



KONLARDA GAZ SOHASIDA QO'LLANILADIGAN JIHOZLARNING GAZLI MUHITDAGI KORROZIYASINING NAZARIY TADQIQOTLARI

Dustqobilov E.N. [0009-0003-3703-0860], *Yuldashev T.R.* [0009-0002-4978-1218],
Djumaboyev A.B. [0009-0001-0786-3592]

¹*Qarshi davlat texnika universiteti, Neft gaz ishi va ularni qayta ishlash texnologiyasi kafedrası dotsenti, E_mail: dustqobiloveldor@rambler.ru*

²*Qarshi davlat texnika universiteti, Neft gaz ishi va ularni qayta ishlash texnologiyasi kafedrası, t.f.d., professor, E_mail: yuldashev@rambler.ru*

³*Qarshi davlat texnika universiteti, Neft gaz ishi va ularni qayta ishlash texnologiyasi kafedrası, t.f.d., professor, E_mail: Djumabayevalijon@rambler.ru*

Annotatsiya. Sanoatda gazlarni qayta ishlashdagi zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarning rivojlanishida turli tuman mahsulotlar olinmoqda. Bunday mahsulotlarning qayta ishlanishiga mahsulotning tozalik darajasi katta ta'sir ko'rsatadi. Gaz mahsulotlarini konlarda birlamchi tayyorlashda aminli eritmalardan keng foydalanilmoqda. Tabiiy gazlarni nordon komponentlardan tozalashdagi absorbsiya jarayonida aminli eritmalarning qo'llanilishi kimyoviy, issiqlik va sovutish muhitlarida olib boriladi. Bunday jarayonlarda metallarga kimyoviy ta'sirlar va issiqlik almashinishda korroziya muhitini kamaytirish uchun qo'llaniladigan jihozlarning himoyasi zaruriy hisoblanganligi va gaz muhitida korroziyalanish paydo bo'lish ketma-ketliklari ko'rib chiqilgan.

Kalitli so'zlar: oksidlanish, nuqson, termodifuzion, plazma, ingibitorlar, mikroiklim, geterokompozit, termoset, termoplastik, polimer.

Аннотация. При разработке современных технологических процессов переработки газа в промышленности получают различные виды продукции. Уровень чистоты продукта оказывает существенное влияние на его переработку. Растворы аминов широко применяются при первичной подготовке газовых продуктов на промыслах. Применение растворов аминов в процессе абсорбционной очистки природных газов от кислых компонентов осуществляется в химических, термических и холодильных средах. В таких процессах учитывалась необходимость защиты используемого оборудования для снижения химического воздействия на металлы и коррозионную среду при теплообмене, а также рассматривались последствия коррозии в газовой среде.

Ключевые слова: окисление, дефект, термодиффузия, плазма, ингибиторы, микроклимат, гетероккомпозит, термореактивный материал, термопласт, полимер.

Abstract. When developing modern technological processes for gas processing in industry, various types of products are obtained. The level of product purity has a significant impact on its processing. Amine solutions are widely used in the primary preparation of gas products in fields. The use of amine solutions in the process of absorption purification of natural gases from acidic components is carried out in chemical, thermal and refrigeration environments. In such processes, the need to protect the equipment used to reduce the chemical impact on metals and the corrosive environment during heat exchange was taken into account, and the consequences of corrosion in a gas environment were also considered.

Key words: oxidation, defect, thermal diffusion, plasma, inhibitors, microclimate, heterocomposite, thermosetting material, thermoplastic, polymer.

Kirish

Metall sirtining tashqi muhit bilan o'zaro ta'siri natijasida, kimyoviy reaksiyalar qonuniyatlari asosida ro'y beradigan yemirilish jarayonlari kimyoviy korroziya deb ataladi. Bu jarayon, asosan, quruq gazlar yoki tok o'tkazmaydigan suyuqliklar bilan metallarning o'zaro ta'sirida yuzaga keladi. Kimyoviy korroziya, odatda, yuqori haroratlarda korrozion faol elementlarni o'z ichiga olgan gazlar yoki suyuqliklar (masalan, tarkibida oltingugurt birikmalari mavjud bo'lgan neft va uning mahsulotlari) ta'sirida, shuningdek "quruq"

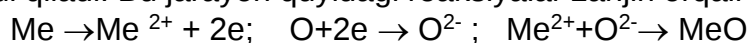


atmosfera sharoitida sodir bo'ladi. "Quruq atmosfera" deganda metall yuzasida namlik qatlam hosil bo'lmaydigan tashqi muhit tushuniladi [1,2].

