

UDK: 628.16:628.35:620.193

NEFT-GAZ SANOATI OQAVA SUVLARINI TOZALASH VA TRANSPORT TIZIMLARINI KORROZIYADAN HIMOYALASHNING KOMPLEKS TEXNOLOGIYASI

Xalilov J.A.

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti,
Qarshi shahri, O'zbekiston.

ANNOTATSIYA

Maqolada neft-gaz sanoati oqava suvlarini tozalash jarayoni bilan tozalash-transport tizimining korroziyaviy holati o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik tadqiq etilgan. Tozalash samaradorligi bilan korroziya tezligi o'rtasidagi bog'liqlik monoton emas, balki ekstremal xarakterga ega ekanligi eksperimental aniqlangan: samaradorlikning 0 dan 30 % gacha ortishi korroziya tezligini 0,633 dan 0,470 mm/yilgacha pasaytiradi, undan keyingi ortishi esa uni 95,6 % da 1,027 mm/yilgacha ko'taradi. Shu asosda tozalash va korroziyadan himoyalash jarayonlarini muvofiqlashtiruvchi yetti bosqichli kompleks texnologik sxema ishlab chiqilgan. Unumdorligi 6,0 m³/soat bo'lgan yarim sanoat qurilmasida 8 oy davomida o'tkazilgan sinovlar korroziya tezligini 1,048 dan 0,082 mm/yilgacha, ya'ni 12,8 barobar kamaytirish, tozalash ko'rsatkichlarini esa me'yoriy talablar doirasida saqlash mumkinligini tasdiqladi. Loyihaning diskontlangan qoplanish muddati 1,8 yilni, yillik iqtisodiy samara 3 941 mln so'mni tashkil etadi.

Kalit so'zlar: oqava suvlarni tozalash, ichki korroziya, tozalash samaradorligi, korroziya ingibitori, yopiq tsikl, pitting, texnik-iqtisodiy samaradorlik.

KIRISH

Neft va gaz konlarining ekspluatatsiya muddati ortishi bilan quduq mahsulotidagi suv ulushi ortib boradi va suv bilan bog'liq texnologik jarayonlar korxona xarajatlarining sezilarli qismini tashkil qila boshlaydi. Hosil bo'lgan oqava suvlar tozalanib, qatlam bosimini ushlab turish tizimiga qaytariladi. Ushbu zanjirda ikkita muhandislik vazifasi bir xil suyuqlik ustida bajariladi: suvni tozalash va uni uzatuvchi metall tizimni korroziyadan himoyalash. Amaliyotda bu ikki vazifa turli xizmatlar tomonidan, turli o'lchov birliklarida va, qoida tariqasida, turli namunalarda hal qilinadi.

Bir qator kuzatuvlar bunday ajratishning sun'iy ekanligini ko'rsatadi. Temir va alyuminiy tuzlari asosidagi koagulyantlar suvga sulfat kiritadi va bufer sig'imini

pasaytiradi; flotatsiya bosqichi ilgari deaeratsiyalangan suvni kislorod bilan to'yintiradi; mikrobiologik faollikni bostirish uchun qo'llaniladigan oksidlovchi biosidlar esa uglerodli po'lat uchun kuchli depassivatsiyalovchi agent hisoblanadi. Aksincha, quvur devoridan ajralgan korroziya mahsulotlari suvga temir gidroksidi va sulfidi ko'rinishida qaytib, tozalash inshootining kirish yukini oshiradi. Natijada yopiq tsikl vujudga keladi, biroq uning kuchaytirish koeffitsienti shu paytgacha miqdoriy baholanmagan.

