

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI

O'RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA'LIMI MARKAZI

S. SH. XABIBULLAYEV, D. M. MAXMANOV,
F. M. BADRIDINOVA

METALLAR KORROZIYASI

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

UO'K:669.018.8:622.276/279(075.32)

KBK:30.82

X12

*Oliy va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi ilmiy-metodik
birlashmalari faoliyatini muvofiqlashtiruvchi Kengash
tomonidan nashrga tavsiya etilgan.*

O'quv qo'llanmada neft va gazni qayta ishlash texnologik jarayonlarida qo'llaniladigan metall va nometall materiallarning neft, gaz, texnik suvlar va kimyoviy eritmalar, shuningdek, atmosfera va tuproq tarkibidagi turli agressiv moddalar ta'sirida yemirilishi, yemirilishda ishtirok etuvchi oksidlovchi va qaytariluvchi muhitlarning kimyoviy tasnifi, metallarning tabiati, tarkibi va legirovchi qotishmalarning korroziyon bardoshlilik xossalari, korroziyaning tezligi, mohiyati, korroziyaning turlari, korroziyaning oldini olish turlari, muhit agressivligini pasaytirish va korroziya tezligini to'xtatish ingibitorlari, ingibitorlarning turlari bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Taqdim etilayotgan o'quv qo'llanma kasb-hunar kollejlarning 3522500 — Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasi tayyorlov yo'nalishida, 3522501 — Neft va gazga kimyoviy ishlov berish va qayta ishlash texnik-texnologik kasbi bo'yicha kasb-hunar kollejlarda tahsil olayotgan talabalar va oliy o'quv yurtining «Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasi» va «Neft va gaz quvurlari, omborlari hamda neft va gazni qayta ishlash sanoati obyektlarini loyihalashtirish, qurish va ulardan foydalanish» bakalavr yo'nalishlarida o'qiyotgan talabalar hamda neft va gaz sanoatida ishlayotgan kichik mutaxassislar uchun mo'ljallangan.

T a q r i z c h i l a r: **A. SIDDIQOV** — Toshkent kimyo texnologiya instituti Neft va gazni qayta ishlash fakulteti professori, kimyo fanlari doktori;
B. A. ALIYEV — Toshkent davlat texnika universiteti Neft va gaz fakulteti professori, texnika fanlari doktori.

ISBN 978-9943-16-227-3

© S.Sh. Xabibullayev va boshq., 2016-yil.

© «ILM ZIYO» nashriyot uyi, 2016-yil.

KIRISH

Neft va gazni qayta ishlash jihozlarining metall qurilmalari uzoq vaqt davomida ishlaydi va ular shunga ko'ra loyihalangani (masalan, neft saqlovchi rezervuarlarning o'rtacha ishlash muddati 33 yilga mo'ljallangan bo'ladi). Qurilmalarning ishlash muddati, ularning korroziyadan himoya qilinish ko'rsatkichi orqali belgilanadi.

Metallar korroziyasi xalq xo'jaligiga katta ziyon keltiradi. Bu ziyon korroziya oqibatida ishdan chiqqan konstruksion materiallarni tayyorlash narxi, qaytarib bo'lmaydigan korroziya mahsulotlari ko'rinishidagi metallning yo'qolishi hamda xalq xo'jaligidagi bilvosita (gaz kelmaganda korxonalarining to'xtashi, haydalayotgan gazlarning yo'qolishi, atrof-muhitning ifloslanishi va h. k.) xarajatlarning yig'indisidan tashkil topadi.

Ma'lumotlarga qaraganda, metallarning korroziyadan qaytarib bo'lmaydigan yillik yo'qolish ko'rsatkichi konstruksion qurilma boshlang'ich massasining 8 foiziga teng deb qabul qilingan. Amalda esa, uning umumiy yillik yo'qolish ko'rsatkichi 20 foizgacha bo'ladi.

Metall qurilmalarni korroziyadan himoya qilish uchun ularning materiallari maxsus qoplamali materiallardan tayyorlanadi yoki ularning yuzasida izolatsiya qoplamalari hosil qilinadi. Lekin hosil qilingan izolatsiya qoplamalari vaqt o'tishi bilan eskiradi va buziladi. Natijada, tarkibida erigan tuzlar bo'lgan namlik metallga kelib, uning yuzasida mahalliy yemiruvchi galvanik elementlarni hosil qiladi va obyektning korroziyalanishini sodir etadi. Izolatsiya qoplamalari sifatining yuqori bo'lishini ta'minlash (ko'z bilan, maxsus asboblarda yordamida tekshirish) orqali obyektning avariyasiz ishlash muddati uzaytiriladi.

Izolatsiya qoplamalaridan tashqari, yerosti va usti metall qurilmalari, elektrokimyoviy himoya usullari (katod, protektor va elektrodrenaj) yordamida himoya qilinadi. Elektrokimyoviy himoyaning qo'llanilishi yerosti va usti metall qurilmalarining

korrozion yemirilishini bartaraf etadi. Ko'p bo'lmagan nisbiy xarajatlarda (elektrokimyoviy himoya qurilmasining narxi, himoya qilinadigan obyekt narxining 1 foizidan oshmaydi) metall qurilmalarining ishlash muddatini ancha uzaytiradi.

Oqova suvlarni, issiq suyuqliklarni, oltingugurtli va kislotali suyuqliklarni saqlashda va haydashda quvur va rezervuarlarning ichki yuzalarida metallning ko'p yo'qolishi sodir bo'ladi. Metallning bunday yo'qolishini to'xtatish (sekinlashtirish) uchun organik va anorganik korroziya ingibitorlaridan foydalaniladi.

Hozirgi vaqtda korroziyaga chidamli legirlash nazariyasining rivojlanishiga katta ahamiyat berilmoqda. Korroziyaga chidamli, ya'ni korroziyabardosh po'latlar va qotishmalarni yaratish korroziyaga qarshi kurashishning asosiy omillaridan biri hisoblanadi.

Korroziya jarayonining oldini olishda ishlatiladigan ingibitorlar bo'yicha ham nazariy va amaliy ishlar sezilarli darajada rivojlanib kelmoqda. Asosiy yutuqlardan biri metallarni kislotali muhit ta'sirida korroziyalanishiga organik ingibitorlarning ta'sir etish mexanizmining rasmiy nazariyasini yaratish bo'ldi. Xalq xo'jaligida ingibitorlarni ishlatish bilan metall qotishmalarining faqat korroziyasining oldi olinmay, balki ularning pishiqligi, elastikligi (egiluvchanligi) ortdi.

Yuqoridagilarni hisobga olib, taqdim etilayotgan o'quv qo'llanmaning mazmuni metallar korroziyasini ifodalovchi nazariy bo'limdan va ularni himoya qilishdagi hozirgi zamon usullari to'g'risidagi ma'lumotlardan tashkil topgan.

Nazariy bo'limda metallarning korroziyalanish mexanizmlari (kimyoviy, elektrokimyoviy) va sodir bo'lish sharoitlari hamda ularning korroziyalanishi kimyoviy faolligiga bog'liqligi to'g'risidagi ma'lumotlar berilgan.

O'quv qo'llanma ilk marotaba davlat tilida yozilgan bo'lib, u neft va gazni qayta ishlash va neftni kimyoviy ishlab chiqarish yo'nalishlarida ta'lim olayotgan kasb-hunar kollejari o'quvchilari hamda oliy o'quv yurtlarining bakalavr talabalari uchun mo'ljallangan va uning mazmuni qabul qilingan o'quv rejasi bo'yicha tuzilgan.

1. KORROZIYA VA KORROZIYA TURLARI

1.1. Metallar «korroziyasi» atamasini aniqlash

Neft va gaz sanoati tizimida ishlatiladigan quvurlar, quvur armaturalari, nasoslar, rezervuarlar, temiryo‘l sisternalari va boshqa metall qurilmalar, metallardan yasalgan uskunalar, konstruksiyalar va boshqa buyumlar, asosan, uglerodli va kam legirlangan po‘latlardan tayyorlanadi. Bu metall qurilmalar foydalanish jarayonida tashqi muhit (elektrolitlar, atmosfera havosi va boshqalar) bilan o‘zaro kimyoviy va elektrokimyoviy jarayonlar natijasida korroziyalanib, oksid va gidroksidlarni hosil qiladi. Shunga ko‘ra metallar korroziyasi deganda, ularning tashqi muhit bilan o‘zaro ta‘sirida bo‘ladigan kimyoviy yoki elektrokimyoviy jarayonlar natijasida sekinlik bilan yemirilishi tushuniladi. Umuman, korroziya so‘zi (termini) lotincha «corrosio» so‘zidan olingan bo‘lib, metallning zanglashini, parchalanishini va yemirilishni anglatadi. Metallarning korroziyalanishini sodir etuvchi sharoit *korroziya* yoki *agressiv muhit* deyiladi.

Metallar mexanik jarayonlar natijasida ham (silliqlash, ishqalanish) yemirilishi mumkin. Lekin bular errozik yemirilish bo‘lib, metallarning korroziyalanishini anglatmaydi. Korroziya bilan errozianing birgalikda bo‘lishi *fretting korroziya* deb ataladi.

Kimyo sanoatining ko‘pgina texnologik jarayonlarida, asosan, elektrolit eritmalar qo‘llanilishi sababli, elektrokimyoviy korroziya keng tarqalgan.

1.2. Metallar korroziyasining xalq xo‘jaligidagi ziyoni

Xalq xo‘jaligining turli tarmoqlarida ishlatiladigan asbob-uskunalar, jihozlar va texnologik qurilmalar, asosan, metallardan tayyorlangan bo‘ladi. Bajariladigan texnologik jarayonlarning turiga va sharoitiga ko‘ra, ulardan bittasining massasi bir necha yuz tonnani tashkil qiladi. Masalan, neft-gaz bilan ta‘minlash tizimida

ishlatiladigan namunaviy po‘lat rezervuarlarning massasi 500 tonnagacha bo‘ladi. Foydalanish jarayonida ichki va tashqi yuzalar korroziya faolligi yuqori bo‘lgan muhitlar (yer tarkibida namlik, tuzlar, H_2S , SO_2 bo‘lgan neft-gaz oqimi) ta‘sirida bo‘ladi va korroziyalanadi. Hosil bo‘lgan korroziya jarohatlari qurilmalarning tezda ishdan chiqishiga olib keladi. Ularni ta‘mirlash yoki yangilash uchun katta miqdordagi pul va metall sarfi kerak bo‘ladi.

Umuman, metallar korroziyasi xalq xo‘jaligiga katta ziyon keltiradi. Buni quyida keltirilgan ma‘lumotlardan ko‘rishimiz mumkin.

1. Adabiyot ma‘lumotlariga ko‘ra, yil davomida ishlab chiqariladigan po‘lat qotishmalarining oltidan bir qismi korroziya natijasida ishdan chiqqan metall qurilmalarni, asbob-uskunalarni hamda ularning ehtiyot qismlarini almashtirish uchun sarflanadi. Bu ko‘rsatkichni dunyo miqyosida ko‘radigan bo‘lsak, u bir necha million tonnani tashkil etadi. Bundan ko‘rinib turibdiki, bir nechta metall erituchi zavodlarning yil davomida ishlab chiqargan po‘lat qotishmalari bekorga sarflanadi.

2. XX asrning oxiriga qadar insoniyat tomonidan 35 mlrd tonnadan ortiq po‘lat qotishmalari eritib olingan. Hozirgi kunda ularning dunyodagi umumiy ko‘rsatkichi 14 mlrd bo‘lib, qolgan qismi esa korroziya mahsulotlari ko‘rinishida biosferaga tarqalgan.

Korroziyadan ko‘rilgan zarar ikki xarajatning yig‘indisidan tashkil topadi, ya‘ni bevosita va bilvosita xarajatlardan. Bu xarajatlarni neft va gaz quvurlari tizimida ko‘rsak, bevosita xarajatlarga quvur metalining narxi, quvur va uning yordamchi qurilmalarini qurish uchun sarflanadigan mablag‘lar kiradi. Bilvosita xarajatlarga esa, korroziya natijasida quvurlarda sodir bo‘lgan avariylarni ta‘mirlash davomida, ulardan foydalanayotgan korxonalarining ishlamay turgan paytdagi pul xarajatlari, avariylarni bartaraf etish uchun sarflanadigan metall va pul xarajatlari hamda to‘kilgan yoki atmosferaga tarqalgan mahsulotlar hisobiga, atrof-muhit komponentlarining bulg‘alanishi natijasida sodir bo‘ladigan salbiy oqibatlarining qiy-matlari kiradi.

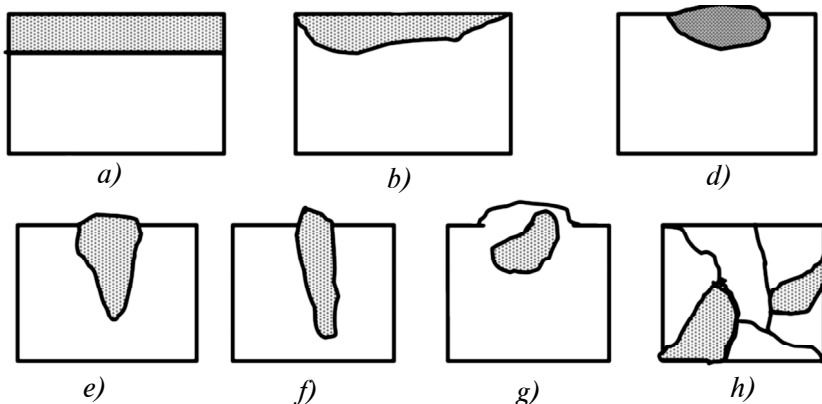
1.3. Korroziya jarayonlari tasnifi va korrozion yemirilishning ko‘rinishlari

Metallarning tashqi muhit bilan o‘zaro ta’sirlarining xarakteriga ko‘ra, ularning korroziyalanish jarayonlari bir-biridan farq qiladi, ya’ni kimyoviy va elektrokimyoviy korroziya mexanizmlari asosida sodir bo‘ladi.

Metallarning kimyoviy korroziyasi yuqori haroratda gazlar va tok o‘tkazmaydigan suyuqliklar ta’sirida amalga oshadi. Bu metall sirti bilan suyuq yoki gazsimon moddaning kimyoviy geterogen reaksiyasidir. Bunday mexanizm bilan quruq gazlar, metall yuzasida tomchilanmaydigan bug‘lar va elektrolit bo‘lmagan suyuqliklar ta’sir etadi. Gazli, ya’ni gaz ta’siridagi korroziya, asosan, yuqori harorat bo‘lganda kuzatiladi. Kimyoviy korroziyada sodir bo‘ladigan oksidlanish va qaytarilish jarayonlari (bir vaqtda) geterogen muhitda, ya’ni metall bilan tashqi muhitning o‘zaro ta’sir chegarasida amalga oshadi. Natijada metallarning oksidlari (korroziya mahsulotlari) hosil bo‘ladi. Masalan: Fe_2O_3 , Al_2O_3 , ZnO , CuO va boshqalar.

Metallarning elektrokimyoviy korroziya mexanizmi asosidagi yemirilishlari elektrolitlar ta’sirida sodir bo‘ladi. Oksidlanish va qaytarilish jarayonlari metall yuzasining turli uchastkalarida amalga oshadi va korroziya mahsulotlari (metall gidroksidlari) faqat anod uchastkalarida hosil bo‘ladi. Bunda bir vaqtning o‘zida ikki jarayon: erish (metallning bir qismida erish jarayoni) va tiklanish (eritmada kationlarning ajralishi) sodir bo‘ladi. Masalan, rux sulfat kislotada eriganda rux ionlari hosil bo‘ladi va vodorod gazi ajralib chiqadi. Umuman, metallarning elektrokimyoviy korroziya asosidagi yemirilishi quyidagi korroziya jarayonlarida sodir bo‘ladi: kislotaviy korroziya, ishqoriy korroziya, elektrolitlardagi korroziya; tuproq korroziyasi; elektrokorroziya; atmosfera korroziyasi; biokorroziya va kontakt korroziyasi (o‘zaro ta’sir korroziyasi).

Metallardagi korroziya yemirilishlari (jarohatlari) umumiy va mahalliy ko‘rinishda bo‘ladi. Umumiy yemirilish metallning hamma yuzasi bo‘yicha sodir bo‘lib, tekis va notekis ko‘rinishda bo‘lishi mumkin (1-a, b rasm).



1-rasm. Korroziya yemirilishlarining koʻrinishlari:
 a) umumiy tekis; b) umumiy notekis; d) dogʻ; e) yara;
 f) nuqta; g) yuza osti; h) kristallararo.

Mahalliy yemirilish metallning maʼlum bir joyida sodir boʻlib, u dogʻ, yara, yuza osti, teshik, ip, kristallararo koʻrinishda boʻladi. Ularning umumiy tarzidagi chizmalari 1-rasmda keltirilgan.

1.4. «Metallar korroziyasidan himoya qilish» fanining rivojlanishi

Metallarni korroziyadan himoya qilish muammosi, ularning insoniyat faoliyatida ishlatilish davridan boshlandi. Eramizdan oldingi V asrda yashagan yunon tarixchisi Gerodot oʻzining esdaliklarida temirni korroziyadan himoya qilishda qoʻrgʻoshin ishlatilganligi toʻgʻrisida yozgan, yaʼni temirdan yasalgan buyumlarning tashqi yuzasi qoʻrgʻoshin va boshqa metallar bilan qoplangan (ularning suvlari yuritilgan).

Bir necha asrlar davomida kimyogarlar oddiy metallarni (masalan, poʻlatni) zanglamas, issiqlikka chidamli nodir metallga aylantirish ustida ish olib borganlar. Bu muammoni yechish poʻlat tarkibiga boshqa metallarni maʼlum miqdorda qoʻshish (legirlash) orqali amalga oshirilgan. Natijada, poʻlatning asosiy xossalarini saqlash bilan bir qatorda, uning korroziyaga va yuqori haroratga chidamlilik xossalari oshirilgan. Masalan: poʻlat tarkibiga

15 foizdan ortiqroq xrom metali qo‘shilganda, u zanglamas po‘latga aylangan.

Metallar korroziyasining nazariyasini o‘rganish XVIII asrdan boshlanadi. 1748-yilda M. V. Lomonosov massalar saqlanish qonunini yaratish bilan bir qatorda, metallar korroziyasi ilmini o‘rganishga asos soldi. Lomonosovning tajriba ishlarini davom ettirib, 1773-yili fransuz kimyogari A. Lavuazye o‘z ishida metallarning oksidlanishi, uning kislorod bilan hosil qilgan birikmasi ekanligini ko‘rsatdi.

E. Xoll (1819) va G. Devi (1829) metallarning korroziyalanish nazariyalarini rivojlantirib, o‘z ishlarida temir va mis havosiz (O_2) korroziyalanmasligini ko‘rsatib berdilar.

G. Devi, M. Faradey, O. De la Riv, N. N. Beketov va boshqalar o‘z ishlarida metallarning korroziyalanishi elektrokimyoviy mexanizm asosida sodir bo‘lishini hamda metallarning korroziyon passivligi ularning yuzasida oksid pardalarining hosil bo‘lishiga bog‘liq degan gipotezani maydonga tashladilar. XX asrga kelib, metallar korroziyasini o‘rganishda yangi davr boshlanadi. V. A. Kistyakovskiy, G. A. Akimov, N. A. Izgarishev, N. D. Tomashov, O‘zRFA akademigi M. A. Obidova, prof. A. Abduqodirov, prof. G. Sh. Tolipov va boshqalar metallarning korroziyalanish nazariyalarini rivojlantirib, korroziya fanining mustaqil bo‘lib ajralib chiqishiga o‘z ishlari bilan katta hissa qo‘shdilar. To‘plangan nazariy va amaliy bilimlar bo‘yicha «Metallar korroziyasi va ularni himoya qilish» yo‘nalishidagi maxsus o‘quv darsliklari va monografiyalar yaratildi hamda yaratilmoqda.

1.5. Korroziyadan himoya qilishning neft va gaz bilan ta’minlash tizimidagi ahamiyati

Neft va gazlarni ishlab chiqarish yil sayin tez sur’atlar bilan rivojlanib bormoqda. Masalan, respublikamizda 1991-yili neft bilan gazokondensat ishlab chiqarish ko‘rsatkichi 2,9 mln tonnani tashkil etgan bo‘lsa, 1999-yilga kelib, uning ko‘rsatkichi 4 mln tonnadan oshdi. Gaz ishlab chiqarish ham tez sur’atlar bilan o‘sib, 2002-yildagi uning ishlab chiqarish miqdori

58,4 mlrd m³ ni tashkil etdi. Hozirgi kunda gaz ishlab chiqarish ko'rsatkichi 67 mlrd m³ tashkil etadi. Bu mahsulotlarni iste'molchilarga yetkazib berish, asosan, magistral neft-gaz quvurlari va gaz tarmoqlari orqali amalga oshiriladi.

Ular korrozion faol mihit (tuproq elektroliti, daydi toklar, bakteriyalar) ta'sirida ishlaydilar. Bunday sharoitlarda quvurlar korroziyalanib, tez ishdan chiqishi mumkin. Natijada, yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, katta iqtisodiy qiyinchiliklarni sodir etadi.

Quvurlarda bo'ladigan korroziyaning salbiy oqibatlarini bartaraf etish maqsadida, ularning tashqi yuzasi umumlashgan aktiv va passiv usullar yordamida himoya qilinadi. Ichki yuzasi esa korroziyani sekinlashtiruvchi ingibitorlar yordamida himoya qilinadi. Bu tadbirlar quvurlardagi korroziya sababli sodir bo'ladigan avariya sonini kamaytirib, ularning ishlash muddatlarini oshiradi. Shu bilan bir qatorda, bevosita va bilvosita xarajatlar kamayib, neft va gaz bilan ta'minlash tizimida katta iqtisodiy tejamkorlikni sodir etadi.

Korroziyaning oldini olish orqali iqtisodiy samaraga erishiladi, jihozlarning mustahkamligi oshiriladi, metall fondi saqlanadi.

2. ASOSIY KONSTRUKSION MATERIALLAR VA ULARNI TANLASH

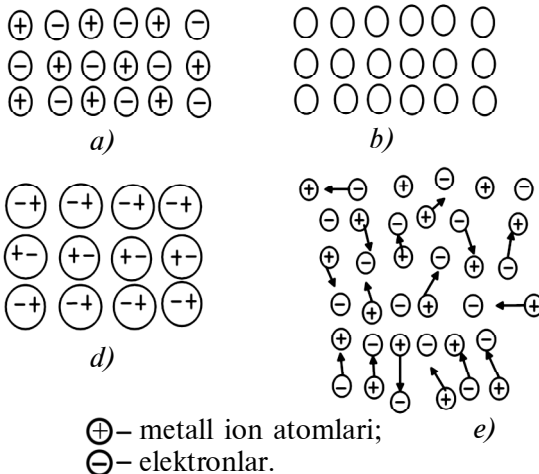
2.1. Metallarning tuzilishi va o'ziga xos xususiyatlari

Korroziya jarayoni metallarning tuzilishiga bog'liq bo'ladi.

Jismlarlarni tashkil etuvchi ionlar, atomlar va molekular orasidagi o'zaro ichki bog'liqlik molekular va metall bog'lanishlardir.

Metall va qotishmalar kristall jismlar bo'lib, ularda musbat ionlar kristall panjaralar hosil qiladi. Bu kristall panjaradagi musbat ionlar panjaraning muayyan joylarida turadi va ularni erkin elektronlar qurshab olgan bo'ladi.

Metallarning ba'zi xossalari, masalan, elektr o'tkazuvchanligi, issiqlik o'tkazuvchanligi, plastikligi va boshqa xossalari elektronlarning ionlar bilan zaif bog'langanligi va oson harakatlanihidan kelib chiqadi. Lekin elektron metallni tark etib chiqishi uchun, u ionlarning elektrostatik tortilishini yengib o'ta oladigan energiyaga ega bo'lishi kerak. Metallni bog'lanish o'ta bardoshli bo'lgani uchun metallar yuqori qattqlikka, yuqori erish haroratiga ega.



2-rasm. Ion (a), atom (b), molekular (d), metall (e) bog'lanishlar.

Metallar birinchi darajali elektr o'tkazgichlar hisoblanadi, chunki ulardan elektr toki o'tganda tarkibida kimyoviy o'zgarish ro'y bermaydi.

2.2. Konstruksion materiallar

Hozirgi zamon ishlab chiqarish korxonalarida turli jihozlar tayyorlashda tabiiy va insonlar tomonidan yaratilgan turli-tuman materiallar ishlatiladi. Ammo hozirgi zamon texnikasi — mashina va mexanizmlar, asosan, metall asosidagi materialdan — metallar va ular asosidagi qotishmalardan tayyorlanadi. Kelajakda ishlab chiqariladigan mahsulotlar miqdorini ko'paytirish, ishlab chiqarish va mehnat samaradorligini oshirish, qo'l kuchi bilan bajarilayotgan og'ir jarayonlarni avtomatlashtirish va mexanizatsiyalash hisobiga amalga oshirish rejalari xalq xo'jaligini rivojlantirish dasturida belgilab qo'yilgan. Jihozlar mustahkamligini oshirish bo'yicha qilinadigan ishlarning asosiyalaridan biri, ularni korroziyalanishidan himoyalash uchun olib boriladigan ishlar sifatini yaxshilashdan iborat. Bunday muammoni hal etishning eng asosiy ahamiyatlisi yangi korroziyabardosh materiallarni qo'llash hisoblanadi. Shu sababli ilmiy tadqiqot institutlari xalq xo'jaligining ishlab chiqarish korxonalarida, ayniqsa, kimyoviy sanoat korxonalari, yangi konstruksion materiallarning (metallar, plastmassalar, rezina, loklash va bo'yash materiallari, uglerod grafitli, shisha-sopollar asosidagi materiallar) kimyoviy turg'unligini tekshirish, ularni tanlash va ishlab chiqarishga tavsiya etish bo'yicha salmoqli ishlarni amalga oshirmoqda. Bunday materiallarni ishlab chiqarishga tatbiq etish jihozlarni ta'mirlashga bo'ladigan sarf-xarajatlarning kamayishiga, mehnat unumdorligining oshishiga va yuqori samaradorlikka erishishga imkon beradi. Kimyo sanoatida ishlatiladigan jihozlar, asosan, qora metall va ular asosidagi qotishmalardan tayyorlanadi. Qora metallarga, asosan, temir va uning qotishmalari — po'lat va cho'yanlar kiradi. Kimyoviy tarkibi jihatidan po'lat bilan cho'yan ko'p komponentli qotishmalardir. Ammo ularning tarkibiga ikkita asosiy komponentlar — temir va uglerod kirgani sababli, ularni temir bilan uglerod qotishmalari deb qaraladi.

2.3. Neft va gazni qayta ishlash korxonalarida ishlatiladigan asosiy materiallar

Korxonalaridagi ish sharoitlarini hisobga olgan holda turli uskunalar va konstruksiyalarni tayyorlashda ishlatiladigan materiallarga quyidagi talablar qo'yiladi:

- 1) yuqori mexanik mustahkamligi;
- 2) yuqori darajadagi korroziyaga chidamliligi;
- 3) issiqqa barqarorligi;
- 4) yuqori va past haroratlarga chidamliligi;
- 5) o'zgaruvchan bosim (yuklar)ga chidamliligi.

Neftni qayta ishlash korxonalarida uskunalar, asosan, payvandlash usuli bilan tayyorlanadi. Bundan istisno — yuqori bosimda ishlatiladigan jihozlar maxsus usulda presslab tayyorlanadi, shuning uchun konstruksiyada ishlatiladigan material yaxshi payvandlanish-ulanish (erish) qobiliyatiga ega bo'lishi kerak.

NQIK jihozlarini yasashda asosiy konstruksiya materiali sifatida yuqori navli prokat, har xil qalinlikdagi listlar, quvurlar, quyilgan yoki mustahkamligi orttirilgan po'latlar ishlatiladi. Ular, asosan, futerovka, oblitsovkalashda va jihozlarning ba'zi bir qismlarini tayyorlashda ishlatiladi.

Po'latlar quyidagicha tasniflanadi: kimyoviy tarkibga ko'ra (uglerodli va legirlangan), ishlatilishiga ko'ra (konstruksiya, instrumental va alohida), ishlab chiqarish usuliga ko'ra (oddiy, yuqori sifatli va oliy sifatli).

Po'latlarning xossalari va ularning strukturalariga qarab, ularda tajriba o'tkazilib, namunaga olingan metallning vaqtga nisbatan absolut deformatsiyalanishi (yuk ta'sirida va yuqori haroratda) va oquvchanlik tezligi topiladi.

Po'latning tarkibida qo'shimcha sifatida har doim kremniy (0,1—0,35%), marganes (0,35—0,7%), oltingugurt (0,08—0,05%), fosfor (0,03—0,05%) bo'lib, ular po'latning xususiyatiga har xil ta'sir ko'rsatadi. Po'latni eritish vaqtida unga oz miqdorda xrom, nikel, mis aralashib ketadi. Po'latda, bundan tashqari, oz miqdorda vodorod (0,001%), azot (0,001%) va kislorod (0,01%) bo'ladi. Bu gazlar ko'rinmaydigan (yashirin) aralashmalar deb ataladi, ular po'latning sifatini pasaytiradi.

Xrom, nikel, molibden, vanadiy, volfram, aluminiy, marganes, kremniy va boshqa elementlar har xil nisbatda va

miqdorda po‘latning sifatini oshirish hamda legirlash uchun qo‘shiladi.

Neftni qayta ishlash korxonalari jihozlarning konstruksiyalari uchun sifatli po‘latdan foydalaniladi. Ular, o‘z navbatida, *uglerodli past legirlangan* va *legirlangan po‘lat* deb ataladi. Po‘latning markasini tanlashda ko‘pgina omillarni hisobga olishga to‘g‘ri keladi. Bular orasida eng muhimlari, jihoz devorining ekspluatatsiya qilish davridagi maksimal va minimal haroratidir, chunki po‘latning mexanik xususiyatlari yuqori va past haroratda keng o‘lchamda o‘zgaradi.

Yuqori haroratda po‘latning oquvchanlik chegarasi pasayadi, shuning uchun mumkin bo‘lgan kuchlanish normal sharoitdagiga qaraganda kam bo‘lishi kerak.

Uglerodli po‘latga haroratning ta’siri 1-jadvalda keltirilgan (po‘latning mexanik xususiyatini bildiruvchi kattalik 20°C da 100 % deb qabul qilingan).

1-jadval

Uglerodli po‘latga haroratning ta’siri

Po‘latning mexanik xususiyatlari	Muhit harorati, °C					
	20	100	200	300	400	500
Mustahkamlik chegarasi, τ_v	100	100	120	150	90	60
Oquvchanlik chegarasi, τ_G	100	95	85	70	58	40
Nisbiy uzayishi, δ	100	80	55	80	100	110
Cho‘ziluvchanlik E bo‘lgandagi egiluvchanlik moduli	100	98	95	90	85	75
Urishga cho‘ziluvchanligi, α_K	100	110	115	110	85	60

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, haroratning ko‘tarilishi oquvchanlik chegarasiga ta’sir ko‘rsatadi. Shuning uchun yuqori haroratda ishlaydigan jihozlarni hisoblaganda nisbiy uzayish shu haroratdagi oquvchanlikka qarab tanlanadi, mustahkamlik chegarasiga qarab emas.

Kuchli kuchlanish holatida yuqori harorat po‘latga katta ta’sir ko‘rsatadi: oquvchanlik hodisasi paydo bo‘ladi, strukturasidagi

barqarorlikning o'zgarishi kuzatiladi. Bu o'zgarishlarning intensivligi va xarakteri po'latning kimyoviy tarkibi va strukturasi, shuningdek, kuchlanishning ta'siri va haroratga bog'liq. Chunki bu parametrlar po'latni ekspluatatsiya qilish davrida doimo o'zgarib turadi.

Haroratning ortishi bilan po'latning egiluvchanligi plastik egiluvchanlik holatiga o'tadi va qo'yilgan yuk ta'sirida to'xtovsiz shaklini yo'qotadi (deformatsiyalanadi). O'zgarmagan yuk ta'sirida bo'lgan bu hodisa *oquvchanlik* deyiladi. Oquvchanlik asosiy ko'rsatkich bo'lib, po'latning issiqqa chidamliligini bildiradi.

Oddiy uglerodli po'latlarda oquvchanlik 375°C dan yuqori haroratda paydo bo'ladi. Past legirlangan konstruksiya po'latlarda 420°C dan yuqori haroratda, zanglamaydigan austenit (α -Fe ni 910°C da γ -Fe ga o'tadi, unda uglerodning erishi ko'proq bo'ladi, α -Fe ga qaraganda va 723°C da — 0,8% gacha, 1130°C — 2% gacha, uni *austenit* deb ataladi. γ -Fe 1401°C da δ -Fe ga o'tadi, u 1510°C da o'z strukturasi saqlaydi. Toza temir kumushsimon oq rangda bo'ladi, solishtirma zichligi 7890 kg/m³) qotishmalarda 525°C dan yuqorida paydo bo'ladi. Po'latning issiqqa chidamliligining oquvchanlikka qarshiligi bilan belgilanadi. 3000 soat va undan ham ko'proq vaqt davomida sinov o'tkazilib, namunaga olingan metallning vaqtga nisbatan absolut deformatsiyasi topiladi (shu yuk va harorat ta'sirida) va oquvchanlik tezligi aniqlanadi:

$$\vartheta_n = \frac{\Delta \ell}{(\ell \tau)},$$

bu yerda: ϑ_n — oquvchanlik tezligi;

$\Delta \ell$ — namunaning absolut deformatsiyalanishi, uzunlik;

ℓ — namunaning boshlang'ich uzunligi;

τ — vaqt.

Katta bo'lmagan kuchlanishda plastik deformatsiya ma'lum qiymatga yetib, keyin o'zgarmaydi, lekin kuchlanish ma'lum chegaradan ortib ketsa, unda deformatsiya to'xtovsiz kattalashib, namuna material uzilib ketadi.

Oquvchanlikning shartli chegarasi deb shunday kuchlanishga aytiladiki, bunda suriluvchanlik tezligi 10⁻⁶ yoki 10⁻⁷ mm/soatga teng bo'ladi, ya'ni 100 soat davomida 1% suriluvchanlikni deformatsiyalaydi. Deformatsiyaning davomiyligiga qarab, suriluvchan-

likning shartli chegarasi $\tau_n - 10^{-6}$ yoki $\tau_n - 10^{-7}$ bilan belgilanadi. Bu tajriba orqali aniqlanadi va har bir po‘lat markasi uchun alohida topiladi hamda detalning umumiy deformatsiyasini chegaralash kerak bo‘lganda qo‘llaniladi.

Po‘latning mumkin bo‘lgan kuchlanishini aniqlash uchun uzoq vaqt mustahkamlik chegarasi aniqlanadi. Bu qiymat tajriba asosida topiladi.

Po‘latning «suriluvchanlik chegarasi» va «uzoq mustahkamlik chegarasi» unga molibden, volfram, vanadiy, nikel materiallari qo‘shganda ortadi.

Yuqori haroratda ishlovchi har xil kuchlanish ostida bo‘lgan detallar — boltlar, prujinalar birlamchi olgan deformatsiyalari o‘zgarmagan holda o‘z-o‘zidan kuchlanishi pasayib qoladi. Bu hol «relaksatsiya» hodisasi deyiladi.

Relaksatsiya — yuqori harorat ta’sirida egiluvchan deformatsiyaning plastik deformatsiyaga aylanib qolishidir. Birlamchi kuchlanishning kamayishi jihozlarning germetikligini yo‘qotadi yoki uning ishlashi buziladi. Relaksatsiya hodisasining oldini olish uchun birikish joylari — flaneslarning boltlari 2—3 marta ishchi haroratda boshlang‘ich kuchlanishdagidek tortib qo‘yiladi.

Ba’zi bir po‘latlar yuqori haroratda strukturasi stabilligining buzilishiga, asosan, «grafitlanishlikka», kristallitlar orasidagi korroziya va issiqlik mo‘rtligiga moyil bo‘ladi. Grafitlanishga moyillik uglerodmolibdenli po‘latlar va kulrang cho‘yanda bo‘ladi. Grafitlanish jarayonini yo‘qotish uchun po‘latning tarkibiga oz miqdorda xrom qo‘shiladi.

Xromnikelli austenit po‘latlar 400°C dan yuqori haroratda kristallitlararo korroziyaga ta’sirchan bo‘ladi. Bu hodisa — karbid zarralarining chegarasiga xromning tushishidir. Po‘lat zarralarida xromning kamayib qolishi natijasida korroziyaga uchraydi va mexanik xususiyati pasayadi. Kristallitlararo korroziyaga 1X18H9T markali po‘lat moyildir. Bu po‘latdan NQIK asosiy jihozlari tayyorlanadi. Agar apparatura yuqori haroratda ishlasa, u holda po‘latni stabillashtirish uchun yuqori haroratda qizdirish (kuydirish) kerak.

Ba’zi bir po‘latlar 450°C dan yuqori haroratda ishlaganda boshqa xususiyatlarini saqlagan holda «urishga cho‘ziluvchanligi» ni yo‘qotadi. Bu «issiqlik mo‘rtligi» deyiladi va u past legirlangan

po‘latlarda kuzatiladi. Ularni stabillash uchun molibden, volfram va vanadiy metallari qo‘shiladi.

Neftni qayta ishlashning ba’zi bir jarayonlari past haroratda (0°C dan past) olib boriladi. Shuning uchun past haroratda olib boriladigan jarayonlar uchun material (po‘lat) tanlanganda ular past haroratda qanday holatda bo‘lishini bilish zarur. Mustahkamlik chegarasi, egilishi va nisbiy uzayish harorat pasayishi bilan ko‘p o‘zgarmaydi. Past harorat hamma po‘latlarning urishga cho‘ziluvchanligini pasaytiradi. Urishga cho‘ziluvchanlik po‘latning mo‘rtlik xususiyatini xarakterlaydi.

Tajriba vaqtida har xil haroratda po‘latning sovuqda sinishining boshlang‘ich chegarasi topiladi, ya’ni po‘latning cho‘zilib sinishdan, mo‘rt sinishga o‘tish harorati topiladi. Mo‘rt holda burilish-sinish ba’zi bir uglerodli po‘latlarda 0°C da boshlanadi. Mo‘rtlikka asosiy sabablardan biri — bu po‘latning tarkibidagi fosfordir.

Po‘latning tarkibidagi uglerodning kamayishi mo‘rtlikni kamaytiradi. Past haroratda ishlaydigan jihozlar yuqori sifatli, tarkibida juda oz miqdorda oltingugurt va fosfor bo‘lgan marten po‘latlardan (-40°C gacha), marganes qo‘shilgan past legirlangan po‘latlardan (-70°C gacha), yuqori legirlangan xromnikelli po‘latdan (-180°C gacha) tayyorlanadi. Hozir sovuqda sinmaydigan rangli metall va qotishmalardan tayyorlangan jihozlar keng ko‘lamda ishlatilmoqda.

NQIK jihozlarini tayyorlash uchun material tanlanganda, ko‘pincha, aniqlik kirituvchi omil sifatida muhitning agressivligi qabul qilinadi. Ishlatilayotgan metall jihozning uzoq vaqt ishlashini ta’minlab qolmasdan, balki olinayotgan mahsulot va texnologik jarayonga o‘zi hamda uning korroziya mahsulotlari ta’sir etmasligi kerak.

Metall va qotishmalar korroziyasining tezligi laboratoriya sharoitida ma’lumotnomalardan foydalanilgan holda aniqlanadi va tajribaga talabga javob beradigan qimmatbaho bo‘lmagan material (po‘lat)lar tanlab olinadi.

Po‘latlarning kimyoviy tarkibi va strukturasi bir xil emas, shuning uchun ularning agressiv muhitdagi barqarorligi yuqori bo‘lmaydi. Agar adabiyotlardan tekshirilayotgan materiallar topilmasa, u holda shu sharoitda uning korroziyaga chidamliligi o‘rganilib chiqiladi va olingan natijalar taklif qilinadi (2-jadval).

Olingan natijalar

№	Chidamlilik guruhi	Korroziya tezligi, mm/yil	ball
1	Mukammal barqaror	0,001 gacha	1
2	Juda barqaror	0,001—0,005 dan yuqori	2
		0,005—0,01 dan yuqori	3
3	Barqaror	0,01—0,05 dan yuqori	4
		0,05—0,1	5
4	Barqarorligi past	0,1—0,5	6
		0,5—1,0	7
5	Barqarorligi kam	1,0—5,0	8
6	Beqaror (chidamsiz)	5,0—10,0	9
		10 mm dan ko'p	10

Metallarning korroziyaga barqarorligi bir qancha omillar natijasida sezilarli darajada pasayadi. Bularga: soviganda paydo bo'ladigan havo bo'shliqlari (rakovina), aralashmalarning barcha hajmi bo'yicha baravar taqsimlanmasligi, qizib sinish, sovuqdan sinish va hokazolar kiradi. Korroziyaning intensivligi musbat va manfiy zaryadlarning o'zgarishi natijasida (metallning korroziya charchoqligi) ortadi. Korroziyaga chidamlilikni orttirish uchun metallga uni eritish vaqtida legirlaydigan elementlar: xrom, nikel, molibden, titan va boshqalar qo'shiladi. Po'latning tarkibidagi bu metallarning har xil nisbatda bo'lishi, unga talab qilingan darajadagi xususiyatlarni beradi, shu jumladan, korroziyaga qarshi yuqori harorat va agressiv muhitda chidamliligini orttiradi.

NQIK ko'pgina jihozlari va uskunolari yaxshi payvand qilinadigan (ulanadigan), tarkibida 0,25% uglerod bo'lgan po'latdan yasaladi. Oddiy va yuqori sifatli uglerodli po'latlar GOCT bo'yicha ishlab chiqariladi. Unga binoan 2 guruh po'lat ishlab chiqariladi. A-CT-1, CT-2... guruh, bu guruhga kiruvchi metallarning mexanik xususiyatiga ahamiyat beriladi va BCT-1, BCT-2, BCT-3 guruh va hokazo ularning kimyoviy tarkibiga ahamiyat beriladi.

Marten yoki elektr pechlarida eritib olingan uglerodli po‘latlar tindirilgan va qaynovchi guruhlariga bo‘linadi. Tindirilgan va qaynovchi po‘latlarning (bir xil markadagi) mexanik xususiyati bir xil, lekin qaynovchi po‘lat ko‘p talablarga javob bera oladigan jihozlarni yasash uchun ishlatilmaydi yoki kam ishlatiladi. Eritib olish jarayonida qaynovchi po‘latga qo‘shimcha ishlov berilmaydi. Uning ichida erib qolib ketgan havo, gazlar va boshqa zararli birikmalar chiqarib olinmaydi. Shuning uchun qotgan po‘latning ichida ko‘p gaz pufakchalar qolib ketadi. Prokatni qayta ishlash vaqtida pufakchalar berkilib qoladi va kuchlanishning konsentrlangan markazi bo‘lib qoladi. Bundan tashqari, qaynovchi po‘latdan oltingugurt va fosfor yomon tozalanadi.

CTO — sovitkichlar uchun qutilar, zinalarning panjara maydonchalari, fasonli o‘tkazgichlar;

CT1 — flanesli birikmalar uchun zichlash tirgagichlari;

CT2 — javobgarligi kam bo‘lgan idishlarning pastki qismlari;

CT3-P = 1,6 MPa va $T = -10^{\circ}\text{C} \div +350^{\circ}\text{C}$ gacha ishlaydigan jihozlarning qobiqlari;

CT3-P = 5 MPa va $T = -30^{\circ}\text{C} \div +450^{\circ}\text{C}$ gacha ishlaydigan jihozlarning qobig‘i, tag qismi, flaneslar;

CT5 — tortish uzugi (halqasi), quvurli panjara, boltlar, nasoslarning vali (o‘qi);

CT7 — himoya qopqoqlarining (klapan) prujinalari va boshqa ko‘p talablarga javob beradigan qismlar.

$P = \text{MPa}$ va $T = -40^{\circ}\text{C}$ dan $+450^{\circ}\text{C}$ gacha ishlaydigan jihozlarni tayyorlash uchun sifatli uglerodli po‘lat ishlatiladi. Ular yaxshi egiluvchanlik va ulanish xususiyatiga ega.

Jihozlarga korroziyaga qarshi chidamliligi qattiqlik bo‘yicha alohida talablar qo‘yilganligi uchun ular GOCT yoki TU bilan tayyorlangan legirlangan po‘lat ishlatiladi. Legirlovchi qo‘shimchaning miqdoriga qarab past, o‘rta va yuqori legirlangan po‘latlarga ajratiladi. Legirlangan po‘latlar legirlovchi moddaning nomi-ga o‘xshab nomlanadi: xromli, xromnikelli, xromnikel molibdenli va hokazo.

Legirlangan po‘latlarni legirlovchi elementni bildiruvchi shartli belgi harf bilan belgilanadi: N — nikel, M — molibden, T — titan, X — xrom, C — kremniy, V — volfram, F — vanadiy. Harflardan keyin keladigan sonlar shu legirloydigan metallning foiz miqdorini bildiradi.

Yuqori legirlangan po‘latlar qimmatbaho, kamyob, shuning uchun ko‘pincha jihoz korroziyaga chidamli qilib tayyorlanganda, ular ikki qavat qilib tayyorlanadi. Asosiy qavat (ustki qismi) uglerodli po‘latdan, himoyalovchi qavat (ichki qismi) esa yupqa legirlangan po‘latdan yasaladi.

Cho‘yandan armatura, quvurlarning fittinglari, quvurli pechlarning quvurli panjaralari, kondensatorlar, quvurlar, sovitkichlar, jihozlar ichki moslamalari va boshqa detallar yasaladi. Ular kulrang modifikatsiyalangan, yuqori mustahkam va maxsus cho‘yanlardan quyish yo‘li bilan tayyorlanadi.

Kulrang cho‘yandan yasalgan detallarning mexanik xarakteristikasi, asosan, uning tarkibidagi grafitning holatiga bog‘liq. Agar grafit quyma ichida dona holda bo‘lsa, cho‘yanning mustahkamligi past bo‘lib, urishga cho‘ziluvchanligi — qovushqoqligi ham kam bo‘ladi.

Kulrang cho‘yandan quyiladigan detallarni ishlatish chegaralangan; masalan, CЧ 00 markali cho‘yandan 120°C haroratgacha va bosimsiz jarayonlarda ishlaydigan jihozlar ishlab chiqariladi. CЧ 12-28 markali cho‘yandan quvurli pechlar konveksiya kameralarining quvurli panjaralari yasaladi. Cho‘yanga xrom, mis, nikel, molibden qo‘shib modifikatsiyalansa, uning sifati ancha yaxshilanadi. Masalan: X-28 va X-34 markali cho‘yanda 26—36 % xrom va 1—2 % nikel bo‘ladi. 1100—1200°C gacha bo‘lgan issiqqa chidamli, tutunsimon gazlarning ta’siriga bardosh beradi. Ferrotsid qotishmasi (tarkibida 15—17 % kremniy bor) vodorod sulfid va vodorod xlorid muhitida yemirilishga bardoshlidir.