Metallarning gazli muhitdagi korroziyasi, asosan, yuqori haroratda kislorod (O_2) ishtirokida amalga oshadigan oksidlanish va qaytarilish jarayonlari orqali sodir bo'ladi. Bu jarayonlar metall bilan gazning o'zaro ta'sir chizig'ida yuz beradi. Tok o'tkazmaydigan suyuqliklarda esa korroziya, metall bilan suyuqlik tarkibidagi faol oltingugurt birikmalari, xususan vodorod sulfid (H_2S) bilan kimyoviy o'zaro ta'siri natijasida ro'y beradi.

Kimyoviy korroziya sharoitida metall sirlari, tarkibida kislorod mavjud bo'lgan gazli muhitda oksidlanishga uchraydi. Bunday tashqi muhitlarga quruq havo, quruq suv bug'lari, hamda toza kislorod kiradi [3,4].

Tadqiqot obyektlari va usullari. Gazli muhitdan metall sirtiga adsorbsiyalangan kislorod molekullari, adsorbsiyadan ajralgan issiqlik ta'sirida atomlarga parchalanadi va elektronlarning qayta taqsimlanishi natijasida ion holatiga o'tadi. Bunda metall sirti atomlari oksidlanadi ya'ni elektronini yo'qotadi, kislorod atomlari esa tiklanadi elektronlarni qabul qiladi. Bu jarayon quyidagi reaksiyalar zanjiri orqali amalga oshadi



Ushbu ionlararo kimyoviy o'zaro ta'sir natijasida metall sirtida kristall oksid qatlami hosil bo'ladi va oksidlanish jarayoni yakunlanadi.

Reaksiya davomida hosil bo'lgan metall oksidlari, metall yuzasida oksid parda shaklida joylashadi va keyingi kimyoviy reaksiyalar tezligiga ma'lum darajada ta'sir ko'rsatadi. Agar oksid parda g'ovak (poroz) tuzilishga ega bo'lsa, metallning ichki qatlamlarida ham oksidlanish davom etadi, bu esa korroziya tezligini oshiradi. Aksincha, agar oksid parda zich (monolit) tuzilgan bo'lsa, u metallning ichki qatlamlarini tashqi ta'sirdan himoya qiladi, oksidlanish jarayonini sekinlashtiradi va metallni passivlashtiradi, ya'ni korrozion yemirilishni kamaytiradi.

Natijalar va muhokama. Metallarning o'z-o'zidan oksidlanish ehtimoli ularning kimyoviy reaksiyalaridagi standart termodinamik potentsial ishorasining o'zgarishi bilan belgilanadi. Agarda $\Delta G < 0$ bo'lsa, bu holat oksidlanish jarayonining o'z-o'zidan yuz berishini bildiradi.

Oksidlanish tezligi metall sirtida hosil bo'ladigan oksid qatlamining himoya xossalariga bog'liq. Zich tuzilgan oksid qatlami metallni tashqi ta'sirlardan samarali himoya qiladi. Metall oksidlari ionli bog'lanishga ega bo'lgan oraliq fazalar bo'lib, ular oksid panjarasida metall yoki kislorod ionlarining ko'pligi bilan ajralib turadi. Bunday qatlamdagi nuqsonlar (bo'shliqlar yoki notekisliklar) uning himoyalovchi xossasini kamaytiradi.

Masalan, CuO va Cr_2O_3 oksidlari nuqsonsiz kristall tuzilishga ega bo'lib, juda yaxshi himoyalovchi qobiliyatga ega. Bunday hollarda hatto yupqa oksid qatlami ham zich bo'lib, metallni samarali himoya qiladi.

Oksidlanish tezligi quyidagi Arrhenius tenglamasi bilan ifodalanadi

$$dh/d\tau = (dh/d\tau) \cdot e^{-\Delta E / RT} \quad \text{yoki} \quad K = A \cdot e^{-\Delta E / RT}$$

Bu tenglama harorat o'zgarishining oksidlanish tezligiga va oksid qatlamining tarkibiy o'zgarishiga qanday ta'sir ko'rsatishini ifodalaydi.

Misni havoda oksidlaganda, $t=200^\circ C \dots 400^\circ C$ da esa kristall panjarasi nuqsonli bo'lgan Cu_2O hosil bo'ladi.

Oddiy atmosferada temir sirtida Fe_2O_3 (gematit) qatlami hosil bo'ladi. Agar harorat $t < 570^\circ C$ bo'lsa, Fe_2O_3 bilan birgalikda Fe_3O_4 (magnitit) hosil bo'ladi, $t > 570^\circ C$ da esa Fe_2O_3 , Fe_3O_4 va FeO (vyustit) aralash oksid qatlamlari shakllanadi.

