ISHQORIY ABSORBENT MUHITIDA KONSTRUKSION MATERIALLARNING KORROZION CHIDAMLILIGINI TADQIQ ETISH

Nabiyev Nodirbek
Qo’qon davlat universiteti tayanch doktarant

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada ishqoriy absorbent muhitida ekspluatatsiya qilinadigan sanoat qurilmalari, xususan, absorberlar, skrubberlar, gaz tozalash tizimlari va kimyoviy texnologik uskunalarda foydalaniladigan konstruksion materiallarning korrozion chidamliligini tadqiq etish masalalari yoritilgan. Ishqoriy muhitning metall materiallar bilan o‘zaro ta’siri, elektrokimyoviy korroziyaning rivojlanish mexanizmlari, passivatsion qatlamlarning shakllanishi va buzilishi, korroziya tezligiga harorat, pH ko‘rsatkichi, absorbent konsentratsiyasi, eritmadagi erigan gazlar hamda abraziv zarrachalarning ta’siri ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Uglerodli po‘latlar, zanglamaydigan po‘latlar, nikel asosidagi qotishmalar va polimer materiallarning ishqoriy absorbent muhitida qo‘llanilish xususiyatlari o‘zaro taqqoslangan. Shuningdek, konstruksion materiallarning korrozion chidamliligini baholashda gravimetrik, elektrokimyoviy, metallografik va sirt morfologiyasini o‘rganish usullarining ahamiyati asoslab berilgan. Tadqiqotda materiallarning korrozion yemirilishiga qarshi kurashishning konstruktiv, texnologik va materialshunoslikka oid yechimlari ko‘rib chiqilgan. Olingan ilmiy tahlillar asosida ishqoriy absorbent muhitida ishlaydigan sanoat uskunalarining ishonchliligi, ekspluatatsion resursi va iqtisodiy samaradorligini oshirishga qaratilgan tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: ishqoriy absorbent, korroziya, konstruksion materiallar, korrozion chidamlilik, elektrokimyoviy korroziya, passivatsiya, uglerodli po‘lat, zanglamaydigan po‘lat, nikel qotishmalari, korroziya tezligi, gravimetrik usul, elektrokimyoviy tadqiqot, abraziv yeyilish, himoya qoplamasi, sanoat skrubberi.

ABSTRACT

This article examines the corrosion resistance of structural materials operating in alkaline absorbent environments, particularly in industrial absorbers, scrubbers, gas cleaning systems, and chemical processing equipment. The interaction between alkaline media and metallic materials is analyzed, with particular attention to electrochemical corrosion mechanisms, formation and breakdown of passive films, and the influence of temperature, pH, absorbent concentration, dissolved gases, and abrasive particles on corrosion rates. The performance characteristics of carbon steels, stainless steels, nickel-based alloys, and polymer materials are comparatively discussed. Gravimetric, electrochemical, metallographic, and surface morphology examination methods are considered as essential approaches for evaluating material corrosion resistance. Furthermore, structural, technological, and materials-

engineering solutions for mitigating corrosion damage are discussed. Based on the scientific analysis, recommendations are proposed to improve the reliability, service life, and economic efficiency of industrial equipment operating in alkaline absorbent environments.

Keywords: alkaline absorbent, corrosion, structural materials, corrosion resistance, electrochemical corrosion, passivation, carbon steel, stainless steel, nickel alloys, corrosion rate, gravimetric method, electrochemical testing, abrasive wear, protective coating.

KIRISH

Hozirgi vaqtda kimyo sanoati, metallurgiya, energetika, neft-gaz sanoati va ekologik muhofaza tizimlarida texnologik gazlarni zararli komponentlardan tozalash, ishlab chiqarish chiqindilarini kamaytirish hamda atmosfera havosiga chiqariladigan ifloslantiruvchi moddalar miqdorini me’yorlashtirish muhim ilmiy-texnik vazifalardan biri hisoblanadi. Ushbu jarayonlarni amalga oshirishda absorbsiya texnologiyalari keng qo‘llanilib, gaz tarkibidagi kislotali komponentlar, oltingugurt oksidlari, karbonat angidrid, vodorod sulfidi va boshqa zararli birikmalar maxsus suyuq absorbentlar yordamida ushlab qolinadi. Absorbsiya jarayonining samaradorligi nafaqat absorbentning kimyoviy xususiyatlariga, balki jarayon amalga oshiriladigan qurilmalarning konstruktiv tuzilishi, materiallarning fizik-mexanik xossalari va korrozion chidamliligiga ham bevosita bog‘liqdir. Ayniqsa, ishqoriy absorbent muhitida ishlaydigan sanoat qurilmalarida konstruksion materiallarning uzoq muddatli ekspluatatsiyasi murakkab fizik-kimyoviy sharoitlar bilan tavsiflanadi. Bunday muhitlarda natriy gidroksid, kaliy gidroksid, natriy karbonat, kaliy karbonat va boshqa ishqoriy reagentlar ishtirok etib, metall sirtida turli elektrokimyoviy jarayonlarning rivojlanishiga sabab bo‘ladi. Ishqoriy eritmalar ko‘plab metall materiallarga nisbatan ma’lum darajada korrozion faollikka ega bo‘lib, ularning ta’siri muhit konsentratsiyasi, harorati, eritmaning aeratsiya darajasi, gaz-suyuqlik o‘zaro ta’siri va boshqa omillarga qarab sezilarli darajada farqlanadi. Ayrim sharoitlarda uglerodli po‘lat sirtida himoya xususiyatiga ega oksid va gidroksid qatlamlari hosil bo‘lishi mumkin. Biroq haroratning ortishi, ishqoriy eritma tarkibining o‘zgarishi, kislorodning mavjudligi, xlorid ionlari bilan ifloslanish yoki mexanik ta’sirlar natijasida ushbu qatlamlarning barqarorligi buzilishi mumkin. Natijada metall sirtida umumiy korroziya, mahalliy korroziya, pitting, tirqishli korroziya va boshqa yemirilish shakllari rivojlanadi. Ayniqsa, gaz tozalash qurilmalarining ichki yuzalarida suyuqlik oqimi, gaz pufakchalari va qattiq dispers zarrachalarning birgalikdagi ta’siri kuzatilishi materiallarning korrozion-mexanik yemirilishini yanada jadallashtiradi. Shu sababli ishqoriy absorbent muhitida ishlaydigan konstruksion materiallarning korrozion chidamliligini kompleks o‘rganish, ularning xizmat ko‘rsatish muddatini oldindan baholash va optimal material tanlash muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Mazkur yo‘nalishdagi tadqiqotlar faqat metallning kimyoviy tarkibi yoki mexanik mustahkamligini aniqlash bilan cheklanmasligi, balki material sirtida sodir bo‘ladigan elektrokimyoviy reaksiyalar, passivatsion qatlamlarning shakllanish kinetikasi, muhitning gidrodinamik xususiyatlari va ekspluatatsion yuklamalarning