2.4. Rangli metallar

Mis va uning qotishmalari. Jihozlarni yasash uchun mis yupqa plastinka va quvur shaklida ishlanadi. Misdan yasalgan uskunalar 250°C gacha bo‘lgan haroratda ishlaydi. Bundan yuqori haroratda misning qattiqligi pasayib ketadi. Buning teskarisi, harorat pasayishi bilan misning mexanik xususiyati yaxshilanadi, shuning uchun misdan —254°C gacha ishlaydigan jihozlar yasaladi.

Kuydirilgan (yumshoq) misning 100°C dagi uzilishga bo‘lgan qarshiligi $t_v = 220—250 \text{ MN/m}^2$ va egiluvchanlik moduli

$E = 108000 \text{ MN/m}^2$ bo'lsa, qattiq mis uchun esa ular $t_v = 400 - 450 \text{ MPa}$, $E = 130000 \text{ MN/m}^2$ ni tashkil etadi.

Misdan yasalgan jihozlar avtogen yoki elektr yoyi yordamida ulanadi (yopishtiriladi), ba'zi bir detallar shtamp-presslab olinadi. Avtogen bilan ulash jarayonida gorelkaning alangasini shunday boshqarish kerakki, ulangan chog'da mis kislorod ko'pligidan oksidlanib qolmasin yoki asetilening ko'pligidan vodorod korroziyasiga (yemirilishiga) olib kelmasin. Ulaydigan sim sifatida tarkibida ozgina kremniy bo'lgan mis ikki oksidi ishlatiladi.

Elektr yoyi yordamida ulanganda tarkibida kumush yoki qalay bo'lgan mis ishlatiladi. Ulash vaqtida bor va buraning fluslaridan foydalaniladi. Amaliyotda elektr yoyi bilan payvandlash yana argon muhitda ham ulanadi. Yopishtirib ulash uchun kumush va qo'rg'oshin-ruxli payvandlovchi (pripoy)lar ishlatiladi.

Mis atmosfera korroziyasiga chidamli, lekin 180°C dan yuqorida oksidlanadi. Mis sulfat kislotasiga barqaror. Ishqorlarga kislorod bo'lmaganda barqaror. Lekin azot kislotasiga, ammiakka, vodorod sulfidga, xlorid kislotaga va quruq xloga chidamsiz.

Latunlar — misning rux bilan qotishmasi — issiqlik almashinuv jihozlarini yasashda keng miqyosda ishlatiladi. Latun toza kislorod muhitiga barqaror, lekin kislotalar eritmasida tez parchalanadi. Latun jihozlarini ammiakli eritmalari, mis va temir xlorid eritmalari bilan kontaktda bo'ladigan jarayonlarda ishlatib bo'lmaydi.

Latunlarning mexanik xususiyatlari, ularning kimyoviy tarkibi va strukturasiga bog'liq. Aluminiy, qalay bilan legirlanganda latunlar zanglashga barqaror va issiqqa chidamli bo'ladi.

Latunning yemirilish (korroziya)ga chidamliligi misdan yuqori. Ularga azot va xlorid kislotalar qattiq ta'sir qiladi. Sulfat kislotasi sustroq. Latunning tarkibida ruxning ortishi bilan uni vodorod sulfid muhitiga barqaror qiladi.

Bronza — misning qalay bilan qotishmasi. Qalay qotishmaning mustahkamligi va qattiqligini ta'minlaydi, lekin plastiklik xususiyatini keskin pasaytiradi. Bronzadan jihozlarning alohida qismlari tayyorlanadi.

2.5. Metall bo‘lmagan materiallar

Neft korxonalarining jihozlari tayyorlanganda ko‘pincha metall bo‘lmagan materiallar ishlatiladi. Ko‘pgina hollarda ular kamyob, yuqori legirlangan po‘lat va rangli metallarni tejaydi. Bu ularning yaxshi ekspluatatsiya xususiyatlari, agressiv muhitlarda korroziyaga chidamliligi bilan tavsiflanadi. Bunday materiallardan sof holatda jihozlar tayyorlashda juda kam foydalaniladi, ular, asosan, metallardan yasalgan jihozlarning yuzasini qoplash uchun ishlatiladi. Hozir sanoatda organik va noorganik (metall bo‘lmagan) materiallar va ularning kombinatsiyalaridan keng foydalaniladi.

Noorganik materiallarga andezit, beshtaunit, kislotaga chidamli keramika, quyilgan tosh, farfor kiradi. Bulardan konstruksiya materiallari yasaladi. Andezit va beshtaunit — vulqonlar vaqtida hosil bo‘lgan tog‘ jinslari. Ularni kislotaga chidamli beton va zamazkalar ishlab chiqarishda mayda tosh yoki un holida qo‘shib ishlatiladi. Ulardan konstruksiya materiallari sifatida, elektrofiltrlarning qobig‘i, absorbsiya jihozlarining kolosnik qismini tayyorlashda ishlatiladi.

Kislotaga chidamli keramika — tabiiy yoki to‘yintirilgan loyni qum va dala shpatini aralashtirib, yuqori haroratda toblab (pishirib) tayyorlanadi. Ular gazni o‘tkazmaydi, yuqori haroratga, kuchli kislotalarga chidamli. O‘yuvchi ishqor muhitida esa kislotaga chidamli keramika beqarordir (chidamsiz).

Quyilgan tosh — eritilgan diabaz yoki bazaltning tog‘ jinslarini yuqori haroratda eritib olinadi. Ulardan quyish yo‘li bilan qoplama (futerovka) plitalari yoki fasonli detallar (quvurlar, shtutserlar, lotoklar va hokazo) yasaladi. Quyilgan tosh buyumlari yuqori kimyoviy jarayonga barqaror, mexanik mustahkam, gazlarni o‘tkazmaydi va haroratga, ishqalanishga chidamli.

Futerovka plitalari va himoya qilinishi kerak bo‘lgan yuzani mustahkam ushlab turish uchun (adzeziya) qovushqoq materiallar ishlatiladi. Ular alohida plitalarni bir-biri bilan mustahkam birlashtirib turadi. Shuni aytish kerakki, futerovka monolit bo‘lishi, ya’ni plitalar quyidagicha yopilishi kerak. Futerovka materialini qovushqoq bo‘lishi shart, barcha choklarni to‘ldirishi va futerovka qilinadigan yuzaga yupqa qavat bilan yopilishi zarur. Suyuq shishadan ishlangan materiallar zamazka sifatida keng ishlatiladi, uni natriyli yoki kaliyli suyuq shishani olib, ichiga quyush-

tiruvchi sifatida andezit, kvarts yoʻq quyma tosh uni qoʻshib tayyorlanadi. Jihozlarni futerovka qilish uchun kislotaga 250°C haroratgacha barqaror boʻlgan arzolit zamazkasini, shuningdek, kislotaga va issiqqa, bosimga chidamli betonlar ishlatiladi.

Emal bilan suvalgan yuzalar korroziyaga uchramaydi va barqarordir. Emal qatlami yupqa shishasimon massa boʻlib, metallning yuzasiga surtiladi va 800—900°C da qizdirib pishiriladi. Shishasimon massa qum, dala shpati, har xil loylarni bura, soda, selitra va boshqa materiallar bilan kerakli nisbatda eritib olinadi. Massaning tarkibiga kiruvchi nikel va kobalt massaning metall yuza bilan yopishish xususiyatini orttiradi va emalga kerakli rang beradi.

Himoyalangan yuzaga oldin emal massasini (shliker) gruntovka — asos qilib beriladi va unga termik ishlov berilgandan soʻng metall yuza bilan mustahkam yopishib qoladi. Uning ustidan emal ikkinchi marta beriladi, yuqori haroratda ishlov berilgandan soʻng emal qatlami gruntovka bilan jipslashib ketadi. Bu emal qatlami oʻzining kislotaga va, umuman, korroziyaga chidamliligi bilan farqlanadi. Emallar yuzaga hoʻl yoki quruq usul bilan — pulverizatsiya (sepish), quyish, vannaga solib olish bilan beriladi. Emallar yuqori haroratda qayta ishlash-quyish massaning tarkibiga, emallangan yuzaning konstruksiyasiga bogʻliq. Emal qavatida gaz pufakchalari, darz ketgan yoriqlari va uning kuyib ketgan joylari boʻlmasligi kerak.

Emal qavatlari yuqori mexanik mustahkamlikka ega. Bu emallar yuqori bosimda (5 MPa), chuqur vakuumda va —30°C dan +300°C gacha haroratda ishlaydigan jihozlarni emallashda qoʻl keladi.

2.6. Organik materiallar

Metall boʻlmagan materiallarga plastmassalar, kauchuk asosidagi materiallar, uglegrafitli materiallar, loklar va boʻyoqlar kiradi.

Plastmassalar — ikki turga boʻlinadi: termoplastik va termoreaktiv. Termoplastik plastmassalar maʼlum harorat va bosimda oʻzining qoliplanish xususiyatini yoʻqotadi. Ular bir marta ishlatiladi.

Faolit — kislotaga chidamli termoreaktiv plastmassa boʻlib, undan har xil buyumlar (kolonnalar, skrubberlar, issiqlik alma-

shuv jihozlari, quvurlar va berkitish armaturalari) yasaladi. U mexanik ishlovga bardosh berib, yaxshi presslanadi, faolit zamazkasi metall yuzasiga yaxshi yopishadi, u 140°C gacha bo'lgan haroratda ishlatiladi.

Tekstolit — ko'pqavat material, siqishga juda mustahkam, agressiv muhitda barqarordir. U jihozlarning detallarini yasashda ishlatiladi (shesternya, mufta, podshipniklar) va -196°C dan $+125^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan haroratlarda ishlatiladi.

Viniplast — termoplastik plastmassa bo'lib, barcha kislota, ishqor va ularning tuzlari ta'siriga barqarordir. Viniplastdan jihozlarning detallari, quvurlar va boshqa 40°C gacha ishlaydigan qismlar yasaladi.

Polietilen — metallarga nisbatan adgeziyasi (yopishqoqligi) yaxshi, shuning uchun u 50°C gacha ishlovchi jihozlarda korroziyaga qarshi futerovka materiali sifatida ishlatiladi. Undan yana quvurlar ham ishlab chiqariladi.

Polipropilen — polietilendan ancha qattiq bo'lib, -10°C dan $+100^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan haroratlarda ishlovchi jihozlarning detallari, futerovka quvurlari sifatida ishlatiladi.

Ftoroplast-4 — yengil ishlov beriladigan poroshok (kukun) bo'lib, undan formovka qilib va termik ishlov berib, har xil agressiv muhitda ishlaydigan ($+250^{\circ}\text{C}$ gacha) qismlar ishlab chiqariladi. Yuqori mexanik xususiyatlarga ega, lekin payvand qilinmaydi, yomon yopishadi. Ishqalanish koeffitsiyenti kam bo'lganligi uchun salnikli birikmalarda zichlashtiruvchi material sifatida ishlatiladi.

Kauchuk asosidagi materiallar — rezina, ebonit jihozlarning yuzasini (gummirlash) qoplash uchun ishlatiladi.

Grafit asosidagi materiallar — jihozga kimyoviy barqarorlik berish bilan birga, issiqlikni yaxshi o'tkazadi.

Uglegrafitli materiallardan agressiv muhitda ishlovchi (-18°C dan $+150^{\circ}\text{C}$ gacha) issiqlik almashinuvchi jihozlar yasaladi. Grafit yaxshi qir qiladi, sintetik yelim va kislotaga chidamli zamazka bilan yaxshi yopishadi.

Lok-bo'yoq qoplamalari — agressiv muhitda uchraydigan jihozlarni himoya qilish uchun ishlatiladi. Ular arzon va barcha tekis yuzaga surkaladi.

Moylash jarayoni quyidagi operatsiyalardan iborat:

- 1) yuzani tayyorlash (yuzani tozalash va yog'sizlantirish);
- 2) gruntlash (gruntning bir xil qalinlikda surtish va quritish);

- 3) gruntlangan yuzani tekislash;
- 4) tekislangan (silliqlangan) yuzani qum bilan tozalash;
- 5) bo'yash;
- 6) bo'yalgan yuzani quritish.

Hozirgi kunda neft va gazni qayta ishlash sanoatida keng ishlatiladigan asosiy jihoz va qurilmalar haqida qisqacha ma'lumot berib o'tishni joiz deb bildik.

Metallarning kimyoviy va elektrokimyoviy korroziya tezliklarini quyidagi ko'rsatkichlar orqali xarakterlash mumkin:

- metall massasining o'zgarishiga ko'ra;
- korroziyaga sarflangan gazning (O_2) hajmiga ko'ra;
- korroziya chuqurligining o'zgarishiga ko'ra;
- mexanik ko'rsatkichning o'zgarishiga ko'ra va h.k.

Quyida ularni aniqlovchi ifodalar bilan tanishamiz.

Massa (og'irlik) ko'rsatkichi. Korroziya jarayonida metall namunasi massasi oshishi va kamayishi mumkin. Massa oshganda, korroziya tezligi quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi,

$$K_{og'r}^+ = \frac{q_2 - q_0}{S_0 \tau}, \text{ g/m}^2 \text{ soat},$$

bu yerda: q_0 — namunaning birlamchi (korroziyagacha bo'lgan) massasi, g;

S_0 — namunaning yuzasi, m^2 ;

q_2 — namunaning korroziya mahsuloti bilan birgalikdagi massasi, g;

τ — korroziya vaqti, soat.

Korroziya jarayonida namunaning massasi kamaysa, u holda korroziya tezligining ko'rsatkichi quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{og'r}^- = \frac{q_0 - q_1}{S_0 \tau}, \text{ g/m}^2 \cdot \text{soat},$$

bu yerda: q_1 — namunaning mahsulotlarini olib tashlash bo'yicha korroziyadan keyingi og'irligi.

Hajm ko'rsatkichi. Bu ko'rsatkich korroziya jarayonida yuti- layotgan gaz hajmining namunaning yuza birligiga va reaksiya vaqtining birligiga bo'lgan nisbati orqali aniqlanadi:

$$V_{hajm} = \frac{V_0}{S_0 \tau}, \text{ sm}^3/\text{sm}^2 \text{ soat},$$

bu yerda: V_0 — yutilayotgan gaz hajmi, sm^3 (normal sharoitda: $t = 0$; $P = 760$ mm simob ustuni).

Chuqurlik ko'rsatkichi. Bu ko'rsatkich korroziya chuqurligining vaqt birligiga bo'lgan nisbati (mm/yil).

$$II = \frac{K_{\text{og'r}} \cdot 8,76}{\rho_M}, \text{ mm/yil.}$$

Chuqurlik ko'rsatkichi metallarning korroziya turg'unligini solishtirishda asosiy ma'lumot bo'lib hisoblanadi.

Neft va gaz sanoatida metallar turg'unligini 10 ballik shkala yordamida aniqlash qabul qilingan (3-jadvalga qarang).

3-jadval

Metallarning umumiy korroziya turg'unligini baholash uchun o'n ballik shkala

№	Turg'unlik guruhi	Metallarning korroziya tezligi, mm/yil	Ball
1	Juda ideal turg'un	<0,001	1
2	Nihoyatda turg'un	0,001—0,005	2
3	Turg'un	0,01—0,05 0,05—0,1	3 4
4	Turg'unligi kamaygan	0,1—0,5 0,5—1,0	6 7
5	Kam turg'un	1,0—5,0 5,0—10,0	8 9
6	Turg'un emas	10,0	10

Mexanik ko'rsatkichi:

$$\sigma = \frac{\sigma_0 - \sigma_1}{\sigma_0} \cdot 100 \text{ foizda,}$$

bu yerda: σ_0 — korroziyaga bo'lgan mahkamligi, kgs/m^2 ; σ_1 — korroziyadan keyingi mahkamligi, kgs/m^2 .

3. KIMYOVIY KORROZIYA. METALLARNING KORROZIYALANISHIDA OKSIDLOVCHILARNING TA'SIRI

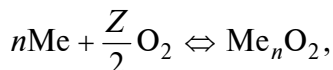
3.1. Kimyoviy korroziya va uning sodir bo'lish sharoitlari (muhtlari)

Kimyoviy reaksiyalar qonuni bo'yicha sodir bo'ladigan, metallarning quruq gazlar yoki tok o'tkazmaydigan suyuqliklar bilan o'zaro ta'siridagi yemirilish jarayoni *kimyoviy korroziya* deyiladi. Kimyoviy korroziya jarayoni yuqori haroratda gazlar ta'sirida, tarkibida korroziyon aktiv elementlari bo'lgan tok o'tkazmaydigan suyuqliklarda (masalan, tarkibida oltingugurt birikmalari bo'lgan neft va uning mahsulotlarida) hamda «quruq» atmosfera sharoitida sodir bo'ladi. «Quruq» atmosfera sharoiti deganda, metall yuzasida namlik pardasi hosil bo'lmaydigan muhit tushuniladi.

Metallarning gaz korroziyasi yuqori haroratda gazlar (O_2) ta'sirida sodir bo'lib, oksidlanish va qaytarilish jarayonlari metall bilan gazning o'zaro ta'sir chegarasida amalga oshadi. Tok o'tkazmaydigan suyuqliklarda esa korroziya jarayonlari metall bilan suyuqliklar tarkibidagi korroziyon aktiv oltingugurt birikmalarining (N_2S) o'zaro ta'sirida sodir bo'ladi.

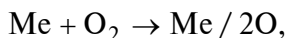
3.2. Kimyoviy korroziya mexanizmi va oksid pardalarining o'sish zonalari

Kimyoviy korroziyalarning sodir bo'lish kinetikasini metallning atmosfera kislorodi (O_2) bilan oksidlanishi misolida quyidagicha ifodalash mumkin.



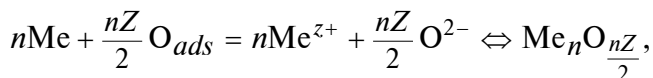
bu yerda: n — reaksiyada qatnashayotgan metallning atomlar soni;
 Z — metallning valentligi.

Keltirilgan umumiy reaksiya ikki pog'onada (stadiyada) sodir bo'ladi. Birinchi galda, metall yuzasiga kislorod qavati adsorbsiyalanadi.



bu yerda: $\text{Me}/2\text{O}$ yozuvi qattiq metall yuzasining adsorbsiyalan-gan kislorod qavati bilan qoplanganligini ko'rsatadi.

Ikkkinchi galda, metall bilan kislorod o'rtasida kimyoviy ta'sir (oksidlanish jarayoni) sodir bo'ladi. Bunda oksidlovchi (kislorod) metall dan valentli elektronlarni qabul qiladi va ular o'rtasida kimyoviy birikma (korroziya) mahsuloti hosil bo'ladi:

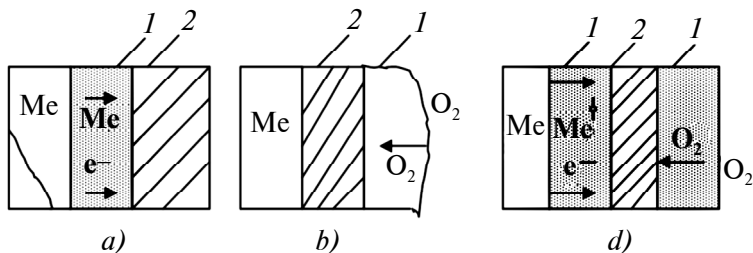


bu yerda: $\text{Me}_n\text{O}_{\frac{nZ}{2}}$ — korroziya mahsuloti (metall oksidi).

Reaksiya davomida hosil bo'layotgan metall oksidlari metall yuzasida oksid parda ko'rinishida joylashib, keyingi sodir bo'layotgan reaksiya tezligiga ma'lum darajada ta'sir ko'rsatadi. Hosil bo'layotgan oksid pardaning tuzilishi g'ovak ko'rinishida bo'lsa, metallning keyingi yangi qatlamlarida oksidlanish jarayonlari sodir bo'lib, uning korrozion yemirilishini tezlashtiradi. Oksid parda tuzilishi zich (butun) ko'rinishda bo'lsa, metallning keyingi qatlamlarida sodir bo'ladigan oksidlanish jarayonlarini sekinlashtirib, uni passivlashtiradi, ya'ni korrozion yemirilishni sekinlashtiradi.

Metall yuzasida hosil bo'layotgan oksid pardaning o'sishi (hosil bo'lishi) uch zonada sodir bo'lishi mumkin (3-rasmga qarang).

1. Agar metall ionlarining oksid parda orqali diffuzion o'tish tezligi oksidlovchidan (O_2) katta bo'lsa, oksid pardaning



3-rasm. Oksid pardalarining o'sish turlari (zonalari):

1—oksid pardasi; 2—o'sish zonasi; Me — metall; Me^+ — metall ionlari; e—elektronlar; O_2 — kislorod.

o'sish zonasi oksid bilan oskidlovchining o'zaro ta'sir chegarasida sodir bo'ladi (3-a rasm).

2. Teskari holatda esa pardaning o'sish zonasi oksidlar qavatining orqasida sodir bo'ladi (3-b rasm).

3. Agar metall bilan oksidlovchi ionlarining diffuzion tezligi bir-biriga yaqin bo'lsa, o'sish zonasi oksid pardasining ichida sodir (joylashgan) bo'ladi (3-d rasm).

3.3. Metall oksid pardalarining xossalari

Yuqorida ta'kidlab o'tganimizdek, hosil bo'layotgan korroziya mahsulotlari metall yuzasida parda ko'rinishida bo'lib, ularning qalinligi 5 A° dan bir necha ming angstromgacha bo'ladi. Hosil bo'layotgan oksid parda qalinligi metallning turiga, atrof-muhit xarakteriga va haroratga bog'liq bo'ladi.

Oksid pardalar qalinliklari bo'yicha 3-guruhga bo'linadi:

- yupqa — ko'rinmaydigan (qalinligi 5 dan 400 A° gacha) faqat bilvosita usullar yordamida aniqlanadi;

- o'rta (400 dan 5000 A° gacha) qizdirilganda rang beradi;

- qalin (5000 A° dan katta) — ko'rinadi.

Metall yuzasida hosil bo'lgan oksid pardasi butun va metall bilan yopishqoqligi yaxshi bo'lsa hamda uning hajm kengayish koeffitsiyenti metallnikiga yaqin bo'lsa, bunday oksid parda metallni keyinga bo'ladigan korroziya jarayonidan himoya qilish xususiyatiga ega bo'ladi.

Oksid pardaning butunligi, ingliz olimlari Pilling va Bedvors taklif etgan kriteriyalar orqali aniqlanadi. Agar metall bilan oksidlovchidan hosil bo'layotgan oksidning molekular hajmi (V_{ok}), shu birikmaning hosil bo'lishi uchun sarf bo'lgan metall hajmidan (V_{Me}) katta bo'lsa, parda butun hisoblanadi. Aks holatda, parda butun hisoblanmaydi va himoya qilish xususiyatiga ega bo'lmaydi.

Shunday qilib, $\frac{V_0}{V_{Me}} < 1$ bo'lganda, parda butun bo'lmay,

himoya qilish xususiyatiga ega emas.

$\frac{V_0}{V_{Me}} < 1$ bo'lganda parda butun bo'lib, metallning oksidlanishini kamaytiradi.

Amaliy ma'lumotlarga ko'ra, metallarning oksid pardalari quyidagi tengsizlikda eng yuqori himoya qilish xususiyatiga ega bo'ladi, ya'ni

$$1 < \frac{V_0}{V_{Me}} < 2,5.$$

Agar $\frac{V_0}{V_{Me}} > 2,5$ dan katta bo'lsa, pardaning hajmi bo'yicha cho'zuvchi kuchlanishlar sodir bo'lib, bu kuchlanishlar pardaning butunligiga ta'sir ko'rsatib (yoriqlar hosil qilib), uning himoya qilish xususiyatini kamaytiradi.

Metall oksidi hajmining (V_0) metall hajmiga (V_{Me}) bo'lgan nisbat ko'rsatkichi quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$\frac{V_0}{V_{Me}} = \frac{\mu_{ok} \cdot \rho_{Me}}{m \cdot \rho_{ok} A_{Me}}.$$

Bu yerda μ_{ok} — birikmaning (oksidning) molekular massasi;

ρ_{Me} — metallning zichligi;

ρ_{ok} — oksidning zichligi;

m — birikma molekulasida tarkibidagi metall atomlarining soni;

A_{Me} — metall atomining massasi.

Yuqorida keltirilgan ifoda bo'yicha aniqlangan $\frac{V_0}{V_{Me}}$ nisbatning qiymatlari 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval

Ma'lum metallar uchun oksidlar hajmining metall hajmiga bo'lgan nisbati

Metall	Oksidlar	$\frac{V_0}{V_{Me}}$	Pardalarning himoya qilish xarakteristikasi
Kaliy	K_2O	0,45	G'ovak tuzilishidagi oksid pardali, tez oksidlanuvchi metallar
Kalsiy	Ca	0,64	
Magniy	MgO	0,81	

Aluminiy	Al ₂ O ₃	1,21	Butun oksid pardali, oksidlanishga turg'un metallar
Titan	Ti ₂ O ₃	1,35	
Sink	RnO	1,55	
Nikel	NiO	1,64	
Mis	CuO	1,65	
Xrom	Cr ₂ O ₃	2,07	Kam himoya qilish xossasiga ega bo'lgan oksid parda
Temir	Fe ₂ O ₃	2,14	
	Fe ₃ O ₄	2,09	
Volfram	WO ₃	3,35	

3.4. Metallar oksid pardalarining o'sish qonunlari

Metallarning turiga (xususiyatiga) ko'ra, ularning yuzasida hosil bo'ladigan oksid pardalarining tuzilishi g'ovak va zich ko'rinishda bo'lishi mumkin. Bunday tuzilishga ega bo'lgan pardalar metallarning keyingi bo'ladigan oksidlanish jarayonlariga turlicha ta'sir ko'rsatadi, ya'ni hosil bo'layotgan pardalarining o'sishi (qalinlashishi) turli qonunlar asosida amalga oshadi.

a) G'ovak tuzilishidagi oksid pardaning o'sish qonuni.

Metall yuzasida hosil bo'layotgan pardaning tuzilishi g'ovak ko'rinishida bo'lsa, kislorodning (oksidlovchining) u orqali metall yuzasiga kirib kelishida qiyinchilik sodir bo'lmaydi, ya'ni vaqt birligida metall yuzasiga kelayotgan kislorodning miqori bir xil bo'ladi. Bunday holda reaksiya tezligi hosil bo'layotgan parda qalinligiga bog'liq bo'lmay, kimyoviy reaksiyaning kinetik tenglamasiga bo'ysunadi, ya'ni:

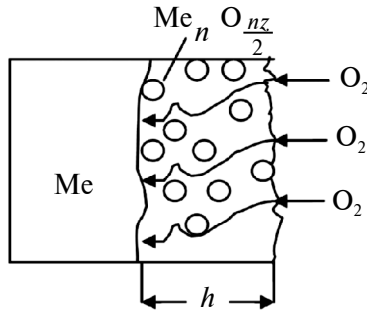
$$\frac{dh}{d\tau} = K_c C,$$

bu yerda: h — hosil bo'layotgan pardaning qalinligi;

τ — korroziya jarayonining vaqti (metallning oksidlanish vaqti);

K_c — kimyoviy reaksiya tezligining konstantasi;

C — metall yuzasidagi oksidlovchining konsentratsiyasi.



4-rasm. G'ovak tuzilishidagi metall oksid pardasining o'sish jarayoni chizmasi (magniy metali).

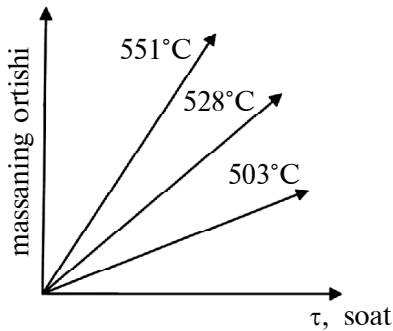
Differensial tenglamani integrallash orqali quyidagini olamiz:

$$\int \partial h = K_c C \int \partial \tau.$$

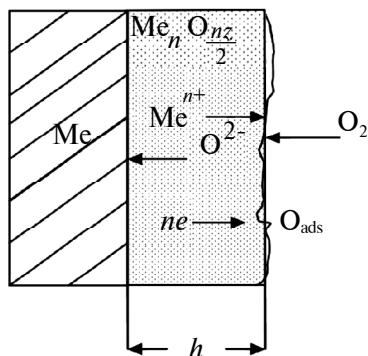
Jarayonning boshlanishida $\tau = 0$, $h = 0$, va $\text{const} = 0$. U holda $h = K_c C \tau$ teng bo'lib, oksid pardaning o'sishi to'g'ri chiziq qonuni bo'yicha amalga oshadi. Yuqorida keltirilgan mulohazalarning chizmalar ko'rinishidagi ifodalari 4 va 5-rasmlarda keltirilgan.

b) Zich (butun) tuzilishdagi oksid pardaning o'sish qonuni.

Metall yuzasida hosil bo'lgan oksid pardaning tuzilishi zich va butun bo'lsa, u himoya qilish xususiyatiga ega bo'ladi, ya'ni kislorodning (oksidlovchining) metall yuzasiga kirib kelishi



5-rasm. Haroratga ko'ra, oksid pardaning to'g'ri chiziq qonuni bo'yicha o'sishini ko'rsatuvchi grafik.



6-rasm. Metall yuzasidagi zich tuzilishga ega bo'lgan pardaning o'sish jarayoni chizmasi.

qiyinlashadi. Natijada parda qalinligining ortishi bilan kimyoviy reaksiya tezligi kamayib boradi. Bunday holda parda qalinligining o'sishi (qalinlashishi) parabolik o'sish qonuni bo'yicha amalga oshadi, ya'ni:

$$h^2 = 2K_d c \tau.$$

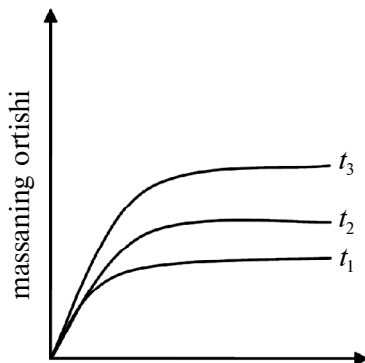
Bu yerda: h — pardaning qalinligi;

τ — kimyoviy reaksiyaning vaqti;

K_d — kimyoviy reaksiya tezligining konstantasi;

c — parda orqasidagi oksidlovchining konsentratsiyasi.

Zich tuzilishga ega bo'lgan oksid pardaning o'sish jarayoni chizma ko'rinishida 6 va 7-rasmlarda keltirilgan.



7-rasm. Haroratga ko'ra, zich oksid pardaning o'sish grafigi (pardaning parabolik o'sish qonuni).

4. METALLAR KIMYOVIIY KORROZIYASINING SODIR BO'LISH SHAROITLARI

4.1. Gaz korroziyasi va unda bo'ladigan jarayonlar

Metallarning kimyoviy korroziyasi jarayoni, ya'ni ularning kimyoviy korroziyasi mexanizmi asosidagi yemirilishi gazlar ta'sirida, tok o'tkazmaydigan suyuqliklarda va «quruq» atmosfera sharoitida (muhitida) sodir bo'ladi.

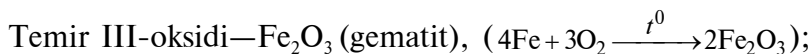
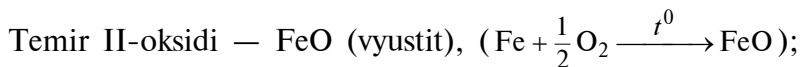
Gaz korroziyasi kimyoviy korroziyaning ko'p tarqalgan turi hisoblanib, u yuqori haroratda metall bilan gazning (O_2) o'zaro ta'sirida sodir bo'ladi. Natijada, metallarning oksidlari hosil bo'ladi.

Gazlar bilan metallar o'rtasida sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyaning umumiy ifodasi yuqorida keltirilgan.

Gaz korroziyasiga gaz turbinalarining ichki yonuv dvigateli qismlarining va pechka armaturalarining yuqori haroratda gazlar ta'siridagi yemirilishi (korroziyalanishi) misol bo'ladi. Temir, po'lat va cho'yanlar gazlar ishtirokida qizdirilganda, quyidagi jarayonlar sodir bo'ladi:

- oksidlanish;
- uglerodsizlanish;
- vodorod «mo'rtligi».

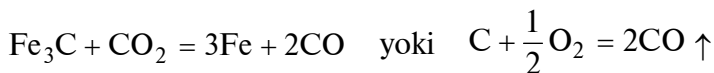
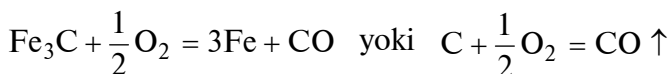
Oksidlanish. Temir va po'latning oksidlanish jarayoni, ularni yuqori haroratda va atmosfera sharoitida qizdirilganda sodir bo'ladi. Ayniqsa, harorat $600^\circ C$ dan yuqori bo'lganda, ularning oksidlanish jarayoni tezlashadi. Temirning kislorod bilan oksidlanishi natijasida, uning kristall panjara tuzilishlari bilan farq qiluvchi 3 xil oksidi hosil bo'ladi:



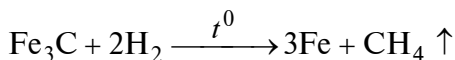
Temirning murakkab oksidi Fe_3O_4 (magnetit),
($3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{t^0} \text{Fe}_3\text{O}_4$).

Bu oksidlar temir yuzasida kuyindi ko‘rinishida bo‘ladi.

Uglerodsizlanish. Bu jarayon po‘lat va cho‘yanni yuqori haroratda qizdirilganda sodir bo‘ladi. Bu sharoitda ularning hajmidan sirt yuzasi tomon harakat qilayotgan uglerodlarning oksidlanishi sodir bo‘ladi. Oksidlanish jarayonida hosil bo‘lgan CO gazi atmosferaga tarqaladi. Natijada, po‘lat tarkibidagi uglerod miqdori kamayib, uning qattiqligi, mahkamligi va boshqa ko‘rsatkichlari yomonlashadi (kamayadi). Po‘latning uglerodsizlanish jarayoni quyidagi kimyoviy reaksiyalar natijasida sodir bo‘ladi.



Po‘latning uglerodsizlanish jarayoni vodorod ishtirokida (muhitida) ham sodir bo‘lishi mumkin. Bu yerda ham, yuqori haroratda po‘lat tarkibidagi sementitning (Fe_3C) parchalanishi natijasida hosil bo‘lgan uglerod vodorod bilan birikib, metan gazini hosil qiladi. Bu gaz atmosferaga tarqaladi. Natijada, po‘lat uglerodsizlanadi.



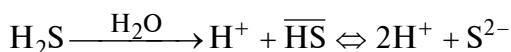
Po‘latning vodorod «mo‘rtligi». Bu jarayon po‘latni yuqori haroratda (300°C dan yuqorida), bosimda va vodorod muhitida qizdirish natijasida sodir bo‘ladi. Bu sharoitda vodorodning po‘latda erishi sodir bo‘lib, uning tarkibida kam miqdordagi «qattiq mo‘rt vodorod» eritmasi hosil bo‘ladi. Shu bilan bir qatorda, po‘lat tarkibidagi atom ko‘rinishidagi vodorodlar o‘zaro birikib, vodorod molekulasini hosil qiladi. Hosil bo‘lgan vodorod molekulari po‘lat atomlarining chegara oralig‘i bo‘yicha ajralib, turli ko‘rinishdagi yorilishlarni hosil qiladi.

4.2. Tok o'tkazmaydigan suyuqliklardagi korroziya

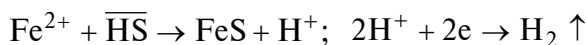
Tok o'tkazmaydigan suyuqliklarga neft va uning mahsulotlari kirib, tarkibida suv va oltingugurt birikmalari bo'lsa, ularning po'lat qurilmalariga nisbatan korrozion aktivligi ortadi. Natijada, temirning oltingugurt birikmalari bilan o'zaro ta'sirida FeS, FeS₂, Fe₂S₃ birikmalari hosil bo'ladi.

Temir bilan H₂S o'rtasidagi kimyoviy reaksiya quyidagi ketma-ketlikda sodir bo'ladi.

Birinchi bosqichda neft yoki uning mahsulotlari tarkibidagi vodorod sulfidi (H₂S) suv ishtirokida kuchsiz kislota kabi ionlarga dissotsiatsiyalanadi:



Ikkinchi bosqichda hosil bo'lgan $\overline{\text{HS}}$ anioni temir kationi bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadi:



Temir yuzasida hosil bo'lgan temir sulfidi (FeS) unga nisbatan katod vazifasini bajaradi. Natijada, temir yuzasi bilan FeS o'rtasida galvanik elementlar hosil bo'ladi. Anod vazifasini bajarayotgan yuzasida temir atomlarining ionlarga parchalanishi ($\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{n+} + ne$) sodir bo'lib, hosil bo'lgan musbat temir ionlari (Fe^{n+}) $\overline{\text{HS}}$ ionlari bilan reaksiyaga kirishadi. Natijada, FeS birikmasi hosil bo'ladi va bu jarayon to'xtovsiz davom etadi.

Mahsulotlar tarkibida H₂S miqdorining ortishi po'lat qurilmalarining (quvur, rezervuarlar) korroziyalanish tezligini oshirib, ishlash muddatini kamaytiradi.

Ma'lumotlarga qaraganda, mahsulotlar tarkibidagi H₂S miqdori 0,05 foizdan oshsa, po'lat qurilmalarining yemirilish tezligi 5 mm/yilgacha bo'ladi.

Metallardan tayyorlangan konstruksion qurilmalarning 80 foizdan ko'prog'i atmosfera sharoitida ishlaydi va korro-

ziyalanadi. Korroziya jarayonining mexanizmi metallar yuzasidagi namlik miqdoriga bog'liq bo'ladi.

4.3. Atmosfera korroziyasi

Atmosfera havosining namligiga ko'ra, unda sodir bo'ladigan korroziya jarayonlari «Ho'l», «Nam» va «Quruq» atmosfera korroziyalariga bo'linadi.

«Ho'l» atmosfera korroziyasiga metall yuzasida ko'zga ko'rinadigan namlik pardasi hosil bo'lgan paytdagi metallning korroziyon yemirilishi kiradi. Metall yuzasida ko'zga ko'rinadigan namlik pardasi havoning nisbiy namligi 100 foiz atrofida bo'lganda va metallga to'g'ridan to'g'ri suv ta'sir etganda (yomg'ir, suv bilan yuvish) hosil bo'ladi.

«Nam» atmosfera korroziyasiga metall yuzasida yupqa ko'zga ko'rinmaydigan namlik pardasi hosil bo'lgan paytdagi metallning korroziyon yemirilishi kiradi. Bunday parda, havoning nisbiy namligi 100 foizdan kichik bo'lganda, havo tarkibidagi namlikning metall yuzasiga kondensatsiyalanishida hosil bo'ladi. «Nam» va «ho'l» atmosfera sharoitidagi metallarning korroziyon yemirilishi elektrokimyoviy korroziya mexanizmi asosida sodir bo'ladi.

«Quruq» atmosfera korroziyasiga normal haroratda metall yuzasida namlik pardasi hosil bo'lmagan paytdagi metallarning korroziyon yemirilishi kiradi. Bu sharoitdagi metallning korroziyon yemirilishi kimyoviy korroziya mexanizmi asosida sodir bo'ladi.

Atmosfera korroziyasining tezligiga: havo tarkibidagi gazlar (SO_2 , SO_3 , H_2S , NH_3 , Cl va boshqalar); qattiq zarrachalar (NaCl , Na_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), havoning namligi va harorati katta ta'sir ko'rsatadi.

Tuz va gazlar metall yuzasidagi namlik pardasining elektr o'tkazuvchanligini va korroziya mahsulotlarining namlanish xususiyatini oshiradi. Oqibatda, metall yuzasida hosil bo'lgan galvanik elementlarning anod va katod bo'limlarida sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlar tezligi oshadi. Bulardan tashqari, atmosfera korroziyasi tezligiga atmosfera xarakteri va geografik

omillar ham katta ta'sir ko'rsatadi. Yuqori ifloslangan sanoat korxonalarining atmosfera havosi korrozion aktiv, toza va quruq kontinental atmosfera havosi esa korrozion passiv hisoblanadi.

Quyida po'latning nisbiy atmosfera korroziyasining tezligiga atmosfera xarakterining ta'siri keltirilgan (Xadson bo'yicha).

Quruq kontinental havo.....	1—9
Toza dengiz havosi.....	38
Industrial dengiz havosi.....	50
Industrial havo.....	65
Juda ifloslangan industrial havo.....	100

Keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, po'latning quruq kontinental atmosfera havosidagi nisbiy korroziya tezligi 1÷9 ga teng bo'lib, juda ifloslangan industrial atmosfera havosidagi nisbiy korroziya tezligi 100 ga teng, ya'ni o'rtacha 20—30 marta katta.

Boshqa sharoitlardagi kabi atmosfera muhitida ham metallarning korroziyalanish tezligi turlicha bo'ladi. Quyida shahar atmosferasi sharoitidagi turli metallarning korroziyalanish tezligi keltirilgan (10 yillik tekshirish ma'lumotlariga ko'ra).

Metall	Pb	Al	Sn	Cu	Ni	Zn	Fe
Korroziya tezligi	4	8	12	12	32	50	200 mm/yil

Metallarning korroziyalanish tezligiga atmosferaning harorati ham katta ta'sir ko'rsatadi. Haroratning ortishi metall yuzasidagi namlik pardasining qurishini sodir etadi va bu, o'z navbatida, anod va katod jarayonlarining sekinlashishiga (to'xtashiga) olib keladi.

5. METALL POTENSIALLARI VA METALLARNING AKTIVLIK QATORI BO‘YICHA UMUMIY MA‘LUMOTLAR. MEXANIK KUCHLAR VA AGRESSIV MUHIT TA‘SIRIDAGI KORROZIYA TURLARI

5.1. Metall potensialining hosil bo‘lishi

Metallarni (qotishmalarni) issiqlik bilan ishlab, keyin sovitilganda (bir vaqtning o‘zida), ko‘p miqdordagi mayda kristallchalar hosil bo‘lib, keyin ular kattalashadi. Hosil bo‘layotgan metallning kristall tuzilishi, uning kristall panjaralarining ko‘rinishlari (formalari) orqali ifodalanadi.

Kristall panjaraning tutashgan joy (uzel)larida, yadro bilan kuchsiz bog‘langan yarimerkin elektronlari bo‘lgan metall atomlari joylashgan bo‘ladi. Kristall panjaralarning uzellaridagi mujassamlashgan yarimerkin elektronlar soni panjaraning tuzilishiga bog‘liq bo‘ladi. Oddiy sharoitda erkin elektronlar atom chegarasidan chiqib keta olmaydilar. Buning uchun ularga qo‘shimcha energiya (qizdirish, elektr maydoni, yorug‘lik va h. k.) kerak bo‘ladi.

Qattiq jismlar suyuqliklar ta‘sirida erishlari yoki parchalanishlari mumkin. Jismlarning erish jarayonini to‘g‘ri tasavvur qilish uchun ularni ko‘p tarqalgan erituvchi — suv ta‘siri misolida ko‘rib chiqamiz. Suvni hosil qiluvchi kislorod va vodorod atomlari qutblashgan (musbat va manfiy) molekulalarni hosil qiladi. Qutblanish suv molekulasining elektr maydoni kuchini belgilaydi.

Qattiq jism suv bilan o‘zaro ta‘sirida bo‘lganda, uning yuza (sirtqi) atomlari suv molekulasining elektr maydonining ta‘sirida bo‘ladi. Suv molekulasini o‘lchamlarining kichikligi, uning qattiq jism kristall panjaralarining ichiga kirib borishini sodir etadi. Kristall panjaralarining ichiga kirgan suv molekulalari o‘z ta‘sirilarini ko‘rsatadi. Bu ta‘sirilar gidrotatsiya deb qabul qilingan. Gidrotatsiya jarayonida tashqi elektroni bilan kuchsiz bog‘langan metall atomlarida buzilish (parchalanish) sodir bo‘ladi. Natijada, o‘zining tashqi (valentligi) elektronlari bilan kuchsiz bog‘langan

metall atomlari kristall panjaradan chiqib, suvga o'tadi. Shunday qilib, musbat zaryad tashuvchi ion — atom hosil bo'ladi. Metall yuzasida qolgan elektronlar manfiy zaryad tashuvchilar hisoblanadi.

Metall yuzasida, metall yuzasi va eritma qavati o'rtasidagi potentsiallar farqini ifodalovchi qo'sh elektr qavati hosil bo'ladi (8-rasmga qarang).

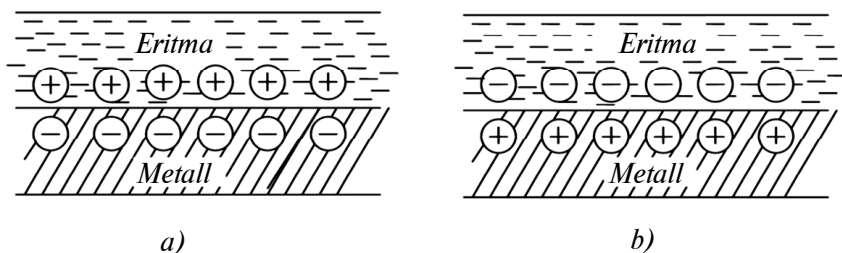
Potentsiallar farqi ma'lum ko'rsatkichga yetganda ion atomlarining suyuqlikka o'tishi to'xtab, muvozanat vujudga keladi. Shu vaqtdagi potentsialning ko'rsatkichi, metallning muvozanatdagi potentsiali yoki metall elektrodining muvozanatdagi potentsiali deyiladi.

Muvozanatdagi potentsialning ko'rsatkichi metallarning turiga va ularning kristall panjarasi uzellaridagi yarimerkin elektronlar soniga bog'liq bo'ladi.

