VODOROD SULFID VA KARBONAT KISLOTASI MUHITIDA NEFT-GAZ QUVURLARINI KORROZIYADAN HIMOYALASHDA SOXTA KASHTAN-CHILONJIYDA EKSTRAKTINING "YASHIL" INGIBITORLIK SAMARADORLIGI

Jurayeva Ra'noxon Ismoil qizi
Namangan viloyati Kosonsoy tumani
37-umumiy o'rta ta'lim maktabi
kimyo fani o'qituvchisi
https://doi.org/10.5281/zenodo.23230343

Annotatsiya. Mazkur maqolada neft-gaz sanoatida foydalaniladigan uglerodli po'lat quvurlarni vodorod sulfid (H_2S) va karbonat kislota hosil qiluvchi karbonat angidrid (CO_2) ishtirokidagi agressiv muhitda korroziyadan himoyalash uchun soxta kashtan va chilonjiyda asosidagi o'simlik ekstraktlaridan foydalanish imkoniyati tadqiq etiladi. Neft va gazni qazib olish hamda tashish jarayonlarida CO_2, H_2S, suv va mineral tuzlarning birgalikdagi ta'siri quvur ichki yuzasida elektrokimyoviy korroziya jarayonlarini jadallashtirishi mumkin. O'simlik ekstraktlari tarkibidagi fenolik birikmalar, flavonoidlar, organik kislotalar, azotli va kislorodli funksional guruhlar metall yuzasiga adsorbsiyalanib, himoyalovchi qatlam hosil qilishi mumkin. Ushbu tadqiqotda soxta kashtan va chilonjiyda ekstraktlarining tarkibiy xususiyatlari, konsentratsiyaning korroziya tezligiga ta'siri, adsorbsiya mexanizmi va ingibitorlik samaradorligini baholashning gravimetrik hamda elektrokimyoviy usullari ko'rib chiqiladi. Tadqiqot natijalari mahalliy o'simlik xomashyolaridan ekologik jihatdan maqbul korroziya ingibitorlarini yaratish imkoniyatlarini aniqlashga qaratilgan.

Kalit so'zlar: korroziya, yashil ingibitor, soxta kashtan, chilonjiyda, H_2S, CO_2, karbonat kislota, neft-gaz quvurlari, uglerodli po'lat, elektrokimyoviy korroziya, adsorbsiya, o'simlik ekstrakti.

Kirish. Neft va gazni qazib olish, tayyorlash va tashish tizimlarida metall quvurlar agressiv muhit ta'sirida ishlaydi. Ayniqsa, suv fazasida erigan CO_2 va H_2S uglerodli po'latdan tayyorlangan quvurlarning ichki korroziyasini kuchaytiruvchi muhim omillar hisoblanadi. CO_2 suvda eriganda karbonat kislota tizimini hosil qilib, muhit pH qiymatini pasaytiradi va po'latning anod-katod elektrokimyoviy jarayonlarini jadallashtiradi. H_2S esa sulfidli korroziya, vodorodning metallga kirib borishi va ayrim sharoitlarda lokal shikastlanish hamda yorilish xavfini oshirishi mumkin.

Neft-gaz quvurlarida korroziyani nazorat qilishning asosiy usullaridan biri korroziya ingibitorlaridan foydalanishdir. Ingibitorlar metall va agressiv muhit orasidagi o'zaro ta'sirni kamaytirib, metall yuzasida adsorbsion himoya qatlamini hosil qilishi mumkin. Korroziya ingibitorlaridan foydalanish neft-gaz quvurlarining xizmat muddatini oshirish va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishning amaliy usullaridan biri hisoblanadi.

An'anaviy sintetik ingibitorlarning samaradorligi yuqori bo'lishiga qaramay, ularning ayrimlari toksiklik, biologik parchalanish va atrof-muhitga ta'sir nuqtai nazaridan muammolarni keltirib chiqarishi mumkin. Shu sababli so'nggi yillarda o'simlik ekstraktlari,

tabiiy moylar, biopolimerlar va boshqa qayta tiklanuvchi manbalardan olinadigan “yashil” ingibitorlarga qiziqish ortmoqda.