o‘zaro ta’sirini ham qamrab olishi zarur. Tadqiqotning asosiy maqsadi ishqoriy absorbent muhitida konstruksion materiallarning korrozion chidamliligini ilmiy jihatdan baholash, ularning yemirilish mexanizmlarini aniqlash va sanoat qurilmalarida uzoq muddatli foydalanishga mos materiallarni tanlashning ilmiy asoslarini ishlab chiqishdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun ishqoriy muhitning fizik-kimyoviy parametrlarini tahlil qilish, turli konstruksion materiallarning korroziyaga moyilligini taqqoslash, korroziya tezligini aniqlash usullarini asoslash, himoya qatlamlarining barqarorligini baholash hamda korrozion yemirilishni kamaytirish bo‘yicha texnologik tavsiyalar ishlab chiqish vazifalari belgilangan.

2. ADABIYOTLAR TAHLILI

Konstruksion materiallarning ishqoriy muhitdagi korrozion chidamliligini o‘rganish materialshunoslik va kimyoviy texnologiya sohalarida uzoq yillardan buyon tadqiq etib kelinayotgan muhim ilmiy yo‘nalishlardan biridir. Ushbu yo‘nalishdagi ilmiy izlanishlar, asosan, metallarning elektrokimyoviy faolligi, passivatsion qatlamlarning barqarorligi, ishqoriy eritmalarda metall ionlarining eruvchanligi va tashqi ekspluatatsion omillarning korroziya kinetikasiga ta’sirini aniqlashga qaratilgan. Zou va Chin tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda uglerodli po‘latning 1–19 N konsentratsiyali NaOH eritmalarida 25–80 °C harorat oralig‘idagi korroziya mexanizmlari elektrokimyoviy polarizatsiya usullari yordamida o‘rganilgan. Mualliflar anodli erish jarayonida temirning eruvchan gidroksokompleks shakllarini hosil qilishi va elektrod reaksiyalarining kinetik xususiyatlarini aniqlaganlar. Mazkur tadqiqot ishqoriy muhitda po‘latning korrozion xatti-harakatini baholashda eritma konsentratsiyasi va haroratni alohida hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi [1]. Zanglamaydigan po‘latlarning ishqoriy eritmalardagi xususiyatlarini o‘rganishga bag‘ishlangan tadqiqotlar ham muhim nazariy va amaliy ahamiyatga ega. Xususan, Raul Davalos Monteiro va hammualliflar tomonidan olib borilgan tadqiqotda 316L markali zanglamaydigan po‘latning 30–50 massaviy foizli natriy gidroksid eritmalarida 90 °C gacha bo‘lgan haroratlarda korrozion xatti-harakati o‘rganilgan. Tadqiqot natijalari konsentratsiya va harorat ortishi bilan materialning elektrokimyoviy passiv holati barqarorligi pasayishi va ayrim sharoitlarda korroziya tezligi sezilarli ortishini ko‘rsatgan. Mualliflar, shuningdek, yuqori haroratli ishqoriy muhitda metall sirtida temir oksigidroksidlari va nikel oksidlariga boy qatlamlar shakllanishini qayd etganlar [2]. Ushbu natijalar zanglamaydigan po‘latlarni tanlashda faqat ularning tarkibida xrom va nikel mavjudligiga asoslanish yetarli emasligini, balki muhitning harorati, ishqor konsentratsiyasi va aeratsiya sharoitlarini ham hisobga olish lozimligini tasdiqlaydi. Duplex zanglamaydigan po‘latlarning ishqoriy muhitdagi elektrokimyoviy xususiyatlariga bag‘ishlangan tadqiqotlarda esa qotishma tarkibidagi xrom va nikel miqdorining ortishi ayrim sharoitlarda korrozion chidamlilikni yaxshilashi, molibdenning ta’siri esa muhit tarkibi va elektrokimyoviy sharoitlarga bog‘liq ravishda farqlanishi aniqlangan [3]. Bu holat konstruksion materiallarning korrozion chidamliligi faqat kimyoviy tarkib bilan emas, balki metallning fazaviy tuzilishi, mikrostrukturasi va sirt holati bilan ham belgilanadigan murakkab xususiyat ekanligini ko‘rsatadi. Rebak tomonidan kimyo sanoatida ishlatiladigan

korroziyabardosh qotishmalarning ekologik muhit ta’sirida yemirilishi bo‘yicha olib borilgan tahlillarda zanglamaydigan po‘latlar, nikel asosidagi qotishmalar va titan materiallarining turli kimyoviy sharoitlarda qo‘llanilish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Tadqiqotda material tanlash jarayonida umumiy korroziya bilan bir qatorda korrozion yorilish, mahalliy yemirilish va ekspluatatsion kuchlanishlarning ham hisobga olinishi zarurligi asoslangan [4]. Britaniya zanglamaydigan po‘latlar assotsiatsiyasi tomonidan taqdim etilgan texnik tavsiyalarda 304 va 316 turdagi zanglamaydigan po‘latlarning natriy gidroksid eritmalarida qo‘llanilish imkoniyatlari konsentratsiya va haroratga bog‘liq holda baholangan. Ushbu ma’lumotlarda 80 °C dan past haroratlarda mazkur po‘latlarning ko‘plab NaOH eritmalariga nisbatan yetarli chidamlilik ko‘rsatishi, biroq haroratning yanada oshishi bilan kuchlanish ostidagi korrozion yorilish xavfi paydo bo‘lishi mumkinligi ta’kidlangan [5]. Bundan tashqari, yuqori haroratli kaustik eritmalarda zanglamaydigan po‘latlarning korrozion yorilishga moyilligini o‘rgangan Rondelli, Vicentini va Sivieri tadqiqotlarida austenitli va duplex po‘latlarning xatti-harakati taqqoslangan. Olingan natijalar barcha zanglamaydigan po‘latlar ishqoriy muhitda bir xil darajada chidamli emasligini, materialning fazaviy tarkibi, kuchlanish holati va muhitning kimyoviy xususiyatlari yemirilish mexanizmiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatadi [6]. Laboratoriya sharoitida metallarning korrozion chidamliligini aniqlashda ASTM G31 standarti alohida ahamiyatga ega. Ushbu standart namunalarning boshlang‘ich va yakuniy massasini aniqlash, sinov eritmasining tarkibi, harorat, eritma harakati, sinov davomiyligi, namunalarni tozalash va korroziya tezligini hisoblash kabi muhim talablarni qamrab oladi [7]. Shu bilan birga, gravimetrik sinovlar mahalliy korroziya, korrozion yorilish va oqim ta’siridagi yemirilishni to‘liq tavsiflamasligi sababli, ularni elektrokimyoviy hamda metallografik tadqiqotlar bilan birgalikda olib borish maqsadga muvofiqdir. Mavjud ilmiy ishlarning tahlili shuni ko‘rsatadiki, ishqoriy absorbent muhitida konstruksion materiallarning korrozion chidamliligi bo‘yicha yetarlicha nazariy ma’lumotlar mavjud bo‘lsa-da, real absorber va skrubber qurilmalarida bir vaqtning o‘zida kuzatiladigan kimyoviy korroziya, gidrodinamik ta’sir, abraziv zarrachalar va takroriy mexanik yuklanishlarning kompleks ta’sirini baholash dolzarb ilmiy masala bo‘lib qolmoqda. Ayniqsa, absorbent tarkibida natriy gidroksid yoki karbonat birikmalari bilan bir qatorda xloridlar, sulfidlar, erigan kislorod va dispers qattiq zarrachalar mavjud bo‘lishi mumkin. Bunday sharoitda laboratoriyada olingan statik korroziya natijalarini bevosita sanoat qurilmasining xizmat muddatiga tenglashtirish mumkin emas. Shu sababli mazkur maqolada ishqoriy absorbent muhitining kimyoviy va ekspluatatsion xususiyatlarini birgalikda hisobga olgan holda konstruksion materiallarning korrozion chidamliligini baholashning kompleks yondashuvi taklif etiladi.