Agar metall o'zining tuzi eritmasiga tushirilsa, qoidaga ko'ra, metall ionlarining metalldagi erkin energiyasi eritmadagidan farq qiladi. Agar metall ionlarining erkin energiyasi eritmadagidan katta bo'lsa, masalan, ruxning $ZnSO_4$ eritmasida bo'lganda metall ionlari eritmaga o'tib, qo'sh elektr qavatining musbat qoplamasini hosil qiladi (8-a rasm). Shunday qo'sh elektr qavatining manfiy qoplamasini metall yuzasi yaqinida qolgan erkin elektronlar hosil qiladi. Fazolar chegarasida hosil bo'lgan qo'sh elektr qavatining kuch maydoni metall ionlarining eritmaga o'tishiga to'sqinlik qilib, ularni metall tomon itaradi. Shunday qilib, metall ionlari eritmaga o'tishi uchun, qo'sh elektr qavati tomonidan hosil qilingan maydon kuchiga qarshi ish bajarishi kerak. Bajariladigan ish erkin energiya farqiga bog'liq bo'ladi, ya'ni qo'sh qavatining potentsiallar farqi qanchalik katta bo'lsa, shunchalik ko'p ish bajariladi.

Ionlarning o'tishi qo'sh elektr qavatidagi potentsiallar farqi tenglashishiga qadar, ya'ni metalldagi metall ionlari va eritmadagi metall ionlari o'rtasidagi erkin energiya tenglashishiga qadar davom etishi mumkin. Keyin muvozanat sodir bo'ladi. Shu holatdagi ko'rsatkich muvozanatdagi elektrod potentsialiga to'g'ri keladi.

Agar eritmadagi ionlarning erkin energiyasi metalldagidan katta bo'lsa, masalan, misning $CuSO_4$ eritmasi bilan o'zaro ta'sirida metall ionlari eritmadan chiqib, metall yuzasiga o'tiradi va



8-rasm. Metall yuzasida elektr qavatining hosil bo'lish chizmalari:

a) Zn/Zn²⁺; b) Cu/Cu²⁺.

qo'sh elektr qavatining musbat qoplamasini hosil qiladi (8- b rasm).

Tegishli SO₄ ionlari metallga tegib turgan eritma qavatida qoladi va qo'sh elektr qavatining manfiy qoplamasini hosil qiladi.

Metall ionlarining eritmada chiqishi va metall yuzasiga o'tirishi, eritmada metall ionlari erkin energiyasining metall-dagiga tenglashishiga qadar davom etadi.

Shunday qilib, muvozanatdagi elektrod (metall) potentsiali ionlar xossasiga va ularning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

Elektrod potentsialining elektrolit eritmasidagi potentsial aniqlovchi ionlarning konsentratsiyasiga bog'liqligini V. Nernst quyidagicha ifodalaydi:

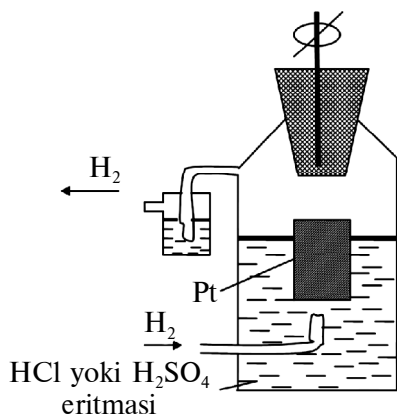
$$\varphi = \varphi_0 + \frac{RT}{ZF} \lg C,$$

bu yerda: R — universal gaz doimiysi; T — harorat; F — Faradey soni.

Konsentratsiya C da o'zining 1 mol ionlari 1 l eritmada elektrod potentsiali φ normal muvozanat potentsial φ_0 ga teng. Uni termodinamik yo'l orqali aniqlash mumkin.

5.2. Metallarning normal potentsiallari va ularning kimyoviy aktivlik qatori

Amalda metallarning normal elektrod potentsiallar qiymati vodorod elektrodi yordamida aniqlanadi. Buning uchun normal potentsiali aniqlanmoqchi bo'lgan metall elektrodi bilan vodorod elektrodi o'rtasida galvanik element hosil qilinadi. Hosil qilingan

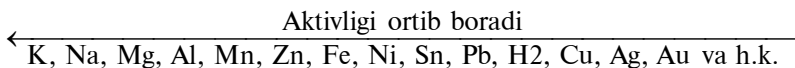


9-rasm. Normal vodorod elektrodi.

galvanik elementdagi vodorod elektrodi potentsiali, shartli ravishda, nolga teng deb qabul qilinadi.

Vodorod elektrodi vodorod ionlari bilan to'yintirilgan po'rsildoq platina plastinkasidan iborat. U erkin vodorod ioni bo'lgan eritmaga tushiriladi. Po'rsildoq platina plastinkasi eritmadagi erkin vodorod oqimi bilan to'qnashishi natijasida, uning yuzasiga ko'p miqdordagi vodorod ionlari adsorbsiyalanadi. Natijada, platina plastinkasi vodorod elektrodiga o'xshab qoladi (9-rasmga qarang).

O'lchash natijalari 5-jadvalda keltirilgan. Olingan natijalarga ko'ra, metallarning manfiy potensial qiymatlarining ortib borishi bo'yicha vodorod molekulasining chap tomoniga, o'ng tomoniga esa musbat potensial qiymatlarining ortib borishi bo'yicha joylashtirilsa, metallarning aktivlik (kuchlanish) qatori hosil bo'ladi:



Metallarning aktivlik qatori

Hosil qilingan aktivlik qatori bo'yicha, metallarning korroziyalanish imkoniyatini (qobiliyatini) aniqlash mumkin. Metallning absolut manfiy potensial qiymati ko'rsatkichi qanchalik katta bo'lsa, u o'zining kationlarini shunchalik bo'sh ushlab turadi va yuqori korroziyalanish qobiliyatiga ega bo'ladi. Aksincha,

metallarning absolut musbat potensial qiymatlarining ortishi, ularning korroziyalanish qobiliyatining kamayib borishini ko'rsatadi. Shunday qilib, aktivlik qatorida joylashgan har bir metallning o'rniga qarab, uning korroziyalanish darajasini ifodalash mumkin.

5-jadval

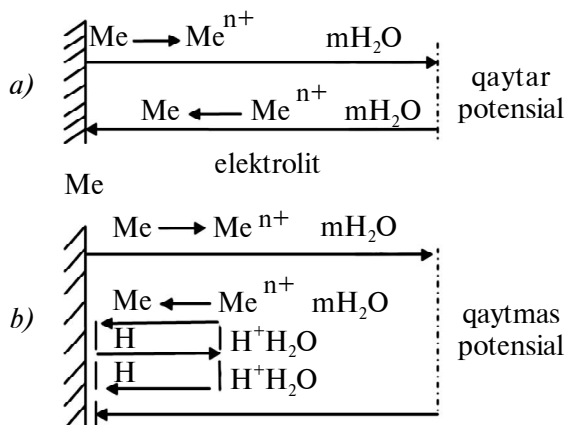
Ayrim metall elektrodlarining normal potensial qiymatlari

Metall elektrodi	Potensial (φ_0), V	Metall elektrodi	Potensial (φ_0), V
$\text{Na} \Leftrightarrow \text{Na}^+ + e^-$	-2,71	$\text{Pb} \Leftrightarrow \text{Pb}^{2+} + 2e^-$	-0,12
$\text{Mg} \Leftrightarrow \text{Mg}^{2+} + 2e^-$	-2,37	$\text{H}_2 \Leftrightarrow 2\text{H}^+ + 2e^-$	0,00
$\text{Al} \Leftrightarrow \text{Al}^{3+} + 3e^-$	-1,66	$\text{Sn}^{2+} \Leftrightarrow \text{Sn}^{4+} + 2e^-$	+0,13
$\text{Zn} \Leftrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^-$	-0,76	$\text{Cu} \Leftrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2e^-$	+0,34
$\text{Fe} \Leftrightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e^-$	-0,44	$\text{Fe}^{2+} \Leftrightarrow \text{Fe}^{3+} + e^-$	+0,77
$\text{Ni} \Leftrightarrow \text{Ni}^{2+} + 2e^-$	-0,23	$\text{Ag} \Leftrightarrow \text{Ag}^+ + e^-$	+0,80
$\text{Sn} \Leftrightarrow \text{Sn}^{2+} + 2e^-$	-0,14		

5.3. Qaytar va qaytmas metall potentsiallari

Metall bilan suyuqlikning o'zaro ta'siri chegarasida hosil bo'lgan qo'sh elektr qavatining muvozanat holatida metalldan suyuqlikka o'tgan barcha metall kationlari qo'sh elektr qavatida qatnashsa, qaytar elektrod potentsiali barqaror bo'ladi, ya'ni potensial qaytar bo'lib, metallda korroziya jarayoni sodir bo'lmaydi. Bunday holat ko'proq metall o'zining tuzi eritmasi ta'sirida bo'lganda kuzatiladi.

Ko'pgina hollarda, metallar faqat o'zining tuzi eritmasida bo'lmay, elektrolitdagi boshqa metall ionlarning ta'sirida ham bo'ladi. Bunday hollarda, hosil bo'lgan turg'un qo'sh elektr qavatida, faqat metalldan eritmaga o'tgan barcha kationlar qatnashmaydi. Ularning o'rniga eritmadagi boshqa metall kation-



10-rasm. Metallarda qaytar va qaytmas elektrod potentsiallarining hosil bo'lish chizmasi.

lari qatnashib, qaytmas elektrod potentsialini hosil qiladi, ya'ni metallda yemirilish jarayoni sodir bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan mulohazalarning chizma ko'rinishidagi ifodasi 10-rasmda keltirilgan.

5.4. Korroziyon yorilish

Korroziyon yorilishda korroziyaga olib keluvchi mexanik kuchlar qotishma yoki metallidagi kristall donalarini bir-biridan ajratib, kristall donachalari bo'ylab ta'sir etishi mumkin. Natijada metallning mo'rtligi ortadi. Korroziyon ajralish kengayib borib, yoriqlarga aylanadi. Ularning o'sish tezligi ba'zan 10 mm/soat-gacha yetadi. Korroziyon yorilish, asosan, uch asosiy omil sababli ro'y beradi:

1. Elektrokimyoviy omil — qirilish, mikroyorilish oqibatida yuzaga kelgan metall sirtidagi defektlar natijasida kuchaygan mahalliy yemirilish, himoya qavatlarining buzilishi (agressiv ion-aktivatorlar ta'sirida), fazaviy o'zgarishlar tufayli yuzaga kelgan metall ichki tuzilishidagi o'zgarishlar metall sirtiga va uning yoriqlariga agressiv muhit ta'sirining turli xilligidir.

2. Mexanik omil — mahalliy yemirilish uchun plastik deformatsiya tufayli yuzaga keladigan sharoit, metall sirtidagi himoya qatlaminin buzilishi, plastik deformatsiyalangan sirtida

anod polarizatsiyalanishining kamayishi, kristall panjarada mexanik kuch ta'sirida «defektlar» hosil bo'lishi.

3. Adsorbsion omil — agressiv muhitning metall sirt yuzasi bilan o'ziga xos ta'siri. Adsorbsion ta'sir tufayli metall sirtining energiyasi kamayadi va natijada metallning kimyoviy qarshilik kuchi pasayadi (Rebinder effekti). Adsorbsiyalangan zarrachalar metall yoriqchalariga singishi tufayli ularning kengayishi, yemirilayotgan yuzaning kattalashib borishiga sabab bo'ladi. Bunday ta'sir korroziya mahsulotlari ishtirokida ham sodir bo'ladi.

Korrozion yorilish uch bosqichdan iborat:

- yoriqlarning hosil bo'lishi (inkubatsiya davri);
- korrozion-mexanik yoriqlarning kengayishi;
- yoriqlarning metall ichki qismi tomon o'sishi va konstruksiyalarning buzilishi (sinish, yorilish, otilish).

Metall sirtidagi korrozion-mexanik yoriqlar himoya pardasining buzilishi va shu joyda anod yemirilishining lokallashuvi bilan kichik-kichik yallig'lanishlar ko'rinishida paydo bo'ladi. Metallning sirti elektrokimyoviy jihatdan geterogen bo'lib qolishi va bu joylarda yuzaga kelgan yemirilish o'choqchalari mexanik kuchlar va adsorbsion (xemosorbsion) ta'sir tufayli kengayib, chuqurlashib boradi.

Mikroyoriqlar cho'qqilarida mexanik kuchlarning ortishi ($G_k > G_{Mc}$) — plastik deformatsiyalanishga sharoit yaratib, lokal anod erish jarayoni nuqtalari yoki «tunelcha»lar ($0,05 \mu\text{m}$) paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Bu holatning kuchayishiga mikroyoriqlarda sirt-aktiv moddalar adsorbsiyasi, metallning burilishi (egilishi), katod jarayonida ajralib chiquvchi H_2 ham o'z ta'sirini ko'rsatadi.

Mexanik kuchlarning yanada ortishi ($G_k \gg G_{Mc}$) yoriqlarning yanada kattalashuvi va chuqurlashuviga olib keladi. Yoriqlarning chuqurlashuvi mexanik kuch tekisligiga perpendikular yo'nalishda kuchayib boradi. Bu holatda atrofdagi mikroyoriqlar kengayishi biroz sekinlashib, chuqurlashib borayotgan yoriq kengayib boradi ($0,5\text{--}2,5 \text{ mm/soat}$). Bu jarayonda mexanik kuchlanishning ortishi oqibatida metallning shu qismida mo'rtlashuvni kuchaytiradi va sinishgacha olib keladi.

Korrozion yorilishning kritik potentsiali mavjud bo'lib, undan manfiy potentsial qiymatida korrozion yorilish kuzatilmaydi. Uning qiymati metallning tabiati va korrozion muhit aktivligiga bog'liq. Undan musbat potentsialda (anod polarizatsiyasi) ion-aktivator adsorbsiyasi, undan past qiymatida (katod polari-zatsiyasi) ion-aktivator desorbsiyasi kuzatiladi.

Yapon va Amerika tadqiqotchilari izlanishlarining natijalari ko'rsatishicha: korrozion yorilish tufayli barcha buzilish va talafotlarning 26,1—41,6% i kelib chiqadi. Umumiy korroziya jarayonlarining 14,3—25% i pitting va yallig'lanish korroziyasiga to'g'ri keladi.

Neftni qazib olish, tashish va qayta ishlash jarayonlarida ishlatiladigan jihozlar va uskunalarda ham korrozion yorilish kuzatiladi. Uning kelib chiqishiga asosiy sabab neft va gazlar tarkibidagi N_2S va S saqlagan moddalarning bo'lishidir. N_2S va S li moddalar ta'siridagi korrozion yorilish nam (suvli) yoki suv bug'i bo'lgan muhitda yuzaga keladi. Quruq muhitda N_2S li korrozion yorilish kuzatilmaydi.

N_2S ishtirokida ro'y beradigan yorilish «vodorod sulfidli yori-lish» yoki «vodorod sulfidli mo'rtlashuv» deyiladi. Uning asosiy sababi nam muhitda ro'y beruvchi $N_2S + N_2O = N_2S^- + N^+ * N_2O$ jarayon bo'lib, hosil bo'lgan $\{N^+ * N_2O\}$ katod va qaytarilish mahsuloti N_2 ning metall kristall panjarasiga diffuziyalanib, metall ichida yuqori bosim hosil qiladi va metallning mo'rtlashuviga olib kelishidir. Bundan tashqari, NS va S^{-2} ionlari ham metall sirti bilan ta'sirlashib, korroziya mahsulotlari hosil qilib, muvozanatni metallning yemirilish tomoniga siljitadi.

Neft va gaz tarkibida N_2S va namlikning ortishi muhit pH qiymatining pasayishi vodorod sulfidli korrozion yorilishni kuchaytiradi.

Korrozion muhitda 10^{-3} kg/m³ va undan kam N_2S bo'lganda ham po'latlarning korrozion yorilishi ro'y beradi. $pH \geq 10$ qiy-matida korrozion yorilish kuzatilmaydi, korrozion yorilishning eng ko'p kuzatiladigan pH sohasi $4 < - pH < - 6$. Ko'rinib turibdiki, «Vodorod sulfidli yorilishning» oldini olish uchun korro-zion muhitdagi namlikni yo'qotish, neft va gazni quritish (suvsiz-lantirish); N_2S ning miqdorini kamaytirish (chiqarib yuborish)

va ingibitorlar qo'llash kerak (IFXAN — gaz, 50—100 mg/l). Agar bular yordam bermasa, quyidagi choralarni qo'llash kerak:

1) mexanik chidamliligi 520 MPa dan ko'p bo'lmagan po'latlardan foydalanish;

2) past legirlangan xromolibden va aluminiy xromolibdenli po'latlardan foydalanish (Ni va Mn li po'latlar vodorod sulfidli yorilishga moyil); ularni vakuumli qayta ishlab, azot 0,008 l va uglerod miqdorini (0,0106)gacha kamaytirish;

3) metallidagi ichki mexanik kuchlanishlarni termik yoki boshqa usullar bilan kamaytirish;

4) nikel, aluminiy va austenitli po'latlar bilan jihoz va detallar sirtini plakirlash (metallizatsiyalash «oq qavat» 15—30 μ m hosil qilish);

5) nometall materiallar asosidagi himoya pardalari bilan qoplash.

Umuman, N_2S li korroziyon yorilishga qarshi kurashda «kompleks choralardan», ya'ni yuqoridagi usullarning bir nechtasidan baravariga foydalanish zarur.

Korroziyon yorilishning oldini olish uchun keyingi yillarda tarkibida Pt, Pd, Yr metallari saqlagan po'latlarni qo'llash yaxshi natijalar bermoqda. Korroziyon yorilishni elektrokimyoviy usullar bilan himoyalashda katod himoyasi, protektorli himoya, anodli himoya pardasi bilan qoplash usullari samarali natija beradi. Katod himoyasi qo'llanilganda katod qutblanishini me'yorda saqlab turish kerak, uning yuqori qiymatida «vodorodli mo'rtlashuv» hodisasi tufayli salbiy oqibatlar kelib chiqadi.

5.5. Korroziyon toliqish

Metallarning korroziyon toliqishi — agressiv korroziyon muhit va davriy (ishorasi va kattaligi) o'zgarib turuvchi mexanik kuchlar (cho'zilik, siqilish, burilish, egilish) ta'sirida metall jihoz va uskunalarning ishlash (foydalanish) muddatining qisqarishidir.

Metallarning korroziyon toliqishini taxminiy (yoki nisbiy) xarakterlash maqsadida korroziyon toliqish chegarasi (KTCH) tushunchasi kiritilgan.

KTCH — ayni korroziyon sharoitda foydalanib (ishlatib) turilgan (mexanik kuchlanishlar sikli $N = 10^7$) metall chidashi yoki bardosh berishi mumkin bo'lgan eng yuqori kuch qiymatidir.

Odatda, har qanday metall yoki qotishmaning KTCH qiymati toza havo muhitidagiga nisbatan agressiv muhitda bir necha marta kichik bo'ladi.

Korrozion toliqish, asosan, metall sirtida turli yoriqlar, yallig'lanishlar va ularning rivojlanishi tufayli yuzaga keladi. Uning yuzaga kelish mexanizmi korrozion yorilish mexanizmi singari bo'lib, asosan, cho'zish kuchlari ta'sirida namoyon bo'ladi.

Umuman, korrozion toliqish yuzaga kelishi quyidagi: mexanik-elektrokimyoviy va adsorbsion-elektrokimyoviy nazariyalar yordamida tushuntiriladi.

Mexanik-elektrokimyoviy nazariya (Evans nazariyasi)ga ko'ra, metalldagi plastik deformatsiyalanish korrozion aktiv markazlarni yuzaga keltiradi. Mexanik kuchlanishning doimiyliigi va uning o'zgarib turishi korroziya markazlarida yemirilishni kuchaytirib, mahalliy korroziyaga aylantiradi. Agressiv muhit ta'sirida bu nuqtalarda yorilish manbalari paydo bo'lib, yoriqlarda va uning o'tkir qirralarida elektrokimyoviy juftlik (anod qirralari, katod-yoriq devorlari)ni hosil qiladi. Bu elektrokimyoviy sistema vaqt o'tishi bilan kengayib, katta hajm va sathga ega bo'la boshlaydi hamda metallning qalinligi va mustahkamligining keskin kamayishiga olib keladi.

Adsorbsion-elektrokimyoviy nazariya (G.V.Karpenko nazariyasi). Davriy deformatsiyalanib turgan metallga agressiv muhitdagi moddalarning adsorbsiyalanishi tufayli uning sirtida submikrorelyef yuzaga keladi. Unda yuvenil qismlar metall sathida (bo'rtib chiqib turgan nuqtalar) anod rolini bajaradi. Agar muhit kislotali bo'lsa, katod qismida hosil bo'lgan vodorodning metall sirtiga singishi oqibatidagi vodorodli mo'rtlashuv — metallning toliqishi namoyon bo'ladi.

Metallar (qotishmalar)ning korrozion toliqishga chidamliligini oshirish choralari:

- legirlash (xrom, vanadiy, nikel, marganes, kremniylar miqdorini 5% gacha oshirish) bilan olingan po'latlar, austenit po'latlardan yasalgan detal, jihozlarni ishlatish;
- termik qayta ishlash (570—600°, 660—700°C) bilan metall kristall panjarasida struktura o'zgarishlarini amalga oshirish;
- galvanik qoplamalar (ruxlash, kadmiylash, nikel-kadmiylash usuli bilan) hosil qilish;

- elektrokimyoviy himoyalash (katod toklari yoki protektor himoya vositalari);
- ingibitorlash (asosan, bixromatlar bilan himoyalash).

5.6. Kavitatsion korroziya

Mexanik korroziyaning bu turi suyuqlikdagi korrozion muhitning kuchli oqim kuchi ta'sirida metallar sirtida turli yallig'lanish, yemirilish va chuqurchalar hosil bo'lishi tufayli yuzaga keladi.

Bunday korroziya turi tez harakat qiluvchi suyuqliklar, yuqori haroratda harakat qiluvchi gaz va bug' oqimi, neft qazib olish, neftni qayta ishlash jarayonlarida ishlatiladigan jihozlar, oziq-ovqat va qayta ishlash sanoati, tibbiy preparatlar ishlab chiqarish sanoati asbob-uskunalarida, suyuqlik bilan sovitiluvchi dvigatellarda yuz beradi.

Kavitatsion korroziyalanish tezligi korrozion muhit agressivligi, harorati, oqim tezligi, metallning korrozion bardoshliligi, mexanik chidamliligi va elektrokimyoviy xususiyatlariga bog'liq bo'ladi. Suvli muhitda kavitatsiya tezligi 40—50°C maksimumga ega bo'lib, undan past haroratda 3—4 marta sekinlashsa, qaynash haroratida tezlik nol atrofida bo'ladi. Buning sababi ko'rsatilgan haroratda agressiv gazlarning suv oqimida eruvchanligi har xilligidir.

Kavitatsion korroziyalanishga moyillik uglerodli po'latlarda yuqori bo'lib, xromli, xromnikelli po'latlar, bronza, monel korroziyaning bu turiga chidamliligi bilan xarakterlanadi.

Bu korroziyaning oldini olish va unga qarshi kurashishda metallning fizik-kimyoviy xossalari, tarkibi va mexanik xususiyati, mexanik kuchlanish, korrozion muhit agressivligini kamaytirish, passivlashuvchi qotishmalardan foydalanish, katod himoyasi, ingibitorlash, himoya pardalari hosil qilish usullaridan foydalanish kerak.

5.7. Korroziyalanish erroziyasi

Korroziyalanish erroziyasi — metall sirtining oqimdagi suyuqlik (gaz) tarkibidagi mexanik (qattiq) qo'shimchalar ta'sirida mexanik ishqalanish, sidrilish, qirilish va korrozion muhitning oqim kuchi ta'siri tufayli yemirilishidir.

Uning 3 turi mavjud: ishqalanish tufayli korroziyalanish, fretting-korroziya, korrozion-abraziv yemirilish.

Ishqalanish korroziyasi — qattiq materiallarning agressiv muhitda ishqalanishi tufayli yemirilishi (podshipniklar, vallarning yemirilishi).

Fretting-korroziya — zich qotirilgan metallarning davriy past amplitudali tebranma harakati tufayli agressiv muhit ta'sirida yuz beradigan yemirilish (boltlar bilan qotirilgan detallarning bir-biriga nisbatan siljishi tufayli ular sirtida yuzaga keladigan yemirilish).

Korrozion-abraziv yemirilish — metall sirtining agressiv muhit va abraziv zarrachalar (qum-tuproq, toshchalar, shag'al zarrachalari) ta'sirida korroziyalanishi. Bu korroziya turi neft, gaz quvurlari, quduqlarda, burg'ilash uskunalarida, neftni qayta ishlash sanoati, kimyo sanoati, mineral o'g'itlar ishlab chiqarish nasoslari, aralastirgichlarning ishlash sharoitlarida kuzatiladi.

Uning mexanizmi: suyuqlik va gaz muhitidagi muallaq zarrachalar bosim va harakat ta'sirida metall sirtida turli deformatsiyalanish izlarini qoldirib, ular korrozion muhit ta'sirida konsentratorlar vazifasini bajaradilar. Ular sirtida turli yoriqcha va aktiv nuqtalar korroziyani boshlab beradilar. Buning oqibatida va qattiq zarrachalarning metall sirtida errozion harakati tufayli yuza ancha notekis va aktiv moddalar bilan oson ta'sirlashuvchan bo'lib qolgani uchun vaqt o'tishi bilan yemirilish jarayoni kuchayib boradi.

Errozion korroziyalanishga qarshi kurashish choralari qatoriga quyidagilar kiradi:

- konstruksion choralar ko'rish bilan detallarning tashqi ko'rinishini o'zgartirish (po'latlarning mexanik xususiyatini oshirish);
- metall sirtini chidamli qoplamalar bilan qoplash (polimer materiallar, qattiq po'lat qoplamalari ishlatish);
- termodiffuzion qoplamalar hosil qilish (azotirlash, keramik materiallar bilan termik qayta ishlov berish, shishalash, emal-lash);
- poliuretan qoplamalar bilan qoplash;
- katodli elektrokimyoviy himoya usulini qo'llash;
- bosim va haroratni o'zgartirish, suyuqliklarga sirt faol moddalar qo'shib, gaz pufakchalari hosil bo'lishini kamaytirish.

5.8. Kontakt korroziyasi

Metallarning boshqa metall yoki nometall buyum bilan o'zaro tegishib turganda agressiv muhit ta'sirida yemirilishi *kontakt korroziya* deyiladi.

O'zaro kontaktda turgan ikki metallning korroziyalanishi ularning ayni agressiv muhitdagi muvozanat potentsiallari qiymatiga bog'liq.

Agar aktiv holatda turgan biror metallning muvozanat potentsiali musbatroq bo'lgan boshqa metall bilan kontaktda bo'lsa, bu birinchi metall potentsialining biroz ortishiga sabab bo'ladi, natijada uning korroziyalanish tezligi ortadi. Agar aktiv metall muvozanat potentsiali manfiy metall bilan kontaktda bo'lsa, asosiy metallning potentsiali manfiy tomonga siljiydi va korroziyalanish tezligi kamayadi. Bu hollarda korroziya tezligiga kontaktning ta'siri nafaqat metallarning elektrod potentsiali va elektrod jarayonlarining o'ta kuchlanishi bilan xarakterlanadi, balki kontaktlashish yuzasiga ham bog'liq bo'ladi. Kontaktlashayotgan katod metalining yuzasi anod (asseiy) metalining yuzasiga nisbatan qancha katta bo'lsa ($S_{\text{katod}} > S_{\text{anod}}$), korroziya shunchalik katta xavf tug'diradi.

Ko'rinib turibdiki, kontaktda asosiy metall katod bo'lsa — yemiriladi, anod bo'lsa — himoyalanadi.

Agar asosiy metall passivlashgan holda bo'lsa va boshqa (aktiv yoki passiv) metall bilan kontaktda bo'lsa, kontakt korroziyalanishi natijasi asosiy metall potentsialining passivlanish potentsialidan qanchalik farq qilishiga bog'liq bo'ladi. Bunda asosiy metallning korroziyalanishi manfiy tomonga siljisa ham, musbat tomonga siljisa ham korroziyalanish tezligi ortadi. Demak, passivlashgan metall uchun har qanday katodli kontakt juda xavfli.

Nometall material bilan kontaktda nometall materialdan chiqadigan agressiv moddalar ta'siriga ko'ra (polimerlarning destruksiyasi natijasida chiqadigan agressiv gazlar) yoki nometall material bilan ta'sirlashuvi oqibatida tashqi muhit agressivligining o'zgarishi sababli metallning yemirilishi kuzatiladi. Bu holat, asosan, metallarning g'ovak material (beton, g'isht, yog'och) bilan kontakti natijasida ro'y beradi.

Yuqorida keltirilgan dalillar va xulosalardan kelib chiqib, neft va gaz sanoati korxonalarida qo'llaniladigan turli konstruksiyalar,

detal, jihoz va uskunalardan foydalanishda quyidagilarga e'tibor berish lozim:

— jihoz, detal va uskunalarni yig'ishda ular orasida bo'sh joylar qoldirmaslik;

— tanlangan materiallar, jihozlarning yuzasi, materiali, xossalari o'zaro mosligini ratsional hisoblash;

— detallarning uzunligi, ko'ndalang kesim yuzasiga to'g'ri keluvchi mexanik kuchlanishlar ta'sirini agressiv muhit ta'siri bilan birgalikda hisoblab, sodir bo'lishi mumkin bo'lgan korrozion yorilish, toliqish, fretting-korroziyaga yo'l qo'ymaslik choralari ko'rish;

— barcha loyihalash va hisoblash jarayonlarida yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan xatoliklarning oldini olish va standart talablarga javob berishini ta'minlash uchun tegishli DS, TSlari asosida baholash va unda EHMLardan foydalanish kerak.

5.9. Kristallararo korroziyalanish

Kristallararo korroziyalanish (KAK) — aksariyat xromli, xromnikelli korroziyaga chidamli po'latlarning turli agressiv muhit ta'sirida yemirilishidir.

Uning mohiyati: legirlangan xromli po'latlar olish jarayonida turli qattiq eritma kristallari hosil bo'lib, ularning chekkalari xromga to'yinmasdan, markazi ko'p xrom saqlagan bo'ladi.

Bu kristallar agressiv muhit ta'sirida chekkasidan yemirila boshlaydi. O'zaro tegishib turgan kristall donachalari o'rtasida ajralish zonasi paydo bo'lib, shu joydan yemirilish kengayaveradi, metall sirti va ichki qismi tomoniga yo'nalgan yorilish chiziqlari yuzaga keladi. Demak, KAKning kelib chiqish sababi — kristall donachalarning ichki tuzilishi va kimyoviy jihatdan bir jinsli emasligi, ya'ni kristallar chegaralarining legirolovchi qo'shimchalarga to'yinmaganligidir.

Bu korroziya turi kimyoviy jihatdan korroziyaga chidamli po'latlardan yasalgan turli kimyoviy, gaz, neft qazib olish va neftni qayta ishlash korxonalari jihozlari (nasoslar, kompressor, avtoklav, rektifikatsiya kolonnalari, aralashtirgichlar)da uchraydi.

Uning kelib chiqishini: 1) kristall donalar chegarasining xromga to'yinmaganligi, 2) lokal elementlar nazariyasi, 3) beqaror fazalar nazariyasi; 4) mexanik kuchlanishlar naza-

riyasi tushuntirib beradi. Bulardan birinchisi kristallararo korroziyaning sodir bo'lishini yetarlicha tushuntiradi.

Kristall zarrachalari chegarasining xromga to'yinmaganlik (yoki karbidlar) nazariyasiga ko'ra, qattiq kristall hosil bo'lishida legirlangan po'lat kristallarining eng chekkasida xrom atomlari kam yoki umuman bo'lmay, uning markazi tomon xrom miqdori ortib boradi. Kristall donachalari chekkasida uglerod miqdori ko'p bo'lib, uning agressiv muhitga bardoshliligi juda pastligi sababli kristall donachalari yemirila boshlaydi, ular o'rtasida bo'shliqlar paydo bo'ladi.

KAK aksariyat hollarda kimyoviy sanoat, farmatsevtika va oziq-ovqat sanoati jihozlarida ham kuzatiladi.

Karbamid: oksalat kislotasi, sirka kislotasi + sulfat kislotasi: sulfat kislotasi + mis sulfati: salitsil kislotasi + naften kislotasi + fenol: nitrat kislotasi + vodorod ftorid: malein kislotasi: sulfid eritmalari + polition kislotasi + oltingugurt (VI) oksidi + vodorod sulfid, gidroforming kondensati, nam oltingugurt (IV) oksidi + suv + kraxmal + sulfit angidridi, chumoli kislotasi, vodorod sianid.

Yuqorida aytilganidek, KAK ko'pchilik hollarda legirlangan po'latlar ishlatiladigan vodorod sulfidli neftlarni yuqori haroratda qayta ishlash uskuna va jihozlarida ham uchraydi. Bu jarayonlarda ishlatiladigan apparatlar, asosan, austenitli xromnikelli 460°C gacha vodorod sulfid ta'siriga chidamli po'latlardan yasalganligiga qaramasdan, jarayonlar oxirida oltingugurtli neftlar tarkibidagi polition kislotalar o'zgarishidan hosil bo'lgan agressiv kondensatlar kristallararo korroziyalanishi ro'y berishiga olib keladi.

Kristallararo korroziya metallarni payvandlovchi chiziqlarda va uning atrofida kuzatiladi. Metallarni payvandlash jarayonida birikuvchi metallar cheti yoki sirtiga payvandlovchi metall oqimi yotqiziladi va metallda yuqori haroratli o'zgarishlar ro'y beradi. Payvandlangan yuz xususiyati va payvandning sifatiga ko'ra, kristallar chekkalarida agressiv muhit ta'sirida yemirilish yuz beradi. Bu yemirilish payvandlash chizig'ining atrofida uch zonada:

- payvandlash chizig'idan ma'lum masofada asosiy metallda;
- payvandlash chizig'i bo'ylab;
- payvandlash chizig'ining yaqinida asosiy metallda sodir bo'ladi.

Umuman, metallarni payvandlaganda yuqori harorat ta'sirida xrom karbidlarning ajralib chiqishi sababli metallarning agressiv muhit ta'siriga bardoshliligi kamayib, kristallararo yemirilish ro'y beradi. Bu hodisalarning ro'y berishi ishlatila-

digan po‘latlarning tarkibi va kimyoviy xususiyatiga bog‘liq. Shu sababli bu maqsadlarda tarkibida titan, niobiy yoki tantal saqlagan stabillashgan po‘latlar ishlatilishi maqsadga muvofiqdir.

KAK tezligiga turli omillar ta’sir etadi. Ular qatoriga:

- metall (qotishma)ning tabiati va tarkibi;
- korroziya jarayonining borishi va agressiv muhit tabiati (eng xavfli kuchli oksidlovchi va kislotali muhit): N_2SO_4 , NNO_3 , SN_3SOON , $NSOON$;
- texnologik jarayonlar (payvandlash; po‘latlarni quyish; metall sirtiga ishlov berish);
- termik qayta ishlanganligi (po‘latni toblash, tez va uzoq vaqt qizdirish);
- mexanik kuchlanish va deformatsiyalanganligi;
- jihozlarning ekspluatatsiya sharoitlari (t° , boshqa metall bilan kontakti, metall sirtida turli cho‘kindilar hosil bo‘lishi).

KAKning oldini olish yoki unga qarshi kurashish uchun quyidagi tadbirlar amalga oshirilishi lozim:

1) po‘lat tarkibidagi uglerod miqdorini kamaytirish. Po‘lat tarkibida (standart qiymat) 0,04 % dan ko‘p uglerod bo‘lmasligi kerak. Lekin ko‘pchilik hollarda bunga erishib bo‘lmaydi;

2) legirlash. Bu KAKga qarshi kurashning eng real usullaridan bo‘lib, asosiy legirlovchi qo‘shimchalar: Ti — titan, Nb — niobiydir. Legirlovchi qo‘shimcha $Ti/C > 5$ ($Cr = 17-19$ %) bo‘lganida KAKga nisbatan bardoshlilik;

3) termik qayta ishlash uglerodga to‘yingan po‘latlar uchun qo‘llaniladi. Eng yuqori $t^\circ = 850-900^\circ C$, $t^\circ = 3$ soat bo‘ladi;

4) po‘lat yuzasini uglerodsizlantirish. Bu tadbirda detallarda, asosan, «payvandlash chiziqlari» vakuumli yoki vodorodli termik toblanadi;

5) metall qotishma «ichidagi» mexanik kuchlanishlarni kamaytirish (plastik deformatsiyalash);

6) agressiv muhitning ta’sir kuchini kamaytirish (t° oksidlovchilar miqdorini kamaytirish. Cr^{+6} va Fe^{+3} birikmalari miqdorini keskin kamaytirish);

7) elektrokimyoviy himoyalash;

8) ikki fazali po‘lat hosil qilish (po‘lat sirtini KAKga chidamli yuqori miqdorli xromli po‘lat bilan qoplash). Detal, jihoz, uskunalarining KAKga chidamliligi maxsus davlat standarti (ГОСТ 6032-75) bo‘yicha nazorat qilinadi va sinovdan o‘tkaziladi.

6. ELEKTROKIMYOVIY KORROZIYA

6.1. Elektrokimyoviy korroziya va uning sodir bo'lish mexanizmi

Elektrokimyoviy korroziya deb, metallarning tok o'tkazuvchi muhit (elektrolitlar) bilan o'zaro elektrokimyoviy jarayonlar natijasida o'zicha sekinlik bilan yemirilishiga aytiladi. Tok o'tkazuvchi muhit vazifasini: kislota, ishqor va tuzlarning suvli eritmalari bajaradi (elektrolitlar).

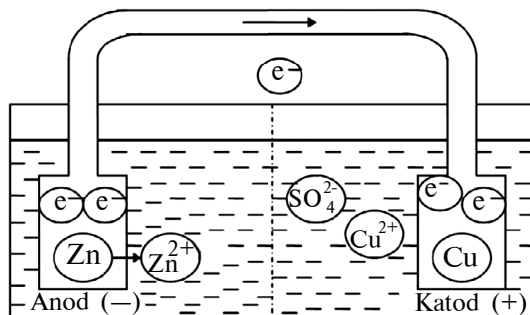
Metallarning elektrokimyoviy yemirilish jarayoni galvanik elementning ishlash mexanizmiga o'xshash bo'ladi, ya'ni bir-biridan farq qiluvchi 2 ta metall elektrodini elektrolitga solib, ular bir-biri bilan tashqi zanjir orqali tutashtirilsa, elektr yurituvchi kuch (tok) hosil bo'ladi. Elektrolitga tushirilgan metall elektrodlarining kimyoviy aktivligi bir-biridan farq qilishi sababli, kimyoviy aktivligi yuqori bo'lgan metall elektrodni anod vazifasini, aktivligi past bo'lgan metall elektrodni esa katod vazifasini bajaradi. Anod metalida oksidlanish ($Me \rightarrow Me^{n+} + ne$) jarayoni sodir bo'lib, hosil bo'lgan elektronlar tashqi zanjir orqali katod elektrodiga oqib o'tadi. Hosil bo'lgan metall ionlari esa elektrolitga o'tib, u orqali katod elektrodni tomon harakatlanadi. Katodda qaytarilish jarayoni sodir bo'ladi. Bu jarayonlarning to'xtovsiz davom etishi, anod metalining yemirilishini sodir etadi.

Oddiy galvanik elementning tuzilishi 11-rasmda keltirilgan.

Bu galvanik elementda anod vazifasini bajaruvchi rux (Zn) elektrodni $ZnSO_4$ eritmasiga, katod vazifasini bajaruvchi mis (Cu) elektrodni esa $CuSO_4$ eritmasiga tushirilgan.

Rux ($ZnSO_4$) va mis ($CuSO_4$) sulfat eritmalari g'ovak tuzilishdagi material yordamida ajratilgan.

Rux elektrodining oksidlanishi oqibatida rux atomlari ionlarga parchalanadi ($Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$), hosil bo'lgan elektronlar tashqi zanjir orqali mis elektrodiga (katodga) oqib keladi. Bu elektronlarni eritmadagi mis ioni (Su^{2+}) biriktirib, qaytarilish jarayonini sodir etadi. Galvanik elementning ishlash jarayonida



11-rasm. Galvanik elementning ishlash chizmasi.

eritmadagi manfiy ionlar (anionlar anodga, musbat ionlar (kationlar Zn^{2+} , Cu^{2+}) katod tomon harakatlanadi. Yuqorida ta’kidlaganimizdek, galvanik elementning ishlashi davomida rux (Zn) elektrodining yemirilishi sodir bo’ladi.

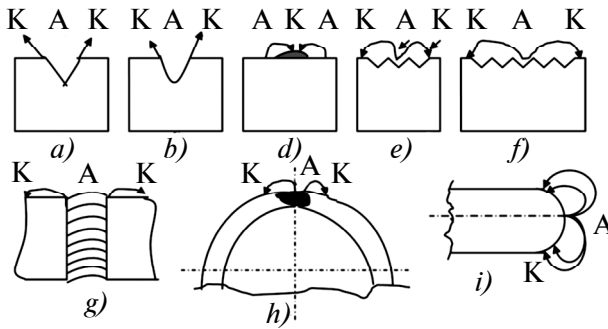
6.2. Metall yuzasida galvanik elementlarning hosil bo’lish sabablari

Metall parchasi elektrolit eritmasiga tushirilganda, uning tashqi yuzasida bir necha minglab mikro (makro) galvanik elementlar (korroziyon elementlar) hosil bo’ladi. Bu galvanik elementlar quyidagi sabablarga ko’ra hosil bo’ladi:

- metall yuzasi mikrostrukturasi bir xil bo’lmaganligi;
- metall tarkibida boshqa metallar mikrozarraçalarining bo’lishi va ularning metall hajmi bo’yicha bir xilda tarqalmaganligi;
- metall yuzasini mexanik ishlanganda, uning mikrostrukturasi buzilishi;
- metall yuzasida mikro iflosliklarning (korroziya mahsulotlarining) bo’lishi;
- metall qurilmalarining uzunligi va qirqim yuzasi bo’yicha payvand choklarining bo’lishi va h. k. (12-rasmga qarang.)

Hosil bo’lgan galvanik elementlarning tashqi zanjiri vazifasini metallning o’zi, ichki zanjiri vazifasini esa elektrolit (tuproq muhiti) bajaradi.

Metall yuzasida hosil bo’lgan galvanik elementlarning ishlashi davomida 3 ta jarayon: anod, elektronlarning oqib o’tishi va katod jarayonlari sodir bo’ladi.

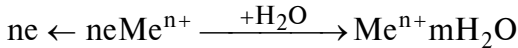


12-rasm. Quvur yuzasi bir xil bo'lmagandagi galvanik elementlarning hosil bo'lishi: A—anod; K—katod:

a) chiziq; b) ezilish; d) korroziya qoldig'i; e) yopishtirilgan (naklep); f) notekislik; g) uzunasiga payvand choki; h) ko'ndalang qirqimdagi payvand choki; i) oxirgi effekt.

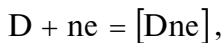
6.3. Galvanik elementlardagi jarayonlar

1. *Anod jarayoni* — anod bo'limi metall atomlarining elektrolitlar ta'sirida ionlarga parchalanishi sodir bo'ladi. Hosil bo'lgan metall ionlari elektrolitga o'tadi, ekvivalent miqdordagi elektronlar esa metall yuzasida qoladi. Anod jarayoni quyidagicha ifodalanadi:



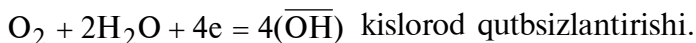
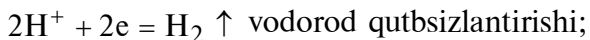
2. *Elektronlarning oqib o'tish jarayoni.* Bu jarayonda galvanik elementning anod bo'limidagi elektronlarning metall orqali katod bo'limiga oqib o'tishi va elektrolit hajmidagi kation va anionlarning kerakli tomonga qarab siljishi sodir bo'ladi.

3. *Katod-qaytarilish jarayoni.* Bunda galvanik elementning katod bo'limidagi elektronlarning, eritmadagi (elektrolitdagi) qandaydir metallning musbat ionlari yoki molekullari (qutbsizlanuvchilar) tomonidan biriktirib olishi jarayoni, ya'ni qaytarilish reaksiyasi sodir bo'ladi va u quyidagi umumiy ifoda bo'yicha amalga oshadi:



bu yerda: [D] — qutbsizlantiruvchi molekula yoki ionlar. Masalan, [D] — Me^{n+} ; H^+ ; O_2 ; ne — elektronlar.

Agar qaytarilish reaksiyasida qutbsizlantiruvchi vazifasida N^+ ioni qatnashsa, *vodorod qutbsizlantirishi* deyiladi. Agar O_2 qatnashsa, *kislorod qutbsizlantirishi* deyiladi. Masalan:



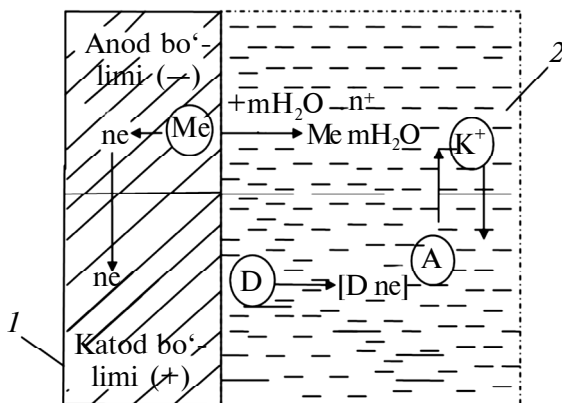
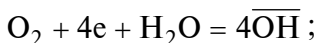
Kislorod qutbsizlantirishi jarayoni orqali atmosfera, ichimlik va dengiz suvlari hamda tuproq ta'sirida bo'lgan metallarning yemirilishi sodir bo'ladi. Bular ichida tuproq ta'siridagi korroziya ko'p tarqalgan.

Kislorod qutbsizlantirishi katod jarayoni quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

- havo kislorodining elektrolitda erishi;
- elektrolitning harakati natijasida erigan kislorodning elektrolit hajmiga tarqalishi — o'tishi;
- elektrolitning harakati (konveksiya) natijasida kislorodning chegara qatlamga kelishi;
- kislorodning katoddagi korroziya mahsulotlari pardasiga kelishi.

Kislorodni ionizatsiyalash:

a) ishqoriy va neytral eritmalarda:



13-rasm. Elektrokimyoviy korroziya jarayonining chizmasi:

1—metall; 2—elektrolit; A—anionlar; K—kationlar.

b) nordon (kislotali) eritmalarida $O_2 + 4e + 4H^+ = 2H_2O$ ning hosil bo'lishi;

- katod uchastkalaridan \overline{OH} ionlarining elektrolitga diffuziyalanishi va h.k.