Mazkur ishning maqsadi tozalash samaradorligi bilan korroziya tezligi o'rtasidagi miqdoriy bog'liqlikni aniqlash, uni tavsiflovchi model qurish va shu asosda ikkala vazifani yagona texnologik oqimda hal qiluvchi sxemani ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot obyekti va usullari

Tadqiqot obyekti sifatida Qashqadaryo viloyatidagi gazokondensat konining suv-texnologik infratuzilmasi tanlandi. Tozalash-transport zanjirining oltita xarakterli nuqtasidan yil davomida to'rt marta, uch takrorlanishda 72 ta namuna olinib, 16 ta ko'rsatkich bo'yicha tahlil qilindi. Namuna olish O'z DSt ISO 5667 va GOST 31861-2012 talablariga muvofiq bajarildi; korroziya sinovlari uchun mo'ljallangan qism argon bilan deaeratsiyalanib, real quvur ichidagi kislorodsiz muhit takrorlandi.

Korroziya sinovlari GOST 9.905 va ASTM G1 bo'yicha 50×20×3 mm o'lchamdagi St3sp, 20 va 09G2S po'lat namunalarida, 25 va 60 °C haroratlarda, 240 soat davomida o'tkazildi. Massa yo'qotish tezligi K , g/(m²·soat), chuqurlik ko'rsatkichiga aylantirildi:

$$K_{ch} = 8,76 \cdot K / \rho, \text{ mm/yil}$$

Tizimning haqiqiy ishonchliligi lokal buzilish bilan belgilangani sababli javob o'zgaruvchisi sifatida nuqtali korroziyani hisobga oluvchi tuzatilgan tezlik qabul qilindi:

$$K^* = K_{ch} \cdot (1 + 0,25 \cdot P_k)$$

Elektrokimyoviy o'lchovlar uch elektrodli yacheykada bajarildi; korroziya toki zichligi Tafel kesishmalari bilan, polarizatsiya qarshiligi esa Shtern–Geri tenglamasi bo'yicha aniqlandi:

$$R_p = b_a \cdot b_k / [2,303 \cdot i_{kor} \cdot (b_a + b_k)]$$

Umumlashgan tozalash samaradorligi ifloslantiruvchi komponentlar bo'yicha chiqarib tashlash darajalarining vaznli o'rtachasi sifatida hisoblandi:

$$E = \sum \alpha_i \cdot [(C_{i,kir} - C_{i,chiq}) / C_{i,kir}] \cdot 100 \%$$

bunda vazn koeffitsientlari neft mahsulotlari uchun 0,35; muallaq moddalar uchun 0,25; KKT uchun 0,25; sirt-faol moddalar uchun 0,15 qilib qabul qilindi. Regressiya Levenberg–Markvardt algoritmi bilan bajarilib, modelning adekvatligi

Fisher, koeffitsientlarning ahamiyatliligi esa Styudent mezoni bo'yicha 95 % ishonch darajasida tekshirildi.

Natijalar va ularning tahlili

Tozalash darajasi va korroziya tezligi o'rtasidagi bog'liqlik

Tozalash samaradorligining sakkizta darajasi flotatsiya davomiyligi, koagulyant dozasi va aeratsiya intensivligini o'zgartirish yo'li bilan yaratildi. Natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Tozalash samaradorligi va korroziya tezligi o'rtasidagi bog'liqlik (20-po'lat, 40 °C)

Rejim	E, %	Neft mahs., mg/dm³	Erigan O₂, mg/dm³	SO₄²⁻, mg/dm³	K*, mm/yil
R-0	0	164	0,2	620	0,633
R-1	38,4	101	0,6	648	0,478
R-2	52,7	78	1,1	694	0,549
R-3	64,1	59	1,8	761	0,641
R-4	73,6	43	2,6	852	0,726
R-5	82,4	31	3,4	981	0,844
R-6	89,8	21	4,1	1140	0,938
R-7	95,6	12	4,8	1246	1,027