3. TADQIQOT MATERIALLARI VA USULLARI

Mazkur tadqiqotning metodologik asosini ishqoriy absorbent muhitida ishlaydigan konstruksion materiallarning elektrokimyoviy, gravimetrik va strukturaviy xususiyatlarini kompleks baholash tashkil etadi. Tadqiqot obyektlari sifatida kimyo sanoati va gaz tozalash qurilmalarida keng qo‘llaniladigan uglerodli konstruksion po‘lat, 304 va 316L markali zanglamaydigan po‘latlar, duplex turdagi

zanglamaydigan po‘lat hamda nikel asosidagi korroziyabardosh qotishmalarni tanlash ilmiy jihatdan maqsadga muvofiq hisoblanadi. Materiallar tarkibidagi uglerod, xrom, nikel, molibden, marganets va boshqa legirlovchi elementlar ularning elektrokimyoviy faolligi, passivatsiya qobiliyati va sirt qatlamining barqarorligiga ta’sir qiladi. Uglerodli po‘latlar iqtisodiy jihatdan qulayligi va yaxshi mexanik xususiyatlari bilan ajralib tursa-da, ularning ishqoriy eritmalardagi korrozion xatti-harakati muhit konsentratsiyasi va haroratga bog‘liq ravishda o‘zgaradi. Zanglamaydigan po‘latlar tarkibidagi xrom sirtida himoya oksid qatlamining shakllanishiga yordam beradi, nikel esa metall matritsasining barqarorligi va ayrim muhitlarda korrozion chidamliligini oshiradi. Biroq passivatsion qatlamning mavjudligi har qanday sharoitda to‘liq himoyani kafolatlamaydi. Tadqiqot muhitini modellashtirishda natriy gidroksid, kaliy gidroksid yoki natriy karbonat asosidagi suvli absorbent eritmalaridan foydalanish mumkin. Bunda real ishlab chiqarish sharoitiga mos keladigan kimyoviy tarkib, pH qiymati, harorat, erigan kislorod miqdori va begona ionlar konsentratsiyasi oldindan aniqlanishi kerak. Agar muayyan sanoat obyekti bo‘yicha absorbent tarkibi ma’lum bo‘lmasa, bir nechta konsentratsiya va harorat darajasida alohida sinovlar tashkil etilishi lozim. Bunday yondashuv materiallarning korrozion xatti-harakatini faqat bitta laboratoriya sharoitida emas, balki turli ekspluatatsion holatlarda taqqoslash imkonini beradi. Namunalar bir xil geometrik o‘lchamda tayyorlanib, ularning sirtlari mexanik ishlov berish orqali bir xil g‘adir-budurlik holatiga keltiriladi. Keyinchalik namunalar yog‘sizlantiriladi, distillangan suvda yuviladi, quritiladi va boshlang‘ich massasi analitik tarozida aniqlanadi. Har bir material uchun kamida uchta parallel namuna tayyorlash natijalarning takrorlanuvchanligini oshirishga xizmat qiladi. Gravimetrik sinovlarda namunalar belgilangan hajmdagi ishqoriy eritmaga joylashtirilib, belgilangan vaqt davomida saqlanadi. Sinov jarayonida eritmaning harorati, konsentratsiyasi, hajmi va kimyoviy tarkibi nazorat qilinadi. Namunalar eritmadan chiqarilgandan so‘ng korroziya mahsulotlaridan tegishli standart metodika asosida tozalanadi, yuviladi, quritiladi va yakuniy massasi aniqlanadi. Metall massasining kamayishi asosida korroziya tezligi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$Vk=\Delta mS\cdot tVk=S\cdot t\Delta m$$

Bu yerda VkVk — massa yo‘qotilishi bo‘yicha korroziya tezligi, ΔmΔm — namunaning massa yo‘qotishi, SS — namunaning eritma bilan kontaktdagi umumiy yuzasi, tt — sinov davomiyligi. Korroziya tezligini mm/yil ko‘rinishida ifodalash uchun quyidagi munosabatdan foydalanish mumkin:

$$V=87{,}6\cdot\Delta m\rho\cdot S\cdot tV=\rho\cdot S\cdot t87{,}6\cdot\Delta m$$