Metallarning yuqori haroratli gazli muhitlarda korroziyaga chidamlilik darajasi "issiqlikdoshlik" deb ataladi. Issiqlikdoshlik ichki va tashqi omillarga bog'liq:

Ichki omillar: metallning kimyoviy tarkibi, strukturasi, sirt tozaligi va mexanik ishlov darajasi;



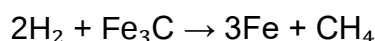
Tashqi omillar: harorat, gaz muhitining tarkibi, muhit harakati tezligi, oksidlovchi komponentlarning qisman bosimi va boshqa omillar [5,6].

Gazli muhitlarda yuzaga keladigan korroziya xavfini kamaytirish va metall buyumlarning xizmat muddatini uzaytirish uchun quyidagi asosiy himoya usullari qo'llaniladi:

- yuqori issiqbardosh po'lat va qotishmalardan foydalanish sharoitlariga qarab, yuqori haroratga bardoshli maxsus materiallar tanlanadi;
- himoya qoplamalarini qo'llash termodiffuzion, plazmali va elektron-nurli usullar orqali metall sirtiga mustahkam himoya qoplamalari hosil qilinadi;
- ingibitorlar qo'llash ishchi muhit tarkibiga maxsus moddalar (ingibitorlar) qo'shib, korroziya jarayoni sekinlashtiriladi yoki to'xtatiladi;
- konstruktiv himoya usullari konstruksiyani shunday loyihalash kerakki, detal sirtining harorati pasaytirilgan va muhitning harakat tezligi kamaytirilgan bo'lsin;
- texnologik ishlov berish usullari metall sirtiga termik yoki kimyoviy-termik ishlov berish orqali uning korroziyaga chidamliligi oshiriladi;
- mikroiklim va himoyalovchi atmosfera yaratish metall atrofida korroziyani keltirib chiqarmaydigan mikroiklim va maxsus gaz muhitlari (inert gazlar) hosil qilinadi.

Gaz – vodorod korroziyasi. Oddiy sharoitlarda (normal bosim va haroratda) vodorod temir va uning qotishmalari korroziyaviy bardoshlilikiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi. Biroq, yuqori harorat va bosim sharoitida po'lat sirtidan vodorodning diffuziyanishi natijasida vodorod korroziyasi yuzaga keladi [7].

Vodorod po'lat sirtiga singib, undagi uglerod bilan quyidagi reaksiya asosida o'zaro ta'sirga kirishadi

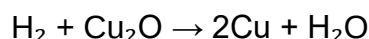


Natijada hosil bo'lgan metan (CH_4) gaz holatida ajralib chiqadi va vodorod diffuziyasi davomida gidridlar va qattiq eritmalar shakllanishi kuzatiladi. Bu hodisalar po'latning mexanik xossalari — mustahkamlik va plastikligini sezilarli darajada pasaytiradi.

Vodorod korroziyasi ayniqsa quyidagi sharoitlarda kuchayadi: Harorat: $t > 250^\circ\text{C}$ Bosim: $P > 5 \text{ Mpa}$ Vodorod korroziyasining intensivligi bosim, harorat va metall tarkibiga bog'liq bo'lib, po'latlarda uglerodsizlanish chuqurligi tahlil qilinadi. Bundan tashqari, cho'zuvchi kuchlanishlar ham korroziya tezligini oshiruvchi omillardan biridir [8].

Karbid hosil qiluvchi elementlar (masalan, Cr, V, Ti, Mo, Nb) bilan po'latlarni legirlash uglerodsizlanishning oldini oladi va vodorod muhitida korroziyaviy bardoshlilikni oshiradi. Amaliyotda quyidagi po'lat turlari ishlatiladi: 20 va 30XMA markali po'latlar – $t < 300^\circ\text{C}$ haroratda Yuqori xromli po'latlar – $t = 300\text{--}600^\circ\text{C}$ oralig'ida [9].

Vodorod misning mexanik xossalari ham sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. Misni havoda qizdirganda uning sirtida Cu_2O oksidi hosil bo'ladi. Agar harorat 400°C dan oshsa, vodorod mis qotishmasining ichki qatlamlariga kirib, quyidagi reaksiya orqali Cu_2O bilan o'zaro ta'sirlashadi



Ushbu reaksiya natijasida hosil bo'lgan suv bug'i mis donalarining chegaralari bo'ylab joylashadi va intergranulyar (donalararo) korroziya yuzaga keladi. Bu esa korrozion darzlarning paydo bo'lishiga olib keladi. Shunga o'xshash hodisa kumush (Ag) ni $t > 500^\circ\text{C}$ haroratda havoda yoki vodorod muhitida qizdirilganda ham kuzatiladi.

Muhandislik materiallari ekspluatatsiya jarayonida quyidagi omillar ta'sirida bo'ladi [10]:

- ishchi yuklama (statik yoki dinamik);
- yuqori harorat;
- agressiv kimyoviy muhit;
- korroziya va mexanik eskirish birikmasi;
- texnologik jarayon konstruksiyalari va jihozlarining xususiyatlari;
- neft, gaz va ularning mahsulotlarini yig'ish, saqlash, tashish sharoitlari.



Agar ishlatilayotgan material bu omillarga bardosh bera olmasa, texnologik qurilma yoki tizimning ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin. Bu esa, o'z navbatida, butun texnologik liniyaning to'xtashiga sabab bo'ladi. Shu bois muhandislik materiallarining chidamliligini ta'minlash muhim muammolardan biridir [11].

Korroziya jarayonining nazariy asoslari va reaksiya kinetikasining tahlili asosida quyidagicha xulosa qilish mumkin: mashinasozlik konstruksiyalari, asbob-uskunalar va boshqa texnik vositalarning ishonchli ishlashi materialning ishlash (ekspluatatsion) yuklarga, harorat ta'siriga va korroziyaga chidamliligiga bog'liq.

Neft-gaz sanoati uskunalar, konstruksiyalari va transport vositalari ko'pincha korroziya-abraziv eskirish sharoitida ishlaydi. Shuning uchun korroziya jarayonining kinetikasini chuqur o'rganish zarur bo'lib, bu jarayon quyidagi tenglama orqali ifodalanadi

$$V = \frac{k\Delta G}{R}, \quad (1)$$

bu yerda: V — korroziya jarayonining tezligi; ΔG — korroziya vaqtida metall o'rta tizimining Gibbs erkin energiyasidagi o'zgarish; k — mutanosiblik (proportsionallik) koeffitsienti; R — tizimning korroziyaga chidamlilik darajasi.

Materiallarni sinovdan o'tkazishda yuzada sodir bo'ladigan kimyoviy hodisalar jarayonida energiya o'zgarishiga asoslangan yondashuv qo'llaniladi. Bu yondashuv asosida korroziya jarayonining davomiyligiga qarab metall sirtidan yo'qolgan massa miqdorini aniqlash mumkin. Korroziya tezligi quyidagi ifoda orqali hisoblanadi [12]

$$V = \frac{\Delta m}{S\tau}, \quad (2)$$

bu yerda: V — korroziya tezligi, g/(m²·soat); Δm — sinov davomida namunadan yo'qolgan metall massasi, g; S — korroziyaga uchragan sirt maydoni, m²; τ — vaqt oralig'i (odatda 200 soat).

Sinov sharoitlari texnologik uskunaning real ekspluatatsiya holatiga mos kelishi yoki imkon qadar yaqin bo'lishi lozim.

Amaliy muhandislikda korroziya tezligini chuqurlik ko'rsatkichlari asosida baholash qulayroq hisoblanadi. Bunda metall konstruksiyaning devor qalinligining kamayishiga asoslangan korroziya chuqurligi quyidagicha aniqlanadi

$$V' = \frac{\Delta\delta}{\tau}, \quad (3)$$

bu yerda: V' — korroziyaning kirib borish chuqurligi, mm/yil; $\Delta\delta$ — nazorat davrida metall konstruksiya devor qalinligining kamayishi, mm; τ — nazorat davrining davomiyligi, yil. K koeffitsientini hisobga olgan holda biz quyidagilarni olamiz:

Korroziya tezligini aniqlashda zichlik va material xossalari inobatga olinib, quyidagi bog'lanishdan foydalaniladi

$$V = \frac{\Delta m}{S\tau} = \frac{KS\Delta\delta\rho}{S\tau} = K\rho V', \quad (4) \text{ yoki } V' = \frac{V}{K\rho} \quad (5)$$

bu yerda: ρ — material zichligi, g/cm³; K — ko'rsatkichlarni moslashtiruvchi koeffitsient (birliklar o'zgarishini hisobga oladi); V — massa bo'yicha korroziya tezligi; V' — chuqurlik bo'yicha korroziya tezligi.