Bog'liqlik monoton emas, balki ekstremal xarakterga ega. Uni eng yaxshi tavsiflovchi model – ikki komponentli additiv model:

$$K^* = K_1 \cdot \exp(-\beta \cdot E) + K_2 \cdot E^\gamma$$

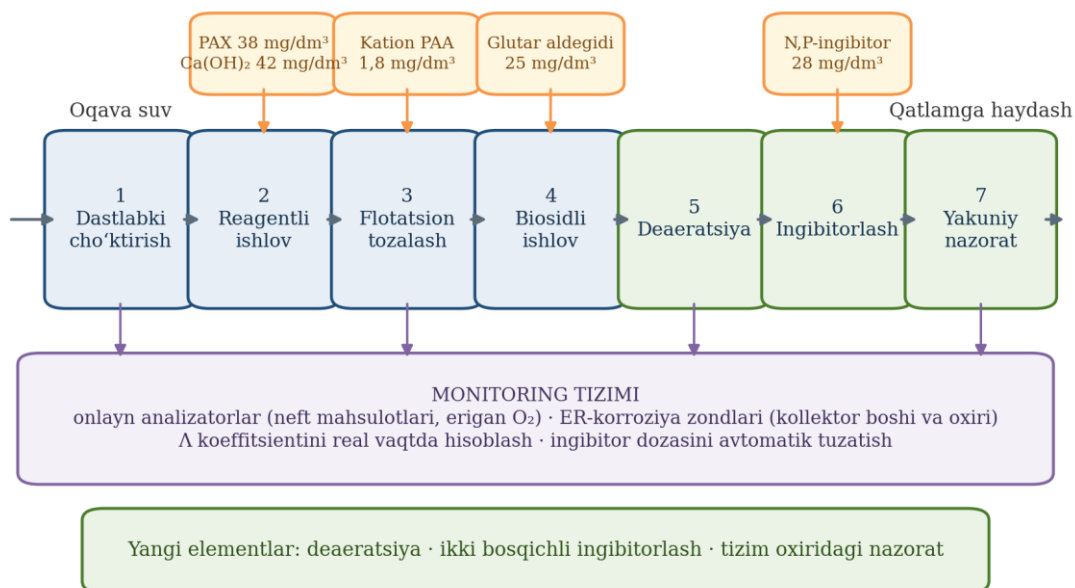
bunda birinchi had neft plyonkasining himoya ta'sirining yo'qolishini, ikkinchi had esa tozalash jarayoni kiritadigan yangi korroziyaviy omillarning to'planishini tavsiflaydi. Identifikatsiya natijasida $K_1 = 0,633$ mm/yil, $\beta = 0,01901$ %⁻¹, $K_2 = 2,302 \cdot 10^{-4}$ mm/yil, $\gamma = 1,820$ qiymatlari olindi ($R^2 = 0,999$). Darajali ko'rsatkichning birdan katta bo'lishi yangi omillarning additiv emas, balki o'zaro kuchaytiruvchi ta'sir ko'rsatishini bildiradi. $dK^*/dE = 0$ shartidan $E_{opt} = 30,0$ % va $K^*_{min} = 0,470$ mm/yil kelib chiqadi.

Omillarni alohida-alohida «o'chirish» yo'li bilan ularning hissasi ajratildi: erigan kislorod 34,7 %, koagulyant kiritgan sulfat-ionlar 25,3 %, neft plyonkasining yo'qolishi 23,0 %, qoldiq oksidlovchilar 11,2 %. Birinchi ikki omil texnologik yo'l bilan bartaraf etiladi, uchinchi esa faqat ingibitorning adsorbsion plyonkasi bilan kompensatsiyalanishi mumkin.

Kompleks texnologik sxema

Olingan natijalar asosida yetti bosqichli kompleks sxema ishlab chiqildi (1-rasm). Undagi uchta element an'anaviy sxemalarda mavjud emas: vakuum-deaeratsiya, ikki bosqichli ingibitorlash va tizimning yakuniy nuqtasidagi nazorat.

Bosqichlarning ketma-ketligi funksional jihatdan asoslangan: biosid deaeratsiyadan oldin, deaeratsiya esa ingibitorlashdan oldin joylashtirilgan.