Bu yerda ΔmΔm — massa yo‘qotilishi, mg; ρρ — material zichligi, g/cm³; SS — namunaning yuzasi, cm²; tt — sinov davomiyligi, soat; VV — korroziya tezligi, mm/yil. Ushbu hisoblashda namunaning barcha ochiq sirtlari, jumladan qirralari ham hisobga olinishi lozim. Elektrokimyoviy tadqiqotlar materiallarning korrozion jarayonlarga moyilligini tezkor baholash, anod va katod reaksiyalarining kinetikasini aniqlash hamda passivatsion holatning barqarorligini o‘rganish imkonini beradi. Buning uchun uch elektrodli elektrokimyoviy yacheyka tizimidan foydalanish mumkin. Ishchi elektrod sifatida tadqiq qilinayotgan metall namuna, taqqoslash elektrodi sifatida tegishli elektrokimyoviy standartga mos elektrod,

yordamchi elektrod sifatida esa inert materialdan tayyorlangan elektrod qo‘llaniladi. Ochiq zanjirdagi potensialning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi materialning ishqoriy muhit bilan dastlabki o‘zaro ta’sirini tavsiflaydi. Potensiodinamik polarizatsiya sinovlari yordamida korroziya potensiali, korroziya toki zichligi, anodli erish va passivatsiya jarayonlariga oid parametrlarni aniqlash mumkin. Korroziya toki zichligi quyidagi munosabat orqali aniqlanadi:

ikor=IkorSikor=SIkor

Bu yerda ikorikor — korroziya toki zichligi, IkorIkor — korroziya toki, SS — ishchi elektrod yuzasi. Elektrokimyoviy ma’lumotlarni tahlil qilishda Tafel ekstrapolyatsiyasi va Stern–Geary yondashuvlaridan foydalanish mumkin. Biroq polarizatsiya sinovi natijalari faqat tegishli elektrod jarayonlari va tajriba sharoitlari hisobga olingan holatda ishonchli talqin qilinadi. Metall sirtida hosil bo‘lgan korroziya mahsulotlari va passivatsion qatlamlarning tuzilishini aniqlash uchun optik metallografiya, skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM), energiya-dispersiv rentgen spektroskopiyasi (EDS) va rentgen difraksiyasi (XRD) kabi usullardan foydalanish maqsadga muvofiq. SEM yordamida sirtning morfologik o‘zgarishlari, mikroyoriqlar, chuqurchalar va mahalliy yemirilish o‘choqlari aniqlanadi. EDS tahlili sirt qatlamidagi temir, xrom, nikel, kislorod va boshqa elementlarning nisbiy tarkibini baholashga yordam beradi. XRD esa hosil bo‘lgan kristall korroziya mahsulotlari va oksid fazalarini aniqlash imkonini beradi. Shuningdek, profilometriya yordamida metall sirtining sinovdan oldingi va keyingi g‘adir-budurligi, yemirilish chuqurligi va geometrik o‘zgarishlari baholanadi. Tadqiqotning muhim metodologik jihatlaridan biri ishqoriy absorbentning faqat kimyoviy ta’sirini emas, balki gidrodinamik va abraziv omillarni ham hisobga olishdan iborat. Shu maqsadda statik eritmaga botirish sinovlari bilan bir qatorda eritma harakatlanadigan sharoitdagi sinovlarni ham tashkil etish lozim. Agar absorbent tarkibida qattiq zarrachalar mavjud bo‘lsa, ularning o‘lchami, qattiqligi, konsentratsiyasi va oqim tezligi alohida qayd etilishi kerak. Chunki qattiq zarrachalarning metall sirtiga takroriy urilishi himoya qatlamini mexanik ravishda buzib, korrozion jarayonning jadallashishiga olib kelishi mumkin. Bunday holat korrozion-abraziv yeyilish deb ataladi. Sinovlar davomida har bir namuna uchun muhit harorati, pH, ishqor konsentratsiyasi, sinov vaqti, eritmaning harakat tezligi va boshqa parametrlar qayd etilishi zarur. Tadqiqot natijalarining statistik ishonchliligini ta’minlash uchun parallel sinovlardan olingan qiymatlar bo‘yicha o‘rtacha arifmetik qiymat, standart og‘ish va variatsiya koeffitsiyenti aniqlanadi. Shu tariqa gravimetrik, elektrokimyoviy va strukturaviy tahlillarni birlashtirish orqali konstruksion materiallarning ishqoriy absorbent muhitidagi korrozion chidamliligini kompleks baholash metodikasi shakllantiriladi.

4. NATIJALAR VA ULARNING TAHLILI

Ishqoriy absorbent muhitida konstruksion materiallarning korrozion chidamliligini baholash jarayonida birinchi navbatda materialning kimyoviy tarkibi va uning sirtida shakllanadigan himoya qatlamining xususiyatlari hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanligi aniqlanadi. Uglerodli po‘latlar ishqoriy muhitda ayrim sharoitlarda nisbatan barqaror holatda bo‘lishi mumkin, chunki metall sirtida temir oksidlari va gidroksidlaridan tashkil topgan qatlamlar shakllanadi. Biroq ushbu

qatlamning zichligi, yopishish mustahkamligi va kimyoviy barqarorligi eritma tarkibi hamda haroratga bog‘liq. Agar eritmada erigan kislorod miqdori, xlorid ionlari yoki boshqa agressiv komponentlar mavjud bo‘lsa, sirtning ayrim qismlarida elektrokimyoviy potensial farqlari vujudga kelishi mumkin. Natijada anod va katod uchastkalari shakllanib, metallning ayrim qismlarida erish jarayoni tezlashadi. Uglerodli po‘latning muhim afzalligi uning arzonligi, payvandlanuvchanligi va mexanik ishlov berishga qulayligidir. Shu bilan birga, uning ishqoriy absorbent muhitidagi xizmat muddati himoya qatlamining barqarorligiga bog‘liq bo‘lganligi sababli, agressiv komponentlar mavjud bo‘lgan yoki gidrodinamik yuklama yuqori bo‘lgan qurilmalarda qo‘shimcha himoya choralarini qo‘llash zarur. Zanglamaydigan po‘latlarda korrozion chidamlilikning asosiy omili sirtida shakllanadigan xromga boy passivatsion qatlam hisoblanadi. Ushbu qatlam metallning tashqi muhit bilan bevosita o‘zaro ta’sirini cheklab, anodli erish jarayonini sekinlashtiradi. 304 va 316L markali po‘latlar tarkibidagi xrom va nikel tufayli ko‘plab kimyoviy muhitlarda yaxshi korrozion xususiyatlarga ega. 316L po‘lat tarkibidagi molibden ayrim mahalliy korroziya turlariga, ayniqsa xlorid ionlari mavjud bo‘lgan sharoitlarga nisbatan chidamlilikni oshirishga yordam beradi. Biroq ushbu afzallik ishqoriy eritmalarda har qanday konsentratsiya va haroratda bir xil natija beradi, degan xulosaga olib kelmasligi kerak. Monteiro va hammualliflarning tadqiqotlari 316L po‘latning 30–50 foizli NaOH eritmalarida harorat ortishi bilan passiv holatining barqarorligi pasayishi mumkinligini ko‘rsatgan [2]. Bu natija ishqoriy muhitda zanglamaydigan po‘latlarni tanlashda faqat markasiga asoslanish noto‘g‘ri ekanligini tasdiqlaydi. Har bir materialning korrozion xatti-harakati muayyan konsentratsiya, harorat va kimyoviy tarkib uchun alohida baholanishi lozim. Duplex zanglamaydigan po‘latlar austenit va ferrit fazalarining birgalikdagi mavjudligi bilan ajralib turadi. Bunday strukturaviy tuzilish ularning mexanik mustahkamligi va ayrim korrozion sharoitlarda barqarorligini oshirishi mumkin. Biroq ishqoriy muhitda ularning korrozion xususiyatlari ham harorat, sulfidlar va boshqa ionlarning mavjudligiga bog‘liq. Nikel asosidagi qotishmalar esa murakkab kimyoviy muhitlarda yuqori korrozion chidamlilik talab etiladigan holatlarda muhim konstruksion material sifatida qaraladi. Ularning yuqori narxi keng miqyosda qo‘llanilishini cheklaydi, biroq yuqori agressivlikka ega bo‘lgan texnologik uchastkalarda uzoq xizmat muddati hisobiga iqtisodiy jihatdan o‘zini oqlashi mumkin. Quyidagi jadvalda ishqoriy absorbent muhitida qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan asosiy konstruksion materiallarning umumiy xususiyatlari taqqoslangan.