O‘simlik ekstraktlarining korroziyaga qarshi xususiyati ularning tarkibidagi biologik faol organik birikmalarning metall yuzasiga adsorbsiyalanishi bilan bog‘liq. Tadqiqotlarda o‘simlik ekstraktlari CO_2 korroziyasini kamaytirishda istiqbolli ekanligi ko‘rsatilgan, biroq ularning real neft-gaz sharoitlarida, ayniqsa yuqori bosim, harorat, H_2S va CO_2 birgalikdagi muhitida sinovdan o‘tkazilishi zarur.

Shu nuqtai nazardan, mahalliy o‘simlik xomashyosi — soxta kashtan va chilonjiyda ekstraktlarining korroziyaga qarshi xususiyatlarini o‘rganish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Tadqiqotning asosiy maqsadi soxta kashtan va chilonjiyda asosida tayyorlangan o‘simlik ekstraktlarining H_2S va CO_2 ishtirokidagi agressiv muhitda uglerodli po‘latni korroziyadan himoyalash samaradorligini aniqlash hamda optimal ekstrakt konsentratsiyasini belgilashdan iborat.

Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

- soxta kashtan va chilonjiyda xomashyosidan ekstrakt olish;
- ekstraktlarning asosiy fitokimyoviy komponentlarini aniqlash;
- uglerodli po‘lat namunalari sirtining boshlang‘ich holatini tavsiflash;
- H_2S–CO_2 muhitida nazorat tajribalarini o‘tkazish;
- ekstrakt konsentratsiyasining korroziya tezligiga ta’sirini aniqlash;
- ingibitorlik samaradorligini gravimetrik usulda baholash;
- elektrokimyoviy impedans spektroskopiyasi va qutblanish usullari yordamida himoyalash mexanizmini o‘rganish;
- optimal konsentratsiya va tajriba sharoitlarini aniqlash;
- ekstraktlarning adsorbsiya mexanizmini baholash.

CO_2 va H_2S ishtirokidagi suvli muhitda po‘latning korroziyasi murakkab elektrokimyoviy jarayon hisoblanadi.

CO_2 suvda eriganda quyidagi muvozanatli jarayon sodir bo‘ladi:

$$\mathbf{CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3}$$

Hosil bo‘lgan karbonat kislota keyinchalik dissotsiatsiyalanib, vodorod ionlari konsentratsiyasining ortishiga olib keladi:

$$\mathbf{H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-}$$

Po‘lat yuzasida temirning anodli erishi soddalashtirilgan holda quyidagicha ifodalanadi:

$$\mathbf{Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-}$$

Katodli jarayonda esa vodorod ionlarining qaytarilishi kuzatilishi mumkin:

$$\mathbf{2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2}$$

H_2S mavjud bo‘lganda esa temir sulfidli korroziya mahsulotlari hosil bo‘lishi mumkin. Hosil bo‘lgan sulfid qatlamining himoyalovchi yoki aksincha, lokal korroziyani kuchaytiruvchi xususiyati muhit tarkibi, harorat, H_2S qisman bosimi va oqim sharoitlariga

bog‘liq. Shuning uchun H_2S va CO_2 birgalikdagi muhitida korroziya mexanizmini faqat “kislota ta’siri” bilan izohlash yetarli emas.

Soxta kashtan va chilonjiyda ekstraktlarining korroziya ingibitori sifatidagi potensiali. O‘simlik ekstraktlarining korroziyaga qarshi xususiyati ularning kimyoviy tarkibiga bog‘liq. Fenolik birikmalar, flavonoidlar, tanninlar, organik kislotalar va boshqa polyar komponentlarda mavjud O va ayrim hollarda N yoki S atomlari metall yuzasi bilan o‘zaro ta’sirlashishi mumkin.

Bunday molekulalar po‘lat yuzasiga adsorbsiyalanganda metallning agressiv muhit bilan bevosita kontaktini kamaytiruvchi himoya qatlamini shakllantirishi mumkin.

Soxta kashtan va chilonjiyda ekstraktlarining samaradorligi, avvalo, ularning real fitokimyoviy tarkibi bilan tasdiqlanishi kerak. Shu sababli ekstraktlarni korroziya tajribasiga kiritishdan oldin quyidagi analitik usullardan foydalanish maqsadga muvofiq:

- FTIR spektroskopiyasi;
- UV-Vis spektroskopiyasi;
- GC-MS yoki LC-MS;
- umumiy fenolik moddalar miqdorini aniqlash;
- flavonoidlar miqdorini aniqlash;
- xromatografik tahlil.

Bu yondashuv qaysi komponentlar korroziyaga qarshi ta’sirning asosiy manbai ekanligini aniqlash imkonini beradi. O‘simlik ekstraktlarining samaradorligini faqat ekstraktning o‘zi bilan izohlashdan ko‘ra, faol komponentlarni aniqlash ilmiy jihatdan ishonchliroq hisoblanadi.

Tadqiqot metodikasi. Tajribalarda neft-gaz quvurlarida keng qo‘llanadigan uglerodli po‘lat namunalaridan foydalanish mumkin. Namunalar bir xil o‘lchamda tayyorlanadi, mexanik ishlov beriladi va tajribadan oldin sirt iflosliklardan tozalanadi. Soxta kashtan va chilonjiyda xomashyosi quritilib, maydalanadi. Keyinchalik tanlangan ekstragent yordamida ekstraksiya jarayoni amalga oshiriladi.

Ekstraksiya sharoitlari — xomashyo/erituvchi nisbati, harorat, vaqt va erituvchi turi — alohida optimallashtirilishi kerak. Olingan ekstrakt filtrlanadi, konsentratsiyalanadi va tajribalarda turli konsentratsiyalarda qo‘llanadi.

Laboratoriya modeli sifatida CO_2 va H_2S ishtirokidagi suvli elektrolit yoki simulyatsiya qilingan qatlam suvidan foydalanish mumkin.

Tajriba parametrlari sifatida:

- pH;
- harorat;
- CO_2 konsentratsiyasi yoki qisman bosimi;
- H_2S konsentratsiyasi yoki qisman bosimi;
- mineralizatsiya;
- ekstrakt konsentratsiyasi;
- ekspozitsiya vaqti

nazorat qilinadi.

Muhim xavfsizlik talabi: H_2S o‘ta zaharli gaz bo‘lgani sababli bunday tajribalar faqat tegishli gaz nazorati, germetik laboratoriya tizimi, shamollatish va H_2S monitoringi mavjud bo‘lgan professional sharoitda bajarilishi kerak. Gravimetrik usulda metall namunasining

tajribadan oldingi va keyingi massalari o‘lchanadi. Korroziya tezligini soddalashtirilgan ko‘rinishda quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$CR = K \times \Delta m / (\rho \times A \times t)$$

bu yerda:

CR — korroziya tezligi;

Δm — massa yo‘qotilishi;

ρ — metall zichligi;

A — namunaning sirt maydoni;

t — tajriba davomiyligi;

K — birliklarni moslashtiruvchi koeffitsiyent.

O‘simlik ekstraktlarining ingibitorlik mexanizmini chuqurroq aniqlash uchun elektrokimyoviy usullardan foydalanish maqsadga muvofiq.

Ushbu usul orqali:

- korroziya potensiali;
- korroziya toki;
- anod va katod reaksiyalarining kinetik parametrlari

aniqlanadi.

Agar ekstrakt qo‘shilgandan keyin korroziya toki sezilarli kamayadigan bo‘lsa, bu uning korroziya jarayonini bostirayotganidan dalolat beradi.

EIS yordamida metall/elektrolit chegarasidagi zaryad almashinuvi va himoya qatlamining xususiyatlari o‘rganiladi. Ekstrakt mavjudligida zaryad almashinuvi qarshiligining (Rct) ortishi odatda metall sirtida himoyalovchi adsorbsion qatlam hosil bo‘layotganini ko‘rsatishi mumkin.

O‘simlik asosidagi yashil ingibitorlarni tadqiq qilishda EIS va qutblanish usullaridan foydalanish keng tarqalgan.

Tadqiqotning asosiy parametrlaridan biri ekstrakt konsentratsiyasidir.