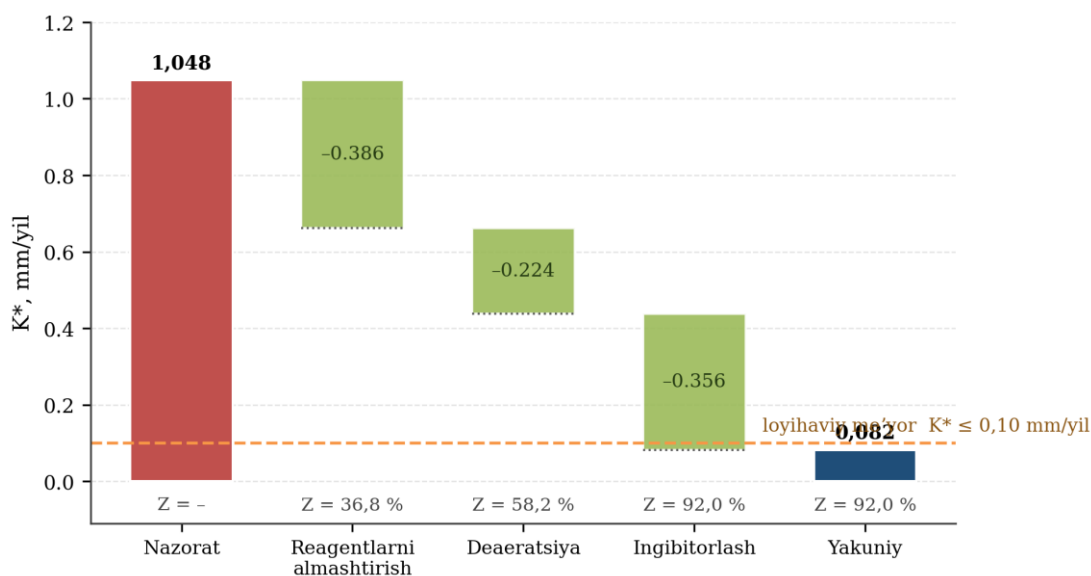


1-rasm. Kompleks tozalash-himoya texnologik sxemasi

Reagentlar ikki mezon – tozalash samaradorligi va korroziyaviy «narx» bo'yicha tanlandi. Bir mezonli baholashda temir(III) xlorid eng yaxshi natija beradi, ikki mezonli baholashda esa u oxirgi o'ringa tushadi va polialyuminiy xlorid afzal bo'lib chiqadi. pH tuzatgich sifatida so'ndirilgan ohak tanlandi: u ingibitor bilan sinergetik juftlik hosil qilib, himoya darajasini 90,1 dan 93,4 % gacha oshiradi va qo'shimcha xarajat talab qilmaydi.

Yarim sanoat sinovlari

Unumdorligi 6,0 m³/soat bo'lgan qurilmada 8 oy davomida to'rt bosqichli sinovlar o'tkazildi. Har bir chora-tadbirning hissasi ajratildi (2-rasm): reagentlarni almashtirish korroziya tezligini 36,8 % ga, deaeratsiyani qo'shish yana 21,4 foiz punktga, ingibitorlash yana 33,8 foiz punktga kamaytirdi.



2-rasm. Chora-tadbirlarning korroziya tezligiga bosqichma-bosqich ta'siri

2-jadval

Yarim sanoat sinovlarining natijalari

Ko'rsatkich	Nazorat	To'liq kompleks	Me'yor
Korroziya tezligi K^* , mm/yil	1,048	0,082	$\leq 0,10$
Pitting koeffitsienti P_k	4,6	2,8	—
Tozalash samaradorligi E, %	94,8	89,6	≥ 88
Neft mahsulotlari, mg/dm ³	13,4	18,6	≤ 20
Muallaq moddalar, mg/dm ³	21,6	23,8	≤ 30
Umumiy temir, mg/dm ³	3,8	0,68	$\leq 1,0$
Erigan kislorod, mg/dm ³	3,6	0,24	$\leq 0,5$
Tsikl koeffitsienti Λ	1,31	0,16	$< 0,3$

Diqqatga sazovor jihat shundaki, tozalash samaradorligi 94,8 dan 89,6 % gacha ataylab pasaytirilgan bo'lsa-da, barcha me'yoriy ko'rsatkichlar bajarildi, korroziya bilan bog'liq ko'rsatkichlar esa keskin yaxshilandi. Bu ishning asosiy amaliy xulosasini tasdiqlaydi: tozalash chuqurligini me'yor bilan cheklab, ozod bo'lgan resursni korroziyaga qarshi himoyaga yo'naltirish tizim ishonchliligini bir tartibga oshiradi.