Tadqiqotdan foydalanish sohasi

Mazkur analitik yondashuv termoset va termoplastik polimer biriktiruvchi asosida ishlab chiqilgan mashinasozlik geterokompozit materiallarining korroziyaga chidamlilik samaradorligini baholashda qo'llaniladi. Bu usul neft-gaz sanoati, kimyo sanoati va og'ir mashinasozlikda keng foydalaniladigan materiallar tanlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Xulosa

Tabiiy gazlarni zaharli va nordon komponentlardan tozalashda zamonaviy sorbentlardan keng foydalanilmoqda. Jahon amaliyotida neft va gazni birlamchi qayta ishlashga



tayyorlash jarayonlarida bu sorbentlar alohida ahamiyat kasb etadi. Desorbsiya jarayonida hamda regeneratsiyalangan gazlarni qayta absorbsiyalashga yuborishda yuqori haroratlar ta'sirida metall konstruksiyalarda gazli muhitda korroziya jarayonlari faollashadi. Ayniqsa, oksidlanish va qaytarilish reaksiyalari natijasida hosil bo'ladigan vodorod sulfid, oltingugurt birikmalari va issiqlikka chidamli tuzli eritmalar ta'sirida metall sirtlarida korroziyalanish kuchayadi. Bunday ta'sirlar quvur o'tkazgichlar, issiqlik almashinish apparatlari va boshqa texnologik uskunalarda sodir bo'ladi va natijada ularning ekspluatatsiya muddati sezilarli darajada qisqaradi. Shu sababli, muhandislik tizimlarining xizmat muddatini uzaytirish va korroziya xavfini kamaytirish maqsadida geterokompozitli polimerli qoplamalardan foydalanish bo'yicha ilmiy asoslangan takliflar ishlab chiqildi. Bundan tashqari, muhandislik materiallarini ish sharoitlarida qo'llashda ularning yuklama bardoshliligi, yuqori harorat, agressiv muhit va kimyoviy reagentlar bilan o'zaro ta'siri, shuningdek, neft va gaz mahsulotlarini yig'ish, saqlash va tashish jarayonlarida yuzaga keladigan fizik-kimyoviy omillarga chidamliligi chuqur tahlil qilindi. Bularning barchasi korroziyaga chidamli materiallar tanlashda ilmiy yondashuvni talab qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

- [1]. Мазгаров А.М., Корнетова О.М. Технологии очистки попутного нефтяного газа от сероводорода. - Казань: Казан. ун-т, 2015. -70 с.
- [2]. Yuldashev T.R., Makhmudov M.J., Ametova D.M. Purification of industrial gases from dispersed particles - Science and Education in Karakalpakstan. №3/1 (26) 2022. ISSN 2181-9203-79-90 pag.
- [3]. Dustqobilov, E. N. (2025). Og'ir va vakuumli gazoyni gidrotozalash jarayonini tadqiqi. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 3(2).
- [4]. Dustqobilov, E. N. (2024). Neftni qayta ishlashda gidrogenizatsion jarayonlar. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 2 (02).
- [5]. Nurmamatovich, D. E., & Salimov o'g'li, R. K. (2024). Neftni qayta ishlashda gidrogenizatsion jarayonlar. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, 2 (2), 90-96.
- [6]. Dustqobilov, E. N., & Jamshidov, D. B. (2024). Neftni yig'ish, tashish va tayyorlash tizimi jarayonini tadqiq etish. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 2(02).
- [7]. Nurmamatovich, D. E., & Buzurgmexrovich, J. D. (2024). Neftni yig'ish, tashish va tayyorlash tizimi jarayonini tadqiq etish. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, 2(2), 106-111.
- [8]. Dustqobilov, E. N., & Jamshidov, D. B. (2024). Neftni yig'ish, tashish va tayyorlash tizimi jarayonini tadqiq etish. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 2(02).
- [9]. Nurmamatovich, D. E., & Buzurgmexrovich, J. D. (2024). Neftni yig'ish, tashish va tayyorlash tizimi jarayonini tadqiq etish. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, 2(2), 106-111.
- [10]. Dustqobilov, E. N., & Jamshidov, D. B. (2024). Konlarda neftni yig'ish va tayyorlashni tashkillashtirish. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 2(03).
- [11]. Nurmamatovich, D. E., & Buzurgmexrovich, J. D. (2024). Konlarda neftni yig'ish va tayyorlashni tashkillashtirish. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, 2(3), 104-110.
- [12]. Dustqobilov, E. N. (2024). Neftni qayta ishlashda gidrogenizatsion jarayonlar. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 2(02).