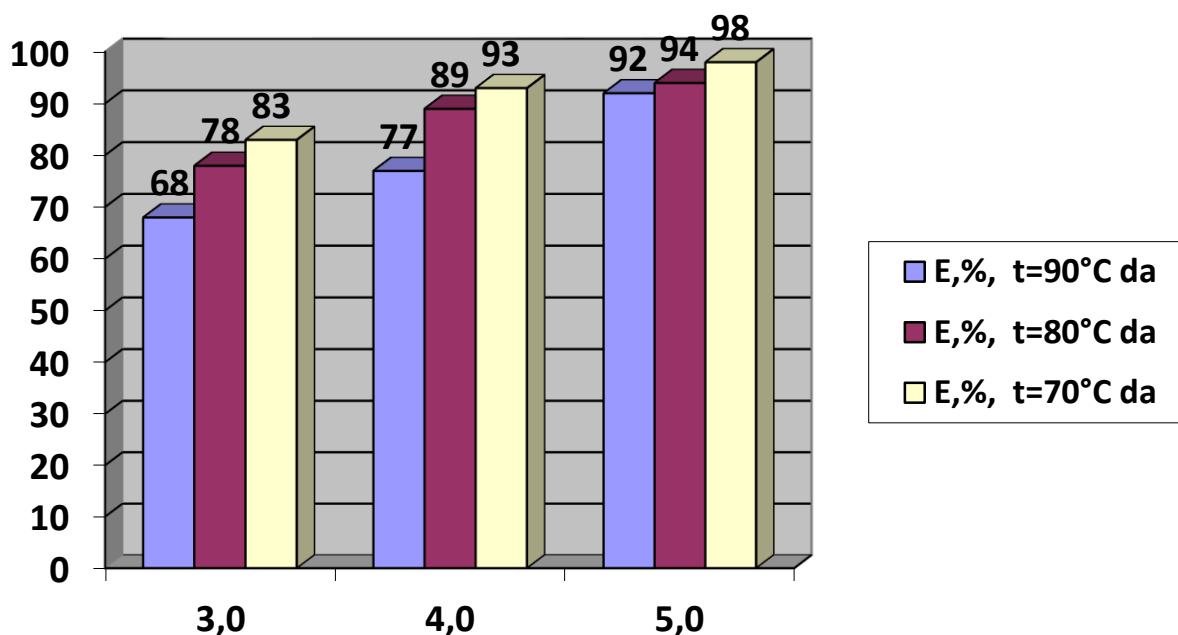
4-rasm. IOMS-1 samaradorligining haroratga bog'liqligi

70°C haroratda IOMS-1 ingibitoridan foydalanilganda maksimal samaradorlik 5 g/t konsentratsiyada kuzatildi = 88,0 %. Shuni ta'kidlash joizki, 70°C haroratda IOMS-1 ning yuqoriroq konsentratsiyalari bilan qo'shimcha tajribalar olib borildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, IOMS-1 ning 5,5 g/t konsentratsiyasida ingibitorlik xususiyati pasaya boshldi, bundan xulosa qilish mumkinki 5 g/t dan yuqoriroq konsentratsiyalarda qo'llanilishi maqsadli emas.



5-rasm. OEDFK samaradorligining haroratga bog'liqligi

Laboratoriya sinovlari natijalaridan OEDFning mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlik xossasi komplekson konsentratsiyasining ortishi bilan ortib boradi va 5 g/t konsentratsiyada mineral tuz to'planishiga qarshilik ko'rsatuvchi himoya hosil qiladi: 70°C haroratda – 93,0 %, 80°C – 91,0 %, 90 °C – 88,0%. OEDFKning samaradorligi eng maqbul bo'lgan konsentratsiyasi 5 g/t ni tashkil qildi. Suvni OEDFK bilan qayta ishlashda shuni ta'kidlash lozimki, suvning umumiy qattiqligi doim past holatda saqlab turdi. Ushbu kimyoviy tarkib bilan 70–90°C harorat oralig'ida reagentning ingibitorlik xossasi samaradorligi yetarli darajada deya baholandi.



6-rasm. DU-X samaradorligining haroratga bog'liqligi

Grafik ma'lumotlaridan shuni ko'rish mumkinki Zn-OEDFning mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlik xossasi komplekson konsentratsiyasining ortishi bilan ortib boradi va 5 g/t konsentratsiyada mineral tuz to'planishiga qarshilik ko'rsatuvchi himoya hosil qiladi: 70°C haroratda – 98,0 %, 80°C – 94,0 %, 90 °C – 92,0%. Kompleksonatlarning yuqori samaradorlikka ega ekanligi kompleksonning suvli eritmalarida ishqoriy va ishqoriy yer metallari bilan barqaror komplekslar hosil qilishi bilan izohlanadi. Shuni aytish mumkinki, Zn-OEDF kalsiy karbonat va kalsiy fosfat tarkibli cho'kmalar uchun samaradorligi yuqoriroq hisoblanadi, kalsiy sulfat tarkibli cho'kmalar uchun ularga nisbatan samarasiz hisoblanadi. Umuman olganda Zn-OEDF nafaqat suvli kimyoviy tizimlarda to'g'rilagichlar sifatida qo'llaniladi, balki ularni qurilmada avval hosil bo'lgan cho'kmalarni eritish maqsadida ham qo'llash mumkin.

Korroziya tezligini aniqlash 20°C haroratda, 1,2 m/s tezlikda olib borildi. Bunda St3 markadagi po'latdan tayyorlangan ikkita elektroddan foydalanildi. Ushbu jarayonda korroziyaning samaradorligini aniqlash quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$K=a_0/a$$

bu yerda K – sekinlashtirish koeffitsiyenti, a_0 – reagent qo'shilmagan holda korroziya tezligi, a – reagent qo'shilgandan keyin korroziyaning tezligi.