Texnik-iqtisodiy samaradorlik

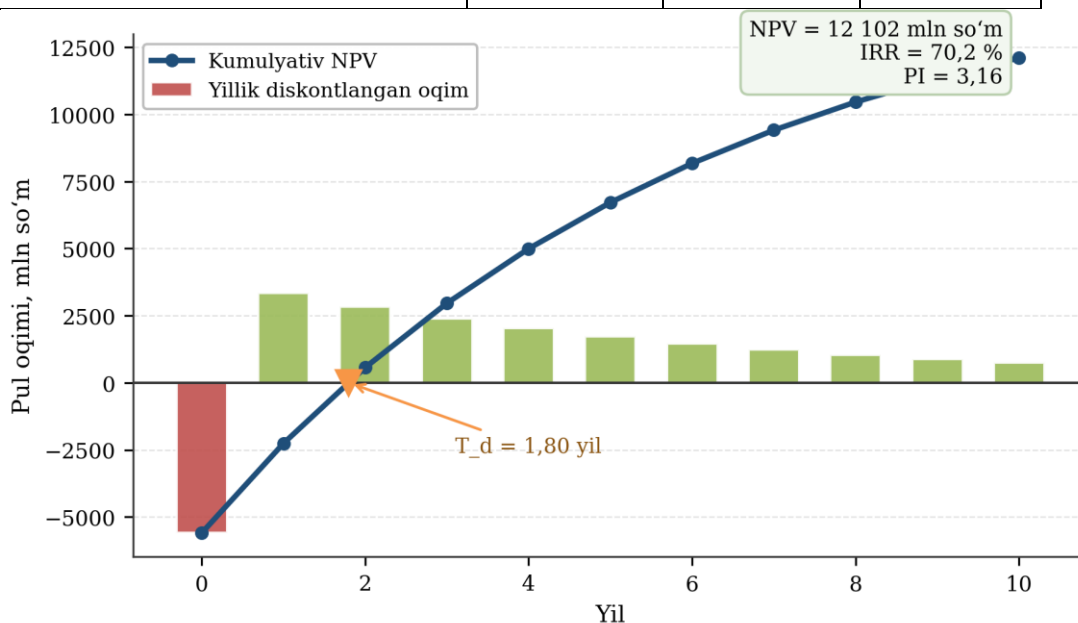
Unumdorligi 1,2 mln m³/yil bo'lgan tizim uchun bajarilgan hisob natijalari 3-jadvalda keltirilgan. Samaraning 94,1 % i ikkita yuqori ishonchli manbadan – ta'mirlash ishlarining kamayishi va uskunalar almashtirishning qisqarishidan shakllanadi.

3-jadval

Yillik ekspluatatsion xarajatlarning taqqoslanishi, mln so'm

Xarajat moddasi	An'anaviy	Kompleks	Farq
-----------------	-----------	----------	------

Xarajat moddasi	An'anaviy	Kompleks	Farq
Reagentlar (koagulyant, flokulyant, pH)	1240	840	-400
Biosid va korroziya ingibitori	—	778	+778
Elektr energiyasi	494	583	+89
Ta'mirlash-tiklash ishlari	2840	480	-2360
Quvur va uskunalarni almashtirish	1960	230	-1730
Avariya va ekologik to'lovlar	640	82	-558
Monitoring tizimiga servis	—	240	+240
JAMI	7174	3233	-3941