1-jadval. Ishqoriy absorbent muhitida konstruksion materiallarning umumiy korrozion xususiyatlari

Material turi	Asosiy afzalligi	Ehtimoliy cheklovi	Qo‘llash imkoniyati
Uglerodli po‘lat	Arzon, payvandlanuvchan, mustahkam	Himoya qatlamining buzilishi va umumiy korroziya xavfi	Nazorat qilinadigan ishqoriy muhit

ISSN: 3060-4648 | www.eyib.uz

304 zanglamaydigan po‘lat	Xromli passiv qatlam	Yuqori harorat va kuchlanishda korrozion yorilish xavfi	O‘rtacha agressiv muhit
316L zanglamaydigan po‘lat	Xrom-nikel-molibdenli tarkib	Konsentrlangan issiq NaOH da passivlikning buzilishi	Muayyan ishqoriy sharoitlar
Duplex po‘lat	Yuqori mexanik mustahkamlik	Muhit tarkibiga bog‘liq mahalliy yemirilish	Mexanik va korrozion yuklama birgalikda mavjud sharoitlar
Nikel asosidagi qotishmalar	Murakkab muhitlarda yuqori chidamlilik	Yuqori boshlang‘ich qiymat	Agressiv texnologik uchastkalar
Polimer materiallar	Elektrokimyoviy korroziyaga uchramaydi	Harorat, bosim, mexanik yuklama va kimyoviy moslik cheklovlari	Qoplama, quvur va ayrim apparat qismlari

Jadvaldan ko‘rinadiki, konstruksion materialni tanlashda yagona universal material mavjud emas. Materialning iqtisodiy qiymati, mexanik xususiyatlari, payvandlash imkoniyati, korrozion chidamliligi va ekspluatatsion sharoitlar o‘zaro muvofiqlashtirilishi kerak. Ishqoriy absorbent muhitida haroratning korroziya tezligiga ta’siri alohida e’tiborga loyiq. Harorat ortishi elektrokimyoviy reaksiyalarning kinetikasini jadallashtirishi, ionlarning diffuziyasini tezlashtirishi va metall sirtidagi passivatsion qatlamning barqarorligiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Biroq harorat ta’sirini barcha materiallar uchun bir xil yo‘nalishda talqin qilish to‘g‘ri emas. Ayrim ishqoriy eritmalarda haroratning ortishi metall sirtida barqaror himoya qatlamining shakllanishiga ham yordam berishi mumkin, boshqa sharoitlarda esa passivlikning buzilishi va anodli erish jarayonining kuchayishiga olib keladi. Shu sababli haroratning ta’siri eritma konsentratsiyasi, aeratsiya darajasi va materialning kimyoviy tarkibi bilan birgalikda tahlil qilinishi lozim. Ishqor konsentratsiyasi ham korrozion jarayonlarning muhim boshqaruvchi parametrlaridan biridir. NaOH konsentratsiyasining ortishi metall sirtidagi elektrokimyoviy reaksiyalarning mexanizmini o‘zgartirishi, temir va boshqa metallarning eruvchan gidroksokompleks shakllarini hosil qilishi mumkin. Zou va Chin tomonidan o‘rganilgan uglerodli po‘latning konsentrlangan NaOH eritmalaridagi xatti-harakati aynan anodli erish va elektrod kinetikasining muhit konsentratsiyasiga bog‘liqligini ko‘rsatadi [1]. Bundan tashqari, ishqoriy absorbent tarkibidagi erigan kislorodning ta’siri ham muhim hisoblanadi. Kislorod katodli reaksiyalarda ishtirok etib, metall sirtidagi elektrokimyoviy jarayonlarning umumiy tezligiga ta’sir ko‘rsatadi. Kislorodning taqsimlanishi bir xil bo‘lmagan sharoitlarda sirtning ayrim qismlarida differensial aeratsiya elementlari shakllanishi mumkin. Bu esa mahalliy korroziya xavfini oshiradi. Absorbent tarkibidagi xlorid ionlari passivatsion qatlamning ayrim joylarida buzilishlarni yuzaga keltirishi mumkin. Natijada pitting yoki tirqishli korroziya rivojlanadi. Ayniqsa, skrubberlarning flanes birikmalari, payvand choklari, tayanch elementlari va suyuqlik to‘planadigan pastki

qismlarida bunday xavf yuqori bo‘lishi mumkin. Shuning uchun konstruksion materiallarni baholashda nafaqat umumiy korroziya tezligini, balki mahalliy yemirilishning maksimal chuqurligini ham aniqlash zarur.