Olingan mahsulotlar jadvalda aks ettirildi (3-jadval)

3-jadval

St3 markadagi po'latga organofosfat ingibitorlarining ta'sirini o'rganish

№	Ingibitorning asosiy komponenti	Ingibitor konsentratsiyasi, mg/l	Sekinlashtirish koeffitsiyenti		
			Suvning qattiqligi mg/l		
			4 – 6	6-9	9 - 17
1	OEDF	2,0	0,40	0,90	0,80
		4,0	0,86	0,80	0,80
		10,0	1,10	1,1	1,20
2	NTF	2,0	0,90	0,95	1,10
		4,0	0,90	1,10	1,10
		10,0	2,00	1,2	1,40
3	PAF-13A	2,0	1,10	1,20	1,20
		4,0	1,20	1,30	1,30
		10,0	1,64	1,6	1,85
4	IOMS-1	2,0	1,19	1,30	1,20
		4,0	1,29	1,35	1,30
		10,0	2,08	1,6	1,80
5	GMDTF	2,0	1,20	1,27	1,23
		4,0	2,50	2,20	2,31
		10,0	2,52	2,3	2,40

Jadvalda (3-jadval) berilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, barcha reagentlar 4 mg/l dan yuqori konsentratsiyalarida korroziyani 1,5...2 barobar sekinlashtira oladi. Bu esa aniqlangan qonuniyat, ya'ni idish devorida himoya qatlami hosil qilish nazariyasini inkor qilmaydi. Ushbu himoya devorining mustahkamligi korroziya ingibitorlik xossasiga ijobiy ta'sir qiladi.

Ruxli komplekslarning nisbatan yuqori samaradorligini o'rganish uchun kompozitsion ingibitorlar tayyorlashga alohida e'tibor qaratildi bunda ruxli kompleksga qo'shimcha ravishda OEDF, PKI-3 va MEAKQ dan foydalanildi.

Ruxli komplekslar organofosfonatlar laboratoriya sharoitlarida sinte qilib olindi va u asosida turli komponentlar tayyorlandi.

Olingan kompozitsiyalarning korroziya xossalariga ta'siri o'rganib chiqildi va olingan natijalar jadvalda aks ettirildi (4-jadval).

4-jadval

D markadagi qattiqlikka ega po'latning korroziya tezligiga ingibitor konsentratsiyasining ta'siri

Jarayonni olib borish davomiyligi, kun	Ingibitor	Ingibitor konsentratsiyasi, g/l	Namunanin g o'rtacha massa yo'qotishi, g	Korroziya tezligi, g/m ² ·g	Himoya darajasi, %
1	Ingibitorsiz	-	0,0368	0,866	-
	OEDF :	1,0	0,0023	0,054	93,8
	Zn-OEDF : ПКИ-3 (2 : 1 : 2)	2,0	0,0017	0,040	95,4

2	Ingibitorsi z	-	0,0611	0,890	-
	OEDF :	0,5	0,0041	0,061	92,9
	Zn-OEDF	1,0	0,0040	0,060	93,1
	: ПКИ-3 (2 : 1 : 2)				
		2,0	0,0030	0,044	94,9

3.3. Etanolaminlarning ingibitorlik xossasi va ular asosidagi kompozitsiya

MEA, DEA va TEA tuzilishida bir qancha juftlashmagan elektronlar saqlagan markazlar bo'lib, MEA – 2 ta (O va N), DEA – 3 ta (2 ta O va N) va TEA – to'rtta (3 ta O va N). Shuning uchun ushbu birikmalarni mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlar sifatida qo'llash o'rganildi.

MEA, DEA va TEA ni toza suvda mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitor sifatida qo'llanilishi sinab ko'rildi. Bunda konsentratsiya 0,5 – 2,0 mg/l bo'lganda mos ravishda ingibitorlik darajasi 48 dan 78% gacha bo'ldi (5-jadval).

5-jadval

Etanolaminlarning ingibitorlik xossalarini o'rganish

№	Ingibitor komponenti	Ingibitor konsentratsiyasi, mg/l	Samaradorlik %		
			Suvning qattiqligi, mg/l		
			4 – 5	7 – 9	9 – 11
1	Monoetanolamin	0,5	54	50	48
		1,0	55	51	49
		1,5	56	53	50
		2,0	56	53	50
2	Dietanolamin	0,5	60	55	47
		1,0	61	56	49
		1,5	62	58	50
		2,0	62	58	51

3	Trietanolamin	0,5	72	68	65
		1,0	73	69	66
		1,5	75	70	68
		2,0	75	70	68

Etanolaminlarning o'rtacha darajadagi ingibitorlik xossasi namoyon qilishi aniqlandi, bu ularning tarkibidagi juftlashmagan elektronlarning kam faolligi bilan izohlanishi mumkin. Etanolaminlarning ingibitorlik xossalarini o'rganganda shuni aniqlandiki, etanolaminlarning ushbu qatorida etanolaminlarning faolligi oshib boradi $MEA < DEA < TEA$.

Adabiyotlar tahlili qilinganida shuni aniqlandiki tarkibida azot saqllovchi birkmalarning mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlik xossasi mavjud. Misol uchun Shvetsariyada "HELAMIN" nomi ostida tayyorlanadigan ingibitorlar poliamin birikmalar aralashmasi bo'lib, ularning mineral tuz to'planishiga qarshi samaradorligi 2-5 mg/l qo'llanilganda 90% gacha yetishini kuzatishimiz mumkin.

Poliaminlarni olish jarayonlarini o'rganish maqsadida monoetanolaminlarni polikondensatsiya jarayonlari o'rganib chiqilgan bunda olingan mahsulotning inbitirolik xossasiga ta'siri o'rganildi (6-jadval).

6-jadval

Olingan poliaminlar (PPM) konsentratsiyasining ingibitorlik xossasiga ta'siri

Qo'shimchaning konsentratsiyasi, mg/l	Himoya darajasi, %
4,0	40
6,0	53
8,0	59
15,0	76

Jadvaldan ko'rish mumkinki olingan birikma o'rtacha himoya darajasiga ega.

Shuning uchun azotsaqllovchi birikmalar ichida eng samarali komponent sifatida TEA va PPM eng samarali hisoblandi.

Samaradorligi yuqori bo'lgan ingibitorlar tayyorlashda MEA, DEA va TEA ga NTF, OEDFK, IOMS-1 kabi etalon ingibitorlar qo'shish orqali kompozitsiyalar tayyorlandi va ularning ingibitorlik faolligi o'rganildi. Olingan natijalar tahlili quyidagi jadvalda berilgan(7-jadval).

7-jadval

Etanolaminlar asosida tayyorlangan kompozitsiyalarning ingibitorlik xossasini o'rganish natijalari

№	Ingibitor komponenti	Ingibitor konsentratsiyasi mg/l	Samaradorlik %		
			Suvning qattiqligi mg/l		
			4 – 5	7 – 9	9 – 11
1	Monoetanolain + NTF	0,5 + 0,5	87	86	85
		1,0 + 1,0	89	89	88
		1,5 + 1,5	90	89	89
		2,0 + 2,0	91	90	90
2	Dietanolamin + NTF	0,5 + 0,5	88	87	86
		1,0 + 1,0	90	90	89
		1,5 + 1,5	91	91	90
		2,0 + 2,0	94	91	90
3	Trietanolamin + NTF	0,5 + 0,5	89	88	88
		1,0 + 1,0	91	90	89

		1,5 + 1,5	93	91	90
		2,0 + 2,0	95	92	91
4	Monoetanolamin + OEDF	0,5 + 0,5	90	89	89
		1,0 + 1,0	92	90	89
		1,5 + 1,5	94	92	91
		2,0 + 2,0	95	93	92
5	Dietanolamin + OEDF	0,5 + 0,5	91	90	90
		1,0 + 1,0	93	91	90
		1,5 + 1,5	95	93	92
		2,0 + 2,0	96	94	93
6	Trietanolamin + OEDF	0,5 + 0,5	92	91	89
		1,0 + 1,0	94	91	90
		1,5 + 1,5	95	93	92
		2,0 + 2,0	97	94	92
7	Monoetanolamin + IOMS-1	0,5 + 0,5	84	83	80
		1,0 + 1,0	86	85	81
		1,5 + 1,5	88	86	83
		2,0 + 2,0	90	89	85
8	Dietanolamin + IOMS-1	0,5 + 0,5	86	84	81
		1,0 + 1,0	88	86	84
		1,5 + 1,5	90	87	86
		2,0 + 2,0	91	90	87

9	Trietanolamin + IOMS-1	0,5 + 0,5	87	85	84
		1,0 + 1,0	89	87	87
		1,5 + 1,5	90	88	88
		2,0 + 2,0	92	91	89

Jadval ma'lumotlari asosida ko'rinib turibdiki, tayyorlangan kompozitsiyalar yuqori ingibitorlik xossalarini namoyon qiladi.

NTF, MEA va EFK asosida natriy o'yuvchisi bilan neytrallangan ingibitor kompozitsiyasi tayyorlandi, uning samaradorligi jadvalda aks ettirildi (8-jadval).

8-jadval

Olingan kompozitsiyalarning ingibitorlik samaradorligi

№	Ingibitor tarkibi, % mass	Ingibitor konsentratsiyas i, mg/l	Samaradorlik %		
			Suvning qattiqligi, mg/l		
			4 – 5	7 – 9	8 – 11
1.	NTF÷MEA÷EFK (10+10+80)	2.0	88	86	84
		4.0	90	88	85
		5.0	91	90	88
		6.0	97	90	88
2.	NTF÷MEA÷EFK (15+10+75)	1.0	90	89	87
		2.0	92	91	88
		3.0	93	92	89
		4.0	93	92	90

3.	NTF÷MEA÷EFK (15+15+70)	1.0	90	88	86
		2.0	91	89	88
		3.0	91	90	89
		4.0	91	90	89
4.	NTF÷MEA÷EFK (10+15+75)	1.0	92	90	89
		2.0	93	91	90
		3.0	95	92	91
		4.0	96	92	91
5.	NTF÷MEA÷EFK (15+10+75)	1.0	90	89	87
		2.0	91	90	88
		3.0	92	90	89
		4.0	92	90	90
6.	NTF÷MEA÷EFK (10+20+70)	1.0	91	90	89
		2.0	92	91	90
		3.0	93	91	90
		4.0	93	91	90
7.	NTF÷MEA÷EFK (20+10+70)	1.0	91	90	89
		2.0	92	91	90
		3.0	92	91	91
		4.0	93	92	91

Jadvaldan shuni ko'rish mumkinki, olingan kompozitsiyalarning ingibirlik xususiyati ko'proq tarkibdagi NTF miqdoriga bog'liq bo'ladi. Uning

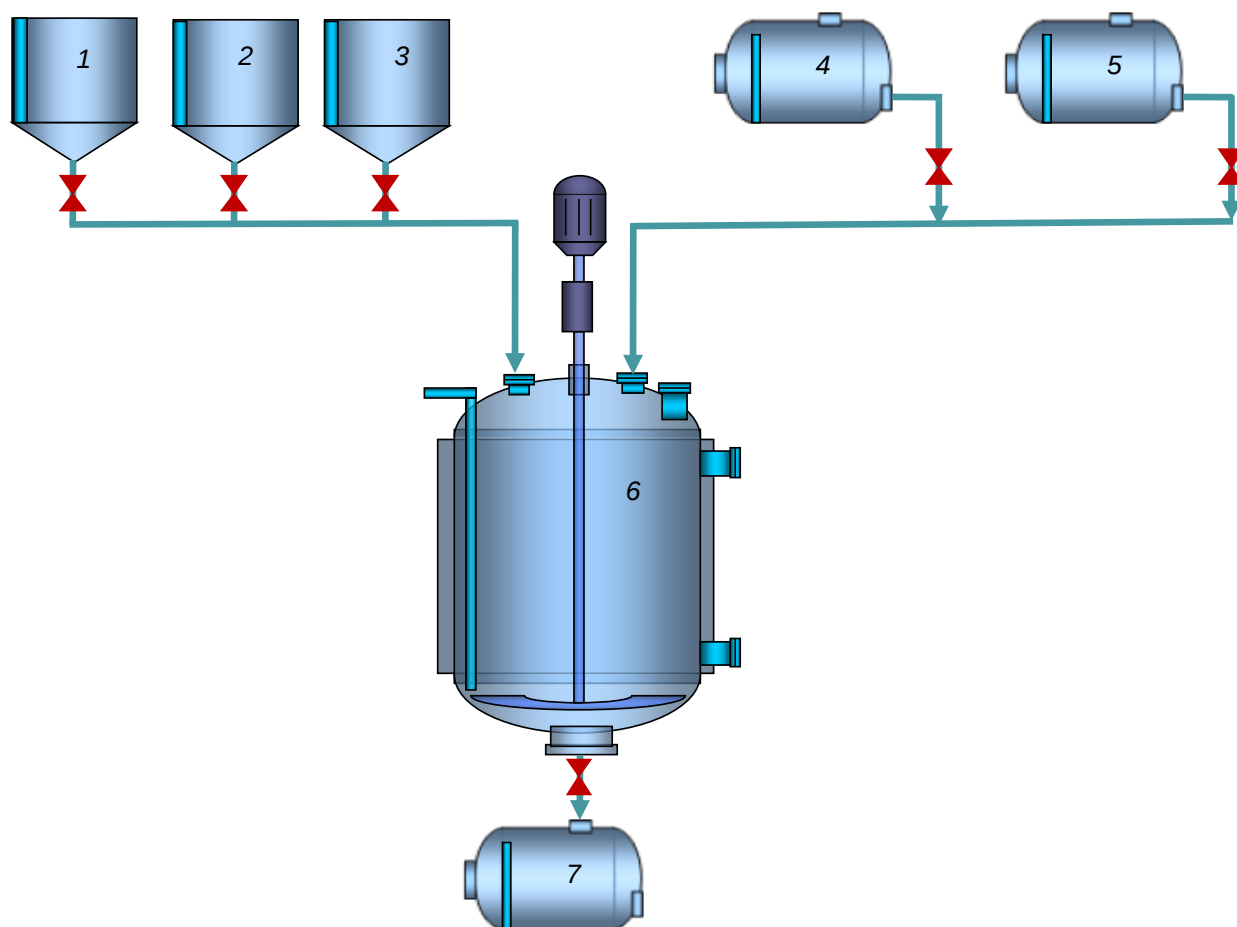
tarkibdagi miqdorini ma'lum konsentratsiyadan pasayishi ingibitorlik xossasini keskin pasayishiga olib keladi, shuning uchun uning tarkibdagi NTF ning minimal konsentratsiyasi 10% mass. etib belgilandi. Ushbu kompozitsiyalar ichida optimal sharoit sifatida $\text{NTF} \div \text{MEA} \div \text{EFK}$ (10+15+75) deb qarash mumkin, uning qattiqligi turli bo'lgan suvlardagi ingibitorlik samaradorligi 91-96% ni tashkil etadi.

3.4. Zn-OEDF va uning asosida mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitor sintez qilish texnologiyasi

Yuqorida olingan natijalarni hisobga olgan holda Zn-OEDF va uning asosida mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlarni sintez qilishning quyidagicha texnologiyasi taklif qilinadi:

Reaktor(6)ga bunker(1)dan kerakli miqdordagi glitserin va suv aralashmasi beriladi. To'xtovsiz aralashtirib turilgan holda OEDFK qo'shiladi. Aralashtirish OEDFKning to'liq erib ketguniga qadar davom ettiriladi, undan so'ng reaktorga aralashtirishni davom ettirib turgan holda rux oksidi asta-sekinlik bilan solinadi. Rux bilan boradigan reaksiya tiniq-shaffof eritma hosil bo'lguncha davom etadi. Aralashtirish taxminan 30 – 40 daqiqa davom etadi. Keyin reaksiyon aralashmaga 40% li ishqor – natriy gidroksidning suvli eritmasi qo'shiladi. Reaksiyon aralashma quyusqlashib borib, gelsimon aralashma olinadi, aralashtirish to'xtatilmagan holda reaktorga monoetanolaminni haydashning kub qoldig'i yo'naltiriladi. O'zaro ta'sirlashish vaqti 40 – 50 daqiqa davom ettiriladi. Tayyor mahsulot sig'im(7)ga yuboriladi.

Mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlarni sintez qilishning taklif
qilinayotgan taxminiy texnologiyasi



7-rasm. Mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlarni sintez qilishning taklif
qilinayotgan taxminiy texnologik sxemasi

1, 2, 3 – OEDFK, ZnO, glitserin uchun bunker; 4,5 – monoetanolaminni
haydashning kub qoldig'i uchun sig'im; 6 – reaktor; 7 – hosil bo'lgan tayyor
mahsulot uchun sig'im (mineral tuz ingibitorlari)

XULOSA

1. Zn-OEDFni olishning bir qancha usullari ko'rib chiqildi. Sintez jarayonida mahsulot chiqimining unumini oshirishga ta'sir qiluvchi omillar o'rganib chiqildi va shunga ko'ra Zn-OEDF ni intisiatorlar – ko'p atomli spirtlar ishtirokida sintez qilish jarayoni o'rganildi.

2. Olingan Zn-OEDF mahsulotning tarkibi va strkuturasi zamonaviy analiz usullaridan IK- va PMR-spektroskoplarida, elementlar analiz usullarida aniqlandi.

3. Zn-OEDF asosida monoetanol amin (monoetanolaminni haydashning kub qoldig'i) va poliaminokrotonol qo'shib yangi ingibitor kompozitsiyalarini tayyorlash o'rganib chiqildi. Ularning samaradorligi 90% va undan yuqori ekanligi aniqlandi.

4. Olingan natijalar asosida mineral tuz to'planishiga qarshi ingibitorlarni sintez qilishning texnologik jarayon sxemasi taklif etildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] «Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017–2021 годах». 7.02.2017 г..
- [2] <https://www.gazeta.uz/oz/2017/08/07/foreign-trade/>.
- [3] Н.Е. Ковалева, Г.Я. Рудакова. Теория и практика применения комплексонов для обработки воды.// Журн. "Новости теплоснабжения", № 8, (24), август, 2002, С. 43 -45.
- [4] Шангараева Л.А., Петухов А.В. Прогнозирование образования отложений солей в нефтяных скважинах.// Современные проблемы науки и образования. Пенза 2013. С. 99..
- [5] https://ru.wikipedia.org/wiki/Нитрилотриметилфосфоновая_кислота.
- [6] yugtehtkom.pulscen.ru/.../31341635-ingibitor_oleotlozheni_difalon_inkredol_ioms.
- [7] Гарифуллин Ф.С. Повышение эффективности эксплуатации нефтепромысловых систем, осложненных сульфидсодержащими осадками. Автореф. дисс...докт.тех.наук. Уфа. 2003. - 50 с.
- [8] Гарифуллин Ф.С., Гильмутдинов Р.С., Сайтов И.Р., Мымрина Н.А., Э.Р. Саляхова., Шилькова Р.Ф. Лабораторные исследования по созданию эффективных композиционных составов и оптимальных соотношений химреагентов // Труды Башнипинефть. – Уфа, 2003.- Вып..
- [9] Садыков Л.Ю., Гарифуллин Ф.С., Гатин Р.Ф. Пути повышения надежности нефтегазопромысловых трубопроводов и емкостного оборудования // Нефтяное хозяйство.- 2002.-№4.- С. 88-89..
- [10] пат. РФ. 2233376. Павлычев В.Н., Прокшина Н.В., Дорофеев С.В., Габдуллин Р.Ф., Сафонова Е.А., Хасанов Ф.Ф., Калимуллин А.А.,

Фасхутдинов Р.А., Сафонов Е.Н., Беляев В.А. Способ предупреждения отложения минеральных солей и сульфида железа. Заявл. 07.10.

[11] www.himprom.com/products/prod/detail.php?ELEMENT_ID=2979..

[12] Михайлов А.Г. Разработка способов предотвращения отложения кальцита в скважинном оборудовании в условиях форсированного отбора жидкости (на примере месторождений западно-сибирской нефтегазоносной провинции). Автореф.дисс....канд.тех.наук. Уфа-2004. -24 с..

[13] Рагулин В В., Латыпов О.А., Михайлов А. Г. Моделирование солеобразования при нефтедобыче и технологии его предупреждения//Научно-технический вестник ЮКОС. - 2003.- №6. - С.42-47..

[14] А.Н. Феденко. Применение полифосфата натрия в химводоподготовке: особенности, практика, и экономическая эффективность. Журнал "Новости теплоснабжения", № 11, (27), ноябрь, 2002, С. 29 – 30..

[15] Саушкин А.З., Токунов В.И. Технологические жидкости и составы для повышения продуктивности нефтяных и газовых скважин. Издание: ООО "Недра-Бизнесцентр". М.: 2004. -711 с..

[16] Применение полифосфата натрия в химводоподготовке: особенности, практика, и экономическая эффективность. // Новости теплоснабжения. 2002. № 11. С. 29 – 30..

[17] Основы химии и технологии производство синтетических моющих средств. П.В. Николаев, Н.А. Козлов, С.Н. Петрова. Иваново: 2007. – 116 с..

[18] О.Н. Шевердяев, П.С., Белов, А.М. Шкитов. Основы технологити поверхностно-активных веществ и синтетических моющих средиств. М.: МГОУ. 2001. – 201 с..

- [19] П.А. Чепеняк, О.А. Абоносимов, С.И. Лазарев, С.В. Ковалев. Исследование сорбции пористых полимерных мембран в водных натрийсодержащих растворах. Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 2009. №12. С. 47-50..
- [20] Маматкулов И. А. Новые ингибиторы для бурения неустойчивых глинистых отложений и при проходке глинистых разрезов // Молодой ученый. - 2016. - №9. - С. 208-213..
- [21] Пат. 2393173 РФ. Способ получения полиакрилонитрила. Терентьев А.О., Сахарова А.А., Выгодский Я.С., Платонов М.М., Сапожников Д.А., Волкова Т.В., Никишин Г.И. Заявл. 2008.04.01. Оpubл. 27.06.2010..
- [22] Ибрагимов Г.З., Сорокин В.А., Хисамутдинов Н.И. Химические реагенты для добычи нефти. Справочник рабочего. - М.: Недра, 1986. - 240 с..
- [23] Мизипов И.Р. Алгоритм подбора и результаты применения ингибиторов солеотложений // Инженерная практика. 2012. №1. С.: 26-29..
- [24] Маркин А.Н., Низамов Р.Э., Суховерхов С.В. Нефтепромысловая химия: практическое руководство. Владивосток: Дальнаука. 2011. 288 с..
- [25] Мищенко И.Т, Кащавцев В.Е., «Солеобразование при добыче нефти» 2004.- 432с. ЗАО «Опытный завод Нефтехим». Солеобразование при добычи нефти // Инженерная практика. 2010. №4. С. 40-42..
- [26] А.Г. Перекупка, Ю.С. Елизарова. Эффективность и перспективы применения многокомпонентных смесей ингибиторов солеотложения. // Нефтяное хозяйство. М.: 2003. С. 82-84..
- [27] Методические рекомендации по применению антинакипинов и ингибиторов коррозии ОЭДФ, АФОН 200-60А, АФОН 230-23А, ПАФ-

13А, ИОМС-1 и их аналогов, проверенных и сертифицированных в РАО «ЕЭС России», на энергопредприятиях. СО 34.37.536-2004. – 67 с..

- [28] Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях. «Недра бизнес центр». 2000. -655с. ISBN 5-8365-0052-5..
- [29] Патент 4869845 (США). Состав для обработки воды. Заявл.12.10.88; Оpubл.26.09.89. РЖХим 1989. 16 И380..
- [30] В.Н. Кижняев, М.Б. Астахов, Е.И. Бирюкова. Влияние межмолекулярного взаимодействия мономеров на сополимеризацию 1-винилбензимидазола с малеиновой кислотой // Высокомолекуляр. соединения. Сер. Б. - 1992. - Т. 34, № 10. - С. 4-18..
- [31] Цуканова Т.В. Использование комплексных соединений при подготовке добавочной воды для оптимизации водно химического режима водогрейных котлов и систем теплоснабжения. Автореферат дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук. М.:2007-27 с..
- [32] Мацько Т.В. Теория и практика применения комплексонатов для оптимизации водно-химического режима котлов низких и средних параметров и систем теплоснабжения. // Новости теплоснабжения. 2006. №5. - с.49..
- [33] Петрова Т.И., Мацько Т. В. Использование комплексообразующих соединений для коррекционной обработки воды в системах теплоснабжения. // Вестник МЭИ 2007. №1. С.29..
- [34] Пат. 2175309 РФ. Иванов А.М. Пшеничникова В.Г., Ратушняк И.Б. Состав для предотвращения отложений солей жесткости. Заявл. 03.02.2000. Оpubл. 27.10.2001..
- [35] Zhon Zuo-mind, Jind Guan-hua, Tong Shou-yin, Dai Uon-Zhi. Jindxihuadond zhondjianti. Изготовление ингибиторов накипообразования,

адаптированных к высокой жесткости и высокой щелочности. // Fine chem. Intermediates. 2001. № 4. С.21 – 24..

- [36] Юсупбеков Н.Р., Юсупов Д., Уваров и др. Перспективы производства и потребления ингибиторов аномальных явлений. // Узб.журнал нефти и газа. 2004, №3, с.41-42..
- [37] Ким Ф.О. Синтез, свойства и технология производства полидентатных соединений и их применение: Дисс. ... канд. техн. наук. –Т., 2005. -117 с..
- [38] Ю.И. Кузнецов. Органические ингибиторы атмосферной коррозии металлов. // Вестник ТГУ, т.18, вып.5, 2013. С. 2126-2131..
- [39] СНиП 41-02-2003. Тепловые сети. М.: ФГУП ЦПП, 2005. 38 с. СП41-104-2000. Проектирование автономных источников теплоснабжения. М.: ГУ П ЦПП, 2000. 16 с..
- [40] МУ 1-321-03. Методические указания по коррекционной обработке питательной воды паровых котлов, подпиточной воды систем теплоснабжения, водогрейных котлов комплексонатами ОЭДФ-Zn, НТФ-Zn. Ростов-на-Дону: 2003, 20 с..
- [41] МУ 1-322-03. Методические указания по стабилизационной обработке воды систем теплоснабжения, водогрейных котлов комплексонатами ОЭДФ-Zn, НТФ-Zn. Ростов-на-Дону: 2003, 18 с..
- [42] Пат. РФ № 2304084. Чаусов Ф.Ф. Способ ингибирования солеотложений. 2005. МПК С 02 F 5/14..
- [43] Чаусов Ф.Ф. Ингибирование роста кристаллов солей щелочноземельных металлов в водных растворах. Теория и технические приложения. Автореф. дисс. ... канд. хим. наук. Нижний Новгород: ННТУ, 2005. 28 с..
- [44] Журавлев В.А., Чаусов Ф.Ф., Савинский С.С. Конкурентный рост кристаллической и аморфной фаз в водных растворах карбоната и

нитрилотриметилфосфоната кальция // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2006. № 5. С. 92-99..

[45] Чаусов Ф.Ф. Модель влияния адсорбируемых примесей на рост кристаллов малорастворимых солей из слабо пересыщенных растворов // Теоретические основы химической технологии. Т. 42. 2008. №2. С. 189-197..

[46] Чаусов Ф.Ф. Новый эффективный способ защиты тепло-передающего оборудования от солеотложений // Тяжелое машиностроение. 2007. № 9. С. 5-8..

[47] Кузнецов Ю.И. Роль анионов при депассивации алюминия и ингибировании коррозии. // Защита металлов. - 1984. - Т. 20. - № 3. - С 359-372..

[48] Кузнецов Ю.И. ИФХАН-36 - эффективный ингибитор коррозии металлов в водных средах / Ю.И. Кузнецов, В.А. Исаев, И.В. Старобинская, Т.Н. Бардашева // Защита металлов. - 1990. - Т. 26. - № 6. - С. 965 - 969..

[49] Кузнецов Ю.И., Исаев В.А., Трунов Е.А. //Защита металлов. 1990. Т. 26. № 5. С. 798-804..

[50] Балабан-Ирменин Ю.В., Рубашов А.М. Методические указания по оценке интенсивности процессов внутренней коррозии в тепловых сетях. РД153-34.1-17.465-00. М.: АООТ «Всероссийский теплотехнический научно-исследовательский институт», 2000. -9 с..

[51] Ф.Ф. Чаусов. Сравнение эффективности защиты стали от коррозии и солеотложений различными ингибиторами. // Новости теплоснабжения №7. 2009. С. 50-52..

[52] Ф.Ф. Чаусов. Сравнительные испытания фосфонатоцинкатных ингибиторов солеотложений и коррозии. // Сантехника. Отопление. Канденсирование. № 5. 2008. С 16-25..

- [53] Пат. РФ. 107048. Степанова А.Г., Андреева И.Р., Тарасов С.Р., Филиппов В.М., Иванов В.А. Способ получения водного раствора динатриевой или дикалиевой соли оксиэтилиденфосфоната цинка с концентрацией 15-23%. Заявл. 06.03.2006. Оpubл. 27.08.2007..
- [54] Пат. РФ. 2465279. Галкина И.В., Спиридонова М.П., Юсупова Л.М., Левинсон Ф.С., Егорова С.Н., Галкин В.И. Соединение, содержащие органофторидхлорфосфатные анионы. Заявл. 06.02.2011. Оpubл. 27.10.2012. Бюл. №30..
- [55] Пат. РФ. 2800203. Уринович Е.М., В.А. Смирнова, Е.Б. Селиванова, Б.И. Бихман, М.З. Гуревич, Н.Ф. Шугал., Н.М. Дятлова. Способы получения щелочных солей комплексов ОЭДФК с металлами II группы. Заявл. 24.07.1979. Оpubл. 30.12.1981. Бюл. №48..
- [56] Пат. (RU) 113615. Гаврилов Н.Б. Состав для обработки охлаждающей воды. Заявл. 05.05.2004. Оpubл. 27.06.2005. Бюл. №18..
- [57] Пат. (RU) 119397. Гаврилов Н.Б. Состав для ингибирования коррозии и отложения в водообработных системах. Заявл. 29.06.2004. Оpubл. 27.06.2005. Бюл. №18..
- [58] Пат. РФ. № 2122981. Гаврилов Н.Б. Состав для ингибирования отложения в водообработных системах. Заявл. 11.08.1997. Оpubл. 10.12.1998. Бюл. №18..
- [59] Пат. РФ. № 2198852. Дружинин В.Н.; Жигаленко В.А.; Котиков И.Н.; Руднев В.В.; Смирнов В.А. Состав для предотвращения карбонатных, сульфатных, железистоокисных отложений. Заявл. 11.08.1997. Оpubл. 10.12.1998. Бюл. №18..
- [60] Physicochemical Aspects of 2-Phosphonobutane-1,2,4-Tricarboxylate (PBTC) and Its Effect on CaCO₃ Crystal Growth Konstantinos D. Dcmadis and Panos Lykoudis // Chemistry of Organophosphonate Scale Growth Inhibitors: 3. Vol. 3, Nos. 3-4, 2005. С.135-149.

- [61] Пат. (RU) № 1005667. Колотов В.Ю., Самошкин А.Л. N,N-бис(фосфатометилен)-N'-гидроксиметилен-N'-(фосфонитометилен тиомочевина в качестве ингибитора и биоцида)). Заявл. 05.01.2004. Оpubл. 27.07.2006. Бюл. №21..
- [62] Пат. РФ. № 111045. Громов А.М., Егоров С.А., Жаринов Ю.Б., Кукарина Е.А. Состав для очистки твердых поверхности. Заявл. 12.04.2004. Оpubл. 10.06.2007. Бюл. №16..
- [63] Пат. РФ. № 20101043008/04. Ершов М.А. Состав для ингибирования коррозии и отложений в закрытых системах отопления. Заявл. 08.02.2010. Оpubл. 10.07.2011. Бюл. №19..
- [64] Пат. РФ. № 2304084. Способ ингибирование солеотложений. Заявл. 06.09.2005. Оpubл. 10.08.2007. Бюл. №22..
- [65] Чаусов Ф.Ф., Раевская Г.А. Комплекcсонный водно-химический режим теплоэнергетических систем низких параметров. Практическое руководство. Москва – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2003. – 280 с..
- [66] Егоров-Тисменко Ю.К., Литвинская Г.П. Теория симметрии кристаллов. Учебник для высшей школы – М.: ГЕОС. 2000, 410 с..
- [67] Пат. РФ. № 101461. Волошин А. И., Харитоновa Е. Ю., Гуров С. А., Хлебникова М. Э. Состав для ингибирования солеотложений при добычeнефти. Заявл. 19.01.2006. Оpubл. 10.10.2007. Бюл. №28..
- [68] Пат. РФ. № 131186. Кинд В. Б., Романова Н. Е., Петров Д. С., Голуб Т.П., Петров С.В. Композиция для предотвращения солеотложений и коррозии. Заявл. 30.08.2006. Оpubл. 27.06.2008. Бюл. №18..
- [69] Пат. РФ. № 1341150. Цирульникова Н.В., Дрикер Б.Н., Сикорский И.П., Тарантаев А.Б. Способ предотвращения солеотложений и коррозии в системах водоснабжения и отопления. Заявл. 25.09.2006. Оpubл. 10.07.2008. Бюл. №19..