3-rasm. Loyihaning diskontlangan pul oqimi va kumulyativ NPV

Kapital qo'yilmalar 5 600 mln so'mni, yillik sof tejamkorlik 3 941 mln so'mni tashkil etadi. Diskontlangan qoplanish muddati ($i = 18\%$) 1,80 yil, sof joriy qiymat 12 102 mln so'm, ichki foyda normasi 70,2 %, rentabellik indeksi 3,16. Sezuvchanlik tahlili eng noqulay stsenariyda ham (kapital +30 %, korroziya samarasi -30 %) qoplanish muddati 3,7 yildan oshmasligini ko'rsatdi.

XULOSA

1. Tozalash samaradorligi bilan korroziya tezligi o'rtasidagi bog'liqlik ekstremal xarakterga ega: $E = 30,0\%$ da minimum kuzatiladi, $E = 95,6\%$ da esa korroziya tezligi tozalashsiz holatdagidan 1,62 barobar, minimal qiymatdan 2,19 barobar yuqori bo'ladi.

2. Bog'liqlik ikki komponentli additiv model bilan $R^2 = 0,999$ aniqlikda tavsiflanadi; $\gamma = 1,820$ darajali ko'rsatkichi yangi korroziyaviy omillarning o'zaro kuchaytiruvchi ta'sirini aks ettiradi.

3. Ishlab chiqilgan yetti bosqichli kompleks sxema yarim sanoat sinovlarida korroziya tezligini 12,8 barobar kamaytirdi, tozalash ko'rsatkichlari esa me'yoriy talablar doirasida saqlanib qoldi; tsikl koeffitsienti Λ 1,31 dan 0,16 gacha pasaydi.

4. Loyihaning diskontlangan qoplanish muddati 1,80 yil, yillik iqtisodiy samara 3 941 mln so'm, ichki foyda normasi 70,2 % ni tashkil etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Al-Ghouti M.A., Al-Kaabi M.A., Ashfaq M.Y., Da'na D.A. Produced water characteristics, treatment and reuse: A review // Journal of Water Process Engineering. – 2019. – Vol. 28. – P. 222–239.
2. Nešić S. Key issues related to modelling of internal corrosion of oil and gas pipelines – A review // Corrosion Science. – 2007. – Vol. 49, No. 12. – P. 4308–4338.
3. Kermani M.B., Morshed A. Carbon dioxide corrosion in oil and gas production – A compendium // Corrosion. – 2003. – Vol. 59, No. 8. – P. 659–683.
4. Enning D., Garrelfs J. Corrosion of iron by sulfate-reducing bacteria: New views of an old problem // Applied and Environmental Microbiology. – 2014. – Vol. 80, No. 4. – P. 1226–1236.
5. Степанов С.В. Биологическая очистка и доочистка сточных вод нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий: дис.... канд. техн. наук. – Самара, 2014. – 345 с.
6. Ксенофонтов Б.С. Очистка сточных вод: флотация и сгущение осадков. – М.: Химия, 2010. – 208 с.
7. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Ингибиторы коррозии металлов в сероводородных и углекислотных средах. – Тамбов: ТГУ, 2013. – 244 с.
8. Beknazarov X.S., Jalilov A.T. Sintez va ingibitorlarning korroziyaga qarshi xossalarni tadqiq qilish // O'zbekiston kimyo jurnali. – Toshkent, 2019. – № 4. – B. 25–31.
9. Papavinasam S. Corrosion Control in the Oil and Gas Industry. – Amsterdam: Elsevier, 2014. – 1032 p.
10. Koch G., Varney J., Thompson N. et al. International Measures of Prevention, Application, and Economics of Corrosion Technologies (IMPACT) Study. – Houston: NACE International, 2016.
11. NACE MR0175/ISO 15156-2:2020. Petroleum and natural gas industries – Materials for use in H₂S-containing environments in oil and gas production.
12. ГОСТ 9.905-82. Единая система защиты от коррозии и старения. Методы коррозионных испытаний. Общие требования.