Yuqorida keltirilgan jarayonlardan birortasining sodir bo'lishi sekinlashsa, u metallning korroziya tezligini aniqlaydi.

Vodorod qutbsizlantirishi metallarning kislotali eritmalar bilan o'zaro ta'sirida sodir bo'ladi (masalan, zavodlarning prokat va galvanik sexlarida va h. k.). Vodorod qutbsizlantirishi ham bir necha bosqichdan iborat bo'lib, ulardan biri korroziya jarayonining tezligini belgilaydi.

13-rasmda anod va katodda bo'ladigan jarayonlarning umumiy tarzdgagi chizmasi keltirilgan.

6.4. Qutblanish sabablari va ularning korroziya tezligiga ta'siri

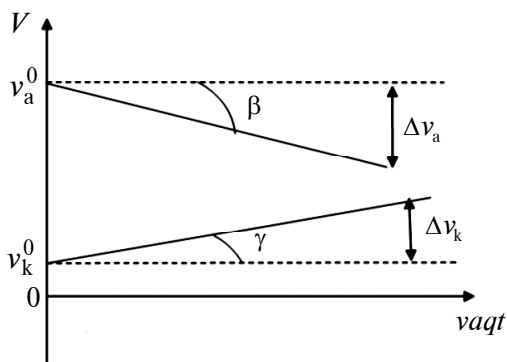
Galvanik elementning anod va katod bo'limlarining tashqi zanjir orqali o'lchashga qadar bo'lgan qiymati (v_a^0 va v_k^0) ularni tashqi zanjir orqali tutashtirgandan keyingi potentsiallar qiymatidan (v_a va v_k) farq qiladi.

Galvanik elementning ishlashi davomida, uning anod bo'limining potensial qiymati elektromusbat tomonga, katod bo'limining potensial qiymati elektromanfiy tomonga qarab siljiydi. Tok o'tishi davomida elektrod potentsiallarining bunday o'zgarishi *anod va katod qutblanishi* deyiladi (14-rasm).

Qutblanish egri chiziqlarining o'zgarish holatlariga qarab, galvanik elementning anod va katod bo'limlarida sodir bo'layotgan korroziya tezligini baholash mumkin. Egilish burchagining qiymati (γ va β) qanchalik kichik bo'lsa, bo'limlardagi reaksiya jarayonlarining tezligi (korroziyalanishi) shunchalik katta bo'ladi. Bularning teskarisida, reaksiya tezligi kamayib boradi.

a) Anod bo'limining qutblanishi sabablari:

- hosil bo'lgan metall ionlarining (Me^{n+}) elektrolitga o'tish tezligining elektronlarning anoddan katodga oqib o'tish tezligidan kamligi;

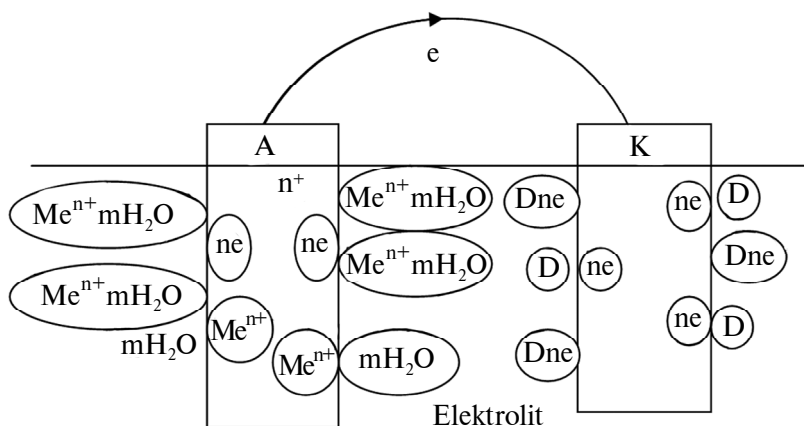


14-rasm. Anod va katod potentsiallarining vaqtga ko'ra o'zgarishi (qutblanish egri chizig'i):

v_a — galvanik elementning ishlab turgan vaqtdagi anod bo'limida hosil bo'layotgan potensial qiymati $v_a = v_a^0 + \Delta v_a$; v_k — katod bo'limida hosil bo'layotgan potensial qiymati, $v_k = v_k^0 + \Delta v_k$; Δv_k va Δv_a — mos ravishda, potentsiallarning siljish (o'zgarish) qiymatlari.

- metall ionlarining elektrolit hajmiga diffuziyalanish tezligining elektronlarning anoddan katodga oqib o'tishi tezligidan sekinligi;
- anod yuzasida oksid pardasining hosil bo'lishi;
- b) katod bo'limining qutblanish sabablari:
 - qutbsizlantiruvchilar tezligining ($D + ne \rightarrow Dne$) elektronlarning anoddan katodga oqib kelish tezligidan sekinligi;
 - qutbsizlantiruvchilarning (Me^{n+} , N^+ , O_2) elektrolit hajmidan katod yuzasiga diffuziyalanib kelish tezligining anoddan katodga oqib kelayotgan elektronlar tezligidan sekinligi;
 - katod yuzasida oksid pardasining hosil bo'lishi.

Anod va katod bo'limlarining qutblanish jarayonlarining umumiy chizmasi 15-rasmda keltirilgan. Rasmga ko'ra agar anodda qutblanish jarayoni sodir bo'lmasa, barcha hosil bo'lgan metall ionlari (Me^{n+}) elektrolitga o'tib, suv bilan gidrat kompleksini hosil qilib ($Me^{n+}mH_2O$), anoddan uzoqlashadi. Lekin metallning ma'lum ionlari elektrolitga o'tmay, anod bo'limida qoladi (15-rasmning anod bo'limiga qarang).



15-rasm. Galvanik elementning anod va katod bo'limlarining qutblanishini ko'rsatuvchi chizma:

A — anod bo'limi; K — katod bo'limi.

Katod bo'limida qutblanish sodir bo'lmaganda, uning yuzasidagi barcha elektronlar (ne) qutbsizlantiruvchilar bilan birikkan bo'ladi, ya'ni (Dne). Lekin ma'lum miqdordagi elektronlar qutbsizlantiruvchilar bilan birikmay, katod bo'limida qoladilar (15-rasmning katod bo'limiga qarang). Anod va katod qutblanishi metallarda bo'ladigan korroziya jarayonlarining sekinlashishiga olib keladi.

7. BAKTERIYALAR KORROZIYASI

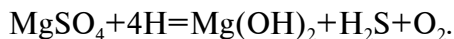
Tuproq tarkibida mikroorganizmlarning bo'lishi yerosti metall qurilmalarining korroziyalanishini tezlashtiradi. Tadqiqot ma'lumotlariga qaraganda, yerosti metall qurilmalaridagi korroziya jarayonining taxminan 50 foizi mikroorganizmlar (bakteriyalar) ishtirokida sodir bo'ladi.

Temir bakteriyalari aerob va anaerob turlarga bo'linadi. Aerob bakteriyalarning yashash faoliyati kislorodli, anaerob bakteriyalariniki esa kislorodsiz muhitda sodir bo'ladi.

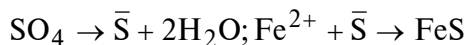
Aerob bakteriyalar o'zlarining yashash faoliyatlarida temir ionlarini iste'mol qilishib, organizmda ularni kislorod bilan birga ishlab, quvur yuzasida qiyin eriydigan temir gidroksid birikmasini ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) hosil qiladilar.

Anaerob bakteriyalari xavfliroq hisoblanib, ular tuproq tarkibidagi sulfatlarni qaytaradilar. Tuproqning vodorod ko'rsatkichi pH 5÷9 va harorati 25÷30°C bo'lgan sharoitda, anaerob bakteriyalari tez rivojlanadi.

Anaerob bakteriyalar (katod jarayonida hosil bo'layotgan vodorod hisobiga) yerdagi sulfid birikmalarini (kislorodning ajralishi bilan) sulfid ionlarigacha qaytaradi:



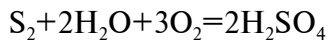
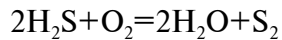
Ajralib chiqayotgan kislorod katodda sodir bo'ladigan qutb-sizlantirish jarayoniga sarflanadi. Sulfid ionlari po'latning anod jarayonlarini tezlashtiradi. Sulfat qaytaruvchi bakteriyalar ta'sirida vodorod oltingugurti (H_2S) hosil bo'ladi. U temir bilan birikib, temir sulfidini (HS) hosil qiladi:



Tekshirish natijalariga ko'ra, bu bakteriyalar temirning korroziyon yemirilishini 20 martaga oshirishi mumkin.

Anaerob bakteriyalarning aktivligi kuzda oshib, bu davrda katta jarohatlarni hosil qiladi.

Materiallarning yemirilishida oltingugurt aerob bakteriyalari ham katta rol o'ynaydi. Ular yashashi jarayonida vodorod sulfidini oltingugurtgacha (S_2) oksidlaydi, keyin quyidagi tenglamalar bo'yicha sulfat kislotasigacha qaytariladi:



Hosil bo'layotgan sulfat kislotasi yerosti qurilmalarini tez yemiradi.

8. NEFT VA GAZNI QAYTA ISHLASH ZAVODIDAGI ASOSIY QURILMALARDA UCHRAYDIGAN KORROZIYA TURLARI

8.1. Neft va gazni qayta ishlash zavodlarida ishlatiladigan qurilmalar

Neftni qayta ishlash zavodlarida gidromexanik, issiqlik va modda almashinuv jarayonlari keng miqyosda ishlatiladi. Bu jarayonlarning qo'llanishiga qarab qo'llaniladigan qurilmalar ham turlichadir. Qo'llaniladigan qurilmalar quyidagi guruhlarga bo'linadi:

1. Issiqlik jarayonlari olib boriladigan qurilmalar. Bularga qobiqquvurli, quvur ichida quvur shaklidagi, yuzali isitkichlar, kondensator va isitkichlar ishlatiladi.

2. Gidromexanik jarayonlarni olib borish uchun, xususan, turli jinsli aralashmalarni ajratish uchun tindiruvchi, filtrlar, sentrifuga va siklonlar ishlatiladi. Aralashtiruvchi qurilmalar sifatida kurakchali, ramali, yakorli, propellerli, turbinali aralash-tirgichlar ishlatiladi. Neft mahsulotlarini bir joydan ikkinchi joyga uzatish uchun markazdan qochma, porshenli, suv halqachali vakuum nasoslar ishlatiladi.

3. Neft mahsulotlarini kimyoviy qayta ishlashda, ya'ni katalitik kreking qilish uchun turli xildagi reaktorlar ishlatiladi.

4. Modda ajratish jarayonlarini olib borish uchun rektifikatsion kolonka, nasadkali adsorberlar, adsorberlar va desorberlar ishlatiladi hamda suyuqlik ekstraktorlari ishlatiladi.

Neftni qayta ishlash zavodlaridagi asosiy qobiqquvurli isitkichlar, asosan, qobiqdan va qobiq to'rlariga o'rnatilgan quvurlar to'plamlaridan iboratdir. Bu xildagi isitkichlarda quvurlar quvur to'rlariga jips qilib joylashtiriladi. Bu issiqlik almashganda issiqlik ta'sirida quvur va qobiq har xil o'zgaradi, shu sababli bunday qurilmalar quvurlar va qobiq o'rtasidagi haroratlar farqi bo'lmaganda (50°C gacha) ishlatiladi.

Haroratlar farqi 50°C dan katta bo'lganda quvur va qobiqning har xil uzayishiga qarab linza kompensatorli, harakatchan quvur

to'ri T simon issiqlik almashinish qurilmalari ishlatiladi. Linza kompensatorli qurilmalar quvur va qurilma devori o'rtasidagi bosim $6 \cdot 10^5$ Pa (6 atm) gacha bo'lganda ishlatiladi

Harakatchan quvur to'ri isitkichlarda quvur to'rlarining biri korpusga mahkamlanmaydi va haroratlar farqi katta bo'lganda ishlatiladi. Bu qurilmada pastdagi quvur to'ri harakatchan bo'lib, bunda quvurlar to'plami qurilmaning qobig'ida harorat ta'sirida uzayganda ham bemalol harakat qiladi. T simon qobiq quvurli issiqlik almashgichda issiqlik ta'sirida quvurlarning uzayishi qurilmaning konstruksiyasiga xalaqit bermaydi. Shuning uchun ularning konstruksiyasi sodda bo'lib, quvurlar to'plami bitta qo'zg'almas to'rga o'rnatilgan bo'ladi. Bu qurilmalarda quvurlarning ichki yuzasini tozalash qiyin va quvurlarni to'rga joylashtirish juda murakkabdir.

ГОСТ 9029-61-davlat standarti bo'yicha qobiqquvurli isitkichlar quyidagilarga bo'linadi:

TH — quvur to'rlari korpusga mahkam qilib o'rnatiladi, ya'ni qo'zg'almas quvur to'ri;

TJ — haroratlar farqini hisobga oluvchi linza kompensatorli;

TI — harakatchan quvur to'ri;

TY — T simon isitkich.

Qo'zg'almas quvur to'ri isitkichlar neft mahsulotlarini qayta ishlash zavodlarida siqilgan gazlarni sovitish uchun hamda kondensator sifatida propanni $70-85^{\circ}\text{C}$ dan $40-45^{\circ}\text{C}$ gacha sovitish uchun ishlatiladi. Sovituvchi agent sifatida suv ishlatiladi.

Kondensatorida suvning tarkibidagi qattiq zarrachalar quvur devoriga yopishib qolishi natijasida issiqlik o'tkazish jarayoni yomonlashadi. Shuning uchun qurilma o'z vaqtida grafik bo'yicha sistemadan uzilib, quvurlar tuz qoldiqlaridan tozalanadi. Agar sovituvchi suvni avval tozalab ishlatilsa, kondensatorning ishlash vaqti ko'payadi. Ayniqsa, agar sovituvchi agent sifatida dengiz suvi ishlatilsa, qattiq zarrachalar quvur devorlariga yopishib qoladi va quvurlar zanglab, korroziyaga uchrashi mumkin. Shuning uchun bu holda isitish quvurlarini tayyorlash uchun maxsus metallar tanlab olinadi. Isitish quvurlarining diametri $20-25$ mm li silliq quvurlardan tayyorlanadi. Hozirgi vaqtda isitish quvurlari qovurg'asimon shaklda ishlatiladi. Qovurg'alarning o'lcham kattaliklari quvur diametriga, devorning qalinligiga bog'liq bo'ladi. Qovurg'asimon quvurlarda quvur-

larning yuzasi 2,1—2,6 marta katta bo‘lib, issiqlik almashinish samarasi 30 % ga ko‘payadi.

Qobiqquvurli isitkichlar komplektli, 1 m² isitish yuzasiga kam metall sarflanadi, ammo kamchiliklardan ham xoli emas, chunonchi, hajmiy sarf bo‘lganda quvurlarning soni ko‘p bo‘lganligi sababli muhitlarning harakat tezligi kichkina, quvurlarning ichida va devorlarida tuz qoldiqlari hosil bo‘lib, issiqlik o‘tkazishning intensivligi kamayadi. Shuning uchun yuqori harorat va bosimlarda quvur ichida quvur shaklida isitkichlar ishlatiladi. Muhitlarning tezligi katta bo‘ladi, quvurning ichida va devorlarida tuz qoldiqlari yopishib qolmaydi. Neftni qayta ishlash zavodlarida quvur ichida quvur shaklidagi isitkichlarning turli xillari ishlatiladi: masalan, ko‘p yo‘lli, bir oqimli va ko‘p oqimli, ichki diametri 25, 38, 48, 50 mm bo‘lishi mumkin. Tashqi diametri 70, 89, 108, 133 mm bo‘ladi. Ichki va tashqi diametrlarining o‘lcham kattaligi diametriga qarab ular orasidagi halqasimon oraliqni turli o‘lcham kattaligida olish mumkin va oqim tezliklarini ham tanlab olish mumkin. Quvur ichidagi quvur shaklidagi isitkichlarning quvurlari qovurg‘asimon quvurlardan tayyorlangan issiqlik o‘tkazish samarasi 80 % ga ko‘payishi mumkin.

Bir oqimli quvur ichida quvur shaklidagi isitkichlarning kamchiligi shundaki, ularda flanes birikmalar soni ko‘p bo‘ladi. Oqimlarning kirishi va chiqishi uchun isitkichlar neft mahsulotlarini qayta ishlagandan so‘ng ba‘zi bir fraksiyalarini rektifikatsiya usuli bilan ajratib olish uchun bug‘latish maqsadida ishlatiladi. Bundan tashqari, ekstraktdan yoki rafinaddan selektiv erituvchilarni bug‘latish uchun ishlatiladi.

Isituvchilarda isituvchi agent sifatida ko‘pincha to‘yingan suv bug‘i ishlatiladi. To‘yingan suv bug‘i boshqa isituvchilarga nisbatan birmuncha afzalliklarga ega:

- 1) issiqlik berish koeffitsiyenti yuqori;
- 2) bir me‘yorda isitadi (bug‘ o‘zgarmas haroratda kondensatsiyalanadi).

Isitkichda isitish haroratini bug‘ning bosimiga qarab rostlash qulay. Bug‘ning kondensatsiyalanish issiqligidan to‘la foydalanish mumkin. Bu holda kondensatning chiqadigan qismiga kondensatsion gorshoklar yoki kondensatni ajratib oluvchi o‘lchagichlar qo‘yiladi. Isitkich ostki qismi sferiksion gorizontol

silindrlı qurılma bo‘lib, uning ichki qismiga bir yoki bir nechta quvurlar to‘plami o‘rnatilgan. Qurilmaning ichki qismiga suyuqlik — neft mahsuloti va quvurlar to‘plamiga isıtuvchi bug‘ beriladi.

Korpusning diametri 1400, 1600, 2000, 2400 va 300 mm bo‘ladi. Quvurlar to‘plamida bosim 16, 25 va 40 atm bo‘lishi mumkin. Quvurlar to‘plami quvur turlarining ikkinchi qismiga mahkamlanmagan. Quvur to‘plami neft mahsulotiga to‘liq botirilgan bo‘ladi.

Suyuqlik qisman va to‘liq bug‘latilgandan so‘ng plastina vositasida orqa tomonga berilib, keyin esa haydaladi.

Neftni qayta ishlash zavodlarida ikki xil kondensatorlar ishlatiladi: yuzali, aralashuvchi. Aralashuvchi kondensatorlar kam ishlatiladi, asosan, yuzali kondensatorlardan foydalaniladi. Sovıtuvchi agent sifatida, asosan, suv ishlatiladi.

Kondensatorida ikkita muhitda jarayon borib, muhitlardan biri o‘z holatini o‘zgartirib, ya‘ni bug‘ holidan kondensatga aylanadi. Issiqlik almashuv yuzasida issiqlikning o‘tishi keskin o‘zgaradi.

Yuzali kondensatorlar, asosan, rektifikatsion kolonnaning yuqori qismidan chiqayotgan bug‘larni kondensatsiya qilish uchun ishlatiladi. Bu bug‘lar, asosan, neft mahsulotlarining va qizdirilgan suv bug‘larining aralashmasidan iborat bo‘ladi. Kondensatsiya jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

1) suv bug‘larining kondensatsiya haroratigacha sovishi va shu vaqtning o‘zida neft mahsulotlari bug‘larining kondensatsiyalanishi;

2) suv bug‘larining va neft bug‘larining kondensatsiyalanishi;

3) kondensatning sovishi.

Kondensatorning yaxshi ishlashi uchun muhitlarning ma‘lum harakat tezligi mo‘ljallangan. Gidravlik qarshilikda issiqlik o‘tkazish koeffitsiyenti yuqori qiymatga ega bo‘lishi kerak.

Cho‘yan ilonizisimon quvurli kondensator-sovitkich, sek-siyali qurilmalar, sochib beruvchi kondensator-sovitkichlar ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda neftni qayta ishlash sanoatida havo bilan sovituvchi qurilmalar keng miqyosda qo‘llanila boshlandi. Havo kondensatorlari qo‘llanilganda ular tejamli bo‘ladi. Bundan tashqari, ularni ishlatish qulay, tuzatish oson va havo bilan sovitilganda quvurda ikkiyoqlama korroziyaga yo‘l qo‘yilmaydi.

Agar gaz va suyuqlik aralashmalariga qattiq jism zarrachalari va suyuqlik tomchilari aralashgan bo'lsa, bu *turli jinsli aralashmalar* deyiladi.

Neftni qayta ishlash jarayonining har bir bosqichida turli jinsli sistemalarni ajratib olishga to'g'ri keladi. Ajratib olish jarayonining tezligi sistemaning xarakteristikasiga, tashqi va ichki fazalarning xususiyatlariga bog'liq bo'ladi. Agar tashqi faza suyuqlik, ichki faza qattiq zarrachalardan iborat bo'lsa, bu *turli jinsli sistema* deyiladi. Agar tashqi faza suyuqlikdan iborat bo'lib, ikkinchi suyuqlikning tomchilari aralashgan bo'lsa, bu sistema *emulsiya* deyiladi.

Barcha turli jinsli aralashmalar quyidagi usullar bilan ajratiladi:

- 1) og'irlik kuchi ta'sirida;
- 2) markazdan qochuvchi va inersion kuch ta'sirida;
- 3) filtrlash usuli baland;
- 4) yuvuvchi suyuqlik yordamida;
- 5) yuqori kuchlanishli elektr toki yordamida.

Cho'ktiruvchi qurilmada suyuq fazadagi qattiq zarrachalar yoki suv tomchilari asta-sekin cho'ktiriladi.

Cho'ktirish davriy va uzluksiz bo'lishi mumkin. Davriy usulda suyuq faza tiniqlashtirilib, hosil bo'lgan cho'kma zichlashtiriladi va bir vaqtning o'zida fazalarning bir xillik tengligi kamayib boradi. Jarayon uzluksiz bo'lsa, fazalarni ajratuvchi bir xillik o'zgarmas bo'ladi.

Og'irlik kuchi bilan cho'kayotgan zarrachalarga tashqi fazaning ko'tarish kuchi va muhitning qarshiligi to'sqinlik qiladi. Ko'tarish kuchi tashqi muhit hajmiy og'irligiga teng bo'ladi. Muhitning qarshiligi quyidagi faktorlarga bog'liq:

- 1) shu muhitdagi zarrachalarning harakat tezligiga;
- 2) zarrachalarning o'lcham kattaligiga va shakliga;
- 3) tashqi fazaning yopishqoqligiga.

Zarrachalarning cho'ktirish tezligi harakat rejimiga bog'liq. Harakat rejimi Reynolds kriteriysi bilan aniqlanadi.

$0,2 \text{ Re} = 0,2-500$ o'tish, 500 turbulent.

Neft mahsulotlari tarkibidagi suv va iflosliklarni hamda qattiq zarrachalarni ajratib olish uchun degidrotorlar ishlatiladi. Degidrotorda uchta faza, ya'ni neft, suv va qattiq cho'kma qatlami bo'ladi.

Iflosliklarning cho‘kish tezligi suvning cho‘kish tezligidan katta bo‘lgani uchun iflosliklar qurilmaning tag qismiga cho‘kadi. Cho‘kmalar zichlanib qotib qolmasligi uchun avval suv degidratordan tushirib yuboriladi.

Degidratorda cho‘kish tezligini oshirish uchun degidratorda berilayotgan neft avval 110–120°C gacha isitiladi va neftning yopishqoqligi, muhitning qarshiligi kamayib, zarrachalarning cho‘kishi uchun qulay sharoit yaratiladi. Degidratolar bosim ostida ishlaydi, chunki qizdirish natijasida bug‘larning bosimi oshadi. Avvaldan belgilangan rejaga asosan degidratolar devorlariga yopishgan iflosliklardan tozalanib turiladi. Tozalash jarayoni maxsus qurilma yordamida gidromonitor yordamida kuchli issiq suv oqimi bilan iflosliklardan yuvib turiladi.

Degidratordalarda neftni to‘liq suvsizlantirib bo‘lmaydi. Shuning uchun suvni to‘liq ajratish uchun elektr degidratolar ishlatiladi. Neftning tarkibida har qanday 3% gacha noorganik tuzlar bo‘lib, ular neftni qayta ishlov berishdan avval suv bilan yuvib tozalanadi (korroziyaning oldini olish uchun). So‘ngra suv va suvda erigan tuzlar degidratorda tozalanadi. Tuzlarning konsentratsiya miqdoriga qarab bir marta va ularning miqdori ko‘p bo‘lsa, bir nechta qurilmada ketma-ket tozalanadi. Elektrodegidratolarning ishlash prinsipi kuchli emulsiya (neft-suv tomchilari)ga yuqori kuchlanishli o‘zgaruvchan tokni ta’sir qildirilganda mayda suv tomchilari yiriklashib, og‘irlik kuchi ta’sirida cho‘kadi.

Tiniqtirish vaqtida neft emulsiyalarining tarkibida organik kislotalar bo‘lganligi uchun muhit elektr o‘tkazuvchanligi kamayadi, suvsizlantirilayotgan neftga ma’lum miqdorda ishqor beriladi.

Elektr degidratolar gorizontal, vertikal holatda bo‘ladi. Ular silindrsimon qurilma bo‘lib, sferiksimon tag qismdan iborat bo‘ladi. Sanoatda, asosan, sharsimon elektrodegidratolar qo‘llaniladi, uning diametri 10,5 m, metall tayanchlar yordamida beton fundamentga o‘rnatilgan bo‘ladi. Muhitning harorati 110°C, qurilmadagi bosim 5–6,5 atm bo‘ladi.

Bosh taqsimlagich shunday o‘rnatilishi kerakki, teshiklardan berilayotgan neft emulsiyasi juft elektrodning o‘rtasiga burilishi kerak. Tuzlardan tozalangan va suvsizlantirilgan neft qurilmaning yuqori qismidan, suvda erigan tuz eritmalari qurilmaning pastki qismidan tushirib yuboriladi. Avtomatik tarzda suvning tushirilishi nazorat qilib turiladi. Sharsimon

elektrodegidratorning o‘lchami katta bo‘lgani uchun uning yuza qismida xizmat qilish noqulay. Shuning uchun gorizontaal elektrodegidratlar ishlatiladi.

Quyuq eritmaları (qattiq zarrachalarni), qiyin ajratiladigan suspenziyalarni ajratishda vertikal davriy ishlaydigan cho‘ktirish qurilmaları ishlatiladi. Bu qurilma aralashtirgich sifatida ham ishlatiladi.

Neftni qayta ishlashda, ayniqsa, surish uchun oladigan moylarni olishda, suspenziyalar tarkibidagi mayda zarrachalarni ajratib olishda filtrlar ishlatiladi. Filtr usuli tiniqtirish usuliga nisbatan bir necha yuksaklikka ega: hosil bo‘lgan cho‘kmani siqish natijasida va uni quritib, uning tarkibidagi kerakli suyuqlikni ajratib olish mumkin. Tiniqtirish jarayonida kerakli cho‘kma bilan neft mahsulotlari qurilmadan chiqarib yuboriladi. Filtr to‘qimalari sifatida ip gazlamali, simli to‘rlar, keramik materiallar ishlatiladi. Filtr to‘qimalar filtratsiya rejimiga (bosim, harorat), suspenziyaning xossalariga bog‘liq bo‘ladi:

- 1) o‘zgarmas bosimda pasayuvchan tezlikda;
- 2) o‘zgaruvchan tezlikda ko‘payuvchan bosimda.

Sanoatda filtrlash jarayoni avval minimal bosimda maksimal tezlikda olib boriladi, so‘ngra esa cho‘kma hosil bo‘lishi natijasida tezlikni o‘zgarmas qilib bosim oshiriladi. Bu vaqtda bosim oshirilishi nasos orqali amalga oshiriladi. Cho‘kmaning qalinligi oshganda filtratsiya tezligi kamayib boradi, minimal holatga yetganda filtratsiya jarayoni to‘xtatiladi.

8.2. Suvli muhitda korroziyanish

Kimyoviy, neft va neftni qayta ishlash, oziq-ovqat va qayta ishlash sanoatlarida eng ko‘p ishlatiladigan tabiiy modda — suvdur. Suv texnologik jarayonlarda xomashyo, issiqlik va sovuqlik tashuvchi vosita, kimyoviy reaktiv, erituvchi sifatida ishlatiladi.

Suvning texnologik jihatdan yaroqliligi unda erigan moddalar (tuzlar) miqdori bilan xarakterlanadi. Shunga ko‘ra chuchuk suv, sho‘r (dengiz) suv, qattiq, yumshoq, o‘ta qattiq suvlar bo‘ladi.

Tabiatda uchraydigan manbayiga ko‘ra atmosfera (yomg‘ir, tuman, qor), yerusti (daryo, ko‘l, botqoqlik), dengiz (okean, sho‘r ko‘llar), yerosti (artezian) suvlariga bo‘linadi.

Bu suvlarning barchasi korrozion muhit nuqtayi nazaridan qaraganda korroziyaga olib keluvchi manbalardir.

8.3. Chuchuk suv muhitidagi korroziya

Tarkibi jihatidan chuchuk suvning korroziyalash xususiyati past hisoblansa-da, keyingi vaqtlarda atmosferaning kuchli ifloslanishi sababli korrozion xususiyati yuqori manbalarga kiritilyapti.

Suvning korrozion aktivligi uning qattiqligi, Ca CO_3 ni cho'ktirish yoki erituvchanligi, NH_4^+ ionlari, Cl^- , SO_4^{2-} , Br^- , J^- , F^- ionlari miqdori, H_2SO_4 , CO_2 ning eriganligi bilan xarakterlanadi.

Korroziya jarayonlarida suvda erigan HCO_3 ionlari miqdori ham muhimdir. Bu ionning suvda mavjud bo'lishi, qisman CO_2 ning suvda erishidan kelib chiqadi. Shunga ko'ra, CO_2 ($\text{pH}=4,3$) va HCO_3^- ($\text{pH}<8,5$) lar eriganligi tufayli bo'lsa, suvning agresivligi juda yuqori bo'lib, bu muhitda korroziya tez boradi. Agar suvda CO_3^{2-} ionlari ($\text{pH} > 8,5$) ko'p bo'lsa (asosan, qattiq suvlar), korroziya sekin boradi yoki metall sirtida CaCO_3 va MgCO_3 lar hosil bo'lib, korroziya himoya pardasini hosil qiladi.

Shu sababli suvning korrozion xususiyatini aniqlashda uning CaCO_3 tuzini erita olish yoki cho'ktira olish xususiyatlaridan foydalaniladi. Bu suvning *to'yinish ko'rsatkichi* deyiladi: $J = \text{pH} - \text{pH}_s$.

pH suvning ayni haroratdagi e'tiborga olib aniqlangan pH qiymati;

pH_s — ayni haroratda suvning unda erigan CaCO_3 bilan muvozanat holatida aniqlangan pH qiymati;

$$\text{pH}_s = f_1(t) - f_2(\text{Ca}^{+2}) - f_3(\text{Hs}) + f_4(\text{P}).$$

$f_1(t)$; $f_2(\text{Ca}^{+2})$; $f_3(\text{Hs})$ va $f_4(\text{P})$ — suvning harorati; suvdagi Ca^{+2} ioni miqdori; ishqoriyligi va umumiy tuzlar miqdoriga bog'liq bo'lgan kattaliklar.

Agar $v > 0$ bo'lsa, suvda CaCO_3 cho'kadi, agar $v < 0$ bo'lsa, suv agressiv xossaga ega, agar $v > 0$ bo'lsa, suv stabil xossali hisoblanadi. Tabiiy suvlarda turli ionlar erigan holda bo'ladi (6-jadval).

Suv tarkibida NH_4^+ ionlarning bo'lishi, suvda mikrofloralar (o'simliklar) rivojlanishini tezlatadi va biogen korroziyaga olib keladi.

Fe⁺² ionlarning bo‘lishi suvdagi O₂ miqdorini kamaytirib, korroziyani sekinlatsa, Fe⁺³ katod jarayonlarini tezlatib, korroziya tezligini oshiradi. Chunki Fe⁺² ionlari qaytaruvchining Fe⁺³ ionlari oksidlovchilik xossasiga ega. Suvda Su⁺² ionlarining bo‘lishi po‘lat sirtida o‘tirib, Cu⁰ gacha qaytariladi va kontakt korroziyani kuzatadi.

Suvda erigan HSiO₃⁻, SiO₃⁻² ionlari korroziya ingibitorlari hisoblanib, korroziyani sekinlashtiradi.

6-jadval

Tabiiy suvda ko‘p tarqalgan ionlar va ularning miqdorlari

Kationlar	Anionlar	Konsentra-tsiyasi, mg/kg
Na ⁺ , K ⁺ , Ca ⁺² , Mg ⁺²	HCO ₃ ⁻ , CL ⁻ , SO ₄ ⁻²	1—5*10 ⁴
NH ₄ ⁺ , Fe ⁺² , Mn ⁺² ,	F, NO ₃ ⁻ , CO ₃ ⁻² , HS ⁻ HSO ₃ ⁻	0,1—10
Cu ⁺² , Zn ⁺² , Ni ⁺² , Al ⁺³	S ² , NO ₃ ⁻ , HPO ₄ ⁻²	>0,1

Ishlab chiqarishdagi oqova suvlar tarkibiga ko‘ra korroziya jihatidan agressiv bo‘lib, korroziyaning turli ko‘rinishlari paydo bo‘lishiga olib keladi.

Sho‘r (yoki dengiz) suvda korroziyalanish. Bu korroziyalanish chuchuk suvdagiga nisbatan ancha tez va murakkabroq boradi. Bu suvning korroziyon xususiyati uch (kimyoviy, fizikaviy va biologik) omil bilan belgilanadi.

Sho‘r suvlarning korroziyon aktivligi undagi Ca⁺² va Mg⁺², Na⁺, Cl⁻ ionlar, yuqori elektr o‘tkazuvchanligi, yuqori pH qiymati bilan belgilanadi. Bu ionlar ichida eng korroziyon xavfli Cl⁻ ionlaridir. Shu sababli ko‘pchilik hollarda sho‘r suvning korroziya xususiyati Cl⁻ ionlari ishtirokida o‘rganiladi.

Sho‘r suv muhitida, asosan, umumiy va pitting korroziyalari ro‘y beradi. Hosil bo‘ladigan pittinglarning chuqurligi muhitning biologik aktivligiga ham bog‘liq. Shu sababli sho‘r suvlarda metallning korroziyaga chidamliligi pitting hosil bo‘lish potentsiali qiymati bilan o‘lchanadi.

8.4. Mikrobiologik korroziya

Ma'lumotlarga qaraganda, neft va tabiiy gazlar tarkibida merkaptan, poli poligion birikmalar va H_2S ning paydo bo'lishi biologik jarayon sababli bo'lib, H_2S hosil bo'lishida ishtirok etuvchi bakteriyalar, asosan, neft qatlami, quduq suvlari, neft suvlari tarkibida bo'ladi.

Mikroorganizmlar metallarga bevosita ta'sir etmasa-da, ular hayot faoliyati davomida suvdagi almashinish, gazlar miqdori, elektrolit tarkibi va pH ni o'zgartirish bilan korrozion muhitning tarkibini o'zgartirib, metall sirtidagi himoya qavatlarini buzilishiga sabab bo'ladi.

Bu jarayon uch bosqichdan iborat:

- 1) mikroorganizmlarning kislorod konsentratsiyasiga ta'siri;
- 2) «metall — eritma» sirt chegarasida muhitning tarkibi va xossasining kimyoviy o'zgarishi;
- 3) korroziya mahsulotlarining ajralib chiqishi.

Muhitdagi kislorod miqdoriga ko'ra, biologik korroziyada anaerob va aerob bakteriyalar ishtirok etadi.

Anaerob bakteriyalar kislorodsiz muhit ($pH=5-9$)da oltingugurt tuzlari va oltingugurt saqlagan muhit mavjud bo'ladi. Ularning chiqindi mahsuloti H_2S dir.

Sulfatlarni qaytaruvchi bakteriyalar (SQB) sulfat kislota tuzlarini H_2S gacha qaytaradi. Natijada kislorod bo'lmagan sharoitda (N^+ ionlari ishtirokida) elektrokimyoviy korroziya ro'y beradi. S^{-2} ionlari esa korroziya mahsulotlari FeS (qora cho'kma) hosil bo'lishida ishtirok etadi.

Kislorodli muhitda aerob bakteriyalar rivojlanadi. Ular «oltingugurtni oksidlovchi» va «temirni oksidlovchi» turlarga bo'linadi. Birinchisining mahsuloti S va 0,5 % li H_2SO_4 eritmasi hosil bo'lishi sababli $pH=0,7$ gacha kamayadi. Ikkinchisidan Fe tuzlari hosil bo'ladi. Ma'lumki, dengiz suvidagi korroziya avval tez borib, keyin sekinlashadi. Chunki metallning sirti mikroorganizmlar bilan qoplanadi. Kislorod diffuziyasi sekinlashadi, uning bir qismini aerob bakteriyalar o'zlashtiradi. Lekin bu sharoitda anaerob bakteriyalar faoliyati kuchayib, sekinlashgan korroziya

yana tezlashadi va uning tezligi himoya qavatini qalinligiga bog'liq bo'lmay qoladi.

Umuman, SQB metallga katod depolarizatorlari sifatida ta'sir etib, anod jarayonlarini tezlashtiradi, chunki korroziya mahsuloti FeS hosil bo'lishi, elektrod atrofi muhitidagi Fe^{+2} larini kamaytirib, muvozanatni o'ngga suradi.

Neft tarkibidagi SQBlarning mavjud bo'lishi neft konlarini burg'ilashda, ularning samaradorligiga, neftni saqlash, qayta ishlash va tashishda katta qiyinchiliklar keltirib chiqaradi. Chunki ular neft va uni qayta ishlash sanoati asbob-uskunalaridan foydalanish jarayonida yuqoridagi sabablarga ko'ra qator qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi.

8.5. «Neft-gaz» aralashmasining korroziyon xususiyati va unga ta'sir etuvchi omillar

Neftni qazib olish, saqlash, tashish va qayta ishlash sohalarida ishlatiladigan asbob-uskuna, jihozlar, quvurlar, asosan, «neft-gaz-suv»dan iborat ko'p komponentli o'ziga xos xususiyatli muhit bilan doimiy «aloqada» bo'ladi. Shu boisdan bu sohada ishlatiladigan metallar va ularning qotishmalari asosidagi detallarning tashqi tuzilishi, tarkibi, xususiyatlari bilan birgalikda neft-gaz-suv aralashmasining korroziyon xususiyatlari bilan tanish bo'lishi kerak.

Ma'lumki, neft tarkibi jihatidan to'yingan, to'yinmagan va aromatik uglevodorodlar, geterotsiklik birikmalar, kislorodli, azotli va oltingugurtli organik moddalarning mikrogeterogen aralashmasidan iborat.

Korroziyon agressivligi jihatidan «neft-suv» sistemasi yuqori molekular massali uglevodorodlar, smola va asfaltenlar bo'lib, bu moddalar tarkibida uglevodorod radikallaridan tashqari O, N, S atomlarining bo'lishi ularning korroziyon xususiyatlarining o'ziga xos bo'lishiga sabab bo'ladi. Bu sistemaning kolloid-fizik xossalari ham ular korroziyon xususiyatlarini belgilab beruvchi omillar qatoriga kiradi.

Geterotsiklik birikmalar o'zlarining kolloid va texnik xossalari jihatidan sirt aktiv moddalar xossalari takrorlab, «metall-uglevodorod-elektrolit» sistemasida yuzaga keluvchi sirt hodisalarida asosiy rolni o'ynaydi.

Azotli organik birikmalarning korroziyon xossalari turlicha bo'lib, ayrimlari korroziyani tezlashtirsa, aksariyati flotoreagentlik, ingibitorlik, bakteritsidlik va sirt aktivlik xossalarini namoyon qiladi. Shu sababli neft tarkibida azot birikmalarining miqdori va turi uning korroziyon xossasini aniqlashda katta ahamiyatga ega.

Neft tarkibidagi kislorodli birikmalar qatoriga naften kislotalar (karbon kislotalar) kirib, ularning miqdori 0,03 dan 1,7 % gacha bo'ladi. Ularning asosini monokarbon kislotalar hamda ularning ishqoriy metallar bilan tuzlari emulgator va ko'pik hosil qiluvchilik, amidlari — sirt aktivlik, dispergatorlik, ingibitorlik xossalarini namoyon qiladi.

Neft tarkibiga kiruvchi smola va asfaltenlar chin va kolloid eritmalar holida bo'lib, neft emulsiyalari stabilizatorlari vazifasini o'taydi. Ular «neft-suv» sistemasida turli moddalar (suv, parafinlar, gaz, qattiq zarrachalar) tarqalishiga ta'sir etadi.

Neftning korroziyon xossalari uning qaysi usulda qazib olinishi, qanday qatlamda yotishi, neft konlarini ishlatish, uni saqlash va qayta ishlashda qo'llaniladigan texnika va texnologiyalar turiga bog'liq.

Qazib olinadigan neftning tarkibi va xossasi «gaz-suyuqlik» sistemasining agressivligiga ta'sir etadi.

Neft konlari suvlari, neft tarkibida tarqalgan suv, asosan, tarkibida NaCl, MC_2 va $CaCl_2$ tuzlari saqlagan bo'lib, ular yuqori konsratsiyali sho'r suvlar turiga kiradi. Ular $pH=7$ bo'lgan neytral eritma bo'lib, H_2S , CO_2 , O_2 larning miqdoriga ko'ra, turli darajadagi korroziyon agressivlik namoyon qiladi. Sharoitga qarab bu muhitdagi metallar korroziyasi vodorodli va kislorodli depolarizatsiyalanish bilan boradi.

«Neft-suv» sistemasining korroziyon xususiyati ularning miqdoriy nisbatlariga (qaysi biri dispers muhit, qaysinisi dispers faza bo'lishiga) bog'liq. Har qanday holda ham «neft: H_2O^4 » nisbati kichrayib borishi bilan neftning agressivligi ortib boradi.

Bunda «neft emulsiyalari» hosil bo'lib, muhitning xossasini aniqlashda asosiy rol o'ynaydi. Ular liofob dispers sistemalar bo'lib, unchalik yuqori bo'lmagan disperslikka egaligi sababli, vaqt bo'yicha termodinamik beqarordir.

«Neft emulsiyalari «teskari emulsiyalar qatoriga kirib, «suv/moy» (S/M) suv — «qutbli dispers faza», neft «dispers muhit» rolini oʻynaydi. Bu turdagi emulsiya qutbsiz komponentlar (neft) bilan oson aralashadi, gidrofob yuzani tanlab hoʻllaydi, elektr oʻtkazuvchanligi juda kichik. Dispers fazaning miqdoriga koʻra neft emulsiyalari konsentrlangan polidispers sistemalar qatoriga kirib, fazalar nisbati 1 % suvdan to 1 % neftgacha boʻladi. Bu dispers sistemaning asosiy molekular-kinetik xossasi agregativ barqarorligi boʻlib, u ikkala fazaning bir-biridan ajralish vaqti bilan xarakterlanadi. Bunday barqarorlikning asosiy sabablari qatoriga: sistemadagi emulgatorlarning konsentratsiyasi, fazalari sirt chegarasida adsorbsion (solvat) qavatning hosil boʻlishi va mexanik (tuzilish) xossalarning yaxshilanishidir. Neft emulsiyalarining stabillashuvi ularga neft tarkibidagi kuchli sirt aktiv (neft va yogʻ kislotalarining miqdori) va kuchsiz sirt aktiv moddalarning (asfalten, asfaltogenlar) va qattiq mineral aralashmalar (parafin, qattiq smolalar)ning mavjudligi bilan tushuntiriladi.

Yuqorida aytilganlardan kelib chiqadigan xulosa: neft va neft mahsulotlarining korroziyon xususiyati, asosan, qazib olinadigan neftning geterogen (neft-gaz-suv) sistemaligiga, bu sistemadagi muhitning fizik-kimyoviy xossalari, alohida fazalarning tarkibi va taqsimlanganligiga, asosiy depolarizatorlar N_2S , O_2 larning miqdori va taʼsiriga bogʻliq.

8.6. Neftni atmosfera va vakuumli haydash jarayonlari uskunalarini korroziyalanishdan himoyalash

Oʻrganiladigan asosiy tushunchalar: yuqori va past haroratda korroziyalanish, neftni deminerlash, deminerlashdan keyingi qoʻshimcha neytrallash, atmosferali haydash kolonnasi «boshagi»ni korroziyadan himoyalash, korroziya jarayonini nazorat qilish.

Neftni atmosfera bosimi sharoitida qayta haydash jarayonida ishlatiladigan uskuna va jihozlar, neftlar tarkibidagi uch xil asosiy korroziyalovchi:

- oltingugurt birikmalari (H_2S va merkananlar...);
- naften kislotalar ($R-SOON$);

• mineral tuzlar ($\text{MeClm Me}=\text{Na}^+, \text{Mg}^{+2}, \text{Ca}^{+2}$) bo'lib, bu moddalar uglerodli va legirlangan po'latlar bilan turli harorat sharoitida turlicha korroziyalovchi xususiyatlarni namoyon qiladi.

Yuqori haroratli sharoitdagi korroziya. Yuqori haroratli sharoitda ishlovchi uskunarlar qatoriga atmosfera pechining quvurlari, pech va haydash kolonnasi o'rtasidagi neftni yetkazish quvurlari, haydash kolonnasining tubi kiradi.

Bu sharoitda korroziyalovchi moddalar:

— oltingugurt birikmalari;

— naften kislotalari;

a) *oltingugurtli birikmalar ta'sirida.* Bu korroziya neft tarkibidagi H_2S , merkaptan R-SH va boshqa oltingugurt birikmalari ta'sirida 260°C da yuzaga keladi, harorat ortishi bilan korroziya tezligi ortadi. Korroziya mahsuloti sifatida FeS hosil bo'lib, po'latning u bilan ta'siri uskunarlar yemirilishini tezlashtiradi (H_2S li korroziyani esga oling);

b) *naften kislotalar ta'siri.* Naften kislotalar — gazoyl va atmosferali haydash qoldig'i cho'kindilari, kerosin fraksiyasi kondensati darajasidagi moddalar tarkibiga kiruvchi organik kislotalardir. Bu moddalar neftning kislotalilik ko'rsatkichi (JA; 1 g neftni neytrallash uchun ekvivalent bo'lgan KOH ning milligrammlar soni)ni tashkil etadi. Naften kislotalariga ko'ra ($\text{R}, \text{R1}$)— C_6H_5 — COOH umumiy formulaga mos keladi. Neft tarkibidagi (N.K) miqdoriga ko'ra kislotalilik ko'rsatkichi turlicha bo'ladi:

Neft turi	Kislotalilik ko'rsatkichi, mg KOH/g
Eron nefti	0,1
Og'ir arab nefti	0,07
Venesuela nefti	0,5—1
Gabon nefti	0,5—1
Nigeriya nefti	0,5—3

Naften kislotalari 280—380°C harorat oralig'ida neft mahsulotlari tarkibidan H₂S, RSH lar bilan birgalikda quyidagi mexanizm bo'yicha korroziya jarayonini keltirib chiqaradi:

- H₂S po'lat bilan ta'sirlashib, FeS dan iborat sulfid pardani hosil qiladi, bu parda korroziyani sekinlashtiradi;

- suyuq holdagi naften kislotalari metall sirtida hosil bo'lgan FeS dan iborat sulfid pardani yemiradi va FeS ni Fe⁺² ning eruvchan karboksilatlar Fe (OOCR)₂ ga aylantiradi, metallning sirti ochila boshlaydi;

- sirti FeS pardasidan tozalangan po'lat jihoz yanada chuqurroq va tezroq korroziyalanadi.

Yuqori haroratli korroziyaning oldini olish:

- 1) qayta ishlanadigan neft tarkibini yaxshilash (H₂S, RCOOH lar miqdorini kamaytirish) bilan uning kislotalilik ko'rsatkichini kamaytirish kerak;

- 2) ishlatiladigan jihozlarning korroziyaga bardoshlilikini oshirish. Buning uchun xromli po'latlar (5—12% Cr) ishlatilsa, CrxSy ni kamaytiradi.

8.7. Past haroratdagi korroziyalanish

Bu korroziya jarayoni haydash kolonnasining bosh qismi (zanjiri)da ro'y berib, ajralib chiquvchi agressiv gazsimon moddalar H₂S va HC uning sababchilaridir.

H₂S ning ta'siri. Vodorod sulfid gazi bir tomondan neft tarkibidan, ikkinchi tomondan atmosfera pechida oltingugurt saqlagan moddalar krekensh tufayli ajralib chiqadi. Uning miqdori neft tarkibidagi H₂S va S li modda miqdori va ishchi haroratga bog'liq bo'lib, 975°C da barcha oltingugurtning 2% i H₂S holida bo'ladi.

Past haroratda gaz holatidagi H₂S ning korroziyon aktivligi ancha past bo'lib, suyuq holga o'tganda sulfid kislotaga aylanib, yuqori korroziyon aktivlikka ega muhit hosil qiladi.

Haydash kolonnasining bosh qismi liniyasida suv bug'larining shudring nuqtasida kondensatsiyalanishi sababli hosil bo'lgan suvda H₂S ning erishi sababli ham aktiv korroziyon muhit yuzaga keladi.

Lekin bu muhitda H₂S ning eruvchanligi eritma pH ga bog'liq bo'ladi. pH = 5 da eruvchanlik deyarli nolga teng bo'lsa, pH=7

atrofida yuqori qiymatga ega bo‘ladi. Shu yuqori pH qiymatida muhitning korrozion aktivligi ham yuqori bo‘ladi, yemirilish mahsuloti sifatida «boshak»da FeS yig‘iladi.

Gaz holatidagi HCL ning hosil bo‘lishi sababi:

— HCL gazining hosil bo‘lishiga asosiy sabab xomashyo holidagi neft tarkibidagi mineral tuzlardir. Mineral tuzlar neftni qazib olish jarayonida va uning transportirovkasi (asosan, dengiz orqali) paytida neft tarkibiga o‘tib qoladi;

— neft yer tagidan qazib olinayotganda g‘ovak tuproq qatlami orqali erigan tuzlar bosim va harorat o‘zgarishi sababli tuzlarning suvda eruvchanligi kamayadi;

— suvning qisman bug‘lanishi tufayli va neft qatlamida quvurlarning ulanish joylarida tuzlarning kristallanishi sodir bo‘ladi. Transportirovka jarayonida quvur, katta sig‘imli omborlarda qolgan suv qoldiqlari ishtirokida emulsiyalar hosil qiladi.

Bu holatlarning barchasida mineral tuzlar ishtirok etadi, ular qatoriga:

- natriy xlorid NaCl (barcha tuzning 70%i);
- magniy xlorid (MgCl₂, 20 % ga yaqin);
- kalsiy xlorid (CaCl₂, 10 % ga yaqin).

Qayta ishlashga yuboriladigan neftda hajm jihatidan 0,1 dan 0,6% gacha suv bo‘ladi.

Neft tarkibidagi mineral tuzlarning miqdori qazib olinadigan konlar va sharoitga ko‘ra o‘zgaruvchan bo‘ladi.

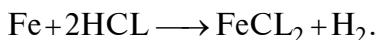
Bu mineral tuzlar quyidagi salbiy xossalarga ega:

— neftni dastlabki qizdiruv jihozlari (issiqlik almashtirgichlar)ning sirti ifloslanishiga olib keladi;

— yuqori haroratda gidrolizlanib, HCL gazi hosil qiladi:



Hosil bo‘lgan HCL gazi suv bug‘lari bilan birgalikda korroziyaning ichki sirti va payvandlar chiziqlari bo‘ylab kuchli korroziya jarayonini boshlaydi:



8.8. Xomashyo holdidagi neftni deminerallash

Neftni deminerallash — uning korrozion aktivligini kamaytirishning asosiy usullaridan biri bo‘lib, xomashyo holdidagi neft tarkibidagi mineral tuzlarni maksimal darajada ajratib olishdir.

Neft tarkibida mineral tuzlar ikki:

- uglevodorodlar bilan aralashgan kristallar;
- neft tarkibidagi suvda erigan tuzlarning emulsiyasi ko‘rinishlarida bo‘ladi.

Neft tarkibidagi mineral tuzlar erigan suv tomchisi (emulsiyasi) o‘lchami 1/10 mikron bo‘lib, uning emulsiya zarrachasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi va emulgator zarrachalari yordamida barqarorlashgandir.

Neft tarkibidagi emulgatorlar qatoriga:

- naftenatlar;
- asfalten yoki oleatlar (organik kislota tuzlari);
- temir sulfidi kiradi.

Suv tomchisi emulsiyasi. Emulsiya yadrosini o‘rab turuvchi qatlam murakkab, ko‘p qavatli tuzilishga ega ekanligi sababli tomchilarning o‘zaro bir-biriga qo‘shilib ketishi (dekantatsiyasi)ga qarshilik qiladi. Emulsiyaning «yoshi» qanchalik katta bo‘lsa, uning buzilishi shunchalik qiyin va barqarorligi yuqori bo‘ladi.

Deminerallash jarayoni maqsadi — neft xomashyosi tarkibidagi barcha mineral tuzlarni «evakuatsiya» qilishdir. Bu jarayon demineralizatorida amalga oshirilib, quyidagi o‘zaro ketma-ket boruvchi bosqichlardan iborat:

- «neft-suv» yupqa qatlami orqali mineral tuzlarni «deminerallash suvi»ga o‘tkazish;
- elektr maydoni ta’sirida tuzga to‘yingan suv tomchilarini elektrokoalesensiya yo‘li bilan yiriklashtirish;
- gravitatsiya kuchlari ta’sirida neft xomashyosi tarkibidagi suvni ajratish.

Demineralizatorning ishlash prinsipi:

a) *neft tarkibidagi tuzlarning suvda diffuziyalanishini ta’minlash.* Buning uchun qaynoq suv bir necha joydan neft tarkibiga purkaladi va emulsiyalangan «neft-suv» aralashmasi demineralizatorga yuboriladi. Suvning umumiy miqdori 3—6% ni tashkil etib, aralastirgich yordamida aralastirilib turiladi;

b) *suv tomchilarini elektrokoalesensiyalash*. Suvning neftdagi emulsiyasi uzluksiz neft fazasida suv tomchilarining tarqalishidan hosil bo'lgan 1/9 mikron o'lchamdagi zarrachalardan iborat. Bu zarrachalarni neft tarkibidan ajratish (separatsiyalash) uchun gravitatsion ta'sir tufayli yiriklashtirilib, suv qatlam holiga o'tkaziladi (dekantatsiyalanadi).

Suv tomchilarining o'zaro birikib yiriklashuvi *koalesensiya* hodisasi deyiladi.

Bunga quyidagi omillar to'sqinlik qilishi mumkin:

— juda yuqori tezlikda neft va suvni aralashtirish natijasida barqaror emulsiya hosil bo'lishi;

— suv tomchilarining o'zaro qo'shilishini qiyinlashtiruvchi moddalar (naftenatlar va temir sulfid)ning tomchilar atrofida yig'ilib qolishi;

— aksariyat hollarda yuqoridagi omillar ta'sirini kamaytirish suv va tuzni ajratib olish uchun elektrokoalesensiya usulidan foydalaniladi.

Elektrokoalesensiyaning asosiy vazifasi suv molekulari qutbliligidan foydalanib, ularni birlashtirishdan iborat. Suv molekularida kislorod atomi (b—) zaryadga, vodorod atomlari (b+) zaryadga zaryadlanib, qutbli tuzilishga ega. Suvda Na^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Cl^- ionlari erishi tufayli uning qutbliligi yanada ortadi va tashqi elektr maydoni ta'sirida «dipol-dipol» o'zaro ta'sir sababli tomchilarning o'zaro qo'shilishi tezlashadi.

Tomchilarning qo'shilishi:

— suv tomchilarining o'zgaruvchan tok ta'sirida batartib joylashuvi va harakati;

— suv tomchilarining o'zaro tortishuvi tufayli osonlashadi va yuz beradi.

Neft tarkibida suvning foiz miqdorining yuqoriligi va elektr maydoni kuchining kattaligi demineralashgan suv miqdorini oshiradi;

d) *neftdagi suv emulsiyasining buzilishi*. Emulsiya holda neft ichida tarqalgan suv tomchilari turli kuchlar ta'sirida qo'shiladi va solishtirma og'irligi moysimon qatlamnikidan katta bo'lgani ($p = 2 \text{ g/sm}^3$) uchun demineralizator tubida yig'iladi. Bu jarayon ma'lum vaqt oralig'ida ro'y beradi. Bu oraliq:

— suv tomchilari diametri kattalashuvi;

— suv va neft fazalari zichliklari o'rtasidagi farqning ortishi;

— neftning qovushqoqligi kamayishi bilan kamayadi.

Demineralizator qovushqoqligi $2-5 \text{ mm}^2 / \text{santistoks}$ boʻlgan aralashmaning 20—30 daqiqa davomida ajratishga rejalashtirilgan.

Demineralangan neft idishning yuqori qismida gorizontal holda joylashgan quvurlarda yigʻiladi.

Suv idish tubidagi moslamalar orqali chiqarib yuboriladi. Demineralizatorning asosiy ishchi parametrlari qatoriga:

- harorat;
- yuvuvchi suvning % miqdori;
- suvni purkash nuqtasi;
- aralashtirgich klapanida kuch (bosim)ning kamayishi;
- deminerallashtirish suvining manbai;
- neft va suv sirti chegarasi sathi;
- deemulgatorning yetkazib berilishi kiradi.

Demineralangan neft tarkibida 2—7% gacha suv qolib ketadi, lekin suv tarkibidagi tuzning miqdori ancha kamayadi. Demineralizatorning ish unumi 95% ni tashkil etadi.

Lekin qoldiq suv tarkibidagi tuz gidrolizlanib, HCL ni hosil qiladi. Bu modda taʼsirida haydash kolonnasining «boshag»i korroziyalana boshlaydi. Shu sababli deminerallangan neft qayta (qoʻshimcha) neytrallanadi.

8.9. Deminerallashtirishdan keyingi qoʻshimcha neytrallashtirish

Bu jarayonning vazifasi: deminerallangan neftga soda (Na_2CO_3) eritmasini yuborish. Maqsadi: qolgan tuzlar (MgCl_2 , CaCl_2)ni $\text{Mg}(\text{OH})_2$ va CaCO_3 holida ajratib chiqarish. Neft qoladigan NaCl atmosferali haydash choʻkmasi bilan chiqarib yuboriladi.

Bu jarayon unumdorligiga xalaqit beradigan omillar:

- «neft-suv» muhitida kam miqdordagi tuzlar bilan neytrallovchi reagent oʻrtasidagi oʻzaro taʼsirlashuvning qiyinligi;
- ortiqcha olinishi mumkin boʻlgan soda taʼsirida jihozlar yemirilishining oldini olish uchun zarur boʻlgan soda miqdorini aniqlash (hisoblash). Optimal soda miqdori 5—10 ppm ni tashkil etadi.

Yuqorida aytib o‘tilgan tadbirlar amalga oshirilgandan so‘ng deminerallangan neft atmosferali haydash kolonnasi «boshag»idagi kondensatorda yig‘iladi. Uning tarkibi uglevodorod va oz miqdordagi suv aralashmasidan iborat bo‘lib, oson kondensatsiyalanadi.

Uning oldini olish uchun kondensatsiyalanishning quyidagi ikki usulidan foydalaniladi:

- 1) suvli muhitdagi HCL ni neytrallash;
- 2) metall sirtida himoya pardasi hosil qiluvchi aminobirikmalar purkash.

HCL ni neytrallash: HCL ni barcha komponentlar kondensatsiyalanishidan avval ikki usulda neytrallanadi:

a) *ammiak bilan neytrallash*. Bu usulda sistemaga gaz holdagi ammiak yuboriladi va HCL gazsimon holdagi ammoniy xlorid tuziga aylantiriladi. Bu tuz kondensatsiyalangan suvda erib, HCL hosil qiladi va uning miqdorini pH metriya usuli bilan aniqlab, neytrallangan HCL miqdori aniqlanadi. Bu usulning kamchiliklari:

Birinchisi. Sistemadagi HCL miqdori ko‘p bo‘lsa, ko‘p miqdorda tuz hosil bo‘lib, gaz holdan kristall holdagi moddaga aylanadi va kondensatsiyalanishdan avval tuz cho‘kindisi kolonna tubiga cho‘kadi, natijada «cho‘kindi ta’siridagi» juda xavfli korroziya turini keltirib chiqaradi. Bu «boshak»dagi xloridlar miqdori > 50 ppm bo‘lganda sodir bo‘ladi.

Ikkinchisi. Ammiak sistemaga kiritilganda pH ning ortishi oqibatida gaz holdagi H₂S ning suvda eruvchanligi ortadi. Bu qo‘shimcha H₂S li korroziya jarayoni yuz berishiga olib keladi. Buning oldini olish uchun deminerallash suvini qizdirib, erigan ammiakni bug‘latib turish kerak;

b) *neytrallovchi aminobirikmalardan foydalanish*. Atmosferali haydash kolonnasida vodorod xloridni neytrallash uchun morfolin — geterotsiklik aminobirikma $O(CH_2-CH_2)_2NH$ dan foydalaniladi. Uning ta’sirida:

$O(CH_2-CH_2)_2NH + HCL = O(CH_2CH_2)_2NH^+ CL^-$ suvda eruvchan barqaror tuz hosil bo‘ladi.

Afzalligi:

- idish tubi (devori)da korroziya keltirib chiqaruvchi cho‘kindi hosil qilmaydi;

• kolonnadagi chiquvchi mahsulotda pH ni aniq va oson nazorat qilish imkoniyatini beradi.

Ishlatilish usuli:

Neytrallovchi aminobirikma kolonnaga kondensatsiyalanish boshlanishidan avval purkaladi. Purkaladigan amin miqdori maxsus usulda hisoblanadi:

Masalan: oqim harakati = 95 t/soat;

fraksiya harakati = 92 t/soat;

purkash miqdori (%) = 4 ppm;

aminning solishtirma og'irligi — 1,005 kg/sm³.

Hisoblash: sarflanadigan aminning massasi:

$m = 4(95+92) = 4 \text{ ppm} * 187000 \text{ t/soat} = 0,748 \text{ kg/soat}$.

Sarflanadigan eritma hajmi:

$V = m/p = 0,748 \text{ kg/soat} / 1,005 \text{ kg/l} = 0,74 \text{ l/soat}$.

Neytrallash jarayonini boshqarish — kolonna «boshag»ida o'rnatilgan suvning pH ini o'lchovchi asbob ko'rsatkichi asosida amalga oshiriladi. Optimal jarayon uchun pH = 7 bo'lishi kerak, buning uchun neytrallashda:

— pH juda kichik bo'lmasligi kerak. Aks holda HCL ko'pligi oqibatida kislotali korroziya ro'y beradi. Shuning uchun «boshak»dagi suv sathining pH i suv bug'lari kondensatsiyalanishi vaqtidagi pH dan kichik bo'lishi kerak;

— pH juda yuqori ham bo'lmasligi kerak. Aks holda H₂S ning eruvchanligi ortib, korroziya tezligi oshadi va korroziya mahsulotlari (FeCl₂, FeS) tufayli «qora suv» hosil bo'ladi.

Tajribaning ko'rsatishicha, ish jarayonidagi eng maqbul muhit pH = 5,5—6,0 ekan.

Himoya pardasi hosil qiluvchi aminlar — ingibitorlardan foydalanishda ular suv bug'lari kondensatsiyalanishidan avval idish devorlariga o'tirib qolishi uchun purkaladi. Himoya pardasi barqaror turishi uchun amin doimiy purkab turiladi.

Sarflanadigan aminning miqdori:

- oqimning hajmi (miqdori) (FR 55) = 95 t/soat;
- benzin uzatilishi (SNFB, FC 53) = 92 t/soat;
- purkash koeffitsiyenti = 3 ppm (massaga nisbatan);

• amin (eritma)ning zichligi = $0,91 \text{ g/sm}^3$ (kb/l);

a) parda hosil qiluvchi amin massasi:

$$3 * (92+95) = 0,56 \text{ kg/soat};$$

b) hajm bo'yicha: $0,56/0,91 = 0,6 \text{ l/soat}$ kabi hisoblanadi.

Korroziya jarayonlarini nazorat qilib borish.

Korroziyaga qarshi himoya choralari bosqichlari:

• neft xomashyosini deminerallash;

• mineral tuzlar qoldig'ini neytrallash;

• kolonna «boshag»ida hosil bo'ladigan HCL ni aminlar yordamida neytrallash;

• idish ichki devorlariga himoya pardasi hosil qiluvchi aminlar bilan ishlov berib turish.

Umuman, korroziyalanish jarayonini quyidagi usullar yordamida nazorat qilib turiladi:

a) *rezervuar «boshag»idagi xloridlar miqdorini o'lchab borish.*

Bu xloridlar: HCL ni neytrallashda hosil bo'lgan aminokloridlar, temir xloridi va suvdagi HCL sababli paydo bo'ladi. Barcha tadbirlar natijasida 10 ppm dan ko'p bo'lmagan miqdordagi xloridlar bo'lishiga erishish zarur;

b) *temir ion miqdorini nazorat qilish.* Eritmadagi temir ionlari miqdori korroziya jarayonlari ko'lamini belgilab beradi. Uning miqdorining kamligi korroziyalanish ko'lami kamligini bildirib, miqdori ppm birliklarida ifodalanib turiladi;

d) *korroziya belgilari paydo bo'lishini kuzatib borish.* Bunda korroziya indikatorlaridan foydalaniladi.

Ishlatilayotgan jihozlar yasalgan metall qotishmalaridan yasalgan plastinka namunalari ishlab chiqarish jarayoni muhitida saqlab turiladi va vaqt-vaqti bilan tekshirib boriladi. Namunada yuz beradigan sifat va miqdor o'zgarishlari asosida tegishli xulosalar chiqariladi.

Yuqorida keltirilgan barcha tadbirlarni amalga oshirish bilan har yili ishlatiladigan jihozlar sirtini yuz mikron yemirilishdan saqlashga erishiladi.

9. KORROZIYAGA QARSHI HIMOYA USULLARI

9.1. Epoksidli lok-bo‘yoq va ПЭ changidan hosil qilingan izolatsiya qoplamalari

Metallarni korroziyadan himoya qilish yo‘nalishlaridan biri — turli polimerlar asosidagi lok-bo‘yoqlarning izolatsiya qoplamasidan foydalanish. Bunday qoplamalarga furanli, poliefirli, epoksid smolali polimer qoplamalari kiradi.

Quyida ayrim polimer lentalarining xossalari keltirilgan.

7-jadval

Polimer lentalarining fizik-mexanik xossalari

T/r	Ko‘rsatkich	ПИЛ	ПВХ-БК	МИЛ ПВХ-СЛ	ПЭЛ	ПТСМ
1	Qalinligi, mm	0,3	0,4	0,3	0,3±0,4	1,0
2	Kengligi, mm	410, 500	450, 500	450, 500	500	500
3	Sovuqqa chidamliligi, °C, kam emas	—30	—50	—50	—60	—60
4	Solishtirma hajm o‘tkazish qarshiligi, 20°C da, Ω m, kam emas	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹	10 ¹⁴	58·10 ¹¹
5	Adgeziya, n/sm	—	1,5	1,5	1,0	50
6	Ishlatish harorati, °C	—30.. +30	—50..+60	—0..+50	—30.. +60	—60.. +60

a) Epoksid smolasining ishlatilishi. Epoksidli lok-bo‘yoq materiallari, boshqa izolatsiya qiluvchi materiallarga nisbatan quvur yuzasiga surkash texnologiyasi oson va qimmatbaho xossaga ega. Shunga ko‘ra, u korroziyadan himoya qilishda qoplama sifatida ko‘p ishlatiladi. Uning himoya qilish ko‘rsatkichi tarkibiga qo‘shiladigan qotiruvchi moddalarning turiga va quritish haroratiga bog‘liq. Qotiruvchi moddalar sifatida alifatik aminlar (polietilen poliamin va geksametilen-diamin) ishlatiladi. Bulardan tashqari, lok-bo‘yoq materiallarining xossalari qo‘shiladigan pigmentlar, to‘ldiruvchilar, plastifikatorlar va modifikatorlarga ham bog‘liq bo‘ladi.

Epoksid smolalarining erituvchisi sifatida: erituvchi, inert komponenti va aromatik erituvchidan tashkil topgan aralashma ishlatiladi. Masalan, aseton (3-qism), ksilol (4-qism) va etilselluloza (3-qism).

Surkalgan epoksidli lok-bo‘yoq qoplamasini quritish 18–22°C da 24 soat davomida amalga oshiriladi. Surkalgan epoksid smola qoplamasining yuqori haroratda qurishi, uning yopishqoqligini sodir etadi. Bunday qoplamaga ega bo‘lgan quvurlarni harorati +60°C gacha bo‘lgan va namligi yuqori bo‘lmagan (quruq) tuproq sharoitida ishlatish mumkin. Masalan, ПЭП-534 markali epoksid qoplamasining nam yer sharoitidagi ishlash muddati 10–15 yilni tashkil qilsa, quruq tuproq sharoitida esa uning ishlash muddati, o‘rtacha 30 yilni tashkil qiladi.

b) Emal va steklo (oyna)-emal qoplamalari. Stekloemal (oyna emali) — oyna ko‘rinishidagi qattiq anorganik massani eritish orqali olingan mahsulot. Oyna emali oksidlardan tashkil topgan bo‘lib, u metall yuzasiga bir yoki bir nechta qavat qilib surkaladi.

Emal tarkibiga turli oksidlarni qo‘shish orqali, uning ishlatilish sharoitining katta diapazonda bo‘lishi ta‘minlanadi.

Emaldan yoki oyna emalidan tashkil topgan himoya qoplamalari zavod yoki baza sharoitlarida hosil qilinadi. Bunday qoplamalarning himoya va boshqa ko‘rsatkichlari (butunligi, yopishqoqligi, elektr qarshiligi) yuqori bo‘ladi. Lekin bunday qoplamalar qimmat hisoblanadi. Shunga ko‘ra ular maxsus sharoitlarda, ya‘ni agressiv muhitlarni quvurlar orqali haydashda yoki quvurni agressiv muhit yuzasiga yotqizishda ishlatiladi.

d) Polietilen kukuni asosidagi qoplama. Zavod sharoitida quvur yuzasiga changlatish orqali hosil qilinadi. Polietilen kukunini quvur ustiga purkashdan oldin, quvurning yuzasida yopishqoqligini oshiruvchi (yopishtiruvchi) qatlam hosil qilinadi.

Yopishtiruvchi modda sifatida etilen-vinilatsetat sopolimeri hamda butil kauchugi asosidagi kompozitsiya ishlatiladi. Hosil qilish texnologiyasi quyidagicha:

- quvurning yuzasi tozalovchi mashina yordamida hamma iflosliklardan tozalanadi;
- quvur 220 — 250°C gacha qizdiriladi (quvur qalinligiga ko'ra);
- aylanib turgan quvurning yuzasiga polietilen kukuni sepiladi (purkaladi);
- sepilgan $\Pi\Theta$ zarrachalari quvur yuzasiga yopishib eryladi va butun $\Pi\Theta$ pardasini hosil qiladi;
- hosil qilingan qoplama (60—70°C gacha) sovitiladi;
- sifati tekshiriladi.

9.2. Izolatsiya qilish ishlarini bajarishda mehnat himoyasi va texnika xavfsizligi

Himoya qoplamalarini quvur yuzasiga surkash bo'yicha bajariladigan barcha ishlarga: tibbiy ko'rikdan o'tgan, texnika xavfsizligi qoidalarini o'qigan va muvaffaqiyatli imtihon topshirgan shaxslar qo'yiladi. Imtihon topshirganligidan qat'i nazar, har bir shaxs ish joyi bo'yicha texnika xavfsizligi yo'riqnomasini o'rganib, maxsus jurnalga imzo chekadi.

Ortish, tashish, tushirish va izolatsiya materiallarini tayyorlash ishlari tegishli texnika xavfsizligi qoidalariga binoan amalga oshiriladi. Izolatsiya tarkibini qizdiruvchi va erituvchi qozonlar zich yopiladigan va yonmaydigan qopqoqqa ega bo'lishi kerak. Eritishda qozonning hajmi to'ldiriladi. Qizdirish va eritish ishlari yog'och omborlari joylashgan yerdan kamida 50 m uzoqlikda bajarilishi kerak. Uy ichida izolatsiya tarkibi elektr bilan isitiladigan bochkalarda qizdiriladi. Ochiq olovda qizdirish man etiladi. Qizdiriladigan bitumni suyultirishda bitum benzina quyiladi, benzinni bitumga emas. Bitum mastikasini tayyorlovchi va surkovchi shaxslar: himoya ko'zoynagi, rezina etik, maxsus qo'l-qop, respiratorlar va boshqalar bilan ta'minlangan bo'lishlari kerak.

Oyna ipli material bilan ishlovchi shaxslarning maxsus zich kiyimi, himoya ko'zoynagi va qo'lqopi bo'lishi kerak.

Izolatsiya qoplamalarining sifatini nazorat qiluvchi shaxslar, bilim darajasini tekshiruvchi kvalifikatsiya komissiyasidan o'tishlari kerak. Defektoskop asbobi bilan ishlaganda dielektrik qo'lqopi, rezina etigi bo'lishi kerak. Bundan tashqari, asbobni ishlatish ko'rsatmasiga rioya qilinishi zarur.

Korroziya turi, uning kelib chiqishi, kechish jarayonining o'ziga xosligidan kelib chiqib, korroziyadan himoyalashning quyidagi asosiy prinsiplari mavjud:

1) konstruksion metallarning kimyoviy bardoshlilikini oshirish;

2) texnologik yoki metallardan foydalanish muhitining agressivligini kamaytirish;

3) metall sirtiga agressiv muhit ta'siridan himoyalovchi qatlam yotqizish bilan ularning o'zaro ta'sirlashuvining oldini olish;

4) himoyalananadigan metallning elektr potensialini boshqarish.

Neft va gaz sanoati jihozlari va uskunalarini korroziyadan himoyalash uchun quyidagi asosiy usullardan foydalanish tavsiya etiladi:

— qazib chiqarilgan (neft, gaz, suv) mahsulotning dastlabki past agressiv xossalarini saqlab qolish, ya'ni neft, gaz va suvga agressiv moddalar tushib qolishi (H_2S va O_2)ga yo'l qo'ymaslik yoki ishlatilayotgan jihoz va uskunalarining ishlatilish sharoitida korroziyadan himoyalash uchun texnologik choralarini qo'llash;

— korroziya ingibitorlarini qo'llash, himoya pardalari, nometall materiallar, korroziyaga himoyalash kabi maxsus chidamli metall va qotishmalar, elektrokimyoviy himoyalash kabi usullardan foydalanish.

Bu choralar ichida eng ko'p qo'llaniladigani va samaralisi texnologik jihatdan metall yoki qotishmalarining parametrlarini o'zgartirish va ingibitorlardan foydalanish usullaridan birgalikda foydalanishdir.

Konstruksion materiallarning kimyoviy bardoshlilikini oshirish usulidan, asosan, konstruksion materiallarning metall qotishmalariga korroziyaga chidamli metallar — legirlovchi qo'shimchalar qo'shib legirlash nazarda tutiladi. Bunday kimyoviy

barqaror qo‘shimchalar qatoriga xrom, nikel, titan, kremniy kiradi. Umuman, turli metallar qo‘shimchalarning korroziyaga qarshi himoyalash xususiyatlari 7-jadvalda keltirilgan.

9.3. Korroziyadan himoyalashning ingibitorlash usuli

Ingibitorlar — korroziya tezligini kamaytiruvchi vositalar deb, juda kam miqdori agressiv muhit ta’sirida korroziyalanish jarayonlari tezligini kamaytirish xossasiga ega bo‘lgan anorganik yoki organik moddalarga aytiladi.

Ingibitorlar qo‘llanilish sharoitiga ko‘ra suyuq fazali va bug‘ (gaz) fazali ingibitor bo‘linadi.

Suyuq fazali ingibitorlar neytral, kislotali va ishqoriy sharoitda ishlatiladigan ingibitorlar turiga bo‘linadi.

Oqova suvlar va neft konlari suvlari muhitidagi jihozlarni korroziyadan himoyalash uchun neytral muhitli ingibitorlar 85—90 % hollarda vodorod sulfidli neftlarni qazib olish, ularni saqlash, qayta ishlash bilan bog‘liq jihozlarni himoyalash uchun kislotali sharoitdagi ingibitorlar, burg‘ilash vositalari ishlatiladigan quduqlardagi jihozlarni himoyalash uchun ishqoriy muhitda tuzilmalar ishlatiladigan ingibitorlardan foydalaniladi.

Ingibitorlar himoyalash ta’siri mexanizmiga ko‘ra ham tasniflanadi.

Ingibitorlarning himoya ta’siri. Umuman, ingibitorlarning himoya ta’siri ularning har qanday korroziya jarayoni tezligiga teskari ta’sir etishga asoslangan. Ingibitorlarning korroziyaga qarshi himoyalash xossasi, eng avvalo, ingibitorlar molekulalarining «metall-muhit» sirt chegarasida metall sirtiga adsorbsiyalanishi bilan boshlanadi. Ingibitorning korroziya tezligini kamaytirishi keyingi bosqichlarda; «metall-ingibitor» bo‘g‘inining kuchi va tabiatiga va himoyalash xususiyati korroziyalanayotgan metallning fizik-kimyoviy xossalari, metall sirtining zaryadiga; kechayotgan elektrokimyoviy yemirilish jarayonining anod va katod reaksiyalari xarakteriga; elektrod jarayon tabiati va uning o‘takuchlanish qiymatiga; ingibitor molekulasi tuzilishi va tarkibiga; «ingibitor-metall» bo‘g‘inining kuchiga va tabiatiga; adsorbsiyalanuvchi modda konsentratsiyasi, u bilan metall sirtining to‘lishiga va uning sindiruvchanlik xossasiga; haroratga; ayni ingibitor adsorbsiyasiga to‘sqinlik qiluvchi boshqa adsorbentlarning borligi va ularning tabiatiga bog‘liq bo‘ladi.

Ingibitorlarning metall sirti bilan ta'sir mexanizmi to'g'risida quyidagi qarashlar mavjud:

1. Adsorbsiyalangan ingibitor «metall-muhit» sirt chegarasi (elektrod jarayoni)dagi qo'sh elektr qavatning zaryadlar taqsimotiga ta'sir etadi. Natijada ro'y berayotgan elektrokimyoviy jarayonning yoki tezlashuvi, yoki sekinlashuvi ro'y beradi.

2. Ingibitorning metall sirtiga adsorbsiyalanishi tufayli metall aktiv sirtining qoplanishi (bekilishi) tufayli yuzasi qisman yoki to'liq kamayadi va metallning elektrokimyoviy erishi to'xtaydi. Bunda korroziya jarayonining tezligi adsorbsiyalanmay, qolgan metall sirt yuzasi qiymatiga bog'liq bo'lib qoladi.

Umuman, ingibitorlash jarayoni davomida yuqoridagi ikkala taxmin ham amal qiladi.

Organik ingibitorlarning metall sirtiga adsorbsiyalanishi metallning elektrod potentsiali qiymatiga bog'liq bo'ladi. Bunday ingibitorlarning maksimal adsorbsiyalanishi «nol zaryadi nuqtasida» yuz beradi. Metallning nol zaryad nuqtasi deb, metallning sirtida zaryad zichligi nolga teng bo'lgan potensial qiymatiga aytiladi. Bu tushuncha A.N.Frumkin tomonidan metallarning eritmalarda anorganik va organik moddalarni adsorbsiyalash va elektrolit eritmasi bilan ho'llanishini xarakterlovchi o'ziga xos kattalik sifatida kiritilgan.

Bu tushunchalarga asosan, agar metallning sirti manfiy zaryadlangan bo'lsa, unga musbat zaryadli ingibitorlarni (va aksincha) qo'llash kerak.

Ingibitorlar adsorbsiyasini metallga tashqi manbayidan kuchlanish berib, uni o'zgartirish, ya'ni «katodli polarizatsiyalash» usuli bilan ham boshqarish mumkin (korrozion muhitga galoid, sulfid va rodanid ionlarini kiritib). Katod polarizatsiya usulini qo'llash bilan neytral va kislotali ($\text{pH} \ll 7$) muhitda kation turidagi ingibitorlarning himoya xossasini oshirish mumkin. Metallarni kombinatsiyali himoyalash usuli shunga asoslangan. Bu usul tufayli hatto ayrim neytral ingibitorlar temirga nisbatan himoyalash xossasiga ega bo'lib qoladi. Galoid va sulfid ionlari ishtirokida o'ziga xos adsorbsion qavat hosil bo'lib (nol nuqta potentsiali musbat potensial tomoniga surilib), metall sirtiga organik modda adsorbsiyalanishini kuchaytiradi va ingibitorlarning himoya xossasini oshiradi.

Metallarni korroziyadan himoyalash uchun qo'llaniladigan turli ingibitorlar, ularning nomlanishi, ishlatilish sharoiti va maqsadi to'g'risidagi ma'lumotlar 7-jadvalda keltirilgan.

9.4. «Elektrolit-uglevodorod» sirt chegaralarida korroziyadan himoyalash ingibitorlari

Ma'lumki, neft va gaz sanoatida metallarning korroziyalanishi, asosan, «elektrolit-uglevodorod» ikki fazali muhitda (H_2S , CO_2 , O_2 , H_2O lar ishtirokida) ro'y beradi. Shu sababli bizni ko'proq «E-U» fazalari muhitida boradigan korroziyalanishda qo'llaniladigan ingibitorlarning ta'sir mexanizmi va u bilan bog'liq muammolar qiziqtiradi.

Bu ingibitorlarning himoyalash ta'siri ikki xil: harakatda (oqimda) va statsionar (yoki juda sekin harakatlanuvchi oqim) sharoitlarida namoyon bo'ladi. Ingibitorlarning ta'sir kuchi effekti (Z) asosiy kattalik bo'lib, bu sharoitlarda u quyidagicha hisoblanadi:

$$Z = \frac{V_0 - V_{\text{ing}}}{V_0} \cdot 100 (\%),$$

bu yerda: V_0 va V_{ing} — metall sirtining ingibirlanmagan va ingibirlangandagi korroziya tezliklari.

Bu formula bo'yicha hisoblangan Z ning qiymati (15—85%) ingibitorning umumiy aktivligini xarakterlasada, ingibitorlarning bir-biriga nisbatan kuchini xarakterlab bera olmaydi.

Bu hisoblashlarda ikki ixtiyoriy konsentratsiyada Z ning qiymati aniqlanib, Lengmyur izomeriyasi bo'yicha «Z-C» bog'liqlik grafigi chiziladi. Bu grafikdan ingibitorning 90% himoya effekti beradigan minimal konsentratsiyasi aniqlanadi. Ingibitorlar kuchini solishtirish a ning qiymati asosida olib boriladi.

a ning qiymati qanchalik katta bo'lsa, ingibitor korroziya tezligini shuncha ko'p sekinlashtiradi.

Umuman, «E-U» ikki fazali muhitda H_2S ishtirokida boradigan korroziya jarayonlari metall sirtining gidrofillanishi asosiy rolni o'ynashini e'tiborga olib, ingibitorlarni tanlash zarur. Bunda, asosan, e'tibor metallning gidrofillanishini kamaytiruvchi yoki gidrofobligini oshiradigan moddalarni qo'llash kerak. Ular qatoriga tarkibida azot atomlari saqlagan kation xossalari (kolloid) sirt faol moddalar, ya'ni juda kam (0,01 %) miqdorda metall sirti bilan aktiv ta'sirlashuvchi quyidagi moddalar kiradi:

1) alifatik mono- va diaminobirikmalar va ularning hosilalari (diamin-dioleat, oktadetsilamin, ИКБ-4, АНП-2);

2) imidazolinlar va ularning hosilalari (ИКБ-2 Kontollar: К-178, К-147);

3) to'rtlamchi ammoniy tuzlari va ularning hosilalari (Arkvad 2С; Arkvad Т-50; Arмаk С; ГИПХ-37; ГИПХ-180);

4) piridin hosilalari (Katapin А; БПВ; КПИ; И-1-В; И-1-Д; И-1-Д; И-1-Е)lar kiradi.

Uglevodorodlarda eruvchi ingibitorlarning bunday xususiyatlari P. A. Rebinderning sirt faol moddalari (SFM)ning qattiq sirtlarni tanlab ho'llash nazariyasi asosida tushuntiriladi.

Bu nazariyaga ko'ra SFM molekulari qutbli qismi bilan metall sirtiga xemosorbsiyalanadi, gidrofob qismi bilan esa atrof-muhitga yo'nalib «metall-muhit» fazalari chegarasidagi qutblilik farqini kamaytiradi va metall sirtining gidrofoblanishi ro'y beradi. Gidrofoblanishning effekti SFMning qutbli qismi metallga qanchalik kuchli bog'langanligiga bog'liq. Qo'llaniladigan SFM ning miqdoriga ko'ra metall sirti gidrofillikdan gidrofoblikka o'zgaradi va metallning uglevodorod bilan ho'llanishini osonlashtiradi. Ammo vaqt o'tishi bilan gidrofob sirtining gidrofilligi yana orta boshlaydi. Bunda adsorbsiyalangan birlamchi SFM qavati ustida ikkinchi SFM qavati hosil bo'ladi.

«Metall sirtida»gi metall-uglevodorod muhitida SFM xossali ingibitorning himoya qavatini hosil qilish mexanizmi (Rebinder bo'yicha) «Elektrolit-uglevodorod» muhitidagi elektrolit tomchisi ikkinchi qavatdagi SFMning qutbli qismi bilan ta'sirlashib, uglevodorod qavatida qoladi va elektrolit qavatini hosil qiladi. Ikkala qavatdagi SFMlarning o'zaro oriyentatsiyalangan gidrofob qismlari orqali ta'sirlashib, metall sirtida bimolekular tuzilishli himoya pardasini hosil qiladi va korroziya tezligining keskin kamayishiga olib keladi.

Anorganik ingibitorlar. Metallar va ular qotishmalarining aksariyat qismi ochiq havoda, suvli va suv-uglevodorod muhitlarida ishlatiladi. Bu muhitlarda ishlatiladigan jihozlar va uskunalar ishlatilish sharoitiga ko'ra suvda erimaydigan turli anorganik moddalar asosidagi ingibitorlar bilan himoyalanaadi. Keng ishlatiladigan korroziyaga qarshi himoya vositalari qatoriga nitritlar (NO_2^-), nitratlar (NO_3^-), xromatlar ($\text{C}_2\text{O}_4^{-2}$), karbonatlar (CO_3^{-2}), sulfatlar (SO_4^{-2}), fosfatlar (PO_4^{-3}) kiradi.

Ulardan ayrimlari bilan tanishib chiqamiz:

NaNO_2 —natriy nitrit. Suvda ishlatiladigan metallarni himoyalash uchun qo'llaniladigan eng arzon ingibitordir. Himoyalash xossasi: oksidlovchilik xossasi tufayli metall sirtida Fe_2O_3 oksid pardasini, ya'ni metallni passivlash, ya'ni anod jarayoni tezligini kamaytirishga asoslangan.

Konsentratsiyasi 0,03% va undan yuqori qiymatlarda eritma muhiti $\text{pH} < 6$ da ingibitorlik xossasini namoyon qiladi. $\text{pH} = 9/10$ da eng yuqori ingibitorlik xossaga ega bo'ladi, buning uchun u kalsinatsiyalangan soda bilan birgalikda ishlatiladi.

Bu ingibitor metall konstruksiyalarni yasash va uzoq muddat saqlashda ishlatiladi (5—10 % li eritmasi; $t = 1-5$ daq), himoya muddati tekis yuza uchun 1 oy, shliflangan yuza uchun 1 haftani tashkil etadi.

NO_2^- ionlarning suvli eritmadagi ingibitorlik xossasi Cl^- ioni konsentratsiyasiga bog'liq bo'lib, $\{\text{NO}_2^-\} / \{\text{Cl}^-\} = 10$ bo'lishi shart.

NaNO_2 kontakt korroziyadan himoyalashda ham ishlatiladi; «legirlanmagan po'lat-zanglamaydigan po'lat», «legirlanmagan po'lat-nikellangan po'lat», «legirlanmagan po'lat-xromlangan po'lat» juftliklarini NaNO_2 metall yoki uning qotishmasiga ishqor va mahalliy kuchlanish ta'sir etganda qo'llaniladi. Bunda suvli eritmada NaNO_2 ning miqdori 30—40 % (ishqor miqdoriga nisbatan) bo'lishi kerak.

Xromatlar — barcha rangli va qora metallarni himoyalashda kuchli vosita sifatida qo'llaniladi. Ingibitorlik xossasi $1,6 \cdot 10^{-3}$ mol/l dan boshlanadi (kaliy bixromat).

Agar ishlatiladigan metall «suyuqlik/havo» chegarasi (vaterliniya)ga ega bo'lsa, 2—3 g/l konsentratsiyali eritmasi ishlatiladi, ammo ingibitor sarflanib bo'lganda korroziya yana havo chegarasida boshlanadi. Shuning uchun bu xromatlar korrozion muhitga vaqt-vaqti bilan qo'shib turilishi kerak.

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ bixromat-ionlari (kislotali ingibitor)ning himoyalash kuchi CrO_4^{2-} xromatlarga nisbatan uch marta kuchli.

Na_2SO_4 erigan (0,1 mol/l) suvli muhitda xromatlar va bixromatning ingibitorlik kuchi;

Na_2SO_4 —0,062 mol/l; i_2CrO_4 — 0,067 mol/l;
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ — 0,170 mol/l; $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$ —0,054 mol/l.

Issiqlik tashuvchi moslamalarda suvda 10^{-4} — 10^{-3} mol/l kaliy bixromat bo‘lganda ular ishonchli xromatli himoyaga ega bo‘ladilar.

Xromatlarning ingibitorlik xossasi eritmada Cl^- ionlari miqdoriga bog‘liq. Eritmada xlor ionlari bo‘lganda bixromat ionlari miqdori odatdagidan 2—3 marta ko‘p bo‘lishi talab etiladi.

Harorat ortishi bilan (bixromat-ionlari miqdori yetarli bo‘lganda) xromatlarning korroziyaga qarshi himoya kuchi ortadi va xromatlardan yuqori haroratda ham ingibitorlar sifatida foydalanilsa bo‘ladi. Lekin past haroratlardagiga nisbatan (5°C da = 10^{-4} mol/l; 40°C da — $2 \cdot 10^{-4}$; 60°C da — $5 \cdot 10^{-4}$ mol/l) ko‘proq miqdorda xromatlar ishlatilishi kerak.

Keyingi yillarda samarali ingibitorlar sifatida organik xromatlar: siklogeksilamin xromati, guanidin xromati, metilamin xromati, izopropilamin xromatlari ishlatilyapti. Eritmada CO_3^{2-} va Ce ionlari mavjud bo‘lganda xromatlarning eritmada konsentratsiyasi odatdagidan ancha yuqori bo‘lishi kerak.

Turli metallar o‘zaro kontaktda bo‘lganda xromatlarning ingibitorlik effekti kam bo‘ladi. Bunday hollarda ularning konsentratsiyasini oshirish zarur. Distillangan suv yuqori haroratda po‘latni mahalliy korroziyalanishga olib keladi. Bunday hollarda korroziyani sekinlatish uchun issiqlik tashuvchi jihozlarda quyidagi tarkibli:

1000 mg/l $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ + 400 mg/l Na_2CO_3 yoki 500 mg/l $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ + 500 mg/l NaNO_2 + 500 mg/l Na_2CO_3 aralashma ingibitorlar ishlatiladi.

Fosfatlar — suvli sovitgichlarni himoyalashda keng qo‘llaniladigan ingibitorlardir. Na_2HPO_4 va Na_3PO_4 holida ishlatiladi. NaH_2PO_4 kuchsiz ingibitor, chunki suvli eritmada u eriganda eritma pH ning qiymati kislotali tomonga siljiydi.

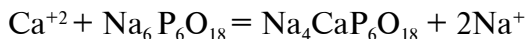
Fosfatlar ta’sirida metall sirtida kam eruvchan Fe_2O_3 va $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tarkibli himoya qavati hosil bo‘ladi va korroziyalanishga asosiy to‘siq vazifasini o‘taydi.

Juda tez korroziyalanayotgan metall sirtini himoyalash uchun «tezlik bilan fosfatlash» usulidan foydalaniladi. Buning uchun 12% li fosfat eritmasi 5 kun davomida doimiy aylanma harakatda

saqlanadi. Eritma to'kiladi, sistema quritiladi va yana 2 soat davomida shu sikl takrorlanadi.

Samarali ingibitorlar sifatida polifosfatlar ($P_3O_{10}^{-5}$) va ($P_3O_{18}^{-6}$)lar ishlatiladi. Ular konsentratsiyalari 10 mg/l bo'lganda kuchli ingibitorlik xossasini namoyon qiladilar. Polifosfatlarning bu xususiyati Ca^{+2} ionlari ishtirokida kuchayadi. $Ca^{+2} = 0,5$, Ca^{+2} polifosfat = 0,5 da yuqori effekt kuzatiladi. Suvda kislorodning bo'lishi ham amaliy ahamiyatga ega, agar Ca^{+2} ionlari bo'lmasa, $\{O_2\} = 1\text{mg/l}$, agar Ca^{+2} ionlar bo'lsa, 1,5 mg/l O_2 va pH = 57 bo'lishi zarur.

Polifosfatlar ichida geksametafosfat (GMF) keng tarqalgan ingibitordir. Uning ingibitorlik xossasi quyidagi



tenglama bo'yicha suvda yaxshi eruvchan kompleks birikma hosil bo'lishi bilan izohlanadi. Ca^{+2} yuqori konsentratsiyada bo'lsa, $Ca(P_3O_{10})_2$ cho'kmasi hosil bo'ladi, himoya pardasi metall sirtiga o'tirib qoladi va korroziyani sekinlatadi.

Tarkibida 2500 mg/l NaCl, 100 mg GMF, 60 mg/l Ca^{+2} saqlagan suvli eritmada po'lat sirtida $(NaH)FeCa(PO_3)_5 \cdot 8H_2O$ himoya qavati yuzaga keladi.

Polifosfatlar ishlatilganda suvli muhitning tarkibiga, harorati va oqim tezligiga e'tibor berish lozim. Oddiy kam harakatchan holatda 25—200 mg/l polifosfat, 0,5—2 m/s tezlik oqimida 20—25 mg/l GMF samarali ingibitorlik xossasini namoyon qiladi.

Silikatlar. Silikatlar suvli muhitda murakkab tarkibli kolloidlar holida mavjud bo'lib, uning umumiy tarkibi $nNa_2O \cdot nSiO_2$ ga to'g'ri keladi. Bu modda suvda quyidagi ionlarni hosil qiladi: Na^+ , OH^- , SiO_3^{-2} , $HSiO_3^{-2}$, $(SiO_3)_x^{-2X}$, $(H_2SiO_3)_x$. Bu ionlarning ingibitorlik xossasi eritma pH ning harorati boshqa tuzlar miqdoriga bog'liq bo'ladi.

Silikatlar, neytral eritmalarda yirik zarrachalar $(SiO_3)_x^{-2}$ holida, ishqoriy muhitda esa SiO_3^{-2} ko'rinishda bo'ladi. $t^\circ = 50^\circ C$ gacha ularning ingibitorlik xossasi kuchayib boradi, $50^\circ C$ dan yuqorida kamayadi.

Silikatlar, asosan, issiq va sovuq suv quvurlarini himoyalashda ishlatiladi (15—20 mg/l). Suvda kalsiy va magniy ionlari (100—150 mg/l) bo'lishi yomon eruvchi tuzlar holdagi himoya pardasi hosil qilib, silikatlarining ingibitorlik xossasini kuchaytiradi.

Silikatlar kontakt korroziyani ham sekinlashtiradi. Ular, asosan, anionlar holida bo'lgani uchun korroziya mahsuloti Fe^{+2} ionlari bilan ferrosilikatlar hosil qilib, himoya pardasiga aylanadi.

Boratlar natriy (borat Na_3BO_3 ; natriy tetraborat $Na_2B_4O_7$; natriy perborat $NaBO_3 \cdot 4H_2O$) ham ingibitorlar sifatida qo'llaniladi. Bu moddalar katta bufer sig'imi (pH ning 1 birlikka o'zgarishi uchun yetarli qiymat) tufayli korroziyani himoyalashda pH qiymatini yetarlicha saqlab tura oladi. Bu ingibitorlar turli metallar (po'lat, cho'yan, mis,...)dan yasalgan uskuna va jihozlarni himoyalashda ishlatiladi.

Volframatlar, molibdatlar va vanadatlar ham ingibitorlik xossasiga ega. Natriy volframatning 500 mg/l dan boshlab ingibitorlik xossasi namoyon bo'la boshlab, 2000 mg/l da korroziya to'liq to'xtaydi. pH=9 da bu qiymat 1000 mg/l ni tashkil etadi.

Molibdat natriy 1 mmol/l (0,001 mol/l) dan boshlab ingibitorlik xossasiga ega bo'ladi. Eritmada Cl ionlari 200 mg/l ni tashkil etgan muhitda bu qiymat 5—10 m mol/l ni tashkil etadi. $5 \cdot 10^{-2}$ mol/l konsentratsiyada korroziya to'xtaydi. Meta ($NaVO_3$) va (Na_3VO_4) vanadatlar ham korroziya tezligiga teskari ta'sir etadi. Metavanadat korroziyani eritmadagi konsentratsiyasiga proporsional ravishda kamaytirsam, ortovanadat konsentratsiyaning ma'lum qiymati ($1 \cdot 10^{-2}$ mol/l)da uning ingibitorlik xossasi maksimumga yetadi.

Bu moddalarning barchasi ekologik jihatdan zaharli moddalar bo'lgani uchun ular ishlatilgan suvlar (eritmalar) atrof-muhitga chiqarib yuborilmasligi kerak.

Karbonatlar ichida Na_2CO_3 , $CaCO_3$, $MgCO_3$ lar ingibitorlar sifatida ishlatiladi. Al, Zu, Cr li po'latlar ishlatilganda Na_2CO_3 ishlatilmaydi. Chunki bu metallar ishqoriy muhitda oson korroziyalanadi.

Po'latlarni himoyalashda eng arzon ingibitor $CaCO_3$ dir. Uning hosil bo'lishi qattiq suvlar tarkibidagi $Ca(HCO_3)_2$ va CO_2 tufayli sodir bo'ladi. Karbonatlar suv tarkibidagi O_2 va OH^- ionlarini kamaytirib, po'lat sirtida temir oksidlari saqlagan «karbonat pardasini» hosil qiladi.

Ma'lumki, suvning korroziyaga nisbatan «stabilligi» CaCO_3 ga uning to'yinish indeksi (J) bilan baholanadi. Korroziyadan himoyalashga yetarli parda hosil bo'lishi uchun suvning CaCO_3 ga to'yinish koeffitsiyenti $+0,5 < J < 0,7$ bo'lishi kerak, suv doim qayta ishlanib (SO_2 miqdori kamaytirilib) turilishi zarur.

Bu ko'rsatkichni saqlab turish uchun hosil bo'ladigan himoya parda juda qalinlashib ketmasligi uchun vaqt-vaqti bilan suvni qayta ishlashni to'xtatib turish kerak. Bu usul bilan metall sirtida bir xil qoplangan himoya pardasi hosil qilinadi.

9.5. Turli ingibitorlar aralashmalari yordamida korroziyadan himoyalash

Ko'pchilik hollarda alohida ingibitorlar o'rnida ularning o'zaro aralashmalaridan foydalanib, korroziyaga qarshi kurashiladi. Chunki yakka holda ishlatilgan indikatorlar aralashma holda qo'llanilsa, ularning ingibitorlik kuchi har bir ingibitor yakka ishlatilgandagiga nisbatan bir necha barobar yuqori ingibitorlik xossasini namoyon qiladi. Masalan, xromat va polifosfatlar aralashmasining ingibitorlik kuchi ular har birining eng yuqori konsentratsiyadagi effektlari yig'indisidan katta bo'lib, $\text{pH} = 5,5 - 7,8$ oralig'ida 20 mg/l xromat va 60 mg/l polifosfat aralashmasi ta'sirida po'lat korroziyasi to'xtaydi.

Agar bu aralashmaga suvda yaxshi eruvchan CuSO_4 ($\text{Cz}_{n+2} = 1 - 2 \text{ mg/kg}$) va Cr(III) (2-mg/kg) ionlari qo'shilsa, $\text{pH} = 3 - 9$ da Ce ionlari mavjud bo'lgan muhitda xromatli ingibitorlarning kuchi keskin ortadi. Ammo bunday sharoitda xromat ionlarining yakka o'zi bu xossani namoyon eta olmaydi.

Shuningdek, 20 mg/l natriy uchpolifosfati, 26 mg/l natriy ortofosfati va 2 mg/l Cr(III) ionlari aralashmasi korroziya tezligini keskin pasaytiradi.

«Xromat-polifosfat» aralashmasiga kobalt, marganes, kadmiy va nikel ionlari tuzlari qo'shilsa, aralashmaning ingibitorlik xossasi kuchayadi, lekin temir, mis, surma va aluminiy ionlari qo'shilsa, ingibitorlik xossasi kamayib ketadi.

«Xromat-fosfat» aralashmasiga $10 - 200 \text{ mg/l}$ NaF qo'shilsa, fluor ionlari korroziya tezligini sezilarli darajada kamaytiradi.

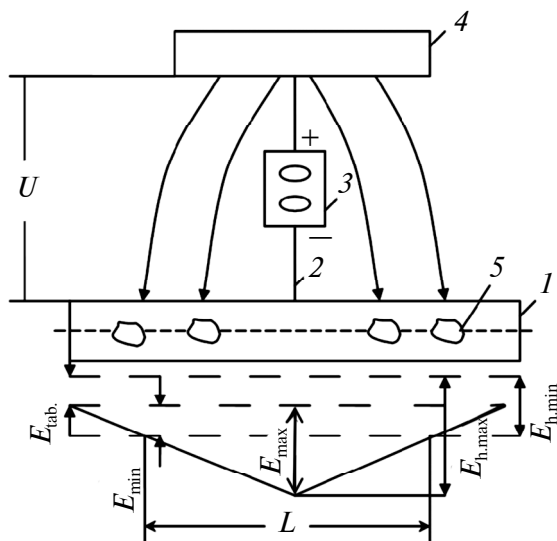
Yuqorida keltirilgan misollarda ingibitorlik effektining ortishiga sabab, kam eruvchan aralash tuzlar hosil bo'lishidir.

10. YEROSTI QUVURLARINING KATOD VA ELEKTRODRENAJ HIMOYALARI

10.1. Quvurlarning katod himoyasi va uni himoya qilish mexanizmi. Himoya potentsiallari

Magistral neft-gaz quvurlarini hamda gaz tarmoqlarini tuproq korroziyasidan himoya qilishda umumlashgan usul — izolatsiya qoplamasi va katod qutblash orqali amalga oshiriladi. Izolatsiya qoplamasi ma'lum nuqsonlarga ega bo'lganligi sababli, u quvurni yuz foiz korroziyadan himoya qilish imkoniga ega emas. Bu nuqsonlar (teshikchalar, yoriqchalar) qoplamani surkash va quvurni zovurga yotqizish jarayonlarida hosil bo'ladi. Bulardan tashqari, quvurlardan foydalanish jarayonida qoplamaning eskirishi va boshqa mexanik ta'sirlar natijasida, qoplamadagi eski nuqsonlar kattalashib, qo'shimcha yangi («teshik») nuqsonlar hosil bo'ladi. Katod qutblash qoplama nuqsonlari bo'lgan quvur yuzasini manfiy qutblab, anod jarayonining sodir bo'lishi to'xtatiladi. Quvurlarning katod himoyasi o'zgaruvchan tokni o'zgarimas tokka aylantirib beruvchi manba (katod stansiyasi) orqali amalga oshiriladi (16-rasm). Himoya qilish uchun katod stansiyasining manfiy qutbi quvurga, musbat qutbi esa yerga ulangan anodga tutashtiriladi. Natijada yopiq zanjir hosil bo'lib, tok stansiyadan yerga ulangan anodga kelib, u orqali yerga tarqaladi. Yerga o'tgan toklar himoya qilinayotgan quvurga kelib, izolatsiya qoplamasining nuqsonli (ochiq, teshik) joylarida katod qutblanish jarayonini sodir etadi. Natijada quvur manfiy zaryadlanib, katodga aylanib qoladi (katod singari qutblanadi). Quvurning potensial qiymati (mis sulfati elektrodi bo'yicha) manfiy tomonga qarab siljiydi. Hosil bo'layotgan potensialning ma'lum bir ko'rsatkichida quvurning korroziyadan himoya qilinish darajasi yuz foizni tashkil qiladi. Shu darajaga to'g'ri kelgan potensial qiymati *himoya potentsiali* deyiladi.

Katod himoyasining samaradorligi, uni hosil qilgan potentsiallarning quvur uzunligi bo'yicha (L) taqsimlanish ko'r-



16-rasm. Katod himoyasi va uning himoya potensiallarining quvur uzunligi bo'yicha taqsimlanishining umumiy chizmasi:

1 — quvur; 2 — ulovchi kabel; 3 — katod stansiyasi; 4 — yerga ulangan anod; 5 — qoplama nuqsonlari; $E_{\text{tab.}}$ — quvurning tabiiy potentsiali;

E_{max} , E_{min} — tegishlicha, maksimal va minimal hosil qilingan potentsiallar; $E_{\text{h.im.max}}$, $E_{\text{h.im.min}}$ — tegishlicha, maksimal va minimal himoya potentsiallari; L — katod stansiyasining himoya uzunligi; U — quvur bilan yerga ulangan anod o'rtasidagi masofa.

satkiclari bilan baholanadi (16-rasm). Qabul qilingan andozaga ko'ra (ГОСТ 25812-13), himoya potensialining maqbul maksimal qiymati $E_{\text{h.im.max}} = -1,1(-1,25)\text{V}$ ga, minimal qiymati $E_{\text{h.im.min}} = -0,85(-0,95)\text{V}$ ga teng. Agar katod stansiyasining himoya qilish uzunligida (L) keltirilgan potentsiallar ko'rsatkichlari saqlansa, quvur yuz foiz korroziyadan himoya qilingan bo'ladi.

$E_{\text{tab.}}$ potentsial qiymati, quvur diametriga ko'ra, minus 0,23 dan minus 0,72 gacha bo'ladi. Amaliy hisoblarda, uning o'rtacha qiymati minus 0,55 V ga teng deb qabul qilingan. U holda katod stansiyalari orqali quvurda hosil qilingan himoya potentsiallarining ko'rsatkichlari quyidagicha bo'ladi:

$$E_{\min} = E_{\text{him. min}} - E_{\text{tab}} = -0,85 \text{ V} - (-0,55 \text{ V}) = -0,3 \text{ V},$$

$$E_{\max} = E_{\text{him. max}} - E_{\text{tab}} = -1,1 \text{ V} - (-0,55 \text{ V}) = -0,55 \text{ V}.$$

Agar quvurda $E_{\text{him. max}}$ potensial qiymati oshirilsa, katod stansiyasining himoya qilish uzunligi ortib boradi. Lekin uning qiymati oshirilsa, katod stansiyasining quvurga ulangan joyida qizish sodir bo‘lib, izolatsiya qoplamasining yopishqoqlik va butunlik ko‘rsatkichlari yomonlashadi. Bu, o‘z navbatida (elektrolitlar ta‘sirida), korroziya jarayonlarini sodir etadi.

10.2. Yerosti quvurlarini daydi toklar korroziyasidan himoya qilish

Yerosti quvurlarini daydi toklar korroziyasidan himoya qilishdagi tadbirlarni ikki guruhga bo‘lish mumkin.

- Birinchi guruh tadbirlari — daydi toklarning yerga o‘tishini kamaytirishga qaratilgan;

- Ikkinchi guruh tadbirlari — daydi toklarning yerdan quvurga o‘tishiga va ularni quvurdan ta‘sirsiz olib chiqishga qaratilgan.

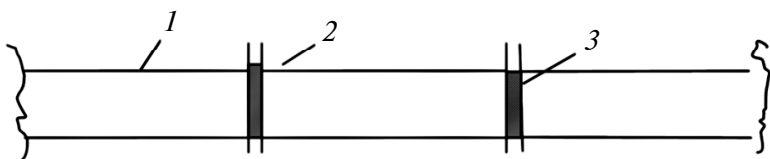
Birinchi guruh tadbirlariga quyidagilar kiradi:

1. Temiryo‘l uzunligi bo‘yicha podstansiyalar sonini ko‘paytirish. Bunda temir yo‘lidagi (reldagi) toklarning stansiyaga qaytib kelish masofasi qisqaradi va tegishlicha, tokning yerga o‘tish imkoniyati kamayadi.

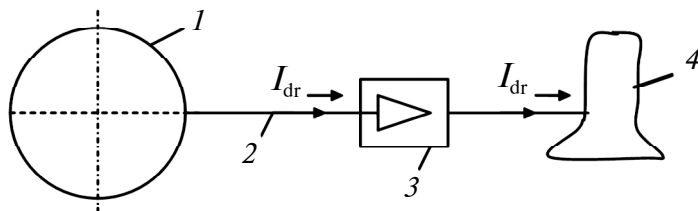
Belgilangan me‘yorlarga ko‘ra, bir tomonli temiryo‘ldagi podstansiyalar orasidagi masofa 35 km dan, ikki tomonli temir yo‘lida 25 km dan ortiq bo‘lmasligi kerak.

2. Temiryo‘lning uzunligi bo‘yicha o‘tkazish qarshiligini kamaytirish, ya‘ni tok o‘tkazishini oshirish. Bu temiryo‘l rels seksiyalarining bir-birlari bilan ulanishini yaxshilash orqali erishiladi. Rels stansiyalarini ulovchi metall o‘tkazgichlarning qarshiligi uzunligi 3 m bo‘lgan rels qarshiligidan ortiq bo‘lmasligi kerak.

3. Temiryo‘l relsi bilan yer o‘rtasidagi o‘tkazish qarshiligini oshirish. Bu temiryo‘l relslarini dielektrik moddalar (neft bitumi) bilan to‘yintirilgan yog‘och to‘sinlari yoki temir-beton shpallari ustiga o‘rnatish orqali amalga oshiriladi.



17-rasm. Quvurni elektrik seksiyalash chizmasi:
 1—quvur; 2—izolatsiya flansi; 3—qarshiligi yuqori bo‘lgan material — paronit.



18-rasm. Quvurning daydi toklar korroziyasidan elektrodrenaj himoyasining umumiy chizmasi:
 1—yerosti quvuri; 2—ulovchi kabel; 3—drenaj qurilmasi; 4—rels;
 $I_{dr} \rightarrow$ — tokning yo‘nalishi.

Ikkinchi guruh tadbirlariga quyidagilar kiradi:

1. Quvurning uzunligi bo‘yicha o‘tkazish qarshiligini oshirish. Bu izolatsiya qiluvchi flanslar yordamida quvurni seksiyalarga bo‘lish orqali erishiladi (17-rasm). Quvurning uzunligi bo‘yicha qarshiligini oshirish, yerdagi daydi toklarning quvurga kirib, u orqali harakat qilish imkoniyatini kamaytiradi.

2. Daydi toklar ta‘sirini kamaytirish yoki umuman yo‘q qilish. Bu elektrodrenaj qurilmalari yordamida amalga oshiriladi. Bu himoyaning himoya qilish mexanizmi quvurdagi daydi toklarning o‘zicha yerga o‘tishini sodir etmay, ularni kabel simi orqali podstansiyaga yoki relsga olib borishga asoslangan. Bunda quvurning anod zonasida elektrokorroziya jarayoni sodir bo‘lmaydi, ya‘ni quvurdagi daydi toklarning o‘zicha yerga o‘tishi sodir bo‘lmaydi (18-rasm).

Elektrodrenaj tok bo‘yicha tanlanib, asosan, quvurning temir-yo‘lga yaqinlashgan joyiga ulanadi. O‘rnatiladigan joyi, uning ish samaradorligining yuqori bo‘lishini ta‘minlash kerak.

11. KATOD HIMOYASI TIZIMIDAGI YERGA ULANGAN ANODLAR

11.1. Yerga ulangan anodlar va ularga bo'lgan talablar

Yerga ulangan anod katod himoyasining asosiy tashkil etuvchi elementi hisoblanadi, ya'ni katod himoyasi tizimida u anod vazifasini, quvur esa katod vazifasini bajaradi. Yerga ulanadigan anodlar po'latdan, temirsilikat qotishmasidan va grafitdan tayyorlanadi. Ular quvur, po'lat tayoqchasi (sterjen) ko'rinishida bo'ladi.

Yerga ulanadigan anodlarga quyidagi talablar qo'yiladi:

- tarqalayotgan tok qarshiligining minimal bo'lishi;
- uzoq ishlaydigan va topiluvchan bo'lishi;
- o'rnatilishining oson bo'lishi;
- qayta tiklash ishlarining minimal bo'lishi;
- arzon bo'lishi.

11.2. Yuza ulangan anodlarning konstruksiyalari, ularning yutuq va kamchiliklari

Yerga ulangan anodlar yer chuqurligiga joylashishlari bo'yicha yuza va chuqur ulangan bo'ladi. Yuza ulangan anodlar, o'z navbatida, yer yuzasiga nisbatan tik, yotiq va umumlashgan ko'rinishda ulanadi.

Yotiq ulangan anodlar. Bunda hisobli anodlar yerning ma'lum chuqurligida bir yoki ikki qator qilib, yotiq holatda (yer yuzasiga parallel qilib) joylashtiriladi va umumiy kabel orqali katod stansiyasining musbat qutbiga ulanadi (19-rasm).

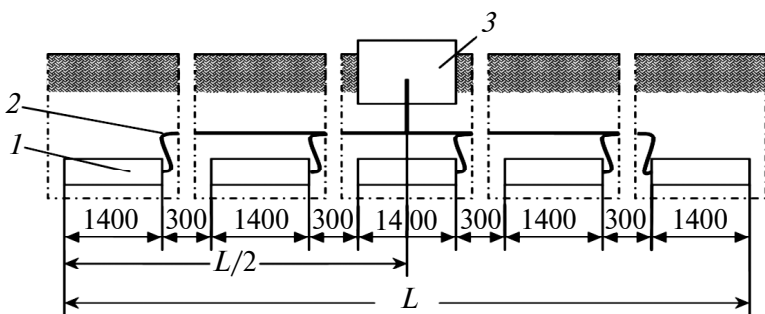
Bu usulning asosiy yutug'i:

- yer bag'riga o'rnatish oson, ya'ni ular uchun chuqur qazishda qiyinchilik bo'lmaydi;

- hamma qismini kuzatish oson.

Kamchiliklari:

- ko'p yer maydonini talab qiladi;
- anodni o'tkazish qarshiligi atmosfera sharoitiga (yog'ingarchiliklarga) bog'liq bo'ladi.



19-rasm. Yotiq yerga ulangan anodlarning umumiy chizmasi
(3 ЖК-12-КА turidagi elektrodlar):

1—anod; 2—ulovchi kabel; 3—katod stansiyasi.

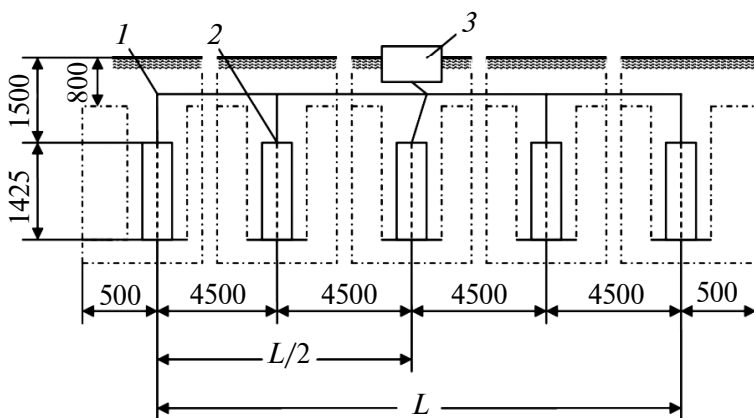
Tik ulangan anodlar. Hisobli anodlar yer bag‘riga bir-biridan 4–5 m uzoqlikda tik holatda joylashtiriladi va ular umumiy kabel orqali katod stansiyasining musbat qutbiga ulanadi (20-rasm).

Usulning asosiy yutug‘i:

- o‘rnatish uchun kam maydon talab etadi;
- anodlarni o‘tkazish qarshiligi atmosfera sharoitiga bog‘liq bo‘lmaydi, ya‘ni turg‘un.

Kamchiliklari:

- o‘rnatish qiyin, ya‘ni anodlarni bir necha metr yer chuqurligiga qoqish kerak bo‘ladi;



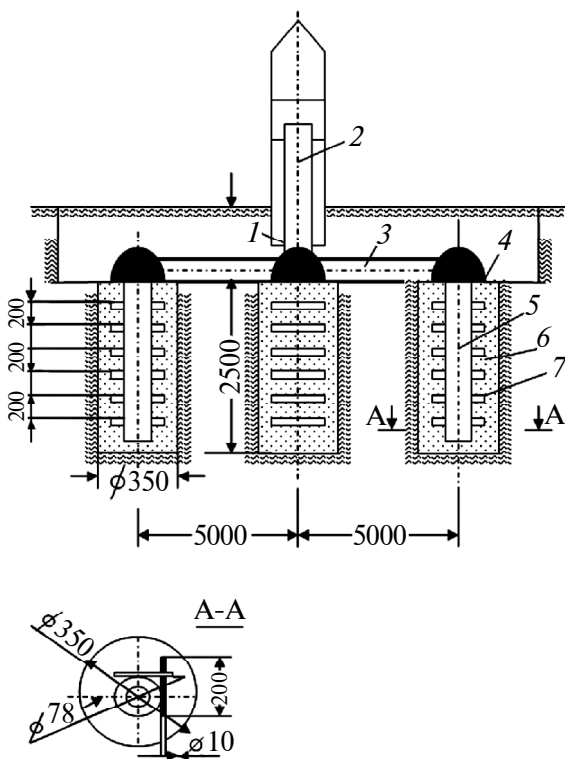
20-rasm. 3 ЖК-12-КА elektrodidan tashkil topgan yerga
tik ulangan anodlarning umumiy chizmasi:

1—ulovchi kabel; 2—elektrod; 3—katod stansiyasi.

- o‘rab turgan tuproqning o‘tkazish qarshiligini kamaytirishdagi ishlarni bajarish qiyin;
- anodlarning hamma qismini kuzatish qiyin;
- tepa qismining yemirilishi, anodning ishdan chiqishini sodir etadi.

Tik o‘rnatilgan anodlarning o‘rnatilish chuqurligining oshishi ularning o‘zgarmas namlikda barqaror ishlashini ta‘minlaydi. Odatda, tik ulangan anodlarning barqaror ishlashi 2–2,5 m yer chuqurligida sodir bo‘ladi. Bu chuqurlikdagi tuproq namligining barqarorligi yil davomida bir xil bo‘ladi. Bundan tashqari, bu chuqurlikda tuproq muzlamaydi.

Umumlashgan yerga ulangan anodlar. Bular tik va yotiq ulovchilardan (anodlardan) tashkil topgan bo‘ladi (21-rasm).



21-rasm. Umumlashgan yerga ulangan anodlarning konstruksiyasi: 1—ulash simi; 2—temir-beton ustuni; 3—ulovchi shina (yotiq elektrod); 4—payvand qilingan joylarni bitum bilan to‘ldirish; 5—yerga ulangan elektrod; 6—koks betoni; 7—silindr tayoqchalar (tilchalar).

Bunday ulashda o'lchamlari eng kichik bo'lgan maydonda tokning tarqalish qarshiligining minimal bo'lishiga erishiladi.

Umumlashgan ulashda elektrodlar yerga tik qoqilib (o'rnatilib), ularning ustiga bir yoki bir nechta yotiq elektrodlar payvand qilinadi. Shu bilan bir qatorda, tarqalayotgan tok qarshiligining oshmasligini va elektrodning o'zaro ta'sirlarining (ekranlashishining) minimal bo'lishini ta'minlash uchun tik ulangan anodlar orasidagi masofaning kerakli uzoqlikda bo'lishini ta'minlash kerak bo'ladi.

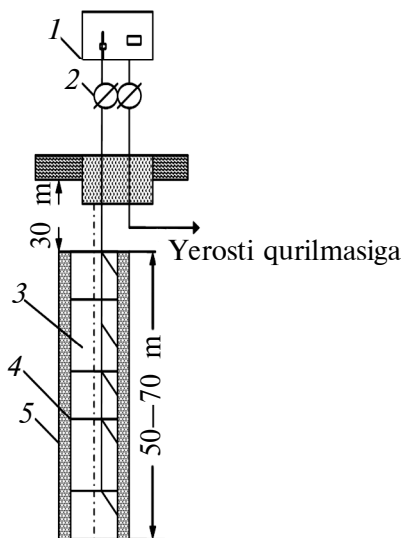
11.3. Chuqur ulangan anodlar

Hozirgi kunda yuza ulangan anodlar bilan bir qatorda, yerga chuqur ulangan anodlardan ham keng miqyosda foydalanilmoqda. Chuqur ulangan anodlar korxonalar va shaharlar orqali o'tgan yerosti neft-gaz va gaz tarmoq bo'limlarini korroziyadan himoya qilishda samarador hisoblanadi. Bunday sharoitlarda yuza ulangan anodlarning samaradorligi past bo'ladi. Yuza ulangan anodlardan tarqalayotgan toklarning himoya qilayotgan quvuriga oqib kelishiga, unga parallel bo'lgan boshqa metall qurilmalari to'sqinlik qiladi, ya'ni ekranlaydi. Anodlarning chuqur o'rnatilishda ekranlash sodir bo'lmaydi, ya'ni chuqur ulanganda anodlardan tarqalayotgan toklar yer chuqurligi bo'yicha to'g'ridan to'g'ri himoya qilinayotgan quvur bo'limiga yetib keladi.

Chuqur ulangan anodning materiali sifatida: po'lat, elektro- texnik ko'mir; grafit, cho'yan va boshqalar ishlatiladi. Ularning o'lchamlari (diametri, uzunligi) o'rnatiladigan quduqning o'lchamlariga bog'liq bo'ladi.

Chuqur ulangan anodni qurish quyidagicha amalga oshiriladi.

Chuqurligi 80—100 m bo'lgan quduq qaziladi va uning ichiga diametri 168—273 mm li obsad quvuri tushiriladi. Obsad quvurining ichiga diametri 50÷80 mm gacha bo'lgan, anod vazifasini bajaruvchi boshqa quvur tushiriladi. Ularning yuqori qismi bilan yer yuzasi o'rtasidagi oraliq taxminan 30 m ni tashkil qiladi. Ichki quvurning balandligi 6÷10 m ga teng bo'lgan bir nechta seksiyalarga bo'linib, ular umumiy kabel orqali katod stansiyasining musbat kutbiga ulanadi. Ayrim hollarda ichki po'lat



22-rasm. Chuqur ulangan anodning prinsipial chizmasi:
 1—katod stansiyasi; 2—ulovchi kabel; 3—ichki quvur (anod);
 4—maydalangan koks; 5—tashqi quvur (obsad quvuri).

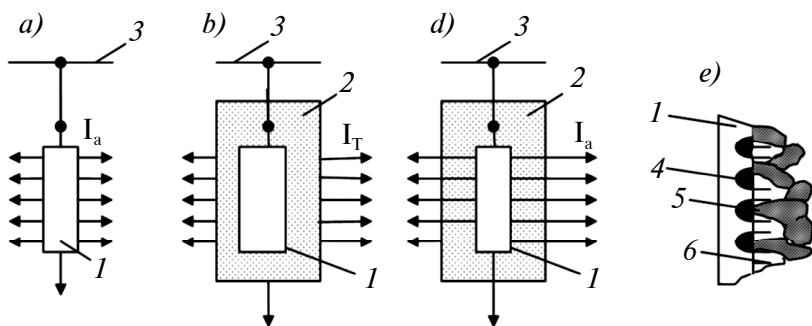
quvuri oʻrniga diametri 80 mm, uzunligi 1,25 m boʻlgan grafit tayoqchalaridan foydalaniladi. Ular bir-birlariga burab ulanadi.

Obsad va ichki quvurning oraligʻi maydalangan koks, sement, natriy nitrat komponentlarining suvdagi aralashmasi bilan toʻldiriladi.

Chuqur ulangan anodning umumiy chizmasi 22-rasmda keltirilgan. Keyingi paytlarda chuqur ulangan anodlar, obsad quvursiz toʻgʻridan toʻgʻri yerga oʻrnatilmoqda.

11.4. Anod oʻrnatiladigan yerlar va anodning tok tarqatish qarshiligini kamaytirish usuli

Yerga ulangan anodlarning sarf boʻlishini (yemirilishini) kamaytirish maqsadida, ular agressiv boʻlmagan va elektr tokni oʻtkazuvchan koks yoki koʻmir kukuni (aktivatorlar) ichiga oʻrnatiladi. Aktivatorlar tarkibida namlik (tuproq elektroliti) boʻlmashligi kerak. Yerga ulangan anod toʻgʻridan toʻgʻri yerga oʻrnatiladigan boʻlsa (23-a rasm), tok uning yuzasidan tarqaladi va bu,



23-rasm: a) tuproqqa; b) namligi kam tuproqdagi to‘ldiruvchiga (aktivatorga); d)—namlik bilan to‘yingan tuproqqa o‘rnatilgan bitta tok o‘rnatilgan anoddan tok tarqalish chizmasi; e) yerga ulangan anodda korroziya o‘chog‘ining hosil bo‘lishi:

I—yerga ulovchi; 2—to‘ldiruvchi aktivator; 3—tokni ulovchilar (kabel); 4—yerga ulovchidagi korroziya jarohatlari; 5—aktivatorning zarrachalari; 6—tuproq elektroliti.

o‘z navbatida, uning tez erishini sodir etadi (elektrokorroziya jarayoni sodir bo‘ladi). Anod aktivator ichiga o‘rnatilsa, tok aktivator yuzasidan tarqaladi. Natijada, anodning yemirilish jarayoni sodir bo‘lmaydi (23-a rasm).

Yerga ulangan anod yuzasida sodir bo‘ladigan elektrokimyoviy jarayonlarning xarakteri uni o‘rab turgan aktivatorning (tuproqning) namligiga bog‘liq bo‘ladi. Aktivatorlarning namligi ko‘p bo‘lsa, tokning ionli o‘tkazishi sodir bo‘lib, po‘lat elektrodining kuchli parchalanishi sodir bo‘ladi (23-d, e rasm).

Quruq aktivator ichiga o‘rnatilgan po‘lat anodning yemirilish tezligi to‘g‘ridan to‘g‘ri yerga o‘rnatilgan anodning yemirilish tezligidan 5—38 martagacha kam bo‘ladi.

Tok zichligining bir xilda bo‘lishini va yerga ulangan anod yuzasining tekis yemirilishini ta‘minlash uchun to‘ldiruvchi devori va zichligining bir xilda bo‘lishini ta‘minlash kerak bo‘ladi. Buni zovur sharoitida qo‘l bilan amalda bajarib bo‘lmaydi. Shularni hisobga olinib, sanoat miqyosida maydalangan koks ichiga joylashtirilgan yerga ulovchilar (3ЖК-12-КА va 3ЖК-4Г-КА) ishlab chiqarilmoqda. 3ЖК-12-КА yerga ulovchi anodning diametri 165 mm, uzunligi 1425 mm, massasi 50 kg; 3ЖК-4Г-КА mos ravishda 240, 1700 mm va 100 kg. Bu turdagi yerga

ulovchi anodlar yerga chuqur ulash uchun mo'ljallangan. Ularni yuqori namlikka ega bo'lgan joylarda ishlatish maqsadga muvofiq hisoblanmaydi.

Botqoqli va suvli yerda ishlatish uchun AK-1 (korroziya aktivligi past va o'rta bo'lgan yerlarda) va AK-3 (korroziya aktivligi yuqori va oshgan yerlarda) turidagi yerga ulovchilar ishlab chiqarilgan.

Yerga ulangan anoddan tarqalayotgan tok qarshiligini kamaytirish usullaridan yana biri — anod o'rnatiladigan yerning qarshiligini kamaytirish.

Umuman, anod o'rnatiladigan yerning solishtirma elektr qarshiligi $10 \Omega \cdot m$ dan yuqori bo'lmasligi kerak. Amalda quvur trassasi uzunligi bo'yicha bunday yer maydonini topish qiyin va uni tuzlash orqali kamaytiriladi. Oddiy tuzlash usullari quyidagilardan iborat.

Birinchi usulda diametri 500 mm bo'lgan chuqurligi yerga ulanadigan anod uzunligini $2/3$ qismiga teng bo'lgan chuqur qaziladi. Chuqur tagiga kerakli uzunlikda yerga ulovchi anod qirgiladi va uning atrofi tuz va tuproq qavatlarini (1—2 sm) bilan to'ldiriladi. Har bir qavatga suv quyiladi (1—2 l suvga 1 kg osh tuzi).

Ikkinchi usulda yerga ulovchida — quvurda burg'ilash orqali, shaxmat ko'rinishida diametri 10 mm ga teng bo'lgan teshiklar hosil qilinadi (yerga ulovchining uzunligini har 20 sm da 6 tadan teshik). Yerga ulovchi kerakli chuqurlikka qoqiladi va keyin uning ichiga osh tuzining eritmasi quyiladi (1—2 l suvga 1 kg osh tuzi). Eritma teshiklar orqali yerga o'tadi va uni tuzlaydi, yerga ulangan anoddan tarqalayotgan tok qarshiligini kamaytiradi.

12. NEFT, GAZ VA ULARNING MAHSULOTLARINI SAQLASH UCHUN REZERVUARLAR

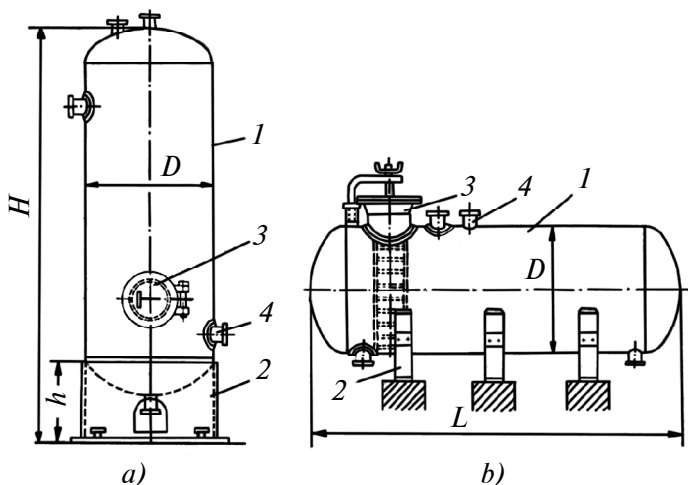
Neft, gaz va neft mahsulotlarini saqlash uchun neftni qayta ishlash korxonalarida juda ko'p katta hajmdagi idishlar ishlatiladi va ular rezervuar parklarda joylashtiriladi.

Saqlanadigan mahsulotning turiga qarab, xomashyo, oraliq mahsulot va mahsulot rezervuarlar parki tashkil qilinadi. Xomashyo va tovar mahsulotlari parki texnologik qurilmalardan, sanoat binolaridan va odamlar yashaydigan joydan uzoqda joylashtiriladi. Oraliq mahsulotlarning rezervuar parki shu oraliq mahsulotlar ishlatiladigan qurilmalar yaqinida joylashtiriladi. Xomashyo katta yerosti yoki yarim yerosti temir-beton rezervuarlarda saqlanadi. Xuddi shunday rezervuarlarda tayyor rangsiz neft mahsulotlari ham saqlanadi. Yerosti temir-beton rezervuarlaridan foydalanish metallni tejaydi, quyosh nurlari ta'sirida yengil fraksiyalarning uchib ketishini kamaytiradi va yong'inga qarshi maskirovka talablariga javob beradi. Metalldan yasalgan rezervuarlar, odatda, yer yuzasida joylashtiriladi, bu esa ularni ekspluatatsiya qilishni yengillashtiradi.

O'rnatiladigan rezervuarlarning soni va hajmi korxonaning xomashyo va har bir mahsulotlarning sutkalik quvvatiga qarab, bir vaqtning o'zida saqlanadigan mahsulotlar soniga qarab, shuningdek, neft va neft mahsulotlarining saqlanish muddatiga qarab belgilanadi.

Xomashyo rezervuarlarining soni xomashyoning 5—7 sutkalik zaxira miqdoriga qarab aniqlanadi. Oraliq mahsulotlari rezervuarlari soni esa 16 — 48 soatlik zaxira hisobida aniqlanadi, tovar parkining rezervuarlari esa tayyor mahsulotning 15—20 sutkalik zaxirasi hisobida aniqlanadi.

Sanoat maydonlarini, materiallarni, mehnat resurslarini tejash maqsadida ularning sonini har bir rezervuarining hajmini ko'paytirishga harakat qilinadi. Tanlab olingan rezervuarlarning o'lchamlari normalarda ko'rsatilgan: to'la va foydali hajmlari, ularning ichki diametrlari, maksimal ishchi bosimi va harorati, quyishning maksimal balandligi va boshqa o'lchamlariga to'g'ri kelishi kerak.



24-rasm. Yengil benzin fraksiyasi va suyultirilgan gazlar saqlaydigan jihozlar:
 a) vertikal; b) gorizontol: 1—korpus; 2—poydevor;
 3—lyuk; 4—shtutser.

Rezervuarlarning konstruksiyasi ko'pgina omillarni hisobga olgan holda yasaladi. Lekin asosiy omil bu suyuqlik va gazlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari, bosimi va haroratidir.

Suyultirilgan gazlar (propan, butan va boshqalar) va benzinning yengil fraksiyalari gorizontol yoki vertikal silindrik ichi bo'sh idishlarda (fundament yoki postamentlarga qo'yilgan) saqlanadi (24-rasm).

Xuddi shunga o'xshash, ko'pincha, monjus deb ataladigan rezervuarlarda kimyoviy faol moddalar saqlanadi. Bu holda rezervuarning ichki qismi devorlari korroziyaga chidamli material bilan qoplanadi.

Gorizontol holdagi rezervuarlarning diametri 1,4 metrdan ortiq bo'lsa, lyukning ichki qismiga narvon qo'yiladi. Bu rezervuarlar, shuningdek, o'lchovchi, boshqaruvchi asboblardan jihozlangan bo'lib, harorat, bosim va quyiladigan mahsulotning balandligi ortib ketishining oldini oladi.

Bu qo'yilgan narvonlar, maydonchalar xizmat ko'rsatadigan ishchilarning armaturaga, KIP va kimyo qurilmalarini qiynalmasdan tayyorlashlariga imkon berishi kerak. Quyosh nurida qizib ketishining oldini olish uchun rezervuarlar oq rangga bo'yaladi, kerak bo'lsa soyabon quriladi.

12.1. Silindr shaklidagi vertikal rezervuarlar

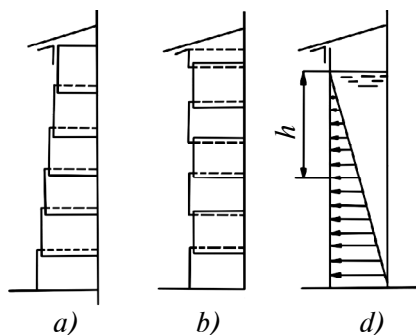
Silindrik vertikal rezervuarlar neft mahsulotlari saqlanadigan eng keng tarqalgan idishlardir. Ular gorizontaal rezervuarlarga nisbatan kam joy oladi va ularni tayyorlashga kam metall sarflanadi. Ular ekspluatatsiyada qulay, ichidagi suyuqlik oson yo‘l bilan aniqlanadi. Vertikal silindrik rezervuarlarning hajmi 25 m³ dan 100000 m³ gacha bo‘ladi. Ko‘pgina rezervuarlar standartlashtirilgan, qolganlari maxsus loyiha bo‘yicha yasaladi. Rezervuarlar mustahkam zichlashtirilgan asosga va uning ustiga to‘shalgan (0,06–0,1m) qum ustiga o‘rnatiladi. Rezervuarlarning pastki qismi korroziyaga uchramasligi uchun qum yotqizilgan joyning ustki qismiga bitum yoki mazut surtiladi. Asos (fundament) konus shaklida bo‘ladi, asosning diametri rezervuarining diametridan 1–1,2 m ga katta bo‘lishi kerak. Nishabi markazdan chekkasiga qarab 1:120 nisbatda bo‘lishi lozim.

Rezervuar asosidagi qumning to‘kilib-sochilib ketishining oldini olish maqsadida uni fundamentning atrofini 0,25–0,3 m qalinlikdagi beton yoki tosh devor bilan o‘rab qo‘yiladi.

Sanoatda hozirgi vaqtda rezervuarlarning metall plastinkalarini payvandlash (ulash) yo‘li bilan tayyorlanadi. Bu usul bilan rezervuarining barcha qismlari alohida-alohida tayyorlanadi. Buning uchun metall listlari vallar orasidan o‘tkazilib payvand qilinadigan joylari — silindrik korpus uchun, kesilgan va bichilgan metall listlar — qopqog‘i va tag qismi uchun tayyorlanib qo‘yiladi.

Korxonada sharoitida fermalar, narvonlar va maydonchalar tayyorlanadi. Rezervuarlar o‘rnatiladigan joyda yig‘iladi. Rezervuarlarning pastki qismi uchun «asos» (fundament) tayyorlanadi. Rezervuarlarning tag qismini tashkil qiluvchi listlar bir-biriga uchma-uch qilib ulanadi yoki avvaliga ko‘ndalang choklar ulanadi, keyin uzunasiga payvandlanadi. Payvandlash qo‘lda yoki avtomatik ravishda bir bosqichli usulda tag qismini markazdan chetki qismiga qarab olib boriladi.

Tag qismining barcha listlari periferiya qismlaridan tashqari bir xil o‘lchamda (1500×6000 mm) bo‘ladi. Periferiya listlari bichilganda jihozning pastki qismi dumaloq bo‘lishi kerak. Rezervuarining korpusi belbog‘lari bo‘yicha yig‘iladi. Ular valsokva qilib tayyorlab va poyaslar (belbog‘lar) bir-biri bilan uchma-uch yoki ko‘ndalang choklar usulida payvand qilinadi, chunki vertikal



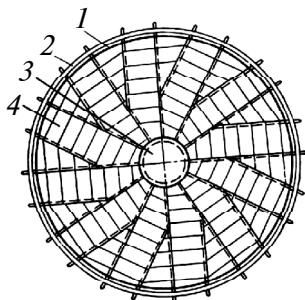
25-rasm. Vertikal silindrik rezervuarlarning korpusi:

- a) poyaslarning teleskopik joylashishi;
 b) poyaslar zinasimon joylashgan; d) rezervuar korpusining devorlariga kuch ta'siri.

choklar meridian choklar bilan ustma-ust tushib qolmasin va har xil tomonlarda joylashsin. Ko'ndalang payvand qilinganda poyaslar teleskopik ravishda, ya'ni har bir poyasning diametri pastdan yuqoriga qarab kamayib boradi (25-a rasm) yoki zinasimon (26-b rasm) shaklida bo'ladi.

Vertikal silindrik rezervuarlarning o'lchamlari eng tejamli balandligini hisobga olib aniqlanadi, ya'ni shunday balandlik qabul qilinadiki, bunda shu berilgan hajmda metall sarfi eng kam bo'lsin. Agar barcha poyaslarning listlari bir xil qalinlikda deb olinsa, unda rezervuarlarning balandligi quyidagi formula yordamida topiladi:

$$H = 3 \sqrt{\frac{v\lambda^2}{\pi S^2}},$$



26-rasm. Vertikal silindrik rezervuarlarning konstruksiyasi:

- 1—rezervuar korpusi; 2—shveller yoki burchaksimon metall bilan o'ralgan mustahkamlik kamari; 3—markaziy tayanch joyi; 4—shchitlar.

bu yerda:

- v — rezervuar hajmi;
- λ — korpus devorining qalinligi, son jihatidan 1 m² tag (osti) qismi va qopqog‘i stropilalar bilan hisoblaganda;
- s — korpus devorining qalinligi (yoki alohida poyasning).

$$H = \sqrt{\frac{\tau_{\text{rux}} \lambda}{\gamma}},$$

bu yerda:

- τ_{rux} — poyas metallning ruxsat etilgan kuchlanishi;
 - γ — rezervuar ichidagi suyuqlikning solishtirma og‘irligi.
- Rezervuarining hajmini va balandligini bilib, uning diametri aniqlanadi.

Rezervuarlarni yasash tajribasi shuni ko‘rsatadiki, rezervuarlarning hajmi bilan balandligi va metall sarfi o‘rtasida qat‘iy bir bog‘liqlik yo‘q. Baland rezervuarlar uchun devorlari qalin bo‘lishi zarur, chunki ularning mustahkamligini ta‘minlash kerak. Lekin past rezervuarlarni xuddi shunday hajmdagi tag qismiga va yopish uchun ko‘p metall ketadi.

Poyaslar sonini (n) balandligi (h), po‘lat listlarning kengligi (b) va aylana choklarning turiga qarab aniqlanadi.

Rezervuarlarning devorlariga gidrostatik bosim balandlik bo‘yicha uchburchak qonuniga binoan aniqlanadi (25- d rasm). Bosim eng yuqori poyasning devorlariga kam ta‘sir qiladi, lekin bu holda ham listning qalinligi 4 mm dan oshmasligi kerak (hisoblarning natijalari qanday bo‘lishiga qaramasdan). Qolgan bog‘larni listlarining qalinligini λ suyuqlikning rezervuar devoriga gidrostatik bosimiga mustahkam qarshiligi shartiga qarab, ya‘ni 0,002 MN/m² yoki vakuumga $-0,0002$ MN/m² ga teng qilib olinadi va quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$S = \frac{h \cdot D\gamma}{2\tau_{\text{rux}} \cdot \varphi} + C,$$

bu yerda:

h — to‘ldirilgan rezervuarining yuzasidan hisoblanadigan bog‘gacha bo‘lgan masofa (lekin shu bog‘ning pastki chokidan 0,3 m dan baland emas (25- d rasm));

- φ — vertikal chokning mustahkamlik koeffitsiyenti;
- C — korroziyaga qo‘shimcha.

Rezervuarlarning ichki yuzasini korroziyadan saqlash uchun qoplamalar tayyorlanadi. Bu qoplamalar maxsus korxonalarda tashishga qulay shchitlar holida tayyorlanadi. Shchit shveller va ugolniklardan yasalgan karkas bo‘lib, qalinligi 2,5 mm bo‘lgan yupqa po‘lat bilan qoplangan bo‘ladi. Ular rezervuarining ichki qismi korpusiga payvand qilinadi. Agar rezervuarining diametri katta yoki qopqog‘i tekis bo‘lsa, shchitlarning ikkinchi tayanchi bo‘lib markaziy quvurli yoki panjarali ustun hisoblanadi. Bu ustun rezervuarining ichiga o‘rnatiladi. Diametri D bo‘lgan rezervuarining fermalar soni (n) quyidagi formula bilan aniqlanadi:

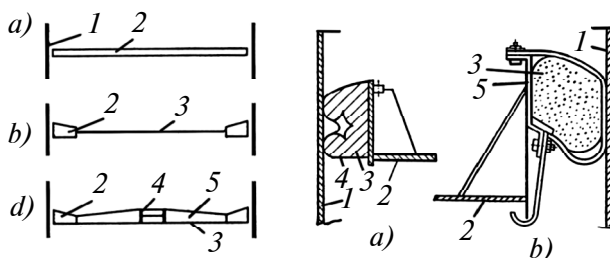
$$n = \frac{\pi D}{5}.$$

Rezervuarlarning ichidagi bosim yoki vakuum ko‘rsatilgan qiymatlardan ortib yoki kamayib ketmasligi uchun u kerakli qurilmalar bilan jihozlanadi. Bu jihozlar bosim hosil qiluvchi gazlarning chiqishini va atmosferadan kiradigan havo va gazlarni boshqaradi, vakuumning hosil bo‘lishining oldini oladi, ya‘ni rezervuarining nafas olish jarayonini boshqaradi.

12.2. Qopqog‘i suzadigan rezervuarlar

Bu jihoz vertikal silindrik rezervuar bo‘lib, devorlari uchma-uch qilib payvandlangan va uning ichida mahsulot yuzasida metall disk — ponton suzib yuradi. Ponton esa suyuqlik yuzasidagi hajmni bir xil qilib ushlab turadi. Pontonning suzuvchanligi ikki usul bilan amalga oshiriladi: birinchisi, u ikki devorli qilib yasaladi, ikkinchisida esa kam metall sarf qilib, kichkina disklar yasaladi. Ko‘pgina mamlakatlarda katta hajmdagi rezervuarlarda bir dechli (однодечная крыша) qopqoq rezervuarining perimetri bo‘yicha qo‘yiladi. Suzayotgan tomning mustahkamligini orttirish uchun katta rezervuarlarda radial yo‘nalishda bo‘lgan quti shaklida g‘o‘zalar bilan ta‘minlanadi.

Ponton qopqoqning 22—25 % maydonini tashkil qiladi. U uzuk shaklida ishlangan bo‘lib, qopqoqning perimetri bo‘yicha joylashtiriladi yoki alohida piramida turidagi seksiya shaklida bo‘ladi. Qopqog‘ining vakuum ostida buzilishining oldini olish (mahsulot to‘la chiqarib olinganda) maqsadida unga vakuum klapanlari o‘rnatiladi. Bu esa rezervuargacha havoning kirishini ta‘minlaydi. Agar rezervuarining suzuvchi qopqog‘ini quyosh nurlaridan saqlovchi



27-rasm. Rezervuarning suzuvchi qopqoqlari chizmasi:

- a) 2 dechli; b) bir dechli perimetri bo'yicha ponton bilan;
 d) bir dechli perimetri bo'yicha pontonli va radial qattqlik balkalari bilan: 1—rezervuar korpusi; 2—ponton; 3—suzuvchi qopqoq; 4—o'rtayanchli radial balkali qattqlik uzugi; 5—radial qutisimon qattqlik balkasi.

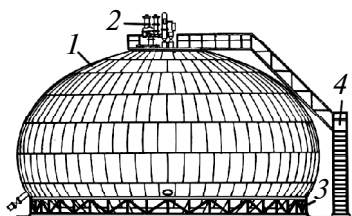
statsionar tomi bo'lmasa, pontonning barcha holatida drenaj sistemasiga yuboriladi. Suzadigan qopqoqning suzuvchanligini avariya sharoitida vujudga kelgan holatda yoki drenaj sistemasi ishdan chiqqan vaziyatdagi sharoitga moslab tekshiriladi.

Rezervuar devori bilan disk o'rtasidagi oraliq barcha perimetr bo'yicha maxsus qattiq (mexanik) yoki yumshoq (elastik) zichlashtirgichlar yordamida germetik holiga keltiriladi. Mexanik zichlashtirgichlarning konstruksiyalarining turlari ko'p, ishlab chiqarish juda murakkab. Ularning yumshoq zichlashtirgichlari muhitga chidamsiz bo'lganda ishlatiladi. Yumshoq zatvorlar gubkali, suyuqlik va havoli bo'lishi mumkin. Ular rezinalashtirilgan materiallardan — penopoliuretan va boshqa shu muhitga chidamli materiallardan tayyorlanadi. Gubkali zatvorlarda zichlik gubkali materialning eziluvchanligiga, har doim rezervuar devoriga siqilib turishiga asoslangan. Suyuqlik zatvorlarida idishga yengil suyuqlik to'ldiriladi va rezervuar devoriga siqib qo'yiladi. Havo zatvorlarida esa idishlar havo bilan to'ldirilgan bo'ladi.

12.3. Tomchisimon rezervuarlar

Tomchisimon rezervuarlar suyuqlik tomchisining namlangan tekislikdagi F shakliga o'xshaganligi uchun shunday deb nomlangan va neft mahsulotlarini saqlash uchun mo'ljallangan. Bu neft mahsulotlarining bosimi 0,2 MPa gacha bo'lishi mumkin.

Bunday rezervuarlarning umumiy ko'rinishi 28-rasmda keltirilgan.



28-rasm: 1—korpus; 2—xavfsizlik klapani; 3—poydevor; 4—narvon.

Tomchisimon rezervuar qobig‘ining shakli cho‘ziluvchanlikka kuchlanish barcha uzuksimon va meridianal kesmalarda bir xil bo‘lib, bu esa konstruksiyaning tejamkorligini ko‘rsatadi. Lekin bunday rezervuarni tayyorlash murakkab bo‘lganligi uchun ishlab chiqarishda keng ishlatilmaydi.

12.4. Sharsimon rezervuarlar

Sharsimon rezervuarlar 1 MPa gacha bo‘lgan bosimda va yuqori vakuumda (500 mm suv ust.) ishlay oladi. Ularning diametrlari deyarli cheklanmagan, masalan: Yaponiyada, diametri 33 metr bo‘lgan 3,0 MPa bosimda ishlaydigan rezervuarlar qurilgan.

Neftni qayta ishlash korxonalarida sharsimon rezervuarlarda metan, etilen, propan–butan fraksiyasi va boshqa gazlar saqlanadi. Bir xil sharoitda ekspluatatsiya qilinganda sharsimon rezervuarlarga sarflanadigan metall miqdori silindrik rezervuargacha nisbatan kam. Lekin sharsimon rezervuarlarni tayyorlash biroz murakkab, shunga qaramay hozirgi vaqtda ularni ishlab chiqarish yaxshi o‘zlashtirilgan. Mahalliy egiluvchanlik va kuchlanishning konsentratsiyasini rezervuarining markaziy tayanchi oldida va rezervuar qobig‘ining qalinligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$S = \frac{PD}{4\tau_{\text{ruX.}} + C},$$

bu yerda:

P — muhitning umumiy va suyuqlikning gidrostatik bosimi;

D — rezervuarining ichki diametri;

$\tau_{\text{ruX.}}$ — kuchlanish;

C — korroziyaga qo‘shimcha.

13. PROTEKTOR HIMOYASI VA UNING MATERIALLARI

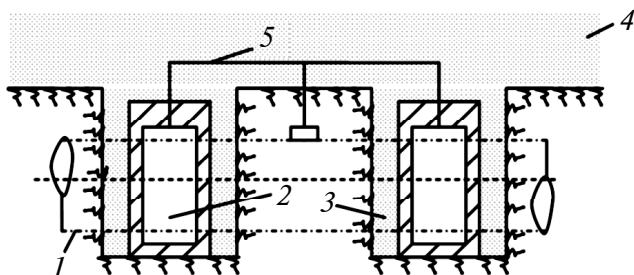
13.1. Protektor himoyasi va uning himoya qilish mexanizmi

Protektor tushunchasi korroziyadan himoya qilish bo'yicha bir xil sharoit ta'sirida o'zi yemirilib, po'lat qurilmalarini (quvur va rezervuarlarni) korroziyadan himoya qiluvchi metall ma'nosini anglatadi.

Protektor himoyasi metallarni korroziyadan himoya qiluvchi oddiy elektrokimyoviy himoya usullaridan biri hisoblanadi. Bu usul elektr manbalari bo'lmagan yerlar orqali o'tkazilgan va izolatsiya qoplamalari qoniqarli bo'lgan quvurlarni hamda o't chiqish xavfi bo'lgan qurilmalarni (neft va neft mahsuloti rezervuarlarini) korroziyadan himoya qilishda foydalaniladi.

Protektor usulining himoya qilish mexanizmi katod himoya usuliga o'xshash bo'lib, himoya qilinayotgan qurilmalar yuzasida manfiy qiymatga ega bo'lgan potensial hosil qilinadi, ya'ni qurilma katod singari qutblantiriladi.

Bu jarayon bir xil sharoit ta'sirida yotgan (yer tuprog'ida) metall qurilmasi bilan protektor jihozini kabel sim orqali ulab, galvanik element hosil qilish orqali amalga oshiriladi. Bu tizimda protektor anod, qurilma katod vazifasini bajaradi. Ulovchi kabel simi tashqi, tuproq elektroliti tashqi zanjir vazifasini bajaradi (29-rasm).



29-rasm. Qurilma protektor himoyasining umumiy chizmasi:

1—himoya qilinayotgan qurilma (quvur); 2—protektor; 3—aktivator;
4—yer tuprog'i; 5—ulovchi kabel.

Protektor metalining kimyoviy faolligi qurilma metaliga nisbatan yuqori bo'lishi, unda oksidlanish jarayonining oldinroq bo'lishini sodir etadi, ya'ni uning atomlari ionlarga parchalanadi ($Me \rightarrow Me^{n+} + ne$). Musbat zaryadga ega bo'lgan metall (Me^{n+}) ionlari tuproq elektrolitga o'tib, ekvivalent miqdordagi elektronlar esa protektor yuzasida qoladi. Protektor yuzasidagi ortiqcha elektronlar kabel simi orqali qurilmaga oqib o'tib, uni manfiy zaryadlab, katod singari qutblaydi. Bu, o'z navbatida, qurilma yuzasida anod vazifasini bajaruvchi bo'limning hosil bo'lishini cheklaydi va qurilma korroziyadan himoya qilinadi.

13.2. Protektor materiallari va ularga bo'lgan talablar

Po'lat asosidagi qurilmalar uchun metallarning faollik qatoridagi temirdan oldinda turuvchi (yuqori manfiy potensialga ega bo'lgan) barcha metallarni protektor materiali sifatida ishlatish mumkin. Lekin protektor materialini tanlashda uning massa birligining mumkin bo'lgan eng yuqori tok berish ko'rsatkichi hisobga olinadi.

Ishlatiladigan protektor materiali quyidagi talablarga javob berishi kerak:

- himoya qilinayotgan metall qurilmalariga nisbatan yuqori manfiy potensialga ega bo'lishi;
- metall massa birligidan ajralib chiqayotgan tokning eng yuqori bo'lishi;
- elektrokimyoviy ekvivalentning kichik bo'lishi.

Amalda protektor materiallari sifatida rux, magniy va aluminlar ishlatiladi (8-jadval).

Protektor materiallarga bo'lgan talablarga ko'proq magniy metali javob berishi hisobga olinib, bu metall asosida quvur va rezervuarlarning tashqi yuzalarini yer korroziyasidan himoya qilish uchun, sanoat miqyosida: ПМ5, ПМ 5Y, П10, ПМ10Y, ПМ20, ПМ20Y turdagi protektorlar ishlab chiqarilmoqda. Markadagi sonlar protektorlar massasini ifodalaydi. «Y» harfi protektorning aktivator ichiga o'rnatilganligini bildiradi.

Rezervuarlarning ichki yuzasini himoya qilish uchun ПМП-5, ПМП-10, ПМП-20 turidagi protektorlar ishlab chiqarilmoqda.

**Protektorlar uchun ishlatiladigan materiallarning
fizik-kimyoviy xossalari**

T/r	Ko'rsatkichlari	Magniy	Rux	Aluminiy
1	Nisbiy molekula massasi	24,32	65,38	26,97
2	Valentligi	2	2	2
3	Elektrokimyoviy ekvivalenti	3,97	20,7	2,94
4	Tok beruvchanligi A, S/kg	2200	820	2980
5	Vodorod elektrodi bo'yicha tenglashgan elektrod potentsiali, V	-2,34	-0,76	-1,67

13.3. Protektorlardan tarqalayotgan tok qarshiligini kamaytirish

Protektordan tarqalayotgan tok qarshiligini kamaytirish va protektorning ish samaradorligini oshirish uchun uni yerga o'rnatish jarayonida aktivator massasi ichiga joylashtiriladi.

Magniy protektori uchun ishlatiladigan aktivatorning tarkibi metall tuzlari va bentonit tuprog'idan tashkil topgan bo'lib, ularni suv bilan aralashtirish orqali tayyorlanadi (9-jadval). Bitta protektor uchun 60—70 kg aktivator aralashmasi tayyorlanadi.

Sanoat miqyosida protektorlarning quruq aktivator kukuni ichiga joylashtirilgan ПУ5У; ПМ10У; ПМ20У turidagi protektorlar ishlab chiqariladi.

Aktivatorlarning asosiy vazifalari:

- protektorni elektrokorroziya yemirilishidan saqlash;
- protektorning anod qutblanishini kamaytirish;
- protektor yuzasida korroziya mahsulotining hosil bo'lishini kamaytirish.

Tuproq sharoitida ishlaydigan aktivator tarkibidagi tuzlar yuvilib ketishining oldini olish maqsadida, uning tarkibiga gips va bentonit tuprog'i qo'shiladi.

Umuman, aktivator bilan oʻralganda, tok protektor yuzasidan tarqalmay, aktivator yuzasidan tarqaladi. Natijada, protektorning elektrokorroziya jarayoni sodir boʻlmaydi. Bu, oʻz navbatida, protektorning ishlash muddatini oshiradi.

13.4. Protektor qurilmalari yordamida himoya qilish

Tok manbalaridan uzoq joylashgan yerosti neft va gaz quvurlarini korroziyadan himoya qilishda bir va koʻp sonli protektor qurilmalaridan foydalaniladi.

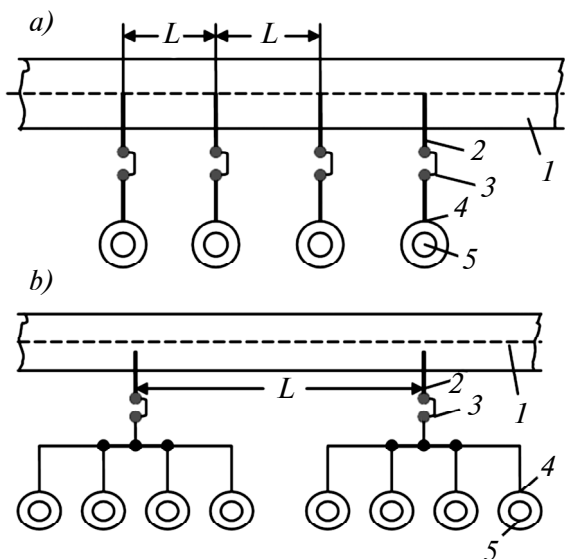
9-jadval

Magniy protektorlari uchun ishlatiladigan aktivatorlarning tarkibi

Retsept t/r	Tashkil etuvchilarning miqdori, foizda				Ishlatish sharoiti
	Epsomit $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	Gips $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Bentonit tuproqʻi	Suv	
1	30	10	40	20	S.E.K. 20 $\Omega \cdot m$ dan katta boʻlgan quruq tuproqlarda
2	20	20	40	20	S.E.K. $\Omega \cdot m$ dan kichik boʻlmagan nam tuproqlarda

Bir donali protektor qurilmalari izolatsiya qoplamasining holati qoniqarli boʻlgan quvurlar uchun foydalanib, ular quvurdan 3—7 m uzoqlikda va yer sathidan 2—3 m chuqurlikda joylashtiriladi. Izolatsiya qoplamasi qoniqarsiz boʻlgan quvurlarda esa koʻp sonli protektor qurilmalari ishlatiladi. Ular quvurdan 10—12 m uzoqlikda joylashtiriladi. Har ikki holatda ham protektor qurilmalari orasidagi masofalar hisoblash orqali aniqlanadi.

Protektorlar yerga nisbatan tik va yotiq holda joylashtirilishi mumkin. U yer sharoitiga qarab tanlanadi. Har bir usulning oʻziga



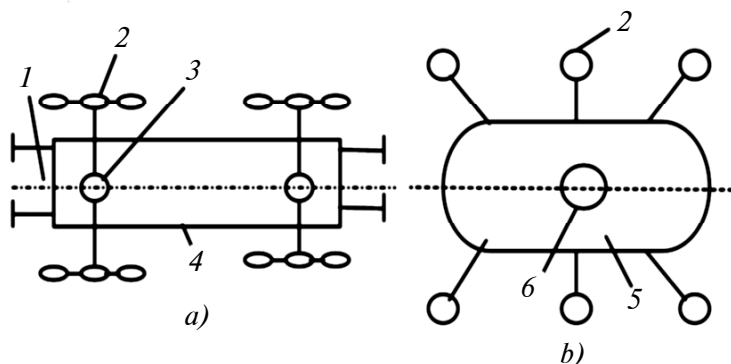
30-rasm. Yerosti quvurlari protektor himoyasining chizmasi:

- a) bir donali protektor qurilmalari bilan himoya qilish; b) ko'p donali protektor qurilmalari bilan himoya qilish; 1—quvur; 2—ulovchi sim; 3—nazorat-o'lchash ustuni; 4—aktivator; 5—protektor.

xos salbiy va ijobiy tomonlari bor. Tik o'rnatishda kam yer maydonini talab etsa, yotiq o'rnatilganda ko'p yer maydoni kerak bo'ladi. Har ikki holatda ham protektorlarning bir xilda tok berishlarini ta'minlash uchun ularni yaxlaydigan va quriydigan yer qavatidan kamida 0,2 m pastroqqa joylashtirish tavsiya etiladi. Ko'p sonli protektor qurilmalaridagi protektorlar orasidagi masofa 5 m atrofida bo'lishi maqsadga muvofiq hisoblanadi. Ko'p sonli protektor qurilmalari quvur uzunligining har 500—1000 m oralig'ida o'rnatiladi.

СНПП-45-75 ga ko'ra magistral quvurning elektrokimyoviy loyihalarida, solishtirma elektr qarshiligi $50 \Omega \cdot m$ dan katta bo'lmagan tuproqlarda faqat ko'p sonli protektor qurilmalaridan foydalanishga ruxsat etiladi.

Quvurlarni yerosti korroziyasidan himoya qilishda lenta (sim chiviq) ko'rinishidagi magniy protektorlardan ham foydalaniladi. Sim chiviq protektorlari to'g'ri to'rtburchakli va dumaloq



31-rasm. Yerosti qurilmalarining protektor himoyasi sxemalari:

- a) quvur patroni; b) metall sig'imi: 1—quvur; 2—protektor qurilmasi; 3—nazorat-o'lchash kolonkasi; 4—patron; 5—sig'im; 6—og'zi.

ko'rinishida bo'lib, to'g'ri burchakli protektorlarining o'lchamlari, ya'ni eni: 20, 30, 40 mm; bo'yi: 10, 15 mm bo'ladi. Dumaq ko'rinishdagi protektorlarning diametrlari 20, 30, 40 mm ni tashkil etadi. Ularning qurilish uzunligi 1 km ga teng. Himoya qilishda protektorlar quvur bilan bir zovurga yoki (3—5) D ga (D—quvur diametri) teng bo'lgan uzoqlikdagi alohida zovurga yotqiziladi.

Protektorlar o'zaro ulanib, quvur bilan tutashtiriladi. Bu turdagi protektorlar tuproqning solishtirma qarshiligi $300 \Omega \cdot m$ gacha bo'lgan tuproqdagi quvurlarni himoya qilishda ishlatiladi. Yo'l ostidan o'tgan quvur patronlari va olovdan xavfli neft mahsulotlarini saqlovchi yerosti metall sig'imlari ham protektorlar yordamida tuproq korroziyasidan himoya qilinadi.

Yerosti sig'imlarini himoya qilishda, protektorlar metall idishlaridan 3—4 m uzoqlikda joylashtiriladi. Ularning soni idish hajmiga va tuproqning solishtirma elektr qarshiligiga bog'liq bo'ladi. Quvur patronlarini himoya qilish «Patron — protektor» galvanik juftlarini hosil qilish orqali amalga oshiriladi (31-rasm).

14. REZERVUARLAR KORROZIYASI VA ULARNI EPOKSIDLI LOK-BO'YOQ YORDAMIDA HIMOYA QILISH

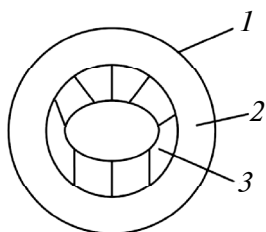
14.1. Rezervuarlarning tuproq ta'siridagi korroziyasi

Rezervuarlardan foydalanish jarayonida, ularning tashqi tag yuzasi tuproq ta'sirida, ichki tag yuzasi esa mahsulotosti suv ta'sirida bo'ladi va tegishlicha korroziyalanadi.

Yer ustiga o'rnatilgan po'lat rezervuarlarning tashqi tag yuzasi tuproq va daydi toklar ta'sirida korroziyalanadi. Tuproq korroziyasi har doim sodir bo'lib, uning tezligi tuproqning korroziya faolligiga bog'liq bo'ladi.

Rezervuarlar joylashgan maydon yaqinidan elektrlashgan temir yo'li o'tgan bo'lsa yoki shu maydonda yerga ulangan o'zgarimas tok manbayi bo'lsa, rezervuarlarning tashqi tag yuzasi daydi toklar ta'sirida ham korroziyalanadi, ya'ni elektrokorroziya jarayoni sodir bo'ladi. Rezervuarlarning daydi toklar ta'siridagi korroziya jarayonining tezligi tuproq ta'siridagi korroziya jarayoni tezligidan yuqori bo'lishi, rezervuarlarning tashqi tag yuzasini 1÷2 yil davomida yemirib, batamom ishdan chiqishga olib keladi. Tuproq elektroliti ta'sirida sodir bo'ladigan korroziya jarohatlari (teshik) bunday holda ko'rinishida bo'lib, rezervuarlarning ishdan chiqish vaqti 5÷40 yilni tashkil qiladi. Rezervuarlarning ishdan chiqish muddati, ularga ta'sir etayotgan tuproqlarning korroziya faolligiga bog'liq.

Rezervuarlarning tashqi tag yuzasi bo'yicha atmosfera havosining (O_2) bir xilda kirib kelmasligi, ularning tashqi yuzasida galvanik elementlarning (zonalarning) hosil bo'lishini sodir etadi. Masalan, rezervuar tagining tashqi sirt yuzasi bo'yicha kislorodning oson kirishi katod zonasini hosil qiladi, ya'ni kislorod kirib kelgan rezervuarning tag yuzasi katod vazifasini bajaradi. Rezervuar tag yuzasining tashqi qirrasidan taxminan 0,25÷0,5 m ichkarisidagi yuzaga kislorodning kirib kelishining qiyin bo'lishi, bu anod zonasining hosil bo'lishini sodir etadi, ya'ni kislorod kirib kelmagan rezervuarning tag yuzasi anod vazifasini bajaradi. Hosil bo'lgan anod zonasi poyas ko'rinishida bo'lib, uning eni 1 m dan 3 m gacha bo'ladi. Hosil bo'lgan poyas kengligi rezervuarning diametriga bog'liq (32-rasm).



32-rasm. Rezervuarning tashqi tag yuzasida galvanik korrozion zonalarning hosil bo'lish chizmasi:

1—rezervuarning tashqi tag yuzasi; 2—katod zonasi;

3—anod (korroziya) zonasi.

O'lchash natijalariga ko'ra (ayrim hollarda) «rezervuar tagi — yer» potentsiallar farqining qiymati 250 MV va undan yuqori bo'ladi.

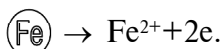
Yuqorida ta'kidlab o'tganimizdek, rezervuarlarning tashqi tag yuzasidagi galvanik elementlar, shu yuzadagi yopishgan korroziya mahsulotlari hisobiga ham hosil bo'ladi. Bunda toza (ochiq) yuza galvanik elementlarning anod vazifasini, korroziya mahsuloti bilan qoplangan yuza katod vazifasini bajaradi. Ularda sodir bo'ladigan jarayonlar to'g'risida yuqorida batafsil so'z yuritilgan.

14.2. Rezervuarlarning mahsulotosti suvi ta'siridagi korroziyasi

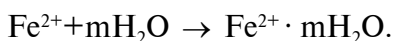
Neft va uning mahsulotlarini po'lat rezervuarlarida saqlash jarayonida mahsulotlar tarkibidagi anorganik qo'shimchalari bo'lgan namliklar rezervuarlarning tagiga cho'kib, mahsulotosti suvini hosil qiladi. Kon havzalaridagi rezervuarlarda hosil bo'ladigan mahsulotosti suvining balandligi, rezervuar balandligini va undan ko'p qismini tashkil qiladi. Umuman, hosil bo'layotgan mahsulotosti suvining balandligi mahsulotlarni olib keluvchi transport vositalarining turiga va rezervuarlarni mahsulotlar bilan to'ldirish-bo'shatish ko'rsatkichiga (soniga) bog'liq bo'ladi. Hosil bo'lgan mahsulotosti suvining ta'sirida, asosan, rezervuarning ichki tag yuzasi va devorining birinchi poyasi korroziya jarayoni sodir bo'ladi. Mahsulotosti suvi o'zining ta'sirida bo'lgan yuzalar uchun elektrolit vazifasini bajaradi. Suv tarkibidagi mineral tuzlar miqdori 8 foiz va undan yuqori bo'ladi. Suyuq fazalar va fizik sharoitlarning bir xil bo'lmasligi, mahsulotosti suvi ta'sirida

bo'lgan yuzalarda, galvanik elementlarning hosil bo'lishga sharoit yaratadi. Hosil bo'lgan galvanik elementlarning anod bo'limida oksidlanish, katod bo'limida esa qaytarilish jarayonlari sodir bo'ladi. Korrozion yemirilish elektrokimyoviy korroziya mexanizmi asosida amalga oshadi. Quyida saqlanayotgan mahsulot tarkibidagi birikmalar bilan mahsulotosti suvi tarkibidagi birikmalar o'rtasida sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlar bilan tanishamiz.

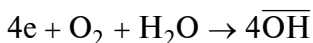
Rezervuar yuzasida hosil bo'lgan galvanik elementlarning anod bo'limlarida temir atomlarining musbat ionlariga va elektronlarga parchalanish (oksidlanish) jarayoni sodir bo'ladi.



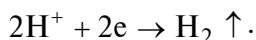
Hosil bo'lgan temirning musbat ionlari mahsulot suvi tarkibiga o'tib, u bilan gidrat birikmalarini hosil qiladi:



Katod bo'limida qaytarilish jarayoni, ya'ni elektronlarning qutbsizlantiruvchilar bilan birikish jarayonlari sodir bo'ladi; ya'ni: kislorod qutbsizlantirish



va vodorod qutbsizlantirish

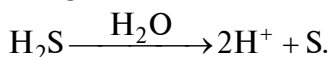


Shunday qilib, mahsulotosti suvi ta'sirida bo'lgan rezervuarlarning ichki yuzasining korroziyalanishi kislorod va vodorod qutbsizlantiruvchilar ishtirokida sodir bo'lishi mumkin.

Oltinugurtli neftlar tarkibida xlorli tuzlarning bo'lishi (CaCl_2 , MgCl_2 , NaCl , KCl) va ularning gidrolizlanishi natijasida vodorod xlorid birikmasi hosil bo'ladi.

Masalan, $\text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HCl}$ yoki $\text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl}$.

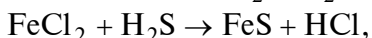
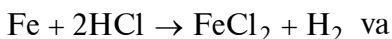
Neft tarkibida vodorod sulfidi birikmasining bo'lishi vodorod ionlarining hosil bo'lishiga olib keladi.



Kristall panjarasidan ajralib, mahsulotosti suvi eritmasiga o'tgan temir ionlari o'zining gidrati — $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ni hosil qiladi. Agar muhitda kislorodning miqdori ko'p bo'lsa, temir gidroksidi $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (zang) hosil bo'ladi.

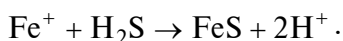
Yuqoridagi reaksiyalardan tashqari, saqlanayotgan neft tarkibida xlorli tuzlarning bo'lishi boshqa kimyoviy reaksiyalarni hosil qilishi mumkin.

Masalan, vodorod xlorid bo'lganda, temirning xlorli tuzi hosil bo'ladi:



ya'ni FeCl_2 ning H_2S bilan o'zaro ta'sirida FeS va HCl birikmalari hosil bo'ladi.

Temir sulfidi (FeS) quyidagi reaksiya orqali ham hosil bo'lishi mumkin:



Shunday qilib, neft saqlovchi po'lat rezervuarlari ichki yuzasining korroziyalanishi namlikka, kislorod va vodorod ionlarining bo'lishiga bog'liq. Mahsulot tarkibida vodorod sulfidi (H_2S)ning bo'lishi temir sulfidi (FeS)ning hosil bo'lishiga olib keladi va bu rezervuarining ichki tag yuzasining korroziyalanish jarayonini tezlashtiradi.

Neft tarkibida vodorod sulfid birikmasi bo'lmagan holda rezervuarlarning korroziyalanishida temirning qiyin eriydigan zang ko'rinishidagi $\text{Fe}(\text{OH})_3$ birikmalari hosil bo'ladi.

Mahsulotosti suvi tarkibida xlorli tuzlarning va vodorod xlorid (HCl)ning bo'lishi va ularning to'g'ridan to'g'ri rezervuar yuzasiga ta'siri, rezervuarining korroziyalanish tezligini oshiradi.

O'rta kuzatish ma'lumotlariga qaraganda rezervuarlarning ichki tag yuzasining va birinchi poyasining korroziyalanish tezligi $0,3 \div 0,4$ mm/yilni tashkil qiladi. Ayrim hollarda uning ko'rsatkichi $1,0$ mm/yilga teng bo'ladi.

14.3. Rezervuarlarning ichki tag yuzasini epoksid polimerlar asosidagi lok-bo'yoqlar yordamida himoya qilish

Neft sanoatida po'lat rezervuarlarining ichki yuzalarini korroziyadan himoya qilishda epoksid polimerlar asosida tayyorlangan lok-bo'yoqlar ko'proq ishlatiladi. Buning asosiy sababi, ularning surkash texnologiyasining osonligi va hosil qilingan epoksid qoplamasining qimmatbaho xossaga ega

bo'lishidir. Epoksidli lok-bo'yoq qoplamalarini himoya qilish ko'rsatkichlari, ularning tarkibiga qo'shiladigan qotiruvchilarning turiga bog'liq bo'ladi. Qotiruvchilarning turiga ko'ra, lok-bo'yoq qoplamasini quritish (issiq yoki sovuq, 15—20°C dan kam bo'lmagan) sharoiti aniqlanadi. Rezervuarlarni korroziyadan himoya qilishda, sovuq quritish rejimida qotuvchi lok-bo'yoqlar ishlatiladi. Bunday lok-bo'yoqlar uchun, qotiruvchilar vazifasida alifatik aminlar (polietilenpoliamin, geksametilendiamin) va kichik molekullari poliamid smolalari ishlatiladi. Kichik molekullari poliamid smolalari asosidagi qotiruvchilarning organik erituvchilardagi eritmalarining bir nechta turi sanoat miqyosida ishlab chiqariladi. Masalan, qotiruvchilar: № 1, 2, 3, 4, 5, 6 va h.k. Bular ichida ikkinchi raqamli (№2) qotiruvchi (ΠO-200 smolaning 30 foizli) eritmasi ko'p tarqalgan. Bu markadagi qotiruvchi o'rta molekullari epoksid smolalari asosida tayyorlangan lok va emallarni qotirish uchun ishlatiladi.

Rezervuarlar yuzasida epoksid qoplamasini hosil qilish quyidagi jarayonlar asosida amalga oshiriladi:

- yuzani qoplashga tayyorlash, ya'ni yuzani turli iflosliklardan tozalash. Bu jarayon mexanik usulda amalga oshiriladi;
- yuzada lok-bo'yoq qoplamasini hosil qilish. Bu tozalangan yuzaga lok-bo'yoq pnevmatik purkash orqali bajariladi;
- hosil qilingan qoplama sifatini tekshirish.

Epoksidli lok-bo'yoq qoplamasining yopishqoqligi (adgезiyasi) metall yuzasining tozalik darajasiga bog'liq bo'ladi. Shunga ko'ra, lok-bo'yoq surkashning bo'yoq tayyorlashning umumlashgan usulidan foydalaniladi, ya'ni tozalangan yuzaga qo'shimcha suyuqlik — zanglarni qayta hosil qiluvchilar surkaladi. Bunda qayta hosil qiluvchilarning ayrim komponentlarining korroziya mahsuloti (temir zangi) bilan o'zaro ta'sirida, korroziya faolligi kam bo'lgan birikmalar hosil bo'ladi. Keyin shu yuzaga epoksid asosidagi lok-bo'yoq surkaladi. Qayta hosil qiluvchilarning 15—20°C dagi qurish vaqti 2—3 sutkani tashkil qiladi.

Quyida ayrim zangni qayta hosil qiluvchilarning (misol tariqasida) tarkibi keltirilgan.

- № 1 25 foizli ortofosfor kislotasi — 90.
1 Temirsinerodli kaliy — 10.
- № 2 40 foizli ortofosfor kislotasi — 90.
Rux changi — 10.

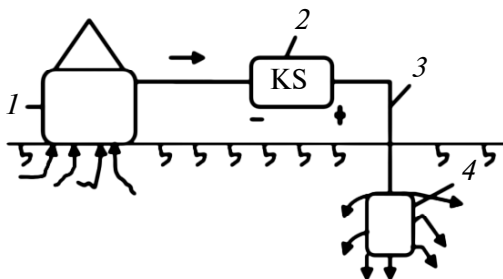
15. REZERVUARLAR ICHKI VA TASHQI TAG YUZALARINING PROTEKTORLAR HIMOYASI

15.1. Rezervuarlar tashqi tag yuzasining katod himoyasi

Rezervuarlarning tashqi tag yuzasini korroziyadan himoya qilishni passiv va aktiv usullar yordamida amalga oshirish mumkin.

Passiv usulda rezervuarlarning tashqi tag yuzasi bitum mastika qoplamasi bilan qoplanib, u qum asosida hosil qilingan o'rindiqlik ustiga o'rnatiladi. Hosil qilingan izolatsiya qoplamasi vaqt o'tishi bilan himoya qilish xususiyatini yo'qotadi, ya'ni unda turli ko'rinishdagi yorilishlar hosil bo'ladi. Bular tuproq elektrolitining rezervuar yuzasiga kirib borishini osonlashtiradi. Natijada, korroziya jarayoni sodir bo'lib, tag yuzasi «pitting» yoki «yara» ko'rinishida jarohatlanadi. Qoplamalardagi yorilishlar faqat eskirish hisobiga sodir bo'lmay, rezervuarlarni qum yostig'i ustiga o'rnatishda va ishlatish jarayonida uning tag yuzasining rebratsiyalanishi, ya'ni pasayishi va ko'tarilishi natijasida hosil bo'ladi. Shularni hisobga olganda, passiv usulning himoya qilish samaradorligi kam bo'ladi.

Rezervuarlarning tashqi tag yuzasini tuproq korroziyadan himoya qilishdagi faol usullardan biri — katod himoyasi hisoblanadi. Bu usul arzon bo'lishi bilan bir qatorda, himoya tokining yuzasi bo'yicha bir xilda taqsimlanishini ta'minlaydi (33-rasm).



33-rasm. Rezervuar tag yuzasi katod himoyasining umumiy chizmasi:

1—rezervuar; 2—katod stansiyasi; 3—ulovchi kabel;

4—yerga ulangan anod.

Katod stansiyalarini boshqarish va ularning ko'rsatkichlarini moslash oson, lekin texnika xavfsizligi sharoitlariga ko'ra (portlash xavfsizligi bo'yicha) rezervuarlarni korroziyadan himoya qilishda katod stansiyalaridan keng miqyosda foydalanish cheklangan. Katod stansiyalarining uchishi yoki yonishi jarayonida elektr uchqunlari hosil bo'lishi mumkin.

Agar rezervuarlarning tag yuzasining korroziyalanishi sulfat qaytaruvchi bakteriyalar ta'sirida bo'lsa, u holda himoya potentsialining minimal qiymatini 0,1 V ga ko'paytirish tavsiya etiladi, ya'ni uning qiymatini — 0,97 V ga yetkazish kerak.

Rezervuarlarning yer bilan o'zaro ta'siridagi ochiq (izolatsiyasiz) maydon yuzasining ko'rsatkichi 15 m² dan kam bo'lsa, bitta yoki guruh rezervuarlarini katod stansiyalari yordamida himoya qilish maqsadga muvofiq hisoblanmaydi (izolatsiya qilingan rezervuarlar uchun faqat uning ochiq maydoni hisobga olinadi).

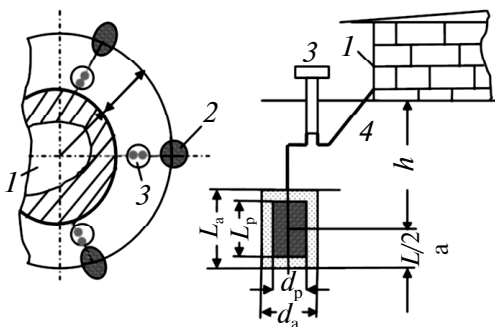
15.2. Rezervuarlarning tashqi tag yuzasining protektor himoyasi

Po'lat rezervuarlarni tuproq korroziyadan himoya qilishdagi faol usullardan biri protektor himoyasi bo'lib, u keng miqyosda ishlatiladi. Himoya qilishda bir yoki ko'p donali magniy protektor qurilmasidan foydalaniladi. Rezervuarlarning tag yuzasi 200 m² gacha (u ham kiradi) bo'lsa, bir donali protektor qurilmasi va undan katta bo'lsa, ko'p donali protektor qurilmalari ishlatiladi.

Protektorlar rezervuar tagidan ma'lum uzoqlikda, aylana bo'yicha yer chuqurligiga o'rnatilib, ular umumiy kabel orqali rezervuarning tag yuzasiga ulanadi (34-rasm).

Himoya qilish uchun kerakli protektor qurilmalari soni hisoblash orqali aniqlanadi.

Hisoblashda rezervuarning diametri, tuproqning S.E.K., ishlatiladigan protektorning ko'rsatkichlari va turi hamda boshqa normativ ma'lumotlardan foydalaniladi. Rezervuarlarni tuproq korroziyasidan himoya qilishda sanoat miqyosida ishlab chiqarilayotgan ПМ5, ПМ10, ПМ20, ПМ5У, ПМ10У, ПМ20У turidagi protektorlardan foydalaniladi. Ularning geometrik o'lchamlari 10-jadvalda keltirilgan.



34-rasm. Rezervuar tagini tuproq korroziyasidan himoya qilishda protektorlarning o'rnatilish chizmasi:

1—rezervuar; 2—protektor; 3—o'lchash-nazorat qutichasi; 4—ulovchi kabel; L_p , L_a —mos ravishda, protektor, aktivator uzunligi; d_p , d_a —mos ravishda, protektor, aktivator diametri.

10-jadval

Magniy protektorlarining texnik xarakteristikasi

Protektor turi	Protektor o'lchamlari, mm				Massasi * σ_n , kg
	L_n	d_n	L_a	d_a	
ПМ5	500	95	—	—	5
ПМ5Y	500	95	580	165	16
ПМ10	600	125	—	—	10
ПМ10Y	600	125	700	200	30
ПМ20	800	181	—	—	20
ПМ20Y	800	181	900	240	60

* ПМ5Y, ПМ10Y, ПМ20Y protektorlarining massasiga aktivator massasi qo'shilgan.

Protektorlarni himoya qilish mexanizmi rezervuar tag yuzasini manfiy zaryadlab, uni katod singari qutblantirishga asoslangan. Protektorlarning statsionar manfiy potensial qiymati rezervuar metalining potensialiga nisbatan yuqori manfiy ko'rsatkichga ega ($E_p = -1,6$ V MSE bo'yicha).

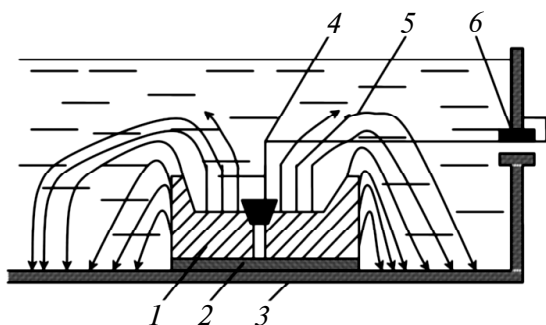
15.3. Rezervuarlar ichki tag yuzasining protektor himoyasi

«Rezervuar tagi — protektor» zanjiri ulanganda protektor anod, rezervuarining tagi esa katod vazifasini bajaradi. Protektordan tarqalayotgan tok yer elektroliti orqali rezervuarining tagiga keladi va uning yuzasida hosil boʻlgan korroziya elementlari ishini toʻxtatadi yoki chegaralaydi. Natijada, rezervuar tag yuzasining korrozion yemirilish jarayoni toʻxtaydi yoki chegaralanadi.

Yuqorida taʼkidlab oʻtganimizdek, rezervuarlarning ichki tag yuzasi mahsulotosti suvlari taʼsirida korroziyalanadi. Mahsulotosti suvi korroziyasidan himoya qilishda PMP turidagi protektorlardan foydalaniladi (konstruksiyasi 36-rasm). Himoya qilish chizmasi 35-rasmda keltirilgan. Bu yerda ham rezervuarining ichki yuzasi manfiy zaryadlanib, katod singari qutblanadi.

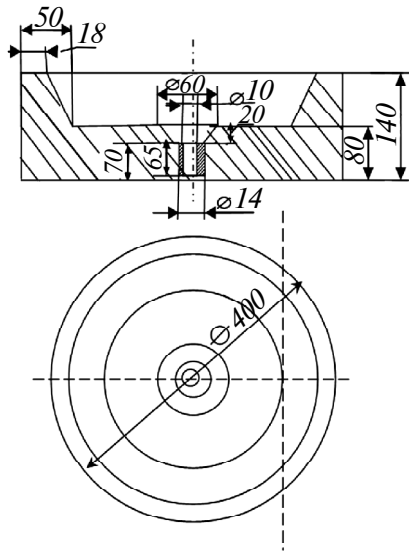
Protektorlarning ish yuzasi quyidagicha: PMP-5-0,121 m²; PMP-10-0,247 m²; PMP-20-0,267 m².

Har bir turdagi protektorlarning himoya qilish zonasi mahsulotosti suvining balandligiga (m), unda erigan konsentratsiyasiga va solishtirma elektr qarshiligiga bogʻliq boʻladi. Himoya uchun ishlatiladigan protektorlarning turi mahsulotosti suvidagi erigan tuzlarning umumiy konsentratsiyasiga qarab aniqlanadi (C). Masalan, suv tarkibidagi tuzlarning miqdori $C=0,3\div 1,5$ foiz boʻlganda PMP-5; $C=1,5\div 3,5$ foiz boʻlganda PMP10; $C>3,5$



35-rasm. Rezervuarining ichki tag yuzasini korroziyadan himoya qilishdagi protektor himoyasining prinsipial chizmasi:

1—protektor; 2—izolatsiya qiluvchi ekran; 3—rezervuarining tag yuzasi; 4—izolatsiya qilingan sim; 5—elektrolit; 6—shtutser.



36-rasm. ПМР-20 turidagi protektorning konstruksiyasi.

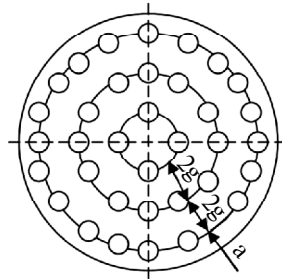
foizdan ortiq bo'lganda ПМР-20 turidagi protektorlar ishlatiladi. Ularning konstruksiyasi 36-rasmga keltirilgan.

Hisob natijasida aniqlangan protektorlar rezervuar ichki tag yuzasining aylanasi bo'yicha joylashtiriladi (37-rasmga qarang).

Rezervuarining chetki qirrasidan birinchi aylana bo'yicha joylashtirilgan protektorlar orasidagi masofa $a = r_3 - h$, aylanalar orasidagi masofa $2r_3$ ga teng bo'lishi kerak.

Bu yerda: $r_3 = \sqrt{\frac{S_3}{n}}$ — protektor

himoya maydonining radiusi, m^2 ; S_3 — bitta protektorning himoya zornasi m^2 ; n — mahsulotosti suvining balandligi, m. Rezervuarining ichki yuzasiga protektorlarni o'rnatish (montaj qilish) quyidagicha amalga oshiriladi. Protektor o'rnatiladigan diametri 1,4 ÷ 1,5 m bo'lgan joyning yuzasi hamma iflosliklardan (metall rangi hosil bo'lguncha) tozalanadi. Tozalanagan yuzaning markaziga



37-rasm. Rezervuarlarning ichki tag yuzasiga protektorlarning joylashish chizmasi.

diametri 8 mm ga teng bo'lgan po'lat tayoqchasi tik qilib payvandlanadi. Uning balandligi ПМР-20 turidagi protektorlar uchun — 60 mm ga; ПМР-10 va ПМР-5 protektorlari uchun — 35 mm ga teng bo'ladi. Tozalangan yuza benzin bilan artilib, uning yuzasida pulverizator yoki cho'tka yordamida qalinligi $0,3 \div 0,5$ mm ga teng bo'lgan epoksid smolasining qavati hosil qilinadi. Epoksid qavati to'la qotmagan holda, temir tayoqchalariga protektorlar o'rnatiladi va tayoqchalarni protektorlarning (kontakt) vtulkasiga payvand qilib qo'yiladi. O'zaro ta'sirning yuqori bo'lishini ta'minlash maqsadida, vtulka bilan temir tayoqchasi o'rtasidagi oraliqqa epoksid smolasi quyiladi.

15.4. Protektor himoyasini nazorat qilish

Yerosti qurilmalarini tuproq korroziyasidan himoya qilishdagi protektor qurilmalarining ishi quyidagi elektrik o'lchashlar orqali nazorat qilinadi:

- «quvur — yer» potentsiallarining taqsimlanishini o'lchash;
- protektor qurilma zanjirining O_m qarshiligini o'lchash;
- protektor qurilmasi tok kuchini aniqlash.

Rezervuarlar tagiga o'rnatilgan protektorlarning hamda guruh protektorlarining ishi ularning tok kuchini o'lchash orqali nazorat qilinadi.

Protektor himoyasining samaradorligi «rezervuar—elektrolit» potentsiallar farqini va «protektor—rezervuar» zanjiri tok kuchini o'lchash orqali tekshiriladi.

«Rezervuar—elektrolit» potentsiallar farqi rezervuarning tag yuzasiga tushirilgan maxsus mis sulfat solishtirish elektrodi yordamida aniqlanadi.

Agar quyidagi tengsizlik bajarilsa, rezervuar ichki yuzasi protektor himoyasining ishi samarador hisoblanadi:

$$\frac{0,3I_{yig'}}{D(D + 4h)} \leq \frac{10I_k}{S_k},$$

bu yerda: $I_{yig'}$ — loyiha bo'yicha protektorlar tok kuchining yig'indisi, A;

D — rezervuar diametri, m; I_k — nazorat namunasining tok kuchi, mA;

S — nazorat namunasining yuzasi, m².

16. KORROZIYA INGIBITORLARI

16.1. Ingibitor tasnifi

Jo‘natishga tayyorlangan neft va gazlar tarkibida oz bo‘lsa ham mexanik qo‘shimchalar, tuzlar, H_2S va CO_2 lar bo‘ladi. Tuz va gazlarning suvda erishi natijasida elektrolit hosil bo‘lib, neft va gazni tashuvchi quvurlar ichki yuzasining korroziyalanishini sodir etadi. Bunday korroziyani muhit tarkibiga oz miqdordagi kimyoviy moddalarni, ya‘ni korroziya neytralizatorlarini va ingibitorlarini qo‘shish orqali to‘xtatish yoki sekinlashtirish mumkin. Neytralizatorlar amalda ishlatilmaydi. Agar korroziya turi va uning sodir bo‘lish sharoitlari aniq bo‘lsa, korroziya ingibitorlari ishlatiladi.

Ingibitor — lot. «inhibere» so‘zidan olingan bo‘lib, «to‘xtatish», «ushlash», «sekinlashtirish» ma‘nosini anglatadi.

Ingibitorlar organik va noorganik moddalardan tashkil topgan bo‘ladi.

Korroziya sodir bo‘ladigan muhitga ko‘ra ingibitorlar suyuq muhit uchun va atmosfera ingibitorlariga bo‘linadi. Suyuqlik ingibitorlari, o‘z navbatida: kislota, neytral va ishqor eritmalari korroziyasi ingibitorlariga bo‘linadi.

Agregat holati bo‘yicha suyuq va qattiq ingibitorlarga; eruvchanligi bo‘yicha suvda, uglevodorodlarda va aralashgan eritmalarda eriydiganlarga bo‘linadi.

Neft va gazlarni tashish va saqlash tizimida ishlatiladigan ingibitorlarga quyidagi talablar qo‘yiladi:

- uglevodorodlarda va suv muhitida erishi;
- turg‘un emulsiya yoki suspenziya hosil qilishi. Shu bilan bir qatorda, ingibitor ma‘lum bir yuqori haroratda jihozlarning ichki yuzasini vodorod oltingugurti (H_2S), vodorod xloridi (HCl) va suv bug‘ining agressiv ta‘siridan saqlash xususiyatiga ega bo‘lishi.

16.2. Noorganik ingibitorlar

Noorganik ingibitorlar uch guruhga: anod, katod va aralash ta‘sir etuvchilarga bo‘linadi.

Anod ingibitorlari. Bu ingibitorlar korroziyalanayotgan metall yuzasidagi anod bo‘limini passivlashtiradi, ya‘ni anodning

qutblanishini kuchaytiradi. Bunday ingibitorlarga plyonka hosil qiluvchi va oksidlovchi kimyoviy moddalar kiradi. Masalan, bufer xususiyatiga ega bo'lgan birikmalar — NaOH, Na₂CO₃ va fosfatlar. Bular metall yuzasida, atmosfera kislorodi yoki oksidlovchilar ishtirokida, fazoviy yoki adsorbsiya pardasini hosil qilishib, metallni korroziyadan himoya qiladi. Ishlatilayotgan fosfat natriy birikmalarining himoya ta'sir ko'rsatkichlari quyidagicha o'zgaradi.



Umuman, anod ingibitorlari — passivatorlar, metall yuzasida oksidlarni hosil qilib, metallning erishidagi anod reaksiyasini to'xtatadi.

Katod ingibitorlari. Bu ingibitorlar katod reaksiyasining ayrim bosqichlarini sekinlashtirish yoki katod bo'limini kamaytirish orqali, korroziya jarayonini sekinlashtiradi. Katod bo'limini kamaytirish, qo'shilgan ingibitorlarning erimaydigan mahsulotlarini (gidroksidlarni yoki karbonatlarni) hosil qilish orqali amalga oshadi. Bu mahsulotlar katod bo'lim yuzasini eritma ta'siridan izolatsiya qiladi.

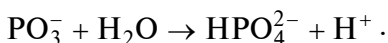
Aralash ingibitorlari. Bu ingibitorlar ikkala elektroddagi (anod va katoddagi) reaksiyalar tezligini sekinlashtiradi.

Aralash noorganik ingibitorlarga silikatlar va yarim fosfatlar kiradi.

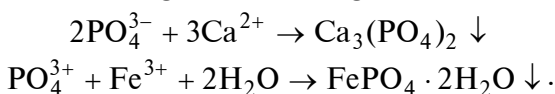
Silikatlarning umumiy ifodasi — $X \text{SiO}_2 \cdot \text{Me}_2\text{O}$.

Bu yerda: X — SiO₃ va ishqoriy metallning molyar nisbati. Yarim fosfatlar — suvda eriydigan metafosfatlarning kompleks birikmasi. Ularning umumiy ifodasi (MePO₃)_n. Bu ingibitorlarning himoyasi, metall yuzasida o'tkazmaydigan himoya pardasini hosil qilish orqali sodir bo'ladi.

Yarim fosforlar suvda sekinlik bilan gidrolizlanib, ortofosfatlarni hosil qiladi.



Eritmada Sa²⁺ va Fe³⁺ + kationlarining bo'lishi, anod va katod bo'limlarida himoya pardasini hosil qiluvchi kalsiy va temir fosfat birikma cho'kmalarining hosil bo'lishiga olib keladi.



16.3. Organik ingibitorlar va ularning himoya qilish mexanizmi

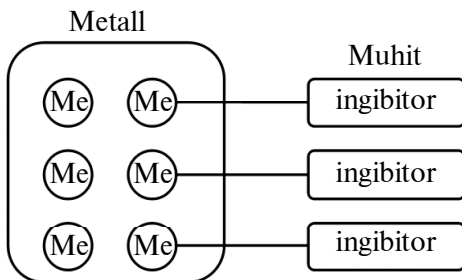
Organik ingibitorlar alifatik va aromatik birikmalar bo'lib, ularning tarkibida azot, oltingugurt va kislorod atomlari bo'ladi. Masalan, aminlar ($R-NH_2$), merkaptanlar ($R-SH$), sulfidlar ($R-S-R$), aldegidlar ($R-CHO$), spirtlar ($R-OH$), kislotalar ($R-OH$) va boshqalar.

Organik ingibitorlar anod va katod bo'limlarida bo'ladigan reaksiyalarga ta'sir ko'rsatadi. Shunga ko'ra, ular aralash ta'sir etuvchi ingibitorlar guruhiga kiradi.

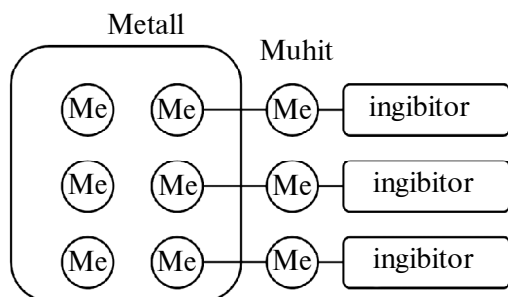
Organik ingibitorlarning ta'sir (himoya qilish) mexanizmi murakkab bo'lib, uni bitta universal nazariya orqali tushuntirish qiyin. Hozirgi kunda ingibitorlar ta'sirini (himoyasini) tushuntiruvchi bir qancha nazariyalar mavjud. Bular ichida adsorbsiya va parda nazariyalari ko'proq asosli hisoblanadi.

Adsorbsiya nazariyasi. Eksperimental ma'lumotlarga qaraganda, ko'pgina kimyoviy birikmalar metall yuzasiga adsorbsiyalanadi, ya'ni bitta kimyoviy birikma metallning hamma yuzasiga yutilib, bir qavat parda hosil qiladi (umumiy kimyoviy yutilish hodisasi). Ingibitorlarning metall yuzasiga yutilish chizmasi 38-rasmda keltirilgan.

Ko'pgina amin va merkaptanning ingibitorlik ta'sirlarini, umumiy kimyoviy sorbsiya (yutilish) hodisasi orqali tushuntirish mumkin. Umumiy kimyoviy sorbsiya hodisasining mazmuni shundan iboratki, ingibitor molekulasi (elektron beruvchilar donorlar hisoblanadi) metallning faol joylariga yutilib, u bilan kimyoviy birikma hosil qiladi. Natijada anod va katod reaksiyalarining tezligi sekinlashadi. Bu, o'z navbatida, metallning korroziyalanishini sekinlashtiradi.



38-rasm. Ingibitorlarning metall yuzasiga yutilishini (adsorbsiyalanishini) ifodalovchi chizma.



39-rasm. Himoya parda tuzilishining umumiy chizmasi.

Parda nazariyasi. Bunda ingibitorlar oldin metall yuzasiga adsorbsiyalanadi, keyin metall bilan kimyoviy birikma hosil qiladi (39-rasm).

Agar hosil bo‘layotgan parda qiyin eruvchan bo‘lsa, u himoya qilish xususiyatiga ega bo‘ladi. Aks holda, metallning korroziyalanishi sodir bo‘ladi.

Masalan, temir ta’sirida bo‘lgan eritmaga aminospirtlar qo‘shilsa, quyidagi ko‘rinishdagi qiyin eriydigan kompleks birikmalar $[\text{HONH}_3]\text{FeCl}_3$ yoki $[\text{HORNH}_3]\text{FeCl}_4$ ni hosil qiladi.

16.4. Ingibitorlarning quvur tizimida ishlatilish texnologiyasi

Neft va gaz sanoati tizimida rezervuar va quvurlarning ichki yuzasini korroziyadan himoya qilishda, ingibitorlar sifatida, tarkibida azot atomi bo‘lgan uzun zanjirli uglerodli organik birikmalardan foydalaniladi.

Tarkibida vodorod oltingugurt birikmalari bo‘lgan muhit ta’siridagi quvur va rezervuarlarning ichki yuzasini himoya qilishda II-1-A markali ingibitordan foydalaniladi. Rezervuarlarning (idishlar) ichki yuzasini himoya qilishda II-1-A ingibitorining suvsiz neftdagi 5 foizli eritmasidan foydalaniladi. Buning uchun rezervuar (idish) ingibitor eritmasi bilan to‘ldiriladi va ma’lum vaqt ushlab turilgandan keyin, ingibitor eritmasi to‘kib olinadi va rezervuar foydalanishga topshiriladi. Bunday ishlashdan keyin, rezervuar ichki yuzasining korroziyalanish tezligi 90—95 foizga sekinlashadi. Ingibitorning himoya qilish xususiyati, taxminan 220 sutka davomida saqlanadi, ya’ni rezervuarni 7 oy davomida bir marta ingibitor eritmasi bilan ishlash kerak bo‘ladi.

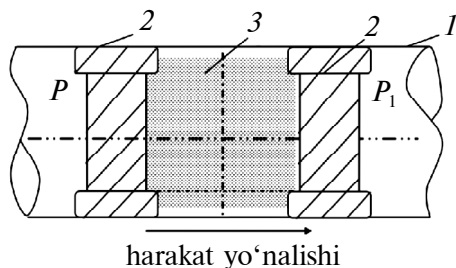
Quvurlarning ichki yuzasini korroziyadan himoya qilishda И-1-А ingibitorning metanoldagi yuqori konsentratsiyali (25—30 foizli) eritmasidan foydalaniladi.

Quvurning ichki yuzasini ingibitor bilan ishlash ikki usul yordamida amalga oshiriladi:

- quvur ichki yuzasini bir marotaba ingibitor eritmasi bilan ishlash;

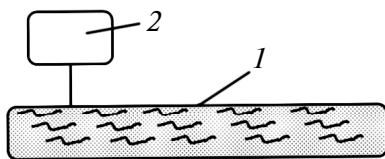
- quvurning ichiga ingibitor eritmasini uzluksiz kiritib turish.

Bir marotaba ishlashda, kerakli miqdordagi И-1-А ingibitor eritmasi quvur ichiga oʻrnatilgan ОПРМ turidagi ikki ajratuvchi porshenlarning oʻrtasiga qoʻyiladi. Porshenlar 0,2—0,3 МРa bosim farqida harakatlanadi. Natijada quvur yuzasida ingibitor eritmasining himoya pardasi hosil boʻladi (40-rasm).



40-rasm. Quvurning ichki yuzasini bir marotaba ingibitor eritmasi bilan ishlashning prinsipial chizmasi:

1—magistral gaz quvuri; 2—ajratuvchi porshenlar; 3—ingibitorlar eritmasi; P_1 —porshen oldidagi bosim, МРa;
 P —harakatga keltiruvchi bosim.



~ ~ ~ — gaz oqimi; ■ ■ ■ — gaz oqimi

41-rasm. Ingibitor aerosolini quvur ichiga toʻxtovsiz kiritish jarayonining prinsipial chizmasi:

1—magistral gaz quvuri; 2—ingibitor eritmasini toʻxtovsiz quvurga haydovchi qurilma.

$$P = P_1 + (0,2-0,3) \text{ MPa.}$$

Bu usulning asosiy kamchiligi:

- ko'p miqdordagi ingibitor eritmasini talab etadi;
- ingibitor eritmasini kiritish uchun haydash jarayoni to'xtatilganda ko'p miqdordagi gazning isrof bo'lishi kuzatiladi.

Shularni hisobga olib, ingibitor eritmasini quvur ichiga to'xtovsiz kiritish usulidan ko'proq foydalaniladi. Bunda o'lchamlari 5—30 mkm bo'lgan ingibitor aerzoli quvur ichiga maxsus qurilmalar yordamida kiritiladi. Kiritilgan ingibitor aerzoli gaz bilan birga oqishi jarayonida, quvur yuzasiga cho'kib, himoya pardasini hosil qiladi (41-rasm).

16.5. Atmosfera korroziyasi ingibitorlari

Metallarning atmosfera korroziyasi va korroziya tezligiga ta'sir etuvchi omillar yuqoridagi boblarda batafsil yoritilgan. Bu yerda atmosfera korroziyasidan himoya qilishda foydalaniladigan ingibitor turlari va ishlatilish sharoitlari bilan umumiy tarzda tanishamiz.

Atmosfera ingibitorlari tegib turuvchilar va uchuvchilarga bo'linadi. Uchuvchi ingibitorlarga: nitrit ditsiklogeksilamin; karbonat siklogeksilamin; monoetanolamin (MEA); karbonat monoetanolamin; benzoat monoetanolamin kiradi.

Uchmaydigan tegib turuvchi atmosfera ingibitorlaridan ko'proq nitrit natriy va benzoat natriy qo'llaniladi. Nitrit natriy azot kislotasining tuzi hisoblanadi. U kristall ko'rinishida kukun bo'lib, suvda yaxshi eriydi (100 ml suvda 73 g mahsulot eriydi). Uning konsentrlangan suvli eritmasi po'lat buyumlarini konservatsiya qilish uchun qo'llaniladi. Neytral va ishqoriy muhitlarda uning himoya ta'siri namoyon bo'ladi. Eritmada xlorli, nordon oltinugurtli va boshqa tuzlar bo'lishi, nitrit natriyning himoya ta'sirini sezilarli kamaytiradi. Bunday hollarda uning konsentratsiyasini (optimal qaraganda) oshirish kerak bo'ladi. Hamma uchuvchi ingibitorlar ingibirlangan qog'oz, kukun yoki eritma ko'rinishida foydalaniladi. Uchmaydigan ingibitor — nitrit natriy — 30 foizli quyuvlashgan suv eritmasi ko'rinishida; benzoat natriy — ingibirlangan qog'oz ko'rinishida qo'llanadi.

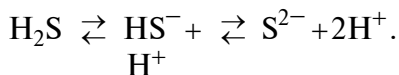
Keltirilgan usullar asbob-uskunalarini va ehtiyot qismlarini atmosfera korroziyasidan konservatsiya qilish uchun foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Amalda ishlatiladigan atmosfera korroziyasidan himoya qilish vositalari ichida monoetanolamin (MEA) ko‘proq hamma talablarga javob beradi. Po‘lat jihozlarini montaj qilish davrida ularning ichki yuzalarini atmosfera korroziyasidan himoya qilishdagi texnologik samarador usul — ho‘l ingibitorlarni saqlash hisoblanadi. Bunda konsentratsiyasi 600—100 mg/l (har bir komponentning) bo‘lgan gidrazin va ammiakning suvli eritmasi ishlatiladi.

Gidrazin gidrat ($N_2H_4 \cdot H_2O$) — rangsiz suyuqlik bo‘lib, havodagi namlikni, uglerod kislotasini va havoni oson yutadi. Uning suvli eritmasi olovdan xavfsiz, ular havo kislorodi bilan oson parchalanadi. Gidrazin parchalanishi sodir bo‘lmasligi uchun uning eritmasi azot atmosferasida saqlanadi. Tayyorlangan gidrazin va ammiakning suvli eritmasi, havo qopchalari qolmasligini ta‘minlagan holda, idish ichiga quyiladi va kerakli vaqt davomida ushlab turiladi.

16.6. Vodorod oltingugurti (H_2S) korroziyasi va uning mexanizmi

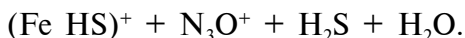
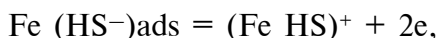
Vodorod oltingugurti noyob agressiv xossaga ega. Elektrokimyoviy korroziya mexanizmida va vodorod quritishi natijasida metall qurilmalarining korroziya yemirilishlarini sodir etadi. U suvda erib, kuchsiz kislota kabi ionlarga dissotsiatsiyalanadi:



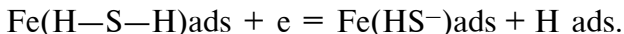
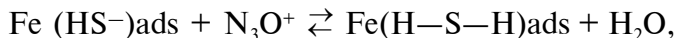
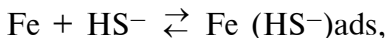
Muhitning pH ko‘rsatkichiga ko‘ra reaksiya muvozanati o‘ngga va chapga siljiydi. Neytral va ishqoriy muhitlarda ko‘proq gidrosulfid ionlari, kislotali muhitlarda — molekular vodorod oltingugurti, kuchli ishqoriy elektrodalarda kam miqdordagi sulfid ionlari namoyon bo‘ladi. Ko‘pgina neft va gaz konlarining mahsulotlari tarkibida katta miqdorda vodorod oltingugurti bo‘ladi. Vodorod oltingugurtining suvda yaxshi erishi ($30^\circ C$ da 3000 mg/l atrofida) quduq mahsulotlari suv fazasining pH ko‘rsatkichi kamayishiga olib keladi. Shunga ko‘ra, suv va vodorod uglerodi fazalari tomonidan absorbsiyalangan (yutilgan) H_2S ning asosiy qismi ion ko‘rinishida bo‘lmay, molekula ko‘rinishida (formasida) bo‘ladi.

Hozirgi kunda temir bilan H_2S o'rtasidagi kimyoviy reaksiya soddalashtirilgan quyidagi ko'rinishda yoziladi: $Fe + H_2S = FeS + H_2$, lekin u haqiqiy vodorod sulfid korroziya mexanizmini ifodalaydi.

Ifoda oraliq reaksiyalari sodir bo'lishini hisobga olib, temir bilan vodorod oltingugurti o'rtasida sodir bo'ladigan reaksiya quyidagicha taqlid etiladi:



Metall yuzasida kimyoviy yutilgan katalizator $(HS^-)ads$, ya'ni oltingugurt bilan mahkam bog'langan temir atomlari, metall atomlarining o'rtasidagi o'zaro bog'lanishni kamaytiradi. Natijada metall atomlarining ionlarga parchalanishini osonlashtiradi. $Fe^{2+} + HS^- = FeS + H^+$ reaksiyasi bo'yicha ikki valentli temir ionlarining sulfidlar bilan o'zaro ta'sirida ularning elektrod oldi konsentratsiyasi kamayadi. Natijada temir elektrod potentsiali manfiy tomonga siljiydi. Bu, o'z navbatida, korroziyaning anod jarayoni tezligini oshiradi. Vodorod oltingugurtining katod reaksiyasiga ta'sir mexanizmi quyidagicha:



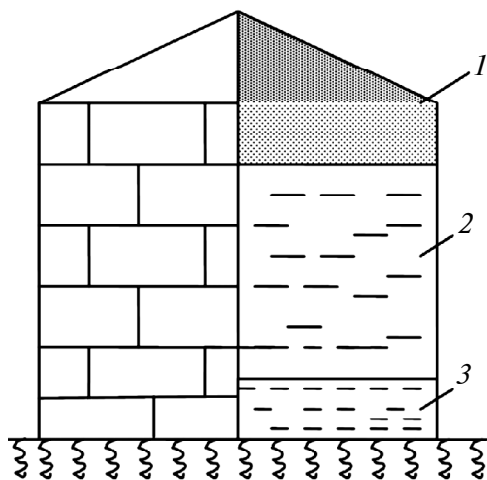
Vodorod oltingugurti to'g'ridan to'g'ri katod reaksiyasida qatnashmaydi, faqat vodorod ionlarining zaryadsizlanishi tezligini oshirishda katalizator vazifasini bajaradi. Qaytarilgan vodorod atomlarining ma'lum qismi birlashadi va ma'lum qismi metall hajmiga diffuziyalanib, vodorod mo'rtligini hosil qiladi. Tarkibida vodorod oltingugurti bo'lgan muhitda hosil bo'lgan temir korroziyasi mahsulotning umumiy ifodasi Fe_xS_y ko'rinishda bo'lib, u korroziya jarayonining kinetikasiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Ma'lumotlarga ko'ra, hosil bo'lgan korroziya mahsuloti (FeS) temirga nisbatan katod bo'lib, u bilan galvanik juft hosil qiladi. Sulfatlarning po'lat bilan makrogalvanik juftlarni hosil qilish qobiliyati, jihozlarning korroziyon yemirilish tezligini oshiradi.

17. NEFT REZERVUARLARINING KORROZIYASI VA HIMOYASI

Korroziya tezligi va xarakteri bo'yicha rezervuarni zonalarga bo'lish mumkin.

Gaz-havo aralashmasi ta'siridagi yuqori poyas va qopqoq; doimiy yoki davriy neft bilan ho'llanib turadigan rezervuar devori; neftdan ajralgan mineralli mahsulotosti suvi ta'sirida rezervuarining ichki tag yuzasi va birinchi poyasi (42-rasmga qarang). O'ng kam jarohatlanadigan bo'lim — doimiy yoki davriy neft bilan ho'llanib turadigan rezervuar zonasi hisoblanadi.

Bu bo'limlarning lokal intensiv korroziyalanishining sababi — to'xtovsiz kondensatsiyalanishi va erigan kislorod bo'lgan ikki fazali agressiv muhit yupqa pardasining (neft—suv) hosil bo'lishi hisoblanadi. Namlikning yupqa pardasi tarkibida kislorod konsentratsiyasining ortishi korroziya tezligini jadallash-tiradi (11-jadval).



42-rasm. Neft rezervuarining korroziyon zonalarga bo'linish chizmasi:

- 1—gaz-havo aralashmasi ta'siridagi zona; 2—doimiy yoki davriy neft bilan ho'llanib turadigan zona;
3—mahsulotosti suvi zonasi.

**Neftni tayyorlashda po‘lat 3 (Cr 3) rezervuaridagi korroziya tezligi
(neft, gazni qazib olish boshqarmalari ma’lumoti)**

Rezer- vuar raqami	Osilgan namunalar baland- ligi, m	Agressiv muhitning ta’sir zonasi	Tekshi- rish davo- miyligi	Korroziya tezligi, g/m ² · soat	Korroziya jarohatining ko‘rinishi
3	0,6—1,0	Tepa	$\frac{3,5}{9,0}$	$\frac{0,003}{0,0006}$	$\frac{\text{nuqta}}{\text{tekis}}$
3	7,0—7,5	O‘rta	$\frac{3,5}{9,0}$	$\frac{0,06}{0,028}$	$\frac{\text{nuqta } 0,4 \text{ mm}}{\text{yara } 0,67 \text{ mm}}$
3	10,5—11,0	Past	$\frac{3,5}{9,0}$	$\frac{0,004}{0,001}$	$\frac{\text{nuqta } 0,009 \text{ mm}}{\text{dog‘}}$
5	0,5—1,0	Tepa	12,5	0,002	Nuqta 0,1 mm
5	5,0—5,5	O‘rta	12,5	0,007	Nuqta 0,4 mm
5	7,0—7,5	Past	12,5	0,002	Dog‘

* tepa — gaz-havo zonasi; o‘rta — davriy neft bilan ho‘llanish zonasi; past — mahsulot suvi ta’sir zonasi.

Rezervuarining o‘rta qismida lokal korroziya manbalarining hosil bo‘lishi metallning neft bilan bir tekis ho‘llanmasligi oqibatida sodir bo‘ladi. Yuza neft bilan ho‘llanganda smola ko‘rinishidagi moddalarning cho‘kishi sodir bo‘ladi, u rezervuar devorini tekis qoplaymaydi va uni suv yuqtirmaydigan qiladi. Rezervuarni davriy bo‘shatadi, devor orqali oqayotgan kondensat, birinchi navbatda, yupqa neft pardasini eritadi va yuvadi, smola ko‘rinishidagi moddalar uzoq vaqt saqlanadi. Shunday o‘zgarishlar lokal korroziyani rivojlantiradi.

Rezervuar qopqog‘i devoriga ko‘ra 2 marta tezroq ishdan chiqadi. Bu qopqoq qalinligining kamligi, suv va uglevododrodlarning intensiv kondensatsiyalanishi hamda rezervuar tepasida yig‘ilayotgan havo kislorodi konsentratsiyasining yuqoriligi orqali izohlanadi.

Rezervuar tagida tekis cho‘kma hosil bo‘lmasligi oqibatida korroziya jarayoni jadallashadi va lokal korroziya rivojlanadi.

Neft rezervuarlarining ichki va tashqi yuzalarini himoya qilishda aktiv (katod va protektor) va passiv (lok-bo'yoq) usullaridan foydalaniladi. Aktiv usul bo'yicha himoya qilish yuqoridagi boblarda batafsil bayon etilgan. Quyida rezervuarlar ichki yuzalarida lok-bo'yoqlar qoplamasini himoya qilish texnologiyasi va sharoitlari bilan tanishamiz. Kon havza rezervuarlarini korroziyadan himoya qilishda, asosan, epoksidli lok materiallari ishlatiladi. Epoksidli lok-bo'yoqlar surkash texnologiyasining osonligi va qimmatli xususiyatlari boshqa turdagi bo'yoqlardan farq qiladi. Lok-bo'yoq materiallari va qoplama tizimi himoya qilinadigan jihozning ishlatilishi sharoitiga ko'ra aniqlanadi.

Amaldagi tasniflarga ko'ra rezervuarlarning ichki qoplamasi benzina chidamli qoplamalar guruhiga kiradi. Shunga ko'ra unga quyidagi talablar qo'yiladi: harorat -50°C dan $+50^{\circ}\text{C}$ oralig'ida (intervalda) neft, neft mahsulotlari, atmosfera havosi va suvlarning bir vaqtdagi ta'sirlariga turg'unligi; besh yildan kam bo'lmagan vaqt davomida yuqori fizik-mexanik xossalarni saqlashi; qoplamaning hosil qilishning oson (sodda) va tejamkor bo'lishi.

Ayrim hollarda qoplamaning ishlash muddatini oshirish uchun umumlashgan metall polimerli qoplamalar qo'llaniladi. Ularning birinchi qatlamini rux (Zn) metalini purkash orqali hosil qilingan qoplama tashkil etadi. Uning ustiga lok-bo'yoq qavati surkaladi. Lok-bo'yoq materiallari himoya qilinadigan rezervuar yuzasiga cho'tka yoki mexanizatsiyalashtirilgan usullar yordamida surkaladi.

Rezervuarlar ishining tahliliga ko'ra, ularni ishlatish jarayonida ustki va pastki bo'limlari har xil sharoit ta'sirida bo'ladi. Shunga ko'ra, ularni korroziyadan himoya qilishda har xil ko'rinishdagi qoplamalarni qo'llash maqsadga muvofiq hisoblanadi. Shu sababli yonuvchi qopqoqni, gardishning pastki poyasining o'rtasigacha bo'lgan oraliqni o'z tarkibiga oluvchi yuqori bo'limni himoya qilish uchun, lok-bo'yoq qoplama qo'llaniladi. Rezervuar tagini va pastki poyasining yarmini o'z tarkibiga oluvchi bo'limni himoya qilish uchun armaturalangan qoplamaning qo'llash tavsiya etiladi.

Rezervuarining yuqori bo‘limida lok-bo‘yoq qoplamasini hosil qilish quyidagicha amalga oshiriladi:

- himoya qilinadigan yuza barcha iflosliklardan tozalanadi;
- tozalangan yuzaga cho‘tka yoki mexanizatsiyalashtirilgan usul orqali silliqlash qavati surkaladi;
- silliqlash qavati ustiga asosiy lok-bo‘yoq qavati surkaladi;
- talab qilingan lok-bo‘yoq qavati hosil qilingandan keyin 2—7 sutka davomida quritiladi.

Rezervuarining pastki bo‘limida hosil qilinadigan armaturalangan qoplama 3 ta qavatdan tashkil topadi: silliqlash, armaturalovchi, lok-bo‘yoq. Bu turdagi qoplama quyidagi ketma-ketlikda bajariladigan ishlar bo‘yicha hosil qilinadi: yuza tozalanadi; tozalangan yuzaga silliqlash lok-bo‘yoq qavati surkaladi va batamom quritiladi; keyin ikkinchi qavat lok-bo‘yoq qavati surkaladi; qurimagan lok-bo‘yoq qavati ustiga armaturalovchi oyna matosi yotqiziladi yoki changlash usuli orqali maydalangan oyna ipi qavati hosil qilinadi; hosil qilingan armaturalovchi qavat zichligi oshiriladi (g‘ildirak yordamida); armaturalovchi qavat 15—20°C da 12—15 soat davomida quritiladi; keyin asosiy lok-bo‘yoq qavati surkaladi. Armaturalangan qoplamaning umumiy qalinligi $1,2 \div 1,5$ mm ni tashkil qiladi. Armaturalangan qoplama yaxshi yopishqoqlik (adzeziya), neft va suv muhitiga yuqori turg‘unlik xossasiga ega va mexanik mahkamligi va qattiqligining yuqoriligi bilan farq qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *S. K. Kamalov, S. Sh. Xabibullayev.* Korroziyadan himoya qilish. O'quv qo'llanma. — T.: TDTU, 2006.
2. *U. M. Mardonov, M. N. Murodov.* Korroziyaga qarshi himoya. O'quv qo'llanma. — Buxoro: Buxoro oziq-ovqat va yengil sanoat texnologiya instituti, 2004.
3. *U. M. Mardonov, M. N. Murodov.* Korroziyaga qarshi himoya. Uslubiy qo'llanma. — Buxoro: Buxoro oziq-ovqat va yengil sanoat texnologiya instituti, 2004.
4. *L. V. Korovina, Sh. K. Agzamov.* Ashyolarning kimyoviy qarshiligi va korroziyadan himoya. O'quv qo'llanma. — T., 2004.
5. Техника борьбы с коррозией. Перевод с польского к.х.н. В.И. Грибеля, под ред. д.х.н., проф. А.М.Сухотина. — Л.: «Химия», 1980.
6. *B. C. Пахомов.* Коррозия и защита химической аппаратуры. Электрохимическая коррозия металлов: Учебное пособие. — М.: МИХМ, 1983.
7. *B. C. Пахомов.* Кинетика электродных процессов. Электрохимическая коррозия. Часть 1. — М., 1977.
8. *И. В. Стрижевский, А. М. Зиневич, К. К. Никольский, В. И. Глазков, В. Г. Котик.* Защита металлических сооружений от подземной коррозии: Справочник/ 2-е изд., перераб. и доп. — М.: «Недра», 1981.
9. *Н. П. Жук.* Курс теории коррозии и защиты металлов. — М.: «Металлургия», 1976.
10. Коррозия и защита трубопроводов, скважин, газопромышленного и газоперерабатывающего оборудования. Реферативный сборник. № 5. — М., 1977.
11. Коррозионная стойкость оборудования химических производств. Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность. Справочное пособие / под ред. Л.Арчакова. — Л.: «Химия», 1997.
12. *А. Г. Касаткин.* Основные процессы и аппараты химической технологии. — М.: «Химия», 1973.
13. *Я. М. Колотыркин.* Металл и коррозия. — М.: «Металлургия», 1985.
14. *А. А. Гоник.* Коррозия нефтепромышленного оборудования и меры её предупреждения. — М.: «Недра», 1976.

15. *А. М. Сухотин*. Коррозионная стойкость оборудования химических производств. Коррозия под действием теплоносителей, хладагентов и рабочих тел. — Л.: «Химия», 1988.

16. *С. А. Фармазов*. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов. Учебн. пособие. — М.: «Химия», 1984.

17. *Г. Л. Вихман, С. А. Круглов*. Основы конструирования аппаратов и машин нефтеперерабатывающих заводов. — М.: «Гостехиздат», 1978.

18. *А. С. Бобков*. Основы строительства промышленных зданий и сооружений химической промышленности. — М.: «Высш. школа», 1965.

19. *А. Н. Плановский, П. И. Николаев*. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. — М.: «Химия», 1987.

20. *Z. Salimov, I. Tuychiyev*. Kimiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. — Т.: «O'qituvchi», 1987.

21. *Ю. И. Дытнерский*. Процессы и аппараты химической технологии. В 2-х кн. — М.: «Химия», 1995.

22. *А. И. Владимиров, В. А. Шелкунов, С. А. Куликов*. Основные процессы и аппараты нефтегазопереработки. — М.: «Нефть и газ», 1996.

23. *В. В. Николаев, Н. В. Бусыгина, И. Г. Бусыгин*. Основные процессы физической и физико-химической переработки газа. — М.: ОАО «Недра», 1998.

24. *А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А. Шелкунов*. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. — М.: «Недра», 2000.

25. *N. R. Yusupbekov, X. S. Nurmuxamedov, Z. G. Zokirov*. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. — Т.: «Sharq», 2003.

26. <http://aing-atr.boom.ru>

MUNDARIJA

KIRISH.....	3
-------------	---

1. Korroziya va korroziya turlari

1.1. Metallar «korroziyasi» atamasini aniqlash.....	5
1.2. Metallar korroziyasining xalq xo'jaligidagi ziyoni.....	5
1.3. Korroziya jarayonlari tasnifi va korroziyon yemirilishning ko'rinishlari.....	7
1.4. «Metallar korroziyasidan himoya qilish» fanining rivojlanishi.....	8
1.5. Korroziyadan himoya qilishning neft va gaz bilan ta'minlash tizimidagi ahamiyati.....	9

2. Asosiy konstruksion materiallar va ularni tanlash

2.1. Metallarning tuzilishi va o'ziga xos xususiyatlari.....	11
2.2. Konstruksion materiallar.....	12
2.3. Neft va gazni qayta ishlash korxonalarida ishlatiladigan asosiy materiallar.....	13
2.4. Rangli metallar.....	20
2.5. Metall bo'lmagan materiallar.....	22
2.6. Organik materiallar.....	23

3. Kimyoviy korroziya. Metallarning korroziyalanishida oksidlovchilarning ta'siri

3.1. Kimyoviy korroziya va uning sodir bo'lish sharoitlari (muhitlari).....	27
3.2. Kimyoviy korroziya mexanizmi va oksid pardalarining o'sish zonalari.....	27
3.3. Metall oksid pardalarining xossalari.....	29
3.4. Metallar oksid pardalarining o'sish qonunlari.....	31

4. Metallar kimyoviy korroziyasining sodir bo'lish sharoitlari

4.1. Gaz korroziyasi va unda bo'ladigan jarayonlar.....	34
4.2. Tok o'tkazmaydigan suyuqliklardagi korroziya.....	36
4.3. Atmosfera korroziyasi.....	37

5. Metall potentsiallari va metallarning aktivlik qatori bo'yicha umumiy ma'lumotlar. Mexanik kuchlar va agressiv muhit ta'siridagi korroziya turlari

5.1. Metall potentsialining hosil bo'lishi.....	39
5.2. Metallarning normal potentsiallari va ularning kimyoviy aktivlik qatori.....	41
5.3. Qaytar va qaytmas metall potentsiallari.....	43

5.4. Korrozion yorilish.....	44
5.5. Korrozion toliqish.....	47
5.6. Kavitatsion korroziya.....	49
5.7. Korroziyalanish erroziyasi.....	49
5.8. Kontakt korroziyasi.....	51
5.9. Kristallararo korroziyalanish.....	52

6. Elektrokimyoviy korroziya

6.1. Elektrokimyoviy korroziya va uning sodir bo‘lish mexanizmi.....	55
6.2. Metall yuzasida galvanik elementlarning hosil bo‘lish sabablari.....	56
6.3. Galvanik elementlardagi jarayonlar.....	57
6.4. Qutblanish sabablari va ularning korroziya tezligiga ta‘siri.....	59
7. Bakteriyalar korroziyasi.....	62

8. Neft va gazni qayta ishlash zavodidagi asosiy qurilmalarda uchraydigan korroziya turlari

8.1. Neft va gazni qayta ishlash zavodlarida ishlatiladigan qurilmalar.....	64
8.2. Suvli muhitda korroziyalanish.....	70
8.3. Chuchuk suv muhitidagi korroziya.....	71
8.4. Mikrobiologik korroziya.....	73
8.5. «Neft-gaz» aralashmasining korrozion xususiyati va unga ta‘sir etuvchi omillar.....	74
8.6. Neftni atmosfera va vakuumli haydash jarayonlari uskunalarini korroziyalanishdan himoyalash.....	76
8.7. Past haroratdagi korroziyalanish.....	78
8.8. Xomashyo holdagi neftni deminerallash.....	80
8.9. Deminerallashdan keyingi qo‘shimcha neytrallash.....	82

9. Korroziyaga qarshi himoya usullari

9.1. Epoksidli lok-bo‘yoq va ПЭ changidan hosil qilingan izolatsiya qoplamalari.....	86
9.2. Izolatsiya qilish ishlarini bajarishda mehnat himoyasi va texnika xavfsizligi.....	88
9.3. Korroziyadan himoyalashning ingibitorlash usuli.....	90
9.4. «Elektrolit-uglevodorod» sirt chegaralarida korroziyadan himoyalash ingibitorlari.....	92
9.5. Turli ingibitorlar aralashmalari yordamida korroziyadan himoyalash.....	98

10. Yerosti quvurlarining katod va elektrodrenaj himoyalari

10.1. Quvurlarning katod himoyasi va uni himoya qilish mexanizmi. Himoya potentsiallari.....	99
10.2. Yerosti quvurlarini daydi toklar korroziyasidan himoya qilish.....	101

11. Katod himoyasi tizimidagi yerga ulangan anodlar

11.1. Yerga ulangan anodlar va ularga bo'lgan talablar.....	103
11.2. Yuza ulangan anodlarning konstruksiyalari, ularning yutuq va kamchiliklari.....	103
11.3. Chuqur ulangan anodlar.....	106
11.4. Anod o'rnatiladigan yerlar va anodning tok tarqatish qarshiligini kamaytirish usuli.....	107

12. Neft, gaz va ularning mahsulotlarini saqlash uchun rezervuarlar

12.1. Silindr shaklidagi vertikal rezervuarlar.....	112
12.2. Qopqog'i suzadigan rezervuarlar.....	115
12.3. Tomchisimon rezervuarlar.....	116
12.4. Sharsimon rezervuarlar.....	117

13. Protektor himoyasi va uning materiallari

13.1. Protektor himoyasi va uning himoya qilish mexanizmi.....	118
13.2. Protektor materiallari va ularga bo'lgan talablar.....	119
13.3. Protektorlardan tarqalayotgan tok qarshiligini kamaytirish.....	120
13.4. Protektor qurilmalari yordamida himoya qilish.....	121

14. Rezervuarlar korroziyasi va ularni epoksidli lok-bo'yoq yordamida himoya qilish

14.1. Rezervuarlarning tuproq ta'siridagi korroziyasi.....	124
14.2. Rezervuarlarning mahsulotosti suvi ta'siridagi korroziyasi.....	125
14.3. Rezervuarlarning ichki tag yuzasini epoksid polimerlar asosidagi lok-bo'yoqlar yordamida himoya qilish.....	127

15. Rezervuarlar ichki va tashqi tag yuzalarining protektorlar himoyasi

15.1. Rezervuarlar tashqi tag yuzasining katod himoyasi.....	129
15.2. Rezervuarlarning tashqi tag yuzasining protektor himoyasi.....	130
15.3. Rezervuarlarni ichki tag yuzasining protektor himoyasi.....	132
15.4. Protektor himoyasini nazorat qilish.....	134

16. Korroziya ingibitorlari

16.1. Ingibitor tasnifi.....	135
16.2. Noorganik ingibitorlar.....	135
16.3. Organik ingibitorlar va ularning himoya qilish mexanizmi.....	137
16.4. Ingibitorlarning quvur tizimida ishlatilish texnologiyasi.....	138
16.5. Atmosfera korroziyasi ingibitorlari.....	140
16.6. Vodород oltingugurti (H_2S) korroziyasi va uning mexanizmi.....	141

17. Neft rezervuarlarining korroziyasi va himoyasi.....

Foydalanilgan adabiyotlar.....	147
--------------------------------	-----

**X12 Xabibullayev S.Sh., Maxmanov D.M.,
Badriddinova F.M. Metallar korroziyasi.**
Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'lanma. — T.: «ILM ZIYO», 2016. — 152 b.

ISBN 978-9943-16-227-3

UO'K:669.018.8:622.276/279(075.32)

KBK:30.82

**S.SH. XABIBULLAYEV, D.M. MAXMANOV,
F.M. BADRIDDINOVA**

METALLAR KORROZIYASI

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'lanma

Toshkent — «ILM ZIYO» — 2016

Muharrir *I. Usmonov*
Badiiy muharrir *M. Burxonov*
Texnik muharrir *D. Hamidullayev*
Musahhah *M. Ibrohimova*

Nashriyot litsenziyasi №AI 275, 15.07.2015-y.

2016-yil 10-yanvarda chop etishga ruxsat berildi. Bichimi 60×90¹/₁₆.

«Times» harfida terilib, ofset usulida chop etildi.

Bosma tabog'i 9,5. Nashr tabog'i 8,5. 102 nusxa.

Buyurtma № 54.

«ILM ZIYO» nashriyot uyi. Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30-uy.

«PAPER MAX» xususiy korxonasida chop etildi.

Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30-uy.