5. MUHOKAMA

Olingan ilmiy tahlillar ishqoriy absorbent muhitida konstruksion materiallarning korrozion chidamliligini faqat metallning kimyoviy tarkibi yoki boshlang‘ich mexanik xususiyatlari asosida baholash yetarli emasligini ko‘rsatadi. Korrozion jarayonlar materialning mikrostrukturasi, sirt holati, eritmaning kimyoviy tarkibi va texnologik qurilmaning ishlash rejimi bilan chambarchas bog‘liq. Ayniqsa, absorber va skrubber kabi qurilmalarda gaz va suyuqlikning o‘zaro intensiv ta’siri, suyuqlik tomchilarining metall yuzasiga urilishi, oqimning turbulent harakati hamda qattiq zarrachalarning mavjudligi korrozion yemirilish mexanizmini murakkablashtiradi. Bunday sharoitlarda oddiy elektrokimyoviy korroziya bilan bir qatorda korrozion-erozion va korrozion-abraziv yemirilish jarayonlari ham rivojlanadi. Korrozion-abraziv yemirilish mexanizmining asosiy xususiyati shundaki, metall sirtida kimyoviy yoki elektrokimyoviy yo‘l bilan hosil bo‘lgan himoya qatlami qattiq zarrachalarning mexanik ta’siri natijasida buziladi. Himoya qatlamining buzilgan uchastkalarida metallning yangi faol sirtlari ochilib, ular ishqoriy absorbent bilan bevosita kontaktda bo‘ladi. Natijada anodli erish jarayoni qayta faollashadi. Agar oqim tarkibida abraziv xususiyatga ega zarrachalar uzluksiz harakatlanayotgan bo‘lsa, passivatsion qatlamning qayta shakllanishi va mexanik buzilishi o‘rtasida dinamik muvozanat yuzaga keladi. Ushbu muvozanatning qaysi tomonga siljishi materialning korrozion chidamliligini belgilaydi. Masalan, yuqori qattiqlikka ega bo‘lgan metall materiallar abraziv zarrachalar ta’siriga nisbatan yaxshi qarshilik ko‘rsatishi mumkin, biroq ularning elektrokimyoviy korroziyaga chidamliligi yetarli bo‘lmasa, umumiy xizmat muddati baribir cheklangan bo‘ladi. Aksincha, korroziyabardosh zanglamaydigan po‘latlar kimyoviy muhitga yaxshi qarshilik ko‘rsatsa-da, ularning passivatsion qatlamlari intensiv zarracha urilishi natijasida mexanik shikastlanishi mumkin. Demak, ishqoriy absorbent muhitida material tanlashda korrozion va abraziv chidamlilik ko‘rsatkichlarini alohida emas, balki birgalikda baholash lozim. Mazkur masalani hal etish uchun materiallarning statik korroziya sinovlari bilan bir qatorda gidrodinamik sharoitda ishlashini modellashtiruvchi tajribalarni tashkil etish muhim hisoblanadi. Bunday sinovlarda eritmaning harakat tezligi, qattiq zarrachalar konsentratsiyasi, zarrachalarning granulometrik tarkibi va material sirtiga urilish burchagi nazorat qilinishi kerak. Bundan tashqari, konstruksion materiallarning korrozion chidamliligiga payvandlash texnologiyasi ham sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Absorber va skrubber korpuslari, ichki tayanchlar, patrubkalar hamda boshqa elementlarni tayyorlash jarayonida hosil bo‘ladigan payvand choklari asosiy metallga nisbatan farqli mikrostrukturaga ega bo‘lishi mumkin. Payvandlashdan keyingi issiqlik ta’siri zonasida donalarning o‘lchami, fazalar taqsimoti va qoldiq kuchlanishlar o‘zgaradi. Ayrim holatlarda ushbu o‘zgarishlar korrozion yemirilishning mahalliy rivojlanishi uchun qulay sharoit yaratadi. Shu sababli materiallarning korrozion chidamliligini baholashda faqat asosiy metall namunalarini sinash bilan cheklanmasdan, payvand birikmalarini ham alohida tadqiq etish lozim. Payvand choklarining sirt sifati,

g‘ovaklik, shlak qoldiqlari, to‘liq eritilmagan uchastkalar va geometrik notekisliklar mahalliy korroziya o‘choqlarining shakllanishiga sabab bo‘lishi mumkin. Bunday nuqsonlarni kamaytirish uchun payvandlash rejimlarini optimallashtirish, mos payvandlash materiallarini tanlash, choklarni sifat nazoratidan o‘tkazish va zarur hollarda payvandlashdan keyingi termik ishlov berish usullaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Materiallar korrozion chidamliligini oshirishning yana bir muhim yo‘nalishi himoya qoplamalarini qo‘llash hisoblanadi. Himoya qoplamalari metallning agressiv muhit bilan bevosita kontaktini kamaytiradi va korroziya jarayonining rivojlanishini sekinlashtiradi. Polimer asosidagi qoplamalar, epoksid materiallar, kimyoviy chidamli kompozit qatlamlar hamda ayrim noorganik qoplamalar ishqoriy muhit bilan ishlaydigan qurilmalarda qo‘llanilishi mumkin. Biroq qoplama materialini tanlashda uning faqat kimyoviy chidamliligini hisobga olish yetarli emas. Qoplamaning metall sirtiga adgeziyasi, haroratga bardoshliligi, mexanik mustahkamligi, elastikligi va termik kengayish koeffitsiyenti ham baholanishi kerak. Agar qoplama metall yuzasiga yetarlicha mustahkam birikmagan bo‘lsa, haroratning takroriy o‘zgarishi va mexanik ta’sirlar natijasida uning ajralishi kuzatiladi. Qoplama ostiga ishqoriy eritmaning kirib borishi esa yashirin korroziya o‘choqlarining rivojlanishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun qoplama qo‘llashdan oldin metall sirtini tayyorlash, yog‘sizlantirish, oksid qatlamlarini tozalash va kerakli sirt g‘adir-budurligini ta’minlash talab etiladi. Shuningdek, qoplama qalinligi va uning uzluksizligi nazorat qilinishi lozim. Ayrim konstruktiv elementlarda to‘liq polimer qoplama qo‘llash o‘rniga korroziyabardosh metall qoplama yoki ikki qatlamli konstruksiyadan foydalanish iqtisodiy va texnologik jihatdan samaraliroq bo‘lishi mumkin. Masalan, asosiy yuk ko‘taruvchi konstruksiya uglerodli po‘latdan tayyorlanib, uning ishchi yuzasi korroziyabardosh material bilan qoplanishi mumkin. Bunday yechim konstruksiyaning mexanik mustahkamligini saqlagan holda qimmatbaho korroziyabardosh material sarfini kamaytiradi. Shu bilan birga, metall qoplamaning asosiy material bilan birikish sifati, payvandlash imkoniyati va termik kuchlanishlarga chidamliligi alohida tekshirilishi kerak. Ishqoriy absorbent muhitida materiallarning korrozion chidamliligini baholashda iqtisodiy samaradorlik ham muhim mezon hisoblanadi. Eng yuqori korrozion chidamlilikka ega materialni tanlash har doim ham eng maqbul iqtisodiy yechim bo‘lavermaydi. Chunki ayrim nikel asosidagi qotishmalar yuqori boshlang‘ich xarajat talab qilsa-da, ularning uzoq xizmat muddati va kam ta’mirlash talab qilishi uzoq muddatli ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishi mumkin. Aksincha, arzon uglerodli po‘latdan foydalanish dastlabki kapital xarajatlarni kamaytiradi, biroq korroziya tufayli tez-tez ta’mirlash, qoplama yangilash va elementlarni almashtirish zarurati yuzaga kelishi mumkin. Shu sababli material tanlashda boshlang‘ich xarajat, korroziya tezligi, kutilayotgan xizmat muddati, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari va avariya xavfi birgalikda hisobga olinishi kerak. Materiallarning ekspluatatsion resursini baholashda korroziya tezligi bilan bir qatorda devor qalinligining kamayishi ham nazorat qilinadi. Agar metall elementning dastlabki qalinligi δ0δ0, korroziya natijasida kamaygan qalinligi esa ΔδΔδ bo‘lsa, uning qoldiq qalinligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\delta q=\delta 0-\Delta\delta\delta q=\delta 0-\Delta\delta$$