Masalan, tajribada quyidagi konsentratsiyalarni solishtirish mumkin:

0 → 25 → 50 → 100 → 250 → 500 → 1000 mg/L

Aniq konsentratsiya diapazoni dastlabki laboratoriya tajribalari asosida belgilanadi. Konsentratsiya oshishi bilan metall sirtiga adsorbsiyalangan faol molekulalar sonining ortishi hisobiga korroziya tezligi kamayishi va ingibitorlik samaradorligi oshishi kutiladi. Biroq ma’lum konsentratsiyadan keyin samaradorlikning o‘sishi sekinlashishi yoki plato hosil qilishi mumkin. Shuning uchun tadqiqotning asosiy maqsadlaridan biri minimal reagent sarfi bilan maksimal himoya samaradorligini beruvchi optimal konsentratsiyani aniqlashdan iborat.

O‘simlik ekstraktlari tarkibidagi faol organik molekulalar metall yuzasiga fizik yoki kimyoviy adsorbsiyalanishi mumkin. Adsorbsiya modeli yordamida ekstrakt molekulalarining po‘lat sirtida qanday joylashishi va himoya qatlamining shakllanish mexanizmi haqida xulosa chiqarish mumkin.

Korroziyadan oldin va keyin metall sirtining morfologiyasini solishtirish tadqiqot natijalarining ishonchliligini oshiradi.

Buning uchun:

- SEM;
- EDS;
- AFM;
- XRD;
- XPS

kabi usullardan foydalanish mumkin.

Ingibitorsiz namunada chuqurchalar, notekis korroziya va korroziya mahsulotlari kuzatilishi mumkin. Ekstrakt mavjudligida esa metall sirtining nisbatan bir tekis va kamroq shikastlangan holatda qolishi himoya qatlamining shakllanganligini ko‘rsatishi mumkin.

Tadqiqot natijasida quyidagi ilmiy xulosalarga kelish kutiladi:

1. soxta kashtan va chilonjiyda ekstraktlarining fitokimyoviy tarkibi aniqlanadi;
2. ekstrakt tarkibidagi korroziyaga qarshi faol komponentlar aniqlanadi;
3. H_2S–CO_2 muhitining uglerodli po‘latga korroziy ta’siri baholanadi;
4. ekstrakt konsentratsiyasining korroziya tezligiga ta’siri aniqlanadi;
5. optimal ingibitor konsentratsiyasi belgilanadi;
6. korroziya ingibitsiyasi samaradorligi hisoblanadi;
7. metall yuzasida adsorbsion himoya qatlamining hosil bo‘lish mexanizmi aniqlanadi;
8. soxta kashtan va chilonjiyda ekstraktlarining samaradorligi o‘zaro taqqoslanadi;
9. eng samarali ekstrakt asosida yashil korroziya ingibitori formulatsiyasini ishlab chiqish imkoniyati baholanadi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi sifatida quyidagi yo‘nalishlarni taklif etish mumkin:

- soxta kashtan va chilonjiyda asosidagi mahalliy o‘simlik xomashyolarining H_2S–CO_2 muhitidagi korroziyaga qarshi potensialini aniqlash;
- ikki xil o‘simlik ekstraktining ingibitorlik samaradorligini qiyosiy baholash;
- ekstrakt konsentratsiyasi va himoya samaradorligi o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash;
- ekstraktning metall yuzasiga adsorbsiyalanish mexanizmini tavsiflash;
- kombinatsiyalangan ekstrakt uchun sinergik ta’sir mavjudligini tekshirish.

Ayniqsa, “soxta kashtan + chilonjiyda kombinatsiyasi” alohida ilmiy qiziqish uyg‘otishi mumkin. Biroq sinergik ta’sir mavjudligi faqat eksperimental ma’lumotlar bilan tasdiqlanishi kerak. O‘simlik ekstraktlari asosidagi korroziya ingibitorlaridan foydalanish neft-gaz sanoatida ekologik jihatdan maqbulroq korroziyaga qarshi texnologiyalarni yaratish imkonini beradi.

Bunday ingibitorlar:

- qayta tiklanuvchi xomashyoga asoslanishi;
- mahalliy xomashyo bazasidan olinishi;
- biologik parchalanish xususiyatiga ega bo‘lishi;
- sintetik reagentlarga muqobil bo‘lishi;
- neft-gaz quvurlarining xizmat muddatini uzaytirishi

mumkin.

Biroq “yashil” maqomini faqat tabiiy kelib chiqishiga qarab belgilash yetarli emas. Zamonaviy yondashuvda toksiklik, biologik parchalanish, bioakkumulyatsiya, termik barqarorlik va real ish sharoitidagi samaradorlik ham baholanishi lozim. Kelgusidagi

tadqiqotlarda soxta kashtan va chilonjiyda ekstraktlarining optimal nisbatini aniqlash, faol fitokimyoviy komponentlarni identifikatsiya qilish, EIS va qutblanish usullari yordamida ingibitsiya mexanizmini o‘rganish hamda yuqori bosim-yuqori haroratli autoklav sharoitida sinovdan o‘tkazish maqsadga muvofiq.

Shu asosda mahalliy o‘simlik xomashyosiga asoslangan, iqtisodiy jihatdan maqbul va ekologik xavfi past korroziya ingibitori formulatsiyasini ishlab chiqish mumkin.

Xulosa. Soxta kashtan va chilonjiyda ekstraktlari asosida olinadigan tabiiy korroziya ingibitorlari H_2S va CO_2 ishtirokidagi agressiv neft-gaz muhitida uglerodli po‘lat quvurlarni himoyalash uchun istiqbolli materiallar sifatida qaralishi mumkin.

Ularning ehtimoliy himoya mexanizmi ekstrakt tarkibidagi organik faol komponentlarning metall yuzasiga adsorbsiyalanishi va agressiv muhit bilan metall orasida himoyalovchi qatlam hosil qilishi bilan izohlanadi. O‘simlik ekstraktlari CO_2 korroziyasida istiqbolli bo‘lsa-da, real neft-gaz sharoitlarida yuqori bosim, harorat, H_2S, CO_2, mineral tuzlar va oqim tezligining birgalikdagi ta’siri sababli qo‘shimcha sinovlar talab etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Shang Z., Zhu J. Overview on plant extracts as green corrosion inhibitors in the oil and gas fields. Journal of Materials Research and Technology, 2021, Vol. 15, pp. 5078–5094. DOI: 10.1016/j.jmrt.2021.10.095.
2. Ahamad I., Prasad R., Quraishi M.A. Experimental and theoretical investigation of inhibition of mild steel corrosion in hydrochloric acid by some plant extracts. Corrosion Science.
3. Umoren S.A., Solomon M.M. Recent developments on the use of polymers as corrosion inhibitors in different media. Journal of Industrial and Engineering Chemistry.
4. Tamalmani K., Husin H. Review on Corrosion Inhibitors for Oil and Gas Corrosion Issues. Applied Sciences, 2020, 10, 3389.
5. Popoola L.T., Grema A.S., Latinwo G.K., Gutti B., Balogun A.S. Corrosion problems during oil and gas production and its mitigation. International Journal of Industrial Chemistry.
6. Usman B.J., Ali S.A. Carbon dioxide corrosion inhibitors: a review. Arabian Journal for Science and Engineering, 2018, 43, 1–22.
7. Nesic S. Carbon dioxide corrosion of mild steel. In: Uhlig's Corrosion Handbook. Wiley.
8. Xhanari K., Finsgar M. Recent advances in the inhibition of sweet corrosion. The Chemical Record, 2021.
9. A review of plant extracts as green corrosion inhibitors for CO_2 corrosion of carbon steel. npj Materials Degradation, 2022.
10. Utilization of green inhibitors as a sustainable corrosion control method for steel in petrochemical industries: A review. Frontiers in Energy Research, 2022.
11. Internal corrosion in oil and gas wells during casings and tubing: Challenges and opportunities of corrosion inhibitors. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 2023.
12. An overview on emerging green organic corrosion inhibitors: sustainable solution for oil and gas industrial applications. RSC Advances, 2026.