- [70] Пат. РФ. № 116564. Тэлбот Р.Э., Грек Ж.М. Состав для предотвращения коррозии и солеотложения. Заявл. 14.10.2004. Оpubл. 14.10.2003. Бюл. №27..
- [71] Пат. РФ. № 117131. Тэлбот Р.Э., Грек Ж.М., Джонс К.Р. Способ обработки водной системы, содержащей или находящейся в контакте с отложениями сульфидов металлов. Заявл. 10.09.2004. Оpubл. 10.09.2008. Бюл. №25..
- [72] Пат. РФ. № 109354. Хуснутдинов Р.А., Масланов А.А., Емельянов А.В., Бухарцев А.В., Шайдаков В.В., Аптыкаев Г.А. Комплексонат нитрилотри-(метиленфосфонато)-2-фенил-3-этил-8-оксихинолин натриевая соль в качестве солеотложений. Заявл. 14.03.2007. Оpubл.2008..
- [73] Пат. РФ. № 129226. Строкольская Г.И., Ушаков Г.В., Бойкова Н.Ф., Ушаков А.Г. Способ защиты водооборотных систем от коррозии и солеотложений. Заявл. 30.07.2007. Оpubл. 27.11.2008. Бюл. №33..
- [74] Способы обработки оборотной воды индивидуальными олями щелочных, щелочноземельных или переходных металлов (полифосфата, хроматы, нитраты, нитриты). Справочное руководство. – Л.: Химия, 1988. С.82-98..
- [75] Робинсон Д.С. Способ обработки оборотной воды органическими ингибиторами коррозии, содержащими серные, азотные и кислородные функциональные группы. //Ингибиторы коррозии. –М.: Металлургия, 1993. С.272..
- [76] Пат. (RU) № 112703. Дрикер Б.Н., Тарасова С.А., Тарантаев А.Г., Обожин А.Н., Устюжанинов В.В. Способ предотвращения солеотложений, коррозии и биообрастаний в системах водоснабжения. Заявл. 06.04.2009. Оpubл. 20.01.2011. Бюл. №2..

- [77] Дрикер Б. Н., Тарасова С. А., Обожин А. Н., Обадин Д. Н., Тарантаев А. Г. Влияние органофосфонатов на стабильность воды при различной степени ее упаривания // Энергосбережение и водоподготовка. № 5. 2010, С. 2-5..
- [78] Дрикер Б. Н., Тарасова С. А., Обожин А. Н., Тарантаев А. Г., Цирульникова Н. В. Комплексный ингибитор солеотложений, коррозии и биообрастаний на основе органических фосфонатов // Энергосбережение и водоподготовка. №1. 2010, С. 4-6..
- [79] Дрикер Б. Н., Тарасова С. А., Сикорский И. П., Цирульникова Н. В. Применение композиций на основе органических фосфонатов в водоподготовке // Коррозия: материалы, защита. №11, 2008, С. 27-30..
- [80] Дрикер Б. Н., Тарасова С. А., Тарантаев А. Г., Обожин А. Н. Низкомолекулярные полимеры в качестве ингибиторов солеотложений и коррозии // Энергосбережение и водоподготовка. № 6. 2010, С. 12-15..
- [81] Дрикер Б. Н., Цирульникова Н. В. и др. Реагенты для обработки воды нового поколения // Энергосбережение и водоподготовка. 2004. № 3. С. 35..
- [82] Пат. (RU) № 136721. Угрюмов О.В., Колтышева Т.Н., Алешкина И.В., Монахова Н.В. Состав для предотвращения неорганических отложений. Заявл. 05.10.2009. Оpubл. 10.05.2011. Бюл. №13.
- [83] Чаусов Ф.Ф., Раевская Г.А. Комплексонный водно-химический режим теплоэнергетических систем низких параметров. Практическое руководство. Москва – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2003. – 280 с..
- [84] Егоров-Тисменко Ю.К., Литвинская Г.П. Теория симметрии кристаллов. Научный редактор – чл.-корр. РАН, профессор В.С. Урусов. Учебник для высшей школы – М.: ГЕОС. 2000, 410 с..

- [85] Пат. Бельгия. № 107855. Дево Альбер Фирмен, Ван Брее Жан Х. Дж., Джонсон Тесса Николь, Нотте Патрик Пьер. Способ ингибирования образования отложений. Заявл. 25.05.2007. Оpubл. 20.12.2011. Бюл. №35..
- [86] Пат. США. № 117871/04. Хейтнер Хауард И., Шпитцер Дональд П.. Гидрофобно модифицированные полиаминовые ингибиторы образования накипи. Заявл. 28.09.2007. Оpubл. 10.07.2012. Бюл. №19..
- [87] Пат. США. № 133306/04. Хейтнер Хауард. Силанзамещенные полиэтиленоксидные реагенты и способ их алюмосиликата в промышленных способах. Заявл. 04.01.2008. Оpubл. 10.10.2012. Бюл. №28..
- [88] Пат. США № 138725/04. Verrett Sheldon Fillip. Композиция для ингибирования образования отложений кальциевых солей. Заявл. 16.03.2010. Оpubл. 27.02.2014. Бюл. №6..
- [89] Пат. РФ №2115631. А.П. Ковальчук, Н.А. Иванова. Состав для ингибирования солеотложений и коррозии. 1998. МПК C02F 5/14..
- [90] J. Kusnezow, J. Trunow. Untersuchung von Phosphonssaeuren als Inhibitoren der Korrosion von Metallen in Systemen der industriellen Wasserversorgung. Zentralstelle Korrosionsschutz, 1982, № 42–43. S. 39–43..
- [91] Пат. РФ №2205157. А.П. Ковальчук. Состав для ингибирования солеотложений и коррозии и способ его получения. МПК C02F 5/14, 2003..
- [92] Ф.Ф. Чаусов, М.А. Плетнёв, И.С. Казанцева. Проблемы и решения при внедрении технологии комплексной обработки воды. Опыт Удмуртского государственного университета. Журнал «С.О.К.», №6/2004, стр. 25–27..

ILOVALAR