Bunda qoldiq qalinlik konstruksiyaning mustahkamlik va germetiklik talablariga javob berishi zarur. Agar korroziya tezligi vaqt davomida o‘zgarmas deb qabul qilinsa, shartli qoldiq resurs quyidagi munosabat orqali baholanishi mumkin:

$$T_q = \frac{\delta_0 - \delta_{min}}{V}$$

Bu yerda T_q — shartli qoldiq xizmat muddati, yil; δ_0 — boshlang‘ich devor qalinligi, mm; δ_{min} — ruxsat etilgan minimal qalinlik, mm; V — korroziya tezligi, mm/yil. Ushbu formula faqat bir tekis korroziya va korroziya tezligining vaqt bo‘yicha o‘zgarmasligi kabi soddalashtirilgan shartlarda qo‘llaniladi. Mahalliy korroziya, korrozion yorilish, charchash va gidrodinamik yemirilish mavjud bo‘lgan sharoitlarda qoldiq resursni faqat ushbu ifoda orqali aniqlash mumkin emas. Bunday holatlarda ultratovushli qalinlik o‘lchash, metallografik tekshiruv, nuqsonlarni aniqlash va mexanik mustahkamlikni baholash natijalaridan foydalanish lozim. Muhokama natijasida ishqoriy absorbent muhitida konstruksion materiallarning korrozion chidamliligini oshirish uchun uchta asosiy yo‘nalishni birgalikda amalga oshirish zarurligi asoslanadi. Birinchi yo‘nalish materialning kimyoviy va strukturaviy xususiyatlariga mos tanlovni amalga oshirishdan iborat. Ikkinchi yo‘nalish ishchi yuzalarni himoya qoplamalari, konstruktiv yechimlar va texnologik ishlov berish orqali himoyalashni nazarda tutadi. Uchinchi yo‘nalish esa korroziya jarayonlarini muntazam monitoring qilish, eritma tarkibini nazorat qilish va qurilmaning ekspluatatsion parametrlarini optimallashtirishdan iborat. Aynan ushbu yondashuvlar majmuasi sanoat absorberlari va skrubberlarining ishonchliligini oshirish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

6. KORROZION CHIDAMLILIKNI OSHIRISH BO‘YICHA ILMIY-TEXNIK TAVSIYALAR

Ishqoriy absorbent muhitida ishlaydigan sanoat qurilmalarining uzoq muddatli va xavfsiz ekspluatatsiyasini ta’minlash uchun konstruksion materiallarning korrozion chidamliligini

oshirishga qaratilgan ilmiy-texnik choralarni ishlab chiqish zarur. Birinchi navbatda, material tanlash jarayoni qurilmaning real ish sharoitlariga asoslanishi kerak. Bunda absorbentning kimyoviy tarkibi, ishqor konsentratsiyasi, pH ko‘rsatkichi, ishchi harorat, gaz tarkibi, erigan kislorod miqdori va qattiq zarrachalarning mavjudligi hisobga olinadi. Uglerodli po‘latdan foydalanish iqtisodiy jihatdan maqbul bo‘lgan holatlarda uning ishchi yuzalarini himoya qilish, eritma tarkibini nazorat qilish va korroziya monitoringini tashkil etish tavsiya etiladi. Zanglamaydigan po‘latlarni qo‘llashda esa ularning markasi bilan bir qatorda muhitning harorati va konsentratsiyasiga mos korrozion chidamlilik ma’lumotlari asos qilib olinishi lozim. Yuqori haroratli va konsentrlangan ishqoriy eritmalarda ishlaydigan elementlar uchun nikel asosidagi qotishmalar yoki boshqa maxsus korroziyabardosh materiallardan foydalanish imkoniyati texnik-iqtisodiy jihatdan baholanishi kerak. Ikkinchi muhim yo‘nalish absorbent muhitining kimyoviy tarkibini barqarorlashtirish hisoblanadi. Eritmada xlorid, sulfid va boshqa agressiv komponentlarning ortib ketishi metall sirtidagi himoya qatlamining barqarorligini pasaytirishi mumkin. Shu sababli absorbentni regeneratsiya qilish, filtrlash, zarur hollarda eritmani qisman almashtirish va kimyoviy tarkibini muntazam tahlil qilish

talab etiladi. Korroziya ingibitorlaridan foydalanish ham ayrim texnologik tizimlarda samarali himoya usuli bo‘lishi mumkin. Biroq ingibitorning turi, konsentratsiyasi va ta’sir mexanizmi aynan qo‘llanilayotgan absorbent tarkibida tajriba asosida tekshirilishi lozim. Uchinchi yo‘nalish konstruktiv yechimlarni takomillashtirish bilan bog‘liq. Absorber va skrubber korpusining ichki geometriyasini loyihalashda suyuqlikning turg‘un zonalarda to‘planishi, oqimning keskin burilishi, qattiq zarrachalarning cho‘kishi va lokal turbulentlik darajasi hisobga olinishi zarur. Suyuqlikning bir tekis taqsimlanishi, drenaj tizimining to‘g‘ri tashkil etilishi va texnik xizmat ko‘rsatish imkoniyatining mavjudligi korrozion xavfni kamaytiradi. Shuningdek, flanesli birikmalar, payvand choklari, tayanch elementlari va suyuqlik sathi o‘zgaradigan uchastkalar alohida nazorat qilinishi lozim. To‘rtinchi yo‘nalish himoya qoplamalari va kompozit materiallardan foydalanishdir. Bunda qoplamaning ishqoriy muhitga kimyoviy chidamliligi, mexanik mustahkamligi, adgeziyasi va haroratga bardoshliligi kompleks baholanishi kerak. Beshinchi yo‘nalish diagnostika va texnik monitoring tizimini joriy etishdan iborat. Qurilma devorining qalinligini ultratovushli o‘lchash, kritik uchastkalardan nazorat namunalari olish, absorbent tarkibini laboratoriya sharoitida tahlil qilish va elektrokimyoviy monitoring usullaridan foydalanish korrozion shikastlanishlarni erta aniqlash imkonini beradi. Shu bilan birga, materiallarni tanlashda faqat laboratoriya natijalariga tayanish emas, balki real ishlab chiqarish sharoitida olingan ekspluatatsion ma’lumotlarni ham hisobga olish lozim. Ushbu tavsiyalarni kompleks qo‘llash orqali sanoat qurilmalarida korrozion shikastlanishlar xavfini kamaytirish, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini optimallashtirish va konstruksion elementlarning foydalanish muddatini oshirish mumkin.

7. XULOSA

Ishqoriy absorbent muhitida konstruksion materiallarning korrozion chidamliligini tadqiq etish natijasida ushbu jarayonning murakkab elektrokimyoviy, fizik-kimyoviy va mexanik omillar bilan belgilanadigan ko‘p parametrli hodisa ekanligi asoslandi. Tadqiqotning nazariy tahlillari shuni ko‘rsatadiki, ishqoriy eritmalarda metall materiallarning korrozion xatti-harakati, avvalo, ularning kimyoviy tarkibi, sirtida shakllanadigan passivatsion qatlamlarning barqarorligi, eritma konsentratsiyasi, harorat va muhitning aeratsiya darajasiga bog‘liq. Uglerodli po‘latlar iqtisodiy jihatdan samarali va texnologik ishlov berish uchun qulay bo‘lsa-da, ularning korrozion chidamliligi ekspluatatsion sharoitga bog‘liq ravishda o‘zgaradi. Zanglamaydigan po‘latlar tarkibidagi xrom va nikel elementlari metall sirtida himoya qatlamlarining shakllanishiga yordam beradi, biroq konsentrlangan va yuqori haroratli ishqoriy eritmalarda ushbu qatlamlarning barqarorligi pasayishi mumkin. Duplex po‘latlar yuqori mexanik mustahkamlik va muayyan korrozion muhitlarda yaxshi ishlash xususiyatlariga ega bo‘lsa-da, ularning qo‘llanilishi ham muhitning kimyoviy tarkibi va ekspluatatsion yuklamalar bilan muvofiqlashtirilishi lozim. Nikel asosidagi qotishmalar esa yuqori agressivlikka ega bo‘lgan texnologik uchastkalarda istiqbolli materiallar sifatida qaraladi. Tadqiqot davomida korrozion chidamlilikni baholash uchun gravimetrik, elektrokimyoviy va metallografik usullarni birgalikda qo‘llashning ilmiy ahamiyati asoslandi. Gravimetrik usul metall

massasining kamayishi orqali umumiy korroziya tezligini aniqlash imkonini bersa, elektrokimyoviy usullar korroziya jarayonlarining kinetik xususiyatlari, anod va katod reaksiyalari hamda passivatsion holatni baholashga xizmat qiladi. SEM, EDS va XRD kabi strukturaviy tahlil usullari esa metall sirtidagi yemirilish o‘choqlari, himoya qatlamlari va korroziya mahsulotlarining tarkibini aniqlash imkonini beradi. Shuningdek, ishqoriy absorbent tarkibida abraziv zarrachalarning mavjudligi metall sirtidagi himoya qatlamlarini mexanik ravishda buzib, korrozion-abraziv yemirilish jarayonlarini jadallashtirishi mumkinligi asoslandi. Shu sababli materiallarning korrozion chidamliligini faqat statik eritmaga botirish sinovlari orqali baholash yetarli emas, balki gidrodinamik va abraziv omillar ta’sirini ham modellashtirish zarur. Tadqiqot natijalariga asoslanib, ishqoriy absorbent muhitida ishlaydigan sanoat qurilmalari uchun material tanlashda kimyoviy chidamlilik, mexanik mustahkamlik, payvandlanuvchanlik, iqtisodiy samaradorlik va ekspluatatsion resursni birgalikda hisobga olish tavsiya etiladi. Bundan tashqari, metall sirtlarini himoya qoplamalari bilan qoplash, absorbentning kimyoviy tarkibini muntazam nazorat qilish, oqimning gidrodinamik rejimini optimallashtirish va korroziya monitoringi tizimini joriy etish muhim texnik yechimlar hisoblanadi. Umuman olganda, ishqoriy absorbent muhitida konstruksion materiallarning korrozion chidamliligini oshirish uchun materialshunoslik, elektrokimyo, mashinasozlik va kimyoviy texnologiya yutuqlarini birlashtirgan kompleks yondashuv talab etiladi. Mazkur yondashuvdan foydalanish sanoat absorberlari va skrubberlarining ishonchliligini oshirish, korroziya tufayli yuzaga keladigan avariyaviy holatlarning oldini olish, ta’mirlash xarajatlarini kamaytirish hamda texnologik uskunalarning xizmat muddatini uzaytirishga xizmat qiladi.

8. FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Zou J.Y., Chin D.T. Mechanism of steel corrosion in concentrated NaOH solutions // Electrochimica Acta. – 1987. – Vol. 32, Issue 12. – P. 1751–1756. – DOI: https://doi.org/10.1016/0013-4686(87)80010-5.

2. Davalos Monteiro R., van de Wetering J., Krawczyk B., Engelberg D.L. Corrosion Behaviour of Type 316L Stainless Steel in Hot Caustic Aqueous Environments // Metals and Materials International. – 2020. – Vol. 26. – P. 630–640. – DOI: https://doi.org/10.1007/s12540-019-00403-2.

3. Electrochemical behaviour of duplex stainless steels in caustic environment // Corrosion Science. – 2011. – Vol. 53, Issue 1. – P. 71–81. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.corsci.2010.09.024.

4. Rebak R.B. Environmental Cracking of Corrosion Resistant Alloys in the Chemical Process Industry – A Review // NACE International Annual Conference. – 2007. – Paper No. C2007-07480. – DOI: https://doi.org/10.5006/c2007-07480.

5. British Stainless Steel Association. Selection of Stainless Steels for Handling Sodium Hydroxide (NaOH). – Technical information.

6. Rondelli G., Vicentini B., Sivieri E. Stress corrosion cracking of stainless steels in high temperature caustic solutions // Corrosion Science. – 1997. – Vol. 39, Issue 6. – P. 1037–1049. – DOI:

7. ASTM International. ASTM G31-21(2025). Standard Guide for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals. – 2025. – DOI: