

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi
akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu

Vaqif Məhərrəm oğlu Abbasov

*Dərslük korroziya sahəsində görkəmli
Azərbaycan alimləri, texnika elmləri
doktoru, professor Anaxanım Xanla-
rovanın və texnika elmləri doktoru,
professor İsrəfil Məmmədovun parlaq və
əziz xatirələrinə ithaf olunur*

KORROZIYA

*Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin akademik
Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun
Elmi Şurasının 31.10.2023-cü il tarixli 27 nömrəli protokoluna
əsasən çap olunur.*

Bakı – 2023

Elmi redaktor: **t.e.d., dosent Nizami İbrahim oğlu Mürsəlov**

Texniki redaktor: **t.ü.f.d., dosent Zaur Zabil oğlu Ağamalıyev**

Korrektor: **k.ü.f.d. Durna Babək qızı Ağamalıyeva**

Abbasov V.M. Korroziya. II nəşr. Bakı: “Elm”, 2023, – 360 səh.

ISBN: 978-9952-569-02-5

Bu kitab müstəqil Azərbaycan Respublikasında korroziyaya aid nəzəri və praktiki məlumatlarla zəngin olan ilk milli dərslikdir. Dərslikdə korroziyanın nəzəri problemləri, o cümlədən ayrı-ayrı korroziya prosesləri, onların baş verməsini şərtləndirən amillər, ayrı-ayrı sənaye sahələrində korroziya problemləri və onların aradan qaldırılması üsulları haqqında geniş məlumat var.

Kitabda Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin akademik Y.H.Məmmədliyəv adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda korroziya və ona qarşı mübarizə vasitələrinin yaranması sahəsində aparılan fundamental və tətbiqi tədqiqatlar haqqında da məlumatlar verilir.

Dərslik ali məktəblərin uyğun ixtisaslar üzrə bakalavr pilləsində təhsil alan tələbələr üçün nəzərdə tutulmuşdur, lakin ondan magistrələr, aspirantlar, elmi işçilər, mühəndislər və texnoloqlar da istifadə edə bilər.

655 (07) – 2023

© Abbasov V.M., 2023

GİRİŞ

Korroziya prosesi metallar və onların ərintilərindən hazırlanmış avadanlıqların, alətlərin, materialların ətraf mühitin təsiri ilə dağılma prosesi olduğundan prosesin getməsinə şərtləndirən amillərdən biri də mühitin aqressivliyidir.

Texnikanın sürətli inkişafı, yanacaqın külli miqdarda istifadə olunması, bununla əlaqədar olaraq atmosferin, suyun və torpağın intensiv çirklənməsi ətraf mühiti metallara və onların ərintilərinə qarşı daha aqressiv edir. İndi elə bir sənaye sahəsi tapmaq çətinidir ki, orada korroziya problemi qarşıya çıxmasın. Ətraf mühitin aqressivliyinin artması kənd təsərrüfatı texnikasının da sıradan çıxmasına səbəb olur. Hərbi texnikanın korroziyaya uğraması daha təhlükəlidir.

Qeyd etmək lazımdır ki, korroziya prosesi bir çox hallarda yanaşı və əlaqəli proseslərlə birgə baş verir və onların biri digərini stimullaşdırır. Belə proseslərə duz və parafinçökmə, sulfat reduksiya edici bakteriyaların inkişafı və s. aiddir.

Korroziya prosesləri təkcə vəsait sərfi və maya dəyərin artması, məhsul itkisi yaranması baxımından yox, həm də, bir sıra hallarda ciddi yanğın və partlayışlara səbəb olmaq baxımından təhlükəli və ziyanlıdır. Bəzi hallarda korroziya səbəbindən baş verən qəzalar nəticəsində ətrafa zəhərli kimyəvi maddələrin, neft məhsullarının tökülməsi səbəbindən təbiətə vurulan ziyanlar ölçüyə gəlməz dərəcədə böyük olur. XX əsrin sonlarından başlayaraq, çox kükürlü neftlərin və təbii qazın hasilatının və emalının həcmünün artması bütövlükdə korroziya problemini daha da kəskinləşdirmişdir. Təbii su hövzələrinin və çayların sularının intensiv çirklənməsi soyuducu agent kimi suyun istifadəsində çox ciddi problemlər yaratmışdır. Belə ki, soyuducu agent kimi çirklənmiş və yüksək minerallığa malik cod sular istifadə edildikdə eyni zamanda korroziya və ərp əmələ gəlmə prosesləri getdiyindən metalın səthində əmələ gələn korroziya məhsulları və çöküntülər soyutma sistemlərinin istilik dəyişdiricilərinin soyutma imkanlarını azaldır və bəzi hallarda bu, məhsul itkisi ilə yanaşı ciddi partlayış təhlükəsi də yaradır.

Korroziya problemi insanın məişətində də ciddi mənfi problem olduğunu nəzərə alaraq, peşəsindən asılı olmadan hər bir kəs bu sahədə kafi biliklərə malik olmalıdır. Lakin bu problem neft və qaz çıxartma və emalı sənayelərində, kimya və qida sənayesində, maşınqayırmada, kənd təsərrüfatında və energetikada daha ciddi olduğundan həmin sahələrin mütəxəssisləri

problemin səbəbləri və həlli üsulları haqqında kifayət qədər biliyə malik olmalıdırlar.

Qeyd etmək istərdim ki, korroziya problemlərinin öyrənilməsi və həlli sahəsində Azərbaycan alimləri çox böyük uğurlar qazanmışlar. XX əsrin ikinci yarısında V.Neqreyev tərəfindən əsası qoyulan tədqiqatlar sonralar texnika elmləri doktoru, professor A.Xanlarova, texnika elmləri doktoru, professor İ.A.Məmmədov, kimya elmləri doktoru, professor, akademik V.M.Abbasov, texnika elmləri doktoru E.Ş.Abdullayev, texnika elmləri doktoru, professor L.İ.Əliyeva, kimya elmləri doktoru Y.C.Ağazadə, kimya elmləri doktoru A.H.Talıbov, AMEA-nın müxbir üzvü T.A.Əliyev, texnika elmləri doktoru A.M.Səmədov, kimya elmləri doktoru İ.T.İsmayılov, kimya elmləri doktoru, professor S.Ə.Məmmədخانova, texnika elmləri doktoru F.Ə.Əmirov, texnika elmləri doktoru N.İ.Mürsəlov, kimya elmləri doktoru L.M.Əfəndiyeva, kimya elmləri doktoru Z.R.Ağayeva, texnika elmləri doktoru A.M.Səmədov, texnika üzrə fəlsəfə doktorları R.S.Məhərrəmov, V.R.Vəzirova, kimya elmləri üzrə fəlsəfə doktorları Z.Z.Qasimov, E.H.Abdullayeva, R.E.Əzizov, E.F. Sultanov, L.A.Mahmudova, Y.Ə.Abdullayev, V.M.Şəfiyev, G.F.Məmmədova, S.Y.Hacıyeva, A.R.Əzizbəyli, A.G.Şahməmmədova, A.A.Quliyev, D.B.Ağamalıyeva, G.F.Məmmədova, T.İ.Şirinov, H.M.Tahirov, A.Kazimov, N.M.Məmmədova və s. uğurla davam etdirilmişdir və bu alimlərin əksəriyyəti hazırda da uğurla fəaliyyət göstərirlər.

Bir çox korroziyadan müdafiə vasitələri Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya posesləri İnstitutunda yaradılıb və sənaye miqyasında geniş tətbiq olunub. Onların bir neçəsini qeyd etməyi vacib saydım.

İnstitutumuzda yaradılmış VFİKS-82 inhibitoru çoxfunksiyalı inhibitor kimi Rusiya Federasiyasının, Ukrainanın, Türkmənistanın, Azərbaycanın neft yataqlarında sənaye miqyasında istifadə olunub. Bu inhibitorun istehsalı üçün Rusiya Federasiyasının Meleuz şəhərində sənaye qurğusu, Azərbaycanda təcrübə-sənaye qurğusu yaradılıb.

VFİKS-82 inhibitorunun qış modifikasiyası olan və mənfi 33°C-də donmayan Azəri inhibitoru yaradılıb, Rusiya Federasiyasında sənaye istehsalı təşkil olunub və tətbiqi həyata keçirilib.

Kaspi-X korroziya inhibitoru 1993-cü ildə indiki Heydər Əliyev adına Neft Emalı Zavodunda sənaye sınağından keçirilib və 1995-ci ildən 2022-ci ilin sonuna qədər 26724,17 ton istehsal olunaraq həmin zavodun qurğularını turşu korroziyasından qorumaq üçün istifadə edilib. Kaspi inhibitoru 2000-

ci ildən 2022-ci ilin sonuna qədər 192,76 ton istehsal olunub və həmin zavodun benzinin stabilləşmə qurğusunda istifadə edilib.

Kaspi-X(M) inhibitoru 2009-cu ildən 2022-ci ilin sonuna qədər 286,2 ton istehsal olunaraq həmin zavodun buxar istehsalı üçün hazırladığı kimyəvi təmizlənmiş suyun nəqli sistemini korroziyadan qorumaq üçün istifadə edilib.

İnstitutda yaradılmış Parkorin-22A inhibitor-depressantı 2022-ci ildən istehsal edilməyə başlanmış və 2023-cü ilin oktyabrın sonuna qədər 176 ton istehsal edilərək Qarabağlı və Kürsəngi neft yataqlarında və “Taghiyev Operating Company” MMC-nin yataqlarında istifadə edilmişdir və hazırda da istifadə edilməkdədir.

Oxuculara təqdim edilən bu dərslik Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin, Bakı Ali Neft Məktəbinin, Bakı Dövlət Universitetinin, Sumqayıt Dövlət Universitetinin, Gəncə Aqrar Universitetinin, Texniki Universitetin, Memarlıq və İnşaat Universitetinin tələbələri üçün nəzərdə tutulmuşdur. Ola bilsin ki, dərslikdə müəyyən çatışmazlıqlar olsun. Əgər oxucular aşkar etdikləri çatışmazlıqları müəllifə göndərərlərsə məmnunluqla qəbul ediləcəyinə əmin ola bilərlər.

Müəllif
Akademik Vaqif Məhərrəm oğlu Abbasov

BÖLMƏ I

KORROZIYA PROSESİ VƏ KORROZIYA PROBLEMİ

1.1. Korroziya nədir?

Korroziya – kimyəvi və ya elektrokimyəvi reaksiyalar nəticəsində metalların dağılmasıdır. Fiziki proseslər səbəbindən dağılma (zay olma) korroziya adlanmır və erroziya, köhnəlmə və ya sürtünmədən yeyilmə adlanır. Bəzi hallarda kimyəvi təsirlər fiziki dağılmalarla müşayiət olunur ki, bu da korroziya erroziyası, korroziya yeyilməsi və ya fretting korroziya adlanır. Bu məhvum qeyri-metal materiallara aid deyil. Plastik kütlələr sınaq və ya çatlamağa bilər, ağac təbəqələrə ayrılmağa, çürüməyə bilər, portland sement qələviləşməyə bilər. Amma «korroziya» termini yalnız metallara kimyəvi təsirə aiddir.

Paslanma dəmir və ya onun ərintilərinin əsasən dəmirin hidratlaşmış oksidlərindən ibarət korroziya məhsullarının əmələ gəlməsinə səbəb olan korroziya prosesidir.

1.2. Korroziya elmi

Əksər hallarda korroziya elektrokimyəvi proses olduğundan korroziya reaksiyalarını yaxşı başa düşmək üçün kimyanın əsaslarını, xüsusən də elektrokimyayı yaxşı bilmək lazımdır. Metalın strukturu və tərkibi onun korroziyaya uğramaq xüsusiyyətini müəyyən etdiyindən metallurjiyanın əsaslarını da bilmək lazımdır. Deməli, korroziyanı öyrənərkən kimya və metallurjiya əsas fundamental rolunu oynayır.

Korroziyanın səbəblərini və onun aradan qaldırılması yollarını müəyyənləşdirmək üçün korroziya tədqiqatçıları korroziya prosesinin mexanizmini öyrənirlər. Mühəndis-korroziya istismar məlumatları və iqtisadi faktorlar nəzərə alınmaqla elmin topladığı bilikləri istifadə edir. Məsələn, mühəndis-korroziya yeraltı boruların katod mühafizəsini həyata keçirir və ya yeni boyaqlar işləyib hazırlayır və sınaqdan keçirir, korroziya inhibitorları və ya metal örtükləri tətbiq edir. Alim-korroziya bunun üçün katod mühafizəsinin optimal variantlarını işləyib hazırlayır, yaxşı inhibitor xassəli

kimyəvi tərkiblərin molekulyar strukturunu müəyyən edir, korroziyaya davamlı ərintilər yaradır və onların termiki emal rejimini müəyyənləşdirir.

1.3. Korroziya problemi

Korroziya tədqiqatlarının əhəmiyyəti üç aspektlə müəyyənləşir. Bunlardan birincisi iqtisadi aspektidir. Bu aspektin məqsədi boru kəmərlərinin, tutumların, maşınların, gəmilərin, körpülərin, dənizdə quraşdırılmış konstruksiyaların və s. korroziyası nəticəsində material itkisini azaltmaqdır. İkinci aspekt korroziya nəticəsində fəlakətli nəticələrlə dağıla bilən avadanlıqların etibarlılığının artırılmasıdır. Məsələn, yüksək təzyiqli qablar, buxar qazanları, zəhərli materiallar üçün metallik konteynerlər, turbinlərin pərləri və rotorları, körpülər, təyyarələrin detalları və avtanom avtomatlaşmış mexanizmlər bu avadanlıqlara aiddir. Atom elektrik stansiyaları və radioaktiv tullantıların saxlanması sistemləri üçün avadanlıqlarda etibarlılıq ən vacib şərtlərdəndir. Üçüncü aspekt metal fondunun qorunub saxlanmasıdır. Dünyada metal ehtiyatları məhduddur, korroziya nəticəsində metal itkisi davam edir, bununla yanaşı əlavə enerji və su itkisi də baş verir. 1978-ci ildə keçmiş SSRI-də metalların korroziyasından bir başa itkilər 14 milyard rubldan çox olmuşdur. Ölkə üçün bu, böyük itki idi mi? Bəli. Belə ki, 1978-ci ildə SSRI-də bütün elmi tədqiqatlara 18 milyard rubl vəsait xərclənmişdi. 1978-ci ildə SSRI-də korroziyadan dolayı itkilər 45 milyarda, 1988-ci ildə 60 milyard rubla yaxın olmuşdur.

İqtisadi faktor əksər tətbiqi korroziya tədqiqatlarının başlıca hərəkətverici qüvvəsidir. Hərbi texnikada, kommunal təsərrüfatda korroziya itkilərinin bərpasına məsrəflər milyardlarla dollarla ölçülür.

Birbaşa və dolayı korroziya itkiləri fərqləndirilir. Birbaşa itki dedikdə korroziyaya uğramış konstruksiyaların və maşınların və ya onların hissələrinin əvəz olunması məsrəfləri (əmək məsrəfləri də nəzərə alınmaqla) nəzərdə tutulur. Birbaşa məsrəflərə misal olaraq korroziyanı aradan qaldırmaq üçün konstruksiyaların yenidən boyanması və ya boru kəmərlərinin katod mühafizəsi üçün məsrəfləri də göstərmək olar. Hər il milyonlarla məişət rakovinalarının, avtomobil səs boğucularının korroziyaya uğrama səbəbindən əvəz olunması da bir başa məsrəflərə aiddir. Karbonlu poladları korroziyaya davamlı poladlarla əvəz etmək üçün bu poladların tərkibində bahalı metalların olması da birbaşa məsrəflərə aid edilir. Buraya metal örtüklərin çəkilməsi,

inhibitorların, qiymətli metal avadanlıqların saxlandığı ambarların havasının soyudulması və təmizlənməsinə məsrəflər də birbaşa məsrəflərdir.

Hesablanmışdır ki, yolların və körpülərin buz bağlamasını aradan qaldırmaq üçün istifadə olunan duz milyardlarla dollar birbaşa itkilərə səbəb olur. Hələ keçən əsrin 80-ci illərində Avstraliyada, Böyük Britaniyada, Yaponiyada korroziyadan itkilər Milli məhsul istehsalının hər il 3-4 %-ni təşkil edirdi.

Korroziya nəticəsində dolayı itkiləri hesablamaq birbaşa itkiləri hesablamaqdan olduqca çətinidir. Dolayı itkilərə bir neçə misal göstərmək olar.

1. Boşdayanmalar. Neft emalı qurğusunun korroziyaya uğramış borusunun əvəz olunmasına məsrəflər bir neçə yüz dollara başa gəlir. Bu borunu əvəz edərkən boşdayanma zamanı məhsul istehsalının azalması səbəbindən saatda 20000 dollar itki baş verir. İri elektrik stansiyasında korroziya səbəbindən buxar qazanlarının və ya kondensatorun dəyişdirilməsinə sərf olunan zaman hər gün dəyəri 50000 dollar olan enerji az istehsal oluna bilər.

2. Hazır məhsul itkisi. Təmirələrarası dövrdə uyğun sistemlərdə korroziya zədələnmələri səbəbindən neft, qaz, və su itkisi baş verir; avtomobil radiatorunun korroziyası antifriz itkisinə səbəb olur. Korroziyadan zədələnmə səbəbindən qaz sızması partlayışa səbəb ola bilər.

3. İstehsal gücünün aşağı düşməsi. Korroziya məhsullarının çökməsi səbəbindən istilik mübadiləsi səthlərində istilikkeçirmə pisləşir. Pasın çökməsi səbəbindən boru kəmərlərinin daxili keçid kəsiyi kiçildiyindən nasosların gücünü artırmaq tələb olunur.

Avtomobilin daxili yanma mühərriklərində porşen həlqələri və silindrlərin divarları yanma məhsullarının və kondensatın təsirindən korroziyaya uğrayır, benzin və yağ məsrəfi artır. Bu tip itkilər enerjinin çevrilməsi sistemlərində milyardlarla dollarlarla ölçülür.

4. Məhsulun çirklənməsi. Mis boru kəmərinin və ya latun avadanlığının korroziyası səbəbindən sistemə düşən az miqdarda mis bütöv sabun partiyasını zay edə bilər. Mis duzları sabunların köhnəlməsini və zay olmasını sürətləndirir və beləliklə də onun saxlanma müddətini azaldır. Çox az miqdarda metal iştirakı belə boyaqların rəngini dəyişə bilər. Qurğuşundan hazırlanmış avadanlıqlar qida məhsullarının saxlanması üçün istifadə oluna bilər. Belə ki, onun duzları zəhərliyədir. Qurğuşun borularla axıdılan yumşaq su içmək üçün təhlükəsiz deyil.

Bu qrup itkilərə metal tutumlarının paslanması nəticəsində qida məhsullarının zay olması da aiddir.

Bəzi hallarda itkilər ümumiyyətlə pul vahidi ilə ölçülə bilmir. Bunlara partlayışlarla əlaqədar olan kimyəvi avadanlıqların dağılması ilə müşayət olan və ya korroziya səbəbindən təyyarələrin, qatarların, avtomobillərin qəzalarıdır ki, insanların sağlamlığının itirilməsinə və insan tələfatına səbəb olurlar.

BÖLMƏ II

POLYARLAŞMA VƏ KORROZIYA SÜRƏTİ

2.1. Polyarlaşma

Metalın mühit ilə tarazlıq məsələləri korroziyanın termodinamiki imkanları haqqında fikir söyləməyə imkan verir. Lakin, praktikada bizim tədqiqatlarımızın əsas predmeti korroziya sürətidir. Bəzi metallar, məsələn, alüminium, maqnezium kifayət qədər yüksək reaksiya qabiliyyətli olsalar da o qədər yavaş reaksiyaya girirlər ki, bu da konstraksiya materiallarına olan tələbləri tam ödəyir. Bəzi mühitlərdə hətta onlar əvvəlcə daha inert olan metallara nəzərən daha davamlı olurlar.

Amma tarazlıq vəziyyətinin öyrənilməsinin korroziyaya aidiyyəti olmadığını düşünmək yanlış olar. Əksinə, tarazlıqda olmayan vəziyyətlərin fundamental tədqiqi və korroziya sürətinin hesablanması belə bir təsdiqlə başlayır ki, tarazlıq pozulmuşdur. Bütövlükdə sistemin tarazlıq vəziyyətini bilmək lazımdır ki, sistemin tarazlığa gəlmə sürətinə müxtəlif faktorların təsiri fərqləndirilsin. Elektrodun tarazlıq halı o vaxt pozulur ki, ondan elektrik yükü keçir. Belə elektrodun potensialı xarici cərəyanın gücü və istiqamətindən asılı olaraq dəyişir. Potensialın dəyişmə istiqaməti həmişə tarazlığın yerini dəyişməsinə, deməli, xarici və qalvanik elementə əmələ gələn cərəyanların axmasına mane olur. Məsələn, qalvanik elementdə cərəyan keçdikdə anod həmişə daha müsbət, katod isə daha mənfi olur, potensiallar fərqi azalır.

Elektroddan keçən cərəyanın yaratdığı potensial dəyişikliyi **polyarlaşma** adlanır.

Elektrokimyəvi kinetika elektrod və onunla təmasda olan maye sərhəddində reaksiya sürətini öyrənən elm sahəsidir.

Elektrokimyəvi kinetika korroziya mexanizmini başa düşmək imkanlarımızı artırır və imkan verir ki, praktiki olaraq korroziya sürəti təyin edilsin. Korroziya proseslərinin xüsusi elektrod reaksiyalarının cəmi kimi interpretasiya Vaqner və Traud tərəfindən işlənilib hazırlanmışdır. Bu bölmədə elektrokimyayın əhəmiyyətli anlayışları – korroziya potensialı (həmçinin kompromis stasionar potensial adlanır), korroziya cərəyanının sıxlığı, mübadilə cərəyanının sıxlığı və cərəyan sıxlığının potensialdan tafel asılılığı anlayışları verilir.

2.2. Polyarlaşmanın səbəbləri və polyarlaşmanın ölçülməsi

Əmələ gəlmə səbəbindən asılı olaraq polyarlaşma üç növə ayrılır: qatılıq polyarlaşması, aktivləşmə polyarlaşması və gərginliyin omik azalması.

2.2.1. Qatılıq polyarlaşması.

Məsələn, əgər mis katod durulaşmış CuSO_4 məhluluna salınmışdırsa və mis ionunun aktivliyi $a_{\text{Cu}^{2+}}$ -ə bərabərdirsə, xarici cərəyan olmadığı halda misin potensialını (E_1) Nernst tənliyi ilə tapmaq olar:

$$E_1 = 0,337 + \frac{0,0592}{2} \lg a_{\text{Cu}^{2+}}$$

Elementdə cərəyan axdıqda mis elektrod üzərinə çökür; bu zaman mis ionlarının səth qatılığı və uyğun olaraq onların aktivliyi $(a_{\text{Cu}^{2+}})_S$ -ə qədər azalır. Onda elektrod potensialı aşağıdakı kimi olur:

$$E_2 = 0,337 + \frac{0,0592}{2} \lg (a_{\text{Cu}^{2+}})_S$$

$(a_{\text{Cu}^{2+}})_S < a_{\text{Cu}^{2+}}$ olduğundan polyarlaşmış katodun potensialı xarici cərəyan olmadığı hala nəzərən az zəngindir. $E_2 - E_1$ potensiallar fərqi qatılıq polyarizasiyası kimi məlumdur:

$$E_2 - E_1 = -\frac{0,0592}{2} \lg \frac{a_{\text{Cu}^{2+}}}{(a_{\text{Cu}^{2+}})_S}$$

Cərəyan nə qədər çox olursa, mis ionlarının səth qatılığı bir o qədər az olur və $(a_{\text{Cu}^{2+}})_S$ kəmiyyəti də az olur və deməli, uyğun polyarlaşma da bir o qədər çox olur. Elektrod səthində $(a_{\text{Cu}^{2+}})_S$ sifıra yaxınlaşdıqca qatılıq polyarlaşması sonsuzluğa istiqamətlənir. $(a_{\text{Cu}^{2+}})_S$ -in qiyməti sifıra yaxın olan hala uyğun gələn cərəyan sıxlığı cərəyanın hədd qatılığı adlanır. Aydın ki, praktikada polyarlaşma heç vaxt sonsuzluğa çata bilməz, belə ki, birinci reaksiyaya uyğun gələn potensialdan yuxarı potensialda başqa elektrod prosesi gedəcəkdir. Mis çökdüyü halda, məsələn, potensialın dəyişməsi hidrogen ionlarının yüksüzləşməsinə səbəb olur: $2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2 - 2\text{e}^-$. Həm də qaz halında hidrogen misin çökməsi ilə eyni vaxtda əmələ gəlir.

Əgər $j_{\text{həd}}$ – katod reaksiyası üçün cərəyanın həd sıxlığıdırsa, j isə xarici cərəyanın sıxlığıdırsa, göstərmək olar ki,

$$E_2 - E_1 = -\frac{RT}{nF} \ln \frac{j_{h\ddot{a}d}}{j_{h\ddot{a}d} - j}$$

j $j_{h\ddot{a}d}$ -ə yaxınlaşdıqda $E_2 - E_1$ mənfi sonsuzluğa istiqamətlənir.

Cərəyanın hədd qatılığı (A / sm^2)

$$j_{h\ddot{a}d} = \frac{D_n F}{\delta t} \cdot C \cdot 10^{-3}$$

kimi hesablanı bilər. Burada D - reduksiya olunan ionun diffuziya əmsalı, n və F - adi qiymətlər alır; δ - elektrod səthinə toxunan elektrolitin hərəkətsiz təbəqəsinin qalınlığı (qarışdırılmayan məhlullar üçün 0,05 sm); t - reduksiya olunan ion müstəsna olmaqla məhlulda ionların hamısının ötürülmə sayı (əgər məhlulda çoxlu başqa ionlar varsa, onda $t = 1$); C - diffuziya olunan ionun qatılığı, mol/l.

Duru məhlulda 25 °C-də H^+ və OH^- ionları müstəsna olmaqla digər ionların hamısı üçün $D \cdot 10^{-5} \text{ sm}^2/\text{s}$ -yə yaxın olduğundan cərəyan qatılığı $j_{h\ddot{a}d} = 0,02 \text{ ns}$ ilə ifadə olunur.

Hidrid ionu üçün $D = 9,3 \cdot 10^{-5}$, hidroksid ionu üçün $5,2 \cdot 10^{-5} \text{ sm}^2/\text{s}$ olduğundan uyğun $j_{h\ddot{a}d}$ yüksək olur.

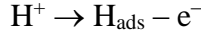
Əgər mis elektrod anodlu polyarlaşarsa, mis ionlarının qatılığı elektrod səthində məhlul təbəqəsində olduğundan çox olar. Onda $a_{\text{Cu}^{2+}} / (a_{\text{Cu}^{2+}})_S$

nisbəti vahiddən kiçik olur və $E_2 - E_1 = -\frac{0,0592}{2} \lg \frac{a_{\text{Cu}^{2+}}}{(a_{\text{Cu}^{2+}})_S}$ tənliyində

$E_2 - E_1$ işarəsini dəyişir. Başqa sözlə, anodda qatılıq polyarlaşması onun tarazlıq potensialını mənfiyə, katod istiqamətinə dəyişir. Mis anod üçün qatılıq polyarlaşmasının yuxarı həd qiyməti elektrod səthində mis duzlarının doymuş məhlulu əmələ gələn hala uyğun olur. Bu həd qiyməti katod polyarlaşmasında olduğu kimi yüksək deyil.

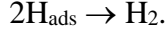
2.2.2. Aktivləşmə polyarlaşması.

Bu tip polyarlaşma elektrod reaksiyasının ləngiməsi ilə əlaqədardır. Başqa sözlə, elektrod reaksiyasının başlaması üçün aktivləşmə enerjisində ehtiyac olması ilə bağlıdır. Buna ən yaxşı misal katodda hidrogen ionlarının reduksiyası ola bilər: $\text{H}^+ \rightarrow \frac{1}{2} \text{H}_2 - e^-$. Bu proses üçün aktivləşmə polyarlaşması hidrogen ifrat gərginləşməsi (və ya hidrogen ayrılmasının ifrat gərginləşməsi) adlanır. Hesab edilir ki, platin katod üzərində reaksiya belə ardıcılıqla gedir. Əvvəlcə nisbətən sürətli reaksiya gedir:



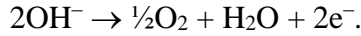
H_{ads} – metal səthinə adsorbsiya olunmuş hidrogen atomları.

Bunun ardınca hidrogen atomlarından H_2 molekullarının əmələ gəlməsi reaksiyası və qaz halında hidrogenin qabarcıqlarının yaranması baş verir:



Bu reaksiya nisbətən ləng gedir və onun sürəti platin üzərində hidrogenin ifrat polyarlaşmasının qiymətini müəyyən edir. H^+ -in ləng reduksiya mərhələsi heç də həmişə eyni olmur, o, metalın təbiətindən, cərəyanın sıxlığından və ətraf mühətdən asılı olur.

Aktivləşmə polyarlaşması anoda OH^- ionlarının yüksüzləşməsi zamanı da baş verir:



Bu polyarlaşma oksigen ifrat polyarlaşması (və ya oksigenin ayrılmasının ifrat polyarlaşması) adlanır. Ifrat polyarlaşma Cl^- və ya Br^- ionlarının yüksüzləşməsi zamanı da yarana bilər, amma, onun qiyməti verilmiş cərəyanın sıxlığında H_2 və O_2 ayrıldığı hala nəzərən az olur.

Aktivləşmə polyarlaşması həmçinin metalın çökməsi və ya həll olmasının kinetikasını da müəyyən edir. O, gümüş, mis, sink kimi metallar üçün az, keçid qrup metallar, məsələn, dəmir, kobalt, nikel, xrom üçün isə çox olur (cədvəl 2.1). Elektrolitin anionlarının təbiəti boşalma prosesinin gərginliyinə və metalın ionlaşmasına daha çox təsir edir, nəin ki, hidrogen ayrılması reaksiyasına.

İstənilən aktivləşmə polyarlaşması η cərəyan sıxlığı j artdıqca Tafel tənliyinə uyğun olaraq artır:

$$\eta = \beta \lg(j/j_0),$$

harda ki, β və j_0 - verilən metal və ətraf mühit üçün sabitlərdir.

Tarazlıq zamanı mübadilə cərəyanının sıxlığı j_0 düzünə və əks reaksiyaların sürətinə uyğun gəlir. j_0 nə qədər yüksək qiymət alarsa, və β nə qədər kiçik olursa, uyğun ifrat gərginlik bir o qədər az olur.

İfrat polyarlaşmanın qiyməti $\eta = \beta \lg j / j_0$

Metal	Temperatur, °C	Məhlul	β , V	j_0 , A/m ²	η , V(j=10 A/m ² olduqda)
Hidrogen ayrılmasının ifrat gərginliyi					
Pt (hamar)	20	1 n · HCl	0,03	10	0,00
	25	0,1 n · NaOH	0,11	0,68	0,13
Pd	20	0,6 n · HCl	0,03	2	0,02
Mo	20	1 n · HCl	0,04	10 ⁻	0,12
Au	20	1 n · HCl	0,05	10 ⁻²	0,15
Ta	20	1 n · HCl	0,08	10 ⁻¹	0,16
W	20	5 n · HCl	0,11	10 ⁻¹	0,22
Ag	20	0,1 n · HCl	0,09	5·10 ⁻³	0,30
Ni	20	0,1 n · HCl	0,10	8·10 ⁻³	0,31
	20	0,12 n · NaOH	0,10	4·10 ⁻³	0,34
Bi	20	1 n · HCl	0,10	10 ⁻³	0,40
Nb	20	1 n · HCl	0,10	10 ⁻³	0,40
Fe	16	1 n · HCl	0,15	10 ⁻²	0,45
	25	4% NaCl (pH=1÷4)	0,10	10 ⁻³	0,40
Cu	20	0,1 n · HCl	0,12	2·10 ⁻³	0,44
	20	0,15 n · NaOH	0,12	1·10 ²	0,36
Sb	20	2 n · H ₂ SO ₄	0,10	10 ⁻⁵	0,60
Al	20	2 n · H ₂ SO ₄	0,10	10 ⁻⁶	0,70
Be	20	1 n · HCl	0,12	10 ⁻⁵	0,72
Sn	20	1 n · HCl	0,15	10 ⁻⁴	0,75
Cd	16	1 n · HCl	0,20	10 ⁻³	0,80
Zn	20	1 n · H ₂ SO ₄	0,12	1,6·10 ⁻⁷	0,94
Hg	20	0,1 n · HCl	0,12	7·10 ⁻⁹	1,10
	20	0,1 n · H ₂ SO ₄	0,12	2·10 ⁻⁹	1,16
	20	0,1 n · NaOH	0,10	3·10 ⁻¹¹	1,15
Pb	20	0,01-8 n · HCl	0,12	2·10 ⁻⁹	1,16
Oksigenin ayrılmasının ifrat gərginliyi					
Pt (hamar)	20	0,1 n · H ₂ SO ₄	0,10	9·10 ⁻⁸	0,81
	20	0,1 n · NaOH	0,05	4·10 ⁻⁹	0,47
Au	20	0,1 n · NaOH	0,05	5·10 ⁻⁹	0,47

Metalların çökməsinin ifrat gərginliyi					
Zn	25	1 t · ZnSO ₄	0,12	0,2	0,20
Cu	25	1 t · CuSO ₄	0,12	0,2	0,20
Fe	25	1 t · FeSO ₄	0,12	10 ⁻⁴	0,60
Ni	25	1 t · NiSO ₄	0,12	2·10 ⁻⁵	0,68

2.2.3. Gərginliyin omik azalması.

Ölçülən polyarlaşma ya elektrodu əhatə edən elektrolit təbəqəsində, ya da elektrod səthindəki reaksiya məhsulları təbəqəsində gərginliyin omik azalmasını və ya bu hər iki kəmiyyəti özündə əks etdirir. Gərginliyin omik azalması işçi elektrodla müqayisə elektrodunun kapilyarı arasında mövcud olur. Polyarlaşmaya bu xidmət jR -ə bərabərdir (harda ki, j - cərəyanın sıxlığı), $R = l/x$ uzunluğu l olan və elektrik keçiriciliyi x olan elektrolit təbəqəsinin Om ilə ifadə olunmuş müqavimətidir. Cərəyan kəsilməyə anda jR səbəbindən yaranan polyarlaşma da yox olur. Qatılıq və aktivləşmə polyarlaşması isə adətən cərəyan kəsildikdən sonra ölçülə bilən sürətlə azalır. Əvvəldə göstərilirdiyi kimi dolayı yolla əldə olunan polyarlaşma qiymətlərinə jR səbəbindən yaranan polyarlaşma daxil deyil.

Qeyd etmək lazımdır ki, qatılıq polyarlaşması qarışdırma zamanı azaldığı halda aktivləşmə polyarlaşması azalmır və qarışdırma gərginliyin omik azalmasına təsir etmir.

2.2.4. İfrat hidrogen gərginləşməsi.

Deaerasiya olunmuş suda və oksidləşdirməyən turşularda əksər metalların korroziyasının sürətini müəyyən edən əsas faktor metalın katod sahələrində hidrogen polyarlaşmasıdır. Polyarlaşma anlayışına uyğun olaraq ifrat hidrogen gərginləşməsi üzərində hidrogen ayrılan katod ilə eyni məhlulda tarazlıq halında olan hidrogen elektrod arasındakı potensiallar fərqi. Başqa sözlə, $E_{\text{ölçülən}} - (-0,059 \text{ pH})$ fərqi. Beləliklə, ifrat hidrogen gərginliyi də polyarlaşmanın ölçülməsi kimi ölçülür. Adətən hesab olunur ki, ifrat hidrogen gərginliyi özündə yalnız $2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2 - e^-$ reaksiyasına uyğun gələn aktivləşmə polyarlığını əks etdirir. Amma, çox vaxt alınan qiymətlər omik ifrat gərginliyi, bəzən də qatılıq polyarlığını da ifadə edir.

Verilmiş metal üçün ifrat hidrogen gərginliyinin mütləq qiymətinin azalması aşağıdakı faktorlar səbəbindən baş verir:

1. Temperaturun artması (j_0 artır). Hidrogen ayrılması ilə korroziyaya uğrayan metallar üçün ifrat hidrogen gərginliyinin azalması temperatur artdıqca korroziyanın sürətlənməsini izah edən faktorlardan biridir.
2. Səthin nahamarlığının artması. Səthi qum axını ilə işlənmiş metal səthində ifrat hidrogen gərginliyi cilalanmış səthə nəzərən az olur. Bu effekt səth sahəsinin artması və nahamar səthin katalitik aktivliyi ilə izah olunur.
3. Cərəyan sıxlığının azalması. Tafel tənliyi $\eta = \beta \lg \frac{j}{j_0}$ cərəyan sıxlığının j cərəyanının həd sıxlığından az və mübadilə cərəyanının j_0 sıxlığından çox olduğu hallar üçün doğrudur. $\beta = 2,3RT/aF$ a - sabitdir, digərləri isə adi qiymətlər alır. Platin və palladium üçün $a \approx 2$, dəmir, nikel, mis, civə və bəzi digər metallar üçün isə 0,4-0,6 həddində olur.

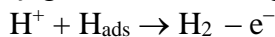
Turş və qələvi mühitdə ifrat hidrogen gərginliyi müxtəlif olsa da müəyyən sərhədlərdə onun qiyməti pH-a az həssas olur.

Stern göstərmişdir ki, korroziyaya uğrayan metal üçün

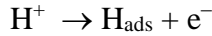
$$\eta = \beta \lg \frac{j + j_r + j_{kor}}{j_0}$$

harda ki, j_r - $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ reaksiyası üçün əks cərəyan olub,

$d\eta/d \lg j$ əyrisinin bu tənliklə ifadə olunan əyilmə bucağı j -nin kiçik qiymətləri üçün yüksək deyil. j -nin qiymətinin $j_{kor} + j_r$ -yə yaxınlaşdığı halda əyilmə artır və $j \gg j_r + j_{kor}$ olduqda β -nin qiymətini alır. Korroziyaya uğramayan metal üçün hidrogen ayrılmasının ifrat gərginliyi də tafel tənliyi ilə ifadə oluna bilər və bu tənlik $\eta = \beta \lg(j + j_r)/j_0$ şəklini alır və j -nin istənilən qiyməti üçün doğrudur. η -nin ölçülmüş qiymətlərinin köməyi ilə j_r -in hesablanmış qiyməti də Tafel nisbətində uyğundur, amma əks işarəli əyilmə ilə. Hidrogen ionlarının platin və ya palladium üzərində yüksüzləşməsinin ən ləng mərhələsi çox güman ki, adsorbsiya olunmuş hidrogen atomlarının rekombinasiya mərhələsidir. Bu ehtimalın doğruluğu onunla təsdiq olunur ki, tapılan qiymət $a=2$ olur. Dəmir üçün $a \approx 0,5$ və uyğun olaraq $\beta=0,1$. Ehtimal ki, dəmir üzərində hidrogenin ayrılması reaksiyanın ləng mərhələsi aşağıdakı sxem üzrə gedir:

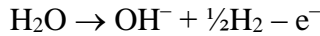


Bu ləng mərhələ ifrat hidrogen gərginliyi orta qiymətə malik olan metallar üçün də (nikel, mis və s.) doğrudur. Ifrat hidrogen gərginliyi yüksək olan metallar üçün (məsələn, civə, qurğuşun) ləng mərhələ hidratlaşmış hidrogen ionlarının yüksüzləşməsidir:



Cərəyanın yüksək sıxlıqlarında əksər metallar üçün yüksüzləşmənin ləng mərhələsi həmçinin limitləşdirici reaksiyadır.

Mümkündür ki, suyun reduksiyası da limitləşdirici olsun:



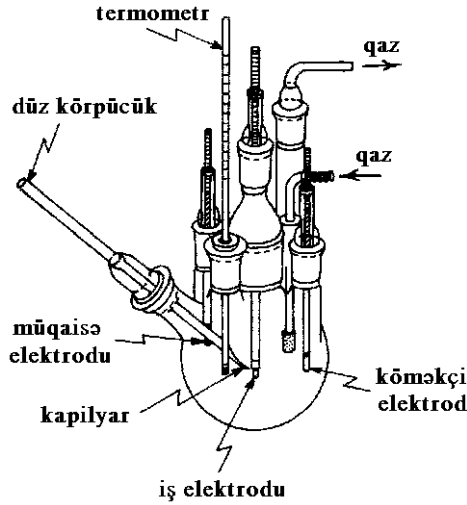
Suyun reduksiyası limitləşdirici reaksiya kimi başlıca olaraq metallara qələvi məhlullarda yüksək və ya aşağı cərəyan sıxlığında aid edilə bilər.

H_{ads} atomlarının biri-biri ilə və ya H^+ ilə rekombinə olunaraq H_2 əmələ gətirmə sürəti elektrod səthinin katalitik xassələri ilə bağlıdır. Əgər, elektrod yaxşı katalizator dursa (məsələn, platin və ya dəmir) ifrat hidrogen gərginliyi yüksək olmur, zəif katalizatorlar üçün isə (civə, qurğuşun) ifrat gərginliyin yüksək qiymətləri xarakterikdir. Elektrolitə hər hansı katalizator zəhəri əlavə edildikdə (hidrogen sulfid, arsen və ya fosfor birləşmələri) molekulyar H_2 əmələ gəlməsinin sürəti azalır və elektrod səthində hidrogen atomlarının adsorbsiyası artır. Metal səthində hidrogenin qatılığının artması hidrogen atomlarının metal qəfəsinə daxil olmasını asanlaşdırır ki, bu da hidrogen kövrəkliyinə səbəb olur (plastiklik itir) və dəmir əsasında yüksək möhkəmliyə malik ərintilərin qəfil çatlaması baş verə bilər (hidrogen çatları).

Katalitik zəhərlər xarici cərəyanın və ya korroziya reaksiyasının nəticəsində polyarlaşma səbəbindən metal səthində ayrılan hidrogenin adsorbsiyasını artırır. Bu, az legirlənmiş poladlardan olan boru kəmərlərinin qazma quyularında hidrogen sulfidə malik bəzi rassollarda (qatı duz məhlullarında) istismarını çətinləşdirir. Azacıq ümumi korroziya hidrogen ayrılmasına səbəb olur ki, o da gərilməmiş polad səthinə daxil olur və hidrogen çatları əmələ gətirir. Hidrogen sulfid olmadıqda ümumi korroziya hidrogen çatları ilə müşayiət olunmur. Yüksək möhkəmliyə malik poladlar məhdud plastikliyə malik olduqlarından az möhkəmliyə malik poladlara nəzərən hidrogen çatlarına daha çox meyllidir. Hidrogen onların metallik qəfəslərinə daxil olaraq, onların lay-lay dağılmasına və şişməsinə səbəb olur. Karbonlu poladların hidrogenin təsiri ilə lay-lay dağılması və şişməsi yüksək temperaturlarda baş verir.

2.2.5. Korroziyaya uğrayan metalların polyarlaşma diaqramları.

Bəzən Evans diaqramı adlanan polyarlaşma diaqramları potensialın cərəyanın və ya cərəyan sıxlığının loqarifmindən asılılıq qrafikidir. İlk dəfə olaraq bu asılılıqlar Böyük Britaniyanın Kembric Universitetinin professoru U.R. Evans tərəfindən 1929-cu ildə təklif olunmuşdur və belə diaqramların metalların korroziyaya məruz qalma xüsusiyyətlərini əvvəlcədən söyləmək üçün əhəmiyyətli olduğu müəyyənləşdirilmişdir. Polyarlaşma diaqramlarını almaq üçün tədqiq olunan elektrod («işçi» elektrod) müqayisə elektrodu və yardımçı elektrod (adətən platin) götürülür. Korroziya laboratoriyalarında istifadə olunan və həcmi 1 litr olan elektrokimyəvi kolbanın təsviri şəkl.2.1-də verilir.



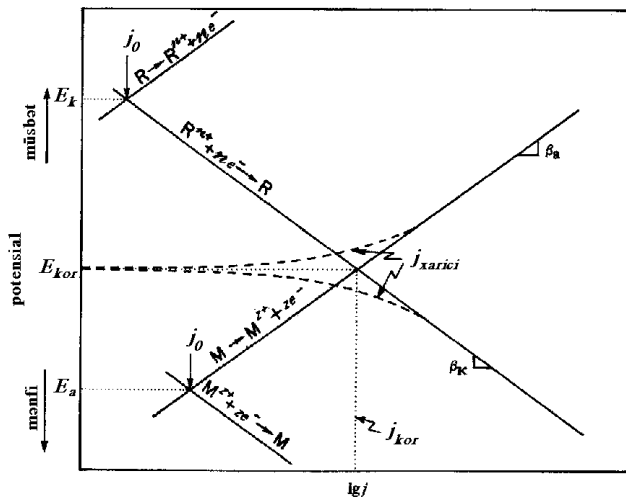
Şəkil 2.1. Polyarlaşma kolbası

Kolbaya barbatajedicı yerləşdirilmişdir ki, məhlulu deaepasiya etsin və ya onu qazla doydursun.

Ölçmə adətən potensiostatın köməyi ilə aparılır. Bu cihaz avtomatik olaraq işçi elektrodun verilmiş potensialını təmin edərək işçi və yardımçı elektrod arasında cərəyanı tənzimləyir. Ölçmələr zamanı müxtəlif konstruksiyalı potensiostatlar istifadə oluna bilər. Bəzi hallarda eksperimentlərə nəzarət üçün potensiostatlar mikrokompyuterlərlə birgə istifadə olunur. Qalvanostatik sxem enerji mənbəyindən, rezistordan, ampermetrdən və potensiometrdən ibarətdir. İşçi və yardımçı elektrodlar arasındakı cərəyan qeyd olunur və işçi elektrodun müqayisə elektroduna nəzərən potensialı ölçülür.

Polyarlaşma diaqramlarını eksperiment məlumatlarına əsasən qurarkən adətən əvvəlcə xarici cərəyan olmadığı şəraitdə korroziya potensialı E_{kor} müəyyən olunur (məsələn, şəkl.2.2-də olduğu kimi).

Sonra diaqram üzərində qırıq xətti xətti qurmaq üçün işçi elektrod anod və ya katod istiqamətində polyarlaşdırılır. Sonra polyarlaşma prosesi təkrarlanır (xarici cərəyanın əks polyarlığı ilə) və ikinci qırıq xətt qurulur. Potensiostatın köməyi ilə polyarlaşmanın pilləli (potensiostatik) və ya fasiləsiz (potensiodinamik) aparmaq olar. Müsbət və mənfi korroziya potensialları sahələrində E-nin xarici cərəyanın loqarifmindən asılılığını alıb M metalı üçün şəkl. 2-də göstərildiyi kimi tam polyarlaşma diaqramı qurulur.



Şəkil 2.2. Polyarlaşma diaqramı

Bu sistemdə oksidləşmə reaksiyası metalın həll olması reaksiyası ola bilər:



Reduksiya prosesini simvolik olaraq belə yazmaq olar:



Aerasiya olunan, neytral və ya qələvi xassəli sulu məhlullarda reduksiya prosesi $O_2 + 2H_2O + 4e^{-} \rightarrow 4OH^{-}$ olur. Aerasiya olunmayan turş məhlullarda hidrogenin reduksiyası baş verir:



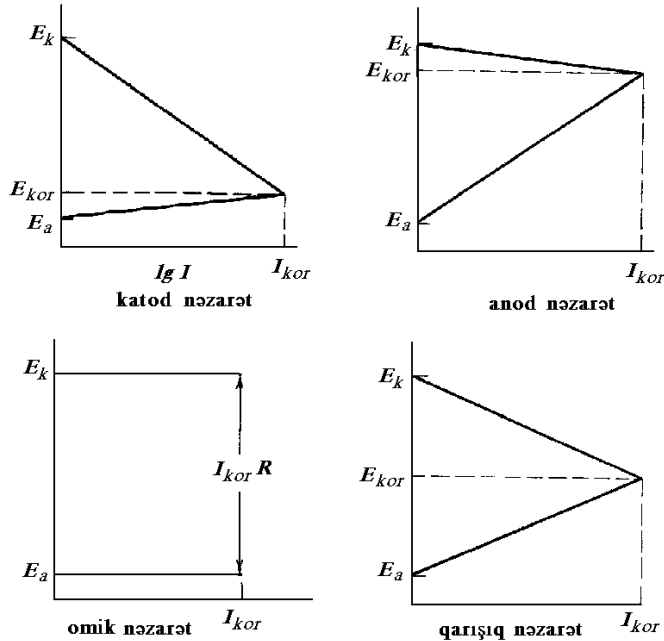
Korroziyaya uğrayan istənilən metal üçün anod sahələrində onun məhlula keçən miqdarı katod sahələrində əmələ gələn reduksiya məhsullarının

miqdarına ekvivalent olur. Başqa sözlə, metal səthinin istənilən sahəsi üçün $I_a = I_k$. Anod sahələrindəki uyğun cərəyan sıxlığı j_a metalın anod səthinin sahəsindən A_a asılıdır. Əgər $A_a = A_k$ olarsa (başqa sözlə əgər səthin 50% anod, 50% isə katod olarsa) ümumi halda $I_a / A_a = j_a$, $I_k / A_k = j_k$, $j_a = j_k$ olur. Bu şəraitdə anod – katod nisbətinin ümumi tənliyi $I_{xar.} = I_a - I_k$ cərəyan sıxlıqları arasındakı nisbətə keçirilə bilər: $j_{xar.} = j_a - j_k$.

Əgər elektrod kifayət qədər yüksək sıxlığa malik cərəyan ilə polyarlaşdırılmışdırsa və potensial E_{kor} dan ≈ 100 mV və daha çox fərqlənsə əks reaksiyalar əsaslı olmur və verilən cərəyanın istiqamətindən asılı olaraq metal səthi tamamilə anod və ya katod kimi işləyir. Uyğun olaraq anod polyarlaşması üçün $j_{xar.} \approx j_a$, katod polyarlaşması üçün $j_{xar.} = j_k$ olur.

2.2.6. Polyarlaşmanın korroziya sürətinə təsiri.

Elektrolitin müqaviməti və elektrodların polyarlaşması qalvanik elementdə cərəyanı məhdudlaşdırır. Metal səthində elektrodları çox yaxınlaşmış lokal elementlər üçün elektrolitin müqaviməti daha əsas faktor olan polyarlaşmaya nəzərən ikinci dərəcəli faktordur. Anod polyarlaşması üstünlük təşkil etdikdə hesab edilir ki, korroziya anod nəzarətində gedir (şək. 2.3).



Şəkil 2.3. Korroziya nəzarətinin tipləri

Qeyd edək ki, bu halda korroziya potensialı açılmış konturun katod potensialına yaxın olur. Misal olaraq əlavələrlə çirklənmiş və sulfat turşusuna salınmış qurğuşun göstərilə bilər. Bu halda qurğuşun sulfat anod sahələrini örtür və çirklənmə sahələri (məsələn, mis) açıq qalır.

Polyarlaşma əsasən katod sahələrində getdikdə belə deyilir ki, korroziya katod nəzarəti ilə gedir, korroziya potensialı isə açılmış konturun anodunun potensialına yaxın olur. Misal olaraq sulfat turşusunda sinkin, təbii surlarda dəmirin korroziyası göstərilə bilər. Elektrolitin müqaviməti o qədər yüksək ola bilər ki, anod və katod sahələrinin hiss olunacaq polyarlaşmasına cərəyan kifayət etməyə bilər və bu zaman korroziya omik nəzarət ilə gedir. Misal olaraq səthi məsaməli izolə təbəqəsi ilə örtülmüş metal səthi göstərilə bilər. Bu halda korroziya cərəyanı örtüyün məsamələrində yerləşən elektrolitdə gərginliyin omik azalması ilə müəyyən olunur.

Adətən həm katod, həm də anod sahələri polyarlaşır. Bu hadisə qarışıq nəzarət adlanır. Nəzərə almaq lazımdır ki, polyarlaşma dərəcəsi təkcə metal və elektrolitin təbiətindən yox, həm də korroziyaya uğrayan elektrolitin həqiqi səthindən də asılıdır. Əgər korroziyaya uğrayan metalın anod sahələrinin səthinin sahəsi azdırsa, məsələn, məsaməli səth olması səbəbindən, korroziya hiss olunacaq anod polyarlaşması ilə müşayiət olunur. Uyğun olaraq anod və katod səth sahələrinin nisbəti də korroziyanın sürətinin təyində vacib faktordur.

Hələ 1938-ci ildə Vaqner və Traur əhəmiyyətli eksperiment həyata keçirərək korroziyanın elektrokimyəvi mexanizmini təsdiq etmişdilər. Onlar sinkin turşulaşdırılmış kalsium xlorid məhlulunda durulaşdırılmış amalqamasının korroziya sürətini və həmin elektrolitdə civənin katod polyarlaşmasını ölçmüşlər. Müəyyən edilmişdir ki, korroziya sürətinə uyğun gələn cərəyan sıxlığı civəni sink amalqamasını korroziya potensialına qədər polyarlaşdırmağa lazım olan cərəyanın sıxlığına bərabərdir. Başqa sözlə, amalqamada səthin böyük hissəsini təşkil edən civə atomları katod kimi fəaliyyət göstərir (hidrogen elektrodlar), sink atomları isə korroziya elementlərinin katodu kimi.

Sulu məhlulda civə əvvəlcə özünü civə elektrod kimi aparır. Amma, katod polyarlaşması getdikcə civə ionlarının hamısı H^+ ionları yüksüzləşməyə başlamazdan əvvəl çökür. Səthində H^+ ionları yüksüzləşən istənilən keçirici səth özünü polyarlaşmış hidrogen elektrodu kimi aparır ki, bunu da korroziya elementinin işinin analizi zamanı nəzərə almaq lazımdır.

Müasir təsəvvürlərə görə hər iki elektrod reaksiyalarının sürəti bütün amalqama-məhlul sərhəddi boyunca vahid olan ion ikiqat təbəqəsindən ke-

çən yüklərlə müəyyən olunur. Xüsusi halda H^+ ionunun yüksüzləşməsi ərintini təşkil edən ayrı-ayrı atomlardan yox, ərintinin keçiricilik ərazisindən elektron ötürülməsi ilə müşayət olunur. Bərk, çoxfazlı materiallar olduqda anod və katod proseslərinin qismən və ya tamamilə ayrılıqda mövcudluğu istisna olunmur.

2.2.7. Polyarlaşma əyrilərinə əsasən korroziya sürətlərinin təyini.

Əvvəldə göstərildiyi kimi korroziya potensialına və açılmış zəncirin potensialına əsasən korroziya cərəyanını hesablamaq üçün anod və ya katodun polyarlaşma tənliyi və anod və katod sahələrinin nisbəti məlum olmalıdır. Məsələn, aktiv metalların deaerasiya olunmuş turşularda korroziyası zamanı metalın səthi hiss olunacaq dərəcədə adsorbsiya olunmuş H atomları ilə örtülür və uyğun olaraq hesab etmək olar ki, onun əksər hissəsi katoddur. Açılmış zəncirin potensialı $-0,059 \text{ pH}$ olursa və $H^+ \rightleftharpoons \frac{1}{2}H_2 - e^-$ tənliyi üçün $j_{kor} = j_0$ -a nəzərən hiss olunacaq dərəcədə böyükdürsə, onda katod polyarlaşması Tafel tənliyi ilə ifadə olunur. Onda

$$E_{kor} = -\left(0,059 \text{ pH} + \beta \lg \frac{j_{kor}}{j_0}\right)$$

buradan j_{kor} -ni və uyğun korroziya sürətini hesablamaq olar.

Sterin göstərmişdir ki, β və j_0 -nin empirik qiymətləri istifadə olunmaqla qeyd olunan tənlik əsasında dəmirin hesablanmış korroziya sürəti korroziyanın ölçülən qiymətləri ilə yaxşı uyğunlaşır. Sonralar Sterin və Qiri aşağıdakı tənliyi təklif etdilər:

$$I_{kor} = \frac{I_{xar}}{2,3\Delta E} \left(\frac{\beta_k \beta_a}{\beta_k + \beta_a} \right)$$

harada ki, β_k və β_a anod və katod reaksiyaları üçün Tafel sabitləri, $I_{xar} / \Delta E$ - korroziya potensialına yaxın olan sahədə polyarlaşma əyrisinin mayilliyidir.

Zəif polyarlaşma şəraitində $\Delta E \leq 10 \text{ mV}$ olur və anod və katod sahələrinin nisbəti praktiki olaraq sabit qalır və metal səthində digər şəraitlər də dəyişmir.

Korroziya katoda qatılıq polyarlaşması ilə nəzarətlənsə, məsələn, tənlik sadələşir və aşağıdakı görünüşə malik olur:

$$I_{kor} = \frac{\beta_a}{2,3} \cdot \frac{I_{xar}}{\Delta E}$$

β -nin qiymətləri yalnız H^+ ionlarının yüksüzləşməsi üçün nisbətən yaxşı məlumdur. Stern göstərmişdi ki, β -nin əksər məlum qiymətləri 0,06-0,12 V həddində olur.

Beləliklə, əgər β_k -nin qiyməti 0,06 V-dursa, β_a isə 0,06-0,12 V həddində olursa, korroziya cərəyanı 20 % dəqiqliklə hesablanıla bilər. β_k və β_a -nin digər təklif olunan qiymətlərində hesablanmış korroziya sürəti həqiqi korroziya sürətindən 2 dəfə fərqlənə bilər. Nikelin xlorid turşusunda, polad və çuqunun təbii sulara həll olması zamanı korroziya cərəyanının sıxlığının qiyməti altı tərtibdən çox fərqlənir. Bu, passiv səthlərdə $Fe^{+3} \rightleftharpoons Fe^{2+} + e^-$ reaksiyası üçün mübadilə cərəyanını sıxlığına aiddir. Belə ki, korroziyaya uğramayan elektrod üçün I_{kor} -nin hesablanması eyni prinsip üzrədir.

Polyarlaşma metodu bir çox metalların korroziyasının ani sürətlərini müxtəlif mühitlərdə və müxtəlif temperaturlarda və məhlulun müxtəlif axın sürətlərində hesablamaq üçün çox böyük üstünlük kəsb edir. O, inhibitorların və mühafizə örtüklərinin seçilməsində və korroziyanın zamana görə dəyişməsinin ölçülməsində də istifadə oluna bilər. Ölçmə zamanı gərginliyin omik azalması olduğu halda düzəlişlər tələb olunur.

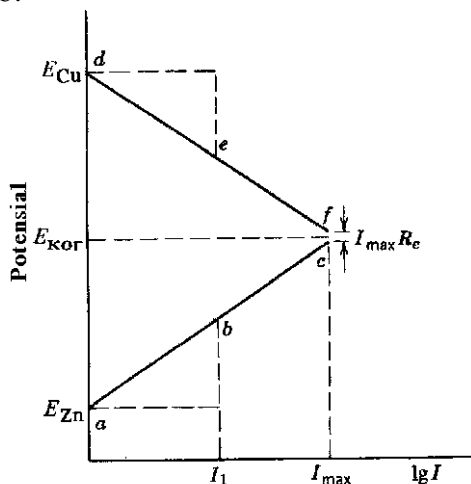
2.2.8. Anod və katod sahələrinin nisbəti.

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi platin katod üzərində H^+ ionunun verilmiş sürətlə reaksiyası H_2 molekulunun H^+ ionuna əks oksidləşməsi reaksiyası ilə müşayiət olunur və sonuncu daha zəif sürətlə gedir. Hesab olunur ki, hər iki reaksiya səthin eyni sahəsində gedir. Tarazlıq halında düzünə və əks reaksiyaların sürəti bərabərdir və uyğun gələn cərəyan sıxlığı **mübadilə cərəyanı sıxlığı** adlanır.

Korroziyaya uğrayan metalın anod və katod reaksiyaları müxtəlifdir, bir reaksiya digərinə nəzərən əks reaksiya deyil. Uyğun olaraq, oksidləşmə reaksiyası yalnız metal səthinin reduksiya getməyən sahələrində gedə bilər. Odur ki, anod və katod arasında məsafə həm atomların ölçüləri, həm də metrlərlə ölçülə bilər. Uyğun olaraq, anod və katod sahələrinin müşahidə olunan polyarlaşması oksidləşmə və ya reduksiyanın gətirdiyi səthin sahəsindən də asılıdır. Beləliklə, anod və katodun sahələrinin nisbəti korroziya sürətinə təsir edən əhəmiyyətli faktordur.

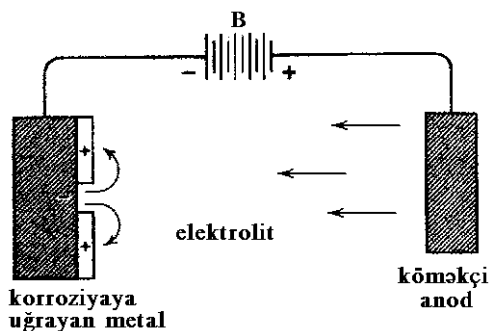
2.2.9. Katod mühafizə nəzəriyyəsi.

Mis-sink elementinin polyarlaşma diaqramı əsasında (şək. 2.4) görmək olar ki, dövrə açılmış halda olduqda xarici polyarlaşma hesabına sinkin potensialını anod potensialına çatdırdıqda onda hər iki elektrodun potensialı eyni olacaq və sink korroziyaya uğramayacaq. Metalların katod mühafizəsi məhz buna əsaslanıb.



Şəkil 2.4. Mis-sink elementinin polyarlaşma diaqramı

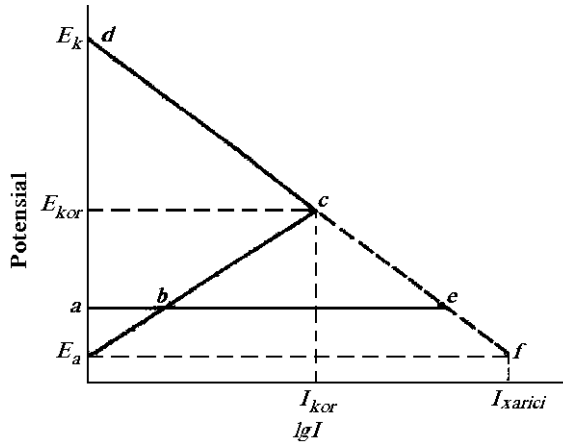
Xarici cərəyan səthində lokal elementlərin fəaliyyət göstərdiyi korroziyaya, uğrayan metala verilir (şək. 2.5).



Şəkil 2.5. Katod müdafiəsi – xarici cərəyanın lokal elementin cərəyanına təsiri

Cərəyan yardımçı elektrodan (metallik və ya qeyri-metallik keçirici) korroziya elementlərinin katod və anod sahələrinə axır və cərəyan mənbəyinə (B) qaydır. Katod sahələrinin polyarlığı xarici cərəyanın köməyi

ilə anod potensialına çatdıqda metalın bütün səthində eyni potensial yaranır və lokal cərəyan artıq axmır. Beləliklə, metala xarici cərəyan verilməsi davam etdirildikcə onun korroziyaya uğraması dayanır. Uyğun polyarlaşma diaqramı şəkl. 2.6-da verilir.



Şəkil 2.6. Katod mühafizəsinin prinsiplərini əks etdirən polyarlaşma diaqramı

Diaqramda verilən I_{xar} - tam mühafizə üçün lazım olan xarici cərəyandır.

Əgər metalın polyarlığı anodun potensialından E_a bir qədər çoxdursa, korroziya sürəti sıfıra bərabər qalır. Anod sahələrində ümumi cərəyan elektrolitdən metala axır və buna görə də ionları məhlula keçə bilmir. Lazım olandan artıq xarici cərəyanın verilməsi müsbət nəticələr vermir və əksinə, amfoter metalları və ya örtüyü zədələyə bilər. Odur ki, praktikada nəzəri minimuma yaxın olan cərəyan istifadə olunur. Əgər verilən xarici cərəyan lazım olandan az olarsa, qismən də olsa korroziyadan mühafizə əldə olunur. Məsələn, $b-e$ cərəyanı verildikdə (şəkl. 6) korroziya potensialı E_{kor} a qiymətinə qədər azalır, onda korroziya cərəyanı I_{kor} $a-b$ -yə qədər azalır. Ümumi katod cərəyanı (korroziya cərəyanı + xarici cərəyan) $a-l$ -yə bərabər olur. Xarici cərəyanı artırırdıqda $b-e$ a potensialı aktiv oblasta keçir və korroziya cərəyanı $a-b$ azalır. Nəhayət, a E_a -ya uyğun gəldikdə korroziya cərəyanı $a-b$ sıfıra bərabər olur, verilən cərəyan isə I_{xar} qiymətini alır.

BÖLMƏ III

PASSİVLİK

O metal passiv sayılır ki, elektrokimyəvi gərginlik sırasında aktiv olsa da çox az sürətlə korroziyaya uğrayır. Passivlik alüminium, nikel və paslanmayan polad kimi konstruksiya materiallarının təbii korroziyaya davamlılığının əsasını təşkil edən xassədir. Bəzi metallar və ərintiləri passivləşdirici mühitdə (məsələn, dəmiri xromat və ya nitrat məhlullarında) saxladıqda və ya cərəyanın kifayət qədər yüksək sıxlığı olduğu şəraitdə anod polyarlaşmasının köməyi ilə onları passiv vəziyyətə gətirmək olar.

Hələ XVIII əsrdə müşahidə olunmuşdur ki, dəmir duru nitrat turşusu ilə yaxşı reaksiyaya girdiyi halda qatı nitrat turşusunda hiss olunacaq dəyişməyə məruz qalmır. Dəmiri qatı nitrat turşusundan çıxarıb duru nitrat turşusuna saldıqda müvəqqəti olaraq korroziyaya davamlılıq saxlanılır. 1836-cı ildə Şonbeyn korroziyaya davamlı vəziyyətdə olan dəmiri passiv adlandırmışdı. O, həmçinin göstərmişdi ki, anod polyarlaşmasının köməyi ilə dəmiri passiv vəziyyətə keçirmək olar. Eyni zamanda Faradey bir neçə eksperiment apararaq müəyyən etmişdi ki, passiv dəmir və platinin qatı nitrat turşusuna salınmaqla yaradılan element demək olar ki, cərəyan yaratmır. Əksinə, sink amalqaması və platin cütlüyünün duru amalqaması və platin cütlüyünün duru sulfat turşusunda yaratdığı element cərəyan yaradır.

Sink amalqaması duru sulfat turşusunda, passiv dəmirin qatı nitrat turşusunda olduğu kimi çox zəif korroziyaya uğrasa da Faradey hesab edir ki, korroziyanın sürətinin kiçik olması özü-özlüyündə passivlik ölçüsü deyil. O, hesab edirdi ki, ən yaxşı kriteriya elektrodunun biri platin olan elementin yaratdığı cərəyan şiddətidir. Bu kriteriyaya uyğun olaraq dəmir passiv, sink isə passiv deyil. Mahiyyətə bu çox olmayan anod cərəyanı ilə hiss olunacaq dərəcədə polyarlaşan metalı passiv metal kimi qəbul edir. Lakin, sonralar tədqiqatçılar bu təyindən imtina etdilər və o metalları passiv adlandırdılar ki, verilmiş mühitdə korroziyaya meyilli olsalar da zəif korroziyaya uğrayırlar. Hələ də passivlik üçün iki yanaşma mövcuddur.

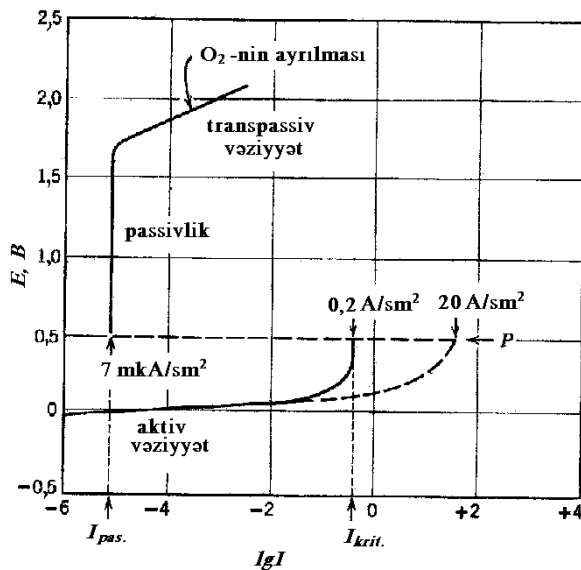
I yanaşma. Verilmiş mühitdə metal korroziyaya qarşı hiss olunacaq davamlılığa malikdirsə o, passiv hesab edilir. Başqa sözlə, həmin metal olduqca az anod cərəyanı ilə hiss olunacaq polyarlaşma qabiliyyətinə malikdir.

II yanaşma. Metal oksidləşmə reaksiyasına hiss olunacaq termodinamiki meyilli olmasına baxmayaraq verilmiş mühitdə o, korroziyaya qarşı hiss olunacaq davamlılıq göstərsə, passiv hesab olunur.

Vaqner birinci yanaşmanı dəqiqləşdirməyi təklif etmişdir: əgər verilmiş mühitdə elektrodun potensialı artdıqca anod həll olmasının sürəti kəskin azalrsa, onda metal passivdir.

3.1. Passivləşmənin xarakteri və Flade potensial

Hesab edək ki, anod rolunu $1 \text{ n} \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$ məhluluna salınmış dəmir oynayır. Anod elə yerləşmişdir ki, potensial tədricən artdıqca uyğun gələn polyarlaşma cərəyanı elə qiymət alır ki, hər hansı müqayisə elektroduna nisbətə üstünlük təşkil edən potensialı saxlamağa kifayət etsin. Cərəyanı əl ilə və ya potensiostatın köməyi ilə tənzimləmə olar. Alınan polyarlaşma əyriləri şək.3.1-də verilir.



Şəkil 3.1. $1 \text{ n} \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$ məhlulunda dəmirin anod potensiostatik polyarlaşma əyrisi

Bu, potensiostatik polyarlaşma əyrisi adlanır.

Şəkildən görüldüyü kimi az cərəyan sıxlıqlarında dəmir aktivdir və Faradey qanununa uyğun olaraq Fe^{2+} əmələ gətirməklə anod olaraq korrozi-

yaya uğrayır. Cərəyanı artırıqda FeSO_4 -dən ibarət olan və qismən izoləedici təbəqə əmələ gəlir. Cərəyan sıxlığının kritik qiymətində $J_{krot} \approx 0,2 \text{ A/sm}^2$ cərəyan qəflətən bir neçə tərtib azalır və cərəyanın passiv sıxlığı J_{pas} adlanan həddə çatır. Bu nöqtədə qalın mühafizə təbəqəsi həll olur və daha nazik təbəqə ilə əvəz olunur və dəmir passiv olur. $1n \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$ məhlulunda stasionar şəraitdə J_{pas} -in qiyməti zaman keçdikcə azalır və 7 mkA/sm^2 -a çatır. Digər elektrolitlərdə J_{pas} az və ya çox ola bilər. Təcrübi olaraq göstərilmişdir ki, reaksiya məhsullarında əmələ gələn təcrid edici təbəqələr əmələ gətirmədiyi halda dəmirin passivlik əldə etməsi üçün lazım olan cərəyanın həqiqi kritik sıxlığı $10\text{-}20 \text{ A/sm}^2$ həddində olur.

Potensialın sonrakı daimi dəyişməsi zamanı cərəyan sıxlığı yenə də az olur və korroziya məhsulu Fe^{3+} olur. $1,2 \text{ V}$ olduqda oksigen elektrodun tarazlıq potensialı əldə olunur. Amma, o vaxta qədər oksigen ayrılır ki, potensial tarazlıq qiymətindən voltun bir neçə onda biri qədər çox olmasın. Cərəyan sıxlığının transpassivlik həddinə qədər artırılması oksigen O_2 ayrılmasına və Fe^{3+} sürətlə əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Polyarlaşdırıcı cərəyanı kəsdikdən sonra passiv metalın potensialı əvvəlcə sürətlə azalır və passiv oblast sərhəddinə çatır. Passiv oblastda potensialın azalması ləngiyir və passiv vəziyyət bir neçə saniyə və ya dəqiqə saxlanılır. Sonra potensialın kəskin azalması başlayır ki, bu da aktivləşmə ilə müşayiət olunur. Flade müəyyən etmişdi ki, pH yüksəldikcə aktivləşmə potensialı azalır. Bu xarakterik potensial sonralar Flade-potensial E_F adlanmışdır. Frank E_F -nin pH-dan xətti asılılığını təsdiq etmişdir. Frankın və digər tədqiqatçıların məlumatlarına əsasən bu asılılıq 25°C -də aşağıdakı kimi olur:

$$E_F = +0,63 - 0,059 \text{ pH}$$

3.2. Passivatorlar

Qatı nitrat turşusu ilə dəmirin passivləşdirilməsi və onun sulfat turşusunda anod polyarlaşması zamanı eyni Flade-potensial yaranır ki, bu da hər iki halda passiv örtüyün oxşar olduğunu göstərir. Doğrudan da passivatorlar adlanan xromatların, nitritlərin, molibdatların, volframatların, ferratların məhlullarına salınmış dəmir passivləşir, uyğun gələn Flade-potensialların qiyməti başqa üsullarla alınmış qiymətlərə yaxın olur. Beləliklə, bu nəticəyə gəlmək olar ki, dəmir üzərində passiv örtük passivləşmə prosesindən asılı

olmayaraq mahiyyətə həmişə eynidir. Klunometriyanın və digər metodların köməyi ilə təyin edilmişdir ki, bütün hallarda passiv örtüyün maddələrinin miqdarı təxminən $0,01 \text{ Kl/sm}^2$ -a uyğun gəlir. Amma, elektrokimyəvi mexanizm passivləşmənin bir neçə kənarçıxmalarına malikdir.

Məsələn, passivləşmə üçün anod sahələrində anod cərəyanının sıxlığı kifayət etdikdə katod sahələrində passivatorlar reduksiya olunur (dəmir olduğu halda $10\text{-}20 \text{ A/sm}^2$).

Passivləşdirici böyük katod sahələrində reduksiya olunaraq böyük olmayan anod sahələrində passiv təbəqənin əmələ gəlməsinə səbəb olur.

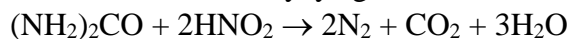
Bəzi passiv sahələrdə passivləşdirici adsorbsiya və reduksiya olunur, passivləşmə prosesi tədricən metalın bütün səthinə yayılır. Həm də passivləşdiricinin reduksiya sürəti metalın passiv vəziyyətdə həllolma sürətinə bərabər olur.

Xloridlərin iştirakı və ya temperaturun artması passiv təbəqənin həll olmasını sürətləndirir ki, bu da passivləşdirici sərfini artırır. Passivləşdiricilər qrupuna katod cərəyanının təsiri ilə sürətlə reduksiya olunan, dəmir ilə təmasda olarkən ləng reaksiyaya girən qeyri-üzvi oksidləşdiricilər daxildir. Passivləşdiricilər metal səthinə adsorbsiya olunur və səmərəli katod səhini artırır. Passivləşdiricinin qatılığının artması onun adsorbsiyasını asanlaşdırır, anod sahələri azalır və nəticədə anod polyarlaşması yüksəlir və tam passivləşmə baş verir. Qatılığı $0,1\%$ olan K_2CrO_4 məhluluna salınmış dəmir üzərində passiv təbəqənin əmələ gəlməsi üçün $0,5\text{-}2$ saat vaxt tələb olunur, həm də aerasiya olunmuş məhlulda bu proses sürətlə gedir.

3.3. Dəmirin nitrat turşusunda passivləşməsi

Nitrat turşusunda katod depolyarlaşdırıcısı (passivləşdirici) nitrit turşusudur. O, dəmirin nitrat turşusu ilə başlanğıcda sürətlə reaksiyası nəticəsində kifayət qədər əmələ gələ bilər. HNO_2 -nin qatılığı artdıqca cərəyanın anod qatılığı artaraq nəhayət I_{krit} qiymətinə çatır. Dəmir passivləşir və onun sürəti müqayisəoluna bilən qədər aşağı qiymətə – $2 \text{ q/(m}^2 \cdot \text{sut)}$ çatır.

Qatı nitrat turşusuna HNO_3 karbamid əlavə etdikdə passivləşmə dayanır, belə ki, karbamid HNO_2 ilə reaksiyaya girir:



və nəticədə nitrit turşusunun qatılığı azalır. Bu reaksiyanın sürəti HNO_2 -nin əmələ gəlməsi sürətindən az olduğu üçün passivləşmə yenə də davam edir,

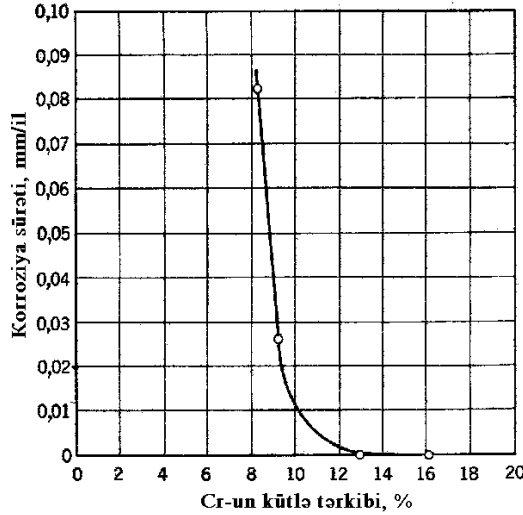
baxmayaraq ki, nəticədə adətən passiv təbəqənin dağılması və əmələ gəlməsi gedir.

Əgər dəmir əvvəlcə xromat məhlulunda kifayət qədər uzun müddət saxlanarsa (bir neçə dəqiqə) o, qatı nitrit turşusunda HNO_2 ilə başlanğıc reaksiya olmadan da passiv qalır. Xromat məhlulunda saxlanma zamanı dəmir üzərində passiv örtük əmələ gəldiyindən I_{krit} əldə etmək üçün depolyarlaşdırıcı kimi nitrit turşusuna ehtiyac qalmır. Nitrit turşusu mövcud örtüyü saxlamaq üçün lazım olan qatılıqlarda lazımdır.

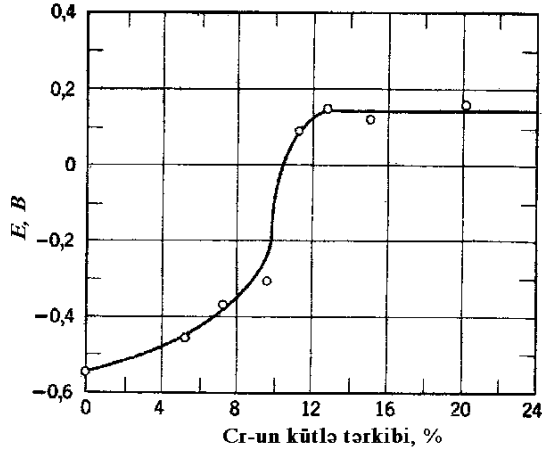
3.4. Ərintilərin passivliyi

Bəzi metallar, məsələn, xrom - havada passivdir və dəmirdən və misdən fərqli olaraq illərlə parıltılı qalır. Müəyyən edilmişdir ki, passivlik xassəsi Cr-un miqdarı 12% və çox olan dəmirxrom ərintilərinə də xasdır (belə ərintilər paslanmayan poladlar adlanırlar).

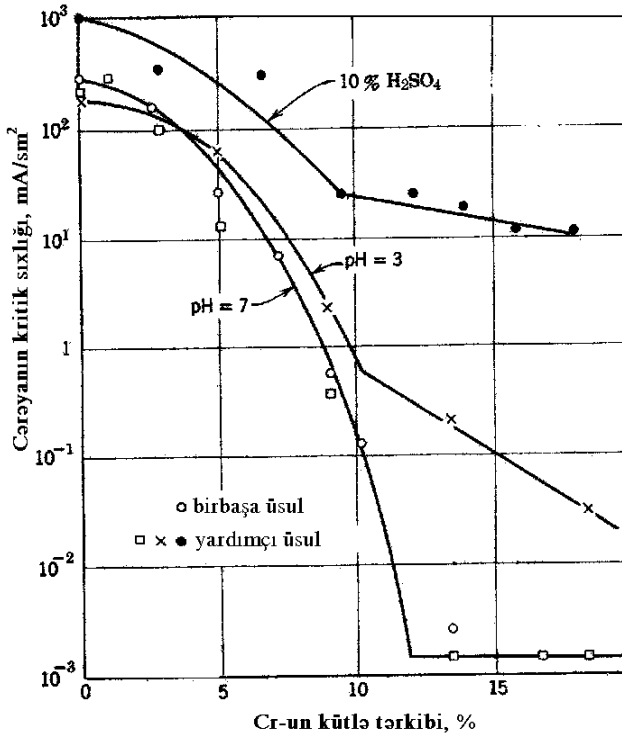
Korroziya sürətinin, korroziya potensialının və cərəyanın kritik qatılığının ərintidə Cr-un miqdarından tipik asılılıqları 3.2 - 3.4-cü şəkillərdə verilir.



Şəkil 3.2. Otaq temperaturunda dövri olaraq su ilə isladılan Cr-Fe ərintilərinin korroziya sürəti



Şəkil 3.3. Cr-Fe ərintilərinin 4%-li NaCl məhlulunda stasionar potensialları



Şəkil 3.4. Deareasiya olunmuş 3%-li Na₂SO₄ məhlulunda, pH=3 və 7, temperatur 25°C olduqda, həmçinin 10%-li H₂SO₄ məhlulunda otaq temperaturunda Cr-Fe ərintilərinin passivləşmə cərəyanının kritik sıxlığı

BÖLMƏ IV

KORROZIYA PROSESLƏRİNİN TƏSNİFATI

Korroziya səth hadisələrinə aid olub, korroziya proseslərinin getməsi nəticəsində metal səthində baş verən dəyişiklərə əsasən təsnif olunur.

Metalın bütöv səthinin ətraf mühit ilə qarşılıqlı təsiri zamanı ümumi və ya bütöv korroziya, səthin bir hissəsi qarşılıqlı təsirdə olduqda isə yerli və ya lokal korroziya baş verir.

İki növ ümumi korroziya fərqləndirilir: bərabər və qeyri bərabər. Ümumi qeyri bərabər korroziya zamanı metalın bütün səthi korroziya məhsulları ilə örtülür ki, onların da altında daha dərin zədələr – kavernalar olur. Bu növ korroziyaya struktur-seçici korroziya da aiddir. Belə korroziya zamanı ərintinin komponentlərindən biri digərinə nəzərən daha böyük sürətlə həll olur.

Yerli və ya lokal korroziya metal səthinin ayrı-ayrı sahələrinin dağılması ilə xarakterizə olunur. Yerli korroziya bir neçə növ olur:

- ləkələrlə korroziya zamanı ləkənin diametri korroziyanın daxil olma dərinliyindən hiss olunacaq dərəcədə böyük olur;
- yaralanma korroziyası zamanı zədələnmiş səthin diametri daxil olma dərinliyi ilə eyni qiymətli olur;
- nöqtəvari (pitting) korroziyası zamanı zədələnmiş sahənin diametri daxil olma dərinliyindən hiss olunacaq dərəcədə az olur;
- kristallararası korroziya dağılmanın dənəciklərin sərhədlərində getdiyi zamanı baş verir.

Yerli korroziya ümumi korroziyaya nəzərən daha təhlükəlidir. Belə ki, müqayisə olunacaq dərəcədə az metal itkisi olsa da çox bahalı konstruksiya tamamilə sıradan çıxır.

Metala mexaniki təsirlər korroziya prosesini sürətləndirir. Bu hallarda konstruksiyaların müşahidə olunan dağılması gərginlik altında korroziya (korroziya çatlaması) və korroziya yorğunluğu adlanır. Metalların dağılması kristallitlərin sərhəddi boyu və ya onların dərinliyində gedə bilər. Sonuncu halda korroziya transkristallit adlanır.

Korroziya törətmə baxımından aktiv olan məhlullarla metalın əlaqə şəraitindən asılı olaraq aşağıdakı korroziya növləri fərqləndirilir:

- məhlulda metal tam salındıqda korroziya;

- məhlula metal qeyri tam salındıqda korroziya;
- metalı məhlula dövrü olaraq saldıqda korroziya;
- məhlul metal səthindən axdıqda.

Korroziya prosesinin mexanizmindən asılı olaraq kimyəvi, elektrokimyəvi və biokimyəvi korroziya fərqləndirilir.

Kimyəvi korroziya heterogen kimyəvi reaksiyalar hesabına baş verən prosesdir. Daha dəqiq ifadə etsək metalların kimyəvi korroziyası metalın korroziya törədici mühit ilə elə qarşılıqlı təsiri prosesidir ki, metalın oksidləşməsi və korroziya mühitinin oksidləşdirici komponentinin reduksiyası bir aktda baş verir. Korroziya məhsulları bir başa korroziyaya uğrayan səthdə əmələ gəlir. Bu növ korroziyaya aşağıdakılar aiddir:

- qaz korroziyası (qaz mühitində yüksək temperatura qədər qızdırdıqda metalın oksidləşməsi);
- qeyri-elektrolitlərlə korroziya.

Elektrokimyəvi korroziya elektrokimyəvi kinetika qanunlarına tabe olan prosesdir. Bu növ korroziya zamanı eyni zamanda iki reaksiya gedir – korroziyaya uğrayan metalın ayrı-ayrı səthlərində lokallaşmış anod və katod reaksiyaları.

Elektrokimyəvi reaksiyanın bir neçə növü olur:

- nəm qaz və ya hava atmosferində atmosfer korroziyası;
- duzların ərintiləri də daxil olmaqla maye mühitlərdə və ya elektrolitlərdə korroziya;
- yer altında yerləşən metal qurğuların torpaq və ya yeraltı korroziyası;
- xarici cərəyan mənbəyinin təsiri ilə elektrokorroziya. Məsələn, azmış cərəyanın törətdiyi korroziya və ya elektroliz zamanı həll olmayan elektrodların korroziyası.

Biokimyəvi korroziya – mikroorqanizmlərin metala təsiri ilə əlaqədar olan prosesdir. Bu zaman metal iki səbəbdən dağıla bilər: birincisi metal mikroorqanizm üçün qida mühiti ola bilər, ikincisi də mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyəti nəticəsində əmələ gələn məhsulların təsiri ilə metal dağıla bilər. Sırf biokimyəvi korroziya nadir hallarda rast gəlir, çünki, nəm iştirakı ilə eyni vaxtda elektrokimyəvi korroziya da gedir. Odur ki, ayrı-ayrı növ korroziyalara baxarkən biokimyəvi korroziya səbəbindən dağılmalara elektrokimyəvi korroziyadan dağılma kimi baxılır.

4.1. Kimyəvi korroziya

4.1.1. Qaz korroziyası – xarici faktorların təsiri.

Qaz korroziyası metalların kimyəvi korroziyasının bir növüdür. O, metal səthində nəm olmadığı və elektrokimyəvi korroziya baş vermədiyi şəraitdə gedir. Odur ki, əksər hallarda hesab edilir ki, qaz korroziyası yüksək temperaturda, suyun buxar fazada olduğu halda və ya adi temperaturda, amma, quru atmosferdə gedir.

Sənayedə qaz korroziyası tez-tez rast gəlinir. Məsələn, qızdırıcı peçlərin detallarında, metalların termoişlənməsi zamanı və s.

Qaz korroziyasına müxtəlif faktorlar, əsasən də temperatur qaz mühitinin tərkibi təsir edir.

Temperaturun artması qaz korroziyasını sürətləndirir. Bu asılılıq təxmini olaraq Arrhenus tənliyi ilə ifadə olunur:

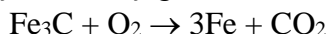
$$\ln K = A - \frac{B}{T}$$

K – reaksiya sürəti; A və B sabitlər; T – mütləq temperatur, K.

Qaz korroziyasına əlavə olaraq ikinci reaksiyalar, korroziya məhsullarının növləri və xassələri və s. də təsir edir.

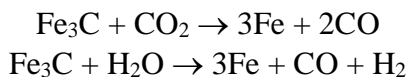
Hava oksigeni ilə dəmirin kimyəvi qarışılıqlı təsiri zamanı onun səthində oksid təbəqəsi əmələ gəlir. Bu təbəqənin tərkibinə maqnetit Fe_3O_4 və hematit Fe_2O_3 daxil olur. 575°C -dən yuxarı temperaturlarda metal-oksid sərhəddində vücut FeO əmələ gəlir.

Karbonlu poladın səthində korroziya prosesi zamanı iki paralel reaksiya gedir: dəmirin oksidləşməsi və aşağıdakı tənlik üzrə karbonsuzlaşma:



Nəticədə metalın səth təbəqəsində sementit Fe_3C azalır. Uzun müddət qızdırma zamanı sementitin azalması bir neçə millimetr dərinliyə keçir ki, bu da metalın bərklik və möhkəmlik xarakteristikalarına təsir edir.

CO_2 və H_2O və ya digər oksidləşdiricilərin iştirakı ilə karbonsuzlaşma analogi olaraq gedir:



Qazın təzyiqinin artması korroziya prosesinin sürətinin hiss olunacaq dərəcədə artmasına səbəb olur.

Qaz mühitində hidrogenin olması yüksək temperaturda və yüksək təzyiqdə poladın hidrogen kövrəkliyinə səbəb olur. Hidrogen kövrəkliyinin

əmələgəlməsi təkcə hidrogenin reduksiyaedici təsiri ilə metal səthinin karbonsuzlaşması ilə bağlı deyil. Buna səbəb həm də metalın kristall qəfəsinə daxil olmuş atomar hidrogenlərdən molekulyar hidrogenin əmələ gəlməsi, həmçinin dənəciklərin sərhəddində metan və su buxarının ayrılmasıdır. Bu proseslərdən hər biri qazın generasiyasına səbəb olur ki, bu da metalda çox yüksək təzyiq yaradır və çoxlu sayda mikroçatların əmələ gəlməsinə səbəb olur və nəticədə metalın möhkəmliyi kəskin azalır.

4.1.2. Oksid örtüklərinin mühafizə xassələri.

Qaz atmosferində korroziya sürətinə əmələ gələn məhsulların fiziki-kimyəvi və mexaniki xassələri əsaslı təsir edir. Hava ilə təmas zamanı hətta adi temperaturda da metal səthində nazik oksid təbəqəsi əmələ gəlir. Əmələgəlmə şəraitindən asılı olaraq oksid örtükləri monomolekulyar ola bilər və ya bir neçə millimetr qalınlıqda ola bilər.

Oksid örtükləri nazik, orta qalınlıqda və qalın ola bilər. Nazik örtüklər bir neçədən 400 Å-ə qədər qalınlığa malik ola bilər və göz ilə görünür. Onları optiki metodların – interferensiyanın və ya polyarlaşmış işıqın inikası metodu ilə müəyyən etmək və ölçmək olar. Orta qalınlıqlı örtüklərin qalınlığı 400-dən 5000 Å-ə qədər olur və interferensiya rənglənməsinə görə gözlə görünür. Onların qalınlığını çəki metodu ilə və ya elektrometrik (katod reduksiyası) metodu ilə ölçmək olur.

Qalın örtüklərin (5000 Å-dən çox) qalınlığını orta qalınlıqlı örtüklərin ölçülməsi metodu ilə ölçmək olar. Bu örtüklərin qalınlığını həmçinin metalloqrafik mikroskop, mikrometr və digər ölçmə alətləri ilə də ölçmək olar.

Oksid örtüklərin mühafizə xassələri qalınlıqdan yox, başlıca olaraq onun sıxlığından və bütöv olmasından asılıdır.

Pilinq və Bedvors qaydasına görə bütövlük şərti belədir: əgər örtüyü əmələ gətirən oksidin həcmi metalın həcmindən azdırsa təbəqə qeyri-tam hesab olunur. Əksinə, oksidin həcmi metalın həcmindən çox olursa örtük sıx və bütöv olur.

Oksidlərin və metalın həcmələrində fərq çox böyük olduqda böyük daxili gərginlik səbəbindən örtük özünün bütövlüyünü itirir. Belə oksid örtüyü yaxşı mühafizə xassəsinə malik olmur.

Oksid örtük metal ilə yaxşı əlaqəli olmalı və kifayət qədər elastik və möhkəm olmalıdır. Metalın və oksid örtüklərin termiki genişlənmə əmsalları kəmiyyətə bir-birinə yaxın olmalıdır ki, örtüyün çatlaması baş verməsin. Oksid örtüyü həmçinin yüksək korroziya davamlılığına malik olmalıdır. Də-

mir oksidləşərkən metal atomları və oksigenin qarşılıqlı təsir şəraitindən asılı olaraq müxtəlif oksidlər əmələ gəlir. Oksid örtüyünün xarici qatına oksigen daxil olması asan olduğundan xarici təbəqə α və β -Fe₂O₃-dən ibarət olur. Örtüyün daxili layı oksigen daxil olması çətin olduğundan FeO-dan ibarət olur və aralıq təbəqə Fe₃O₄-dən ibarət olur. Bu oksidlərin xassələri əsasən temperaturdan asılı olur. Belə ki, FeO 570 °C-dən yuxarıda davamlıdır və daha aşağı temperaturlarda parçalanır:



Əmələ gələn Fe₃O₄ adi temperaturdan 220 °C-ə qədər davamlıdır və 220 °C-dən yuxarıda o, γ -Fe₃O₄-ə 550 °C-də isə α -Fe₂O₃-ə çevrilir ki, o da erimə temperaturuna qədər (1565 °C) davamlıdır.

Oksidin metal səthində əmələ gələn miqdarını W (q/m²) oksidləşmənin müddətindən və temperaturdan asılı olaraq Markoviç formulu ilə hesablamaq olar:

$$\lg W = 4,3623 - 0,0075^{-0,25} \cdot \tau(1500 - t)$$

harda ki, τ – oksidləşmə müddəti, dəqiqə; t – qızdırma temperaturu, °C.

4.1.3. Qaz korroziyasından mühafizə metodları.

Qaz korroziyasından müdafiə üçün başlıca olaraq termiki davamlı erintilər istifadə edilir. 900 °C-də dəmirin oksidləşmə sürətini iki dəfə azaltmaq üçün onu 3,5 % Al ilə, dörd dəfə azaltmaq üçün isə 5,5 % Al ilə legirləşdirmək (yəni ona aşqar kimi alüminium əlavə etmək) lazımdır.

Qaz korroziyası ilə mübarizənin digər üsulu mühafizə atmosferinin istifadəsidir. Qaz mühiti polad ilə təmasda olduqda oksidləşdiriciyə, mis ilə təmasda olduqda reduksiyaediciyə malik olmamalıdır. Termə işləmə və qaynaq işləri zamanı mühafizə atmosferi kimi inert qazlar olan azot və arqon istifadə olunur. Poladın qızdırılması azot, hidrogen və karbon monooksid olan atmosferdə aparılır. Alüminium-maqnezium və titan detalların qaynağı arqon mühitində aparılır.

Qaz korroziyasından mühafizənin üçüncü üsulu metalın səthini xüsusi termiki davamlı örtüklərin istifadə olunmasıdır. Belə örtük kimi termodiffuziyalı dəmir alüminium və ya dəmir xrom örtüklər, metallokeramik örtüklər, metal oksidi örtükləri istifadə olunur. Örtüklərin qeyri-metal komponenti kimi çətin əriyən oksidlər, məsələn, Al₂O₃, MgO və nitridlər və karbidlər kimi birləşmələr istifadə olunur. Metal komponent kimi dəmir, xrom, volfram və molibden qrupu metalları istifadə oluna bilər.

4.1.4. Qeyri-elektrolitlərdə korroziya.

Qeyri-elektrolitlərdə metalların korroziyası kimyəvi korroziyanın növlərindən biridir. Elektrik keçiriciliyinə malik olmayan üzvi mayelər elektrokimyəvi reaksiyaların getməsinə imkansız edir. Qeyri-elektrolitlərə üzvi həlledicilər – benzol, toluol, dördxlörlü karbon, maye yanacaqlar (kerosin, benzin) və bəzi qeyri-üzvi maddələr – brom, kükürd ərintisi və maye hidrogen flüorid aiddir. Bu mühitlərdə korroziyanı metal və korroziya mühiti arasındakı kimyəvi reaksiya yaradır. Neftdə və ondan alınan məhsullarda metalların korroziyası praktiki baxımdan daha ciddidir. Neftin korroziya törədici aktiv komponentlərinə hidrogen sulfid, tiofenlər, merkaptanlar, sulfidlər, disulfidlər, neft turşuları və s. aiddir. Hidrogen sulfid dəmir, qurğuşun, mis və həmçinin qurğuşun və misin ərintiləri ilə sulfidlər əmələ gətirir. Merkaptanların nikel, gümüş mis, qurğuşun və mis ərintiləri ilə qarşılıqlı təsiri zamanı merkaptanların törəmələri olan merkaptidlər əmələ gəlir.

Temperaturun artması kükürlü neftlərdə, fenollarda, krekinq benzinlərdə metalların korroziyasını sürətləndirir. Hətta az miqdarda suyun olması zamanı korroziya prosesi aktivləşir, belə ki, su elektrokimyəvi korroziyaya səbəb olur.

Qeyri elektrolitlərdə korroziya ilə mübarizə üçün korroziyaya davamlı materiallar istifadə olunur, məsələn, paslanmayan polad. Əksər hallarda neftlərin metallarla təması zamanı elektrokimyəvi korroziya prosesləri getdiyindən inhibitorlar və protektor mühafizəsi istifadə oluna bilər.

4.2. Elektrokimyəvi korroziya

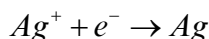
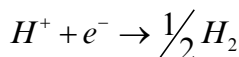
4.2.1. Elektrokimyəvi korroziyanın əmələgəlmə səbəbləri.

Elektrokimyəvi korroziya metal-elektrolit fazalar sərhəddində gedir. Bu növ korroziya elektrolitin tipindən asılı deyil. Elektrolitin miqdarı da əhəmiyyətli rol oynamır. Belə ki, hətta qalınlığı bir neçə millimikron olan su təbəqəsi də korroziya törədə bilər. Prosesin getməsi üçün yegane şərt metalların ionlaşmasının anod reaksiyasının və hər hansı ionların və molekulların metal səthində reduksiyasının katod reaksiyalarının birgə getməsidir. Bu, o vaxt həyata keçir ki, tarazlıq anod potensialı mümkün olan katod reaksiyalarından ən azı birinin potensialına nəzərən daha mənfəətli olsun. Metal səthinin stasionar potensialı aralıq qiymətə malik olur.

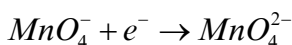
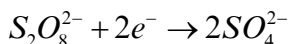
4.2.2. Elektrokimyəvi korroziyanın əsas qanunauyğunluqları.

Elektrokimyəvi korroziyanın anod prosesi həmişə metalın ionlaşması ilə müşayiət olunur. Katod prosesində metalı oksidləşdirən müxtəlif ionlar və ya molekullar iştirak edə bilər. Aşağıdakı əsas tip katod reaksiyaları mümkündür:

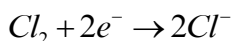
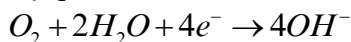
kationların reaksiyası:



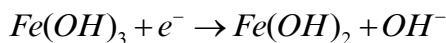
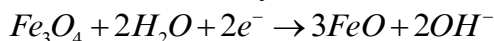
anionların reaksiyası:



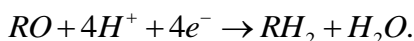
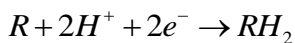
elektrolitlərdə həll olunmuş qaz molekullarının reduksiyası:



oksid və hidroksid örtüklərinin reduksiyası:



üzvi birləşmələrin reaksiyası:



Elektrolitlərdə həmişə iki və daha çox oksidləşdirici olur. Sulu məhullarda hidrogen ionları ilə yanaşı müəyyən miqdarda həll olmuş oksigen, çox vaxt da üzvi qarışıqlar olur. Onların anod prosesinə birgə təsiri ayrı-ayrı katod proseslərinin səmərəliliyindən asılıdır.

Texniki təmiz metallar həmişə əlavələrlə çirklənmiş olur, ərintilər isə əlavə olaraq legirləşdirici əlavələrə malik olur. Texniki təmiz metalların səthi struktur və termodinamiki baxımdan bircinsli olmadığından real şəraitlərdə səthi tarazlıqlar olmayan vəziyyətə malik çox komponentli metalda korroziya baş verir.

Metal–elektrolit–metal sistemində axan cərəyan lokal cərəyan adlanır, sistemin özü isə özünəməxsus qısaqapanmış qalvonik elementdir. Korroziyanın mexanizmini çox saylı makro- və mikroelementlərin işi ilə izah edən nəzəriyyə İsveçrə alimi De la Riv tərəfindən 1830-cu ildə irəli sürülmüş və sonralar Akimov və Evans tərəfindən təkmilləşdirilmişdir. Lokal elementlər

nəzəriyyəsi onunla inandırıcı, başadüşülən və rahatdır ki, korroziyanın keyfiyyət qanunauyğunluqlarını öyrənərkən qalvanik elementlər modelindən istifadə etməyə imkan verir. Evans diaqramı adlanan potensial-cərəyan korroziya diaqramları və ya Şultinin potensial-cərəyan sıxlığı polyarlaşma korroziya diaqramı şəklində alınan nəticələr olduqca əyanidir.

Lakin, lokal elementlər nəzəriyyəsi elektrolitik reaksiyaların mexanizmi haqqında müasir təsəvvürləri tam əks etdirmir. Bu nəzəriyyə çərçivəsində miqdari hesablamalar metalın anod və katod sahələrinin ümumi səthini müəyyən etməyin çətinliyi baxımından lazım olan dəqiqliyi verə bilmir. Çox vaxt bəzi sahələr bir sistemdə katod, digər sistemdə anod olur.

Lokal elementlər nəzəriyyəsinə görə katod reaksiyasına şərait yaranan oksidləşdiricilər **depolyarlaşdırıcı**, katod prosesi isə **depolyarlaşma** adlanır.

Hələ A. Volta müəyyən etmişdir ki, metalların hamısını gərginlik sırası adlanan sətərə düzmək olar: Zn, Fe, Cu, Ag, Au. Bu metalların istənilən cütünü məhlula saldıqda xarici dövrədən cərəyan keçir. Başqa sözlə, elektrik hərəkət qüvvəsi yaranır. Bu, onunla əlaqədardır ki, solda yerləşən metal sırada ondan sonra gələn metallara nəzərən daha elektrod mənfidir.

Faradey qalvanik elementlər nəzəriyyəsinin inkişaf etdirdi və belə bir qanun yaratdı ki, hər bir ion növündən asılı olmayaraq eyni elementar yük və ya yüklərin bir neçə mislini daşıyır. Həll olan və ya çökən metalın kütləsi W , cərəyan şiddəti I , elektroliz prosesinin müddəti τ , metalıq ekvivalenti q , valentliyi n , metalın atom kütləsi A işarə olunarsa, onda

$$W = \frac{A}{nF} \cdot I \cdot \tau = q \cdot I \cdot \tau$$

Metal–elektrolit sərhəddində potensialın sıçrayışı elektrodun potensialına uyğun gəlir.

Qalvanik elementlərin, o cümlədən də korroziya mikroelementlərinin faydalı işinə əsas təsirləri üç faktor göstərir:

- metalın təbiəti və onun strukturu;
- korroziya mühitinin təbiəti;
- korroziya prosesinin gətirdiyi fiziki şərait: temperatur, təzyiq, şüalandırma və s.

4.2.3. Hidrogen və oksigen depolyarlaşması ilə korroziya.

Katod reaksiyası zamanı hidrogen ionu və ya oksigen molekulunun reduksiyasından asılı olaraq korroziyanın hidrogen və ya oksigen depolyarlaşması ilə gətirdiyi deyilir. Bu iki əsas reaksiyanın getmə ehtimalı daha çoxdur,

çünkü, elektrolitlər həmişə həm hidrogen ionlarına, həm də havanın həll olmuş oksigeninə malik olur. Əgər hər iki katod reaksiyaları paralel və yaxın sürətlərlə gedirsə, onda proses qarışıq depolyarlaşma ilə gedir.

Neytral mühitdə, yəni pH=7 olanda hidrogen elektrodunun tarazlıq potensialı $-0,414V$, oksigen elektrodunun isə $+0,815V$ olur. pH=0 olduqda bu potensiallar uyğun olaraq 0 və $+1,229V$ olur və standart potensialı adlanır. pH=14 olduqda onların qiymətləri uyğun olaraq $-0,828$ və $+0,401V$ olur.

Aydındır ki, pH-ın bütün intervallarında oksigen elektrodunun tarazlıq potensialı hidrogen elektrodunun potensialından $1,23V$ qədər müsbətdir. Başqa sözlə, termodinamiki baxımdan hidrogen depolyarlaşması ilə korroziya az ehtimallıdır. Termodinamiki imkanın həyata keçməsi elektrodun pol-yarlaşmasına təsir edən kinetik faktorlardan asılıdır. Elektrod reaksiyalarının ifrat gərginliyi elektrolitin tərkibi və qatılığından, onda səthi-aktiv maddələrin olmasından asılı olduğundan temperatur və təzyiq və gedən prosesin sürəti kompleks şəraitlərlə müəyyən olunur.

Hidrogen depolyarlaşması ilə korroziya adətən hidrogen ionlarının aktiv olduqları məhlullarda və ya korroziyaya uğrayan metalın ionlarının az aktiv olduğu məhlullarda, həmçinin, tarazlıq potensialının qiyməti yüksək olan metalların korroziyası zamanı baş verir.

Hidrogen elektrod üçün hidrogen ionlarının ləng yüksüzləşməsi səbəbindən yaranan ifrat gərginlik xarakterikdir. Metal səthində hidrogen ayrılmasının ifrat gərginliyinin azalmasına gətirib çıxaran səbəblər korroziya sürətinin artmasına səbəb olur. Belə ki, təmiz metallar tərkibində hidrogen potensialını daha mənfi tərəfə dəyişən əlavələrə malik metallara nəzərən daha ləng korroziyaya uğrayır. Hidrogenin ifrat gərginliyini artıran faktorlar korroziya prosesini ləngidirlər. Elektrolitin qarışdırılması hidrogen depolyarlaşması ilə gedən korroziyaya əsaslı təsir göstərə bilmir.

Oksigen depolyarlaşması ilə gedən korroziya prosesləri adətən neytral mühitlərdə və ya pH-ın azca turş və ya əsas oblasta yerini dəyişdiyi halda baş verir. Oksigenin elektrolitlərdə az həll olması və onun diffuziya sürətinin az olması səbəbindən bu növ korroziyanın xarakterik xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, korroziya prosesinin sürəti əsasən qatılıq polyarlaşmasından asılıdır. Hidrogen depolyarlaşması ilə gedən korroziya proseslərindən fərqli olaraq oksigen depolyarlaşması ilə gedən korroziya proseslərinin sürətinə qarışdırma, temperaturun artması və digər faktorlar əsaslı təsir edirlər. Bunların təsiri oksigenin diffuziyasının sürətinin artması ilə əlaqədardır. Hidro-

genin ifrat gərginliyini azaldan əlavələrin olduğu metalların korroziya prosesinin sürətinə bu əlavələrin əsaslı təsiri yoxdur. İntensiv qarışdırma şəraitində və ya hava ilə təmasda olan elektrolitin olduqca nazik təbəqəsində diffuziya kinetikasi həlledici rol oynamır. Bu halda korroziya sürətinə oksigenin ionlaşmasının ifrat gərginliyi və onunla əlaqədar olan ikinci hadisələr təsir edir. Kifayət qədər intensiv qarışdırma və elektrolitin orta qalınlığa malik olduğu halda korroziya prosesi qarışıq depolyarlaşma ilə gedir.

4.2.4. Elektrokimyəvi korroziyanın sürətinə xarici faktorların təsiri.

Xarici faktorlardan korroziya prosesinin sürətinə, növünə və inkişaf xarakterinə daha çox təsir edən faktorlar korroziya mühitinin pH-ı və temperaturu, neytral məhlulların tərkibi və qatılığı, həll olan oksigenin qatılığı, mühitin nisbi hərəkət sürətidir.

Korroziya mühitinin pH-nın təsiri. Hər bir konkret halda metalın mühitin pH-dan asılı olaraq mümkün olan korroziyasını adi temperaturda tarazlıq potensialı – pH koordinatlarında qurulmuş, uyğun diaqramla müşahidə etmək olar (Purbe diaqramı). Purbe diaqramı metalın oksidləşməsinin termodinamiki mümkün olmadığı korroziyaya davamlılıq oblastını birmənalı təyin etməyə, həmçinin, onun passiv və korroziyaya aktiv oblastlarını proqnozlaşdırmağa imkan verir. Dioqram heç də həmişə metalın korroziyaya uğraması prosesi haqqında birmənalı cavab verə bilməz. Belə ki, diaqram onun tarazlıq vəziyyətini xarakterizə edir. Korroziya prosesi isə həmişə qeyri-tarazlıqda olur və bir çox kinetik faktorların təsirinə məruz qalır.

Ümumi halda hidrogen depolyarlaşması ilə korroziyada hidrogen ionlarının qatılığının artması potensialı müsbət qiymətlərə doğru dəyişir və korroziya sürəti artır. Amma, qüvvətli turşu məhlullarda isə turşu oksidləşdirici rolunu oynaya bilər və metalı passivləşdirə bilər. Məsələn, dəmir qatı H_2SO_4 -də və oleumda passivləşir. Digər hallarda turşu metal ilə çətin həll olan duzlar əmələ gətirir ki, bunlar da mühafizə örtüyü rolunu oynayırlar. Məsələn, maqnezium flüorid turşusunda MgF_2 əmələ gəlməsi hesabına davamlıdır. Dəmir isə fosfat turşusunda $Fe_3(PO_4)_2$ əmələ gəlməsi hesabına passivləşir.

Korroziya sürətinə pH-ın təsiri metalın təbiətindən çox asılıdır. Bundan asılı olaraq adi temperatur üçün metalları beş qrupa bölmək olar:

- I qrupa – nəcib metallar və müəyyən dərəcədə Ti daxildir ki, onların korroziyasına pH təsir etmir. Bu qrupa Pt, Au, Ag və s. metallar daxildir;
- II qrupa – neytral mühitlərdə kifayət qədər davamlı, turş və qələvi mühitlərdə davamsız olan amfoter metallar daxildir. Bunlara Zn, Al, Pb, Sn aiddir;
- III qrupa – turş və neytral mühitlərdə davamlı olan, lakin qələvi mühitlərdə davamsız metallar daxildir. Belə metallara Mo, W və Ta aiddir.
- IV qrupa – neytral və qələvi mühitlərdə zəif korroziyaya uğrayan, lakin qüvvətli turş mühitdə korroziya sürəti artan metallar aiddir. Bu qrupa Ni, Co, Cd daxildir.
- V qrupa – turş mühitdə davamlı olmayan və neytral oblastlarda kifayət qədər korroziyaya uğrayan metallar aiddir. Qələvi oblastında onların davamlılığı artır və pH 12-14 olduqda maksimuma çatır. Bu qrupa Mn, Mg, Cr, Cu və Fe aiddir. pH 14-dən çox olduqda həll olan HFeO_2^- əmələ gəlməsi səbəbindən dəmirin korroziyası kəskin sürətlənir.

Qazların neytral məhlullarının tərkibinin və qatılığının təsiri. Neytral mühitlərdə korroziya əsasən oksigen depolyarlaşması ilə gedir. Duzların neytral məhlullarının korroziya sürətinə təsir dərəcəsi əmələ gələn korroziya məhsullarının xassələrindən asılıdır. Çətin həll olan birləşmələr metal səthini ekranlaşdırır və nəticədə korroziya sürəti azalır. Sink və dəmirin karbonatları sink və dəmirin korroziyasını, qurğuşun sulfat qurğuşunun korroziyasını və s. ləngidir. Qalay xromat, kalium bixromat və kalium permanqanat oksid örtüklər əmələ gətirməklə metal səthini passivləşdirirlər.

Nitratlar, xloridlər və çox vaxt sulfatlar metallarla həll olan birləşmələr əmələ gətirir ki, onlar da metal səthini ekranlaşdırmır. Xlorid turşusunun duzları metal səthini aktivləşdirirlər ki, bu da korroziya sürətinin artmasına səbəb olur. Aktivləşdirici təsir yodidlər, bromidlər, xloridlər, flüoridlər sırasında artır.

Hidrolizə meylli duzların, məsələn, alüminium xlorid və natrium asetat kimi duzların təsiri hidrolizdən sonra pH-ın nə qədər dəyişməsindən asılıdır.

Neytral duzların qatılığını müəyyən həddə qədər artırıqda adətən məhlulun elektrik keçirməsinin artması hesabına korroziya sürəti artır. Xloridlər olduğu halda isə xlor ionunun aktivləşdirici təsiri də korroziya sürətini

artırır. Qatılığın sonrakı artması zamanı katod reaksiyalarında iştirak edən oksigenin həll olması azalır və korroziya sürəti də azalır.

Oksigenin təsiri. Neytral məhlullarda metalların korroziya sürəti korroziya mühitində həll olan oksigenin miqdarından əsaslı sürətdə asılıdır. Əksər hallarda oksigen atmosferdən daxil olur və korroziya sürəti elektrokimyəvi prosesin diffuziya kinetikasi mexanizminə uyğun olaraq oksigenin qatılığı ilə düz mütənasibdir. Xətti asılılıq o vaxta qədər davam edir ki, oksigenin qatılığı kifayət qədər yüksək həddə çatır. Bundan sonra metalın səthi passivləşməyə başlayır. Korroziya mühitində oksigenin miqdarı həm duzun tərkibindən və qatılığından, həm də temperaturdan, qarışdırma şəraitindən və oksigenin məhlulda həl olmasını müəyyən edən digər faktorlardan asılıdır.

Oksigenin metal səthinə qeyri-bərabər keçirilməsi (qeyri-bərabər aerasiya) yerli korroziyaya səbəb olur və onun sürəti aerasiyanın qeyri-bərabərlik dərəcəsindən asılıdır.

Çay, göl və dəniz suyu neytraldır (pH 6,5-dən 8,5-ə qədər olur) və oksigenlə doymuşdur. 10,20 m dərinlikdə təbii olaraq mayelərin hərərəti özləri ilə aparması və qarışma nəticəsində oksigen nisbətən bərabər paylanmış olur.

Temperaturun təsiri. Əgər korroziya prosesi hidrogen depolyarlaşması ilə gedərsə, temperatur artdıqca korroziya sürəti də artır. Bunun əsas səbəbi odur ki, katod prosesinin ifrat gərginliyi azalır, diffuziya sürətlənir və mühitin elektrik müqaviməti azalır.

Oksigen depolyarlaşması ilə gedən korroziya proseslərinin sürəti temperatur hiss olunacaq dərəcədə artdıqda azalır və bunun da səbəbi oksigenin həll olmasının azalmasıdır. Temperaturun artması bəzən metalın passivləşməsinə də səbəb olur.

Distillə olunmuş suda sinkin korroziyası zamanı əmələ gələn sinkhidroksid təbəqəsi 50 °C-ə qədər metalın səthini korroziyadan yaxşı mühafizə edir. 60 °C-də metal passivliyini itirməyə başlayır və 90 °C-dən 100 °C-ə qədər olan intervalda isə yenidən korroziya sürəti kəskin azalır ki, bunun da səbəbi yeni, davamlı passiv təbəqənin əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır.

Korroziya mühitinin nisbi hərəkət sürətinin təsiri. Korroziya sürəti metal və ya korroziya mühitinin hərəkətdə olmasından asılı deyil. Nisbi hərəkətin sürəti oksigen depolyarlaşması ilə gedən korroziya proseslərinin sürətinə əsaslı təsir edir. Belə ki, hərəkət nəticəsində mühitin elektroda yaxın təbəqəsində oksigenin qatılığı artır. Metal səthini passivləşdirən korroziya məhsulları hərəkət zamanı səthdən qopur ki, bu da korroziyanın sürətini artı-

rır. Nisbi hərəkətin sürəti böyük olduqda oksigenin qatılığının artması metalın səthinin passivləşməsinə səbəb ola bilər. Sürət olduqca böyük olduqda korroziya erroziyası baş verir. Belə ki, metalın kombinə olunmuş elektrokimyəvi və erroziya dağılması baş verir.

4.2.5. Elektrokimyəvi korroziyanın sürətinə daxili faktorların təsiri.

Metalın korroziya sürətinə təsir edən daxili faktorlar onun termodinamiki davamlılığı və Mendeleevin elementlərin dövri sistemindəki yeri, ərintinin tipi və strukturu və mexaniki faktorlar aiddir.

Metalın termodinamiki davamlılığı.

Metalların termodinamiki davamlılığı onların tarazlıq (standart) potensialından asılıdır, amma bu asılılıq onların korroziya sürətini birmənalı müəyyən etmir. Belə ki, alüminium ($\varphi_0 = -1,67V$) duru H_2SO_4 -də dəmirə ($\varphi_0 = -0,44V$) nəzərən daha davamlıdır, maqnezium ($\varphi_0 = -2,34V$) flüorid turşusunda davamlıdır, qalay ($\varphi_0 = -0,13V$) isə bu turşuda korroziyaya uğrayır. Bu, korroziyanın real və ideal proseslərinin getməsinin müxtəlifliyi ilə əlaqədardır.

Metalların davamlılıq xarakteristikasını hiss olunacaq daha dəqiqliklə Purbe diaqramı verir. Bu diaqram metalın pH-ın müəyyən qiymətlərində və korroziya mühitinin qatılığında termodinamiki davamlılığını əks etdirir.

Kinetik faktorların və çirkləndirici əlavələrin təsiri də müəyyən korroziya mühitində metalın korroziyaya uğramasının birmənalı termodinamiki proqnozlaşdırılmasına mane olur.

Metalın dövri sistemdəki mövqeyi.

Metalın dövri sistemdəki yeri onun korroziyaya davamlılığı haqqında yalnız ümumi qiymət verməyə imkan yaradır, amma korroziya prosesini dəqiq xarakterizə etməyə imkan vermir. Dövri sistemin 1 və 2-ci qrupunun sol yarımqrupunun metalları korroziyaya daha davamlıdırlar. 1 və 2-ci qrupun sağ yarımqruplarında sıra nömrəsi artdıqca korroziyaya davamlılıq artır: Cu-Ag-Au; Zn-Cd-Hg; Ni-Pd-Pt. 4-6-cı qrupların və 8-ci qrupun sol yarımqruplarında asan passivləşən metallar yerləşir və onların sıra nömrəsi artdıqca passivliyə meyillilikləri azalır: Ti-Zr-Hf; Cr-Mo-W.

Ərintilərin tipləri.

Mexaniki qarışıqlardan ibarət olan, çoxfazlı ərintilər üçün korroziya sürəti anod və katod rolunu oynayan fazaların kütlələrinin nisbətindən, həm-

çinin, onların qarşılıqlı yerləşmə vəziyyətindən asılıdır. Əgər fazalar bərabər paylanmışdırsa və anod kimi xidmət edən komponentin miqdarı azdırsa, bu halda ümumi korroziya üstünlük təşkil edir və vaxt keçdikcə ləngiyir. Anod fazasının qeyri-bərabər paylanması zamanı yerli korroziya müşahidə olunur və uzun müddət keçdikcə dərin və təhlükəli kavernalar əmələ gəlir. Evtetik və evtektoid qarışıqların xırda dənəcikli strukturu korroziya üçün daha əlverişlidir və onun sürətinin artmasına səbəb olur.

Bərk məhlullar tipində birfazlı ərintilər üçün korroziya sürəti sıçrayışvari dəyişir və ərintinin tərkibindən monoton asılılıq müşahidə olunmur.

Mexaniki faktorlar.

«Mexaniki faktorlar» dedikdə metala mexaniki yük, daimi və ya dövrü olaraq daxili və ya xarici gərginlik başa düşülür. Mexaniki faktor metalın termodinamiki qeyri-stabilliyini artırır və onun səthində olan mühafizə örtüyünün tamlığını dağıda bilər. Gərginlik altında korroziya metala daimi dartıcı gücün və korroziya mühitinin kombinə olunmuş təsiri zamanı yaranır və korroziya çatlarının əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu növ korroziyaya yüksək legirlənmiş xromlu poladlar və nikel natrium hidroksid məhlulunda məruz qalır. Dartılma gərginliyi soyuq işləmə, məsələn, metalın həddən çox dartılması zamanı və ya qaynaq zamanı qaynaq tikişi yerindən bir neçə milli metrədə termiki təsir zonasından yarana bilər.

Korroziya mühitinin və dövrü və ya işarəsi dəyişən mexaniki təsirin kombinə olunmuş təsirindən yaranan korroziya yorğunluğu metalın mexaniki xarakteristikasını kəskin pisləşdirir. Məsələn, azkarbonlu poladların 10^7 tsikl dartılma və sıxılması havada, kran suyunda və duzlu suda dəqiqədə 1500 tsikl tezliklə aparıldıqda hkəmlilik həddi uyğun olaraq 25,14 və 5 kq/mm² qədər azalır. 18-8 tipli xrom nikel poladları duzlu suda 10^7 tsikl dartıb sıxdıqda möhkəmlilik həddi 32-dən 17,5 kq/mm²-a qədər azalır.

Gərginlik altında metalların korroziyaya və korroziya yorğunluğuna davamlılığı bir sıra texnoloji və konstruksiya faktorlarından asılı olur. Bu faktorlara temperatur, korroziya mühitinin qarışdırılması, aerasiya və detal və qovşaqların konstruksiyasının xüsusiyyəti aiddir.

4.2.6. Atmosfer korroziyası.

Metalların atmosfer korroziyası elektrokimyəvi korroziyanın ən geniş yayılmış növlərindən biridir və adi temperaturda nəm havada gedir və bu korroziya növü bir sıra xüsusiyyətlərə malikdir. Bu xüsusiyyətlərə onun yaranma şəraiti və korroziya sürətinə bəzi faktorların təsiri aiddir.

Bütün hallarda korroziya mühiti tərkibində oksigenin və CO₂-nin həll olduğu nəm təbəqəsidir. Sənaye ərazilərinin atmosferində SO₂, azot oksidləri, hidrogen sulfid və s. də korroziya mühitində olur. Bu təbəqənin qalınlığı bir neçə on anqostremdən bir neçə mikrona qədər olur və bu qalınlıq əmələgəlmə şəraitindən asılı olur. Təbəqənin qalınlığı bir mm-dən çox olduqda korroziya şəraiti metalı elektrolitə saldıqda yaranan şəraitlə eynidir.

Nəm təbəqəsi metal səthində bir başa yağıntılardan və ya su buxarlarını kondensləşməsi nəticəsində əmələ gəlir. Nisbi nəmlik 100% olduqda su damcılar şəklində kondensləşir, nəmlik faizi az olduqda isə kapilyar, kimyəvi və ya adsorbsiyalı kondensləşmə baş verir.

Kapilyar kondensləşmənin intensivliyi metalın mikrorelyefi ilə əlaqədardır. Kimyəvi kondensləşmə korroziya məhsullarının hiqroskopikliyindən və metal səthinə əlaqələnmiş kimyəvi birləşmələrdən asılıdır. Hər iki halda su buxarlarının təzyiqi ideal hamar və təmiz metal səthindəki təzyiqdən azdır. Aşağı nəmlik şəraitində nəm təbəqəsi həmçinin adsorbsiya kondensləşməsi nəticəsində əmələ gəlir; sonuncu halda onun qalınlığı minimum olub bir neçə on anqostrem olur. Kondensləşmənin müşahidə olunmağa başladığı nisbi nəmlik sərhəddi kritik nəmlik adlanır və polad, sink və mis üçün 50-70 % həddində dəyişir. Amma, metal səthinə kalsium xlorid düşdükdə 35 %-ə çata bilər.

Atmosfer korroziyasının mexanizmi hiss olunacaq dərəcədə elektrolit təbəqəsinin qalınlığından asılıdır. Qalınlıq 100 A⁰-ə qədər olduqda quru atmosfer korroziyası adlanan korroziya müşahidə olunur ki, o da kimyəvi korroziyada olduğu kimi xüsusiyyətlərə malikdir. Təbəqənin qalınlığı 100 A⁰-dən 0,1 mkm-ə qədər olduqda nəm atmosfer korroziyası müşahidə olunur. Nəm və yaş atmosfer korroziyası əsasən oksigen depolyarlaşması ilə gedir. Nəm təbəqənin qalınlığı artdıqca qatılıq polyarlaşması hesabına yaş atmosfer korroziyasının sürəti azalır.

Atmosferdən nəm örtüyə keçən sənaye çirkləndiriciləri qüvvətli elektrolit məhlulu əmələ gətirirlər. Kömürü, nefti və benzini yandırarkən əmələ gələn SO₂ zərərli çirkləndirici kimi xüsusən daha təhlükəlidir. Zərərli çirkləndiricilərə azot oksidləri, xlor və ammoniak da aiddir.

CO₂ və H₂S daha zəif korroziya törədici təsirə malikdir. Atmosferdə sənaye tozları (kömür hissəcikləri, aerezollar və digər maddələrdən ibarət olub nəmin metal səthində kimyəvi və kapilyar kondensləşməsinə səbəb olur) olduqda korroziya sürəti artır. Korroziyanı sürətləndirən ayrı-ayrı faktorların kombinə olunmuş təsiri nəticəsində sənaye atmosferində korroziya sürəti 5-10 dəfə kənd ərazilərinin atmosferində olduğundan sürətlidir.

Korroziya məhsullarının tərkibi və xassələri korroziya sürətinə əsaslı təsir edir. Məsələn, tozvari məhsullar kimyəvi və kapilyar kondensləşməyə səbəb olduqlarından korroziyanı sürətləndirirlər. Qurğuşun üçün əks effekt müşahidə olunur. Sənaye atmosferində qurğuşunun korroziya sürəti kənd atmosferində olduğundan zəifdir. Buna səbəb $PbSO_4$ və ya $PbCO_3$ duzlarının sənaye atmosferinin təsiri ilə əmələ gəlməsi və mühafizə örtüyü əmələ gətirmələridir.

Nisbi nəmlik hətta 100 %-ə yaxın olan hallarda da təmiz, nəm hava korroziya sürətinin hiss olunacaq dərəcədə artmasına səbəb olmur. Temperaturun artması nisbi nəmliyin və su təbəqəsində qazların həll olmasını azaldır və eyni zamanda metal səthinin qurumasına səbəb olur. Bunların hamısı korroziyanın sürətinin azalmasına səbəb olur. Amma, əgər temperaturun artması tropik iqlimli ölkələrdə olduğu kimi nəmliyin artması ilə müşayiət olunsaydı, korroziya sürəti kəskin artır ki, buna biokimyəvi korroziya təsir edir.

Coğrafi faktorlar bütün yuxarıda qeyd edilən faktorları özündə birləşdirir və buraya metallik qurğular sahilyanı rayonlarda istismar edərkən dəniz dumanının təsirini də əlavə etmək lazımdır.

İlin dövrləri də metalların korroziya sürətinə kompleks təsir göstərir. Məsələn, yazda, qar əriyərkən qış müddətində onda toplanmış çoxlu miqdarda sənaye tullantıları korroziya sürətinin artmasına səbəb olur.

Yağışlı dövrlərdə, xüsusən payızda mineral duzların qatılığın artması səbəbindən (bəzən qatılıq 200 mq/l-ə çatır) korroziya sürəti artır.

4.2.7. Dəniz suyunda korroziya.

Dəniz korroziyası elektrokimyəvi korroziyanın bir növü olub korroziya mühitinin özünəməxsusluğu və korroziya prosesinin getmə şəraitləri ilə əlaqədar olaraq bir sıra fərqli xüsusiyyətlərə malikdir. Gəmilərlə yanaşı liman qurğuları, dənizdə neft hasilatı üçün qurğular, sahil konstruksiyaları və qurğuları, dəniz suyundan içməli su alan qurğular da dəniz korroziyasına uğrayır.

Dəniz suyunun yüksək aqressivliyi onda 3,5-4 %-ə qədər duzların, əsasən də $NaCl$ və $MgCl_2$ -in olması ilə əlaqədardır.

Dəniz suyunda metalın həll olmasının anod prosesi xlor ionlarının iştirakı ilə aktivləşir. Dəniz suyunun yuxarı təbəqəsi oksigen ilə doymuş olduğundan korroziya prosesi oksigen depolyarlaşması ilə gedir. Dənizdə dalğalar olduqda dəniz suyunun hərəkətliliyi artdığından hərəkətsiz metal konstruksiyaların korroziyası sürətlənir. Gəmilərin korroziya sürəti həm də onların öz hərəkətləri hesabına artır.

Dəniz suyunda metalların korroziyası zamanı kontakt (əlaqə) korroziyası da müşahidə olunur. Bu korroziya gəmilərdə daha çox müşahidə olunur və bu da dəniz suyunun yüksək keçiriciliyə malik olması ilə əlaqədardır ($3 \cdot 10^{-2} \text{ Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$). Onlarda polad gövdə – bürünc pər cütünü olduğu korroziya güclənir. Kontakt korroziyası zamanı katod kimi işləyən metal səthi anod səthə nəzərən nə qədər böyük sahəyə malikdirsə, korroziya prosesinin dağıdıcı təsiri də bir o qədər böyük olur.

Dəniz korroziyasının növlərindən biri də su ayrıcında korroziyadır. Bu növ korroziya metal səthinin dövrü olaraq islanması, nazik nəm təbəqəsindən oksigenin diffuziyasının sürətlənməsi və dalğaların səthdən korroziya məhsullarını mexaniki olaraq kənarlaşdırılması ilə əlaqədardır.

4.2.8. Yeraltı korroziya.

Yeraltı və ya torpaq korroziyası elektrokimyəvi korroziyanın növlərindən biridir. O, əsasən yeraltı neft, qaz və su borularında və kabellərdə, dayaq və digər yeraltı qurğularda müşahidə olunur.

Torpağın korroziya aktivliyi havakeçirmədən, elektrik keçiriciliyindən, pH-ın qiymətindən asılı olur. Korroziya aqressivliyi baxımından pH-ı 3 nəmliyi 15-20 % olan torpaq daha təhlükəlidir. Quru torpaqlarda korroziya böyük sürətlə getmir.

Torpağın bərk komponentlərinin hərəkətsizliyi səbəbindən onlarda diffuziya prosesləri olduğu ləngdir ki, bu da metal səthində mühafizə örtüyünün əmələ gəlməsinə səbəb olur və zaman keçdikcə korroziya prosesi tədricən zəifləyir.

Müxtəlif torpaqların suda ekstraktı (şirəsi) olduğu müxtəlifdir. Qumlu torpaqlarda duzların miqdarı 10-20 mq/l olduğu halda, korroziya aktivliyi yüksək olan torpaqların ekstraktında xlor və sulfat ionlarının qatılığı 4000 mq/l-ə çatır. Duzun miqdarı artıq olduğu torpağın korroziya aktivliyi də çox olur. Bu asılılıq torpağın xüsusi elektrik müqavimətini ölçməklə torpağın korroziya aktivliyini müəyyən etmək üçün istifadə edilir. Xüsusi müqaviməti 10 Om·m-ə qədər olan torpaqlar yüksək aqressiv, 10-dan 20 Om·m-ə qədər olanlar orta aqressiv və 20 Om·m-dən yuxarı olanlar zəif aqressiv torpaqlardır.

Torpağın strukturu korroziya sürətinə əsaslı təsir edir. Belə ki, oksigenin diffuziya sürəti ondan asılıdır.

Ümumi metal itkisi qumlu torpaqlarda, korroziyanın lokal daxil olma dərinliyi isə gilli torpaqlarda çoxdur.

Orta nəmliyə və yaxşı hava keçiriciliyinə malik torpaqlarda yeraltı korroziyanın mexanizmi atmosfer korroziyasının və ya metalı elektrolitə tam daxil etdikdə gedən korroziya prosesinin mexanizminə analojidir. Yeraltı boru kəmərinin tərkibinin qeyri bircins olması və ya qonşu sahələrdə torpağın müxtəlif aerasiyası səbəbindən əmələ gələn mikroqalvanik cütlərin işinin nəticəsində bu kəmərlər korroziyaya uğraya bilər. Katod və anod sahələri biri-birindən bir neçə kilometr aralıda yerləşə bilər.

Yeraltı korroziya dağılmanın xarakterinə (böyük dərinliyə malik pitinqlər və kavernalar) görə xüsusilə təhlükəlidir.

4.2.9. Elektrokorroziya.

Elektrokorroziya sabit cərəyanın xarici mənbəyinin təsiri ilə gedən elektrokimyəvi korroziyadır. Başqa sözlə, elektriclənmiş dəmir yol xətlərinin, elektrik qurğuları, elektrik qaynaq aparatları ilə təmin olunmuş gəmi təmir zavodlarında, elektrik sexlərində azmış cərəyanın təsiri ilə bu korroziya baş verir. Relslər və güc şinləri torpaqdan yaxşı izolə edilmədikdə, elektroliz sexlərində duz elektrolit körpüləri olduqda, həmçinin rels yolunun ayrı-ayrı sahələri arasında pis kontakt olması nəticəsində azmış cərəyan əmələ gəlir.

Əgər azmış cərəyanın təsir dairəsində metal boru kəmərləri və ya kabel olarsa, onlar cərəyanın paralel naqilləri rolunu oynayır, belə ki, onlar torpağa nəzərən olduqca böyük keçiriciliyə malikdirlər. Elektrik cərəyanının girişinə yaxın sahələr katod sahəsi, cərəyanın çıxışına yaxın sahələr isə anod, boru kəmərinin və ya kabelin orta hissəsi isə neytral zona olur.

Elektrik korroziyasının təsiri ilə metal qurğuların dağılması kifayət qədər böyük sürətlə gedir. Belə ki, azmış cərəyanların ümumi gücü 10-20-dən 200 A-ə qədər olur. Torpağın keçiriciliyi yaxşı olduqda və metal qurğuların mühafizə örtüklərində zədələr olduqda anod sahəsinin ayrı-ayrı nöqtələrində cərəyan sıxlığı, olduqca böyük həddə çata bilər. Əgər polad yalnız anod zonasında korroziyaya uğrayarsa, amfoter metallar – qurğuşun, alüminium və s. korroziya prosesi oksigen depolyarlaşması ilə getdikdə katod sahələrində dağılır. Bəzi elektrokimyəvi istehsalatlarda əlavə anod polyarlaşması səbəbindən elektrokorroziya həll olmayan anodların dağılmasının səbəbi olur.

BÖLMƏ V

NEFT MƏDƏN AVADANLIQLARININ KORROZİYASI

5.1.1. Konstruksiya materiallarına verilən tələblər.

Neft və qaz sənayesi avadanlıqları olduqca ağır şəraitlərdə istismar olunurlar. Avadanlıqların işinin uzunmüddətliliyi və etibarlılığı istifadə olunan konstruksiya materiallarının texniki iqtisadi xarakteristikasından asılıdır. Onlara çox sərt tələblər qoyulur: onlar müəyyən kompleks möhkəmlik və plastiklik xassələrini geniş temperatur intervalında saxlaya bilməlidirlər; yaxşı texnoloji xassələrə malik olmalı, az tapılan və bahalı olmamalıdır. Bir çox hallarda materialın korroziya davamlılığına çox yüksək tələblər qoyulur, xüsusən də spesifik dağılma növlərinə – hidrogen kövrəkliyi, korroziya çatları, kristallitlər arası korroziyaya və s. Avadanlıqların metal tutumluluğu və kütləsi konstruksiya materiallarının seçilməsində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Əksər neft və qaz yataqları uzaq və çətin gedilə bilən rayonlarda yerləşir, bir sıra rayonlarda quyunun dərinliyinin artırılmasına ehtiyac yaranır. Bununla əlaqədar olaraq yüksək xüsusi möhkəmliyə, sıxlığa, korroziyaya davamlılığa malik və digər tələblərə cavab verən konstruksiya materiallarının istifadə perspektivləri artır. Belə materiallara ilk növbədə alüminium ərintiləri, qeyri-metal materiallar titan və onun ərintiləri daxildir. Bu materiallar həm də örtük kimi istifadə oluna bilər ki, konstruksiya materiallarının xassələrinin diapazonunun xeyli genişlənməsinə imkan verir və avadanlıqların uzunmüddətliliyini təmin edir.

Texnoloji xassələr materialın müxtəlif növ işləmələrə məruz qalma qabiliyyəti ilə xarakterizə olunur. Bu işləmələrə əyilmə, yayılma, qaynaq, termiki emal və s. aiddir. Texnoloji xassələrin təmirlər vaxtı nəzərə alınması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Avadanlıqların iş qabiliyyəti xeyli dərəcədə qaynaq birləşmələrinin möhkəmliyindən asılıdır. Poladın qaynaq olmasına onda olan karbonun miqdarı əsaslı təsir edir.

Poladın keyfiyyətinə əritmə üsulu da böyük təsir göstərir. Neft və qaz sənayəsində başlıca olaraq marten əsas poladı istifadə olunur ki, qiyməti yüksək olmasa da istismar zamanı kifayət qədər yüksək etibarlılığı təmin edir. Hazırda daha progressiv metallurgiya proseslərinin poladlarının istifadəsinə geniş yer verilir. Belə proseslərə elektroşlak təkrar əritmə, oksigen-konvertor prosesləri və s. daxildir.

Polad əritmə prosesində onun qabarması əhəmiyyətli rol oynayır və poladın keyfiyyəti ondan asılı olur. Qabarma dərəcəsinə görə polad sakit, yarım sakit və qaynayan növlərə ayrılır. Sakit poladda silisium 0,12-0,35 % olduğu halda qaynayan poladda yalnız izi (0,05 %-ə qədər) olur. Yarımsakit poladlarda isə onun miqdarı 0,17 %-dən az olur. Poladda kükürdün və qeyri-metal kənar qarışıqların miqdarını azaltmaq üçün maye poladlar nadir torpaq elementləri və bor ilə işlənir. Bu halda kükürdün miqdarı 2-5 dəfə azalır, poladın plastik xassələri yüksəlir, 1,5-2 dəfə zərbə özüllüyü artır, soyuqdan qırılmanın kritik temperaturu daha aşağı temperaturalar oblastına enir.

5.1.2. Bəzi konstruksiya materiallarının kimyəvi tərkibi və mexaniki xassələri.

Neft və qaz sənayesi avadanlıqlarını hazırlamaq üçün polad və çuqun daha geniş istifadə olunur. Poladlar arasında karbonlu, az legirlənmiş və paslanmayan poladlar daha çox istifadə edilir.

Konstruksiya karbonlu poladı adi keyfiyyətli karbonlu polada və keyfiyyətli polada ayrılır.

Adi keyfiyyətli, karbonlu poladlar təyinatından və təminat xarakteristikalarından asılı olaraq 3 qrupa bölünür: A– təminatlı mexaniki xassələrə malik poladlar (konstruksiyaların qaynaqsız yüklənmiş elementləri üçün istifadə olunur); B– təminatlı kimyəvi tərkibli poladlar (əsas olmayan konstruksiyaların qaynaq elementləri üçün istifadə olunur); C– təminatlı mexaniki xassəli və kimyəvi tərkibli poladlar (əsas konstruksiyaların qaynaq edilən elementləri üçün istifadə edilir).

Az legirlənmiş polad adi karbonlu polada nəzərən daha yüksək möhkəmliyə malikdir.

Atmosfer şəraitində və digər mühitlərdə az legirlənmiş poladların korroziyaya davamlılığı CST3 markalı, karbonlu polada nəzərən 1,5 dəfə çoxdur. Adi karbonlu poladın əvəzinə az legirlənmiş polad istifadə etdikdə konstruksiyanın kütləsi 20 % azalır.

Qazma, nasos-kompressor və kənar boruları hazırlamaq üçün müxtəlif markalara uyğun gələn az legirlənmiş poladlar istifadə olunur.

Konstruksiya materialı kimi boz, döyülüb yayıla bilən və yüksək davamlılığa malik çuqunlar istifadə olunur.

Boz çuqun kəsilmələrə, səthin işlənməsinin keyfiyyəti və təmizliyinə az həssasdır, titrəyişləri yüksək udma və gərginliyi bərabərləşdirmək qabiliyyətinə malikdir. SÇ 21-40 və SÇ 24-44 çuqunlarından maşınların sürtün-

mədən yüksək yeyilməyə məruz qalan detallarını (quyu nasoslarının qalınlığı 29 mm-dən çox olan vtulkaların, mərkəzdənqaçan nasosların təkərləri, silindrlərin başlıqları və s.) hazırlamaqda istifadə olunur. Yüksək və daha çox yüksək təzyiqlə işləyən kompressorların və nasosların xüsusi məsul detallarını hazırlamaq üçün SÇ 32-52, SÇ 35-56, SÇ 38-60 çuqunları istifadə olunur.

Yüksək möhkəmliyə malik çuqunun tərkibində kürəşəkilli qrafit olur və tərkibində lövhəvari qrafit olan çuqundan fərqli olaraq gərginliyin az cəmlənməsinə səbəb olur və boz çuquna nəzərən daha yüksək möhkəmliyə malik olur.

Cədvəl 5.1.

Kürəvari qrafitli, yüksək möhkəmliyə malik çuqunların mexaniki xassələri

Çuqunun növləri	Mexaniki xassələri (az olmayaraq)				
	σ_m , MPa	σ_a , MPa	σ , %	$a_n \cdot 10^5$, s/m ²	HB
BÇ 45-5	450	360	reqlamentlənməyib		187-255
BÇ 50-1,5	500	380	1,5	1,5	187-255
BÇ 60-2	600	420	2,0	1,5	197-269
BÇ 40-5	450	330	5,0	2,0	170-207
BÇ 40-10	400	300	10,0	3,0	156-197

Kürəvari qrafitli çuqunun üstünlüyü yüksək möhkəmlik həddinə və axıcılıq həddinin möhkəmlik həddinə nisbətinin ($\sigma_a/\sigma_m \sim 0,8$), yorğunluq həddinin yüksək olması, mexaniki xassələrin bircinsliliyi, yüksək plastiklikdir. Yüksək möhkəmliyə malik çuqun mühərriklərin dirsəkliliyini, kompressorları, yüksək temperatur şəraitində işləyən detalların hazırlanmasında istifadə olunur.

Döyülə bilən çuqun boz çuqunun və bəzən də poladın yüksək mexaniki xassəli və lazımi konfigurasiyalı məmulatlar almağa imkan vermədiyi yerlərdə istifadə olunur. Döyülə bilən çuqun divarının qalınlığı kifayət qədər nazik olan (3-6 mm) detalları tökmə üsulu ilə almağa imkan verir və alınan məmulatın səthi də təmiz olur. O, axıcılıq həddinin möhkəmlik həddinə olan nisbətinin yüksək olması ilə (67 %-ə yaxın) fərqlənir. O, yüksək yorğunluq həddinə, yaxşı tsiklik özüllüyə və sürtünmədən yeyilməyə yüksək davamlılığa malikdir.

Paslanmayan poladlar. Paslanmayan poladların əsas legirləşdirici elementi xromdur və o, poladın mexaniki xassələrini artırır, onun səthində nazik oksidlər təbəqəsinin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu oksidlər poladın elektrod potensialını zənginləşdirməyə və onun korroziyaya davamlılığını yüksəltməyə səbəb olur. O, monoton yox, sıçrayışlı artır. Birinci korroziya davamlılığı həddi xromun miqdarı 12,8% olduğu halda əldə olunur. Xromun miqdarını 18 %-ə və ya 25-28 %-ə çatdırdıqda ikinci korroziyaya davamlılıq əldə olunur və korroziyaya davamlılığın sonrakı artımı müşahidə olunur. Amma, xromun miqdarının artırılması poladın mexaniki xassələrinin, xüsusən də zərbə özüllüyünün azalmasına səbəb olur, həmçinin qaynaq tikişlərinin kövrək olmasına gətirib çıxarır. Tərkibində xromun miqdarı çox olan poladlar qaynaqdan sonra termiki işləmə tələb edir. Paslanmayan poladlarda karbonun miqdarının artması onların korroziyaya davamlılığını azaldır ki, karbidlərin əmələ gəlməsi hesabına bərk məhlulda xromun miqdarının azalması ilə bağlıdır. Odur ki, poladda karbonun miqdarının artması korroziyaya davamlılıq həddini xromun miqdarının daha çox olduğu oblastda yerini dəyişir. Karbonun miqdarının 0,02 %-dən az olması poladı karbid əmələ gəlməyə qarşı davamlı edir.

Tərkibinə görə poladlar xromlu və xrom nikelli poladlara ayrılır. Əsas elementlərdən (karbon, xrom, nikel) başqa paslanmayan poladlar əlavə olaraq molibden, titan, niobium, mis, silisium ilə legirlənə bilər. Onlar korroziyaya davamlılığı artırmaq mexaniki və texnoloji xassələri yaxşılaşdırmaq üçün istifadə olunur. Paslanmayan poladlar bir neçə struktur siniflərinə bölünürlər: ferrit, ferrit-marten, marten, austenit, ferrit-austenit, marten-austenit. Paslanmayan poladlar ümumi korroziyaya qarşı davamlılığına görə konstruksiya materialları içərisində birinci yerlərdən birini tutur. Bununla belə, onlar, pitting, kristallararası, yuva kimi yerli korroziya növlərinə və korroziya çatlarının əmələ gəlməsinə meyillidirlər. Poladların kimyəvi tərkibi onun lokal korroziyaya meyilliyinə əsaslı təsir edir. Molibden poladların pitting və kristallararası korroziyaya meyilliliyini daha səmərəli azaldan elementdir.

Neft və qaz sənayesində yüksək legirlənmiş poladlar neft və qaz emalı zavodlarının yüksək korroziya aktivliyinə malik mühitdə, yüksək təzyiq və temperatur şəraitində işləyən detallarının və qovşaqlarının istehsalında istifadə olunur. Neft-qaz-mədən avadanlıqları üçün yüksək legirlənmiş poladların istifadəsi nisbətən məhduddur. Bu, avadanlığın böyük metal tutumluluğu ilə əlaqədardır. Əks halda belə baha və az tapılan poladların istifadəsi

avadanlıqların qiymətinin kəskin artmasına səbəb olur. Neft-qaz mədənlərində inhibitorların istifadəsi kifayət qədər səmərəlidir və az legirlənmiş, hətta karbonlu poladların istifadəsinə imkan verir.

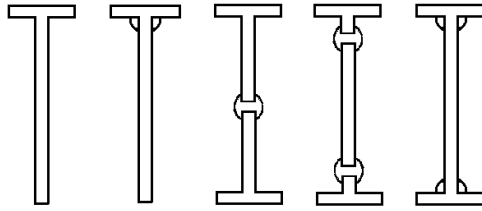
Alüminium ərintiləri konstruksiyaya materialları kimi yüksək texniki-iqtisadi göstəricilərə malikdir ki, bu da onların istifadəsini məqsədəuyğun edir. Eyni möhkəmlik göstəricilərində bəzi alüminium ərintilərinin xüsusi möhkəmliyi ortakarbonlu poladlara nəzərən 3 dəfə çoxdur. Bu, metal konstruksiyaların metaltutumluluğunu azaltmağa, avadanlıqların nəqlini (daşınmasını), quraşdırma və təmir işlərini asanlaşdırmağa imkan verir. Alüminium ərintilərindən presləmə yolu ilə profil cəhətdən mürəkkəb və ölçülərinə görə çox böyük olan məmulatlar hazırlamaq olar.

5.1.3. Konstruktiv xüsusiyyətin avadanlıqların qovşaqlarının korroziyadan dağılmasına təsiri.

Materialların düzgün seçilməsi ilə yanaşı avadanlıqların ayrı-ayrı elementlərinin konstruktiv formalarının, yuvalarının, boşluqlarının da korroziya sürətinə təsiri böyükdür. Konstruktiv formaları seçərkən elementlərin sürüşkənliyini, nəmin toplanma bilməməsini; elementlərin birləşdirilməsinin optimal metodlarını; gərginliyin toplanma bilməməsini; mühafizə örtüklərinin vurulmasını və yeniləşdirilməsi imkanını nəzərə almaq lazımdır.

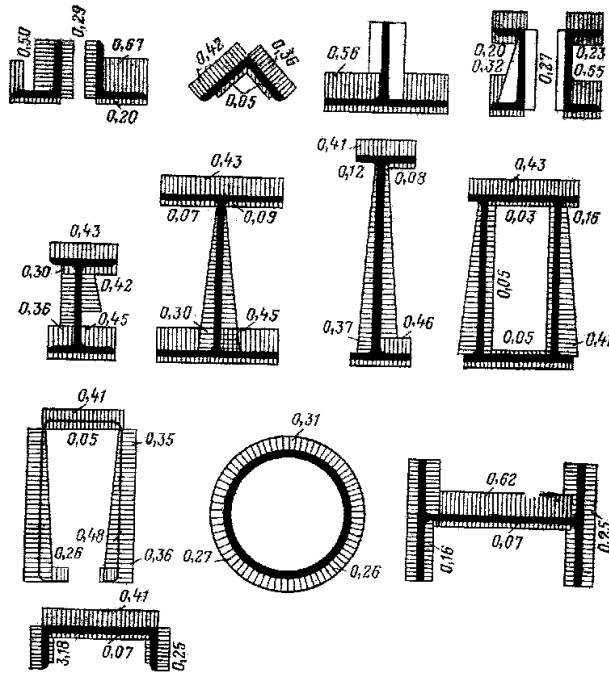
Kəsiklərin bitişikliyi. Kəsiklərin bitişikliyi kəsiyin perimetri P -nin onun sahəsinə F olan nisbəti ilə xarakterizə olunur. Çalışmaq lazımdır ki, kəsiklərin birləşməsi az olsun. Belə ki, bu halda elementin səthi azalır, boşluqların sayı azalır, boyama və s. əməliyyatlar asanlaşır. Kəsiyin perimetri nə qədər kiçik və onun en kəsiyi nə qədər böyük olursa digər bərabər şəraitlərdə kəsik korroziyaya daha davamlı olur. Yumru və kvadrat bütöv kəsiklər boruvari yumru kəsiklər, daxili boşluqlu düzbucaqlı kəsiklər korroziyaya qarşı daha davamlı olacaqlar.

Konstruksiyalarda günyələr (uqolniklər) və şvellerlər istifadə edildikdə korroziya mühitinin təsirinə məruz qalan səth artır, həmçinin yuvaların və boşluqların sayı da artır ki, bu da təmizlənməsi və boyanması çətin olan səthlərin artmasına səbəb olur. Odur ki, günyələrin və şvellerlərin T-şəkilli və ikitavrolu formalarla əvəz etdikdə korroziya mühitinin təsirinə məruz qalan səth azalır, boşluqların qalması istisna edilir və boyama işləri asanlaşır (şəkil 5.1).



Şəkil 5.1. Korroziyaya yüksək davamlı, tavro profili bütöv blok konstruksiyaları

Elementlərin sürüşkənliyi. Sürüşkənlik konstruksiyaların korroziyaya davamlılığını müəyyən edən faktordur. Ondan səthdə nəmin buxarlanma sürəti və uyğun olaraq korroziya prosesinin uzunmüddətliyi asılıdır. Yaxşı sürüşkənliyə malik kəsik daha az və səthin daha bərabər korroziyasına malik olur (şəkil 5.2).



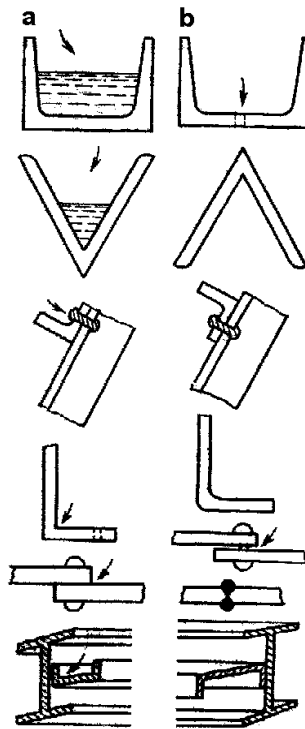
Şəkil 5.2. Polad profillərin kəsiklərinin korroziyasının perimetr boyu paylanması (proyeksiyaların düz səth üzərindəki çertyojlarında (epyur) verilmiş rəqəmlər korroziya sürətini göstərir, mm/il)

Korroziya sürəti konstruksiyanın formasından da asılıdır və ayrı-ayrı sahələrdə fərqlidir. Ən çox sürüşgən və tez quruyan kəsik boruvari kəsikdir. Müxtəlif kəsiklərin nisbi davamlılığı (K_0) verilmiş kəsiyin korroziyasının maksimum sürətinin (K_{max}) eyni şəraitlərdə yumuru kəsiyin maksimum korroziya sürətinə (K_{max} e) olan nisbəti kimi müəyyən edilə bilər:

$$K_0 = K_{max} / K_{max} e$$

Avadanlıqların uzunömürlülüynü artırmaq üçün elementin formasının və onun yerləşmə vəziyyətinin düzgün seçilməsi vacibdir.

Nəmin toplanması. Korroziyanın sürətini azaldan əsas faktor nəmin toplanmasını aradan qaldırmaqdır (şəkil 5.3).



Şəkil 5.3. Durgunluq zonasının aradan qaldırılması nümunələri

a – uğursuz konstruksiya; b – uğurlu konstruksiya

Elementlərin optimal birləşmə metodları. Elementləri birləşdirərək korroziyaya şərait yaratmayan metodlar istifadə olunmalıdır. Bu cəhətdən konstruksiyaların pərçimlənməsi qaynaq birləşdirilməsi metoduna nəzərən əlverişli deyil. Pərçimləmə konstruksiyalarında yuvalarda və boşluqlarda

nəm yığılması səbəbindən çox vaxt korroziya inkişaf edir. Proses bəzən o qədər sürətlə gedir ki, korroziya məhsulları konstruksiyanı «şişib partlatmağa» başlayır. Qaynaq zamanı yuvaların sayı azalır. Əgər qaynaq aparmaq olmazsa onda təklif olunur ki, pərçimlənəcək elementlər əvvəlcədən boyaqlamadan əvvəlki astarlamaya məruz qalsın, lak-boya örtüyü ilə örtülsün.

Gərginliyin toplanması. Korroziya aktivliyinə malik mühitdə avadanlıqların korroziya çatlarının əmələ gəlməsinə səbəb olan gərginliyin toplanmasının yaranması xüsusilə təhlükəlidir. Bəzi yüksək davamlı və paslanmayan poladlarda qaynaq tikişindən 10-15 mm məsafədəki termiki təsir zonasında çox vaxt metalın strukturunun güclü dəyişməsi müşahidə olunur. Bu sahələr bir qayda olaraq zəif korroziyaya davamlılığa malik olur və onda tez-tez korroziya çatları əmələ gəlir. Bu, qalıq gərginliyinin yaranması ilə bağlıdır. Daxili gərginlikləri aradan qaldırmaq üçün qaynaqdan sonra termiki işləmə aparmaq lazımdır. Məmulatların ölçüləri böyük olduqda qaynaq birləşməsi sahəsini termiki yerli işləmə aparılır.

5.2. Qazma avadanlıqlarının korroziyası və korroziyadan mühafizəsi

5.2.1. Qazma avadanlıqları üçün istifadə olunan konstruksiya materialları.

Qazma üçün nəzərdə tutulmuş kompleks texniki vasitələr yerüstü və yeraltı avadanlıqlardan ibarət olub özündə qazma qurğusunu, ötürücü manqanı, süxurdağıdıcı alətləri birləşdirir. Qazma avadanlıqlarının mexanizmləri və detalları müxtəlif istismar şəraitində olur: statistik, dinamik, işarəsi dəyişən yüklərin, korroziya aktivliyinə malik mühitin təsirinə məruz qalır. Qazma avadanlıqlarının detalları şərti olaraq əsas, daşıyıcı və az yüklənmiş detallara bölünür. Qazma avadanlıqlarının detallarını qaynaq olunan konstruksiyaların daşıyıcı elementlərinin hazırlanması üçün müxtəlif markalı poladlar istifadə olunur: VS_t3kp, VS_t3ps, VS_t3ps2, VS_t3Qps2, VS_t3sp5 (QOST 380-71). Karbonlu keyfiyyətli konstruksiya poladları olan polad 10 və polad 20 qazma qurğularının, kompressorların elə detallarının hazırlanmasında istifadə olunur ki, həmin detallar hiss olunacaq dərəcədə statik və dinamik yüklərə məruz qalmır. 35,40,51 markalı poladlar (QOST 1054-74) gövdə detallarının, qovşaqların, yüklənmiş dişli çarxların, valların oxlarının, şester-naların, flyansların hazırlanmasında istifadə olunur. Yüklənmiş valları, vtul-

kaları, ağır yüklənmiş şesternaların hazırlanmasında 40X, 40XH, 40XHMA, 40XH2MA, 10Q2 (QOST 4543-71) və 09Q2S (QOST 19282-73) poladlar istifadə olunur. Prujin elementlərinin hazırlanması üçün kpolad 70 legirlənmiş 65Q (QOST 1050-74) poladları istifadə olunur. Xüsusi prujinlər, zərbə və dəyişən yüklərə yüksək müqavimətli resorların hazırlanması üçün 60C2 poladı (QOST 1459-79), qazma baltasının gövdəsi üçün 55CMA və 50XH (şariklər) istifadə olunur.

Qazma boruları möhkəmliyi D, E, K, L olan poladlardan hazırlanır. Onların mexaniki xassələri QOST 631-75-in tələblərinə uyğun gəlməlidir.

Diamaqnit qazma boruları X18H10T markalı, paslanmayan poladdan hazırlanır.

Polad borular termiki işləmə aparıldıqdan sonra istifadə edilir. Qazma borularının qıfilları və ötürücüləri 40XH və 45 markalı poladlardan hazırlanır.

5.2.2. Qazma məhlullarının korroziya aktivliyinin xarakteristikası.

Qazma avadanlıqlarının dağılması tərkibində müxtəlif kolloid sistem təşkil edən qazma məhlullarının təsiri zamanı baş verir. Qazma məhlulları qazma avadanlıqlarının aşağıdakı elementləri ilə təmasda olur: qazma baltalarının dayaqları, qazma maşınlarının dayaqları və turbinləri, nasosların elementləri və s. Qazma məhlullarının təsiri ilə qazma avadanlıqlarının korroziyasının əsas növləri aşağıdakılardır: elektrokimyəvi mexanizmlərlə gedən korroziyalar, erroziya-korroziya və korroziya-yorğunluq yeyilmələri. Quyuları qazarkən qazma məhlullarına düşən yuma mayələrinin komponentlərinin iştirakı ilə konstruksiya materiallarının, xüsusən də yüksək möhkəmliyə malik poladların əlaqə möhkəmliyinin azalması baş verir. Aerasiya olunmuş məhlullar istifadə edildikdə avadanlıqların qovşaqlarının ayrı-ayrı sahələrinə oksigenin qeyri-bərabər paylanması hesabına differensial aerasiyanın makroməsələləri yaranır. Qazma avadanlıqlarının müxtəlif dərinliklərdə olan qovşaqlarının temperaturlarındakı fərqlər, həmçinin, sürtünən səthlərin kontakt sahələrində temperaturunun artmasına görə termoqalvanik elementlər yaranır.

Alüminium ərintilərinin hazırlanan detallarda onları polad qıfillarla birləşdirərkən kontakt korroziyası inkişaf edə bilər. Yiv birləşmələrinin boşluqlarında yuva korroziyası baş verə bilər.

Qazma avadanlığının dağılma dərəcəsi qazma məhlulunun tipi, onun faza və kimyəvi tərkibi və istismar zamanı ona düşə bilən əlavələrlə müəyyənləşdirilir.

Keçmiş SSRI-də və xarici ölkələrdə qazma məhlullarının çoxlu təsnifatları verilir. Qəbul olunmuş təsnifatlar üzrə müəyyənədicilərin əlamətləri: qazma məhlulunun minerallıq dərəcəsini müəyyən edən dispers mühitin və dispers fazanın tərkibi, kimyəvi tərkibi, pH-ın qiyməti, kimyəvi işləmə və hazırlanma üsulu. Qazma məhlullarının daha aqressiv komponenti özündə həll olmuş qazlara (oksigen, CO₂, H₂S) malik olan su, həmçinin, mineral duzlar, turşulardır.

Su əsasında hazırlanmış qazma məhlullarının korroziya aktivliyi məhlulun pH-ı və onun codluğu ilə əlaqədardır. Komponentlərin kimyəvi tərkibindən asılı olaraq qazma məhlullarının pH-ı geniş intervalda dəyişir: zəif qələvi (7,0 < pH < 8,5; orta qələvi (pH=8,5-11,5), qüvvətli qələvi (pH=11,5).

Polada münasibətdə qələvi məhlullar neytral və turş məhlullara nəzərən az aqressivdirlər. Lakin, qüvvətli qələvi məhlulları üçün pH tam passivləşməyə lazım olan həddən yüksək olduqda ümumi korroziya azalsa da pitinqlər əmələ gələ bilər. Alüminium qazma boruları üçün pH-ın 1-dən 13-ə qədər dəyişməsi korroziya zədələrinin xarakterini dəyişdirir. Qüvvətli turş oblastda lay korroziyası, pH=3-11 olduqda nöqtəvari, qüvvətli qələvi oblastda isə bərabər paylanmış korroziya. Alüminium qazma borularını pH-ı 4-dən 10,5-ə qədər olan qazma məhlulları istifadə edərkən istifadə etmək məsləhətdir. Belə ki, potensialın mənfi oblastda yerini dəyişməsi kontakt korroziyası cərəyanının artmasına səbəb olur. Məhlulların pH-ı həm alüminium ərintilərin, həm də poladların korroziya-yorğunluq davamlılığına əsaslı təsir edir.

pH 3-dən 10-a qədər olduqda karbonlu poladlar dağılmağa qədər tsikllərin sayının sabit qiymətinə malik olurlar, pH 10-dan yuxarı olduqda onların qazma məhlullarında dözümlülüyü artır.

Qazma proseslərində depassivləşdirici ionların miqdarı müxtəlif olan qazma məhlulları geniş istifadə olunur. Qazmada müxtəlif dərəcədə minerallaşmış (zəif-, orta-, qüvvətli minerallaşmış) məhlullar istifadə edilir. Bunlar da kimyəvi reagentlərlə işlənmiş və işlənməmiş olmaqla iki qrupa bölünürlər. Zəif minerallaşmış gilli məhlullar qazma zamanı qazılmış süxurdan və lay suyundan duzların düşməsi hesabına alınır. Belə məhlulların pH-ı reqlamentləşdirilmir və adətən 7,5-8,5 həddində olur və tərkibində natrium xloridin miqdarı 3 %-dən çox olur.

Orta minerallaşmış gilli məhlullarda 10 %-ə qədər NaCl olur, kimyəvi reagentlərlə işlənmiş olur, gilləri, əhəng daşını, anhidridləri qazarkən istifadə olunur. Yüksək mineralığa malik gilli məhlullar qallitlərdən əmələ gəlmiş təbəqələri, həmçinin, gilləri, əhəng daşlarını, dolomitləri qazarkən istifadə olunur. Istismar prosesində qazma məhlullarının xassələri, tərikibi və korroziya aktivliyi dəyişir. Aktivləşdirici duzların iştirakı keçiriciliyin artması və mühafizə örtüyünün əmlə gəlməsinin çətinləşməsi səbəbindən poladların korroziyasını aktivləşdirir. Aktivləşdirici ionların (Cl^- , Br^- , J^-) iştirakı ilə qazma məhlullarının aqressivliyi onların qatılığından asılıdır. NaCl-in zəif qələvi məhlulunda alüminium ərintilərinin korroziya sürətinin xlor ionu olmayan məhlullarda olduğundan 10-15 dəfə çox olduğu müşahidə edilir. Bu zaman ərintilərin nöqtəvari korroziyaya, yorğunluq çatlarının əmələ gəlməsinə, kristallar arası korroziyaya meyilliliyi artır. Həm statik, həm də dövrü yüklənmələr şəraitində polada münasibətdə tərkibində 3 % NaCl olan qazma məhlulları daha çox aktivliyə malikdir.

Qazma məhlulunun 3 %-dən doyana qədər NaCl ilə doydurulması korroziyanın sürətini əsaslı dərəcədə azaltmağa səbəb olur. Bu da onunla izah olunur ki, NaCl-in miqdarı 0-10 %-ə qədər dəyişməsi zamanı oksigenin məhlulda həll olması azalır. Eyni hal yüksək təzyiqlə altında qatılıq 20 %-ə qədər olduqda da müşahidə edilir.

Təzyiqlə artıqca korroziya sürəti artır və bu artım təzyiqlə 2-dən 3 MPa-ya qədər olduqda daha intensivləşir. Xloridli duzların qatılığı 20 %-dən çox olduqda və həllolma həddinə olan qatılıqlarda yüksək təzyiqlərdə korroziya sürətinin artması müşahidə olunur. Yüksək təzyiqlərdə oksigen aktiv depolyarlaşdırıcı kimi çıxış edir və korroziya sürətini artırır. Yüksək depolyarlaşdırıcı xassəli kationların (məsələn, Ca^{2+}) iştirakı ilə korroziya sürəti hiss olunacaq dərəcədə artır. Tərkibində yuma məhlullarının reoloji xassələrini tənzimləmək üçün əlavə olunmuş CaCl_2 olan, aerasiya olunmuş, yüksək mineralıqlı qazma məhlullarında poladların korroziyaya zəif davamlılığı bununla izah olunur. Bununla əlaqədar olaraq qazma məhlullarının minerallığını 20 %-dən çox etmək məsləhət deyil, bu, xüsusən də CaCl_2 əlavəsi olan hallarda gözlənməlidir.

Tərkibində hidrolizə uğraya bilən və qazma məhlulunun pH-nı turş oblasta dəyişə bilən duzların olması (NH_4Cl , AlCl_3 , NiSO_4 , FeCl_2 və s.) poladların korroziyasının sürətlənməsinə, alüminiuma nisbətdə məhlulun aqressivliyinin azalmasına səbəb olur. Məsələn, qazma məhlulunu tərkibində NH_3 ionu olan reagentlərlə işlədikdə (ammoniaklı sulfit-spirit bardası, am-

moniak ilə neytrallaşdırılmış qara kontakt, poliakrilonitril) hiss olunacaq korroziya sürəti müşahidə edilir. Dispers fazanın (gil) və ya digər mexaniki hissəciklərin iştirakı həm təmiz, həm də minerallaşmış qazma məhlullarında korroziya sürətini artırır. Buna səbəb metal səthinin erroziyadan dağılma effektinin yaranmasıdır. Bu halda korroziya sürətinin artması dispers fazanın hissəciklərinin təbiəti, qatılığı və ölçüləri ilə əlaqədardır.

Aşağı təzyiqli, istənilən keçiciliyə malik məhsuldar layları açmaq, mürəkkəb geoloji şəraitlərdə quyunu qazmaq, yüksək temperaturda quyunu qazmaq üçün neft əsaslı hidroneft emulsiyaları (əhəng-bitum) qazma məhlulu kimi istifadə olunur. Bu məhlullar yağlayıcı təsirə malikdirlər və qazma avadanlıqlarının istismar müddətini artırır.

Qazma məhlullarının aqressivliyi H_2S iştirakı ilə, xüsusən də oksigen və mineral duzlarla birgə olduqda artır. Hidrogensulfidli yataqlarda qazma işləri apararkən qazma məhluluna daxil olan H_2S gərginlik altında korroziya çatlarının yaranmasına hidrogen kövrəkliyinə və ümumi korroziyaya səbəb olur. Cod minerallaşmış suda 50-70 mq/l H_2S olduqda balta poladlarına dövrü olaraq yük verdikdə onların kontakt dözümlülüyü azalır, sürtünmədən yeyilmə 5-7 dəfə artır.

Real şəraitlərdə quyuları qazarkən və quraşdırma işləri aparılarkən qazma avadanlıqlarının aerasiya şəraitləri ilə fərqlənən üç iş variantı var:

- köpükəmələ gətirən kimyəvi reagentlərin istifadə olunması və ya digər faktorların təsiri ilə aerasiyanın güclənməsi;
- açıq növlü sistemdə havanın sərbəst aerasiyasına uyğun gələn oksigenin təbii qatılığı;
- məhlul quyunun dibinə doğru hərəkət etdikcə oksigenin miqdarı azalır. Oksigenin qatılığı artdıqca yorğunluq dözümlülüyü azalır.

5.2.3. Qazma avadanlıqlarının korroziya vəziyyətinə nəzarət üsulları.

Qazma avadanlıqlarının korroziya vəziyyətinə nəzarət üçün əsas kompleks işlər təmir işləri zamanı qurğular sökülərkən aparılır. Daha geniş aparılan əsas nəzarət işləri: vizual baxış, dağıdıcı olmayan nəzarət metodları (ultrasəs, radioqrafik) və qazma məhlullarında və digər texnologiyalarda korroziya məhsullarının olub-olmamasına kimyəvi nəzarət.

Bu nəzarət metodları metalloqrafik metodla və avadanlıqların istismardan sonra seçmə yolla konstruksiya materiallarının mexaniki xassələrinin dəyişməsinin müəyyən olunması metodları ilə birgə istifadə olunaraq

avadanlıqların işləməyən vəziyyətə düşməməsi üçün əsas profilaktik tədbirlərindəndir.

5.2.4. Qazma avadanlıqlarının korroziyadan mühafizə üsulları və onların tətbiqi şəraitləri.

Qazma qurğularının uzunömürlülüyünü artırmağın əsas istiqamətləri:

- istifadə olunan konstruksiya materialları nəzərə alınmaqla qazma məhlullarının və onların işlənmə üsullarının seçilməsi;
- konstruksiya materiallarının və onların möhkəmləndirmə metodlarının seçilməsi;
- əsas konstruksiya materiallarının mühafizəsi üçün metallik və qeyri-metallik örtüklərin istifadəsi;
- inhibitorlu mühafizənin tətbiqi.

Mühafizə metodlarının seçilməsi məmulatların istismar şəraitindən və onun tətbiqinin iqtisadi əlverişliyindən asılıdır. Bəzən, korroziyadan kompleks mühafizə əlverişlidir. Belə ki, eyni vaxtda bir-birini qarşılıqlı tamamlayan bir neçə mühafizə metodu istifadə olunur.

Qazma məhlulunun aqressivliyinin azaldılmasının səmərəli üsulu onun qazsızlaşdırılmasıdır. Neft və qaz quyuları qazma praktikasında qazma məhlullarının aşağıdakı əsas qazsızlaşdırma üsulları istifadə olunur:

1. Mühitin strukturunu dağıdan və qazların ayrılması şəraitini yaxşılaşdıran mexaniki üsullar. Amma, mexaniki qazsızlaşdırma prosesində qazma məhlulunun əlavə aerasiyası müşahidə olunur;

2. Fazalar sərhəddində (maye-qaz, bərk cisim-qaz) səthi gərilməni azaltmaq və ya yüksək səthi-aktivlikli maddə ilə qaz qabarcıqlarının stabiləşdiricilərini sıxışdırıb çıxarmaq üçün fiziki-kimyəvi üsulların tətbiqi. Bu məqsədlə müxtəlif səthi-aktiv maddələr (SAM) istifadə olunur: neytrallaşdırılmış qara kontakt, sivuş yağı, polimetilsiloksan, oksidləşdirilmiş parafin (OKP-50), Alfonda-79 və s.

3. Xüsusi aqreqatlar istifadə edilməklə vakuum işləmələri məhlulun qazla doymasını və onun aerasiyasını aradan qaldırır.

Hidrogen sulfid toplanmasını aradan qaldıran əsas metodlar aşağıdakılardır:

- quyuların yuyulmasının gücləndirilməsi və yalnız dövretmə sisteminin qazma məhluluna ağırlaşdırıcılar əlavə edilməklə laya təzyiqi artırmaqla;
- almetevsk gil torundan təzə məhlulun hazırlanması (bu, hidrogen sulfidin miqdarını 3 dəfə azaldır);

– çoxvalentli metalların duzlarının, xrompikin, mis kuporosunun əlavə edilməsi.

Çox valentli metalların duzları və mis kuporosu hidrokisidlər şəklində verilir və bu da göstərilən duzların natrium hidrokisidin və ya əhəngin suda məhlulu ilə qarışdırılması nəticəsində 10-15 %-li suspenziya almaqla hazırlanır. Məsələn, 100 m³ hidrogen sulfidi əlaqələndirmək üçün tərkibində 800 kq dəmir xlorid və 360 kq NaOH olan suspenziya əlavə edilməlidir.

Keçmiş SSRI-də hidrogen sulfidin neytrallaşdırıcı kimi qazma məhlullarına yüksək unversallığı ilə fərqlənən VNIITB-1 reagenti istifadə edilirdi. Bu reagent müxtəlif tərkibli qazma məhlullarına, ilin müxtəlif vaxtlarında və müxtəlif qazma intervallarında əlavə olunur. VNIITB-1 neytrallaşdırıcısının istifadəsi xüsusi avadanlıq tələb etmir.

Qazma məhlulu aşağıdakı qaydada işlənir: gil və ya hidroqarışdırıcı həmçinin yarısına qədər qazma məhlulu ilə doldurulur və ona hesablanmış miqdarda reagent əlavə olunmaqla 30 dəqiqə qarışdırılır və sonra navalçaya tökülür. Lay flyudində hidrogen sulfidin miqdarı 10 %-ə qədər olduqda quyuya 0,5 kq/m³ reagent, 20 %-ə qədər H₂S olduqda 1,0 kq/m³ 20 %-dən çox olduqda isə 1,6 kq/m³ reagent əlavə edilir.

Korroziyaya daha davamlı materialların istifadəsi qazma avadanlıqlarının korroziya yorğunluğu həddini artırmağa imkan verir.

Metal örtüklər materialların kontakt korroziyasını azaltmaq üçün istifadə olunur.

Polad qıfıllar üzərində sink örtüklər təkə kontak korroziyasını aradan qaldırmır, həmçinin, kontakt sahəsində alüminium ərintilərinin müəyyən elektrokimyəvi mühafizəsinə də kömək edir. Avadanlıqların korroziyadan dağılma dərəcəsini azaltmaq üçün qazma məhluluna müxtəlif əlavələr və korroziya inhibitorları əlavə olunur. Sulu qazma məhlullarına xüsusi yağlayıcı əlavələr (tərkibində qələvi, politurşullar, karbon turşuları, mürəkkəb efirlər olan əlavələr) daxil edilir ki, onlar da metal səthinə adsorbsiya edərək korroziyadan dağılma sürətini azaldır.

Tərkibində 100 sm³ suda 15 q qurum və 2 q NaOH olan qurum qələvi reagenti əlavə olunduqda həm poladların, həm də alüminium ərintilərinin korroziya sürəti azalır. Qazma avadanlıqlarının korroziya sürətini azaltmaq üçün tərkibində xlorid duzları olan qazma məhlullarına alkoksilləşmiş alkilvə ya alkenilaminlər sinifinə aid olan amin duzları əlavə olunur. Fosfat, xlorid, sulfat, nitrat, sirkə turşuları ilə aminlərin qarşılıqlı təsirindən əmələ gələn etoksilləşmiş yağ sırası aminlər daha səmərəlidirlər. Tərkibində kalium

xlorid olan qazma məhlullarına diammonium fosfat (DAF) əlavə olunur. Məhlulda DAF və KCl birgə olduqda az karbonlu poladların korroziyadan dağılma sürəti hiss olunacaq dərəcədə azalır. İsti mənbələrə malik layları qazıb keçdikdə köpükvari qazma mayesi istifadə olunur ki, o da su və ya ras-sola və qaza malik olur. Korroziya və erroziya inhibitoru kimi üçlü amin istifadə olunur. Quyuda mövcud olan temperaturlarda və təzyiqdə üçlü aminlər ammoniak və ya qaz halında amin əmələ gətirməklə parçalanır. Inhibitor itkisini azaltmaq üçün daima əlavə olaraq amin qatılması tələb olunur. Maye mühitdə qələvi komponentlər əlavə edərək pH-ı 9-a qədər və daha çox qaldırmaqla korroziya azaldılır. Qaz mühitində korroziyanı azaltmaq üçün suda həll olan azotlu birləşmələr istifadə edilir.

Köpüyə malik qazma mayesi aşağıdakı tərkibə malikdir:

Komponentlər	Qaz	Sulu dispersiya
Miqdarı, %	90-99,5	10-0,5

Sulu dispersiyanın tərkibi, q/d:

Su	900-950
Liqnit	0,03-0,006
Qələvi metalın duzu və ya ammonium duzu	0,0015-0,0075
Üzvi maddələr	0,003-0,00015
Köpükəmələgətirici	0,03-0,00075
Azotlu birləşmələr	0,003-0,00015
Qələvi metalın hidroksidi	0,0003-0,006

Bu tərkibdə qələvi metalların duzları yüksək molekullu akril polimeri də olur; 121 °C-dən yuxarı temperaturlarda üzvi maddələr ammoniak və ya amin ayırır. Maddənin özü quyunun aşağı hissəsinin temperatur və təzyiqində korroziya inhibitoru kimi təsir edir və qətranvari, elastik örtük əmələ gətirir ki, bu da metalı erroziyadan qoruyur.

5.2.5. Qazma avadanlıqlarını korroziyadan mühafizə işləri apararkən təhlükəsizlik texnikası.

Qazma məhlulları hazırlamaq və lazımi fiziki-kimyəvi xassələri sabit saxlamaq üçün müxtəlif üzvi və qeyri-üzvi maddələr istifadə olunur: karboksimetilsellüloza (KMS), hidroliz liqnitindən (nitroliqnin– NL) olan reagent, iqetan, nişasta reagentləri, akril polimerləri əsasında reagentlər, qumin turşuları (QT), liqnosulfonat (kondensləşmiş sulfid-spirt bardası), neft, dizel yanacağı və s.

Yuma mayeləri üçün qələvi, sönmüş və sönməmiş əhəng, NaCl, CaCl₂, MgCl₂, xrom duzları, barit, hematit, köpükəmələgətirici maddələr (sulfanol, ok-sidləşmiş petrolatum), müxtəlif səthi-aktiv maddələr əlavə komponent kimi istifadə edilir. Qazma aləti ilə işlədikdə xlorid turşusu və dizel yanacağı istifadə olunur.

Qeyd olunan maddələrin hamısı zəhərli və zərərli. Quyu üçün yuma mayeləri hazırlayarkən daha çox zəhərli maddələri (xromun duzları, kükürlü neftlər və s.) daha az zəhərli maddələrlə əvəz etmək məsləhətdir. Mayeləri hazırlayarkən elə texnoloji üsullar istifadə etmək lazımdır ki, komponentlərin və mayenin özünün ətrafa tökülmə halları olmasın və onlardan zərərli buxarlar və qazlar ayrılmasın.

Təsadüfən daxil olan qazlar təcili qazsızlaşdırma ilə kənarlaşdırılır və ya neytrallaşdırılır. Qazma məhluluna H₂S düşdükdə dəmir xlorid, əhəng südü, natrium hidrokسيد ilə neytrallaşdırma aparılır. Aparıcı ölkələrin neft sənayesində bu məqsədlə qazma məhluluna mis karbonat əlavə olunur ki, bu da H₂S-in həll olmayan qeyri-üzvi sulfid kimi çökməsinə səbəb olur ki, bu da novalça sistemində və ya metallik təmizləyicilərdə qazma məhlulundan ayrılır. Xarici ölkələrdə bu məqsədlə 35 %-li H₂O₂ istifadə olunur.

Təhlükəsizliyi təmin etmək üçün iş aparılan ərazinin havasında zərərli maddələrin olmasına nəzarət təşkil edilməlidir.

Zərərli maddələrlə kontakt zamanı xüsusi fərdi mühafizə vasitələrindən istifadə etmək lazımdır.

5.3. Neft çıxarma avadanlıqlarının korroziyası və korroziyadan mühafizə

5.3.1. Neft çıxarma avadanlıqları üçün istifadə olunan konstruksiya materialları.

Neft maşınqayırmasında karbonlu və legirlənmiş poladlar istifadə edilir. Neft quyularının yeraltı avadanlıqları daha bahalıdır. Neft hasil edən müəssisələrdə əsas fondların qiymətinin 65-75 %-i nasos-kompressor və (obsad) borularının payına düşür. Bu borular azkarbonlu və QOST 632-80 üzrə hazırlanan az legirlənmiş poladlardan hazırlanır.

Obsad boruları diametrindən asılı olaraq müxtəlif möhkəmlik qrupu poladlarından hazırlanır:

Boruların diametri, mm	273	340	426	508
------------------------	-----	-----	-----	-----

Möhkəmlik qrupu C, D, K, L E-yə qədər K-ya qədər C, D. Nasos-kompresor borular və onlara muftalar əsasən möhkəmlik dərəcəsi C və D olan poladlardan hazırlanır.

Məhsulunda hidrogen sulfid və karbonat turşusu olan quyular üçün istismarın ilk mərhələsində D16T ərintisindən hazırlanan alüminium nasos-kompresor boruları istifadə edilir.

Neftçixarma zamanı tətbiq olunan nasos ştanqları 40Y, 36Q1, 20XH, 15HM, 20HM markalı və az legirlənmiş poladlardan hazırlanır.

Lazımi xassələr verilməsi üçün ştanqlar normallaşdırmaya məruz qalır.

20XH və 36Q1 markalı poladlardan yüksək mexaniki xassəli ştanqlar almaq üçün onları sonradan möhkəmlətməyə də cəlb edirlər.

Nasos ştanqlarının korroziya-yorğunluq dağılması şəraitində uzunömürlülüynü artırmaq üçün yüksək tezlikli cərəyan ilə qızdırmaqla səthi möhkəmləndirmə aparılır.

Nasos ştanqların səthi möhkəmləndirilməsi fasiləsiz-ardıcıl üsulla, xüsusi qurğularda, ştanq horizontal yerləşdiyi şəraitdə aparılır. Möhkəmlənmiş təbəqənin qalınlığı ştanqın diametrindən asılı olaraq 1,8-2,8 mm olur, 40Y polad üçün möhkəmlik HRC 56-60 olur.

Səthi möhkəmləndirmə ştanqın səthində hissəlunacaq sıxıcı gərginlik yaradır ki, bu da yorğunluq möhkəmliyini artırır. 40Y poladından hazırlanan nasos ştanqlarının korroziya-yorğunluq möhkəmliyi 2 dəfə artır.

Vurulan maye ilə kontakda olan materialların korroziya davamlılığı QOST 13819-68-ə uyğun olaraq 4 baldan az olmamalıdır.

5.3.2. Neftçixarma zamanı mühütlərin korroziya aqressivliklərinin xarakteristikası.

Neft yataqlarını istismar edərkən quyudan səthə neft-qaz-su qarışığı çıxır ki, o da neft, neftlə çıxan yanaşı qaz və lay suyuna ayrılır. Neft və yanaşı qaz sonrakı təmizləmədən keçirilir və istehlakçıya göndərilir. Lay suyu isə yatağın müxtəlif məqsədləri üçün istifadə edilir, əsasən də laya qaytarılır.

Neft-mədən avadanlıqlarının yeraltı və yerüstü avadanlıqlarının korroziyasının xarakterinə və sürətinə hasil olunan məhsulların təbiəti ilə bağlı olan, həmçinin, yatağın istismar şəraiti ilə bağlı olan faktorlar təsir edir.

Bu baxımdan vacib faktorlar aşağıdakılardır:

- neft və onunla birgə çıxarılan lay suyunun tərkibi və xassələri, H₂S, CO₂ və O₂ qazlarının iştirakı;

-yanaşı qazların tərkibi və xassələri, onda suyun və korroziya aktivli-

yinə malik qazların (H_2S , CO_2 və s.) olması;

-neft və su, qaz və su fazalarının nisbəti və fazaların öz aralarında paylanma xarakteri;

-metal səthində üzvü və qeyri-üzvü mənşəli mühafizə örtüklərinin (qətranlar, parafinlər, dəmir sulfidləri, Ca, Mg, Fe karbonatları) tərkibi və fiziki-kimyəvi xassələri;

-abraziv hissəciklərin olması və təbiəti.

Istismar parametirlərinə aid olanlar:

-quyunun növü və neftin çıxarılma üsulu;

-layda və quyunun çıxışında təzyiq və onun gövdə boyu paylanması;

-qaz-neft-su axınının hidrodinamiki parametirləri.

Hasil olunan məhsulun spesifik xüsusiyyətinə onun heterogenliyi (neft-su emulsiyası, yanaşıqaz-su) aiddir.

Neft və sudan ibarət olan neft emulsiyası dispersliyə, zamana görə davamlılığa, koalesensiyaya (fazaların ayrılma qabiliyyəti) malik olur. Neft emulsiyaları lifob dispers sistemlər qrupuna aiddir, aqreqat davamsızlığına və təbəqələşməyə meyillidir. Dispers mühütdə dispers fazanın miqdarına görə su–neft fazalarının nisbəti 1 % sudan 1 % neftə qədər dəyişir.

Neft dielektrik olub keçiriciliyi 10^{-10} – 10^{-15} $\Omega \cdot m^{-1} \cdot sm^{-1}$ həddindədir. Yüksək dispers vəziyyətdə olan və tərkibində suyun miqdarı az olan neftlər 10^{-6} – 10^{-7} $\Omega m^{-1} \cdot sm^{-1}$ keçiriciliyə malik olurlar. Suyun miqdarı artdıqca neftlərin keçiriciliyi də artır. Su neft emulsiyasının davamlılığının pozulması onun iki qarışmayan mayeyə ayrılmasına səbəb olur. Emulsiyanın iki qarışmayan mayeyə ayrılması müddəti onun aqreqativ davamlılığını xarakterizə edir. Bu davamlılıq fazalar sərhəddində adsorbsiya-solvat örtüyü əmələ gətirməklə neftlə su damcılarının stabilləşdirən emulqatorların hesabına yaranır. Su/yag tipli neft emulsiyalarında stabilləşdirici maddələr neftdə kolloid-dispers halında olan maddələrdir (asfaltenlər, neft turşuları, qətranlar, parafinlər, serozinlərdir). Neftin suluğu artdıqca su-neft sərhəddinin ümumi sahəsi (hissəciklərin dispersliyi saxlanması şəraitində) artır və sistemdə stabilləşdiricinin nisbi miqdarı azalır ki, bu da qaz-maye qarışığından su ayrılmaqla emulsiyanın təbəqələşməsinə səbəb olur.

Suyun metal səthi ilə kontaktı metalın elektrokimyəvi mexanizim ilə gedən korroziyasına səbəb olur. Su neft nisbətinin qiyməti konkret yataq üçün xarakterik olur və ondan asılı olaraq neft-su sistemi davamsız olur və bu da avadanlığın korroziya prosesini proqnozlaşdırmaq üçün istifadə oluna bilər. Karbohidrogenlər praktiki olaraq metalların korroziyasına səbəb ol-

mur. Lakin, neft-su sistemində qeyri-polyar faza bütövlükdə su-neft sistemi- nin korroziya aktivliyinə hiss olunacaq təsir edir və onu ya artırır ya azaldır. Su-neft emulsiya sistemində karbohidrogen komponentinin mühafizə təsiri- nin artması əsasən təbii neftə daxil olan səthi-aktiv maddələrin inhibitorluq təsiri ilə əlaqədardır. Daha çox aktivliyə malik olan səthi-aktiv maddələr neft turşuları və asfaltqətran maddələrdir. Müxtəlif yataqların neftlərində səthi-aktiv maddələrin miqdarı geniş intervalda dəyişir. Neft turşularının molekulları qeyri-polyar karbohidrogen radikalından və polyar karboksil qrupundan ibarətdir ki, bu da onların fazalar sərhəddində adsorbsiya olun- magına səbəb olur. Neft turşularının duzları turşuların özlərinə nəzərən daha polyardılar. Su – təmizlənmiş neft fraksiyası (məsələn, vazelin yağı və ya tə- mizlənmiş kerosin) fazaların ayrılma sərhəddində səthi gərilmənin qiyməti 50-55 m·N/m olduğu halda su-xamneft ayrılma sərhəddində neftin səthi-ak- tiv maddələrinin adsorbsiya etdiyini təstiqləyir. Qələvi xassəli lay sularında neft turşularının qələvə metalların ionları ilə qarşılıqlı təsiri reaksiyası baş verir. Əmələ gələn birləşmələr neft turşularının özünə nəzərən daha səthi- aktiv olur.

Bundan başqa qeyd etmək lazımdı ki, bəzi metalların əsasları və ya metal oksidləri ilə reaksiyaya girərək karbohidrogenlərdə həll olmayan duz- lar əmələ gətirə bilir ki, onlar da korroziya prosesinə təsir edir.

Irimolekullu qətranlı maddələr neftin aqressivliyini kəskin azaldırlar. Zəif aqressivliyə malik neftlərdə təbii inhibitorlar kimi əsas rolu azotlu əsas- lar oynuyur. Asfaltqətran maddələr qrupuna həllolunmadakı fərqlə görə üç qrupa bölünən aşağıdakı maddələr aiddir:

1.Yüngül benzində, heksanda, pentanda həll olan, lakin, maye propan və etanda həll olmayanlar;

2.Qaynar benzolda həll olan və spirdə həll olan asfalten turşuları.

Asfalten maddələrin səthi-aktivliyi neft turşuları və onların duzlarına nəzərən daha aşağıdır. Neftdə qeyri-üzvü əlavələrin olması müəyyən edil- mişdir (A.F. Dobryanskinin məlumatları) götürülmüş nümunəyə nəzərən %-lə:

SiO ₂	5,43-60,49	K ₂ O	0-1,83
Fe ₂ O ₃	7,71-48	Na ₂ O	0,8-12,36
Al ₂ O ₃	7,51-38,82	Li ₂ O	0,0-0,14
MnO	0,16-0,47	P ₂ O ₅	0,0-5,07
NiO	0,03-4,35	V ₂ O ₅	0,0-5,07
CaO	1,09-11,05	SO ₃	1,4-21,04

MgO 0,78-4,26

Cl 0,0-0,2

Bu qeyd olunan maddələrdən bəziləri korroziya aktivliyinə malikdir. Asfaltenlərin xarakterik xassələri fazaların ayrılma sərhədində absorbsiya təbəqəsində kondensləşə bilmək xassəsidir.

Alifatik karbohidrogenlərin molekul kütlələrinin artması fazalar sərhədində səthi gərilməni azaldır. Su fazasının tərkibindən onun karbohidrogen fazası ilə nisbətindən və qaz halında maddələrin miqdarından asılı olaraq su-neft emulsiyalarının korroziya aktivliyi geniş intervalda dəyişir. Lay şəraitində neftdə və suda həll olunacaq miqdarda qaz halında karbohidrogenlər CO₂, H₂S, O₂ həll olmuş halda olur.

Qazların neftlərdə həll olması suya nisbətən 10 dəfə çoxdu. Su-neft emulsiyasının daha aqressiv komponentləri H₂S və CO₂-dir. Odur ki, neft quyuları H₂S və CO₂ -yə malik olan və olmayan olmaqla təsnifata ayrılır.

Keçmiş SSSR-nin əksər neftlərində kükürdün miqdarı 0,5 %-dən çox olmur. Neftdə kükürd sərbəst halda, H₂S və müxtəlif kükürlü üzvü birləşmələr şəklində (merkaptanlar RSH, sulfidlər RSR, disulfidlər RSSR, tiofanlar və onların törəmələri) şəklində ola bilər.

Elektrokimyəvi korroziyanın inkişaf şəraiti elektrolit rolunu oynayan və tərkibində çoxlu müxtəlif əlavələr olan və mürəkkəb çoxkomponentli sistem olan lay suyunun metal ilə kontaktıdır. Neft yataqlarının lay sularında həqiqi həll olmuş maddələr: suda həll olunmuş qaz halında maddələr (karbohidrogen qazları, kükürlü qazlar, azot); suda kolloid-həll olmuş vəziyyətdə olan maddələr: SiO₂ dəmir və alüminiumun hidratoksidləri) olur. Suda həll olmuş əsas komponentlər qələvi və qələvitorpaq metalların xloridləri, sulfatları, karbonatlarıdır (Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻). Bu ionlar arasındakı miqdar nisbəti lay suyunun tipini müəyyənləşdirir.

Suların xarakterini qiymətləndirərkən və onların xassələrini öyrənərkən suyun ümumi minerallığı və codluğu analiz olunur, suyu müəyyən tipə aid etmək üçün altı əsas komponentin miqdarı, hidrogen ionlarının qatılığı, qazın miqdarı, bakterialoji və mikrobialoji komponentləri müəyyən edilir, həmçinin bəzi fiziki xassələr – temperatur, sıxlıq, iy, dad, rəng, şəffaflıq, səthi gərilmə əmsalı da təyin edilir. Suyun konstruksiya materiallarına korroziya törədici təsiri ümumi minerallıqdan asılı olur. Neft yataqlarının lay suları duzların qatılığına görə duzsuz (0,001-0,1 %), minerallaşmış duzlutəhər (0,1-1 %), duzlu (1-5 %), rassol (5-35 %), olmaqla fərqləndirilir.

Suyun codluğu onda Ca və Mg duzlarının olması ilə əlaqədardır.

Cod suda mühafizə edici əhəng təbəqəsinin əmələ gəlməsi yumşaq suda olduğuna nəzərən daha ehtimallıdır. Odur ki, ümumilikdə polada münasibətdə cod sular yumşaq suya nisbətən az aqressivdir.

Sulinin təsnifatına görə təbii sular 4 genetik tipə ayrılır:

Sulfat-natrium, hidrokarbonat-natrium, xlormagneziyum və xlorkalsium. Suyun müəyyən tipə aid olması ayrı-ayrı ionların ekvivalentləri sayının nisbətinin qiymətinə əsasən müəyyən olunur.

Keçmiş SSRI-nin neft yataqlarında hidrokarbonat-natrium və xlorkalsium tipli sular daha çox rast gəlinir. Suların paylanması aşağıdakı qanunauyğunluğu müşahidə olunur. Azərbaycanın və Çeçenistanın neft yataqlarında xlorkalsium tipli sular yuxarı, hidrokarbonat-natrium suları isə aşağı horizontlarda yerləşir. Orta Povoljedə, Başqırdıstanın və Tatarıstanın əsas yataqlarında lay suları xlorkalsium tiplidir. Krasnodar vilayətinin yataqlarında xlorkalsium, hidrokarbonat-natrium və sulfat-natrium tipli sular mövcuddur. Şərqi Karpat vilayətinin yataqlarında sular hidrokarbonat-natrium, Manqışlaq yarımadasında isə xlorkalsium tiplidir.

Xlorkalsium tipli suların kimyəvi tərkibi Na^+ və Cl^- anionlarının və Ca^{2+} kationlarının yüksək miqdarı, CO_3^{2-} , HCO_3^- anionlarının az miqdarı ilə xarakterizə olunur. Belə suların sıxlığı 1,2 kq/ℓ-ə çatır.

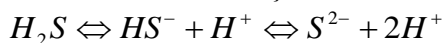
Hidrokarbonat-natrium tipli suların kimyəvi tərkibləri Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} ionlarının miqdarı ilə xarakterizə olunur. Fərqli xüsusiyyətləri onlarda CO_3^{2-} ionlarının olması və Ca^{2+} ionlarının kifayət qədər çox olması, xlorkalsium tipli sulara nəzərən minerallığın az olmasıdır. Belə suların sıxlığı 1,07 kq/ℓ-dən çox olmur.

Qeyd etmək lazımdır ki, çıxarılan neftlərdə və lay suyunda H_2S nə qədər çox olursa, onun korroziya aktivliyi də artır.

Müasir təsəvvürlərə görə H_2S -li mühitlərdə polad konstruksiyaların hidrogen-sulfid korroziyası və hidrogen kövrəkliyinin mexanizmi aşağıdakı kimidir.

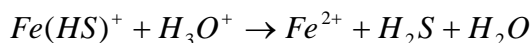
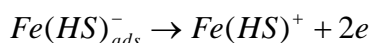
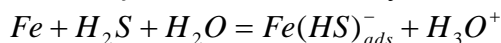
Sulu məhlullarda H_2S ümumi korroziyaya nisbətən hidrogenin polada nüfuz etməsini hiss olunacaq dərəcədə gücləndirir. Turş məhlullarda saxlama zamanı karbonlu polada diffuziya edən hidrogenin maksimum miqdarı reduksiya olunmuş ümumi hidrogenin 4 %-i qədər olur. Tərkibində hidrogen sulfid olan məhlullarda bu kəmiyyət 40 %-ə çatır. Beləliklə, H_2S -li mühitlərdə avadanlıqlar üçün əsas təhlükəni ümumi korroziya yox, poladın hidrogen kövrəkliyi yaradır.

Suda həll olarkən H₂S zəif turşu kimi ionlara dissosiasiya edir:

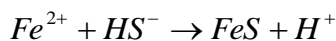


Mühitin pH-nın qiymətindən asılı olaraq reaksiyaların tarazlığı sağa və ya sola doğru yerini dəyişir, neytral və qələvi mühitlərdə hidrosulfid ionları daha çox, turş mühitlərdə molekulyar H₂S olur, qüvvətli qələvi mühitlərdə az miqdarda sulfid ionları əmələ gəlir. Su fazasında kifayət qədər H₂S olduqda maye fazanın pH-nın qiyməti aşağı düşür və bu zaman H₂S-in əsas miqdarı ion formasında yox, molekulyar formada olur.

H₂S dəmirin ionlaşmasının anod reaksiyasını sürətləndirir:

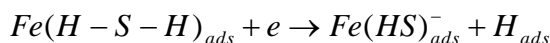
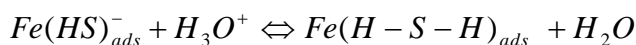


Əmələ gələn kompleks parçalanır və H₂S regenerasiya olur. Metal səthində xemasorbsiya olunmuş $Fe(HS)_{ads}^-$ katalizator əmələ gəldikdə dəmir atomunun kükürd ilə möhkəm əlaqəsi metal atomları arasındakı əlaqənin zəifləməsinə səbəb olur ki, bu da onların ionlaşmasını asanlaşdırır. Oksidləşmə dərəcəsi iki olan dəmir ionlarının qatılığının elektrod ətrafında qatılığının azalması da (onların sulfidlərlə reaksiyası nəticəsində) həmin nəticəyə gətirib çıxarır:



Bu halda dəmirin elektrod potensialının mənfi tərəfə yerdəyişməsi və korroziyanın anod prosesinin artması baş verir.

Katod prosesinə H₂S-in təsir mexanizmi belədir:



Katod prosesinin sonuncu mərhələsi nəzarətedici mərhələdir. H₂S bir-başa katod reaksiyasında iştirak etmir, yalnız hidrogen ionlarının yüksüzləşməsini sürətləndirən katalizator rolunu oynayır. Reduksiya olunmuş hidrogen atomları qismən də metala diffuziya edərək hidrogen kövrəkliyi yaradır. Hidrogen sulfidli mühitdə dəmirin korroziyasından əmələ gələn korroziya məhsulları korroziya prosesinin kinetikasına əsaslı təsir edir. Dəmir sulfidlərinin strukturu və mühafizə xassələri əmələ gəlmə şəraitindən, başlıca olaraq mühitdə hidrogen sulfidin parsial miqdarından asılı olur. Hidrogen sulfidin qatılıqlarının az olduğu (2 mq/l-ə qədər) hallarda əmələ gələn sulfid təbəqə-

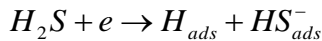
si əsasən troilitdən FeS və piritdən FeS₂ ibarət olub, kristallarının ölçüləri 20 nm-ə qədər olur. Hidrogen sulfidin miqdarı 2-20 mq/ℓ həddində olduqda əlavə olaraq az miqdarda kansit Fe₉S₈ əmələ gəlir. Hidrogen sulfidin miqdarı 20 mq/ℓ-dən çox olduqda korroziya məhsullarında kansit Fe₉S₈ üstünlük təşkil edir kristalların ölçüləri 75 nm-ə çatır. Pirit və troilitin kristall qəfəsləri nisbətən çox olmayan sayda qəfəs qüsurlarına malik olurlar və dəmir ionlarının diffuziyasını ləngidərək müəyyən mühafizə effektinə malik olurlar. Kansit tamamlanmamış kristall qəfəsinə malikdir və mühafizə xassələrinə malik deyil. Dəmir sulfidləri dəmir və polada münasibətdə katodlar və onlarla potensiallar fərqi 0,2-0,4 V-a çatan qalvanik cütlər əmələ gətirir və neft-mədən avadanlıqlarının yaralı korroziyasına gətirib çıxarır. Eyni zamanda sulfid təbəqəsi hidrogen atomları üçün az keçici olduğundan və katod funksiyasına malik olduğundan hidrogenin polada keçməsinə mane olur.

Hidrogen sulfidin metalların hidrogen kövrəkliyinə katalitik təsiri aşağıdakı kimi izah oluna bilər:

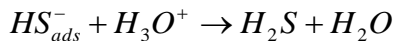
– H₂S hidrogenin elektrokimyəvi ayrılma prosesinin ləngiməsini hidrogen ionlarının yüksüzləşməsi mərhələsindən hidrogen atomlarının molekullara çevrilməsi mərhələsinə keçirir;

– səthə adsorbsiya olunmuş H₂S molekulları hidrogen atomları və sulfid ionları əmələ gətirərək $H_2S + 2e \rightarrow 2H_{ads} + S^{2-}$ metal səthində hidrogen atomlarının qatılığının yalnız H₃O⁺ ionunun yüksüzləşməsi zamanı əmələ gələn qatılığa nəzərən çox olmasına şərait yaradır;

– H₂S metal səthində hidrogen atomlarının qatılığının artmasına səbəb olur və onun metal səthinə daxil olmasını asanlaşdırır ki, bu da aşağıdakı reaksiya ilə əlaqədardır:



Sonra bir başa metal səthində H₂S-in regenerasiyası baş verir:



Metal səthinə hidrogen atomları yox, hidrogen ionları diffuziya etdiyi halda H₂S-in metal səthinin hidrogenlə zənginləşməsi prosesinə sürətləndirici təsiri hidrosulfid ionlarının diffuziyası zamanı metalın səth atomları arasındakı əlaqənin zəifləməsi ilə izah edilir. Bu, kollektorlar daxilində yüksək təzyiğin yaranmasına səbəb olur, çünki, hidrogen molekullarının diametri 2,12 Å⁰, hidrogen atomunun 1 Å⁰-ə yaxın, hidrogen ionunun 10⁻⁵ Å⁰ olur. Intensiv hidrogenləşmə qabarcıqların əmələ gəlməsinə və qoşulmuş qeyri-metal hissəciklərin xətt boyu tökülməsinə səbəb olur ki, bu da konstruksiyaların daşıyıcı qabiliyyətlərini azaldır və onun dağılmasına gətirib çıxarır. Adsorb-

siya nəzəriyyəsi hidrogen kövrəkliyini atomar hidrogenin kollektorların daxili səthlərində adsorbsiya ilə əlaqələndirir. Belə hesab edilir ki, bu, poladın səth enerjisinin azalmasına səbəb olur və uyğun olaraq onun kövrək dağılmağa müqavimətini azaldır.

Maksimum üçoxlu gərginlik nəzəriyyəsi metal qəfəsi zonalarında xarici güc tətbiq edildikdən sonra gərginlikləri konsentrasiya edicilərin yaxınlığında həcm-gərgin vəziyyət əmələ gəlməsini qəbul edir. Poladın hidrogen kövrəkliyi maksimum üçoxlu dartılma rayonunda hidrogenin diffuziyası ilə müəyyən olunur. Belə bir fikir də var ki, hidrogen qəfəsdə metal əlaqəsinə bir başa təsir etməklə onun xassələrinə də təsir edir.

Su mühitində korroziyanın intensivliyinin artması H_2S ilə yanaşı xloridlərin də olmasından asılıdır. Belə ki, xloridlər əlavə aqressiv təsirə malikdir.

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi neftqaz çıxarma zamanı çıxarılan maye və qazda CO_2 olması da korroziya prosesini sürətləndirir. Odur ki, CO_2 iştirakı ilə korroziya prosesinin mahiyyətini izah etməyi məqsədəuyğun hesab edirik.

CO_2 atmosfer havasının təbii komponenti olub, atmosferdə miqdarı 0,04% təşkil edir. Suda CO_2 –nin həll olması oksigenin həll olmasından 200 dəfədən də artıqdır və atmosfer korroziyası həmişə CO_2 –nin müəyyən iştirakı ilə gedir. Amma, hələ yarım əsr bundan əvvəl nəzəri və praktiki korroziya tədqiqatları nəticəsində müəyyən edildi ki, atmosfer korroziyası proseslərində oksigenin rolu CO_2 –yə nəzərən ölçülməz dərəcədə yüksəkdir. Bu da həmin qazların oksidləşdirici qabiliyyətləri və parsial təzyiqləri ilə əlaqəlidir. Bundan başqa CO_2 suda həll olaraq bəzi metallarla inert karbonatlar əmələ gətirə bilir ki, onlar da korroziyadan mühafizə qabiliyyətinə malikdirlər.

XX əsrin birinci yarısında neftçixarma sənayesinin inkişafı ilə yanaşı qazlarında 10%-ə qədər CO_2 olan yataqların istismarına imkan verdi. Amma, o vaxtlar neft mədən avadanlıqlarının CO_2 təsiri ilə korroziyası ciddi problem deyildi. Neftçixarma nisbətən çox olmayan dərinliklərdə və ştanq dərinlik nasoslari ilə aparılırdı. CO_2 -nin quyuda parisal təzyiqi 20-40 kPa-dan çox olmurdu. Neftin toplanmasının açıq sistemlərinə havanın oksigeninin daxil olması isə daha ciddi problemlər yaradırdı. Hətta 1965-ci ildə C.Breqman korroziyadan zədələnmiş quyuları iki qrupa bölürdü: hidrogen sulfidə malik «turş» məhsullu və «neytral» məhsullu quyular.

O, hesab edirdi ki, «neytral» məhsullu quyularda korroziya əsasən havanın oksigenin təsiri ilə baş verir. O, H_2S və O_2 ilə müqayisədə CO_2 -nə mühitin korroziya törədici komponenti kimi çox da böyük əhəmiyyət vermir. Digər müəlliflər də oxşar fikirdə idilər. Onların fikrincə CO_2 və H_2S -in bərabər qatılıqlarında quyunun məhsulunda CO_2 -nin korroziyaya təsiri H_2S ilə müqayisədə az əhəmiyyətlidir.

Daha dərinədə yerləşən qaz kondensat yataqlarının istismara başlanılması ilə vəziyyət kəskin dəyişdi. Belə yataqlarda layın temperaturu $80-140\text{ }^\circ\text{C}$, təzyiq 35 MPa -ya qədər və qazda CO_2 -nin miqdarı 5% -ə qədər idi və H_2S -in miqdarı çox az idi. Rusiya Federasiyasında belə layların istismarı $1965-1970$ -ci illərdə Krasnodar və Stavropol vilayətlərində başlanmışdı. Yataqların istismarı zamanı elə şərait yaradılmışdı ki, neft və qaz yığılma sisteminə havanın oksigeni daxil olmasın. Beləliklə, quyu məhsullarının qaz fazasının əsas korroziya törədici komponenti CO_2 idi. CO_2 -nin parsial təzyiqinin yüksək olması səbəbindən quyudan çıxarılan su kondensatı karbonat turşusunun qatı məhlulu olub pH-ı $4-5,5$ arasında dəyişirdi.

Nasos-kompressor borularının mufta boşluqlarında su kondensatlarının toplanması onların katastrofik sürətlə dağılmasına səbəb olurdu. Lokal korroziyanın nüfuz etmə dərinliyi $7-8\text{ mm/il}$ -ə çatırdı.

İlk dəfə olaraq CO_2 korroziyası elə bir problemə çevrilmişdi ki, onu həll etmədən quyuların və boru kəmərlərinin normal istismarını təmin etmək mümkün deyildi.

$1978-1980$ -ci illərdə Qərbi Sibirin neft yataqlarında neft toplama sistemlərinin boru kəmərlərində ilk intensiv korroziya faktları qeyd edildi. Uzun müddət hesab edilirdi ki, bu bölgədə quyuların avadanlıqlarının və boru kəmərlərinin korroziyadan dağılması quyu məhsulunun su fazasında az miqdarda ($0,5-4,0\text{ mq/l}$) H_2S olması ilə əlaqədardır. Ancaq, aparılan tədqiqatlar göstərdi ki, bir qayda olaraq kükürd–su fazasında sulfat və digər reduksiya olunmuş formalarda olur. Boru kəmərlərinin germetikliyinin pozulduğu yerlərdə aşkar olunmuş korroziya məhsullarını analizi onlarda sulfidlərin $0,02-2,00\%$ kütlə, karbonat birləşmələrin isə $14-97\%$ kütlə həddində olduğunu göstərdi.

Qərbi Sibirin yataqlarının fərqli xüsusiyyətləri onların neft və qazlarında CO_2 -nin miqdarının az ($0,08-2,00\%$) olmasıdır. Buna baxmayaraq bu yataqlarda avadanlıqların korroziyadan dağılma sürəti $3-4\text{ mm/il}$, bəzi hallarda isə $6-8\text{ mm/il}$ həddindədir.

Beləliklə, neft-qaz sənayesində korroziyanın CO₂ iştirakı ilə getdiyi iki tip sistemi fərqləndirmək olar:

- CO₂-nin yüksək parsial təzyiqi ilə;
- CO₂-nin aşağı parsial təzyiqi ilə.

Hər iki halda korroziya mineralaşmış su fazasının və onda həll olmuş CO₂-nin olması ilə əlaqədardır və odur ki, CO₂-nin su mühitlərində həll olmasına baxaq.

Qazların mayelərdə həll olmasını müəyyən edən əsas faktorlar qazın təzyiqi və temperaturudur. Məlum olduğu kimi parsial təzyiq qazın qabın bütün həcmi tutduqda yarada biləcəyi təzyiqdir. Başqa sözlə, bir-biri ilə kimyəvi qarşılıqlı təsirdə olmayan hər bir qazın ümumi təzyiqin yaranmasında payıdır (Dalton qanunu, 1801). ümumi təzyiq

$$P_{CO_2} = (\text{qazda CO}_2\text{-nin mol payı}) \cdot (\text{ümumi təzyiq})$$

$$\text{CO}_2\text{-nin mol payı} = \frac{\text{qazda CO}_2\text{-nin mollarının sayı}}{\text{qazın komponentlərinin mollarının ümumi sayı}}$$

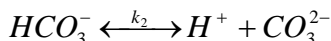
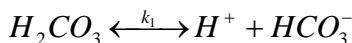
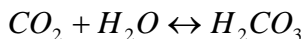
Henrinin təcrübi yolla müəyyən etdiyi qanuna görə mayenin verilmiş həcmində həll olan qazın miqdarı sabit temperaturda onun parsial təzyiqi ilə düz mütənasibdir:

$$C = G \cdot P$$

C – mayədə qazın qatılığı, mol/litr;

G – Henri sabiti (konstantı).

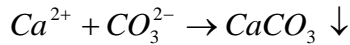
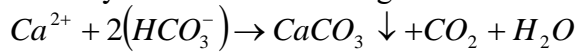
Sonuncu tənlik həll olarkən öz nisbi molekul kütlələrini dəyişməyən maddələr üçün doğrudur. CO₂ suda həll olarkən zəif karbonat turşusu H₂CO₃ əmələ gətirdiyindən bu turşu bikarbonat və karbonat ionlarına dissosiasiya edir (25⁰C-də dissosiasiya sabitləri $k_1=4,47 \cdot 10^{-7}$, $k_2=4,68 \cdot 10^{-11}$ olur):



Odur ki, bu halda Henri qanunu dissosiasiya olunmamış H₂CO₃ üçün doğrudur.

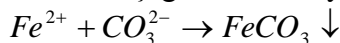
Quyuların məhsullarının maye fazasında eyni vaxtda yuxarıda qeyd olunmuş anionlar və kationlar olduqda aşağıdakı çətin həll olan birləşmələrin (duzların çökməsi) əmələ gəlməsi şəraiti yaranır: CaCO₃, FeCO₃, CaSO₄, BaSO₄, SrSO₄. Bu duzlar əksər neft yataqlarının sistemlərində mineral çöküntülərin FeS ilə yanaşı tipik komponentləridirlər.

CaCO₃ aşağıdakı reaksiya nəticəsində əmələ gəlir:



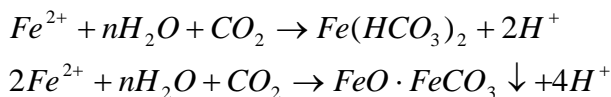
CaCO₃-in üç forması – kalsit, araqonit və vaterit məlumdur. Neftmədən sistemlərində ən çox rast gələn forma kalsitdir. Neft mədənlərinin məhsullarının su fazasında CaCO₃-ün əmələ gəlməsi hidrokarbonat ionunun iştirakı ilə gedir, çünki onlarda karbonat ionlarının qatılığı sifira yaxındır. Bu reaksiyanın məhsullarından biri karbonat turşusu olduğundan CaCO₃-ün çökməsi P_{CO_2} -dən asılı olur. CO₂-nin parsial təzyiqi artdıqca hidrokarbonat ionunun iştirakı ilə gedən reaksiya sola yerini dəyişir. Bu effekt P_{CO_2} -nin 0-dan 1 MPa-ya qədər dəyişdiyi hallarda duzsuz və zəif minerallaşmış sular-da CaCO₃-in həll olmasını bir neçə dəfə artırır. Temperaturun və pH-ın artması həmi reaksiyanı sağa, CaCO₃-in əmələ gəlməsinə doğru dəyişir.

Neft və qaz çıxarma zamanı temperatur və ümumi təzyiq və uyğun olaraq P_{CO_2} laydan quyunun çıxışına qədər və quyudan nasos stansiyalarına qədər olan boru kəmərləri boyunca azalır. Temperaturun və P_{CO_2} -nin eyni vaxtda azalması CaCO₃-in əmələ gəlməsinə əks təsir göstərirlər. Bununla əlaqədar olaraq CaCO₃-ün çökmə prosesi mədən sisteminin istənilən yerində əmələ gələ bilər. CaCO₃-ün çökməsi digər çökən duzlar kimi neft hasilatında ciddi problemlər yaradır. Dəmir karbonat FeCO₃ neft mədən sistemlərində çökən mineral çöküntülərdə CaCO₃-dan sonra ikinci ən tez-tez rast gələn duzdur. O, aşağıdakı reaksiyalar nəticəsində əmələ gəlir:



Neft mədənlərinin məhsullarının su fazasında dəmir ionlarının fon qatılığı bir qayda olaraq 1 mq/l-dən azdır. Bu səviyyənin 5-15 mq/l-ə və 70-80 mq/l-ə qalxması mədən avadanlıqlarının korroziyası səbəbi ilə əlaqədar olur. Baxılan sistemlərdə CO_3^{2-} ionlarının miqdarı hiss olunmaz dərəcədə az olduğundan məhlulun daxilində FeCO₃-in əmələ gəlməsi pH 8-ə yaxın olduqda hidrokarbonat ionunun iştirakı ilə gedir və reaksiya metal səthindəki nazik su təbəqəsində gedir. Bu təbəqədə korroziya nəticəsində əmələ gələn dəmir ionları çox olur və su Fe(HCO₃)₂ duzunun hidrolizi nəticəsində qələviləşmiş olur. Bu halda poladın səthində sıx və keçilməz FeCO₃ çöküntüsü əmələ gəlir ki, o da yüksək adgeziya xassəsi və yaxşı mühafizə qabiliyyəti ilə fərqlənir. Çöküntü əmələ gəlmənin ion mexanizmi

də mümkündür. Bu reaksiya metal səthində adsorbsiya olunmuş vəziyyətdə gedir:



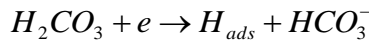
Bu reaksiyalar nəticəsində ayrılan hidrogen ionları korroziya prosesinin depolyarlaşmasına sərf olunur, həll olduqda dəmir hidrokarbonat elektrod ətrafı təbəqəyə daxil olur və poladın səthində tərkibi $FeO \cdot FeCO_3$ kimi ehtimal olunan, çətin həll olan çöküntü əmələ gəlir. Bu çöküntü asan keçilən qara rəngli, ovxalanan maddə olub dəmirin məlum oksidlərinin hamısından fərqlənir.

Su fazasında hiss olunacaq miqdarda sulfat ionları olduqda $CaSO_4$, $MgSO_4$, $BaSO_4$, $SrSO_4$ əmələ gəlməsi də mümkündür. Lakin, neft mədən sistemlərində korroziya karbonat turşusu mexanizmi ilə getdikdə bu duzlar da $MgCO_3$ kimi mineral çöküntülərdə ya heç olmur, ya da olduqca az miqdarda rast gəlinir.

5.3.3. Poladların karbonat turşusu korroziyası və onun proqnozlaşdırılması.

Oksigensiz, CO_2 həll olmuş sulu mühitlərdə poladların korroziya prosesi elektrokimyəvi prosesdir. Əksər tədqiqatçılar hesab edirlər ki, karbonat turşusunun yaratdığı korroziya prosesinin mexanizmi qüvvətli turşuların məhlullarında baş verən adi korroziya proseslərindən əsaslı şəkildə fərqlənir. Məlumdur ki, pH-ın qiymətləri eyni olduğu halda CO_2 həll olmuş mühitlərdə korroziya ekvimolyar qüvvətli turşu məhlullarında olduğundan daha intensivdir. Bu hadisənin iki müxtəlif izahı mövcuddur. Birinci – karbonat turşusu məhlullarında H^+ və HCO_3^- ionları ilə yanaşı dissosiasiya olunmamış H_2CO_3 molekulları da iştirak edir və onlar bufer rolunu oynayaraq depolyarlaşmaya sərf olunan H^+ ionlarının bərpasını təmin edirlər. Eyni zamanda qüvvətli turşu məhlullarında olduğu kimi hidrogen ionları korroziya olunan səthi diffuziya yolu ilə çatdırılır, karbonat turşusu mühitində depolyarlaşma elektrodətrafı təbəqədə H_2CO_3 -in dissosiasiyası nəticəsində əmələ gələn H^+ ionları ilə həyata keçirilir. H_2CO_3 -ün dissosiasiya sürətinin H^+ ionunun məhlulun daxilindən diffuziya sürətindən çox böyük olduğunu ehtimal edərək belə nəticə çıxarırlar ki, karbonat turşusu korroziyası diffuziya məhdudiyətləri ilə limitlənmişdir. Digər izahat ondan ibarətdir ki, H_2CO_3 katod prosesində bir başa iştirak edir.

Birinci nöqteyi nəzərə görə karbonat turşusu hər hansı spesifik korroziya törətmə qabiliyyətinə malik deyil, yalnız pH-ı aşağı salmaqla (P_{CO_2} artıqda) və depolyarlaşmağa sərf olunan H^+ ionlarını bərpa etməklə korroziyanı stimullaşdırır. Lakin, hidrogen depolyarlaşması P_{CO_2} artdıqca karbonat turşusu korroziyasının sürətinin artmasının eksperimental müşahidələrini izah edə bilmir. Odur ki, belə bir nöqteyi nəzər geniş yayıldı ki, H_2CO_3 -ün bir başa reduksiyaçı karbonat turşusu korroziyasında korroziya prosesinin depolyarlaşmasına əsas xidmət göstərir. K.De-Vard-D.Milliam-sın işlərində inkişaf etmiş belə yanaşma klassik hesab edilir ki, karbonat turşusu korroziyasında katod prosesinin depolyarlaşma tənliyi (ləng mərhələ) aşağıdakı kimidir:



Sonra rekombinasiya və ya elektrokimyəvi desorbsiya yolu ilə (sürətli mərhələ) hidrogen kənarlaşır.

Qeyd etmək lazımdır ki, karbonat turşusu korroziyasında CO_2 -nin parsial təzyiqinin və temperaturun həlledici təsiri hələ XX əsrin 40-cı illərində ABŞ-da aparılan ilk işlərdə müəyyən olunmuşdu.

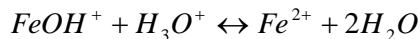
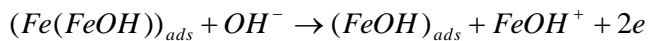
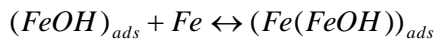
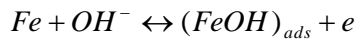
Beləliklə poladların karbonat turşusu korroziyası zamanı depolyarlaşma aşağıdakı kimi gedə bilər:

- məhlulun həcmində olan hidrogen ionları ilə;
- elektrodətrafı təbəqədə H_2CO_3 dissosiasiya etdikdə əmələ gələn hidrogen ionları ilə;
- H_2CO_3 -ün katod prosesində bir başa iştirakı ilə.

Yuxarıda qeyd olunanlardan aydın olur ki, hidrogen depolyarlaşması CO_2 -nin yüksək parsial təzyiqlərində ümumi depolyarlaşmada nisbətən az xidmət göstərir.

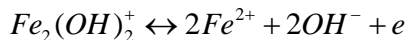
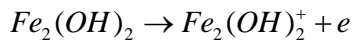
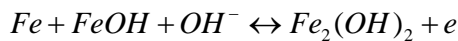
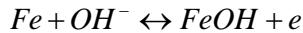
Metalın ion şəklində məhlula keçməsi (anod həll olması) mürəkkəb prosesdir və onun həll olma nəzəriyyəsi Y.M.Kolotirkinin və onun məktəbinin əsərlərində daha geniş şərh olunmuşdur. Bu nəzəriyyəyə görə metalın elektrokimyəvi həll olması bir sıra mərhələlərdən keçir ki, onlardan da birinə kimyəvi mərhələ kimi baxmaq olar. Belə növ qarşılıqlı təsir səthdə olan metal atomları ilə mühitin bir və ya bir neçə komponentinin qarşılıqlı təsiri ilə səthdə komplekslərin əmələ gəlməsinə səbəb olan adsorbsiya – elektrokimyəvi qarşılıqlı təsirdir. Kimyəvi mərhələ sonrakı elektrokimyəvi mərhələlərin sürətinə və deməli bütövlükdə prosesin sürətinə təsir edə bilər. Mühitin komponentləri (anionları) hətta onların oksidləşmənin son məhsuluna daxil olmadıqları halda da anod reaksiyasında bir başa iştirak edə bilərlər (ani-

onlar aralıq komplekslər əmələ gətirir, sonra parçalanırlar). Dəmirin həll olmasının mexanizmi məhz belə ehtimal olunur: ləng elektrokimyəvi mərhələdə OH^- ionları ilə komplekslər iştirak edir ki, bu komplekslər də sonrakı mərhələlərdə parçalanır. OH^- ionlarının dəmirin anod həllolmasında iştirakını o fakt izah edir ki, turş məhluldan qələvi məhlula keçdikdə dəmirin anod həll olmasının sürəti hiss olunacaq dərəcədə artır. Hidroksid ionlarının iştirakı ilə dəmirin anod həll olmasının çoxlu sayda sxemi təklif olunmuşdur. Misal olaraq turş mühitlər üçün (bu zaman belə qəbul olunur ki, OH^- ionlarının qatılığı metal səthində məhlulun həcmində olduğundan çoxdur) K. Xoyslerin katalitik mexanizmini veririk:



Birinci reaksiya ilə bağlı olan mərhələ sürətli mərhələdir və onun nəticəsində aralıq $(\text{FeOH})_{ads}$ kompleks əmələ gəlir ki, o da prosesin katalizatoru rolunu oynayır.

Başqa bir təklif olunan sxemdə aşağıdakı kimidir:



5.3.4. Mineral duzların çöküntüləri əmələ gələ bilən mühitlərdə poladların karbonat qurğusu korroziyası.

Yuxarıda qeyd olunanlar o vaxt doğru olur ki, karbonat turşusu mühitindən mineral duzların çöküntüsü ayrılmaz. Lakin, əksər real, şəraitlərdə neftmədən sistemlərində karbonat turşusu korroziyası prosesi korroziyaya uğrayan səthdə duzların çökməsi ilə mürəkkəbləşir. Quyuların məhsullarının su fazası ən çox aşağıdakı faktorların təsiri ilə duz ayırır:

- sistemdə ümumi təzyiqin azalması ilə;
- temperaturun dəyişməsi ilə (məsələn, temperatur artdıqca kalsium və dəmir karbonatlarının çökmə ehtimalı artır);
- suyun kimyəvi tərkibinin dəyişməsi zamanı və korroziya nəticəsində su dəmir ionları ilə zənginləşdikdə). Baxılan sistemlər üçün ən çox rast gələn çöküntülər CaCO_3 , FeCO_3 , FeO FeCO_3 .

Hesab edilir ki, kalsium karbonatı mühafizə çöküntüsüdür. Bu, nisbətən az duzlu və oksigen həll olmuş sular üçün doğrudur. Bu halda CaCO_3 çöküntüsü sıxdır və metal səthi ilə yaxşı əlaqələnmiş olur (xüsusən də çöküntü əmələ gəlmə temperaturun artması ilə əlaqədar olduqda) və əmələ gəldikdə mühit ilə metalın əlaqəsini kəsərək korroziyanın sonrakı inkişafının qarşısını alır. Belə mexanizm oksigensiz neftmədən sistemlərində də inkişaf edə bilər, amma, burada CaCO_3 çöküntüsü bir o qədər sıx və bircinsli deyil və metal səthindən kifayət qədər asan ayrıla bilər və onun qopub ayrıldığı səth sahəsi aktiv anoda çevrilir ki, həmin sahədə də korroziya sürəti 5-8 mm/ilə çata bilər. CaCO_3 çöküntüsü örtüyünün səthdən lokal qopması həm sırf mexaniki faktorların (asılqan hissələrin abraziv təsirlərindən, hidravlik zərbələrdən, titrəyişlərdən və s.) və həmçinin boru kəmərlərinin və nasos kompressor borularının gərgin olan yerlərində örtüyün mexaniki kimyəvi həll olması səbəbindən baş verir. Gərgin vəziyyətin dəyişmə xarakterindən və qiymətindən asılı olaraq gərgin vəziyyət kalsium karbonatın 3-7 dəfə sürətlə həll olmasına şərait yarada bilər.

Dəmir karbonat (siderit) həmçinin bir qayda olaraq mühafizə tipli çöküntüyə aid edilir. Buna baxmayaraq, bir sıra FeCO_3 çökməsi heç də həmişə metal səthində mühafizə təbəqəsinin formalaşmasına səbəb olmur. Bir sıra xarici müəlliflərin işlərində ümumi fikir odur ki, dəmir karbonatın mühafizə təbəqəsi yalnız 60°C -dən yuxarı temperaturlarda əmələ gələ bilər. Bu fikri onunla əsaslandırırırlar ki, temperatur artdıqca karbonat turşusu korroziyasının sürətinin artması $70\text{-}80^\circ\text{C}$ -də maksimumdan keçərək, korroziya sürətinin daha yüksək temperaturlarda ($>100^\circ\text{C}$) azalması baş verir ki, bu da sideritdən ibarət təbəqənin formalaşması ilə əlaqələndirilir. İkeda həmmüəlliflərlə birgə laboratoriya eksperimentlərində tapdı ki, $60\text{-}100^\circ\text{C}$ temperatur intervalında əmələ gələn siderit təbəqəsi mühafizə təbəqəsi deyil. Temperaturun sonrakı artması zamanı FeCO_3 morfoloji dəyişmələrə məruz qalır, sıxlaşır və mühafizə funksiyası əldə edir. Boru kəmərlərinin karbonat turşusu korroziyası zamanı metal kütləsinin itməsi sürətini təyin etmək üçün HCO_3^- ionlarının qatılığını (su fazasında) və su fazasının pH-nı ölçmək kifayətdir.

Əgər $\text{FeO}\cdot\text{FeCO}_3$ ilə yanaşı kalsium karbonat da əmələ gəlersə, onda belə mürəkkəb çöküntü karbonlu poladın karbonat turşusu korroziyasını $\text{FeO}\cdot\text{FeCO}_3$ çöküntüsünə nəzərən daha qüvvətli sürətləndirir.

5.3.5. Neftçixarma quyularının yeraltı avadanlıqlarının karbonat turşusu korroziyası.

Quyular üçün CO₂-nin parsial təzyiqinin P_{CO_2} və P_{CO_2} -nin laydan quyunun çıxışına qədər qradientinin neftin toplanması sisteminin boru kəmərlərində olduğuna nəzərən yüksək olması xarakterikdir. Quyu avadanlıqlarının korroziya zədələnmələrinin əsas növləri nasos kompressor borularının daxili səthinin və mexaniki üsulla neftçixarma zamanı asılmış elektrik mərkəzdən qaçma nasoslarının qurğularının lokal korroziyasıdır. Hər iki halda nəticə quyuların vaxtından əvvəl bahalı yeraltı təmirləri və korroziya nəticəsində sıradan çıxmış avadanlıqların yeniləri ilə əvəz olunması məcburiyyətidir.

Nasos kompressor borularının (NKB) və asılmış elektrik mərkəzdən qaçma nasoslarının (AEMN) korroziyası 90 % hallarda quyunun məhsulunun tərkibində suyun həcm faizi 40-dan çox, maye hasilatı isə (quyunun məhsuldarlığı) 40 m³/sutkadan çox olduqda müşahidə edilir. Bununla belə qeyd etmək lazımdır ki, karbonat turşusu korroziyası hətta məhsulundan suyun miqdarı 1 həcm faizinə qədər olan quyularda da kifayət qədər sürətlə getdiyi müşahidə oluna bilər.

Ümumi halda NKB-nin korroziyası istənilən dərinlikdə gedir, amma əksər yataqlarda, o cümlədən Qərbi Sibirin yataqlarında əsas problemlər bir qayda olaraq 400-600 m dərinliklərdə yaranır.

NKB-lərin və AEMN-in lokal korroziyasının bütün növlərini sistemləşdirmək üçün A.N. Markin və R.E. Nizamov onları iki kənar tiplərə bölmüşlər. Birinci tip yaxşı ifadə olunmuş yaralara malik adi yaralı korroziya-dır. Nüfuz etmə dərinliyi 1-2-dən 4-5 mm/ilə qədər olur. İkinci tip meyza-korroziya adlanır (ingiliscə mesa-altlıq, yayla) kifayət qədər iri lokal korroziya səthləri ilə müşahidə olunur və onlar heç korroziyaya uğramamış səth sahələri ilə növbələnir. Bir tip korroziyada nüfuzetmə dərinliyi 45 mm/ilə qədər çatır. Digər lokal korroziya növləri bu kənar hallar arasında yerləşir.

Araşdırmalar göstərir ki, meyza-korroziyanın geniş tədqiqatları və bu tədqiqatların nəticələrinin müzakirəsi 1987-ci ildən başlanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, meyza-korroziyanın başlanmasının və inkişafının başlıcı şərti sistemdə karbonat turşusunun artmasıdır və aşağıdakı faktorlardan asılıdır (əhəmiyyətlik dərəcəsinə görə);

- qaz maye axınının sürəti;
- su fazasının kimyəvi tərkibi;
- metalın kimyəvi tərkibi və onun termiki işlənməsi.

Prinsipcə meyzo-korroziyanın yaranma mexanizmi kifayət qədər aydındır. Korroziyaya uğrayan metalın səthində karbonat turşusunun olması nəticəsində karbonat mineral çöküntülər çökür ki, o da axınla səthdən qismən kənarlaşdırılır. Səthindən karbonat çöküntüsü qopmuş metal səthi anod olur, katod mərhələsi isə əsasən səthdə qalan çöküntüdə gedir.

Uyğun olaraq meyzo-korroziyanın məcburi şərtləri aşağıdakılardır:

- korroziyaya uğrayan səthdə çöküntünün əmələ gəlməsi;
- çöküntülərin lokal kənarlaşdırılması.

5.3.6. Neftin toplanması sistemlərinin (NTS) boru kəmərlərinin karbonat turşusu korroziyası.

NTS sistemlərinin boru kəmərlərində korroziya şəraiti quyuya nəzərən qaz maye sisteminin daha aşağı olması (adətən 1-2 m/s) və CO₂-nin parsial təzyiqinin az olması ilə xarakterikdir. NTS boru kəmərlərində əsasən karbonat turşusu korroziyasının lokal korroziya növləri rast gəlinir. Bununla yanaşı əsasən iri diametrlı borularda (426 mm və daha çox) «nov» korroziyası adlanan korroziyaya rast gəlinir. Belə korroziya müxtəlif dərinlikli novu xatırladır və onların uzunluğu 0,3-0,6-dan 2-4 m-ə çatır. NTS boru kəmərlərinin daxili korroziyası səbəbindən ilk deşib keçmiş zədələr yaranana qədər istifadə müddəti onlarda mövcud olan şəraitdən asılı olaraq 9 aydan 12 ilədək olur (normativ üzrə müddət 10 il nəzərdə tutulur). NTS sistemində karbonat turşusu korroziyanın inkişafına qaz-maye qarışığının axma rejimi əsas təsir göstərir. NTS boru kəmərlərində qaz-maye qarışıqlarının nəqli zamanı iki axın strukturu geniş yayılmışdır — təbəqələşmiş və probka.

Təbəqələşmiş axın rejimi: bir qayda olaraq hərəkətli və hərəkətsiz su toplandığı yerlərdə lokal korroziyanın inkişafına səbəb olur.

Probka rejimi ilə axma zamanı metal səthinin qeyri-bərabər islanması hesabına bütün boru kəməri boyu korroziya lokal xarakter daşıyır və ayrı-ayrı «novlar», «arxıcıqlar», yaralar və pittinglər şəklində özünü göstərir.

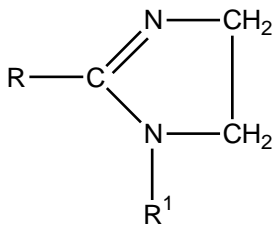
5.3.7. Neft-mədən avadanlıqlarının karbonat turşusu korroziyasından inhibitorlarla müdafiəsi.

Neft çıxarma sənayesində korroziya ilə mübarizə üçün aşağıdakı metodlar istifadə olunur. Konkret növ avadanlıqların istismarı üçün korroziya baxımdan təhlükəsiz şəraitin yaradılması və davamı üçün texnoloji mühafizə metodları istifadə olunur. Məsələn:

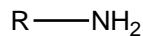
- 1) nəql olunan məhsulun sululuğu 40 % həcmindən az olduğu hallarda emulsiyalı axma rejimi yaratmaqla suyun ayrı faza kimi ayrılmasını aradan qaldırmaq yolu ilə,
- 2) suyun ilkin kənarlaşdırılması su və karbohidrogen fazalarını quyudan toplama yerinə qədər ayrı-ayrılıqda nəql etmək. İnhibitorların istifadə olunması, korroziyaya davamlı poladların və ərintilərin istifadəsi. Qeyri-metal materialların istifadəsi. Mühafizə örtüklərinin istifadəsi.

Dünyanın aparıcı övlətlərində, o cümlədən Rusiya Fedarasiyasında, neft-qaz çıxarma sənayesində çoxillik təcrübə göstərir ki, həm texniki, həm də iqtisadi baxımdan inhibitorların tətbiqi daha səmərəlidir. Korroziya inhibitorları (ləngidiciləri) elə kimyəvi birləşmələr və ya onların qarışığı korroziya mühitinə müəyyən qatılıqda verildikdə korroziyanın qarşısını alır və ya onu hiss olunacaq dərəcədə azaldır. Hazırda məhsullarında korroziya aqressivliyi yaradan komponentlər olan elə bir neft-qaz yatağı yoxdurki onun istismarı zamanı inhibitorlardan istifadə olunmasın.

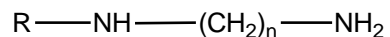
Neft-qaz çıxarma sənayesi üçün müasir inhibitorlar kimi bir qayda olaraq bir və ya bir neçə üzvü birləşmənin məhlulu istifadə olunur. Həllədiciləri kimi karbohidrogenlər qarışığı və ya su-spirit qarışığı istifadə edilir. «Aktiv komponent» kimi imdazolinlər, amido-aminlər, dimerləşmiş amido-aminlər, yağ turşuları, neft turşuları, dördlü ammonium duzu, oksietilləmiş birli aminlər, alkilpiridinlər, dodesilbenzolsulfoturşu, etil spirtinin fosfatlaşmış mürəkkəb efirləri, fosfat turşusunun üzvü kompleksləri və s. istifadə olunur.



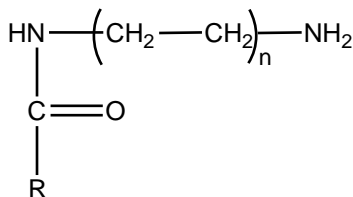
İmdazolinlər



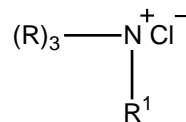
Birli aminlər



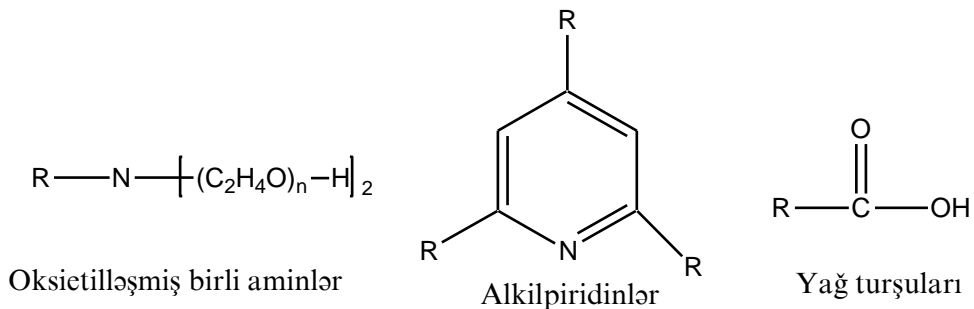
Diaminlər



Amido-aminlər



Dördlü ammonium duzu



Inhibitorun aktiv komponentləri istehsal olunan inhibitorlarda 60 %-ə qədər çatır (adətən 20-35 %). Inhibitorun tərkibində onun fiziki-kimyəvi xassələrini lazım olan səviyyəyə qaldırmaq üçün müxtəlif əlavələrə malik olur. Bu əlavələrlə inhibitorun pH-1, sıxlığı, özüllüyü, dispersləşməsi və s. tənzimlənir.

Inhibitorların korroziyanı ləngitmək qabiliyyəti əsasən onların korroziya prosesinin əsasını təşkil edən elektrokimyəvi reaksiyaların kinetikasına və ikiqat elektrik təbəqəsinin quruluşuna təsiridir.

Inhibitorlar eyni zamanda elektrod potensialının qiymətinə və metalın korroziya gedən, səth hissəsinin payına (azalma istiqamətində) da təsir edir.

Üzvü birləşmələrin metal səthinə adsorbsiyası ilə onların inhibitor effekti arasındakı miqdarı qarşılıqlı əlaqə yalnız müəyyən xüsusi hallar üçün müəyyən edilsə də şübhə yoxdur ki, inhibitor effekti məhz adsorbsiya ilə əlaqədardır.

Nəzəri xarakterli işlərdə elektrod reaksiyaların kinetikasi nəzəriyyələrinə və turşu korroziyasının üzvü inhibitorlarının formal nəzəriyyələrində əldə olunmuş nəticələr inkişaf etdirilmişdir. Ioffa Z.A. və Antropov L.I. inhibitorların təsirinin elektrokimyəvi mexanizmini təklif etmişlər. Antropovun fikircə inhibitor təsiri başlıca olaraq iki effektdə – energetik (ikiqat elektrik təbəqəsində yüklərin paylanması dəyişir) və təcrid etmə (adsorbsiya olunmuş inhibitorla metalın səthinin aqressiv mühitdən təcrid olunması) ifadə olunur. Inhibitorların adsorbsiyası zamanı polyarlaşma əyirilərinin tafel meyillərinin, ikiqat elektrik təbəqəsinin diferensial tutumunu, korroziya potensialının dəyişməsinə, «korroziya cərəyanı–zaman» əyirilərinə ölçməklə inhibitorların korroziya proseslərinə təsirini və inhibitorlaşdırma mexanizmini müəyyənləşdirmək olar.

Əvvəllər inhibitorlar üçün əsas komponent kimi qeyri-üzvü duzlar, o cümlədən ağır metalların duzları istifadə olunurdu. İqtisadi cəhətdən daha əlverişli olanlar xromatlar, sinkin fosfatları, polifosfatlar, ortafosfatlar idi.

Lakin, təbiətin mühafizəsi normaları sərtləşdikcə daha az zəhərli inhibitorların yaradılmasına tələbat artdı.

Inhibitorların istismar quyularına verilməsi aşağıdakı üsullarla aparılır:

1. Inhibitor məhlulunu dövrü olaraq məhsuldar layın quyu dibi zonasına vurulması. Sonradan quyu işləyərkən inhibitor tədricən quyu dibi zonasından çıxarılan maye ilə «yuyularaq» quyunun yeraltı avadanlıqlarına keçir. Beləliklə, məhsuldar layın quyu dibi zonası təbii dozator kimi istifadə olunur.

2. Korroziya inhibitorunun dövrü olaraq asma kalon ilə NKB-nin arasındakı dairəvi fəzaya verilməsi yolu ilə. Inhibitor məhlulu boru arxası fəzada olan mayeyə nəzərən daha ağır olduğundan nasosun qəbuluna qədər və ya NKB-ya qədər tədricən və ya yavaş-yavaş enir, qismən boru arxası maye ilə qarışaraq nasos və NKB-yə daxil olur. Quyunun boru arxası dozator rolunu oynayır.

3. Inhibitorun verilməsini tənzimləyən qurğunun köməyi ilə inhibitor boruarxası fəzaya daimi verilir.

4. Quyuların yeraltı təmiri zamanı NKB-nin xarici tərəfindən olmaqla quyunun çıxışından nasosun qəbuluna qədər buraxılmış borucuqla əlaqələnmiş inhibitorun verilməsini tənzimləyən qurğudan inhibitorun nasosun qəbuluna daimi verilməsi.

İki sonuncu üsul hasilat quyularının yeraltı avadanlıqlarını korroziyadan yaxşı mühafizə üçün daha əlverişlidir. Amma məhz həmin üsullar keçmiş SSRI-də daha az istifadə olunurdu ki, bu da həmin metodlarda istifadə olunan cihazların bahalı olması ilə əlaqədardır.

Belə ki, hələ də MDB ölkələrində korroziya inhibitorlarının nasosun qəbuluna verilməsi üçün avadanlıqlar kütləvi buraxılmır, xaricdən alınan avadanlıqların dəyəri isə onminlərlə dollardır. Digər tərəfdən inhibitorun bu üsulla verilməsi üçün bütün NKB boyu borucuğun salınması quyunun yeraltı təmirinin vaxtının uzadılmasına və xərclərin artmasına səbəb olur.

Hazırda MDB ölkələrinin neft yataqlarında hasilat quyularına inhibitorların dövrü vurulması geniş istifadə olunur. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi dövrü vurulma da iki üsulla aparılır.

Birinci üsul adətən quyuların təmiri zamanı bir başa yeraltı avadanlıq quyuya buraxılmazdan əvvəl və quyunu süni quyudibinə qədər yuduqdan sonra istifadə olunur. Korroziya inhibitoru laya 10 %-li məhlul halında vurulur. Quyuların yeraltı avadanlıqlarını mühafizə etmək üçün əsasən neftdə həll olan və ya suda dispersləşən reagentlər istifadə edildiyindən həlledici

kimi əsasən neft istifadə olunur. Hər hansı səbəbdənsə laya suda həll olan inhibitor vurulursa, onda məhlul suda hazırlanır. Məhsud lay təbii dozator kimi «işlənməsi» üçün (yəni korroziya inhibitoru quyudibi ətrafı zonadan çıxarılan maye ilə uzun müddət (30-90 sutka) yuyulsun, 2-4 günə yox) inhibitor məhlulunu təkcə quyuyu dibi zonaya vurmaq yox, həm də layın dərinliyinə sıxışdırmaq lazımdır. Bunun üçün inhibitor quyuyu dibi zonaya vurulduqdan sonra əlavə olaraq su vurulmaqla layın dərinliyinə sıxışdırılır. Dünya praktikasında toplanmış təcrübələr göstərir ki, inhibitor məhlulunu layın 2 m dərinliyinə sıxışdırmaq kifayətdir. Beləliklə, korroziya inhibitoru məhlulu vurulduqdan sonra onu laya sıxışdırmaq üçün lazım olan suyun həcmi radiusu 2 m olan və hündürlüyü dəşiklər arasındakı məsafə qədər olan silindirin həcmi qədər götürülür.

Inhibitorun laya verilməsi aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir:

- inhibitorun seçilməsi və verilmiş sistemdə lazımı mühafizə effektini təmin edəcək qatılığın müəyyən edilməsi;
- quyudibi zonaya vurulacaq inhibitorun kütləsinin, 10 %-li məhlul hazırlanması üçün neftin həcmi və inhibitor vurulduqdan sonra onu laya sıxışdırmaq üçün vurulacaq suyun həcmi hesablanması;
- texnoloji NKB-nin dəşiklər intervalından aşağı buraxılması;
- quyunun texniki su ilə yuyulması (boru arxası fəza açıq olmaqla). Yuma zamanı NKB-dəki maye iki dəfə dəyişdirilir;
- texnoloji NKB-lərin dəşiklər arası intervalın yuxarisından 2-3 m hündürlüyə qaldırılır;
- layın su qəbul etmə imkanını müəyyən etmək. Əgər bu, 100 m³/sutkadan az olarsa inhibitor məhlulunu quyuyu dibi zonaya vurmaq lazım deyil;
 - inhibitorun ÜA-320 aqreqatının ölçü tutumunda və ya boyerdə 10 %-li məhlulun hazırlanması;
 - ÜA-320 aqreqatı ilə inhibitor məhlulunun quyuyu dibi zonaya vurulması (boru arxası boşluq bağlı olmaqla);
 - ÜA-320 aqreqatı ilə (boruarxası boşluq bağlı olmaqla) su vurmaqla inhibitor məhlulu laya sıxışdırılır;
 - quyuyu bağlanır və 6-12 saat müddətinə bütün işlər dayandırılır ki, korroziya inhibitoru layın bütün səthlərinə adsorbsiya olunsun;
 - texnoloji NKB-lər qaldırılır və quyuya yeraltı avadanlıq buraxılır;
 - quyuyu işə salınır və o işçi rejimə tənzimlənir.

Boru kəmərlərinin daxili korroziyadan inhibitorla mühafizəsi də çox vacibdir. «Boru kəmərləri» termini altında aşağıdakıları nəzərdə tuturuq:

— neft yataqlarının sulu neftləri quyular toplusundan toplama məntəqəsinə (TM), sıxma nasos stansiyalarına (SNS), neftin hazırlanması qurğularına (NHQ), suyun ilkin atılma qurğularına (SIAQ), mərkəzi ötürücü stansiyalara (MÖS) qədər neftin toplanma sistemlərinin (NTS) boru kəmərləri;

— sulu neftləri (bəzən qismən qazsızlaşdırılmış) bir toplama məntəqəsindən digərinə ötürən mədənlararası boru kəmərləri;

— Sulu və qismən hazırlanmış neftləri toplama məntəqələrindən məhsul parklarına nəql edən boru kəmərləri;

Boru kəmərlərini daxili korroziyadan mühafizə texnologiyası cəmi iki hissədən ibarətdir:

— inhibitorun seçilməsi və onun istifadə olunacaq sistemdə kifayət qədər korroziyadan mühafizəni təmin edən qatılığının müəyyən edilməsi;

— hər hansı üsulla inhibitorun mühafizə olunacaq boru kəmərinə vurulması.

Böyük diametrlə və içərisindən axan qaz-mayə sistemi su fazasının ayrılması ilə axan boru kəmərlərində eyni zamanda həm neftdə həll olan, həm də suda həll olan inhibitorların istifadəsi əlverişlidir. Boru kəmərlərinin başlanğıc sahəsində neftdə həll olan, su fazasının ayrıldığı hissədən isə suda həll olan inhibitor boruya vurulur. Inhibitorun verilmə nöqtələri bütün boru kəməri boyu uyğun olaraq yerləşdirilməlidir, inhibitorlar biri-biri ilə uyğunlaşa bilməlidir. Başqa sözlə, neftdə həll olan inhibitorlar suda həll olan (və ya suda dispersləşən) inhibitorun mühafizə effektini pisləşdirməlidir. İdeal halda inhibitorlar sinergetik effekt verməlidirlər, yəni onların birgə mühafizə effektləri ayrı-ayrılıqdakı mühafizə effektlərindən çox olmalıdır. Lakin, praktiki olaraq heç bir mədən boru kəmərlərində eyni vaxtda iki müxtəlif korroziya inhibitoru istifadə olunmur. Bu, bir tərəfdən texniki çətinliklə əlaqədar olsa da digər tərəfdən neft mədən işçilərinin konservatizmi ilə bağlıdır.

Neft-mədən avadanlıqlarının korroziyadan inhibitorlarla mühafizəsinin iqtisadi aspekti də mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Neft-qaz çıxarma sənayesi müəssisələri ən yüksək metal tutumlu müəssisələrdəndir. NTS boru kəmərləri ilə tərkibində CO₂ olan mineralaşdırılmış suyun nəqli onların daxili korroziyasına və sonrakı korroziyadan dağılmasına səbəb olur.

NTS boru kəmərlərini korroziyadan mühafizə üçün çox vaxt üç alternativ variant və ya onların birgə istifadəsi qəbul olunur:

— inhibitorların istifadəsi (onların istifadəsini və korroziya monitorinqini keçirən xidmət də daxil olmaqla);

— korroziyaya qarşı yüksək davamlılığa malik polad boruların istifadəsi;
— metala alternativ olan materialların şüşəplastik boruların, örtülü boruların və s. istifadəsi.

Bu və ya digər korroziyadan mühafizə tədbirlərinin müqayisəli iqtisadi səmərəliliyini müəyyən edərkən onların müxtəlif məqsədliliyi, zaman, maliyyə və məsrəf təbiəti aydın təsəvvür olunmalıdır. Belə ki, şüşə plastikdən olan boru kəmərləri də polad borular kimi nəqliyyat vasitəsidir və bu başlıca funksiya ilə yanaşı korroziyadan mühafizə vasitəsi kimi də xidmət edir. Korroziya inhibitorları yalnız korroziyadan mühafizə vasitəsidir. Korroziyaya qarşı tədbirlər həyata keçirilməsi müddəti baxımından daimi və diskret təsirə ayrılır. O təsirlər daimi təsirlər hesab olunur ki, onların təkrar olunma müddəti bir ildən az olmur (məsələn, kompozisiya materiallarından boru kəmərlərinin tikilməsi, mühafizə örtüklərinin çəkilməsi və s.). Diskret təsir tədbirləri elə tədbirlərdir ki, il ərzində təkrarlanır (məsələn, boru kəmərlərinin inhibitorlarla mühafizəsi).

Bu tədbirlərin iqtisadi səmərəliliyini təhlil etmək üçün bu problemin bir aspekti üzərində dayanacağıq: NTS-in boru kəmərlərinin korroziyadan mühafizəsinin iki alternativ variantı- yeni boru kəmərlərinin tikilməsi (bəzən korroziyaya qarşı artırılmış davamlılığa malik) və mövcud boru kəmərlərinin korroziyadan inhibitorlarla mühafizəsi neftçixarma müəssisələrinin texniki xidmət işçilərini çox vaxt seçim qarşısında qoyur. Bu alternativ iki lahiyəyə müqayisəli baxdıqda onların məqsəd təyinatlarının müxtəlifliyi unudulmamalıdır. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi boru kəmərlərinin çəkilməsinin məqsədi hər şeydən əvvəl neftin nəqlini təmin etmək sonra isə onu minimum korroziya itkiləri olmaqla nəql etməkdir. Artıq istifadə olunan boru kəmərlərinin inhibitorlarla mühafizəsi isə yalnız korroziyadan minimum itki ilə boru kəmərinin istismarını təmin edir. Məsələnin belə qoyulduğu halda hətta xüsusi hesablamalar aparmadan da belə qərar qəbul etmək olar ki, inhibitorların istifadəsi daha səmərəlidir. İş ondadır ki, yeni boru kəmərlərinin çəkilişinə kapital qoyuluşu (o cümlədən korroziyaya yüksək davamlılığa malik boru kəmərləri) onun başlıca funksiyasına – nəqliyyat vasitəsi funksiyasına aiddir. Odur ki, yeni boru kəməri onun qeyri əsas funksiyasına, yəni, korroziyadan minimum itki ilə neftin nəqli üçün tikilirsə onun tikintisinə qoyulan investisiyanın böyük hissəsi «ölür» və onları qayıtmayan itkilərə aid edir. Bütövlükdə korroziyadan məsrəfləri azaltmaq üçün yeni boru kəmərlərinin çəkilməsi strategiyası müəssisələrin əsas fondlarının tam amortizasiya olunmasına gətirib çıxardır ki, bu məbləğin də ya neftin maya dəyərinin artı-

rılması, qismən də gəldirdən ödənilməsi hesabına kompensasiyası tələbatı yaranır. Mövcud boru kəmərlərinin korroziyadan inhibitorlarla mühafizəsi boru kəmərlərinin istismarına cari məsrəfləri azaldır, onların istismar müddətini artırır və nəticə etibarlı ilə onların qeyri tam amortizasiya olunma miqdarını minimuma endirir.

A.N. Markin və R.E. Nizamov misal olaraq Qərbi Sibirin neftçixarma müəssisələrinin hesabatları əsasında təhlillər aparmışlar (bütün qiymətlər 2001-ci ilin səviyyəsinə çatdırılmışdır).

NTS boru kəmərlərinin korroziyadan inhibitorlarla qorunan uzunluğu 300km-dir. NTS boru kəmərlərinin korroziya inhibitorları ilə mühafizəsinin səmərəlilik ölçüsü kimi boru kəmərlərinin daxili korroziya səbəbindən deşilmələrinin sayı qəbul olunur. 5 ildən 10 ilə qədər müddətdə istismar olunan və korroziya inhibitorları ilə mühafizə olunan borularda deşilmənin xüsusi tezliyi 0,076 ədəd/(km-il) təşkil edir ki, bu da ərazi üçün müəyyən olunmuş yol verilən qəzalar səviyyəsindən (0,1 ədəd/(km-il)) çox deyil. Bu o deməkdir ki, texniki cəhətdən inhibitorla mühafizə özünü doğrultmuşdur. NTS boru kəmərlərinin inhibitor istifadə edilmədən istifadəsinin baza müddəti 6 ildir. NTS boru kəmərlərinin inhibitor tətbiq olunduqda istismar müddəti 9 ildir. NTS sisteminin boru kəmərlərinin 1 km-nin ilkin orta qiyməti 3,7 milyon rubldur. NTS boru kəmərlərinin ilkin qiymətdən illik amortizasiya norması 8,3 %-dir.

NTS boru kəmərlərinin inhibitorlarla mühafizəsi istismarın 5-ci ilindən başlayır. Inhibitorun illik məsrəfi 30 q/t maye olmaqla 200 ton, 1 ton inhibitorun qiyməti 126 min rubl, korroziya inhibitorunun illik orta qiyməti 25,2 milyon rubl həddindədir. NTS boru kəmərlərinin mühafizəsi üçün (inhibitorun qiyməti, görülmüş işlər, korroziya monitorinqinə məsrəflər nəzərə alınmaqla) 35,3 milyon rubl təşkil edir.

Hesablamalar

NTS boru kəmərlərinin tam amortizasiya olunmasının orta qiyməti %:

Inhibitor istifadə etməklə: $100 - (8,3 \cdot 6) = 50,2$

Inhibitor istifadə etməməklə: $100 - (8,3 \cdot 9) = 25,3$

Inhibitor istifadə etməklə NTS boru kəmərlərinin qeyri-tam amortizasiyanın

azaldılması %: $50,2 - 25,3 = 24,9$

Korroziya inhibitoru istifadə etməklə
 NTS boru kəmərlərinin qeyri-tam
 amortizasiyasının orta illik azaldılması%: $24,9(9-4)=4,98$

Qiymət ifadəsi ilə, milyon rubl $300 \cdot 3,7 \cdot 0,498=55,3$

NTS boru kəmərlərinin korroziya
 inhibitoru ilə mühafizə nəticəsində
 qeyri-tam amortizasiyasının azaldılmasının
 qiymətlə ifadəsi, milyon $55,3-35,3=20,0$

NTS boru kəmərlərinin korroziya
 inhibitorları ilə mühafizəsinin xüsusi
 orta illik (1km boru kəmərinə) səmərəsinin
 qiymətlə ifadəsi, min rubl/km $20/300=66,7$

NTS boru kəmərlərinin korroziya
 inhibitorları ilə mühafizəsinin
 (inhibitorun qiyməti, işlər və korroziya
 monitorinqi nəzərə alınmaqla) boru
 kəmərinin ilkin qiymətinə nəzərən payı%,
 $35,3 \cdot 100 / (300 \cdot 3,7) = 3,18$

Beləliklə, baxılan müəssisə üçün NTS boru kəmərlərinin inhibitorlarla
 mühafizəsi nəticəsində qeyri-tam amortizasiyanın azalması hesabına illik
 pul vəsaiti itkisi 20milyon rubl azalır.

5.4. Qaz hasilatı qurğularının korroziyası və korroziyadan mühafizəsi

Qaz hasilatı üçün avadanlıqlara asma və nasos-kompressor boruları,
 fontan armaturları və yeraltı avadanlıqları daxildir. Qaz hasilatı üçün ava-
 danlıqlar hazırlamaq məqsədi ilə bir sıra poladlar və ərintilər istifadə olunur.

Bir qayda olaraq istənilən xam təbii qaz korroziya aktivliyinə malik
 komponentlər olur. Təbii qazın tərkibində həmişə nəm olur və hər şeydən
 əvvəl o, qaz boruda hərəkət edən zaman su kondensatına çevrilir.

Bəzən qaz quyularının məhsullarında ən sadə üzvü turşular-yağ turşuları (sirkə, qarışqa və s.) rast gəlinir. Buna baxmayaraq qatılıqları az olduğundan bu turşular digər korroziya aqressivliyinə malik komponentlərlə müqayisədə az rol oynayırlar.

Korroziya proseslərinin getməsi xammal qazın təzyiqi və temperaturdan asılı olur. Özü-özlüyündə su kondensatı və minerallaşmış su onların CO₂, H₂S ilə və ya onların hər ikisi ilə birlikdə olduğu hala nəzərən bir neçə tərtib az korroziya aktivliyinə malikdirlər.

Qazda nəmlik 20 %-dən çox olduğu hallarda suyun CO₂ və digər komponentlərlə birgə iştirakı çox dərin korroziya nüfuzetmələri ilə nəticələnmə bilər. Belə ki, Kanadanın qaz yataqlarında təbii qazda CO₂-nin miqdarı 9 %-ə qədər olduğu şəraitdə korroziyanın orta sürəti 24,6 mm/il müşahidə olunmuşdur.

Hesab olunur ki, CO₂-nin digər qazlara (məsələn, oksigen, azot) nəzərən belə yüksək korroziya aktivliyi onun suda həll olması ilə əlaqədardır. Suda xeyli miqdarda həll olaraq CO₂ suyun pH-ni və nəticədə məhsulun korroziya aktivliyi kəskin artır. Həmçinin müəyyən edilmişdir ki, CO₂-nin parsial təzyiqi artdıqda da xam təbii qazın korroziya aktivliyi artır. Bu da təzyiq artıqda suda CO₂-nin qatılığının azalması ilə bağlıdır. CO₂-nin parsial təzyiqi $P_{CO_2} < 5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ olduqda təbii qaz korroziya aktivliyi olmayan hesab edilir.

Temperatur artdıqca CO₂-nin suda həll olması azalsa da məhlulun korroziya aktivliyi artır.

CO ₂ -nin qatılığı, mq/ℓ	Temperatur, k/t	Korroziya sürəti, q/(m ² ·saat)
1200	290/17	0,14
920	293/20	0,18
810	303/30	0,28
540	313/40	0,50
440	323/50	1,27

Verilən misaldan görünür ki, temperatur 17 °C-dən 50 °C-ə qədər artıqda məhlulun korroziya aktivliyi demək olar ki, bir tərtib artır. Məsələn, təzyiq 3 MPa-ya yaxın olduqda maksimum korroziya aktivliyi 100 °C-ə yaxın temperatura uyğun gəlir, temperaturun sonrakı artımında azalmağa başlayır və 150 °C-ə yaxın temperaturda sabit qiymət alır.

Bərabər qatılıqlarda CO₂ su kondensatında həll olduqda alınan məhlul minerallaşmış suda alınan məhluldan daha təhlükəlidir.

Amma istənilən növ suda H₂S həll olması daha təhlükəlidir. Belə hallar məlumdur ki, obsad boruları H₂S mühitində cəmi 2 saat müddətində dağılmışlar. Xam təbii qazın çıxarılması şəraitində o mühit korroziya aktivliyinə malik hesab edilir ki, onda hidrogen sulfidın parsial təzyiqi $P_{H_2S} > 0,3$ MPa, temperatur isə 65 °C və pH < 10 olsun. Belə parametrlərə malik mühitlərdə hər üç korroziya prosesi gedir. Bu məhdudiyətlərdən birinin təmin olunmaması ən təhlükəli proses olan hidrogen sulfid çatlarının inkişafını aradan qaldırır. H₂S-in parsial təzyiqi artıqda hidrogen sulfidli mühitlərin korroziya aktivliyi artır, ümumi korroziya prosesləri güclənir, amma, maksimum hidrogenləşmə prosesi 20-30 °C intervalında baş verir. Mühitin pH-nın azalması korroziya aktivliyini azaldır.

Hidrogen sulfidli mühitlərdə təzyiq korroziya proseslərinin intensivliyinə əsaslı təsir göstərir. Təzyiqin artması H₂S-in vahid həcmdə qatılığının artmasına səbəb olur. Bundan əlavə, təzyiqin artması su fazasında H₂S-in həll olmasını artırır. Odur ki, təzyiq korroziya aktivliyi oblastının məhdudlaşdırıcı parametri kimi qəbul oluna bilər. Onun qiyməti işçi təzyiqin $P_1 < 1$ MPa qiymətidir. Xam təbii qazda eyni vaxtda H₂S və CO₂ olduqda daha təhlükəli hesab edilir. Bu qarışıqda CO₂-nin miqdarı az olduqda mühitin korroziya aktivliyinə hiss olunacaq təsir göstərmir və əksinə, hətta az miqdarda H₂S-in iştirakı isə mühiti hiss ediləcək dərəcədə aktivləşdirir. Mühitdə H₂S və CO₂-nin bir-birinə yaxın qatılıqlarda olması CO₂ mühitinin pH-nı əlavə olaraq aşağı salmaqla korroziya aktivliyini artıracaq.

5.4.1. Qaz hasilatı üçün avadanlıqların korroziyadan dağılmasına nəzarət üsulları.

Qaz çıxarma üçün avadanlıqlarının ümumi korroziya vəziyyətinə əsas nəzarət üsulları çıxarılan mayenin kimyəvi analizi, o cümlədən, dəmirin, inhibitorların, duzların, turş komponentlərin və s. təyiniidir. Təklif olunur ki, istismarın ilkin mərhələsində analiz rübdə bir dəfə, sonrakı dövürlərdə isə yarıım ildə azı bir dəfə aparılsın. Alınan analiz nəticələrinin müqayisəsi imkan verir ki, aktiv korroziya prosesini aradan qaldırmaq üçün vaxtında tədbirlər görülsün. Duzların, suyun, dəmirin miqdarının artması inhibitorla mühafizəni miqdarca yenidən tənzimləməyi, bəzən də keyfiyyətə dəyişməyi tələb edir.

Qaz hasilatı üçün avadanlıqların daha məhsul detallarına nəzarət etmək üçün radioaktiv indikatorlar üsulu istifadə oluna bilər.

Qaz çıxarma avadanlıqlarının korroziyadan zədələnmələrinə nəzarət quyunun kapital təmiri zamanı məcburi olaraq aparılır. Burada dövrilik təmir planı ilə müəyyənləşdirilir. Kapital təmirlər zamanı mexaniki, maqnit kavernometriya və səpələnmiş qamma-şüalanma metodlarının köməyi ilə obsad və nasos-kompressor borularının daxili səthinin vəziyyətinə nəzarət etmək olar. Daha geniş yayılmış və istifadə olunan üsullar mexaniki və kavernometriya üsullarıdır.

Kavernometrin köməyi ilə korroziya proseslərinin ümumi təsvirini müəyyənləşdirmək olar. Bu yolla alınan məlumatlar əsasında yaraların dərinliyi boruların korroziyadan zədələnmələrin sayı koordinatlar üzərində qrafik qurulur. Qrafik üzərində düz xətt boruların bütün kolonu iri və ya xırda korroziya defektlərinin olmasını, ya da az sayda borular üzərində xırda və iri defektləri, ya da kalon boyu boruların divarlarının nazilməsini ifadə edə bilər. Bir neçə yoxlamalardan sonra (ayrı-ayrı zaman kəsiyində) nəticələri müqayisə edərək korroziya proseslərinin inkişaf istiqamətini müəyyən etmək olar (güclənmə, stabilləşmə, ləngimə).

Quyuların kapital təmirləri zamanı avadanlığın korroziya vəziyyəti vizual yoxlanılır. Vizual nəzarət bütün görünən səthlərdə, ilk növbədə quyudan çıxarılmış yeraltı avadanlıqlar və nasos-kompressor borularının xarici səthində aparılır. Nasos-kompressor borularından katuşkalar (bir qayda olaraq kalonun yuxarı, orta, aşağı hissəsindən) kəsilir ki, korroziya vəziyyəti dəqiq öyrənilsin və eyni zamanda metalın vəziyyətinin mexaniki və metaloqrafik tətqiqi aparılsın. İstifadə olunmuş avadanlıqlar quyuya yenidən salınarkən xüsusən ciddi təftiş olunmalıdır.

Fontan armaturu dövrü ultrasəs defektoskopiyasına məruz qalır (ildə bir dəfədən az olmamaqla).

Qaz hasilatı üçün avadanlıqlar beş ildə bir dəfədən gec olmayaraq möhkəmlik və sıxlıq sınağından keçməlidir.

Qaz hasilatı üçün avadanlıqlara bir başa nəzarət üsulları ilə yanaşı dolayı üsullar da istifadə olunur. Bunun üçün quyuda korroziya vəziyyətinə nəzarət üçün cihaz (hidrogen zonda, korrozimetr və s. həmçinin nümunə şahidlər) quraşdırılır.

5.4.2. Qaz hasilatı üçün avadanlıqların mühafizə metodları və onların istifadə şəraitləri.

Qaz hasilatı avadanlıqlarının əsas mühafizə üsulları aşağıdakılardır:
— korroziyaya yüksək davamlılığa malik materiallardan hazırlanmış avadanlıqların və boruların tətbiqi;

- korroziya inhibitorlarının tətbiqi;
- qaz çıxarmanın rasional texnologiyasının seçilməsi (avadanlıqların konstruksiyası);
- mühafizə örtüklərinin istifadəsi;

Konkret istismar şəraitində və iqtisadi səmərəliliyə əsasən qeyd olunan üsullardan biri və ya bir neçə üsul birgə istifadə oluna bilər.

Xarici ölkələrdə qaz yataqlarının, xüsusən də sərt şəraitlərdə olan yataqların istismarı zamanı xrom-nikel poladları və ərintilər istifadə olunmasını məqsədə uyğun hesab edilir.

Korroziya inhibitorlarının istifadəsi poladların korroziyaya davamlılığına tələbatı xeyli dərəcədə azaldır və ya aradan qaldırır.

Qaz hasilatı avadanlıqlarının inhibitorlaşdırılmasının bir neçə üsulu mövcuddur: dövrü, daimi, seçici inhibitorlaşdırma, inhibitorun məhsuldar laya vurulması və s. Onların həyata keçirilməsi üçün çoxlu sayda qurğular işlənib hazırlanmışdır. Onlardan daha geniş yayılanlar: inhibitoru quyuya avtomatik və ya yarım avtomatik vuran qurğular; çıxarılan qazın məsrəfindən asılı olaraq inhibitoru avtomatik vermə prinsipi ilə işləyən qurğular; inhibitoru özü-özünə vurma prinsipi ilə işləyən qurğular; mühitin təsiri ilə hərəkətə gətirilməklə inhibitoru sistemə vuran qurğular.

Doğru seçilmiş inhibitor düzgün texnologiya ilə istifadə edildikdə korroziyadan müdafiənin ən səmərəli üsulu ola bilər.

Bir qayda olaraq korroziya inhibitorları qatı halda yox, hər hansı həlledici ilə birlikdə istifadə olunur. Həlledici kimi neft, karbohidrogen kondensat, dizel yanacağı, metil spirti və s. istifadə olunur. İstifadə olunan komponentlərin tipindən asılı olaraq həlledicidə inhibitorun miqdarı 0,25-20 % həddində (optimal olaraq 2-4 %) ola bilər.

Inhibitorun vahid mayeyə düşən miqdarının hesablanması daha məqsədə uyğun sayılır. O, inhibitorların səmərəliliyindən asılı olaraq 100-dən 2000 mq/ℓ-ə və daha çox həddə dəyişir. Inhibitorun miqdarı 150-300 mq/ℓ həddində olduqda əldə edilən effekt yüksəkdirsə inhibitor səmərəli hesab edilir. Tərkibində H₂S və CO₂ olan təbii qazın çıxarıldığı yataqlarda quyuların paker quruluşlu konstruksiyası daha əlverişlidir. Paker inhibitorlarla doldurulmuş borular arası fəzanı (nasos-kompresor və obsad boruları arasında) təcrid edir və nasos-kompresor boruları kolonuna düşən dartma yükünü azaldır. Xüsusi pakerlərin istifadə edilmə praktikası olaraq kalonu tam yüksüzdəşdirməyə və hidrogen sulfid çatlarının əmələ gəlmə imkanını azaltmağa səbəb olur.

Pakersiz quyularda boru tutqacları istifadə olunur. Borular arası fəzanın inhibitorla doldurulması nasos-kompressorlarının xarici səthini korroziya zədələrindən etibarlı mühafizə edir.

Hydroqen sulfid çatlarının əmələ gəlmə prosesi dartı gərginliyinin toplandığı yerlərdə inkişaf edir və məqsədəuyğun o, hesab olunur ki, borunun yiv açılan hissəsində sonluqlar qalın olsun. Qazın boru arxası fəzaya keçməsinin qarşısını almaq üçün xüsusi kipləşdirici sistem istifadə olunur.

Korroziya proseslərinin sürətinə təsir edən əsaslı faktor nasos-kompressor borularının diametrinin rəsonal seçilməsidir, belə ki, bu, qaz maye axınının hərəkət sürətini müəyyənləşdirir. Diametrin artırılması korroziyadan dağılmaların intensivliyini 30 %-ə qədər azalda bilər. Fontan armaturları elementlərində qarışığın keçdiyi yol boyu bütün mümkün olan döngələr maksimum hamar olmalıdır.

5.5. Layda təzyiqli sabit saxlama avadanlıqlarının korroziyası və korroziyadan mühafizəsi

5.5.1. Layda təzyiqli sabit saxlama sistemlərinin avadanlıqları üçün konstruksiya materiallarının xarakteristikası.

Neft mədənlərinin istismarı prosesində laya vurulan suyun həcmının çıxarılan neftə nisbəti artır ki, bu da quyunun məhsulunun tərkibində suyun artmasına səbəb olur. Odur ki, utilləşən lay və tullantı sularının həcmi artır.

Layda təzyiqli sabit saxlama sisteminin avadanlıqlarını xarakterizə etməyi vacib sayırıq.

Tutumlar. Silindrik, vertikal tutumları hazırlamaq üçün başlıca olaraq adi keyfiyyətli, karbonlu poladlar (B qrupu) istifadə olunur. Vertikal, silindrik tutumların həcmi 5000 m³-ə qədər olduqda onların gövdələri, dibi və sərtlik üzükləri C 38/23 sinifli adi keyfiyyətli BC_{13cn5} markalı sakit poladdan hazırlanır.

Həcmi 10000, 15000 və 20000 m³ olan silindrik, vertikal tutumlarda gövdənin aşağı qurşaqları azleqirlənmiş C46/23 sinfinə aid olan 09Q2S və s. poladlardan hazırlanır. Gövdənin yuxarı qovşaqları, dib və sərtlik üzüyü BC_{13cn5} markalı adi keyfiyyətli, sakit poladdan hazırlanır.

Suyu vurulan istifadə olunan boru kəmərləri işçi təzyiqdən asılı olaraq müxtəlif çeşidli poladlardan olan borulardan çəkilir: polad, tikişsiz, isti yumrulanmış (QOST 8732-78,8731-74);

polad, soyuq dartılmış və soyuq yumrulanmış (QOST 8734-75);

polad elektrik qaynaqlı, düz tikişli (QOST 10704-76);

polad elektrik qaynaqlı, düz tikişli (QOST 10706-76);

polad, tikişsiz, isti yumrulanmış (QOST 8732-78,8731-74).

Su təpmə və uducu quyulara gedən su boruları tikişsiz, isti yumrulanmış və soyuq dartılmış borulardan, maqistral borular isə elektrik qaynaq olunmuş borulardan çəkilir.

Tikişsiz və elektrik qaynaq borularının diametri 530 mm-ə qədər olduqda BC_{t2cn5}, BC_{t3cn5}, BC_{t4cn5} markalı, adi keyfiyyətli karbonlu poladlardan və 08,10, 15, 20 markalı, konstruksiya üçün yararlı keyfiyyətə malik olan poladlardan hazırlanır. Az leqirlənmiş 09Q2, 10Q2, 15QS, 09Q2S, 10Q2S1 markalı poladlardan olan borulardan da istifadə mümkündür.

530 mm və daha böyük diametrlə, qaynaq olunan nazik divarlı borular 09Q2S, 10Q2S1, 14XQS, 17QS, 17Q1S, 17Q2SF markalı, az leqirlənmiş poladlardan hazırlanır.

Nasos-kompessor boruları. Nasos-kompessor boruları və onlara muftalar möhkəmlik qrupu D,K,E,L,M,P olan poladlardan, QOST 633-80-uyğun olaraq hazırlanır.

Mərkəzdənqaçma nasoslari. Laya vurulan suda 10-20 MPa təzyiq yaratmaq üçün ÜNS 180 (QOST 633-80) tipli, xüsusi mərkəzdən qaçma, horizontal nasoslar istifadə olunur. Qərbi Sibirin neft yataqlarında həmçinin ÜNS 500 tipli nasoslar da istifadə olunur. Nasosların istiqamətləndirici aparatları və işçi çarxları bütöv tökülmüş olur və 2X13L markalı poladdan hazırlanır. Yüksüzləşdirici disk 2X13 markalı poladdan, val 40 XFA markalı poladdan, təzyiq qapağı 25L markalı poladdan, sorma qapağı keyfiyyətli çuqundan tökmə, işçiçarxlarının kipləşdiriciləri BrAC9-4 brüncdən hazırlanır.

Təpmə quyularının yuxarı hissəsindəki avadanlıqlarının hazırlanmasında çox vaxt 1AHL -60-200 və ya AH1 -65-210 tipli armaturlar istifadə olunur. Üçlük, katuşka, krestovina və bufer, həmçinin kilidləmə qurğuları 40XL, 40XNL, 2XXQSL markalı poladlardan tökülür; 40 və 40X markalı poladlardan qaynaq olan armaturlar da istifadə olunur. Armaturların, cəftələrinin kipləşdirici səthləri əksər hallarda korroziyaya davamlı 2x13 poladdan əridilib hazırlanır.

5.5.2. Layda təzyiqli sabit saxlama sistemində istifadə olunan mühitlərin korroziya aktivliyinin xarakteristikası.

Neft yataqlarının tullantı suları aşağıdakılardan formalaşır: xam neft ilə daxil olan lay suları; nefti duzsuzlaşdırma prosesində istifadə olunan duzsuz su; aqreqlərdən, nasoslardan tullantı suları; neft və suyu istifadəyə hazırlama məntəqələrinə daxil olan atmosfer yağışları.

Tullantı sularının 80-95 %-ni neftin nəqlə hazırlanması zamanı ayrılan lay suları təşkil edir.

Öz fizikikimyəvi xassələrinə görə tullantı suları eyni deyil. Onların minerallığı lay sularına əsasən təyin edilir. Belə sular dörd tipə ayrılır: sulfat-natrium, hidrokarbonat-natrium, xlorqalsium və xlormaqnezium. Lay sularının minerallığı 15-dən 250 kq/m³-a qədər dəyişir.

MDB ölkələrinin əsas neft yataqlarında əsasən xlorqalsium tipli lay suları geniş yayılmışdır.

Tullantı sularında həll olmuş halda H₂S, CO₂, O₂, azot və s. qazlar olur və onların ümumi miqdarı 0,09 m³/m³ çata bilər. Suda həll olmuş qazlar onun fiziki-kimyəvi xassələrinə təsir edir və bu təsir nəticəsində pH 6,9-dan 4,0-ə qədər azala bilər. Tərkibində H₂S və CO₂ həll olmuş suları saxladıqda və nəql etdikdə H₂S və CO₂-nin ayrılması hesabına pH artır. Tərkibində həll olmuş dəmir ionları olan sularda pH dəmir duzlarının oksidləşməsi və hidrolizi hesabına azalır.

Suyun mexaniki qarışıqlarına dəmir sulfid, kvarts, karbonatlar, dolomitlər daxildir. Bu hissəciklərin 50 %-dən çoxunun ölçüləri 20 mkm-ə çatır. Mexaniki qarışıqların əsas hissəsi duz tarazlığının pozulması, metalların korroziyası və oksidləşmə prosesi nəticəsində əmələ gəlir.

Karbonat tarazlığı pozulduqda suda HCO₃⁻ ionlarının miqdarı 200 mq-ion/l-dən çox olduqda və təzyiqli 0,4 MPa-ya qədər azaldıqda çöküntünün miqdarı hiss olunacaq dərəcədə olur.

Su səthə çıxdıqda və dəmir ionları havanın oksigeni ilə təmasda olduqda dəmir oksidləri əmələ qəlir ki, onlar da hidrolizə uğrayaraq kolloid Fe(OH)₃ əmələ gətirir ki, o da həlmsiz şəkili çöküntü kimi çökür.

Neftin nəqlə hazırlanması qurğularından atılan su örtük və incə dispers faza şəklində neftə malik olur, suda neftin miqdarı və tərkibi neftin nəqlə hazırlanması texnologiyasından, suyun minerallıq dərəcəsindən, istifadə olunan deemulqatorun tipindən asılı olur. Emulsiya olunmuş neft damcılarının ölçüləri 1-200 mkm olur, onların əksəriyyətinin ölçüsü isə 50 mkm həddindədir.

Texnoloji normalara görə qranulyar kollektorlara malik neft və asılqan hissəciklərin miqdarı uyğun olaraq 0,001 və 0,0005 kq/m³-dan çox olmamalıdır. Keçmiş SSRI-nin qaz sənayesi nazirliyinin normalarına görə neft məhsullarının, mexaniki qarışıqların və Fe²⁺ ionunun miqdarı uyğun olaraq 0,01-0,25;0,01-0,03 və 0,003 kq/m³ həddində məhdudlaşdırılırdı.

Lakin, neftin nəqlə hazırlanması texnoloqiyasının rejimi pozulduqda və çökdürücülərdə fazalar ayrıcı səviyyəsi aşağı düşdükdə tullantı sularında neftin miqdarı 0,5 kq/m³ və daha çox olur.

Səthi-aktiv maddələrin (SAM) tullantı sularında miqdarı istifadə olunan reaqentlərdən-deemulqatorlardan və onların istifadə olunan miqdarından asılı olur. SAM iştiraki ilə oksidləşməyə biokimyəvi tələbat artır, neft-su sərhədində isə səhi gərilmə 0,02-0,025-dən 0,005-0,01 H/m-ə qədər azalır.

Layda təzyiqli sabit saxlamaq üçün həmçinin minerallaşmış yeraltı sular və dəniz suyu da istifadə olunur.

Layda təzyiqli sabit saxlamaq üçün istifadə olunan suyun kimyəvi tərkibi və korroziya aktivliyi arasında müəyyən əlaqə var.

H₂S, CO₂ və ya O₂ olmadıqda minerallaşmış su polad avadanlıqlara zəif korroziyatörədici təsirə malik olur. Suda oksigenin miqdarının artması korroziyanın sürətinin artmasına səbəb olur.

Neft yataqlarının laylarına su vurarkən çıxarılan lay suları tədricən duzdan təmizlənir, və bu zaman korroziya sürəti ekstremal xarakter daşıyır ki, bu da aqressiv aqentlərin (oksigen, xlor ionları) birgə təsiri və mühitin ümumi elektrik keçiriciliyi ilə əlaqədardır.

Deemulqatorlar yuma xassələrinə malik olduğundan avadanlığın səthindən neft, parafin, qətranlı çöküntüləri yuyur.

Bu şəraitlərdə korroziyaya uğrayan metal səthləri artır və korroziya daha sürətlə gedir.

Avadanlığın səthinin dağılmasına asılqan hissəciklərin təsiri onların miqdarı çox olduqda və axının sürəti böyük olduqda özünü göstərir.

Neft yataqlarının istismarının birinci mərhələsində su H₂S-ə malik olmadığı və hava ilə təmasda olmadığı səbəbindən avadanlığın korroziya sürəti böyük olmayıb 0,05 mm/il həddində olur. Tullantı sularının miqdarının artması və neftin fontan üsulu ilə çıxarılmasının mexanikləşdirmə üsuluna keçid nəticəsində ümumi qeyri bərabər korroziyanın sürəti 0,2-0,3 mm/il həddinə çatır.

Neft yataqlarının istismarının üçüncü, dördüncü mərhələlərində layın neft vermə imkanlarını artırmaq üçün ikinci çıxarma üsulu istifadə edildi-yindən məhsuldar horizontdan H₂S əmələ gəlsə avadanlıqların dağılması təhlükəli xarakter alır.

Boru kəmərlərində gum, gil, korroziya məhsulları çökməsi səbəbindən həmin sahələrə oksigen daxil olması çətinləşməsi hesabına yaranan aerasiya makroməsələləri nəticəməndə yerli korroziya zədələrinin əmələ gəlmə sürəti 0,2-5,0 mm/il həddinə çatır, qalınlığı 5-8 mm olan boru kəmərlərində 6-8 aydan sonra deşib keçən yaralar əmələ gəlir. Boru kəmərlərinin daxili səthlərinin elektrokimyəvi heterogenliyi və qaz maye axınının borunun en kəsiyi boyu fazf ayrılması lokal korroziya zədələrinin sayını artırır.

5.5.3. Layda təzyiqli sabit saxlama avadanlıqlarının korroziyadan dağılmasına nəzarət üsulları.

Layda təzyiqli sabit saxlama avadanlıqlarının korroziyadan dağılmalarına nəzarət avadanlığa vizual baxışla, nəzarət nümunələrin kütlələrinin azalması və səthin vəziyyəti ilə, laya vurulan suda dəmir ionlarının miqdarı ilə və xüsusi cihazların köməyi ilə aparılır.

Avadanlığın ümumi korroziya vəziyyətinə nəzarətin əsas üsulu dəmir ionlarının və inhibitorun miqdarının kimyəvi analizidir ki, bu da rübdə bir-dəfədən az olmadan aparılmalıdır.

Analiz nümunə götürülən gün aparılmalıdır, çünki nümunənin saxlama müddəti artdıqca dəmir ionlarının miqdarı azalır. Bu ona görə baş verir ki, suda olan dəmirin Fe²⁺ ionlarının duzları hidrolitik parçalanmaya məruz qalır və havanın oksigeni ilə oksidləşərək çöküntü şəklində çökdürü.

Nümunə uzun müddət saxlandıqda etibarlı nəticələr almaq üçün sü nümunələri pH-ı dördə bərabər olan asetat bufer məhlulların köməyi ilə stabilləşir (100 ml suya 3-5 ml bufer məhlul əlavə olunur).

Inhibitorların gətirilməsinə nəzarət inhibitorları yaradanın təklif etdikləri metodika əsasında aparılır. Inhibitorun mühafizə xassəsinin yüksək olduğunu avadanlıqlar və qurğuların uzun müddət istismarından sonra, inhibitor istifadəsindən əvvəl və sonra qəzaların sayının dəyişməsi əsasında müəyyən etmək olar.

Avadanlıqlara vizual nəzarət mütləq dövrülyü iş planına əsasən müəyyənləşdirilmiş kapital təmirlər zamanı həyata keçirilir. Plan təmirləri zamanı həmçinin obsat və nasos kompressor borularının daxili divarlarına nəzarət maqnit- kavernometriya və ya səpələnən qamma şüalanma ilə aparılır.

5.5.4. Layda təzyiqli sabit saxlama sistemi avadanlıqlarını korroziyadan dağılmadan müdafiə üsulları və onların tətbiq şəraitləri.

Layda təzyiqli sabit saxlama avadanlıqlarını korroziya səbəbindən dağılmalardan müdafiə üçün texnoloji tədbirlərdən başlamaq məqsədəuyğundur.

Sənaye tullantı sularını uducu horizontlara vurmaq üçün hazırlıq mərhələsi mexaniki təmizləmə qurğularında: nefttutucu-çökdürücülərdə, flotatorlarda, filtrlərdə aparılır. Neft tutucuları imkan verir ki, tullantı sularına neft və mexaniki qarışıqların miqdarı uyğun olaraq 100-150 və 50-100 mq/ℓ-ə, flotatorlarda 10-50 və 10-40 mq/ℓ-ə, içərisinə qum doldurulmuş filtrlərdə 2-10 mq/ℓ-ə, içərisi məsaməli keramika ilə doldurulmuş filtrlərdə isə faktiki olaraq sıfıra endirilir. Hidrogensulfidli və dəmirli suların ayrıca işlənməsi texnoloji tədbiri xüsusilə səmərəlidir, belə ki, tullantı sularının korroziya aqressivliyi təxminən 2 dəfə azalır. Neftin nəqlə hazırlanması qurğularında turş və qələvi tullantıların ayrılması və onların ayrıca bir kanalizasiya xətlərinə istiqamətlənməsi tullantı sularının korroziya aqressivliyini 2-3 dəfə azaltmağa imkan verir.

Tullantı sularını nəql etmə sistemlərinə oksigenin düşməsinə aradan qaldırmaq üçün yeni qurğular və nasos stansiyaları tikərkən və ya mövcud olanları yenidən qurarkən (rekonstruksiya edərkən) əlavə çökdürmə gölməçələrini, qum tutucuları və digər açıq tipli qurğuları qapalı çökdürücülərlə əvəz etmək məqsədə uyğundur.

Suda həll olmuş oksigenin miqdarının azaldılması onun deaerasiyası ilə də əldə oluna bilər. Neftçixarma sənayesində deaerasiya olunan suların həcmi böyük olduqda suyun deaerasiyasının qızdırılmadan, vakuum vasitəsi ilə aparılmasına üstünlük verilir və bu halda suda oksigenin həll olmuş miqdarı $0,05 \text{ q/m}^3$ həddində qalır. Suyun deaerasiyası ilə əldə olunan bu qatılıq kifayətdir ki, həmin suyu qapalı sistemdə hazırlanmış əsas su kütləsi ilə qarışdırdıqda alınan suda həll olmuş oksigenin ümumi miqdarı $0,5 \text{ q/m}^3$ -dən çox olmur.

Boruların daxili divarlarının mühafizəsi üçün lak-boya örtükləri daha geniş istifadə olunur. Bu məqsədlə istifadə olunan lak-boya materialları borunun daxili divarına çəkilərkən yaxşı texnoloji xassələrə malik olmalı, $60 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatura qədər mineral sularda kimyəvi davamlılığa malik olmalı, 10-15 il müddətində yüksək müdafiə qabiliyyətini saxlamalı və qiyməti aşağı olmalıdır. Bu örtüklərin quruma müddəti $18-23 \text{ }^\circ\text{C}$ -də 24 saat olmalıdır.

Çöl şəraitində quraşdırılmış boru kəmərinin daxili divarına örtük çərkəkən öncədən daxili divarın kimyəvi-mexaniki təmizlənməsi aparılır. Çirk metal tellərə malik iki probka vasitəsi ilə aparılır ki, onların da arasında xüsusi tərkibli yuyucu məhlul olur. Keçmiş SSRI-nin neft yataqlarında yuyucu məhlul kimi aşağıdakı tərkib istifadə olunurdu (kq/m³):

SAM (OP-7 və ya OP-10)	3
Karboksimetilsellüloza	3
Ortofosfat turşusu	50
Həllədiçi (uayt-spirit)	300
Xlorid turşusu	50

Layda təzyiçi sabit saxlama avadanlıqlarının daha geniş yayılmış müdafiə metodu inhibitorların tətbiqidir.

Hazırda nəql olunan və quyuya vurulan tullantı sularına inhibitorun verilməsi dövrü və fasiləsiz olaraq verilir.

Qeyd etmək istərdik ki, neft sənayesi üçün inhibitorların yaradılması və istifadəsi sahəsində bir neçə elmi tədqiqat institutunda geniş tədqiqat işləri aparılır. Azərbaycanda korroziya sahəsində elmi işlərin aparılması sahəsində ciddi araşdırmalar professor Anaxanın Xanlarovanın, professor İsrail Məmmədovun rəhbərliyi ilə aparılmışdır. AMEA-nın müxbir üzvü V.M. Abbasov 1978-ci ildən korroziya, duzçökmə, ərpəmələ gəlmə, parafinçökmə inhibitorlarının, inhibitor-bakterisidlərin, konservasiya mayələrinin yaradılması sahəsində tədqiqat işlərinə rəhbərlik edir. Onun ideyası və bir başa rəhbərliyi ilə yaradılmış VFIKS-82 və AZƏRI inhibitorlarının keçmiş SSRI-nin Neft Sənayesi Nazirliyinin dövlət komissiyası tərəfindən sənaye sınağı keçirilmiş və neft sənayesində istifadəsinə icazə verilmişdir. VFIKS-82 və AZƏRI inhibitorları çoxfunksiyalı olub, eyni vaxtda korroziyanın, duzçökmənin qarşısını alır və sulfatreduksiyaedici bakteriyaların həyat fəaliyyətini dayandırır. Bu inhibitorlar Azərbaycanın, Qərbi Sibirin, Ukraynanın, Türkmənistanın neft yataqlarında istifadə olunmuşdur və hazırda istifadə olunmaqdadır. 1988-ci ildə Başqırdıstanda bu inhibitorların istehsalı üzrə illik gücü 20000 ton olan sənaye qurğusu işə salınmışdır. Hər iki inhibitor neft mədənlərində çıxarılan məhsulların toplama yerinə nəqli sistemlərinin, layda təzyiçi sabit saxlama sistemlərinin yerüstü və yeraltı avadanlıqlarının korroziyadan mühafizəsi üçün istifadə olunur.

5.6. Neftin nəqlə hazırlanması avadanlıqlarının və qurğularının korroziyası və müdafiəsi

Neftin nəqlə hazırlanması qurğularında müxtəlif avadanlıqlar istifadə olunur: istilikdəyişdiricilər, nasoslar, dehidratorlar, tutumlar və s. Bunların arasında ən metaltutumlu və olduqca məsul olanlar sulu nefti ilkin çökdürmə, toplama və tullantı sularını çökdürmə, əmtəlik neftlərin və neft məhsullarının toplanması tutumlarıdır.

5.6.1. Neft tutumlarının qovşaqları üçün konstruksiya materiallarının xarakteristikası.

Çənlərin hazırlanması üçün ən geniş istifadə olunan poladlar möhkəmlik sinfinə görə C38/23 olan, B qrup adi keyfiyyətli, karbonlu poladdır. Bu məqsədlə möhkəmlik dərəcəsinə görə C46/33 sinfinə aid olan, az legirlənmiş, konstruksiya üçün keyfiyyətli polad, termiki möhkəmləndirilmiş, möhkəmlik dərəcəsinə görə C60/45, C70/60 və C85/75 siniflərinə aid olan tikinti poladları da istifadə olunur.

5.6.2. Neftin toplanması və nəqlə hazırlanması zamanı mühitin korroziya aqressivliyinin xarakteristikası.

Neftin nəqlə hazırlanması qurğularında xam neftdən əmtəlik neft alarkən bir neçə faza ayrılır: neft qazı (yanaşı qaz), qaz kondensatı, tullantı suyu. Bu fazaların, korroziya təsiri xarakterinə və intensivliyinə görə fərqlənir. Neftin susuzlaşdırılması və duzsuzlaşdırılması zamanı neftə daxil olan deemulqatorların təsiri ilə avadanlığın korroziyadan dağılma intensivliyi artır. Deemulqatorların təsiri ilə korroziyanın intensivləşməsi onların qüvvətli hidrofillaşdırıcı və yuma təsiri ilə əlaqədardır və nəticədə metal səthində nazik su təbəqəsi yaranır. Neftin nəqlə hazırlanması prosesində ayrılan fazaların korroziya aqressivliyi onların tərkibindən və digər faktorlardan asılıdır.

Neft qazı (yanaşı qaz). Neftdən ayrılan karbohidrogen qazı doymuş karbohidrogenlər qarışığından (metan, etan, propan, butan, pentan) ibarət olub korroziya törətmə baxımından təhlükəsizdir. Lakin, neft qazları da təbii qaz kimi çox vaxt H_2S , CO_2 -yə malik olur, neftin toplanması və nəqlə hazırlanması zamanı bu qaza oksigen də daxil ola bilər. Neft qazında olan su buxarlarının avadanlıqların və boru kəmərlərinin daxili divarlarına kondensləşməsi nəticəsində əmələ gələn nəm örtüyün də turş qazlar (H_2S , CO_2) həll olur. Bu halda korroziya prosesləri xüsusilə intensivləşir.

Qaz kondensatı. Dielektrik xassələrinə görə qaz kondensatı neftə yaxındır, lakin, H_2S , CO_2 , O_2 , H_2O onun tərkibində olduqda o, korroziya aktivliyinə malikdir. Neftdən fərqli olaraq o, müdafiə xassələrinə malik təbii komponentlərə malik deyil və odur ki, onun korroziya aktivliyi daha intensiv özünü göstərir.

Tullantı suları. Lay və tullantı suları yüksək elektrik keçiriciliyinə malik olur ki, bu da elektrokimyəvi korroziyanın intensiv getməsinə səbəb olur.

Sulfid və dəmir oksidləri çöküntüləri kimi əmələ gələn korroziya məhsulları yüksək abraziv təsirə malikdirlər və su axınında korroziyanı sürətləndirirlər.

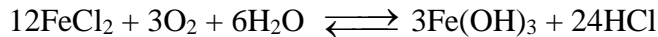
Tullantı sularının aqressivliyini artıran əsas faktorlardan biri də mühitin axma sürətidir.

Istilikdəyişdiricilərin korroziyası. Xam neftin nəqlə hazırlanmasının texnoloji sxeminə uyğun olaraq əvvəlcə onu qurğudan çıxan əmtəəlik neft ilə 30-40 °C-ə qədər qızdırırlar, sonra isə buxar istilikdəyişdiricilərində və ya alov sobalarında 60-70 °C-ə qədər. Xam nefti qızdırmaq üçün iki növ istilikdəyişdirici istifadə olunur: köynəkli boru və boru içərisində boru. Xam və əmtəəlik neft arasında istilik dəyişmə əks axın prinsipi ilə həyata keçirilir. Qızdırıcıların korroziyaya məruz qalma baxımından daha zəif yeri borular dəstəsidir. Onların xidmət müddəti 1,5-3 il təşkil edir ki, bu da əsasən istifadə olunan reagentin – deşulqatorun tipindən asılıdır.

Köynəkli borulu buxar istilikdəyişdiricilərində istilikdaşıyıcı kimi 10^6 Pa təzyiqli, temperaturu t 180 °C olan buxar istifadə olunur. Öz istiliyini verən buxar boru dəstələrinin səthində kondensləşir, kondensat isə borular boyu axaraq aparatın aşağı hissəsinə tökülür və xaricə çıxır. Korroziya yaralar tipində olduğundan borular 1-2 il ərzində sıradan çıxır. Buxar qızdırıcılarının sıradan çıxmasının əsas səbəbi buxarın kondensləşməsindən əmələ gələn sudur. Su buxarının aqressivliyi buxarın alındığı cod suyun kifayət qədər kimyəvi təmizlənməməsi ilə əlaqədardır.

Boru içərisində boru tipli istilikdəyişdiricilər hiss olunacaq korroziyaya uğrayır. Lakin bu boruların divarları qalın olduğundan onların dağılması köynəkli borulara nəzərən ləng gedir. Odlu sobalarda borular daha sürətlə dağılır və bu sobalarda kifayət qədər susuzlaşmamış, duzsuzlaşmamış və tərkibində H_2S olan neftləri qızdırdıqda bu proses bir qədər də sürətlənir.

Neft və suyu çökdürücü tutumlar. Suyu neftdən ayırmaq üçün tutumlara çoxsulu neftlərin ilkin çökdürmə tutumları və neftin nəqlə hazırlanması qurğularının çökdürücüləri və dehidratorlar aiddir. Bu avadanlıqlarda korroziya prosesinin getməsinin xarakterik xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, o, zəif qarışan ikifazlı neft-su sistemində gedir. Tutumların daxili səthlərinin korroziyasının dərəcəsi onun divarının nə ilə təmasda olmasından (neft, su-neft emulsiyası, lay suyu) asılıdır. Tərkibində H₂S olmayan nefti çökdürülən çökdürücülər az korroziyaya uğrayır və onların xidmət müddəti kifayət qədər böyükdür (15-20 il). Tərkibində H₂S olan neftləri və ya onların digər neftlərlə qarışığını çökdürücülərdə təmizləmə zamanı çökdürücünün daxili divarının korroziyası kəskin artır və 5-6 mm/ ilə çatır. Bu mühitlərin yüksək korroziya aqressivliyi həm də lay sularında olan Fe²⁺ ionları (yəni dəmirin duzları) ilə əlaqədardır. Lay suları duzsuz su ilə qarışdıqda duzsuz suda həll olmuş oksigen Fe²⁺ ionları ilə qarşılıqlı təsirdə olur və dəmir (III) hidrokسيد əmələ gəlir:



Dəmir (III) hidrokسيد praktiki olaraq suda həll olmur və çöküntü şəklində çökür. Kömürlü lay dəstələrinin tullantı suyunda H₂S olur ki, bu da dəmir sulfid çöküntüsü əmələ gətirir. Avadanlığın metallik səthinə nəzərən katod funksiyasını icra edən dəmir sulfidlərin əmələ gəlməsi çoxlu sayda qalvanik cütələrin yaranmasına səbəb olur ki, bunlar da qaynar mineral suların çökdürülməsi şəraitində aparatın divarlarının sürətlə nazikləşməsinə səbəb olur.

Dehidratorlarda elektrik sahəsinin və korroziya mühitinin təsiri ilə yalnız aparatın dibi və aparatın aşağı qovşağı hissə olunaçaq dağılmalara məruz qalır. Həmçinin yüksək gərginlik elektrodlarının birləşdiyi metallik asılqanlar da korroziyaya uğrayır. Dehidratorun duzsuzlaşmış və susuzlaşmış neftlə təmasda olan yuxarı hissəsi korroziya dağılmalarına məruz qalmır.

Neftin sudan ilkin ayrılması tutumlarının korroziya şəraiti də çökdürücülərin korroziyası ilə analojidir.

Tullantı sularının toplanması tutumlarında korroziya oksigenini tullantı sularına sərbəst daxil olması şəraitində gedir. Lakin, suda üzən neft təbəqəsi olduqda oksigenin suya sərbəst daxil olması çətinləşir. Amma, bu, o vaxt baş verir ki, neft təbəqəsi mühitin hərəkəti zamanı öz tamlığını və hava üçün keçilməzliyini saxlaya bilər. Əks halda oksigenin neftdə yüksək həll ola bilməsi ilə əlaqədar olaraq bu təbəqə tullantı suyuna oksigen ötürücü mənbəyə çevrilə bilər və korroziya prosesi sürətlənə bilər.

Nasosların korroziyası. Tullantı sularının nəqli üçün istifadə edilən mərkəzdənqaçma nasoslarının təmirlərarası iş müddəti duzsuz suları nəql edərkən olan iş müddətinə nəzərən kəskin azalır. Belə ki, duzsuz su vurarkən bu nasoslar 7500-10000 saat işlədikləri halda tullantı sularını vurarkən bu müddət 750-dən 2500 saata qədər olur. Nasoslarda hər şeydən əvvəl işçi çarxlar, istiqamətləndirici aparatlar, yüksüzləşdirici qurğuların detalları sıradan çıxır. İşçi çarxların kənar sahələri daha qüvvətli korroziyaya uğrayır, çünki həmin sahələrdə mayenin axma sürəti 58 m/saniyəyə çatır. Çarxların cırılmış kənarları sübut edir ki, sürətlə axan mayenin təsiri ilə metal oxalanıb tökülür. Yüksüzləşdirmə qurğusunun korroziyası fretting-korroziya səbəbindən çarxların toplarının yaxınlığında arxcıqlar əmələ gəldiyindən valın yerini dəyişməsinə və qəzalara gətirib çıxarır.

Nasosların aşağı iş qabiliyyəti əsasən iki səbəbdəndir: biri nasosların istismarının texnoloji qaydalarının pozulması, digəri isə əsas səbəb olub nəql olunan suyun aqressivliyidir. Birinci qrup səbəblərə nasosların işə salınma və dayandırılma rejimlərini aid etmək olar. Belə ki, nasos qəflətən dayandıqda maye axınının hidravlik xarakteristikası kəskin dəyişir, bu da tullantı sularının aqressiv təsirini artırır. Texnoloji və korroziya faktorlarının birgə təsiri təkə ümumi korroziyaya yox, həm də intensiv lokal korroziyaya səbəb olur və nasosun detalları və qovşaqları sıradan çıxır.

Neft çənlərinin korroziyası. Korroziyanın xarakterinə və sürətinə görə tutumları ərazilərə bölmək olar, qapaq və yuxarı kəmərlər (qaz-hava mühiti ilə əlaqədə olan), neft ilə dövrü və fasiləsiz olaraq islanan daxili divar; neftdən ayrılan, yüksək minerallıqlı lay (tullantı) suyu ilə təmasda olan dib və aşağı qurşaq. Daimi və ya uzun müddət neft ilə islanan hissə digər yerlərə nəzərən ən az korroziyaya uğrayır. Tutumun qaz hava mühiti ilə kontaktda olan və dövrü olaraq neft ilə islanan hissəsi daha çox korroziyaya məruz qalır. Tutumun bu hissəsinin intensiv lokal korroziyaya məruz qalması fasiləsiz mühitin (neft su) nazik təbəqəsinin yaranması və bu təbəqədə həll olmuş oksigenin olmasıdır. Əmələ gələn maye aşağı axaraq qarışır və metalı isladır. Nəmin nazik təbəqəsində oksigenin qatılığının artması korroziya sürətini intensivləşdirir.

Çənin gövdəsinin orta hissəsində lokal korroziya mərkəzlərinin yaranması metalın neft ilə qeyri bərabər, seçici islanması ilə əlaqədardır. Səth neft ilə islandıqda qətranlı maddələrin çökməsi baş verir ki, bu da çənin divarını qeyri-bərabər örtür və onu hidrofob edir. Tutumu dövrü olaraq boşaldarkən divar boyu axan kondensat ilk növbədə nazik neft təbəqəsini həll edir və yu-

yur, qətranlı birləşmələr isə daha uzun müddət qalır. Məhz bu qətranlı çöküntünün altında lokal korroziya inkişaf edir. Tutumun qapağı divarlara nəzərən demək olar ki, iki dəfə tez sıradan çıxır ki, bu da onun qalınlığının az olması, səthində karbohidrogenlərin və suyun daha intensiv kondensləşməsi və həmçinin tutumun yuxarı hissəsində hava oksigeninin qatılığının yüksək olması ilə əlaqədardır. Tutumların dibində bu proses ona görə intensivləşir ki, qeyri-bərabər qalınlıqlı çöküntü əmələ gəlir və onun altında lokal korroziya inkişaf edir.

5.6.3. Neftin nəqlə hazırlanması qurğularının korroziya vəziyyətinə nəzarət üsulları.

Avadanlıqların korroziya vəziyyətinə biri-birini tamamlayan bir neçə üsul ilə nəzarət etmək lazımdır. Ən əhəmiyyətli üsul vizual üsuldur ki, avadanlığın dağılma xarakterini, sonrakı istismar imkanını müəyyən etməyə və korroziyadan mühafizə üsullarını korrektə etməyə imkan verir. Lakin, avadanlıqlar yalnız təmirə dayandıqdan sonra daxili baxış keçirmək olar. Vizual metodla yanaşı cihazlarla ölçmə üsulları da istifadə olunur. Tutumlarda saxlanılan mühitdə H_2S olduqda avadanlığın metalının hidrogenləşməsinin dərəcəsini müəyyən etmək üçün hidrogen zondundan istifadə olunur. Avadanlıqların korroziya sürətini müəyyən etmək üçün işçi məhlullarda dəmir ionları miqdarı yoxlanılmalıdır. Lakin, nəzərə almaq lazımdır ki, bu analiz yalnız ümumi korroziya haqqında məlumat verir və lokal korroziyanı müəyyən etməyə imkan yaratmır.

5.7. Qazın hazırlanması avadanlıqlarının və qurğularının korroziyası və müdafiəsi

5.7.1. Qazın hazırlanması avadanlıqlarının və qurğular üçün konstruksiya materialların xarakteristikası.

Qaz hazırlanması qurğularındakı texnoloji avadanlıqlar istifadə olunan texnoloqiyadan asılı olaraq müxtəlif ayrı-ayrı qablar (separatorlar, desorberlər, reqenerasiya kolonaları və s.) daxildir ki, onlar da biri-biri ilə bloklar arası boru kəmərləri təmzilməyici aparatlar ilə əlaqələndirilir. Tərkibində H_2S olan qazların hazırlanması qurğularının avadanlıqlarının əksəriyyəti azlegerlənmiş, azkarbonlu polad 20 tipli poladlardan hazırlanır. Bu tip poladlar plastikdir, yaxşı qaynaq olur, qaynaqdan sonrakı qərqinliyi yüksək olmur. Aza-

cıq yük və təzyiq altında olan və az məsul detalları hazırlamaq üçün polad 10 və ya polad 10sp istifadə olunur. Tərkibində H_2S olan qazlar şəraitində işlədiləcək polad 20 keyfiyyətə yüksək tələbkarlıqla və TU 14-3-460-75-ə uyğun olaraq hazırlanır. Polad 20-nin bazasında alüminium və serium əlavə etməklə analogi mexaniki xassələrə malik, amma termiki təsirə daha həssas, hidrogen sulfid çatlarına daha davamlı 29 ÖÇ markalı polad işlənilib hazırlanmışdır. Bu polad TU 14-1551-75-ə uyğun olaraq buraxılır. Daha yüksək möhkəmlik kateqoriyasına malik qablar və boru kəmərləri üçün 09XQ2NABÇ (TU 14-1-26-35-79) poladı istifadə olunması məqsədə uyğun sayılır.

Dünyanın aparıcı ölkələrində analogi avadanlıqlar üçün həmçinin azlegerlənmiş, azkarbonlu poladlar istifadə olunur. Məsələn, Fransada «Dlinal 50/26 AT», «Dlinal 40/29 AT» tipli polad markaları istifadə olunur ki, onlarda manqanın miqdarı 1-dən 1,5 %-ə qədər olur və bu səbəbdən də möhkəmlik kateqoriyası $\sigma_{0,2} \geq 240$ MPa-dan $\sigma_{0,2} \geq 320$ MPa-ya qədər artır.

Tərkibində CO_2 olan qazların hazırlanması qurğularında əsasən 15X5M tipli poladlar və daha böyük məsuliyyətli detallar üçün tərkibində xromun miqdarı çox olan X8Ş, X9M və s. poladlar istifadə olunur.

Tərkibində eyni zamanda H_2S və CO_2 olan qazları istifadəyə hazırlamaq üçün qurğular korroziyaya davamlılıq səviyyəsində, xromnikel poladlarından ha-zırılmalıdır. Reqenerasiya kolonları, desorberlər, adsorberlər üçün 12X18H19T poladı (oksidləşdirici mühitlərdə davamlı) və 10X17H13M2T (10X17H13M3T) poladları (oksidləşdirici-reduksiyaedici mühitlərdə davamlı) istifadə olunur.

Hidrogen sulfid çatlarına davamlı bərkidici elementlər azlegerlənmiş 30, 30XMA, 25X1MFŞ, 20X1M1F1TR (QOST 20072-76) və 35XMFA (TU14-1-195-73) azkarbonlu və optimal termiki işləmədən keçmiş poladdan hazırlanır.

5.7.2. Qazın nəqlə hazırlanması qurğularında mühitlərin korroziya aqressivliklərinin xarakteristikası.

H_2S , CO_2 və digər aqressiv komponentlərin iştirak etdiyi qazları qurulmadan nəql etmək məqsədə uyğun deyil. Belə ki, bu qarışıqlar yüksək korroziya aqressivliyinə malik olur və uyğun olaraq istismar olunan avadanlıqların və boru kəmərlərinin etibarlılığı kəskin azalır. Odur ki, qazın nəqlə hazırlanması üçün ən sadə variantda qaz qurudulur və daha mürəkkəb variantda isə təmizlənir.

Aşağı temperaturlu separasiya ilə qurutma zamanı üç faza əmələ gəlir, qurudulmuş qaz, karbohidrogen kondensat və su fazası. Ən çox korroziya aktivliyinə su fazası malikdir, qurudulma dərəcəsiindən asılı olaraq daha az korroziya aktivliyinə qaz fazası malikdir və tərkibindəki nəmədən asılı olaraq ən zəif korroziya aktivliyinə karbohidrogen kondensatı fazası malikdir.

Qaz dietilenqlikol (DEQ) ilə daha yaxşı qurudulur. DEQ qatı şəkildə istifadə olunur və o, nəm ilə doyduqda onun məhlulda qatılığı 60-70% olur. Belə qatılıqdan sonra o, yüksək temperaturda regenerasiya olur. temperatur artdıqca DEQ məhlulunun korroziya aqressivliyi artır və 100-120 °C-ə bərabər olan qaynama temperaturda maksimuma çatır, sonra isə azalır. Bu zaman DEQ məhlulunun buxar fazasında korroziya sürəti maye fazadakından yüksək olur ki, bu da onunla əlaqədardır ki, DEQ-in oksidləşməsi zamanı əmələ gələn asan uçucu üzvi turşular buxar fazaya keçir. Quyuların minerallaşma suyunun DEQ-ə keçməsi zamanı ona daxil olan duzlar regenerasiya zamanı DEQ məhlulunun korroziya aktivliyinin kəskin artırır.

Təbii qazı H₂S-dən təmizləmək üçün monoetanolamin (MEA), dietanolamin (DEA) və trietanolamin (TEA) istifadə olunur. Onlar suda yaxşı həll olurlar və odur ki, onları sulu məhlullar şəklində istifadə edirlər. 40-80 °C temperaturda onlar H₂S-i yaxşı udurlar, 110-140 °C-də isə onun ayırırlar. Qazı turş komponentlərdən təmizləmək üçün ən çox MEA və DEA istifadə olunur. Bu məhlulların pH-ı 12,7 olur və onlar özü-özlüyündə aqressiv deyillər. Korroziya aqressivliyi turş komponentlər və temperatur artdıqca və uyğun olaraq pH aşağı düşdükcə artır. Karbonlu və paslanmayan poladların xüsusən də qaynaq yerində daha qüvvətli korroziyası 100 °C-ə yaxın temperaturda müşahidə olunur. Etanolamin məhlullarında təmiz H₂S-in olması onların korroziya aktivliyini CO₂ ilə olan hala nəzərən aşağı edir. Bu zaman etanolamin məhlullarında turş qazların miqdarı 1 mol aminə nəzərən 0,3-0,4 mol olmalıdır, xüsusəndə karbonlu poladlardan tikilmiş avadanlıqlar istifadə edildikdə turş komponentlərin miqdarının artması etanolamin məhlullarının ifrat doymasına, onların ayrılmasına və uyğun olaraq korroziya proseslərinin kəskin artmasına səbəb ola bilər.

Hazırda 5-6 il müddətində tərkibində 1 %-ə yaxın H₂S olan regenerasiya olunmuş etanolamin məhlulu ilə təmasda olan avadanlıqlarda hidrogen sulfid çatlarının əmələ gəlməsi müşahidə olunur. Bu regenerasiya olunmuş məhlulların yüksək korroziya aqressivliyinə malik olduğunu göstərir.

Təbii qazların nəqlə hazırlanması qurğularında tullantı suları çox yüksək korroziya aqressivliyinə malik ola bilər. Onlar bir qayda olaraq minerallaşmış su olub qazın hazırlanmasının texnoloji xəttində rast gəlinən bütün komponentlərə malikdirlər. Tullantı sularının tərkibi sabit deyil və geniş intervalda dəyişə bilər. Ən böyük təhlükə ondan ibarətdir ki, belə tullantı sularında lokal korroziya prosesləri intensivləşir.

5.7.3. Qazın nəqlə hazırlama avadanlıqlarının və qurğularının korroziyadan dağılmasına nəzarət üsulları.

Qazların nəqlə hazırlanması qurğularının korroziya vəziyyətinə nəzarət qurğunun yığılması anından başlayır. Çox ciddi tələb olunur ki, avadanlıqlar ən kiçik kənara çıxmalar belə olmadan lahiyəyə uyğun olaraq yığılsın.

Qurğunun istismarı zamanı daimi olaraq xəbərdarlıq zondlarına nəzarət edilir. Bununla yanaşı dövrü nəzarətdə aparılır. Ayda 1-2 dəfədən az olmayaraq inhibitorun miqdarını, maye fazalarda dəmir ionlarının miqdarını və məhlulların pH-nı yoxlamaq üçün texnoloji xətdən nümunə götürülür.

Inhibitorların qatılıqlarına nəzarət onları işləyib hazırlayanların təklif etdiyi metodika üzrə yoxlayırlar.

Əksər H₂S korroziya inhibitorları Kaspi-2, Kaspi-4, I-25-D, I-25-DM, IFXANQAZ-1, Donbas-1 və s azot atomu saxlayan funksional qruplara malikdir.

Korroziyanın ümumi və lokal növlərinə elektrik müqaviməti zondları ilə ayda 2-dəfədən az olmayaraq nəzarət edilir. Bu məqsədlə şahid-nümunələr (ildə bir dəfə), ultrasəs və ya başqa defetoskop ilə nəzarət aparılır. Hidrogen sulfid çatlarının əmələ gəlməsinə nəzarət dolayı yolla, hidrogen zondunun hidrogen keçmə dərəcəsi ilə, birinci mərhələdə (il ərzində) həftədə bir dəfə, sonralar rübdə 1 dəfə, amma gərginlikdə olan nümunələr üçün isə ildə bir dəfə aparılır.

Təmir işləri apararkən metal nümunələrinin kəsilməsi və onların vəziyyətinin tam analizinin aparılması vacibdir. Bundan başqa dövrü olaraq qurğunun xaricinə vizual baxış keçirilir və ildə bir dəfədən az olmayaraq qabların daxili baxışı keçirilir.

Flans birləşmələrindən hidrogen sulfid qazının sızması bərkidici elementlərin hidrogen sulfid çatlarına səbəb ola bilər.

5.7.4. Qazın nəqlə hazırlanması qurğularının korroziyadan müdafiəsi üsulları və onların tətbiq şəraitləri.

Qazın nəqlə hazırlanması avadanlıqlarının korroziyadan müdafiəsi materialın düzgün seçilməsindən başlayır. Hidrogensulfid çatlarının əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün tərkibində H_2S olan qazı nəqlə hazırlama qurğularını az karbonlu, plastik 20, 20 ÖÇ, 30 XM və s. poladlardan hazırlamaq daha məqsədə uyğundur.

Təmiz karbonat turşusu korroziyası baş verməmək üçün 15X5M, 08X13 markalı, xromlu poladların istifadəsi məqsədəuyğundur. Hətta az miqdarda H_2S -in iştirakı xromlu poladların istifadəsini mümkünsüz edir. Bu şəraitlərdə kifayət qədər davamlı olanlar 12X18H10T və 10X17H13M2T markalı poladlardır.

Bahalı yüksək legirlənmiş poladların istifadəsi iqtisadi cəhətdən əlverişli olmadıqda azkarbonlu, azleqirlənmiş poladlar istifadə olunur. Amma, hidrogen sulfid çatları əmələ gəlməməsi üçün bu poladlar metalın məhdud möhkəmliyində (HRC 22-dən çox olmayaraq) istifadə olunur. Bu məhdudiyyət həmçinin qaynaq birləşdirici metala da aiddir. Bundan başqa bütün qaynaq birləşmələri qaynaqdan sonra işləməyə məruz qalmalıdır. Qalıq qaynaq gərginliyinin aradan qaldırılmasının ən geniş yayılmış üsulu qaynaq birləşməsinin termiki işlənməsidir. Belə ki, 20 markalı poladlar tipində azkarbonlu poladların termiki işlənmə şəraiti aşağıdakı kimidir: 620-660 °C-ə qədər qızdırma, qızdırıldıqdan sonra həmin temperaturda 1 saat saxlama; qızdırma sürəti 250-300 °C/saat olmalıdır; soyutma soba ilə birlikdə 300 °C-ə qədər. Yalnız birləşən yerin diametri 114 mm-dən az olduqda və divarın qalınlığı 6 mm-dən az olmadıqda rejim sadələşə bilər: qızdırma sürəti 600 °C-ə qədər, temperatur rejimində saxlama müddəti 0,5 saat və soyutma rejiminə məhdudiyyət qoyulmur.

Korroziya sürətinin intensivliyinə texnoloji avadanlıqların konstruksiyaya icrasının düzgünlüyü də əsaslı təsir edir. Burada mühafizə tədbirlərinə işçi gərginliyinin yol verilən səviyyəsinin aşağı salınması, durğunluq bölgələrinin maksimum aradan galdırılması, müxtəlif növlü metalların kontaktının aradan qaldırılması aid edilə bilər. Qazın nəqlə hazırlanması qurğuları üçün metallik və qeyri-metallik örtüklər, o cümlədən kadmiyum, alüminium, nixrom, epoksid və epoksid-bakelit örtükləri istifadə olunur.

Korroziyaya qarşı qeyd olunan tədbirlər oldıqca əhəmiyyətlidir, amma texnoloji avadanlıqların etibarlı istismarı üçün kifayət deyil. Qaynaq zamanı qalıq qaynaq gərginliyi və qaynaq tikişlərində defektlər qalır ki, onları

da tam aradan qaldırmaq olmur. Həmçinin konstruktiv qüsurları da tam aradan qaldırmaq və texnoloji avadanlığın daxili səthinə universal, mütləq qüsursuz örtük çəkmək mümkün deyil. Odur ki, istismar etibarlığını artırmaq üçün inhibitor müdafiəsi istifadə olunur.

Ümumi paylaşmaya əsasən inhibitorlarının təsirinin qiymətləndirilməsi üsulu aşağıdakıkindən ibarətdir. Elektrolitdə metalın korroziya sürəti korroziya cərəyanının qiyməti ilə müəyyən edilir.

Korroziya mühitinə inhibitorların əlavə olunması paylaşdırıcı cərəyanın gücünün artması ilə metalların elektrod potensiallarının hiss olunacaq dərəcədə yerini dəyişməsinə səbəb olur.

Keyfiyyətə və miqdarca inhibitorların qiymətləndirilməsi üsulu sabit potensialda polyarlaşan cərəyanın dəyişməsinin potensiostatik müəyyən olunmasından ibarətdir. Səthi təmizlənmiş və cilalanmış səthinin sahəsi 0,5 sm² olan elektrod ayrı ayrı anod və katod fəzası olan yuvaya (yaçeyka) yerləşdirilir. Elektroda potensial verilir və sabit saxlanılır. Verilmiş potensialda katod (anod) cərəyanının sabit qiyməti yarandıqdan sonra yuvanın korroziya aktivlikli məhluluna inhibitor verilir və polyarlaşdırıcı cərəyanın sıxlığının dəyişməsi qeyd edilir.

Korroziya mühitinə verilən müxtəlif qatılıqlarda inhibitor cərəyanının sıxlığını azaldır. Elektrodun səthinə inhibitorun yaxşı adsorbsiyasını polyarlaşdırıcı cərəyanın azalması dərəcəsi göstərir.

Elektrokimyəvi reaksiyasının kinetikasına inhibitorların təsiri həmçinin potensiostatik rejimdə müəyyən edilir. Bunun üçün anod və katod polyarlaşma əyrləri çəkilir. Konkret inhibitorların elektrokimyəvi reaksiyaların kinetikasına necə təsir etməsindən və onu hansı dərəcədə lənqitməsindən asılı olaraq onları anod, katod və ya qarışıq tip inhibitorlara ayırırlar.

Sonra inhibitorlar texnoloji xassələrin yoxlanılması sınağından keçir. Bunlara özüllüyün ölçülməsi, həll olmanın yoxlanılması, karbohidrogen-su sistemində emulsiya əmələgəlməyə təsir, köpükəmələgəlməyə təsir aiddir. Korroziya inhibitorlarının özüllükləri QOST 10028-81-ə uyğun olaraq təyin edilir (20 °C, 0 °C mənfi 30 °C temperaturda). Onun qiyməti uyğun olaraq 3,5 və 70 Pa·saniyə olmalıdır. Bununla yanaşı donma temperaturu mənfi 20 °C-dən mənfi 40 °C-ə qədər intervalda, sərt şimal rayonları üçün isə mənfi 50 °C-ə yaxın olmalıdır (Rusiya Federasiyası üçün).

Həll olma qabiliyyətlərinin tədqiqi həlledicinin seçilməsindən başlayır. Həlledici kimi asan tapılan və ehtiyatı çox olan karbohidrogenlər qarışıqından (neft, qaz kondensatı, solyar yağı), spirtlər və s. istifadə olunur.

Mütləq olaraq məcburi qaydada inhibitorun su və onun digər həlledicilərlə qarışığında həllolması yoxlanılır. Həll olma tutumu 100 ml olan ölçü silindrində yoxlanılır.

Həlledicilərdə yaxşı həll olan və onların su ilə qarışıqlarında həll olmayan inhibitorlar sonuncularda yaxşı emulsiya əmələ gətirir. Məhlullar və emulsiyalar geniş temperatur intervalında stabil olmalıdırlar.

Inhibitor məhlullarının hazırlanma və istifadə zamanı davamlılığı həmin ərazinin maksimum temperatur hədləri daxilində vizual olaraq yoxlanılır. Əgər məhlul 7-10 sutka ərzində fazalara ayrılmasa davamlı hesab edilir.

Qazın nəqlə hazırlanması qurğularında maye və qaz fazasının sepa-siyalı ayrılması və karbohidrogen-su qarışığından karbohidrogen hissəsinin ayrılması baş verir. Inhibitor karbohidrogen-su qarışığının ayrılma müddətini hiss olunacaq dərəcədə artırmamalı və karbohidrogen kondensatın itkisinə səbəb olmalıdır.

Inhibitorun emulsiya əmələ gətirməyə təsirini yoxlamaq üçün qarışdırıcı olan qabdan (mikser tipində) istifadə olunur. Karbohidrogen-su (1:1) qarışığına korroziyadan kifayət qədər müdafiəni təmin edə bilən miqdarda inhibitor məhlulu əlavə olunur, intensiv qarışdırılır, sonra qarışığın tam təbə-qələşməsinə lazım olan vaxt qeyd olunur.

Qazların qurudulması və kükürddən təmizləmə qurğularının işçi məhluluna korroziya inhibitorları düşdükdə onların köpüklənməsinə səbəb ola bilər ki, bu da qurğuların iş rejimini pozur və onun qaza nəzərən istehsal gücünü azaldır.

Inhibitorların köpükləndirici xassələrinin tədqiqi barbotaj tipli kolonkada aparılır. Kolona işçi məhlul tökülür və ondan müxtəlif xətti sürətlə hava buraxılır. İşçi məhlul kimi bir qayda olaraq kükürddən təmizləmə və qurudulma üçün nəzərdə tutulan ilkin məhlul istifadə olunur. Istismar şəraitində inhibitorun qazın nəqlə hazırlanması sistemində tədricən toplana bildiyini nəzərə alaraq inhibitorların köpükləndirici xassələri onların qatılıqları 1-10 q/l olduqda aparılır.

Qazı nəqlə hazırlama qurğularının giriş xətləri adətən qaz çıxarma avadanlıqlarının mühafizəsi üçün nəzərdə tutulmuş inhibitorlarla mühafizə olunur və burada əlavə inhibitorun verilməsi yalnız korroziya proseslərinin aktivləşdiyi müşahidə olunduqda nəzərdə tutulur.

Bir qayda olaraq inhibitor məhlulu qazın nəqlə hazırlanması qurğularının texnoloji xassələrinə birinci pillə separatorlardan sonra, fasiləsiz və çıxış xətlərinə dövrü olaraq verilir. Bundan başqa qazın nəqlə hazırlanması qur-

ğularında inhibitorla müdafiənin digər spesifik üsulları da istifadə olunur. Məsələn, ildə 1-2 dəfə aparatlar və tutumlar texnoloji xətdən ayrıldıqdan (qazın nəqli müvəqqəti dayandırılır) və təzyiqli aradan qaldırıldıqdan sonra onlar inhibitor məhlulu ilə doldurulur və bir saat müddətində saxlanılır ki, davamlı mühafizə təbəqəsi yaransın və bundan sonra inhibitor məhlulu boşalır.

Tullantı sular ilə təmasda olan avadanlıqları müdafiə etmək üçün sistemə suda həll olan inhibitor məhlulu fasiləsiz verilir.

5.8. Mədən neft və qaz kəmərlərinin korroziyası və müdafiəsi

5.8.1. Mədən neft və qaz kəmərləri üçün konstruksiya materiallarının xarakteristikası.

Mədən qaz kəmərlərinə qazın və karbohidrogen kondensatın toplanması üçün boru kəmərləri, qaz emalı zavodu olduqda isə, təmizlənməmiş qazı nəqlə hazırlayan qurğudan qaz emalı zavoduna nəql edən boru kəməri aiddir. Tərkibində H_2S olan qazların nəqli üçün şleyf boru kəmərləri və karbohidrogen kondensatı üçün boru kəmərləri 20, 20ÖÇ, 09XQ2NABC markalı poladlardan çəkilir.

Tərkibində CO_2 olan təmizlənməmiş təbii qaz (və ya yanaşı qaz) kifayət qədər qurudulduqdan sonra, adi korroziyaya davamlı olmayan boru kəməri ilə də nəql oluna bilər. Qazın tərkibində nəm olduqda nəql olunan borular tərkibində xrom olan, korroziyaya davamlı poladlardan hazırlanmalıdır.

Tərkibində H_2S olan təbii qazı (və ya yanaşı qazı) hətta qurudulduqdan sonra da korroziyaya davamlı olmayan boru ilə nəql etmək məsləhət bilinmir. Bu onunla əlaqədar ki, texnoloji rejimdən hətta kiçik bir kənara çıxma olduqda boru kəmərinə az da olsa nəmin düşməsinə səbəb olur və qısa müddətdə boru materialının hidrogen sulfid çatlarının əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu hadisəyə qaynaq tikişləri, daha doğrusu qaynaq tikişlərinin ərimə sahələri daha çox məruz qalır. Bu, onunla əlaqədardır ki, maksimum qalıq dartıcı qaynaq gərginliyi və metalın daha çox arzu olunmayan strukturu məhz həmin ərazidə olur. Uyğun olaraq iki növ borudan – tikişsiz, isti tökülmüş və qaynaqlı borulardan birinci korroziyaya qarşı daha davamlı olur. Tikişsiz isti tökülmüş borular öz hazırlanma spesefikliyinə görə qeyri-metallik əlavələrin düşməsi baxımdan az defektlərə malik olur ki, bu da onların hidrogen çatlarına davamlılığına olduqca əlverişli təsir göstərir. Bu halda boru-

ların materialının keyfiyyətinə tələblər şleyf borularının materialının keyfiyyətinə analojidir. Təmizlənmiş təbii qazların nəqli üçün nəzərdə tutulmuş borular üçün ən çox istifadə olunan material TU 14-3-460-75-ə uyğun gələn polad 20-dir. Bu sinif boruların möhkəmlik katoqoriyası şleyf boruları üçün olduğu üsulla artırılır. Bununla belə, paralel olaraq qaynaq birləşmələrin hidrogen-sulfid çatlarına qarşı davamlılığını artırmaq üçün hökmən əlavə tədbirlər görülür. Mədən neft kəmərləri karbonlu, azlegirlənmiş poladlardan hazırlanır və zavodda hazırlandığı vəziyyətdə, ya da sonrakı termiki işləmədən sonra hazırlanmış borulardan çəkilir. Boruları hazırlamaq üçün bir qayda olaraq BC_T3, BC_T4, BC_T5, BC_T6, 15, 20 və 25 poladları istifadə olunur.

5.8.2. Mədən neft və qaz kəmərlərinə təsir edən aqressiv mühitlərin korroziya xarakteristikası.

Neft korroziya aktivliyinə malik mühit deyil. Amma az miqdarda da (1-5%) suyun nəql olunan neftdə olması onun korroziya aqressivliyini hiss olunacaq dərəcədə artırır. Neftdə olan suda duzların və hər şeydən əvvəl Cl⁻ ionlarının, CO₂-nin, O₂, H₂S-in olması uyğun ardıcılıqla onun aqressivliyini artırır. Qazda olan su çox vaxt sadalanan komponentlərin bir neçəsinə və ya hamısına malik olur. Bundan başqa məhsulların axma sürətlərinin ən çox rast gələn qiyməti 1m/saniyəyə yaxındır. Belə sürətlərdə neft nəql edən boru kəmərlərində axının təbəqələşmiş rejimi müşahidə olunur. Neft boru kəmərinin alt hissəsində su, yuxarı hissəsində neft fazası axır. Əgər məhsulda yanaşı qazlar da varsa axın üçfazlı rejimdə gedir və borunun daxilinin ən üst hissəsində qaz fazası axır. Belə nəqletmə rejimində borunun aşağı hissəsində əmələ gələn təbəqədə mexaniki əlavələrin və korroziya məhsullarının əmələ gəlməsi qaçılmazdır. Uyğun olaraq maksimum korroziya sürəti borunun aşağı hissəsində müşahidə olunur (korroziya zədələnmələrinin 90 %-ə qədər). Bu zədələnmələr boru kəmərinin diametrindən asılı olaraq, uzununa arxıcıqlar şəklində, eni 10-60 mm və uzunluğu 2-20 m olmaqla və müxtəlif dərinlikdə əmələ gəlir.

Neft boru kəmərlərinin korroziya səbəbindən dağılmaları əsasən aşağı yerlərdə, yüksəklik sahələrində və durğunluq zonalarında əmələ gəlir. Konkret şəraitlərdən asılı olaraq korroziya sürəti 0,5-dən 12 mm/ilə qədər dəyişə bilər.

Xam təbii qazda korroziya aqressivliyinə malik komponentlər olduqda maksimum korroziya aqressivliyinə malik olur. Onun korroziya aqressivliyi CO₂-nin, H₂S-in, mineralaşmış suyun olmasından, parsial və işçi təzyiqdən, temperaturdan asılıdır.

Bundan başqa, şleyf borusu ilə nəql olunan məhsulların korroziya aktivliyinə qaz-maye axınının axma rejimi də əsaslı təsir edə bilər. Qazda karbohidrogen kondensat olduqda qazın nəqlinin dövrəvi rejimi daha əlverişlidir.

Nəql məhsullarının aqressivliyi nəmli karbohidrogen kondensatının aqressivliyi ilə müəyyən olunur. Nəmli karbohidrogen kondensatının korroziya aqressivliyi turş komponentlərə malik su və su-buxar fazalarının aqressivliyinə nəzərən az təhlükəlidir. Uyğun olaraq, karbohidrogen kondensatını nəql edən boru kəmərinə də dövrəvi rejimdə istismar etmək daha məqsədə uyğundur.

Təmizlənmiş qazın nəqli üzrə boru kəmərlərinin məhsullarının korroziya aqressivliyi temperatur, qazın işçi təzyiqi ilə yanaşı nisbi nəmliyə malik turş komponentlərin parsial təzyiqləri ilə də müəyyən olunur. Optimal rejimlərdən kənar çıxımlar və ya zaman keçdikcə suyun miqdarının icazə verilən normadan artıq olması nəticəsində nəql olunan məhsulların aqressivliyi arta bilər. Boru kəmərinə nəmliyin olmasını mütləq olaraq arada qaldırıldıqda tərkibində CO_2 və H_2S olan təbii və ya yanaşı qaz minimum korroziya aktivliyinə malik olur.

Boru kəmərlərinin yeraltı korroziyası boru kəmərinin sıradan çıxmasının əsas səbəbidir. Yer altı korroziya torpaq korroziyasına, azmış cərəyanın təsiri ilə korroziyaya və biokorroziyaya ayrılmaqla fərqləndirilir.

Torpaq korroziyası. Korroziya təsirinin intensivliyini müəyyən edən əsas faktorlar torpaq qatının xarakteristikası və boru kəmərinin istismarının texnoloji parametrləridir. Torpaq qatının aqressivliyi bir çox faktorlardan asılıdır: strukturdan və qranulometrik tərkibdən, nəmlikdən, lay sularının minerallığından, pH-dan, qaz fazasının tərkibindən və aerasiya şəraitindən.

Keçmiş SSRI-nin avropa hissəsinin şimal rayonları və Sibirin torpaq qatı az korroziya aqressivliyinə malik laylara aid edilir və bu torpaq laylarında boru kəmərləri poladlarının korroziyası bərabər olaraq 0,05-0,1 mm/il sürətlə gedir. Qeyri-qaratorpaq bölgələrin torpaq layında poladların korroziyası 0,3-0,4 mm/il-dən çox olmur. Ukrainada və Şimali Qafqazın vilayətlərində torpaq korroziyası qeyri-bərabər və 1 mm/il-ə yaxın sürətlə gedir.

Orta Asiyada havanın yüksək orta illik temperaturu, atmosfer yağıntılarının az olması şəraitində torpaq layının temperaturu və nəmliyi dərinlik boyu əsaslı olaraq fərqlənir və layın özü yüksək duzlaşmış olur. Belə şəraitlərdə korroziya olduqca qeyri-bərabər gedir və dərin kovernalər əmələ gəlir. Korroziya sürəti 2-2,5 mm/il təşkil edir və bəzi hallarda 5 mm/il-ə çatır.

Torpaq qatı mürəkkəb heterogen sistemdir. Hər üç faza (bərk, maye və qaz) qeyri bircinsdir. Torpaq qatının xüsusi elektrik müqaviməti bir başa korroziya prosesinə təsir edən faktorlardan, məsələn, torpağın minerallığından, nəmliyindən və s. asılı olur. Xüsusi elektrik müqaviməti inteqral kəmiyyət olub, kifayət qədər böyük həcmdə torpaq təbəqəsinə uyğun gəlir, odur ki, xüsusi elektrik müqavimətinin ölçülən qiyməti orta qiymətdir və korroziyadan qəzaların ehtimallarını xarakterizə edə bilər. Korroziyadan qəzaların sayı və xüsusi elektrik müqaviməti arasında (duzlu torpaqlar üçün) kifayət qədər sıx əlaqə var: xüsusi elektrik müqaviməti nə qədər az olursa, korroziyadan qəzaların sayı da bir o qədər çox olur.

Torpaq təbəqələrinin korroziya aktivliyi sabit olmayan kəmiyyətdir. Korroziya şəraitinin dəyişməsinə daha çox təsir edən faktorlar texnogen faktorlardır. Bir qayda olaraq bu faktorların fəaliyyəti korroziya vəziyyətini gərginləşdirməyə yönəlib. Belə ki, mineral gübrələrin, herbisidlərin istifadəsi, lay sularının qənaətsiz utilləşdirilməsi lay sularının minerallığını artırır. Tez-tez belə hallar rast gəlir ki, az korroziya aktivliyinə malik torpaq qatı ona lay suları düşməsi hesabına yüksək korroziya aktivliyinə malik olur və bu halda korroziya sürəti 1 mm/il-ə qədər artır.

Torpaq qatında korroziya şəraitinə hidromeliorasiya işləri böyük təsir göstərir. Bu hal ilə xüsusən quraqlıq ərazilərdə tez-tez rast gəlinir. Belə ki, bu ərazilərdə torpaq qatı mineral duzlarla daha zəngindir. Belə torpaq təbəqələrinin nəmliyinin artması onların aqressivliyini kəskin artırır.

Korroziya sürətinə temperaturun təsiri. Temperaturu 20 °C-dən 80 °C-ə qədər atırdıqda korroziya sürəti 2,5-3 dəfə artır. Korroziyadan qəzaların statistikasını göstərir ki, kompressor stansiyalarından (KS) başlayan ilk beş kilometrə korroziya qəzaları KS-dən 100 km aralıda olan boru hissəsində olan qəzalara nəzərən 20 dəfədən çoxdur. KS-dən çıxışın ilk kilometrində korroziya qəzalarının çox olması onunla izah olunur ki, KS-dən çıxışda qazın temperaturu girişə nəzərən 25-30 °C çox olur. Torpaq qatının nəmliyi az olduqca istiliyin borudan torpağa keçməsi hesabına nəmin yerdəyişməsi baş verir, bu halda elektrod ətrafı sahə susuzlaşır ki, bu da korroziya sürətini ləngidir. Nəmlikdən asılı olaraq maksimum korroziya təsiri 85-95 °C həddində baş verir.

Makrokorroziya cütləri metal qurğularda metalların qeyri-bircinsliyi, ətraf mühitdəki və ya istismar şəraitindəki fərqlər hesabına yaranan elektrod potensialları fərqi səbəbindən əmələ gəlir. Makrokorroziya cütləri müxtəlif metallardan qurulmuş (polad–mis, alüminium–polad və s.) qurğu-

larda əmələ gələ bilər. Polad–mis cütünün elektrod potensialı ikinciyə nəzərən (alüminium–polad cütünə nəzərən) daha mənfidir. Odur ki, birinci cütdə polad səth, ikincidə isə alüminium səth dağılacaqdır. Borunun əsas metalına nəzərən qaynaq tikişi müxtəlif tərkibə və quruluşa malik olur ki, bu da qaynaq tikişi üzərində və ya tikişə yaxın ərazidə korroziya yaralarının əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Torpaq qatının kəskin heterogen olması səbəbindən qurğunun metalının müxtəlif torpaq elektrolitləri ilə kontaktı ehtimalı var ki, onlar da pH, minerallıq, mineral duzların tərkibi, elektrolitdə həll olmuş qazlar və torpaq qatının qaz fazasının tərkibi baxımından ciddi fərqlənirlər.

Yeraltı boru kəmərlərinin biokorroziyası. Sulfat reduksiyaedici bakteriyaların törətdiyi korroziya nəm torpaqlarda rast gəlinir. Belə torpaqlarda havanın oksigeninin dərin qatlara keçməsi çətinidir, başqa sözlə proses anaerob şəraitdə gedir. Borunu torpaqdan çıxararkən biokorroziya səbəbindən əmələ gələn korroziya məhsulları hidrogen-sulfid iyi verir və hiss olunacaq dərəcədə dəmir sulfidə malik olur. Boru ətrafı sahədə torpaq qara rəngə boyanır ki, bu da dəmir sulfid olduğunu sübut edir. Sulfat reduksiyaedici bakteriyalar torpağın hər yerində olur. Amma, bir kub millimetr suda 100-dən az həyat fəaliyyətli bakteriyalar olduqda o, aqressiv olmur. Biokorroziya baxımından torpaqların aqressivliyi həmin hədlərdə bakteriyaların populyasiyası ilə qiymətləndirilir.

5.3.8. Mədənlərin neft və qaz boru kəmərlərinin müdafiə üsulları.

Neft mədən boru kəmərlərinin ən geniş yayılmış müdafiə üsulu inhibitorların istifadəsidir. Inhibitor ölçü nasoslari ilə dövrü və ya fasiləsiz olaraq təmiz halda və ya neftdə 10-20 %-li məhlul halında boruya vurulur (çilənir). Inhibitor 20-300 q/m³ maye və ya su fazasına hesablanmaqla verilir.

Inhibitorun az məsrəflə bir başa su fazasına və lay suyunun toplandığı yerə çilənməklə, həmçinin boru kəmərinin çöküntülərdən mexaniki təmizlənməsindən dərhal sonra verilməsi onun müdafiə effektini xeyli artırır. Çoxlu sayda inhibitorlar istehsal olunur və istifadə edilir. Qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının müxbir üzvü, kimya elmləri doktoru, professor V.M. Abbasovun rəhbərliyi ilə yaradılmış suda həll olan VFIKS-82 inhibitoru 1983-cü, AZƏRI inhibitoru isə 1988-ci ildən keçmiş SSRI-nin müxtəlif neft yataqlarında uğurla istifadə olunur. Bu inhibitorlar eyni vaxtda korroziyanın və duzçökmənin qarşısını alır və sulfat reduksiyaedici bakteriyaların həyat fəaliyyətini dayandırır.

Neft boru kəmərlərində korroziya səbəbindən qəzaların qarşısını almağın bir yolu da neft məhsullarının nəqlinin əlverişli texnoloji üsullarının istifadəsidir. Onlardan biri davamsız neft su emulsiyasının təbəqələrə ayrılmasının qarşısını almaq üçün emulsiyalı neftin emulsiya rejimində böyük sürətlə nəql olunmasıdır. İkinci texnoloji üsul susuz və sulu neftlərin ayrı-ayrılıqda nəql olunmasıdır.

Son vaxtlar mühafizə örtüyünə malik boruların istifadəsi genişlənməyə başlanmışdır.

Neft boru kəmərlərinin dolayı yolla müdafiə üsuluna sulfatreduksiyaedici bakteriyalarla mübarizə və onlara qarşı profilaktika da aid ola bilər.

Mədən boru kəmərlərinin yeraltı korroziyadan müdafiəsi. Bu müdafiə kompleks aparılır: izolə örtükləri ilə və katod polyarlaşması ilə.

Kifayət qədər katod müdafiəsi qurğularının (KMQ) sayını müəyyənləşdirmək üçün aşağıdakı ilkin məlumatlar lazımdır: katod müdafiəsi cərəyanının sahəsində torpağın xüsusi elektrik müqaviməti; tras boyu və anod yerlə əlaqələndirmə yerində torpağın xüsusi elektrik müqaviməti; boru kəmərinin diametri və qalınlığı; izolə örtüyünün növü; qovşaq elektrik qidalanmasının olması və yerləşdiyi yer.

Katod müdafiəsinin əsas parametri KMQ-nin cərəyan şiddəti və bu qurğunun yaratdığı müdafiə zonasının uzunluğudur. Bu parametrlərdən asılı olaraq katod stansiyalarının gücü, anod yerlə əlaqələndiricilərinin tipi və sayı, drenaj xətlərinin uzunluğuna aid məsələlər həll olunur.

Hesablanmış cərəyan şiddəti, gərginlik və gücə uyğun olaraq katod stansiyasının tipi seçilir. Amma, cərəyanın şiddəti və gərginliyi 30 % ehtiyat götürülməklə hesablanmalıdır, odur ki, tapılmış cərəyan şiddəti və gərginlik 1,3-ə bərabər əmsala vurulur, güc isə 1,7-ə bərabər əmsala vurulur.

Anod yerlə əlaqələndirilməsi KMQ-nin əsas qovşaqlarından biridir. Keçmiş SSRI-də anod yerlə əlaqələndirmə üçün elektrod kimi əsasən polad, dəmir silisium, qrafit və qrafitoplast istifadə olunurdu. Polad, dəmir silisium və qrafit elektrod koks tökülmüş yerə qoymaqla istifadə oluna bilər. Həmçinin, koksobetona salınmış polad da istifadə oluna bilər. Konstruktiv quruluş və yerləşdiyi dərinliyə görə anod yerlə əlaqələndirmə aşağıdakı qruplara ayrıla bilər: torpaq təbəqəsi altı yerlə əlaqələndirmə yer səthindən 10 m dərinlikdə horizontal, vertikal və kombinə olunmuş vəziyyətdə elektrodların yerləşdirilməsi ilə həyata keçirilir; xüsusi qazılmış quyuya yerləşdirilmiş dərin anod yerlə əlaqələndirməsi.

5.9. Yüksək korroziya aqressivliyinə malik, tərkibində anomal miqdarda H₂S və CO₂ olan mühitlərdə əlaqədə olan neftqaz avadanlıqlarının korroziyadan müdafiəsi

5.9.1. Neft qaz avadanlıqlarının tərkibində H₂S və CO₂ olan mühitlərdə korroziyasının inhibitorlaşdırılması.

Rusiya Federasiyasının kəşf olunmuş neft qaz yataqlarının 20 %-dən çoxunun məhsullarında CO₂ və H₂S var.

Cədvəl 5.2.

Tərkibində H₂S və CO₂ olan təbii qaz yataqlarında avadanlıqların istifadə şəraitləri

Yataq	Layın başlanğıc təzyiqi, MPa	Layın temperaturu, °C	Qazda aqressiv komponentlərin miqdarı, % həcm		Aqressiv komponentlərin maksimum parsial təzyiqi, MPa		Maksimum korroziya sürəti, mm/il
			H ₂ S	CO ₂	H ₂ S	CO ₂	
Astraxan	67,0	107	25,0	15,0	16,7	10,0	9,0
Orenburq	20,6	28	5,0	2,0	0,41	0,41	1,2
Ququrtli	20,3	86	0,2	1,0	0,04	0,20	2,0
Samantəpə	27,6	98	3,2	6,0	0,87	1,62	6,0
Mayski	32,4	124	–	4,5	–	1,45	5,0
Satlık	36,8	137	–	1,4	–	0,51	3,0
Urta-Bulaq	30,0	110	5,5	5,0	1,75	1,50	5,5
Uçkır	17,0	79	1,2	4,5	0,21	0,76	4,0
Mubarək	23,6	93	0,3	1,6	0,07	0,37	2,5
Kandım	60,0	120	3,5	4,0	2,10	2,40	7,5
Çelbassk	22,7	95	–	1,4	–	0,31	2,0
Berezansk	28,2	97	–	4,0	–	1,42	5,5
Kanevskoe	14,5	66	–	2,0	–	0,29	2,0
Maykop	26,5	120	0,0002	6,0	0,005	1,59	6,0
Maşevski	42,5	78	–	0,6	–	0,26	2,5

Müxtəlif təbii qaz yataqlarında H₂S-in miqdarı yüzdə bir faizdən 25 həcm faizinə qədər, CO₂-nin miqdarı isə bir faizdən 15 həcm faizinə qədər intervalda ola bilər. Bir qayda olaraq qazda həm H₂S, həm də CO₂ olur.

Müxtəlif yataqların qazlarında müxtəlif miqdarda H₂S və CO₂ olduğundan bu yataqlarda istifadə olunan metal avadanlıqların da korroziyadan dağılma xarakteri müxtəlif olur. Təbii qazda CO₂ olduğu halda metalın ümumi korroziyası, H₂S olduqda isə hidrogen sulfid çatları müşahidə olunur.

Qeyd etmək lazımdır ki, təbii qazın tərkibində H₂S və CO₂ nə qədər çox olursa, korroziyadan dağılma halları da artır.

Digər tərəfdən son illərdə kəşf olunmuş yeni neft və qaz yataqlarının bir çoxunun məhsulunda H₂S və CO₂-nin miqdarı anomal həddədir. Bu baxımdan Qərbi Qazağıstanın neft yataqlarının məhsulları çox kəskin fərqlənir. Belə ki, Tengiz və Janajol yataqlarının məhsullarında 25 həcm faizinə qədər H₂S və CO₂ var. Məhz bu səbəbdən də bu yataqlarda istifadə olunan avadanlıqlar üçün hidrogen sulfid çatları və hidrogen kövrəkliyi problemi çox ciddidir. Odur ki, bu yataqlarda istifadə olunan inhibitorlar xüsusi olaraq yaradılır və onlara çox ciddi tələblər qoyulur. Bu inhibitorlar təkcə ümumi korroziyanın və korroziya yaralarının deyil, həm də metalların korroziya çatlarının (KÇ) əmələ gəlməsinin qarşısını almalıdır. KÇ inhibitorlarının müdafiə qabiliyyətləri nümunələrin yüklənməsi şəraitində müxtəlif üsullarla müəyyən edilir.

Müdafiə effekti əyilmiş yerin daim deformasiyası şəraitində çatların inhibitorsuz və inhibitorlu şəraitlərdə əmələ gəlməsi müddətinin müqayisəsi ilə və ya nümunələrin müqayisəli olaraq inhibitorlu və inhibitorsuz mühitlərdə dartılması yolu ilə müəyyən edilir. Bu üsulun qüsurları odur ki, nəticələr sabit olmur; bundan başqa gərginlik relaksasiya olunduğundan nümunələr çox vaxt dağılmır, odur ki, onlar korroziya mühitində saxlandıqdan sonra onlar QOST 1497-84-ə uyğun olaraq dartılma sınağından keçirilirlər. Bu halda korroziya-mexaniki davamlılığı qiymətləndirmək kriteriyaları kimi nisbi uzanma δ , %, nisbi qısalma ψ , % və dağılma işi A götürülür. Nümunələrin kövrəkləşmə dərəcəsi aşağıdakı formül üzrə müəyyən olunur:

$$C = [(C_{ilkin} - C_{son}) / C_{ilkin}] \cdot 100\%$$

C – öyrənilən xarakteristikanın nisbi dəyişməsi, %;

C_{ilkin} və C_{son} – korroziya sınaqlarından əvvəl və sonra xarakteristikaların qiymətləri.

Inhibitorların müdafiə qabiliyyətləri həmçinin nümunələrə daimi yük verildiyi şəraitdə də yoxlanılır. Hamar nümunələr sınağın baza müddətində materialın axıcılıq həddinə yaxın olan gərginliklərdə belə inhibitorun iştirakı ilə dağılmadığından ya çətiyi olan nümunə və ya korroziya davamlılığı olmayan Y8, 65Q poladlarından olan nümunələr istifadə olunur.

Hidrogenləşmənin inhibitorlarının səmərəliliyi məftil tipli nümunələrin korroziya mühitində müxtəlif zaman kəsiyində saxlandıqdan sonra burulmalarının sayı ilə qiymətləndirilir. Hidrogenləşmə dərəcəsi inhibitorlu məhlulda nümunə hidrogenləşdikdən sonra dağılmaya qədərki dövrlər sayının ilkin nümunələrin dağılmasına qədərki dövrlər sayına olan faizlə nisbəti-dir. Lakin, burulma sınaqları zamanı nümunələrdəki gərgin vəziyyət bir qayda olaraq, konstruksiyaların real işinə uyğun gəlmir – nümunələrdə toxunma gərginliyi üstünlük təşkil edir. KÇ prosesində isə normal gərginlik üstünlük təşkil edir və materialın dağılması qopma mexanizmi ilə gedir.

Inhibitorların iştirakı ilə metalların kövrəkləşməsi NQ-1-3 M maşının-da 180° açılma və qatlamaların sayı ilə müəyyən olunur (QOST 13813-68). Metalların kövrəkləşmədən müdafiə dərəcəsi (inhibitor iştirakı ilə) aşağıdakı formül üzrə hesablanır:

$$Z = [(n_1 - n) / (n_0 - n)] \cdot 100\%$$

n_0 , n və n_1 – uyğun olaraq ilkin nümunələrin, inhibitorsuz korroziya mühitində nümunələrin və inhibitorlu korroziya mühitində nümunələrin dağılmaya qədərki qatlanmalarının sayıdır.

Inhibitorların səmərəliliyinin müəyyən olunmasının bütün üsulları korroziya mühitindən nümunələrin çıxarılması və sonra onların havada dağılmasının yoxlanılmasının vacibliyi ilə əlaqədardır və odur ki, nəticələrin stabilliyi aşağıdır. Bu, ona görə belədir ki, korroziya və mexaniki sınaqlar arası müddətdə materialın xassələrinin dəyişməsi baş verir ki, bu da nümunədən nümunəyə keçdikcə nəzarət olunmur. Bundan başqa, bu üsullar KÇ prosesində inhibitor müdafiəsi dərəcəsini qiymətləndirməyə imkan vermir.

KÇ inhibitorlarının qiymətləndirilməsinin ənənəvi üsullarının qüsurlarını korroziya sınağının yavaş-yavaş dartılma şəraitində aparılması ilə aradan qaldırıla bilər. Şeyn A.B. və Petuxov I.V. Y9A və Fe+3Si markalı poladlardan olan, diametri 0,3 mm olan nümunələri bir saat müddətində inhibitorlu və inhibitorsuz mühitlərdə saxlayaraq və daimi olaraq onlara yük verərək sınaqdan keçirdikdən sonra havada deformasiya sürəti $5 \cdot 10^{-5}$ m/san olmaqla dartaraq müəyyən etmişlər ki, deformasiyaya uğrayan metalın hidrogenləşməsinə inhibitorların aradan qaldırmasını yalnız elektrokimyəvi ölçmələrlə müəyyən etmək olmaz. Deformasiyaya uğrayan metalların korroziyası və hidrogenləşməsi zamanı inhibitorların təsiri təkcə metalın adi həll olması və hidrogenin ayrılması ilə yox, həm də deformasiya prosesində metalın səthində əmələ gəlmiş xüsusi səth ilə inhibitorun möhkəm adsorbsiya-kimyəvi qarşılıqlı təsirinin sürəti ilə müəyyən edilir.

Buqay D.E., Qetmaniski M.D., Kuşnarenko V.M. və b. poladları hidrogen sulfidli, minerallaşmış mühitlərdə korroziyadan mexaniki dağılmalardan inhibitorlarla müdafiə dərəcəsini müəyyən etmək üçün daha əlverişli üsul təklif etmişlər. Diametri 6 mm olan polad nümunələri NACE mühitində mexaniki dağılma sürəti $7,2 \cdot 10^{-8}$ m/san olmaqla inhibitorların müdafiə xassələri tədqiq olunur. Təklif olunan üsulu təkmilləşdirərək inhibitorlaşdırma iki yolla həyata keçirilmişdir. Inhibitor asetonda 25 %-li məhlul halında nümunə üzərinə verilmişdir, ya da inhibitor korroziya mühitinə 50 q/dm³ miqdarla verilmiş və polad nümunələr həmin mühitdə 24 saat saxlanmışdır. Lakin nəticələrdə ciddi fərqlərin olmaması nəzərə alınmaqla sınaq müddətinin az olması birinci üsulun istifadəsini əlverişli edir.

Yuxarıda qeyd olunan müəlliflər sulfid çatları (SÇ) inhibitorlarının seçilməsi üçün keçmiş SSRI-də və digər aparıcı ölkələrdə istehsal olunan bir sıra inhibitorları sınaqdan keçirmişlər. Polad 20-dən olan nümunələrin ($\phi = 12$ mm, $\ell = 14$ mm) 5% NaCl + 0,5% CH₃COOH və 1 q/l H₂S olan məhlulda korroziya sürəti qravimetrik və «Korrater-1120» adlı korroziometrlərin köməyi ilə qiymətləndirilmişdir, sınaq müddəti 10 saat, temperatur 20±2 °C olmuşdur. SÇ-dən müdafiə xassələri mühitdə H₂S –in miqdarı 2,8 q/dm³ olduğu halda yoxlanılmışdır (yuxarıda qeyd olunan xüsusi metodika ilə). Alınmış nəticələr cədv.5.3-də verilmişdir.

Cədvəl 5.3.

Inhibitor	Qatılıq, q/l	Müdafiə effekti, %		ψ_0 , %	Z, %
		qravimetrik	korroziometr		
Travis V4	0,1	89	99	56,4	79
Kaspi-2	0,1	79	96	52,6	68
Neftexim-1	0,1	80	95	52,2	66
Tengiz-40	0,1	80	94	52,2	66
Koreksit-7802	0,1	70	87	51,8	65
Travis A5	0,1	42	70	48,6	55

Cədvəldən görüldüyü kimi keçmiş SSRI-dən təklif olunan inhibitorlar (Kaspi-2, Neftexim-1, Tengiz-40) başqa ölkələrdə istehsal olunan və H₂S-li mühitlərdə istifadə üçün təklif edilən inhibitorlarla eyni səviyyədədir.

Qeyd etmək lazımdır ki, inhibitorların qiymətləndirmə nəticələrinə mühitdə H₂S-in qatılığının dəyişməsinin və korroziya-mexaniki xassələrin

dəyişməsinin təsirini aradan qaldırmaq üçün metalın SÇ-dən inhibitorla müdafiə dərəcəsi (Z) qəbul olunmuşdur ki, bu da aşağıdakı formul üzrə müəyyən olunur:

$$Z = \frac{\bar{\psi}_0 - \psi_0}{\psi - \psi_0} \cdot 100\%$$

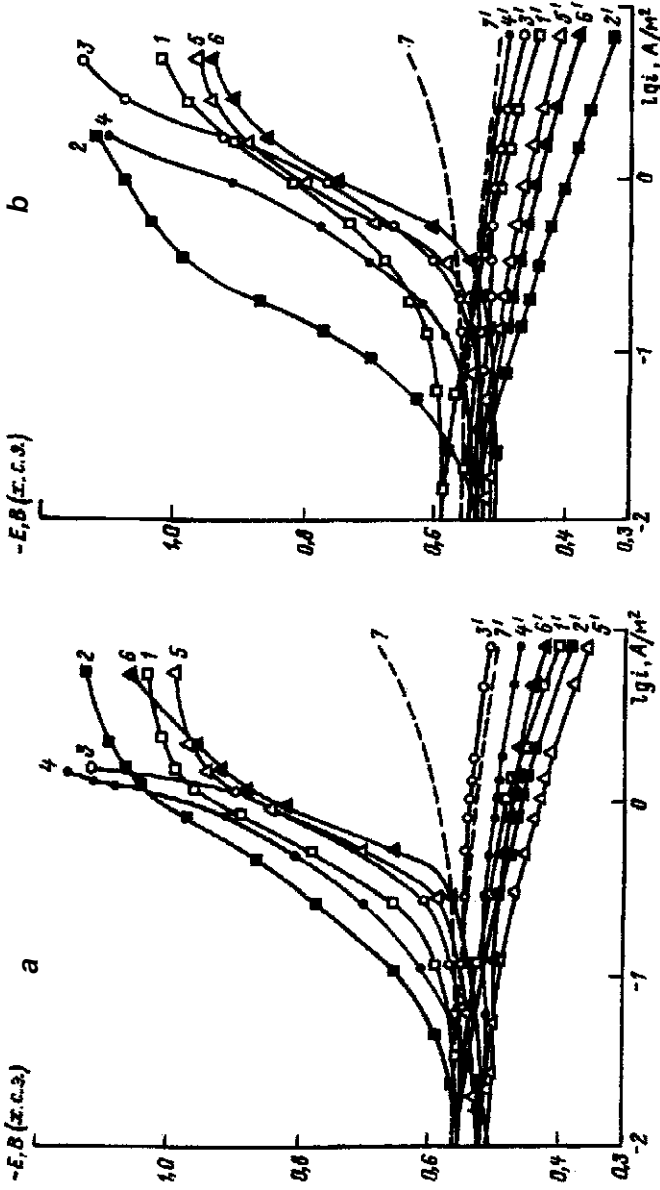
ψ – QOST 1497-84 üzrə havada metal nümunənin təyin edilmiş nisbi kiçilməsi;

ψ_0 və $\bar{\psi}_0$ – uyğun olaraq inhibitorsuz və inhibitorlu mühitlərdə dağılmış 5 eyni nümunənin nisbi kiçilməsinin orta riyazi qiymətidir.

Inhibitorların müdafiə xassələrinə onun qatılığı və korroziya mühitinin axma rejimi əsaslı təsir edir. Tərkibində H_2S olan neft və kondensatın inhibitorlaşma texnologiyasını optimallaşdırmaq məqsədi ilə keçmiş SSRI-nin və digər ölkələrin inhibitorlarının müxtəlif qatılıqlarda effektləri öyrənilmişdir. Qeyd etmək istərdik ki, Kaspi-2 və Kaspi-4 inhibitorları Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının müxbir üzvü, kimya elmləri doktoru, professor V.M. Abbasovun ideyası və rəhbərliyi ilə Y.H. Məmmədaliyev adına Neft Kimya Prosesləri Institutunda yaradılmışdır.

NACE mühitində X46 polad nümunə üzərində aparılmış sınaqların nəticələri şəkil 5.4-də verilir.

Şəkildən görüldüyü kimi Kaspi və NefTexim inhibitorları qarışıq tip təsirə malik olub həm anod, həm də katod proseslərini ləngidirlər. Katod prosesinin ləngimə dərəcəsi anod prosesinin ləngimə dərəcəsinə nəzərən hiss olunacaq dərəcədə yüksəkdir. Başqa sözlə, bu inhibitorlar turş mühitlərdə hidrogen depolyarlaşması proseslərini əsaslı sürətdə ləngidirlər. Koreksit tipli inhibitor katod xarakterli müdafiə təsirinə malikdir, anod prosesinə təsir isə onun qatılığından asılıdır. Bir qayda olaraq inhibitorların səmərəliliyi mühitin laminar axını şəraitində turbulent axın şəraitində olduğuna nəzərən azdır. Bu da müdafiə olunan səthdən inhibitor molekullarının yuyulması effektinə nəzərən inhibitorun dispersləşməsi hesabına aktiv adsorbsiyasının üstünlük təşkil etməsi ilə əlaqədardır. Yoxlanılan inhibitorlar içərisində NefTexim müstəsna olmaqla digərlərinin qatılığı artdıqca müdafiə dərəcəsi artır. 500 q/dm^3 qatılıqda Kaspi inhibitoru laminar axın şəraitində metalı daha yaxşı müdafiə edir. Çünki turbulent axın zamanı o, səthdən yuyulur. Bu inhibitor digər inhibitorlarla müqayisədə mühitin müxtəlif axma rejimlərində, az və çox qatılıqlarda daha böyük müdafiə qabiliyyətinə malikdir.



Şekil 5.4. NACE mühitinin turbulent (a) ve laminar (b) hareket rejimlerinin X46 poladın potensiodinamik polyarlaşma eğrileri:
 İnhibitor: 1-1' ve 2-2' – Kaspi; 3-3' ve 4-4' – Visko; 5-5' ve 6-6' – Neftexim;
 7-7' ve 8-8' – inhibitörsüz
 İnhibitorun qatılığı: 1-1'; 3-3'; 5-5' – 50 mq/dm³; 2-2'; 4-4'; 6-6' – 500 mq/dm³

Polad 20-nin sulfid çatlarından (SÇ) müdafiəsi üçün inhibitorların müdafiə xassələri mühitdə 3,1 q/dm³ H₂S olduqda və inhibitorların müxtəlif qatılıqlarında yoxlanılmışdır (cə.d. 5.4).

Cədvəl 5.4

Inhibitor	Inhibitorların asetonda qarışıqları, %	Korroziya-mexaniki xarakteristika	
		ψ_0 , %	Z, %
Kaspi-4	5	46,1/2,5	65
	10	48,9/1,7	71
	25	54/1	81
Koreksit-7798	5	28,9/1,1	29
	10	35,2/3,2	42
	25	49,2/0,8	72
Neftexim-3	5	33,9/1,5	39
	10	36,9/0,3	46
	25	52,3/1,2	78
inhibitorsuz	–	15,1/1,4	$\psi = 63$

Alınan məlumatlar belə nəticəyə gəlməyə imkan verir ki, Koreksit inhibitorunun müdafiə xassəsi onun qatılığından əsaslı sürətdə asılı olur. Kaspi inhibitoru 5%-li məhlul halında da kifayət qədər yüksək müdafiə qabiliyyətinə malikdir və elə dozalarda istifadə etmək olar ki, boru kəmərlərini porşenlədikdə onun məsrəfi az olsun.

Yekun olaraq qeyd etmək lazımdır ki, SÇ inhibitorlarının müdafiə xassələri onların tərkibindən, inhibitorlaşdırma texnologiyasından və korroziya mühitinin axma rejimindən asılıdır (cə.d.5.5).

Cədvəl 5.5.

Sulfid çatları inhibitorlarının təsnifatı

Inhibitor	Müdafiə dərəcəsi, Z, %	Müdafiə xassələrinin keyfiyyət qiymətləndirilməsi	Inhibitor	Müdafiə dərəcəsi, Z, %	Müdafiə xassələrinin keyfiyyət qiymətləndirilməsi
Kaspi-4	81	Yüksək	İK-33	56	Kafi
Travis V4	79		Baktirom-3084	56	
Neftexim-3	78		Travis-A5	55	
I-3-DM	74		IKB-2-2-	53	
I-6-DM	71		IXP	50	
Visko-904 NIK	71		PPT-3	48	
I-5-DP	69		Antik	47	
Sepakorr 5478AM	69		VISKO-904N1	46	
Kaspi-2	68		Diqazfen-2	46	
Sekanqaz SD8119	68		OJ-47	45	Aşağı
Neftexim-1	66		I-25-DM	45	
Tenqiz-40	66		Vikozolin	36	
Trans-S3	66		IKB-4T1	33	
IFXANQAZ-1	65		QIPX-7	31	
Koreksit-7802	65	Sekanqaz-9V	31		
IKT-1	64	I-122-86	20		
QIPX-4	63				
IKIPQ	61	Yaxşı			
QANQ-5	61				
IFXANQAZ-2	60				
VNPPL-39	60				
I-1-D-1	60				
İK-36-90	59				
I-21-D-1	58				
I-55-DM	58				
OP-6	58				

5.9.2. Üzvi birləşmələrin inhibitor xassələri və müdafiə effektinin artırılması yolları.

Metalların korroziyadan inhibitorlarla müdafiəsinin səmərəliliyinin artırılması məsələsi onların sənaye istifadəsi ilə eyni vaxtda yaranmışdır. Hələ 1954-cü ildə I.N. Putilova, S.A. Balezin və V.P. Barannik SSRİ-də ilk dəfə olaraq inhibitorlara həsr olunmuş monoqrafiya yazarkən inhibitor müdafiəsinin səmərəliliyinin artırılması məsələsini qoymuş və müəyyən qədər bu məsələnin həlli yolunu göstərmişlər. A.I. Altsı-beeva və S.Z. Levin tərəfindən hazırlanmış və 1968-ci ildə çap olunmuş məlumat kitabında 1966-cı ilə qədər mövcud olan 2000-dən çox inhibitorlar, o cümlədən turş mühitlərdə yüksək müdafiə qabiliyyətinə malik çoxsaylı qarışıqlar haqqında məlumatlar verilmişdir.

Inhibitorluq xassəsinə malik maddələrin sintezi və tədqiqi sahəsində intensiv elmi araşdırmalar davam etməkdədir.

Azərbaycanda korroziyadan müdafiə, o cümlədən inhibitorların yaradılması və tətbiqi sahəsində geniş tədqiqat işləri keçən əsrin 50-ci illərindən başlamışdır və indi də davam etməkdədir. Hələ 1951-ci ildə Azərbaycan alimi V.Neqrejevin «Korroziya oborudovaniya neftyanıx promıslov», 1964-cü ildə Moskvada «Nedra» nəşriyyatında «Zaşita ot korrozii morskix neftepromıslovıx soorujeniy» adlı kitabları çap olunmuşdur. Korroziyadan müdafiə üsullarının yaradılması sahəsində sistemli tədqiqat işləri Y.H. Məmmədliyev adına Neft Kimya Prosesləri Institutunda, Aşqarlar Kimyası Institutunda, Kimya Problemləri Institutunda, Dövlət Dəniz Neft Qaz Layihə Elmi Tədqiqat Institutunda, Azərbaycan Elmi Tədqiqat Qaz Layihə Institutunda, Azərbaycan Elmi Tədqiqat Neft Sənayesi Institutunda və s. aparılmışdır və hazırda fəaliyyətdə olan institutlarda bu işlər davam etdirilir. Keçmiş SSRİ-də korroziyadan müdafiə vasitələrinin, o cümlədən inhibitorların, inhibitor-bakterisidlərin, lak-boya örtüklərinin yaradılması və tətbiqi sahəsində Azərbaycan alimlərinin çox böyük uğurları vardır. V.Neqreyevdən sonra Azərbaycanda bu sahədə geniş tədqiqatlara texniki elmlər doktoru, professor Anaxanın Xanlarova, texnika elmləri doktoru, professor İsrafil Məmmədov, Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının həqiqi üzvü (akademik), kimya elmlər doktoru, professor Vaqif Abbasov və digər görkəmli alimlər rəhbərlik etmişlər. Korroziya sahəsində çalışan tanınmış alimlərimizə İzida Məmmədyarova, Validə Vəzirova, Aida Nəsirova, Elmar Abdullayev, Y.C.Ağazadə, D.B.Ağamalıyeva, N.Dadaşova, E.F.Sultanov, N.Ş.Rzayeva, Mirzə Mövsümzadə, Tar-yel Şirinov, Hilal Tahirov, Nazim Ağayev, Aydın Kazımov, Aftandil Bayra-

mov, Atamalı Səmədov, Rəsim Məhərrəmov, Nizami Mürsəlov, Leylufər Əliyeva, Sabir Zeynalov, Dilşad Səlimxanova və başqalarını misal göstərmək olar. Bu alimlərimizin onlarca elmi nəticələri keçmiş SSRI-nin müxtəlif sənayə sahələrində uğurla tətbiq olunmuş və olunmaqdadır.

Turşu korroziyası inhibitorlarının tətbiq olunduğu praktiki sahələrdən asılı olmayaraq onların səmərəliliyini artırmaq sahəsində işlər inhibitorlara verilən ümumi tələblərin ödənilməsi nəzərə alınmaqla aparılmalıdır. Birinci belə tələb kimi inhibitorun effektivliyi və ya onun müdafiə qabiliyyəti göstərilə bilər. Aydın ki, inhibitorun müdafiə qabiliyyəti nə qədər yüksək olarsa, inhibitor bir o qədər yaxşı hesab edilməlidir. Lakin, inhibitorun müdafiə xassələrinin yüksəldilməsi inhibitorun qiymətinin artması və alınma texnologiyasının çətinləşməsi ilə müşayiət oluna bilər. Odur ki, hər bir sənayə sahəsi üçün inhibitorlara səmərəlilik üzrə öz tələbləri işlənilib hazırlanmalıdır. Məsələn, bu metalların zəhərlənməsi və neft-mədən avadanlıqlarının müdafiəsi üçün inhibitorların istifadəsi üçün müəyyənləşdirilmişdir.

Inhibitorlar texnoloji proseslərin gedişinə və alınan məhsulların keyfiyyətinə təsir etməməlidir. O, inhibitorlaşdırılmış turşularda metalı zəhərləyərkən metalın keyfiyyətinə təsir etməməli və pasın həll olmasını ləngitməməlidir. Inhibitorların istifadəsi sadə olmalı və mövcud texnologiyanı mürəkkəbləşdirməməlidir. Məsələn, neftqaz sənayesində bir çox inhibitorların istifadəsinin çətinləşməsi, xüsusən də qış dövründə onların yüksək özüllükləri ilə bağlıdır.

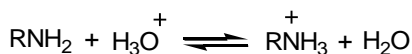
Inhibitorlar lazımi xammal mənbəyinə malik olmalıdır, əks halda onların geniş tətbiqi real deyildir.

Nəhayət, inhibitorlar müəyyən ekoloji və sanitariya-gigiyenik xassələrə malik olmalıdır və mütləq toksikoloji xarakteristikası müəyyənləşdirilməlidir.

5.9.2.1. Üzvi birləşmələrin inhibitorluq xassələrinin xarakteristikası.

Azotlu birləşmələr. Inhibitorluq xassəsinə malik azotlu birləşmələrə alifatik, aromatik, naften və heterotsiklik aminlər, amidlər, imidazolinlər, aminoefirlər, xinolinlər, aminospirtlər və s. aiddir. Sənayə inhibitorlarının əksər hissəsi üzvi azotlu səthi-aktiv maddələrdir.

Üzvi aminlər kifayət qədər güclü əsaslıq xassəsinə malikdirlər. Odur ki, mineral turşuların məhlullarında onlar praktiki olaraq tamamilə protonlaşır:



Bir sıra tədqiqatlarda göstərilmişdir ki, piridin və anilin törəmələri sulfat və xlorid turşusu məhlullarından civə üzərinə adsorbsiya edirlər. Elektrokapilyar ayrılmasının (EKƏ) xarakteri göstərir ki, bu səthi-aktiv maddələr (SAM) əsasən metalın mənfi yüklənmiş səthinə adsorbsiya olunur. EKƏ-nin maksimum potensialın müsbət qiymətinə doğru yerləşir. Bunların hamısı o nəticəni təsdiq edir ki, üzvi aminlər kation tipli SAM-dır və adsorbsiya zamanı müsbət işarəli ψ - potensial yaradır. EKƏ-dən həmçinin o da aydın olur ki, piridin və anilin törəmələrinin müsbət yüklənmiş səthə də müəyyən qədər adsorbsiyası baş verir. Civə səthinin bu törəmələrlə dolma dərəcəsi $\theta = 0,5 - 0,7$ -dən çox olmur və dəmir səth olduqda θ daha kiçik qiymətlərə malik olacaqdır.

Bu məlumatlar və digər əlavə məlumatlar ümumilikdə belə bir təsdiqə əsas verir ki, əlavə funksional qruplara və çox şaxələnmiş radikallara malik olmayan üzvi aminlər metal səthini yaxşı ekranlaşdırma bilmir və inhibitorun müdafiə effekti hissəciklərin RNH_3^+ şəklində metal səthinə adsorbsiyası zamanı ψ_1 - potensialın müsbət qiymətinin artması ilə bağlıdır.

Səthi-aktiv anionların (Br^- , J^-) iştirakı ilə aminlərin adsorbsiyası güclənir və civə üzərində θ qiyməti 0,9 – 1,0-ə çatır. Bu halda inhibitorun təsir effektini yalnız ψ_1 - effekti ilə əlaqələndirmək olmaz, onunla yanaşı ümumi ləngimədə təcridetmə effekti də nəzərə alınmalıdır.

Çox da böyük olmayan üzvi radikallara malik dördlü ammonium duzlarının öyrənilməsinin nəticələri də əsas verir ki, bu tip inhibitorların müdafiə effektləri ψ_1 - effekti ilə əlaqələndirilsin.

Anilin törəmələrinin təsir mexanizmini müzakirə edərkən nəzərə almaq lazımdır ki, onlar keçid metallarının səthi ilə həlqənin π - elektronları və amin qrupu azotunun istifadə olunmamış elektron cütü hesabına spesifik qarşılıqlı təsirdə ola bilər və korroziya məhsulları ilə kompleks verə bilər.

L.I. Antropovun işlərində ilk dəfə qeyd olunmuşdu ki, korroziyanın inhibitor ilə ləngiməsi, məsələn, hidrogenin katoda ayrılmasının sürətinin azalması hesabına ləngimə, hidrogen yenidən gərginləşməsinin təbiətinin dəyişməsi ilə müşayiət oluna bilər. Üzvi aminlər üçün əsas yüksüzləşmə mərhələsini ləngitmə xarakterikdir və bu, o halda mümkündür ki, inhibitor kationoaktiv SAM olsun. Katoda hidrogenin ayrılmasının mexanizminə aminlərin belə təsiri də təsdiq edir ki, ümumi ləngimə effektində həlledici

rolu protonlaşmış hissəciklər ($R\overset{+}{N}H_3$) oynayır ki, onların da adsorbsiyası zamanı ψ_1 - potensialının müsbət qiyməti artır.

Aromatik aminlərin və pridinlərin molekuluna müxtəlif funksional qruplar daxil etdikdə bir qayda olaraq onların inhibitor effektləri artır. Bu, sərbəst enerjinin xəttilyi prinsipinin ardıcıl tətbiqi əsasında daha yaxşı izah olunur və proqnozlaşdırılır. Alifatik aminlərdə isə əsas zəncirə əlavə qrupların daxil edilməsinin təsiri çox böyük olmadığı qeyd edilirdi. Lakin, Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının müxbir üzvü, kimya elmləri doktoru, professor Vaqif Abbasovun rəhbərliyi ilə, keçmiş SSRI-nin Kimyəvi-Fizika İnstitutu ilə əməkdaşlıq şəraitində aparılmış işlər bu fikrin kifayət qədər əsaslı olmadığını sübut etmişdir. Belə ki, müəyyən edilmişdir ki, eyni alkil radikalına malik alifatik aminlərdə amin qrupunun birləşdiyi karbon atomuna qonşu olan karbon atomuna hidrosil qrupu birləşdikdə alınan birləşmənin turş mühitlərdə inhibitorluq effekti kəskin artır, metal səthinə xemasorbsiya imkanları yüksəlir. Bu, maddənin korroziya mühitinə daxil edilmədən əvvəl də qismən protonlaşması ilə izah edilə bilər.

Alkiletilediaminlər, alkil- və alkenil dietilaminlər və digər oxşar aminlər zəncirdə altı və daha çox karbon atomuna malik olduqda turşu korroziyası inhibitoru kimi yüksək effekt göstərə bilirlər ki, bu da aminlərin elektronodonor xassələrindən, onların əsaslığından və adsorbsiya zamanı bir molekulun ekranlaşdırdığı sahədən asılı deyil. $C=C$ əlaqəsinin olması aminlərin müdafiə qabiliyyətini gücləndirir ki, bu da əsaslığın dəyişməsi ilə yox, belə aminlərin polimerləşməyə və polikondesləşməyə meylliliyinin olması və onların adsorbsiyasının yaxşılaşması ilə əlaqədardır.

Əksinə, $C_1—C_4$ aminləri üçün korroziya prosesinin ləngimə effekti ilə molekulun ölçüsü və əsaslılığı arasında dəqiq asılılıq müşahidə olunur. Korroziya prosesinin ləngiməsinə təsir effektinə ammonium ionlarının elektrostatik adsorbsiyası, aminin özünün adsorbsiyasına nəzərən daha çox təsir edir.

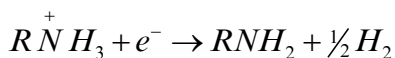
HCl məhlulunda dodesil amin polad səthinə amin qrupunun azot atomunun artıq elektronlarının verilməsi həm də aktiv H- atomları hesabına adsorbsiya olunur. N,N- əvəzli amin aktiv hidrogen atomuna malik deyil və onun adsorbsiya imkanı azalır. Bununla əlaqədar olaraq molekulunda aktiv hidrogen atomları olan inhibitorlar belə atomları olmayanlara nəzərən daha effektiv olurlar. Ehtimal edilir ki, dəmir hidrofily olduğundan SAM-ın adsorbsiyası onun təmiz səthində yox, suyun dissosiasiyalı adsorbsiyası zamanı

əmələ gələn hidrokسيد- radikalılarla örtülmüş səthdə gedir. Suyun iki tip adsorbsiyası sübut olunur: Me—OH (A) və Me—HO (B). A variantında azot atomunun istifadə olunmamış elektron cütü hesabına inhibitorun adsorbsiyası OH_{ads} -in səthdən sıxışdırılıb çıxarılmasına səbəb olur. B variantında adsorbsiyanın inhibitorun aktiv hidrogeninin səthin hidrosil qrupu oksigeni ilə əlaqələnməsi hesabına getməsi ehtimal olunur.

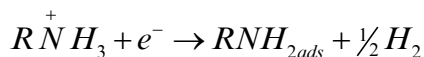
Aminlərin adsorbsiyası zamanı adsorbsiya olunmuş suyun səthdən sıxışdırılıb çıxarılması başqa yolla da olur. Azot atomunun elektron cütü hesabına adsorbsiya olunan amin su molekulu ilə hidrogen əlaqəsi yaradır. Belə assosiat kifayət qədər qeyri-sabitdir və səthi tərk edir. Səthin azad olmuş yerinə amin adsorbsiya olunur ki, o da inhibitor rolunu oynayır. Aminlərin suyu sıxışdırıb çıxarması qabiliyyəti və müdafiə xassəsi burada birmənalı olaraq bir-biri ilə əlaqədardır.

N-desil piridinin və onun müxtəlif törəmələrinin tədqiqi göstərdi ki, istənilən əvəzləyicinin molekula daxil edilməsi dəmirin turş mühitdə korroziyasının ləngiməsinin səmərəliliyinin armasına səbəb olur. Müdafiə təsirinin əsasında SAM-ın metal səthi ilə elektrostatik təsiri durur ki, bu da adsorbsiya olunmuş hallogenid ionlarının iştirakı ilə daha kəskin müşahidə olunur. Eyni zamanda əvəzedicilərin hidrokسيد- və karboksil qruplarının metal səthinin atomları ilə elektron qarşılıqlı təsiri hesabına adsorbsiyanın güclənməsi imkanı da inkar olunmur. Görünür ki, nə amin azotunun istifadə olunmamış elektron cütü hesabına aminlərin spesifik adsorbsiyası imkanını, nə də metal səthi ilə üzvi ammonium kationunun qarşılıqlı elektrostatik təsiri hesabına adsorbsiyanı inkar etmək olmaz.

Aminlərin protonlaşmış formaları bir başa katod prosesində iştirak edə və onu sürətləndirə bilər. Bu hadisənin bəzi detalları bir qədər aşağıda veriləcəkdir. Burada qeyd edək ki, aminin adsorbsiyası hesabına hidrogenin katod ayrılmasının inhibitorlanması və ammonium ionlarının turş mühitdə müsbət ψ_1 - potensialının yaranması, həmçinin RNH_3^+ kationunun hidrogeninin katalitik yüksüzləşməsi hesabına prosesin sürətlənməsi ya qarşılıqlı kompensasiya oluna, ya ləngimə, ya da sürətlənmə effektinə səbəb ola bilər. Bu, xüsusi halda dəmir və poladların mikrostrukturlarından asılıdır. Mikrostrukturlar səthin energetik vəziyyətini və poladların RNH_2 və RNH_3^+ hissəciklərinə münasibətdə adsorbsiya qabiliyyətlərini müəyyən edir. Məsələn, ammonium ionunun yüksüzləşməsi ya katalitik proses mərhələsi



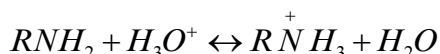
ya da inhibitorun adsorbsiya təbəqəsinin əmələ gəlməsi mərhələsi



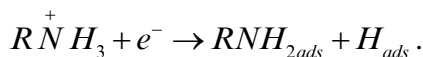
ola bilər.

Əgər istifadə olunmamış elektron cütünün metala keçməsi hesabına əmələ gələn adsorbsiya qüvvəsi kifayət qədər böyükdürsə, onda proses adsorbsiya təbəqəsinin əmələ gəlməsi istiqamətində gedir və səthin RNH_{2ads} kompleksi vasitəsi ilə mühitdən təcrid olunması hesabına katod prosesinin sürətlənməsi müşahidə olunmur. Bu hal dəmir və onun qrupunda olan metallar üçün xarakterikdir və bu da həmin metallarda d-yarımsəviyyə-sində elektronlar üçün boş yerlərin olması ilə əlaqədardır. Keçid elementlərindən fərqli olaraq digər metalların səthində adsorbsiyanın bu mexanizm üzrə getməsi az ehtimallıdır və proses katalitik mərhələdə gedir. Prosesin sürətlənməsi və ya inhibitorlanması ψ_1 - və katalitik effektlərin nisbəti ilə müəyyən olunur.

Lakin, $R\overset{+}{N}H_3 + e^- \rightarrow RNH_{2ads} + \frac{1}{2}H_2$ reaksiyası H_2S və ya sulfid ionları iştirakı ilə inhibitorlaşmanın güclənməsi səbəbini izah edə bilmir. Odur ki, I.L. Rozenfeld həmmüəlliflərlə birlikdə dəmirin H_2S olan turş mühitlərdə korroziyasının inhibitorlaşmasının aşağıdakı mexanizmini təklif edirlər. Əvvəlcə məhlulda



reaksiyası gedir. Sonra ammonium ionları adsorbsiya olunmuş hidrogen atomu və amin əmələ gətirməklə parçalanır:



Bu reaksiya katalitik proses mərhələsi deyil. Bu, adsorbsiya olunmuş amin molekulu ilə metal səthinin hidrogeni birləşdirmək sahəsində rəqabətini ehtimal edir. $Fe-H_{ads}$ əlaqəsinin böyük enerjiyə malik olması səbəbindən protonun ammonium ionundan metal səthinə keçməsi energetik cəhətdən daha əlverişlidir. Aminin neytral molekulu adsorbsiya olunmuş kompleks şəklində qalır, azotun istifadə olunmamış elektron cütü vasitəsi ilə səthlə əlaqələnir və bir daha protonlaşmaya məruz qalmır. Sulfid- və ya hidrosulfid ionlarının adsorbsiyası ($FeHS_{ads}$) mərhələsindən keçməklə metalın həll olması baş verir və $Fe-H_{ads}$ əlaqəsinin zəifləməsi hesabına $R\overset{+}{N}H_3$ ionları-

nın adsorbsiyası güclənir. Məhz bu səbəbdən də səthi-aktiv kationların və anionların eyni vaxtda adsorbsiyası hesabına sinergizm müşahidə olunur.

V.M. Abbasov, E.X. Enikeev, M.D. Qetmanski və N.I. Mürsəlov qonşu karbon atomlarında —OH və —NH₂ qrupları saxlayan və C₆—C₁₈ karbon atomlarına malik radikalı olan aminospirotların korroziya inhibitorları kimi təsir mexanizmini öyrənmişlər. Korroziya prosesi tərkibində H₂S, H₂S və O₂, H₂S və CO₂ olan mühitlərdə polad 20 nümunələri üzərində aparılmış və korroziya şəraitində nümunə səthində formalaşan səth təbəqələrinin tərkibi tədqiq olunmuşdur. Analiz rentgenelektron spektroskopiyası üsulu ilə, «Vakuum Djenereytor» firmasının «Eskalab» qurğusunda aparılmışdır. Nümunələr diametri 1 sm və qalınlığı 2-3 mm olan disklərdən ibarət olmuşdur və sınaqlar H₂S olan, o cümlədən CO₂ və O₂ də iştirak edən mühitlərdə aparılmış və sınaq müddəti on dəqiqələrlə aparılmışdır. Bununla yanaşı qravimetrik ölçmələr aparılmış və korroziya sürətinə pH-ın təsiri də öyrənilmişdir.

Aparılmış təcrübələr aşağıdakı nəticələrə gəlməyə imkan verir:

1. Alkil α -aminospirotlər 25 mq/l və daha yüksək qatılıqlarda H₂S ilə doymuş su-heptan mühitində, pH = 3-6 olduqda, o cümlədən model-minerallaşmış mühitdə yüksək müdafiə effektinə malik olur ($Z = 90 - 99,5\%$); hətta az miqdarda oksigenin mühitdə olması H₂S ilə doymuş mühitlərdə polad 20-nin korroziya sürətini artırır.
2. Inhibitorun kondensləşmiş təbəqəsində amin qrupunun azotu protonlaşmış vəziyyətdədir;
3. Hava ilə oksidləşmiş polad səthinə inhibitorun adsorbsiyası α -aminospirotların —OH qrupundakı oksigen atomunun və —NH₂ qrupundakı azot atomunun istifadə olunmamış elektron cütlərinin iştirakı ilə baş verir. Başqa sözlə α -aminospirotin hər iki funksional qrupu səthdə kimyəvi aktivdir;
4. Tərkibində H₂S olan mühitdə polad 20 nümunəsi üzərində Fe₂S_n sulfid təbəqəsi əmələ gəlir. Bu təbəqə üzərində inhibitorun adsorbsiyası α -aminospirotin deprotonlaşmış amin qrupunun azot atomunun istifadə olunmamış elektron cütünün iştirakı ilə gedir;
5. Tərkibində H₂S olan mühitlərdə oksigenin iştirakı FeS-in S⁰, SO₄²⁻ əmələ gəlməsi ilə oksidləşməsinə və dəmirin oksigen korroziyası məhsulu olan FeOOH-ın əmələ gəlməsinə səbəb olur. Suda həll olan məhsulun – dəmir sulfatın əmələ gəlməsi H₂S-li mühitlərdə oksigen iştirak etdikdə korroziyanın sürətinin artmasını izah edir. α -aminospirotların bifunksional xarakteri bu şəraitlərdə də yaxşı müdafiəni təmin edir.

Azot atomuna birləşmiş hidrogen atomlarının hamısı karbohidrogen radikalları ilə əvəz olunmuş dördlü ammonium duzlarının korroziya prosesinin ləngiməsinə təsirini yalnız elektrod prosesinə bir təsir ilə – elektrostatik adsorbsiya və ψ_1 - effektinin əmələ gəlməsi ilə izah etmək olar. Əgər dördlü ammonium duzlarında radikalın biri ikiqat rabitəyə malik olarsa, onda həm elektrostatik qarşılıqlı təsir, həm də spesifik qüvvələr hesabına adsorbsiya mümkündür. Belə törəmələrin adsorbsiyasının güclənməsi onlarda inhibitor xassələrinin güclü olmasını təmin edə bilər.

I.D. Vdovenko bir sıra silsilə işlərində belə bir təsəvvürü inkişaf etdirmişdir ki, həlledicinin (su) molekullarının, anionların və dördlü ammonium duzlarının əmələ gətirdikləri assosiatlar sonuncunun inhibitor xassəsinin yaranmasında əhəmiyyətli rol oynayır.

Müəllif öz ehtimallarını belə əsaslandırır ki, dördlü duzların tərkibinə daxil olan ionlarla məhlul arasında qarşılıqlı təsir anionların hidrat örtüklərinin vəziyyətinin dəyişməsinə səbəb olur. Tetraalkil ammonium duzları suyun quruluşunu nizamlayır, onunla klatratbənzər assosiatlar əmələ gətirir və bununla da anionu dehidratlaşdırır. SO_4^{2-} , Cl^- , Br^- , J^- sırasında anionların dehidratlaşma enerjisi azaldıqca dördlü ammonium duzlarının kationlarının inhibitor təsiri artır. Assosiatların tərkibinə daxil olan qismən dehidratlaşmış hallogenid ionlar metal səthinə xemosorbsiya olunur və əvvəldən adsorbsiya olunmuş suyu sıxışdırıb çıxarır. Belə assosiatlarla səthin təcrid olunması korroziya prosesinin getməsinə mane olur.

V.M. Abbasovun rəhbərliyi ilə aparılmış tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, trietilentetraaminə alkil hallogenidlərin təsiri nəticəsində alınan komplekslərin turş mühitlərdə inhibitorluq xassəsi Cl^- , Br^- və J^- ionlar saxlayan komplekslərin ardıcılığı ilə artır. Həmçinin o da inkar olunmur ki, korroziyanın ləngiməsi əlavə müsbət ψ_1 - potensialının yaranması halına yaranan energetik sədlə də əlaqədardır.

Əksər turşu korroziyası inhibitorları alifatik, aromatik və heterotsiklik aminlərin törəmələridirlər. Sinergizm effekti sayəsində belə inhibitorların lazımı müdafiə effektləri əldə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, turşu korroziyası inhibitoru kimi üzvi nitrobirləşmələr qismən az öyrənilmişdir və belə bir yanlış fikir formalaşmışdır ki, bu tip birləşmələr atmosfer korroziyası və neytral mühitlərdə korroziyanın inhibitorlarıdır. Keçmiş SSRI-də üzvi nitrobirləşmələr əsasında inhibitorların və inhibitorlu kompozisiyaların yaradılması sahəsində əsasən iki elmi məktəb geniş tədqiqatlar aparmışdır. Y.N. Şexterin və V.M. Abbasovun elmi məktəbləri. Məhz yanlış fikrin formalaş-

ması Y.N. Şexterin elmi məktəbinin əsasən üzvi nitrobirləşmələrin konservasiya mayelərinə inhibitor kimi istifadəsi və bu mayələrin atmosfer korroziyasından müdafiə məqsədi ilə istifadə edilməsi olmuşdur. V.M. Abbasovun elmi məktəbi keçən əsrin 70-ci illərinin əvvəllərindən başlayaraq alkil nitrospirtlər, alkil dinitrobirləşmələr, alkil nitronitratlar, alkil nitronitrozlar və onların aminli törəmələrinin H_2S və CO_2 -yə malik mühitlərdə inhibitorluq xassələrini ayrı-ayrılıqda və kompozisiyalar şəklində yoxlamış, hətta anomal miqdarda H_2S saxlayan mühitlər üçün yüksək müdafiə qabiliyyətinə malik inhibitorlar yaratmışdır.

Çoxqat əlaqəli birləşmələr. Bir çox alimlər qeyd edirlər ki, doymamış birləşmələr səmərəli turşu korroziyası inhibitorlarıdır. Onların müdafiə xassələri ikiqat əlaqəsi olmayan analoqlarına nəzərən yüksəkdir. Hərəkətli π - elektronlarına malik çoxqat rabitələrin olması asetilen birləşmələrinin yüksək adsorbsiya və müdafiə xassələrini təmin edir. ikiqat rabitəli birləşmələr üçqat rabitəli birləşmələrə nəzərən aşağı müdafiə xassəsinə malik olurlar.

Üçqat rabitə molekulun kənarında olan asetilen birləşmələri daha yüksək müdafiə qabiliyyətinə malikdirlər. Əvvəlcə bu qayda asetilen karbohidrogenləri üçün, sonra asetilen spirtləri üçün müəyyən edilmişdir. Bu qayda asetilen sırası aminlərə, efirlərə və hallogenidlərə də aiddir.

Asetilen və etilen birləşmələrinin elə ilk tədqiqatçıları müəyyən etmişdilər ki, belə SAM-ların qatılığı zaman keçdikcə azalır. Bu, şübhəsiz ki, inhibitorların kimyəvi çevrilmələri ilə əlaqədardır və bu çevrilmələr həm müdafiə olunan metalın səthində, həm də məhlulun daxilində gedir.

Müəyyən edilmişdir ki, doymamış birləşmələrin korroziyaya uğrayan metal ilə təmasda kimyəvi çevrilmə reaksiyalarının tərtibi sıfır ola bilər. Bu, belə nəticəyə gəlməyə əsas verir ki, belə çevrilmələr metalın heterogen səthində gedir. Əlavə etmək lazımdır ki, maddəyə görə sıfır tərtib səthin adsorbat ilə yüksək dolmasını sübut edir ki, bu da yalnız SAM-ın yaxşı adsorbsiya olduğu halda mümkündür.

Asetilen törəmələrinin yüksək adsorbsiya qabiliyyətinə baxmayaraq qüvvətli anod və ya katod polyarlaşması həm ilkin maddənin, həm də onun kimyəvi çevrilmə məhsullarının səthdən desorbsiyasına səbəb olur. Eyni zamanda qeyd etmək lazımdır ki, asetilen birləşmələri keçid metallar üzərində geniş potensiallar oblastında qala bilər və bu oblast aminlərin adsorbsiyasında olduğundan genişdir. Asetilen spirtlərinin adsorbsiya təbəqəsi sürəti azaltsa da hidrogenin katodda ayrılmasının kinetik parametrlərinə təsir et-

mir. Anod prosesi isə çox güman ki, öz mexanizmini dəyişir. Çox güman ki, asetilen törəmələri və ya onların çevrilmə məhsulları metalın səthini tam təcrid etmir, yalnız daha aktiv mərkəzləri örtür.

Metal səthində adsorbsiya zamanı məhlulun anionları doymamış birləşmələrlə rəqabət apara bilər. V.I. Viqdoroviç həmmüəlliflərlə birlikdə propargil spirtinin adsorbsiyası zamanı yalnız səthin bir hissəsinin təcrid olduğunu əsaslandırırlar. Onlar göstərir ki, turş su–etilenqlikol məhlullarında susuz komponentin qatılığı artdıqca propargil spirtinin inhibitor təsiri artır. Bu, asetilen inhibitorlarının adsorbsiya–kimyəvi çevrilmələrində təkcə metalın öz səthinin yox, həm də onun səthinə adsorbsiya olunmuş su molekullarının və ya hidrosil anionunun iştirakını göstərir ki, bu da onunla təsdiq olunur ki, üçqat rabitəsi molekulun kənarında olan propargil spirtinin, heksinolonun və bu tip digər birləşmələrin inhibitor xassələrinin turş məhlullara halogenid-ionlar əlavə edildikdə artması müşahidə olunur.

Bütün bunlar asetilen inhibitorlarının təsirinin mürəkkəb xarakterli olduğunu göstərir. Kimyəvi çevrilmə məhsulları çox vaxt korroziyanın ləngiməsinə müsbət təsir göstərdiyi nəzərə alınaraq əlavə olunan asetilen birləşmələri ikinci təsirə malik inhibitorlar adlandırılırlar.

Bir çox tədqiqatlar zamanı müəyyən edilmişdir ki, propargil spirti turş mühitdə dəmir ilə təmasda olduqda mürəkkəb polimerlər əmələ gətirir. Atom-adsorbsiya analizi göstərmişdir ki, müdafiə təbəqəsinin tərkibinə müdafiə olunan metal da daxildir. Səth kompleksinin metal ilə əlaqə enerjisi o qədər böyükdür ki, o, adsorbsiya yerinə görə hidrogen ilə rəqabətə girir.

Asetilen birləşmələrinin inhibitor xassələri üçqat əlaqəni əhatə edən əvəzləyicilərdən, onların polyarlıq xassələrindən, şaxəliliyindən asılıdır. Odur ki, asetilen karbohidrogenləri və spirtləri ilə yanaşı inhibitor kimi elə birləşmələr istifadə olunur ki, çoxqat rabitələrlə yanaşı onlarda adsorbsiya – aktiv digər qruplar da olsun. Məsələn, propargilamin propargil spirtinə nəzərən daha yüksək müdafiə qabiliyyətinə malikdir, dipropargil efiri isə hər ikisindən daha yaxşı inhibitordur. Üçqat rabitədən α -vəziyyətinə iri həcmli əvəzləyicinin birləşməsi çoxqat rabitəni ekranlaşdırır ki, bu da müdafiə xassələrinin zəifləməsinə səbəb olur. Məhz bu səbəbdən də iri radikalı üçlü spirtlər ikili spirtə nəzərən, bunların da hər ikisi birli spirtə nəzərən zəif müdafiə xassəsinə malikdirlər.

Əvəzli fenolların propargil efirləri də yüksək müdafiə qabiliyyətinə malikdir. Lakin, onların arasında əvəzləyicisiz fenolonun efirləri daha effektivdir. Bu birləşmədə π -əlaqələr sistemi propargil spirtində olduğuna nəzərən

daha çox polyarlaşır ki, bu da benzol həlqəsinin π -əlaqələrinin gərilməsi ilə əlaqədardır. Benzol spirtinin propargil efiri daha zəif inhibitorudur ki, bunun da səbəbi odur ki, bu molekulda gərginlik effekti zəifdir. Benzol həlqəsinə həmçinin alkil radikalının daxil edilməsi də efirlərin inhibitor xassəsini pisləşdirir. Bu, həm üçqat əlaqənin ekranlaşmasının sterik effekti, həm də π, π -əlaqəsinin polyarlaşmasının azalması ilə əlaqədardır. Üçqat rabitənin polyarlaşmasını gücləndirən elektronoak-septor əvəzləyicilər asetilen efirlərinin inhibitorluq və adsorbsiya xassələrini gücləndirir. Lakin, bəzi elektronoakseptor əvəzləyicilər ($-\text{COOH}$; $-\text{SO}_3\text{H}$) inhibitorluq xassəsini gücləndirmir ki, bu da həmin qrupların turşu xarakteri ilə əlaqədardır.

Üçqat rabitənin molekulun ortasında yerləşdiyi və asetilen karbonuna birləşmiş, reaksiya qabiliyyətli hidrogen atomunun olmadığı asetilen birləşmələri ilə metal səthinin qarşılıqlı təsirinin xarakteri başqadır. Belə birləşmələr daha davamlıdırlar və $\text{C}\equiv\text{C}$ əlaqəsinin molekulun kənarında yerləşdiyi birləşmələrə xas olan kimyəvi çevrilmələrə məruz qalmırlar.

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi etilen birləşmələri öz effektinə görə asetilen birləşmələrindən zəifdirlər, lakin, onlar öz növbəsində uyğun doymuş analoqlarına nəzərən daha effektivdirlər. Belə ki, xlorid turşusu məhlullarında dəmirin korroziyası molekulunda $\text{C}=\text{C}$ əlaqəsi olmayan analoqlara nisbətdə akrilamid və allilamin ilə daha yaxşı ləngidilir. Etilen törəmələri molekuluna müxtəlif funksional qrupların daxil edilməsi müdafiə qabiliyyətinin artmasına az təsir edir, çünki, adsorbsiya əlaqələrinin yaranmasında başlıca rolu ikiqat əlaqə oynayır. Dəmirin korroziyasından müdafiə üçün allilhallogenidlər istifadə edildikdə adsorbsiya zamanı həlledici rolu ikiqat rabitə icra edir.

Doymamış birləşmələrin molekulunda ikiqat rabitələrin sayı artdıqda ikiqat rabitələrin elektronlarının hamısının metal ilə qarşılıqlı əlaqəsi hesabına adsorbatın metal səthinə nisbətdə paralel istiqamətlənməsi imkanı artır. Bu, səthin təcrid olunmasının güclənməsinə və inhibitor xassəsinin artmasına səbəb olur. Turş mühitlərdə doymamış diaminlər özündə dördlü ammonium duzlarının və olefinlərin xassələrini birləşdirir və üç mərkəz vasitəsi ilə effektiv adsorbsiya olunaraq sulfat və xlorid turşusu məhlullarında dəmirin korroziyadan müdafiəsini yüksək səviyyədə təmin edir. Belə diaminlərin effektivliyi hallogenid-ionların iştirakı ilə yüksəlir. Tamamilə kvaternizə olunmuş dördlü ammonium duzlarında doymamış əvəzləyicinin olması inhibitor xassəsini gücləndirir. Bu tip birləşmələrin yodidlərinin istifadəsi müdafiə qabiliyyətini gücləndirir. Bu inhibitorlar üçün həmçinin elektrostatik qüvvə-

lər və π -elektron qarşılıqlı təsiri hesabına adsorbsiya getdiyini ehtimal etmək olar. Temperatur artdıqca sonuncu tip qarşılıqlı təsir üstünlük təşkil edir ki, bu da $C\equiv C$ əlaqəsinin oynadığı rolun əhəmiyyətini göstərir.

Yuxarıdakıları nəzərə alaraq metal səthində doymamış birləşmələrin adsorbsiyasının mexanizmini aşağıdakı kimi təsvir etmək olar. Dəmir yarımqrupu metalları d-yarımsəviyyəsində boşluqların olması ilə xarakterizə olunurlar və bu boşluğu adsorbatın elektronları hesabına doldurmağa meyillidirlər. Doymamış əlaqəli birləşmələr qaz fazasından adsorbsiya prosesində SAM-dan elektronların yekun olaraq metala keçməsi zamanı π -kompleksləri əmələ gətirirlər. Kovalent rabitə tipində rabitənin yaranması da istisna olunmur.

Yuxarıda deyilənlərin hamısı doymamış SAM-ların məhluldan adsorbsiyası halı üçün də öz qüvvəsində qalır. $C\equiv C$ birləşmələrinin adsorbsiyası zamanı əmələ gələn asetilen kompleksləri səthdə həm π -əlaəqsi, həm də hidrogen əlaqəsi vasitəsi ilə stabilləşirlər. Asetilen və etimlenin törəmələrinin inhibitor təsirini təhlil edərək belə mexanizm təsəvvür etmək olar. Molekulda π -əlaqələrinin olması ona səthi-aktivlik verir. Keçid metalları üzərində adsorbsiya mexanizmindən asılı olmayaraq o, spesifik, xemosorbsiya qarşılıqlı təsir xarakterinə malikdir. SAM-ın əmələ gətirdiyi adsorbsiya təbəqəsi səthi ekranlaşdırır və korroziya prosesini ləngidir. Metalın katalitik xassələrindən və asetilen törəmələri olan SAM-ların quruluşundan asılı olaraq adsorbsiya olunmuş inhibitorun sonrakı kimyəvi çevrilmələri müşahidə oluna və ya olunmaya bilər. Birinci halda mürəkkəb adsorbsiya – polimerləşmə prosesi gedir, adsorbsiya təbəqəsi faza, polimolekulyar təbəqəyə çevrilir, metal səthi praktiki olaraq tamamilə təcrid olunur və olduqca yüksək müdafiə dərəcəsi əldə olunur. Üçqat rabitə molekulun mərkəzində olduqda və ya kənar $C\equiv C$ əlaqəsinin qeyri keçid metalı səthinə adsorbsiya zamanı ikinci hal baş verir, proses adsorbsiya olunmuş müdafiə təbəqəsinin yaranması ilə tamamlanır. İstisna olunmur ki, məhlulda asetilen birləşmələri kimyəvi çevrilmələrə məruz qalır və bir qayda olaraq pis həll olan kondensləşmə, polimerləşmə və hidrogenləşmə məhsulları əmələ gəlir. Bu halda əlavələrin müdafiə effektivliyi yüksək olmur. Yəqin ki, etilen birləşmələri belə dərin çevrilmələrə məruz qalmır.

Polimerləşmə və kondensləşmə prosesləri azot və oksigen atomları arasında çoxqat əlaqələr olan SAM-lar üçün də xarakterikdir.

Oksigenli birləşmələr. Turşu korroziyası inhibitoru kimi oksigenli birləşmələrdən doymuş spirtlər və onların törəmələri, fenol və onun əvəzlə-

yicili nümayəndələri, aldehidlər və ketonlar, efirlər və karbon turşuları haqqında ədəbiyyatlarda məlumatlar var.

Doymuş spirtlər dəmir və dəmir qrupu metalları üzərinə zəif adsorbsiya qabiliyyətinə malikdirlər və odur ki, onların inhibitor xassələri çox da yüksək deyil. Hətta, ədəbiyyatda belə məlumatlar da var ki, spirtlərin dəmir üzərinə adsorbsiyası dönər xarakterlidir. C_3 — C_6 spirtlər sırasında adsorbsiya və müdafiə xassələri artır. Eyni zamanda C_1 — C_4 spirtləri dəmir və civə üzərində yalnız mənfi yüklənmiş səthlərə adsorbsiya edirlər.

Sulfat məhlullarında dəmir üzərində həcmi və polyarlaşma ölçmələri C_4 — C_6 spirtlərinin kifayət qədər səthi və inhibitorluq aktivliyinə malik olduğu göstərmişdir. Karbohidrogen zəncirinin böyüməsi və onun şaxələnməsi spirtlərin adsorbsiya və inhibitorluq xassələrini pisləşdirir. Bunu belə bir ehtimal ilə izah etmək olar ki, spirtlər müsbət yüklənmiş hissəciklər şəklində adsorbsiya olunurlar və müsbət işarəli adsorbsiya ψ_1 - potensialı yaranır.

Bəzi müəlliflər sulfat turşusu mühitində metanol və etanolun dəmirin korroziyasına təsirini başqa yönümdə izah edirlər. İkiqat təbəqənin tutumunun ölçülməsi göstərmişdir ki, bu spirtlər 10^{-3} – 10^{-1} mol/l qatılıqlarda dəmir səthinə demək olar ki, adsorbsiya olunurlar. Eyni zamanda bu intervalda korroziya sürətinin azalması müşahidə olunur. Korroziyanın minimum sürəti spirt – qeyri elektrolit əlavəsi ilə suyun strukturunun maksimum stabiləşmə oblastı ilə üst-üstə düşür. Suyun strukturunun stabiləşməsi hidrogen əlaqələrinin güclənməsinə, hidrogen ionlarının hərəkətliliyinin azalmasına və nəticə olaraq ifrat gərginliyin artmasına səbəb olur. Hallogenid-ionların iştirakı ilə sinergizm müşahidə olunur ki, bu da Cl^- , Br^- , J^- sırasında artır. I.D. Vdovenko və başqaları sinergizmi spirtlərlə suyun strukturunun stabiləşməsi şəraitində hallogenid-ionlarının hidratasiyasının zəifləməsi ilə izah edirlər. bu, hallogenidlərin adsorbsiyasının güclənməsinə, səthin ekranlaşmasının yaxşılaşmasına və inhibitor effektinin artmasına səbəb olur.

Qeyd etmək lazımdır ki, doymuş spirtlərin keçid metallarının səthi ilə qarşılıqlı təsirinin xarakteri səthin vəziyyətindən, onun hazırlanma üsulundan, hər hansı həlledici ilə əvvəlcədən təmasda olmasından, elektrod potensialından və adsorbsiya müddətindən asılıdır. Müəyyən şəraitlərdə doymuş alifatik spirtlər səthlə möhkəm əlaqələnmiş parçalanma məhsulları əmələ gətirməklə adsorbsiya oluna bilər. Spirtlərə əlavə funksional qrupların daxil edilməsi və aromatik oksitörəmələrə keçid adsorbsiyanı və inhibitor xassələrini artırır. Yuxarıda göstərilədiyi kimi asetilen və etilen spirtləri kifayət qədər yüksək inhibitorluq xassəsinə malikdirlər.

Dəmirin turşularda korroziyası zamanı aldehidlər hiss olunacaq dərəcədə yüksək inhibitorluq xassəsi göstərilir. Benzaldehid və onun törəmələri kifayət qədər yüksək inhibitorluq xassəsinə malikdirlər. Bu qrup birləşmələrdən olan inhibitorlardan yalnız formaldehid sənaye miqyasında istifadə olunur. Radikallarından biri aromatik olan ketonlar bir qədər çox effektə malikdirlər.

Aldehidlər və ketonlar olduqca reaksiya qabiliyyətli maddələrdirlər, keçid metallarının katalitik aktiv səthləri ilə aktiv qarşılıqlı təsirdə olurlar. Alifatik oksobirləşmələrin buxarlarının dəmir qrupu metallarının səthinə adsorbsiyası zamanı bir neçə tip xemasorbsiya olunmuş hissəciklər (alkil, asil, alkoksil qruplaşmaları, karbon monooksid) aşkar olunmuşdur. Belə hissəciklərin əmələ gəlməsi yalnız adsorbatın qismən parçalanması ilə tamamlanan dərin adsorbsiya qarşılıqlı əlaqəsi nəticəsində mümkündür. Səthin spektrlərində elə hissəciklərdə müşahidə olunur ki, valent titrəyişlərini oksobirləşmələrin özlərinə aid etmək olar. Amma, valent titrəyişlərinin tezliyi sərbəst birləşmənin özü üçün xarakterik olan titrəyişlərdən fərqlənir. Bu, metal ilə adsorbsiya əlaqəsinin yaranmasında iştirak edən atomların elektron vəziyyətinin dəyişməsi ilə izah olunur. Adsorbsiya mərkəzi kimi elektromənfisi oksigen və ya karbonil qrupunun karbon atomu iştirak edə bilər.

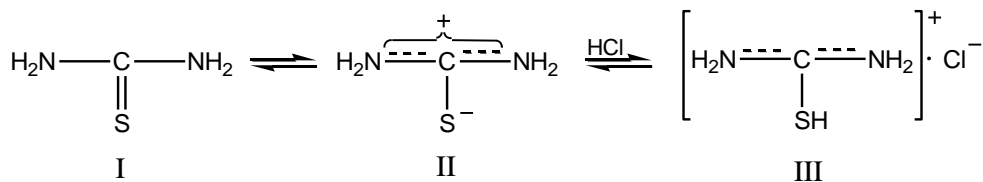
Karbon turşuları zəif inhibitorlardır. Üzvi turşuların inhibitor kimi təsiri iki səbəblə əlaqələndirilə bilər. Petrenko A.Q. və Antropov Z.I, apardıqları tədqiqatların nəticələrinə əsasən uzun karbohidrogen zəncirli inhibitorlar təcridedicisi tip inhibitorlardır. Bundan başqa karbon turşularının iştirakı ilə anod proseslərinin ləngiməsi metalların passivləşməsinin yaxşılaşması ilə əlaqədar ola bilər. Karbon turşuları korroziya məhsulları ilə kompleks əmələ gətirə biləcəyi hallarda inhibitorluq xassəsi bu komplekslərin möhkəmliyindən və onların metal səthinə adsorbsiya qabiliyyətindən asılıdır.

Kükürlü birləşmələr. Molekulunda kükürd atomları olan çoxlu sayda inhibitorlar arasında olduqca səmərəli turşu korroziyası inhibitorları var. Kükürd atomuna malik birləşmələr bir çox texniki qarışıq inhibitorların komponentləridir və əsasən sinergetik rolunu oynayırlar.

Turşu korroziyası inhibitoru kimi tiokarbamid və onun törəmələri daha çox öyrənilmişdir. Tiokarbamid anion aktivliyinə malikdir, başqa sözlə, cıvə üzərində mənfii yüklənmiş hissəcik kimi mövcud olur və ya molekulun mənfii yüklənmiş fraqmentin hesabına adsorbsiya olunur.

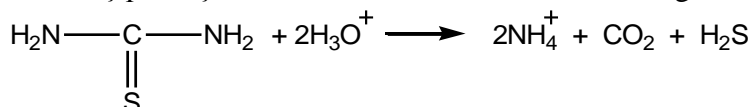
Tiokarbamidin alkil- və fenil törəmələri həm müsbət, həm də mənfii yüklənmiş səthlərə eyni dərəcədə yaxşı adsorbsiya olunurlar. Çox güman ki,

bu onunla əlaqədardır ki, məhlulun tərkibindən və metalın təbiətindən asılı olaraq turş mühitdə olan aşağıdakı tiokarbamid formaları adsorbsiya oluna bilər:

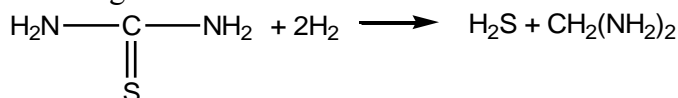


burada I – tiokarbamidin öz molekulu, II – bipolyar forma, III – duzdur.

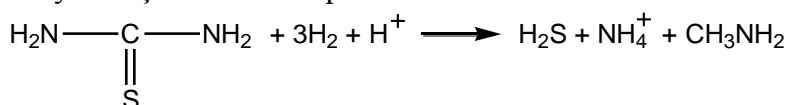
Bundan başqa, turş mühitdə tiokarbamidin hidrolizi də gedir:



Metalların korroziyası nəticəsində əmələ gələn hidrogenin təsiri ilə aşağıdakı proses də gedə bilər:



Nəhayət bu şəraitlərdə bir proses də mümkündür:



Beləliklə, görmək olar ki, həm tiokarbamid, həm də onun törəmələri adsorbsiya qabiliyyətinə malikdirlər və bu səbəbdən də korroziya sürətinə təsir edə bilərlər. Yəqindir ki, yuxarıda göstərilən I və ya II molekul formaları daha elektromənfə kükürd atomu hesabına adsorbsiya ola bilərlər.

Y.V. Fyodorov tiokarbamidin inhibitor kimi təsir mexanizminə belə izah verir. Onun yüksək olmayan qatılığında parçalanma məhsulu kimi əmələ gələn H_2S korroziyanın anod və katod proseslərini daha çox stimullaşdırır, nəinki, parçalanmış tiokarbamid molekullarının adsorbsiyası həmin prosesləri ləngidir. Tiokarbamidin qatılığı artdıqca onun səthə adsorbsiya olunmuş miqdarı artır. Korroziya sürəti azalır ki, bu da eyni vaxtda parçalanaraq H_2S əmələ gətirmə reaksiyalarını da ləngidir. Beləliklə, ehtimal olunur ki, korroziya prosesini inhibitorlaşdıran tiokarbamidin parçalanmamış molekullarıdır.

L.I. Andropov və V.F. Panasenkonun fikrincə adsorbsiyaya səbəb tiokarbamid və onun törəmələrinin parçalanma məhsullarıdır. Belə ki, tiokarbamidin parçalanması zamanı əmələ gələn metilendiamin $\text{CH}_2(\text{NH}_2)_2$ ammoniak və formaldehidə qədər hidroliz oluna bilər. Formaldehid H_2S ilə

kimyəvi qarşılıqlı təsirdə olur. Nəticədə tioformaldehid alınır ki, bu da qüvvətli korroziya inhibitorudur. Tiokarbamidin tədricən parçalanması H_2S və formaldehidin lazımi qatılığını təmin edir və bununla da müdafiə təbəqəsinin qalmasını uzun müddət təmin edir. Bununla əlaqədar olaraq tiokarbamidin və H_2S –in inhibitor təsirində sinergizm asan izah olunur.

Tiokarbonil qrupuna malik birləşmələrin yüksək inhibitor xassələri xüsusi təcrübələrlə təsdiq olunmuşdur. Tiokarbonil birləşmələrin adsorbsiyası oksigenli analoqlarına nəzərə alınaraq tiokarbonil qrupunun elektronlarının qüvvətli delokallaşması ilə əlaqədardır.

Məhlulda tiokarbamidin yuxarıdakı çevrilmə məhsullarının hamısının ola bilməsini nəzərə alaraq hesab etmək olar ki, bu məhsulların hamısı korroziyanı sürətləndirmək və ya stimullaşdırmaq üçün müəyyən dərəcədə məsuldurlar. Dəmir–sulfat turşusu–tiokarbamid sistemində xarakteristikaların hesablanması göstərmişdir ki, adsorbsiya təbəqəsində həm adsorbsiya olunmuş kationlar, həm də molekullar ola bilər. Sonuncu halda adsorbsiya donor-akseptor qarşılıqlı təsiri hesabına gedir. Adsorbsiya təbəqəsində həmçinin HS^- anionu da olur ki, bu da tiokarbamidin kation formasının (və ya onun parçalanma məhsullarının) adsorbsiyasını gücləndirir. Lakin bəzi alimlərin fikrincə tiokarbamidin kation formasının adsorbsiyası katod prosesinin və korroziya prosesinin bütövlükdə sürətlənməsinə gətirib çıxara bilər. Protonlaşmış kükürd atomu adsorbsiya mərkəzi olaraq hidrogen ionlarının metal səthinə yaxınlaşmasına səbəb olur və bu da yüksüzləşməni asanlaşdırır. Tiokarbamidin S- əvəzli törəmələri protonlaşmış formanı əmələ gətirmir və odur ki, bu səbəbdən də katod prosesini sürətləndirə bilməz. Məhz kation formanın adsorbsiyasının hesabına tiokarbamid və bəzi səthi-aktiv anionların sinergizmi izah oluna bilər.

Tiokarbamidin N- və S- əvəzli törəmələrinin müdafiə təsiri bir qayda olaraq əvəzləyicisiz analoqlarından yüksəkdir, həm də kükürd atomunda elektron sıxlığını artıran əvəzləyicilər birləşmələrin inhibitorluq xassələrini artırır.

Oksidləşdirici turşularda metalların korroziyasını inhibitorlaşdırarkən karbamidin təsiri daha da mürəkkəbdir. Belə ki, nitrat turşusunda yuxarıda göstərilən reaksiyalarla yanaşı tiokarbamidin parçalanma məhsullarının oksidləşmə və reduksiya prosesləri də gedə bilər ki, bu da məhlulda olan birləşmələrin sayını artırır və inhibitorlaşdırıcı və ya stimullaşdırıcı təsir göstərə bilər.

Tiokarbamidin izomeri olan ammonium rodanid inhibitor xassəsinə malik deyil. Qələvi metalların rodanidləri haqqında da eyni fikirləri demək

olar. Lakin bir sıra texniki və qarışıq inhibitorların tərkib hissəsi olan rodanid ionu qüvvətli sinergizmə malikdir və kationoaktiv SAM-ların inhibitor təsirini gücləndirir.

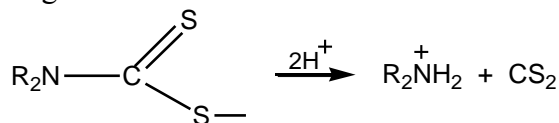
Tiosemikarbazid molekulunda adsorbsiya aktivliyinə malik əlavə — NH qrupu saxladığından tiokarbamidə nəzərən inhibitor kimi daha səmərəlidir. Ölçmələr göstərmişdir ki, tiosemikarbazid metal səthinə adsorbsiya olunduqda səthdə dörd molekul suyu sıxışdırıb çıxarır ki, bu da onun ekranlaşdırıcı xassələrini müəyyən edir.

Merkaptanlar və tiospirtlər də inhibitor xassəsinə malikdirlər. Lakin onların xoşagəlməz iyi praktiki tətbiq yolunda ciddi maneədir.

Üzvi sulfidlər kifayət qədər turşu korroziyası inhibitorlarıdır. Onların spesifik adsorbsiyası kükürd atomunun istifadə olunmamış elektron cütləri iştirakı ilə baş verir. Qüvvətli adsorbsiya qarşılıqlı təsir xemosorbsiyaya yaxındır. Sıx adsorbsiya təbəqələrinin yaranmasına və metalın ekranlaşmasına səbəb olur. Alkil əvəzləyicilərin induktiv effekti kükürd atomunun adsorbsiya qabiliyyətini artırır və birləşmənin inhibitor təsiri artır. Alkil sulfidlərin civə üzərinə adsorbsiya olunması və dəmirin turşu korroziyası zamanı onların müdafiə qabiliyyətləri arasında dəqiq uyğunluq var. Alkil sulfidlər az qatılıqlarda korroziya prosesini sürətləndirə bilər.

Əvəzli sulfidlər həm kationoaktiv, həm də molekulyar SAM-lar ilə sinergetik qarışıqlar əmələ gətirir. Sinergizm qarşılıqlı olaraq adsorbsiyanı gücləndirməklə əlaqədardır.

Tərkibində tion qrupu saxlayan üzvi birləşmələr və ditiokarbamatların müxtəlif törəmələri səmərəli turşu korroziyası inhibitorlarıdır. Bəzi alimlər onların inhibitor təsirini birləşmənin öz adsorbsiyası ilə izah etdikləri halda (kükürd-metal əlaqəsi yatarmaqla), digərləri ikinci inhibitorlaşma mexanizmi ilə izah edirlər. həqiqətən də ditiokarbamatlar turşu mühitdə CS₂ və ikili aminlər əmələ gətirirlər:



Öz növbəsində karbon sulfid CS₂ hidroliz olunur və H₂S əmələ gətirir və nəticədə ditiokarbamatların əlavə olunması korroziyanı sürətləndirir. Yalnız azotlu kationa aktiv inhibitorlarla qarışıq halında olduqda inhibitorluq xassəsinin qarşılıqlı güclənməsi müşahidə olunur. Beləliklə, bu halda ikinci inhibitorlaşdırma sinergetik qarışığın əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır.

Üzvi sulfoturşuların anionları metal səthinə yaxşı adsorbsiya olunurlar, ψ – effektinə uyğun olaraq korroziyanı sürətləndirirlər. Üzvi turşuların radikalının ölçüləri böyükdə isə yaranan təcridetmə effekti üstünlük təşkil edir və maddə inhibitor ola bilər. Üzvisulfoturşuları qarışıq inhibitorlarda sinergetik komponent kimi istifadə etmək daha məqsədəuyğundur.

Fosforlu birləşmələr. Fosfor üzvi birləşmələr, xüsusi halda dördəvəzli fosfonium duzları müxtəlif metalların turşu korroziyası inhibitorları kimi məlumdurlar. Tiofosfat turşusu, həmçinin onun efirləri xlorid turşusu məhlulunda dəmirin korroziyasını kifayət qədər ləngidə bilərlər. Keçən əsrin 70-ci illərində Dnepropetrovsk metallurjiya institutunda yerinə yetirilmiş bir sıra işlərdə müxtəlif quruluşlu fosforüzvi birləşmələrin inhibitor xassələri geniş tədqiq olunmuşdur.

Bu işlərdə fosforlu inhibitorlar altı qrupa bölünmüşdür: 1–fosfinlər və onların törəmələri; 2–fosfat turşusunun efirləri; 3– fosfit turşusunun efirləri; 4–tiofosfat turşusunun efirləri; 5–azot və fosfor atomları arasında çoxqat əlaqə olan birləşmələr; 6–azot və karbon atomları arasında çoxqat əlaqə olan birləşmələr. Bu birləşmələrin hamısının sulfat turşusunda metalları müdafiə qabiliyyəti xlorid turşusunda olduğundan yüksəkdir. Əksər birləşmələr turşuların suda məhlullarının təsiri ilə parçalanırlar. Lakin, bu birləşmələrin çevrilmələrinin sürəti böyük deyil və bu səbəbdən də sınaqdan keçirilən birləşmələrin müdafiə xassələri ikinci məhsullara yox, ilkin maddələrin özlərinə aiddir. Tetrametilfosfonium xloridin nümunəsində göstərilmişdir ki, bu qrup birləşmələrin dəmir və civə üzərində adsorbsiyası dənəkdir. Digər qrup birləşmələrin adsorbsiyası dənən deyil. Aqressiv mühitin turşusunun təbiətinin təsiri onunla əlaqələndirilir ki, sulfat ionları xlorid anionları ilə müqayisədə fosfor üzvi birləşmələr daha qüvvətli dehidratlaşdırıcı təsir göstərir ki, bu da onların adsorbsiyasını asanlaşdırır.

Dördlü fosfonium duzlarının adsorbsiya və müdafiə xassələrinin tədqiqi S.A.Balezin və əməkdaşları tərəfindən aparılmışdır. Bu işlərin nəticəsi göstərmişdir ki, dördəvəzli fosfonium duzlarının kationları səthi-aktiv anion ilə birlikdə olduqda dəmir və polad üzərinə zəif adsorbsiya olunur. Yalnız səthi-aktiv aniona malik fosfonium duzları molekullar arasındakı sinerqizm göstərərək olduqca qüvvətli adsorbsiya xassəsinə və yüksək inhibitorlaşdırıcı effektə malik olurlar.

Metal səthinin fosfonium yodidlərlə dolma dərəcəsi vahidə yaxındır. Nəzərə alınsa ki, fosfor atomunda effektiv yük analoji onium duzlarında olan azot atomlarındakı effektiv yükə bərabərdir, onda fosfonium ionu – hal-

logenid ion sistemində güclü sinergizm aydın olur. Molekullararası qarşılıqlı təsir adsorbsiya olunan ikiölçülü təbəqənin əmələ gəlməsinə səbəb olur ki, bu təbəqə də qüvvətli ekranlaşdırıcı təsirə malikdir. Bu inhibitorların adsorbsiyası potensialların kifayət qədər geniş oblastında müşahidə olunur, amma, müsbət potensialın atması ilə bir qədər azalır ki, bu da SAM hissəciklərinin uyğun kationlar şəklində adsorbsiya olunduğunu sübut edir.

Trifenilsikloheksilfosfonium yodid misalında Z və θ qiymətləri müqayisə olunmuşdur. Inhibitorun az qatılıqlarında Z qiymətcə θ -dən böyük olur ki, bu da ləngimə prosesində həm ψ_1 - effektinin, həm də təcrid etmə effektinin olduğunu göstərir. Səthin daha çox dolması şəraitində Z və θ eyni qiymətli olur ki, bu da təcrid etmə mexanizminə keçidi təsdiq edir.

Beləliklə, dördlü fosfonium duzlarının deaerasiya olunmuş turş məhlullarda metal səthinə səthdə olan hallogenid ionlarına kulon qarşılıqlı təsiri ilə adsorbsiya etməyini müəyyən edilmiş hesab etmək olar. Əmələ gələn sıx adsorbsiya təbəqəsi elektrod proseslərinin gedişinə mane olur. Oksigen iştirakı ilə dördlü fosfonium duzlarının parçalanma imkanı yaranır, istisna deyil ki, aerasiya olunan turşu məhlulunda müdafiə təkcə onium ionlarının yox, həm də ikinci məhsulların (məsələn, trifenilfosfinin oksidinin) adsorbsiyası hesabına təmin olunur.

Dördlü fosfonium duzları hidrogenin katoda ayrılması və dəmirin anoda həll olması reaksiyalarının kinetik parametrlərini dəyişmir ki, bu da səthin daha çox olduğu hallarda bu tip inhibitorların təcrid edici mexanizm üzrə təsiri təsdiq olunur.

Korroziya potensialının yüksək mənfi qiymətinə malik metalları (məsələn, Zn) dördlü fosfonium duzları ilə inhibitorlaşdırdıqda fosfor–karbon əlaqəsinin elektrokimyəvi qırılma ehtimalı artır, başqa sözlə, məhlulda parçalanma məhsulları əmələ gəlir. Bununla əlaqədar olaraq burada ikinci inhibitorlaşdırmadan danışmaq olar. Dəmirin korroziya potensialı sinkə nəzərən daha müsbətdir ki, bu da dəmir üzərində dördlü fosfonium duzlarının elektrokimyəvi çevrilmələrini çətinləşdirir və ikinci inhibitorlaşdırmanın rolunu əsaslı dərəcədə azaldır.

V. Lorens və X. Fişerin fikrincə trifenilbenzil fosfoniumun inhibitorlaşdırıcı təsirini izah etmək üçün ikinci inhibitorlaşma haqqında təsəvvürləri cəlb etməyə ehtiyac yoxdur. Belə ki, müşahidə olunan effektlər tam olaraq onium duzlarının adsorbsiyası və ψ_1 -effekti ilə izah oluna bilər. L. Xornerin silsilə işlərində bunun tam əksi olan nöqtəyi nəzər müdafiə olunur. Məhlulun, qaz fazasının və səth təbəqələrinin ciddi və dəqiq analizi yolu ilə inan-

dırıcı olaraq göstərilmişdir ki, fosfonium ionlarının parçalanma məhsulları mövcuddur. İstisna deyil ki, ikinci inhibitorlar sırasında fosfin radikalı da var. Bu radikal sərbəst valentiyə malikdir və fosfor atomunu əhatə edən aromatik radikallar hesabına stabilləşir.

Alkilarilfosfonium bromidlərin yüksək inhibitor təsiri onunla izah olunur ki, bu birləşmələr eyni zamanda müxtəlif adsorbsiya mərkəzlərinin köməyi ilə adsorbsiya mərkəzlərinin köməyi ilə adsorbsiya edə bilirlər. Hər şeydən əvvəl bu, fosfonium kationunun elektrostatik adsorbsiyasıdır, sonra, π -orbitallarının və cütləşməmiş elektronların iştirakı ilə adsorbsiyadır və nəhayət xemosorbsiyadır.

Sənaye miqyasında geniş istehsal və istifadə olunan fosfor üzvi birləşmələrdən biri oksietilidendifosfon turşusudur. Lakin, bu turşu metalların turşu korroziyası kimi hiss olunacaq effektə malik deyil.

Eyni zamanda aminometil-, iminodimetil- və nitrilotrimetilfosfon turşuları dəmir üzərinə yaxşı adsorbsiya olunur və onu korroziyadan yaxşı müdafiə edir. Çox güman ki, inhibitor xassələrinin güclənməsi amin-, imin- və nitril qruplarının olması ilə əlaqədardır, belə ki, həmin qruplar əsas adsorbsiya mərkəzləridirlər.

Tiofosfat turşusunun efirləri (dietil-, dibutil-, diheksil-, dioktil- və trietilfosfatlar) turşu mühitlərdə dəmirin, nikelin və digər metalların həll olmasını inhibitorlaşdırır. Fosfat turşusunun efirləri də, məsələn, desilfosfat da dəmirin korroziyasının effektiv inhibitorudur. Göstərilən efirlərin səthi-aktivliyi və onların inhibitor xassələri inhibitorun polyar qruplarının müdafiə olunan metal səthi ilə qarşılıqlı təsirdə olması imkanı ilə əlaqədardır. Fosfit turşusunun amidoefirləri turşu sulu və su-üzvi mühitlərdə dəmirin turşu korroziyası üçün yaxşı inhibitorudur.

Yapon alimi K. Aramaki fosfor üzvi birləşmələrin adsorbsiya mexanizminə sərt və yumşaq turşu və əsas prinsipi nöqtəyi-nəzərindən baxır. Bu prinsip R. Pirson tərəfindən 1969-cu ildə irəli sürülmüşdür. Bu prinsipə uyğun olaraq keçid metalları, xüsusi halda dəmir yumşaq turşular, R_3P , R_4P^+ və s. tip fosforlu birləşmələr yumşaq əsas hesab olunur. Yumşaq turşu və yumşaq əsas arasındakı qarşılıqlı təsir nəticəsində möhkəm koordinasiya əlaqəsi yaranır, adsorbsiya prosesi isə xemosorbsiya ilə başa çatır. Alkilarilfosfonium birləşmələrinin parçalanması zamanı əmələ gələn və ikinci inhibitorlaşmanı təmin edən məhsulların da inhibitor xassəsi bu baxışlara uyğun olaraq izah olunur.

5.9.3. Inhibitorların səmərəliliyinin artırılması yolları.

Turş məhsullara SAM əlavə etdikdə korroziya sürətinin azalması əlavə olunan maddələrin metal səthinə adsorbsiyası ilə əlaqədardır. Odur ki, SAM-ların adsorbsiya qabiliyyətlərinin artırılması ümumi halda onların effektinin inhibitor kimi artması ilə müşayət olunmalıdır.

Effektin artmasını eyni zamanda təcridtmə və ψ_1 -effektinə malik SAM-lardan gözləmək olar. Belə inhibitorlar mühitə daxil edildikdə yekun effekt Y_θ və Y_{ψ_1} qiymətləri ilə müəyyənləşir. Eyni zamanda hər iki effektin özünü göstərməsini xüsusi halda o vaxt gözləmək olar ki, kationoaktiv inhibitorun tərkibində üzvi kationların adsorbsiyasını gücləndirən və yaxşı adsorbsiya olunan anionlar olsun. Molekullarası sinergizm məhz bu hadisə ilə bağlıdır. Bu halda mürəkkəb tərkibli inhibitor ona daxil olan komponentlərin hər birinin ayrılıqdakı effektindən yüksəkdir. Belə faktorlar yaxşı məlumdur ki, dördlü üzvi ammonium duzları sulfat məhlullarında demək olar ki, inhibitor xassəsinə malik olmadığı halda xlorid məhlullarında effekt kifayət qədər yüksəkdir. Yodid ionlarının iştirakı ilə Z -in qiyməti demək olar ki, vahidə bərabər olur.

Məlum eksperiment məlumatlarından aydın olur ki, sulfat məhlullarda üzvi ammonium duzlarının kationlarının adsorbsiyası zamanı $\theta_{tutum} < 1$ olur. Xlorid mühitlərdə θ_{tutum} -un qiyməti hiss olunacaq dərəcədə böyükdür, lakin, səthin tam dolması yenə də müşahidə olunmur. Eyni zamanda tetraalkilammonium yodid üçün $\theta_{tutum} = 1$, hətta, inhibitorun qatılığı 10^{-2} mol/l olduqda da təmin olunur. Göstərilədiyi kimi bu halda təcridtmə və ψ_1 -effektləri müşahidə olunur ki, bu da müdafiə xassəsinin yüksəlməsinə səbəb olur.

Belə hadisə artıq çoxdan mürəkkəb inhibitorların tərkibini seçərkən istifadə olunur. Belə ki, hələ 1968-ci ildə Y.V. Fedorov yüksək müdafiə xassələrinə malik olan inhibitorlaşdırıcı mürəkkəb tərkiblərin yaradılması üçün təsəvvürlər sistemi inkişaf etdirilmişdir. Tətbiq edilmək üçün təklif olunan inhibitorlar piridin, xinolin və onların törəmələri kimi üzvi kationlarla yanaşı səthi-aktiv xlorid, bromid, yodid, rodanid ionlarına da malik olur.

Bununla əlaqədar olaraq aydındır ki, səthi-aktiv kationa və aniona disosiasiya edən fərdi maddələr və ya qeyd olunan kation və anionlara malik texniki məhsullar yüksək müdafiə effektinə malik ola bilər. Belə inhibitorlara sənaye miqyasında geniş istifadə olunan və sinergizm effektinə malik olan XOSP-10, OR-2, S-5, Kaspi-X və s. aiddir.

Molekullar arası sinergizmə malik qarışıqların və birləşmələrin çeşidini genişləndirmək üçün tək-cə hallogenid və rodanidlər yox, karbon turşularının çoxlu sayda törəmələri də tədqiq olunmuşdur ki, onlar da perspektivli sinergetik kompozisiyalardır.

Metallar üzərində spesifik adsorbsiya olunan qeyri-üzvi anionlar özləri səmərəli ekranlaşdırıcı təbəqə yarada bilmirlər. Bununla əlaqədar olaraq anionaktiv SAM – sinergetik kompozisiyaların komponenti kimi müxtəlif sulfoturşular tədqiq olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, müxtəlif tip alkilsulfoturşular piridin, xolin və onların törəmələri ilə yüksək effektivliyə malik inhibitorlaşdırıcı qarışıqlar əmələ gətirirlər. Kation tipli inhibitorun korroziya mühitində olan səthi anion ilə qarışığı da sinergizmə səbəb ola bilər. Məhz ona görə də məlum olduğu kimi, tərkibində piridin və xolin əsasları olan əksər sənaye inhibitorları H₂S mühitlərində öz effektlərini artırır. Bu neft-mədən avadanlıqlarını hidrogen-sulfid korroziyasından müdafiə üçün inhibitorların çeşidini artırmağa imkan verir. Belə ki, müəyyən edilmişdir ki, neft emalı zavodlarının istilik dəyişdiricilərini xloridli turşu drenaj sularında korroziyadan müdafiə üçün yaradılmış KLOE-15 inhibitoru neft quyularında lay təzyiqini sabit saxlama sistemlərini H₂S-li mühitdə yüksək effektivliklə korroziyadan müdafiə edir.

Kombinə olunmuş inhibitorların yaradılmasının yeni istiqamətlərdən biri də aminlər, piridinlər və digər birləşmələr kimi üzvi birləşmələrlə qeyri-üzvi birləşmələrdən (metalların duzları) istifadə olunmasıdır. Üzvi komponentlərin effektivliyinin artmasının səbəblərindən biri metal ionlarının korroziyaya uğrayan metal səthinə kontakt çökməsidir. Metalın çökməsi səthin yükünü dəyişir və bu səbəbdən də qarışığın üzvi komponentinin adsorbsiya şəraiti də dəyişir.

Inhibitorların yaradılmasının perspektiv istiqamətlərindən biri də molekuldaxili sinergizmə malik maddələrin sintezidir. Belə SAM-ların molekulları işarəcə əks və ya polyarlılığı ilə fərqlənən qruplara malik olur ki, onların da hər biri korroziyaya uğrayan metal səthi ilə adsorbsiya qarşılıqlı təsirdə ola bilər. Belə bi- və polifunksional birləşmələr bir sıra yüksək keyfiyyətli inhibitorların tərkibinə daxilirlər. Bu tip birləşmələrin yüksək effektivliyinin əsas səbəbi korroziyaya uğrayan metal səthində sıx adsorbsiya təbəqəsi əmələ gətirməsidir. Bu hallarda da həmçinin bir neçə inhibitorlaşdırıcı effektin cəmləşməsini göstərməsini olar. Əgər, məsələn, istifadə olunmuş elektron cütləri olan qruplar adsorbsiyanı və səthin ekranlaşmasını təmin edirsə, amin qrupu turşu mühitdə ammoniumun duzuna çevrilərək müs-

bət işarəli ψ_1 -potensialı yaradacaq ki, bu da korroziyanın ümumi ləngiməsinə əlavə kömək edəcəkdir.

Inhibitorların molekulları və inhibitor effektləri arasında birmənalı əlaqə yoxdur, lakin, ehtimal etmək olar ki, mürəkkəb şaxələnmiş radikal təcrid etmədə müəyyən rol oynaya bilər, əgər onlar adsorbsiya aktivliyinə malik mərkəzləri təcrid etməsələr.

Döndürü ammonium polimer duzları xloridli mühitlərdə həm təcridedici, həm də ψ_1 -effektinə malik olurlar. Sulfat məhlullarda isə polimer duzların makromolekullarının sıxılması baş verir və nəticədə müsbət yüklənmiş azot atomu ekranlaşır və inhibitor yalnız təcridedici effektdə malik olur. Amma polimer tipli inhibitorların molekullarının kütləsinin həddən çox böyüməsi maddənin həll olmasını azaldır və onun elektrod səthinə diffuziyasını çətinləşdirir ki, bu da inhibitor təsirinin azalmasına səbəb olur.

Kondensləşmə məhsulu olan bir sıra irimolekullu birləşmələr yüksək effektivliyə malik inhibitorlar ola bilər. Onlarda çoxlu sayda adsorbsiya mərkəzləri olduğundan bir çox metalların korroziyasını səmərəli olaraq ləngidir. Xlorid turşusunda polietilenpoliaminin yüksək müdafiə qabiliyyəti ədəbiyyatda çoxdan məlumdur.

Anionaktiv SAM-lar mənfi işarəli ψ_1 -effektinə malik olaraq hidrogenin katoda ayrılmasını sürətləndirirlər. Bunun nəticəsində, məsələn, sulfosalisil turşusu korroziyanın stimulyatoru olur. Ehtimal etmək olar ki, sulfo turşuların üzvi radikalının mürəkkəbləşməsi ekranlaşdırıcı effektin yaranmasına səbəb olur ki, bu da ψ_1 -effektini üstələyir və anionaktiv maddə inhibitorluq xassəsinə əldə edir.

Beləliklə, yüksək inhibitorluq xassəsinə malik olan maddələr müxtəlif funksional qruplara malik olmalıdır, yüksək adsorbsiya qabiliyyətli olmalıdır, kation- və anion aktiv komponentlərə malik olmalıdır. Başqa sözlə, effektiv inhibitorların axtarışı çox komponentli qarışıqların və çoxfunksiyalı birləşmələrin yaradılması istiqamətində olmalıdır. Çünki, belə qarışıqlar və ya birləşmələr maksimum sayda inhibitorlaşdırıcı effektdə malik olurlar.

Akademik V.M. Abbasovun yaratdığı elmi məktəb çoxfunksiyalı korroziya inhibitorlarının, inhibitor-bakterisidlərinin, korroziya və duz çökmə inhibitorlarının, asfalt-qətran-parafin çökmə inhibitorlarının, konservasiya mayələrinin və sürtkülərinin yaradılması sahəsində dərin fundamental tədqiqatlar aparmış, bu məktəbin yaratdığı korroziya əleyhinə vasitələrin bir çoxu sənaye miqyasında tətbiq olunmuşdur və olunmaqdadır. Əsaslı 1982-ci ildən qoyulmuş bu işlər indi də davam etdirilir.

Bu elmi məktəb indiyə qədər 41 fəlsəfə doktoru və 14 elmlər doktoru yetişdirmişdir.

Bu elmi məktəbin bir sıra işlərinin təhlilini verməyi vacib saydım, çünki bu işlərin böyük praktiki və nəzəri əhəmiyyəti var.

V.M. Abbasovun ideyası və rəhbərliyi ilə yaradılmış korroziya və duzçökmə inhibitoru VFİKS-82 1983-cü ilin dekabrın 12-də SSRİ Neft Sənayesi Nazirliyinin dövlət komissiyası tərəfindən neft sənayesində istifadə üçün qəbul olunub.

Bu inhibitor 1984-cü ildə Neft Daşları yatağında 1668 nömrəli laya su vurma quyusunda sənaye sınağından keçirilib.

Sınağa qədər lay suyunda 66-98 mq/l H₂S olub ki, bu da lay suyunda sulfat reduksiyaedici bakteriyaların (SRB) həyat fəaliyyəti ilə əlaqədardır. Lay suyuna bir dəfəyə 400 mq/l VFİKS-82 inhibitoru vurulduqdan sonra lay suyunda H₂S-in miqdarı 1,0-2,2 mq/l arasında olmuşdur.

Bu da onu göstərir ki, reagent SRB-nin həyat fəaliyyətini dayandırır, lay suyunda H₂S-in miqdarı 96,5-98,5 % azalır.

Müəyyən edilib ki, VFİKS -82 inhibitoru praktiki olaraq zəhərli deyil və az təhlükəli reagentlər sırasına aiddir.

1985-ci ildə VFİKS -82 inhibitoru Rusiya Federasiyasının Samotlor yatağında mədəndaxili neft nəqli sistemində sınaqdan keçirilmişdir. Orta aylıq məsrəf 40 q/m³ olmuşdur. Qeyd edək ki, sınaq keçirilən nəql borusunda laydan çıxan neft və su qarışığı fazalaşmış şəkildə hərəkət edir.

Müəyyən edilmişdir ki, bu inhibitorun istifadəsi nəticəsində korroziyadan müdafiə 83-91 % olmuşdur və SRB-nin həyat fəaliyyəti tam dayanmışdır.

1985-ci ilin dekabrından 1986-cı ilin sentyabrına qədər VFİKS -82 inhibitorunun sənaye sınaqları Ufa neft emalı zavodunda 8-ci su blokunda aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, blokda məlum natrium tripolifosfat və natrium heksametafosfat istifadə edildikdə polad-3 nümunəsinin korroziya sürəti 0,324-dən 0,25 mm/il-ə qədər azaldığı halda, mühitə 50 mq/l VFİKS -82 inhibitoru verildikdə korroziya sürəti 0,04 mm/il-ə qədər azalır.

1983-cü ilin dekabrın 12-də SSRİ Neft Sənayesi Nazirliyinin dövlət komissiyası tərəfindən neft sənayesində istifadə üçün qəbul olunub.

Bu inhibitor 1984-cü ildə Neft Daşları yatağında 1668 nömrəli laya vurma quyusunda sənaye sınağından keçirilib.

1985-ci ildə VFİKS-82 inhibitoru Rusiya Federasiyasının Samotlor yatağında mədən daxili neft nəqli sistemində sınaqdan keçirilmişdir. Orta aylıq məsrəf 40q/m³ olmuşdur. Qeyd edək ki, sınaq keçirilən nəql borusunda laydan çıxan neft və su qarışığı fazalaşmış şəkildə hərəkət edir.

Müəyyən edilmişdir ki, bu inhibitorun istifadəsi nəticəsində korroziyadan müdafiə 83-91% olmuşdur və SRB-nin həyat fəaliyyəti tam dayanmışdır.

1985-ci ilin dekabrından 1986-cı ilin sentyabrına qədər VFİKS-82 inhibitorunun sənaye sınaqları Ufa neft emalı zavodunda 8-ci su blokunda aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, blokda məlum natrium tripolifosfat və natrium heksametafosfat istifadə edildikdə polad-3 nümunəsinin korroziya sürəti 0,324-dən 0,25 mm/il-ə qədər azaldığı halda, mühitə 50 mq/l VFİKS-82 inhibitoru verildikdə korroziya sürəti 0,04 mm/il-ə qədər azalır (yəni korroziya sürəti qeyri-üzvi reagentlər istifadə olunduğu hala nəzərən 5,438 dəfə azdır).

VFİKS-82 reagenti 1988-ci ildə fevral-may aylarında Türkmənneftin “Leninneft” yatağında lay sularının nəqli sistemində sənaye sınağından keçmişdir. İnhibitor sistemə 50-200q/m³ miqdarında verilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, reagentin müdafiə effekti 71,5-91,6% intervalında dəyişir.

VFİKS-82 inhibitoru 1988-ci ildə Azərbaycanın Xaçmaz rayonunda yerləşən 116 nömrəli termal su quyusu üzərində qurulmuş stenddə sənaye sınağından keçirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, termal suya VFİKS-82 inhibitoru 100-150 mq/l miqdarda verildikdə borunun korroziyadan müdafiəsi 94-98,5%, ərpəmələgəlmədən müdafiə 100% təmin olunur. O da nəzərə alınmalıdır ki, bu termal suda 60-61 q/l duz var və codluğu kifayət qədər yüksəkdir.

1988-ci ilin avqust-sentyabr aylarında VFİKS-82 inhibitorunun “Surqutneftqaz” istehsalat Birliyinin neft yığma boru kəmərlərində sənaye sınaqlarından keçirilib. İki ay ərzində boruda nəql olunan mayenin hər kubmetrinə 44 q VFİKS -82 inhibitora verilib. 30 sutkadan sonra korroziya sürəti 0,00888 q/m² saata qədər azalıb. Müdafiə effekti 77-98% arasında dəyişib.

Qeyd edək ki, VFİKS -82 inhibitorunun Rusiya Federasiyasının soyuq iqlim şəraitində olan yataqlarında istifadəsi nəzərdə tutulduğundan onun qış modifikasiyasını yaratmaq tələbi yaranmışdı. VFİKS -82 reagenti özü mənfi 20⁰C-də donur və o, suda 50%-li məhluldur. Donma temperaturunu aşağı salan həlledicilərin istifadəsi onun qiymətini bahalaşdırma bildiyindən belə həlledicilərin istifadəsi məqsədə uyğun sayılmadı. Biz reagentin aktiv maddəsinin qatılığını 50%-dən 58-60%-ə qədər dəyişməklə mənfi 30-33⁰C-də donmayan inhibitor aldıq və inhibitorun qış modifikasiyası “Azəri” adlandırıldı.

1988-ci ildə SSRİ Neft Sənayesi Nazirliyi “Qlav Tümennefti qaz” mədənlərində yalnız VFİKS -82 reagentinin, Tatneft, Başneft və Komineft neft yataqlarında digər inhibitorlarla yanaşı istifadəsinə icazə verdi.

1990-cı ilin yanvar-aprel aylarında VFİKS -82 inhibitoru Ukrainanın neft yatağında sənaye sınağından keçdi və müəyyən edildi ki, inhibitor mühitə 50-70 mq/l miqdarında verildikdə korroziyadan müdafiə 9297% olur.

Qeyd edək ki, “Azəri” inhibitoru TŞ 38402123-94 texniki şərtinə uyğun olaraq istehsal olunur. VFİKS -82 və “Azəri” inhibitorlarının effektivliyi nəzərə alınaraq Başqırdıstanın Mineral Gübrələr Zavodunda (Meleuz şəhəri) illik gücü 20000 tam olan sənaye qurğusu yaradılıb. Bu qurğuda ekstraksiya üsulu ilə alınan fosfat turşusu əsasında VFİKS -82E və “Azəri” inhibitorlarının istehsalı təşkil olunub. Eyni zamanda Azərbaycan Elmlər Akademiyasının (indiki AMEA) Təcrübə-Sənaye Zavodunda təcrübə-sənaye qurğusu fəaliyyət göstərib. 1984-1992-ci illərdə bu zavodda 5535 ton VFİKS -82 inhibitoru istehsal olunub.

1989-1997-ci illərdə Meleuz şəhərindəki zavodda 15854 ton VFİKS -82E və 6600 ton “Azəri” inhibitoru istehsal olunub.

Akademik V.M. Abbasovun ideyası və rəhbərliyi ilə H₂S korroziyasına qarşı yüksək effektiv korroziya inhibitorları yaradılıb (Kaspi-2, Kaspi-4, Abşeron, Araz-1, Kaspi-x, Kaspi-X(M)).

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, 1988-ci ildən Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu (NKPI) SSRİ-də olefin karbohidrogenləri əsasında H₂S korroziyası inhibitorlarının yaradılması sahəsində baş təşkilat seçilib.

Kaspi-2 inhibitoru parafinlərin termiki krekinqindən alınan α-olefinlərin 180-240⁰C-də qaynayan fraksiyasından, Kaspi-4 inhibitoru etilenin oliqomerləşməsi nəticəsində alınmış α-olefinlər əsasında alınmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, Kaspi-2 və Kaspi-4 inhibitorları ümumi H₂S korroziyasından müdafiəni ≥ 25mq/l qatılıqlarda 95-97% müdafiə etməklə yanaşı hidrogen kövrəkliyinin qarşısını tam alır, korroziya yorğunluğunun əmələ gəlməsini yüksək dərəcədə ləngidir.

H₂S çatlarının əmələ gəlməsindən müdafiə sahəsində dünyada yaradılmış 42 inhibitorun sınaqları nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, bu sahədə ən səmərəli inhibitor Kaspi-4 inhibitorudur. Kaspi-2 inhibitoru səmərəliliyinə görə 9-cu yerdədir. Qeyd edək ki, effektivliyi yüksək sayılan 10 inhibitorun səmərəlilik ardıcılığı belədir: Kaspi-4 (81%), Travis B4 (79%), Neftekim-3 (78%), İ-3-DM (74%), İ-6-DN (71%), Visko-904 NİK (71%), İ-5-DP (69%), Sepakkor 5478 AM (69%), Kaspi-2 (68%), Sekanqaz SD8119 (68%).

Kaspi-2 inhibitorunun təsir mexanizmi öyrənilmiş və onun yüksək müdafiə effektinin səbəbləri müəyyənləşdirilmişdir.

Kaspi-2 inhibitoru indiki Heydər Əliyev adına Neft Kimya Emalı Zavodunun katalitik krekinq qurğusunda şlem borusunun və separatorun H₂S korroziyasından müdafiəsində yoxlanılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, bu inhibitor uzun müddətli təsirə malikdir. Belə ki, bu inhibitor şlem borusuna 15 sutka müddətində 90 q/saat sərf ilə verildikdən sonra 45 sutka inhibitor verilmədikdə suda həll olan dəmir ionlarının miqdarı 4 dəfə azalaraq normaya (0,5 ppm) düşür.

Qeyd edək ki, Kaspi-2 inhibitoru yüksək miqdarda H₂S və CO₂ olan mühitlərdə korroziyanın qarşısını alan inhibitor kimi yaradıldığından Qazaxıstanın Tengiz yatağında 16 nömrəli quyu üzərində qurulmuş Porta-Test qurğusunda sənaye sınağından keçirilmişdir. Bu yatağın qazında 25%-ə qədər H₂S və CO₂ var. Texniki tapşırığa görə korroziya sürəti 0,15 mm/il-dən çox olmamalıdır. İnhibitor dizel yanacağına 20%-li məhlul halında hər 1000 normal m³ qaza 50 q aktiv maddə olmaqla verilib. İnhibitorun qurğuya verilməsindən sonra separatorun I, II, III və IV pillələrində H₂S korroziyasının sürəti uyğun olaraq 0,014; 0,023; 0,0417 və 0,0175 mm/il olub. Bu nəticələr inhibitorun yüksək effektiv olduğunu təsdiq edir.

Akademik V.M. Abbasovun ideyası və rəhbərliyi ilə yaradılmış Kaspi-X inhibitoru 1995-ci ildən 2022-ci ilin sonuna qədər indiki Heydər Əliyev adına Neft Emalı zavodunda neftin ilkin emalı qurğularını, riforminq, koklaşma, katalitik krekinq qurğularını turşu korroziyasından müdafiə üçün istifadə olunub. Bu inhibitor istifadə olunduğu qurğularda dəmir ionlarının miqdarı ≤ 1 mq/l həddində olmuşdur ki, bu da çox yüksək müdafiədir.

Akademik V.M. Abbasovun elmi məktəbində Parkorin-1 parafinçökmə inhibitoru yaradılıb, 1998-ci ildə 10 ay müddətində Mişovdağ neft yatağında 7 quyuda sınaqdan keçirilmişdir. Çıxarılan hər ton neftə orta hesabla 250 q Parkorin-1 verildikdə parafinçökmə intensivliyi 2 dəfə azalır, parafindən təmizlənmə dövrü isə 79,5 sutkadan 152,3 sutkaya qədər artır.

Pambıq yağı əsasında anion aktiv səthi aktiv maddələr (SAM) sintez olunmuş, onların CO₂ korroziyasına təsiri öyrənilmişdir. Əvvəlcə pambıq yağı hidrolizə uğradılmış, alınan sərbəst yağ turşuları sulfatlaşdırılmışdır. Sulfatlaşma məhsulunun pH-ı 5,1 olmuşdur. Sulfatlaşmış turşuların Na, H, NH₄⁺, mono- və dietanol aminlərlə duzları və kompleksləri sintez olunmuşdur. Sintez olunmuş SAM-ların izopropil spirtinin suda 30%-li məhlulunda 20%-li məhlulları hazırlanmışdır. Hazırlanmış Na, K, NH₄, mono- və dieta-

nol amin məhsulları 50°C temperaturda 1%-li NaCl məhlulunda CO₂ ilə doymuş mühitdə CO₂ korroziya inhibitoru kimi yüksək səmərəlilik göstərmişlər. Na duzu məhlulu 25, 50, 75 və 100 ppm qatılıqlarda uyğun olaraq 86,30; 91,70; 94,10; 97,25% müdafiə effekti göstərmişdir. K duzu məhlulu üçün müdafiə effekti uyğun olaraq 85,65; 91,11; 93,95; 97,0% olub. Ammonium duzu üçün müdafiə effekti uyğun olaraq 87,21; 93,64; 96,73 və 99,42%, monoetanol kompleksi məhlulu üçün 88,81; 93,92; 97,12; 99,62%, dietanol amin kompleksi üçün 89,86; 94,32; 97,59 və 99,79% olub. Nəticələr bir-birinə yaxın olsa da iqtisadi baxımdan sərfəli olan ammonium duzu məhluludur. O da nəzərə alınmalıdır ki, ölkəmizdə natrium və kalium hidroksidlərin, mono- və dietanol aminlərin istehsalı yoxdur, amma ammoniak istehsalı var.

Qeyd edək ki, günəbxan yağı əsasında da SAM məhsulları hazırlanmış və CO₂ korroziyası inhibitoru kimi yoxlanılmışdır. Bu halda da kationdan asılı olaraq inhibitorun 100 ppm qatılığında müdafiə effekti $\geq 97 - 99,79\%$ arasında dəyişir.

V.M. Abbasov, L.İ. Əliyeva, L.M. Əfəndiyeva, N.M. Məmmədova imidazolinlər sintez etmişlər. Sintez sintetik neft turşuları əsasında aparılmışdır. Sintez olunmuş imidazolin iki fazalı su ikerosin (9:1 nisbətində) sistemində (tərkibində 500 mq/l H₂S olan) mühitində, 4, 10, 20 saat müddətində polad-3 nümunəsinin H₂S korroziyasına qarşı inhibitor kimi yoxlanılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, mühitə 50 mq/l miqdarında imidazolin verildikdə korroziyadan müdafiə effekti 4, 10, 20 saat müddətində uyğun olaraq 94,9; 96,5 və 97,4% olur. 100 mq/l miqdarında reagent verildikdə müdafiə effekti uyğun olaraq 95,5; 96,0 və 98,1% olur.

Sintez olunmuş imidazolinin xlorid turşusu ilə 1:1 mol nisbətində kompleksi sintez olunmuşdur. İzopropil spirtinin suda 30%-li məhlulunda 20%-li məhlul hazırlanmış və 1%-li NaCl məhlulunda (CO₂ ilə doymuş) 20 saat müddətində 50°C temperaturda yoxlanılmışdır. Kompleksin məhlulu mühitə 100 mq/l miqdarda verildikdə CO₂ korroziyasından müdafiə effekti $\geq 99\%$ olur.

Akademik V.M. Abbasovun ideyası və rəhbərliyi ilə C₈, C₁₂, C₁₄, C₁₆₋₁₈ α -olefinlərin, həmçinin propilenin trimeri və tetromeri əsasında nitronitroz törəmələri sintez olunmuşdur. Nitronitroz törəmələrinin kalium duzu sintez olunmuş, CO₂ korroziyasının kinetikasına təsiri öyrənilmişdir. Reagentlər mühitə 50 mq/l miqdarında verilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, C₁₂, C₁₄, C₁₆₋₁₈, trimer və tetramer propilenin nitronitroz törəməsinin kalium duzları-

nın müdafiə effekti uyğun olaraq 93%; 99,7%; 99,8%; 20,57% və 44,93% olur. Propilenin trimeri və tetramerinin əsasında sintez olunmuş kalium duzlarının zəif müdafiə effekti radikalın izoquruluşlu olması ilə əlaqədardır.

C₈, C₁₂, C₁₄, C₁₆₋₁₈ ammonium nitronatların 20%-li məhlulları mühitə 50 mq/l miqdarında verildikdə yalnız C₈ ammonium duzu istifadə olunduğu halda zəif müdafiə effekti (17,8%) əldə olunur.

Digər hallarda müdafiə effekti uyğun olaraq 97,08%; 97,0% və 99,2% olur.

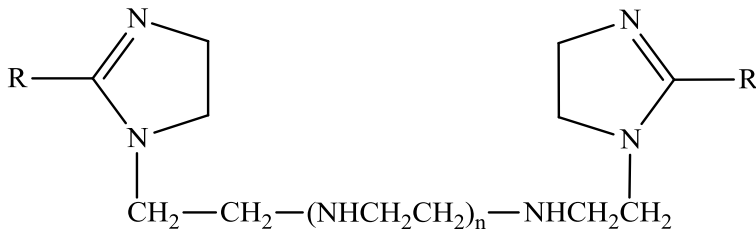
C₈, C₁₂, C₁₄, C₁₆₋₁₈ nitronitroz birləşmələrinin natrium duzunun 20%-li məhlulları mühitə 50 mq/l miqdarında verildikdə müdafiə effekti uyğun olaraq 13,7%; 92,0%; 93,4% və 95,5% olur.

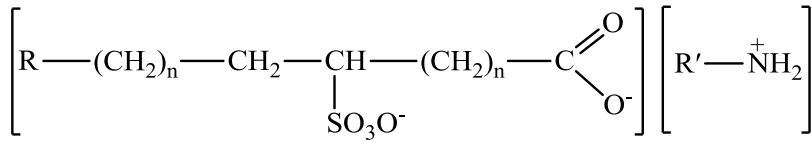
C₈, C₁₂, C₁₄, C₁₆₋₁₈ nitronitrozların monoetanol amin, dietanol amin və trietanol aminlər ilə kompleksləri sintez olunub və onların izopropil spirtində 20%-li məhlulu hazırlanıb. Bu məhlullar mühitə 50 mq/l miqdarında verildikdə CO₂ ilə doymuş 1%-li NaCl məhlulunda 50°C temperaturda müdafiə effekti aşağıdakı kimi olmuşdur: C₈ olduqda korroziya prosesi ləngimir, əksinə stimullaşır. C₁₂, C₁₄, C₁₆₋₁₈ nitronitrozun monoetanol amin kompleksi məhlulları uyğun olaraq 98,3%; 99,5% və 99,3% olmuşdur.

Dietanolamin kompleksləri mühitə 50 mq/l qatılıqda verildikdə müdafiə effekti uyğun olaraq 34,0%; 98,91%; 99,6%; 99,8% olur.

Nitronitrozların trietanol amin kompleksləri məhlulları 50 mq/l qatılıqda verildikdə C₈ olduqda proses stimullaşır, C₁₂, C₁₄, C₁₆₋₁₈ olduqda uyğun olaraq 98,9% 99,4% və 99,0% müdafiə effekti təmin olunur.

V.M. Abbasovun ideyası və rəhbərliyi ilə qarğıdalı yağı turşularının polietilen poliamin (PEPA) ilə 2:1 mol nisbətində bis imidazolin və sulfatlaşmış olein turşusunun propil-, butil-, pentil-, heksil-, heptil-, oktil amino kompleksləri sintez olunmuşdur.





Bis imidazolinin izopropil spirtində 20%-li məhlulu hazırlanmışdır.

Sulfatlaşmış olein turşusunun amin komplekslərinin izopropil spirtinin suda 30%-li məhlulunda 20%-li məhlulları hazırlanmışdır. Sonar bis imidazolin məhlulu ilə hər bir kompleksin məhlullarını 1:1 kütlə nisbətində qarışdırmaqla kompozisiyalar hazırlanmışdır.

Su:kerosin 9:1 nisbətində götürülmüş, tərkibində 3% NaCl və 500 mq/l H₂S olan mühitdə kompozisiyaların polad-3 nümunəsinin H₂S korroziyasına təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, mühitə bis imidazolin məhlulu 10 mq/l miqdarında verildikdə korroziya sürəti 10 dəfə azalaraq 2,6 q/m² saatdan 0,26 q/m² saat olur.

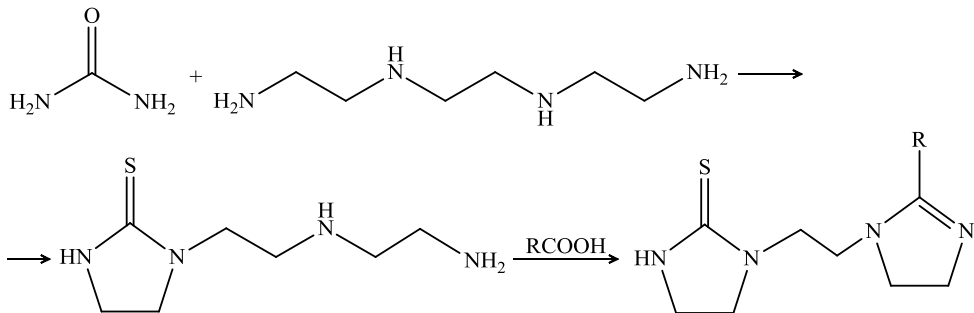
Bis imidazolinin və propil amin kompleksi əsasında hazırlanmış kompozisiya 5, 10, 20, 35, 90, 180 mq/l qatılıqlarda H₂S korroziyasından müdafiəni uyğun olaraq 16,5%; 95,6%; 97,3%; 99,4; 99,7% və 99,8% təmin edir. Pentil amin kompleksi ilə kompozisiya 10, 25, 35, 40, 50, 90, mq/l miqdarlarda H₂S korroziyasından müdafiəni uyğun olaraq 16,5%; 88,0; 96,3%; 98,3; 99,4% və 99,7% təmin edir.

Heksil amin kompleksi ilə kompozisiya 10 və 25 mq/l miqdarında H₂S korroziyasından müdafiəni uyğun olaraq 13,5 və 90,0% təmin edir.

Heptil amin kompleksi ilə kompozisiya 25 mq/l miqdarında olduqda H₂S korroziyasından müdafiə 95,0% olur.

Oktil amin kompleksi ilə hazırlanmış kompozisiya 10 mq/l miqdarında H₂S korroziyasından müdafiəni 90,0% təmin edir.

Tərkibində kükürd saxlayan imidazolinlər sintez edilmişdir:



RCOOH bakı neftlərindən ayrılmış təbii neft turşuları qarışıdır. Sintez olunmuş birləşmə CO_2 ilə doymuş 1%-li NaCl məhlulunda 50°C temperaturda 20 saat müddətində C1018 poladdan olan elektrodun CO_2 korroziyasının kinetikasına təsiri öyrənilmişdir. İnhibitorsuz mühitdə 20 saat müddətində korroziya sürəti 3,43 mm olduğu halda mühitə 5 mq/l sintez olunmuş maddə verildikdə korroziya sürəti azalaraq 0,09 mm/il olur (97,4% müdafiə effekti). İmidazolin mühitə 10 və 50 mq/l miqdarında verildikdə korroziya sürəti uyğun olaraq 0,08 və 0,05 mm/il olur. Korroziyadan müdafiə effekti uyğun olaraq 97,67% və 98,54% olur.

Təbii neft turşusunun əsasında imidazolin amin və onun da əsasında qarışqa və sirkə turşuları ilə komplekslər sintez olunmuşdur.

Sintez olunmuş komplekslərin CO_2 ilə doymuş 1%-li NaCl məhlulunda CO_2 korroziyasının kinetikasına təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, qarışqa turşusu kompleksi mühitə 50 və 100 mq/l miqdarda verildikdə korroziyadan müdafiə effekti uyğun olaraq 96,2% və 98,8% olur.

Sirkə turşusu əsasında alınan kompleks mühitə 50 və 100 mq/l miqdarda verildikdə müdafiə effekti uyğun olaraq 96,7% və 97,6% olur.

Bu komplekslər polad-3 nümunəsinin H_2S korroziyasına qarşı inhibitor kimi də yoxlanılmışdır. Sınaq 9:1 su:kerosin nisbətində hazırlanmış tərkibində 3% NaCl və 500 mq/l H_2S olan mühitdə aparılıb. Müəyyən edilib ki, qarışqa turşusu əsasında kompleks mühitə 10, 25, 50 və 100 mq/l miqdarda verildikdə H_2S korroziyasından müdafiə uyğun olaraq 93,6%; 95,4%; 97,6% və 99,0% olmuşdur. Sirkə turşusu əsasında kompleks həmin qatılıqlarda uyğun olaraq 97,6%; 99,5%; 99,5% və 99,6% müdafiə təmin etmişdir.

Akademik V.M. Abbasovun rəhbərliyi ilə aparılan fundamental və təbii elmi tədqiqatların bir istiqaməti də atmosfer korroziyasından müdafiə üçün konservasiya mayələrinin və sürtkülərinin sintezi və tədqiqidir.

İlk dəfə olaraq sintetik neft turşularının (SNT) Co, Ni, Zn, Ca, Cu duzları və T-30 yağı əsasında konservasiya mayeləri yaratmaq imkanı tədqiq olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, 90% T-30 yağı və SNT-nin Co duzu 10% götürülməklə hazırlanmış konservasiya mayesi polad-3 nümunəsinin hidrokamerada, dəniz suyunda və 0,001%-li H_2SO_4 məhlulunda atmosfer korroziyasından uyğun olaraq 192, 54 və 55 sutka müdafiə edir.

SNT-nin Co və C_{14} nitrobirləşmə və T-30 yağı əsasında sinergetik effektə malik konservasiya mayesi yaradılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, tərkibində 90% T-30 yağı, 5% SNT-nin Co duzu və 5% C_{14} nitrobirləşmə olan konservasiya mayesi dəniz suyunda və 0,001%-li H_2SO_4 məhlulunda polad-

3 nümunəsini uyğun olaraq 103 və 104 sutka atmosfer korroziyasından müdafiə edir. Sinergetik effektin yaranmasının təsdiqi odur ki, T-30 yağı 90%, Co duzu 10% olduqda müdafiə müddətləri uyğun olaraq 54 və 55 sutka, T-30 yağı 90%, C₁₄ nitrobirləşmə 10% olduqda müdafiə müddəti uyğun olaraq 75 və 45 sutkadır.

Akademik V.M.Abbasov və t.ü.f.d. N.Ş.Rzayeva nitrolaşmış maye polietilen (3,333%), təbii neft turşusunun Co duzu (3,333%), T-30 yağı distillatı (90%) və maye kauçuk (3,333%) götürməklə hazırlanmış kompozisiya hidrokamerada dəniz suyunda və 0.001%-li H₂SO₄ məhlulunda polad-3 nümunəsini atmosfer korroziyasından uyğun olaraq 221, 135 və 100 sutka müdafiə edir.

Günəbaxan yağı turşuları və polietilen poliamin (PEPA) (1:1÷5:1) mol nisbətlərində götürülməklə amidoaminlər sintez edilmiş, T-30 yağı distillatına 10% əlavə edilməklə konservasiya mayeləri hazırlanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, 2:1 mol nisbətində alınmış amidoamin əsasında hazırlanmış konservasiya mayesi hidrokamerada polad-3 nümunəsini 184 sutka atmosfer korroziyasından müdafiə edir.

Günəbaxan yağı turşuları və palma yağı turşuları əsasında etanol amid sintez olunmuş, T-22, T-30, T-46, T-1500 yağlarının distillatlarına 10% miqdarda əlavə edilərək konservasiya mayeləri hazırlanmışdır. Ən yaxşı nəticə günəbaxan yağı turşularının etanol amidinin T-46 yağı distillatında 10%-li məhlulu ilə əldə olunmuşdur. Belə ki, polad-3 nümunəsinin hidrokamerada korroziyadan müdafiəsi 315 sutka, dəniz suyunda 195 və 0,001%-li H₂SO₄ məhlulunda 192, 195 və 0,001%-li H₂SO₄ məhlulunda 192 sutka olmuşdur.

Oksidləşmiş günəbaxan yağı, palma yağı turşularının etanol amidi və T-30 yağı distillatı əsasında uyğun olaraq 10%, 10% və 80% götürülməklə konservasiya mayesi hazırlanmışdır. Bu tərkib polad-3 nümunəsini hidrokamerada dəniz suyunda və 0,001%-li H₂SO₄ məhlulunda uyğun olaraq 375, 271 və 278 sutka korroziyadan müdafiə edir.

Akademik V.M.Abbasov, t.e.d., professor L.İ.Əliyeva, t.e.d. N.R.Abdullayeva imidazolinlər və amidoaminlərlə modifikasiya olunmuş fenol- və monoalkil (P₈₋₁₂) fenolformaldehid oliqomerlərini T-30 yağına 10% əlavə etməklə konservasiya mayeləri hazırlamışlar. Müəyyən edilmişdir ki, bu tərkib hidrokamerada, dəniz suyunda və 0.001%-li H₂SO₄ məhlulunda polad-3 nümunəsini uyğun olaraq 485, 324 və 372 sutka korroziyadan qoruyur.

Akademik V.M.Abbasov və kimya elmləri doktoru Y.C.Ağzadə konservasiya mayelərinin yaradılması sahəsində aşağıdakı tədqiqatları aparmışlar.

Maye kauçuk, TNT-nin PEPA ilə 2:1 mol nisbətində alınmış amidoamin və katalitik krekin qın yüngül fleqması hər biri T-30 yağına 3,333% əlavə edilməklə konservasiya mayesi hazırlanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, bu konservasiya mayesi polad-3 nümunəsini Corrosionbox-1000E cihazında kondensləşmə fazasında 307 sutka atmosfer fazasında 391 sutka korroziyadan müdafiə edir.

Müəyyən edilmişdir ki, T-30 yağı 90%, TNT-nin PEPA ilə 2:1 mol nisbətində alınmış imidarolinamin (3,333%), $C_{14}H_{28}$ d-ofetin əsasında alınmış nitrobirləşmə (3,333%), maye kauçuk (3,333%) olmaqla hazırlanmış konservasiya mayesi polad-3 nümunəsini kondensləşmə fazasında 278, atmosfer fazasında 364 sutka korroziyadan müdafiə edir.

90% T-30 yağından, 3,333% maye kauçukdan, 3,333% imidarolinaminə və 3,333% yüngül 3,333%, TNT-nin amidoamin 3,333%, $C_{14}H_{28}$ nitrobirləşmə 3,333% olmaqla hazırlanmış konservasiya mayesi kondensləşmə fazasında 316, atmosfer fazasında 394 sutka korroziyadan müdafiəni təmin edir.

Tərkibdə $C_{14}H_{28}$ nitrobirləşmə yüngül fleqmanın nitrobirləşməsinin eyni miqdarı ilə əvəz edildikdə kondensləşmə fazasında 334, atmosfer fazasında 415 sutka korroziyadan müdafiə təmin olunur.

Ən yaxşı konservasiya mayesinə 10% parafin əlavə etməklə konservasiya sürtgüsü hazırlanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, bu sürtkü maye (əritmə) üsulu ilə istifadə edildikdə kondensləşmə fazasında 354, atmosfer fazasında 431 sutka, sürtmə üsulu ilə istifadə edildikdə uyğun olaraq 376 və 442 sutka polad-3 nümunəsini atmosfer korroziyasından müdafiə edir.

BÖLMƏ VI

İSTİLİK DAŞIYICILARIN, SOYUDUCU MƏHLULLARIN VƏ İŞÇİ CİSİMLƏRİN TƏSİRİ İLƏ KORROZIYA PROSESLƏRİ

İstilik daşıyıcılar, soyuducu məhlullar və işçi cisimlər kimya istehsalatlarında enerji daşıyıcısı kimi əhəmiyyətli rol oynayırlar. Kimya istehsalatlarının böyük müxtəlifliyi ilə əlaqədar olaraq enerji daşıyıcılarının xassələrinə qoyulan tələblər də geniş intervalda dəyişir.

İstilik daşıyıcı, soyuducu və ya işçi cisim kimi ən çox su və su buxarı istifadə edilir. Onların istifadəsi təkcə kimya istehsalatları ilə məhdudlaşmır, sənayenin əksər sahələrini əhatə edir. Lakin istifadə olunan suların tərkibi müxtəlifdir. Belə ki, bu şirin su, dəniz suyu və xüsusi texnologiya ilə təmizlənmiş sular istifadə olunur. Keçən əsrin 80-ci illərindən başlayaraq istilik daşıyıcı kimi xüsusi yeni istilik daşıyıcılar – dissosasiya olunan qazlar və maye metallar böyük əhəmiyyət kəsb etməyə başladı.

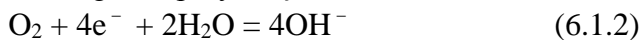
Kimya sənayesində aşağı temperaturlar əldə etmək üçün duzlu su məhlulları da istifadə olunur ki, onun istifadəsi də ciddi korroziya problemləri yaradır.

6.1. Su mühitlərinin korroziya aqressivliyini müəyyən edən faktorlar

Suda poladların korroziyası elektrokimyəvi reaksiyalarla əlaqədardır və bu reaksiyaların gedişi zamanı metal səthində iki əlaqəli proses – anod və katod prosesləri baş verir. Anod prosesi nəticəsində metal atomları ionlar şəklində elektrolitə keçirlər. Katod prosesi deppolyarlaşdırıcıların reduksiyasına səbəb olur. Katod proseslərindən hidrogen ionlarının reduksiyası (hidrogen depolyarlaşması)



və oksigenin reduksiyası (oksigen depolyarlaşması)



daha böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Şirin suda, çay, dəniz suyunda və nəm atmosferdə metalların korroziyası əsasən oksigen depolyarlaşması ilə gedir, həm də neytral və qələvi

məhlullarda oksigenin ionlaşması 6.1 tənliyi üzrə, turş məhlullarda isə aşağıdakı tənlik üzrə gedir:



Poladların korroziya sürəti başlıca olaraq katod prosesi ilə müəyyənləşdirilir. Belə ki, adətən katod prosesi tətbiq olunan səthə oksigenin çatdırılma sürəti ilə limitlənir. Poladın korroziya sürətinə suda həll olan oksigen daha əsaslı təsir göstərir. 98 kPa-dan yuxarı olmayan parsial təzyiqlərdə suda oksigenin qatılığı Henri qanununa əsasən hesablanıla bilər:

$$P = Ex$$

P - maye üzərində qazın parsial təzyiqi;

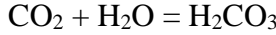
E - Henri əmsalı;

x - suda qazın molyar payı.

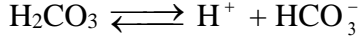
Henri əmsalı temperaturdan asılıdır. Korroziya prosesində oksigen ikili rol oynayır. 1 tərəfdən o, depolyarlaşdırıcıdır və korroziya sürətini artırır, digər tərəfdən metal səthində oksid təbəqəsi əmələ gətirir ki, bu da metal səthini ekranlaşdırır və korroziya prosesini ləngidir. Suda oksigenin miqdarı 4-5 mq/l-ə qədər olduqda korroziya sürəti və oksigenin miqdarı arasında xətti asılılıq olur. Oksigenin miqdarı daha böyük olan hallarda oksid təbəqəsinin müdafiə xassəsi üstünlük təşkil edir.

Oksigen depolyarlaşmasının katod prosesinin ən ləng mərhələləri oksigenin diffuziya və ionlaşma prosesləridir. Metal səthində ikinci çətin həll olan korroziya məhsulları olduqda, həmçinin metalların yeraltı korroziyası zamanı hərəkətsiz elektrolitdə korroziyaya uğrayan metala oksigenin diffuziyası müəyyənədicə rol oynayır. Oksigenin ionlaşması oksigenin böyük sürətlə metal səthinə çatdırılması, elektrolitin böyük sürətlə qarışdırılması və ya elektrolitin metal səthində nazik təbəqəsi olduğu hallarda müəyyənədicə rol oynayır. Temperatur artdıca bir qadaya olaraq elektrokimyəvi sürəti artır və uyğun olaraq suda korroziyanın sürəti temperatur artdıqca artmalıdır. Lakin, oksigen depolyarlaşması ilə korroziya zamanı temperaturun artması zamanı oksigenin həll olmasının azalması öz təsirini göstərir. Bununla əlaqədar olaraq açıq sistemlərdə başlanğıc mərhələdə temperatur artdıqca korroziya sürəti artır, sonra isə azalır. Bu artım 60-70⁰C-də maksimum olur. Əgər sistemdən oksigenin sərbəst çıxması mümkün deyilsə (qapalı sistem), temperatur artdıqca korroziya sürəti fasiləsiz olaraq artır.

Su mühitində gedən korroziya prosesində suda həll olmuş karbondioksid CO₂ böyük rol oynayır. O, suda həll olaraq karbonat turşusu əmələ gətirir:



Əmələ gələn turşu qismən dissosiasiya edir:



Məhlulda karbonat turşusunun olması əmələ gələn oksid təbəqələrinin səthdən qopmasına səbəb olur. Oksid təbəqəsinin səthə belə zəif əlaqələnməsinin səbəbi ayrılan hidrogenin təsiridir. Bu səbəbdəndə, poladın CO_2 iştirakı ilə korroziyası sabit sürətlə gedir, belə ki, oksid təbəqəsi səthdən ayrıldıqda korroziya olunan səthə oksigenin daxil olmasının ləngiməsi baş vermir. Məhlulda karbonat turşusunun qatılığının artması və hidrogenin ayrılmasının güclənməsinə baxmayaraq aşağı temperaturalarda korroziya ləng gedir. Temperatur 60°C -dən yuxarı olduqda korroziya sürəti həm oksigen, həm də hidrogen depolyarlaşmasının güclənməsi hesabına artır.

Suda oksigenin həll olmuş miqdarı müxtəlif olduğu hallarda korroziya sürətinin suyun pH-dan asılılığı öyrənilmişdir. pH azaldıqca korroziya sürəti artır. Bu, ona görə baş verir ki, pH azaldıqca hidrogen depolyarlaşmasının rolunun artması ilə əlaqədar olaraq korroziya potensialı mənfi qiymətlər oblastına yerini dəyişir. pH artdıqda korroziya oksigenin katod depolyarlaşması ilə gedir və korroziya sürəti azalır. $\text{pH} = 5-10$ intervalında poladın korroziya sürəti demək olar ki, sabitdir və pH-dan az asılıdır. Çünki, bu oblasda korroziya korroziyaya uğrayan səthə oksigenin diffuziya sürəti ilə müəyyən olunur. $\text{pH} > 10$ olduqda oksigenin istənilən qatılığında polad praktiki olaraq korroziyaya uğramır, belə ki, onun passivləşməsi baş verir.

Az karbonlu poladdan olan boruların pitting korroziyasına pH-ın təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, maksimum pitting korroziyası $\text{pH} 6,5$ olduqda müşahidə olunur. $\text{pH} = 4-5,5$ olduqda pitting yoxdur, $\text{pH} = 8-10$ olduqda isə onların sayı çox azdır.

Suda poladların korroziya sürəti korroziyaya uğrayan səthə nəzərən axının sürətindən asılı olur. Axının sürətinin artırılması polad səthinə oksigenin daxil olmasını artırır və əmələ gələn korroziya məhsullarını özü ilə aparır və bununla da korroziya sürətini artırır. Axının sürəti böyük olduqda metalın passivləşməsi baş verir və korroziya sürəti azalır.

6.2. Şirin suda korroziya

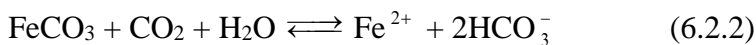
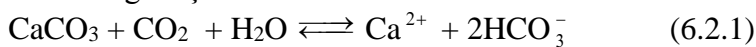
Kimya istehsalatlarında su texnoloji xammal, istilik daşıyıcı kimi istifadə olunur.

Təbii suları atmosfer (yağış, qar, duman), səth (çay, göl, bataqlıq), yeraltı (artezian) və dəniz (okeanlar, dənizlər, duzlu göllər) sularına ayırmaq olar. Mənşəyindən asılı olmayaraq su həmişə müxtəlif duzlar, qazlar və qarışıqlara malik olur. Suda əlavələrin olması onun keyfiyyətini və texnoloji məqsədlər üçün onun istifadə imkanlarını müəyyən edir.

Əvvəllər belə hesab edilirdi ki, şirin sulara poladın korroziyası nisbətən ləng gedir, belə ki, bu su az miqdarda aqressiv komponentlərə malikdir. Lakin, sonralar planetimizin atmosferi aqressiv qazlarla və bərk maddələrlə, okeanlar, çaylar və göllər isə müəssisələrin tullantıları ilə daha intensiv çirkəndiyindən aqressivlik artmaqda davam edir.

Su təbiətdə daima dövr edir. Bundan başqa suyun istehsalat–məişət dövriyyəsi də mövcuddur. Bu dövr etmənin istənilən mərhələsində duzlar və qazlar suya daxil olur. Atmosferdən suda oksigen, azot, karbondioksid həll olur. Atmosferdə azot, fosfor və kükürd oksidlərinin miqdarının sənaye tullantısı kimi artması hesabına onlar suya daxil olduqda mineral turşular əmələ gətirirlər. Yer səthinə keçərək su natrium, kalium, kalsium, maqnezium və s. suda həll olan duzları ilə zənginləşir. Dağ süxurlarından suya stikatlər daxil olur.

Su torpaq təbəqəsindən keçdikdə ondan asılqan və üzvi qarışıqların kənarlaşması baş verir və bu səbəbdən də artezian və lay sularında onların miqdarı çox deyil. Belə suda çoxlu miqdarda həll olmuş CO_2 olur. Karbonat süxurlarla reaksiyaya girərək onlar süxuru həll edir və lay sularını bikarbonat duzlarla zənginləşdirir:



Çaylarda və göllərdə duzun tərkibi və miqdarı onların torpaqdakı miqdarından çox asılıdır. Odur ki, qayalıq torpaqlardan keçən çayların suları duzlarla az zəngindir (50 mq/kq-a qədər); duzlu sahələrdən keçən çayların sularında isə duzlar olduqca çoxdur (1000 mq/kq-a qədər). Çayların və göllərin sularında duzların kimyəvi tərkibi və qatılığı mövsüm və metroloji şəraitdən asılıdır. Buzlar əriyərkən duzlarla zənginləşmə minimumdur, amma bununla yanaşı axınlarla asılqan hissəciklərin yuyulması baş verir. Qış zamanı yeraltı axınlar hesabına duzla zənginləşmə artır. Bütün bu deyilənləri hansısa yerdə, hansısa məqsədlə suyun istifadəsinin məqsədəuyğunluğunu müəyyən edərək nəzərə almaq lazımdır.

Tullantı suları məişət, istehsalat, kəndtəsərrüfatı və meşə mühafizəsi sularına ayrılır. Istehsalat tullantı sularının tərkibi daha müxtəlifdir və müəssisənin texnoloji proseslərinin növündən asılıdır. Onlara turşuların, qələvilərin, neft məhsullarının və digər maddələrin miqdarı bəzən 1 kq-da bir neçə qrama qədər olur. Odur ki, son zamanlar ətraf mühitin mühafizəsinə, o cümlədən sənaye tullantı sularına daha çox diqqət yetirilir. Təbii sular aşağıdakı kimi təsnif olunur:

duzun miqdarına görə: 1 q/kq-a qədər – şirin su; 1-10 q/kq – şor su; 10 q/kq-dan çox – duzlu su.

suda anionların üstünlük təşkil etməsinə görə: karbonatlı (HCO_3^- və CO_3^{2-} anionlarının cəminə görə), sulfatlı (SO_4^{2-}), xloridli (Cl^-);

dispersliyinə görə: ion-dispers (hissəcikləri 1 nm-dən kiçik), kolloid-dispers (hissəciklərin ölçüsü 1-100 nm olan) və kobud dispers (hissəcikləri 100 nm-dən böyük olan).

Suyun bulanıqlılığı onda olan kobud dispers əlavələrdən asılıdır. Əlavələrin kimyəvi tərkibinə görə sular üzvi əlavəli və mineral əlavəli sulara ayrılır. Üzvi əlavələr suya kənd torpaqlarından, məişət, istehsalat, kənd təsərrüfatı tullantı sularından daxil olur. Suyu torpaqdan və torfluqdan düşən üzvi maddələr üç qrupa bölünür: humin turşuları, fulvoturşuların kolloid birləşmələri, fulvoturşuların ion-dispers birləşmələri. Suda olan kationlarla bu turşular bütün mümkün olan duzları əmələ gətirirlər.

Əmələ gələn turşu və duzların olduqca müxtəlifliyinə görə suyun təmizlənməsi üçün müxtəlif proseslər tələb olunur.

Suyun minerl əlavələri suda həll olan qazlar (O_2 , N_2 , CO_2 , H_2S , NH_3 və s.), turşuların, duzların, əsasların kationları və anionlarıdır. Kalsium və maqnezium ionları bir sıra turşuların anionları ilə çətin həll olan birləşmələr əmələ gətirirlər ki, onlar da istilik ötürücü səthlərə çökərək avadanlıqlara ciddi ziyan vururlar. Kalsium və maqnezium ionlarını kənarlaşdırmaq üçün suyu hazırlayarkən bu hadisə istifadə olunur.

Korroziya proseslərində bikarbonat ionu (HCO_3^-) daha böyük rol oynayır. CO_2 , HCO_3^- və CO_3^{2-} formaları arasında nisbət pH-dan asılıdır. pH = 4,3 olduqda suda praktiki olaraq CO_2 iştirak edir. pH artdıqca HCO_3^- -ün miqdarı artır, pH = 8,5 olduqda suda yalnız HCO_3^- ionu olur, pH ~ 12 olduqda isə yalnız CO_3^{2-} ionları olur.

Xlorid- və sulfat ionları dəniz korroziyasında başlıca rol oynayırlar. Sənayedə istifadə olunan suyu kəmiyyət və keyfiyyətcə xarakterizə etmək üçün aşağıdakı əsas göstəricilər istifadə olunur:

- 1) Bulanlığa səbəb olan asılıqan maddələrin miqdarı, mq/l;
- 2) Ümumi duzun miqdarı, mq/l;
- 3) Hidrogen ionlarının qatılıq göstəricisi, pH;
- 4) Qələvilik və ya zəif turşuların anionlarının (əsasən HCO_3^- və CO_3^{2-} ionlarının) ekvivalent qatılıqlarının cəmi;
- 5) Ümumi codluq və ya Ca^{2+} və Mg^{2+} ionlarının ekvivalent qatılıqlarının cəmi, mekv/l.

Codluq < 1,5 mekv/l olduqda – az; 1,5-3,0 mekv/l – orta; 3,0-6,0 mekv/l – artıq; 6,0-12,0 mekv/l – yüksək; > 12,0 mekv/l – çox yüksək hesab olunur. Çox və çox yüksək codluğa malik sular istilik ötürücü səthlərdə çöküntülər əmələ gətirirlər.

Yumşaq suda az miqdarda kalsium və maqnezium duzlarının olması ona yüksək korroziya aktivliyi verir. Tərkibində çoxlu miqdarda kalsium və maqnezium duzları olan cod sularda metal səthində CaCO_3 və ya MgCO_3 müdafiə təbəqəsi yaranır ki, bu da səthə oksigen daxil olmasını çətinləşdirir. Belə su korroziya baxımından neytral sayılır. Qeyd etmək lazımdır ki, belə çöküntülər korroziyaya az davamlı səthlərdə korroziyaya davamlı səthlərə nəzərən daha intensiv əmələ gəlir.

Suda olan NH_4^+ ionları mikrofloranın inkişafını intensivləşdirir və bununla da biogen korroziyanın inkişafına səbəb olur. $\text{pH} \geq 7$ olduqda tərkibində dəmir Fe^{2+} ionları olan birləşmələr molekulyar oksigen ilə qarşılıqlı təsirdə olaraq korroziyanı azaldır. Fe^{3+} ionları katod proseslərini stimullaşdırır və korroziyanın inkişafına səbəb olur. Cu^{2+} ionları polad üzərinə Cu atomları şəklində çökərək kontakt korroziyasını inisiatorlaşdırır. Anionlardan korroziya prosesinə ən çox təsir edən Cl^- ionlarıdır. Onun suda iştirakı intensiv lokal korroziyaya səbəb olur. SO_4^{2-} ionları da korroziya prosesini aktivləşdirirlər. Silikat turşusu və həll olan silikatlar əksinə, metalların korroziyasına inhibitor təsiri göstərir.

Çay suyunda korroziya sürətinə müəyyənədiçi təsirlərə aşağıdakı parametrlər aiddir: poladın tipi, suyun kimyəvi tərkibi, temperaturu və pH-ı, doyma indeksi, suyun axma sürəti, suyun metal səthi ilə kontaktının xarakteri. Aydın ki, bu parametrlərin heç biri sabit deyil və onların zaman daxilində korroziyaya sərbəst təsirini müəyyən etmək çətindir. Korroziya prose-

sini aktivləşdirən Cl^- və SO_4^{2-} ionlarının çay sularında miqdarı adətən 50 mq/ℓ-dən çox olmur, lakin, bəzi çaylarda bu ionların miqdarı çox olur. Belə sularda poladların korroziyası 4-5 dəfə artır.

Kimyəvi təmizlənmiş sularda, hətta az miqdarda (50 mq/ℓ-dən az) xloridlər və sulfatların olması poladların korroziyasını artırır.

Yuxarıda qeyd olunanların hamısı karbonlu poladlara aiddir. Paslanmayan poladlar çay sularında 100 °C-ə qədər temperaturlarda praktiki olaraq korroziyaya uğramır.

Çay suyunda poladların korroziyasını müəyyənləşdirən əsas qanunauyğunluqlar dəniz suyunda korroziyaya da aiddir. Lakin, dəniz suyunda poladların korroziyası bəzi xüsusiyyətlərə malikdir.

6.3. Dəniz suyunda korroziya

Dəniz suyu çoxlu sayda duzların məhlulu olub, həll olmuş qazlara, üzvi birləşmələrə, lilə, canlı orqanizmlərə malikdir və suyun bir parametri digərlərinin nisbi qiymətlərinə təsir edir.

Dəniz suyunun korroziya aqressivliyini müəyyən edən faktorları kimyəvi, fiziki və bioloji faktorlara ayırmaq olar (cədv. 6.1).

Cədvəl 6.1

Dəniz suyunda metalların korroziyasına təsir edən faktorlar

Kimyəvi	Fiziki	Bioloji
1. Həll olmuş qazlar (O_2 əsas faktordur, CO_2) 2. Kimyəvi tarazlıq 3. Duzluluq 4. pH 5. Karbonatların həll olması	1. Axının sürəti 2. Asılqan lil 3. Temperatur 4. Təzyiq	1. Biokütlənin əmələ gəlməsi 2. Bitkilərin və canlıların fəaliyyəti (O_2 -nin udulması və CO_2 -nin ayrılması)

Dəniz suyu sənayenin müxtəlif sahələrində, o cümlədən kimya sənayesində istifadə olunur. O, həm ilkin təmizləmədən keçdikdən, həm də duzsuzlaşdırmadan sonra istifadə olunur.

Dəniz suyunun duzluluğu hər şeydən əvvəl ona tökülən şirin sudan, həm də buxarlanmanın intensivliyindən asılıdır. Okean sularının orta duzluluğu 3,5 %-dir. Dəniz suyunda yaxşı həll olan duzların miqdarı çox olduğundan o, elektriki yaxşı keçirir və şirin suya nəzərən korroziya aqressivliyi daha yüksəkdir (cədv.6.2).

Cədvəl 6.2.

Dəniz suyunun yuvarlaqlaşdırılmış tərkibi

Ionlar	Qatılıqlar, mq/ℓ
Cl ⁻	19000
SO ₄ ²⁻	2600
CO ₃ ²⁻	140
F ⁻	1,3
BO ₃ ³⁻	26
Br ⁻	65
Na ⁺	11000
Mg ²⁺	1300
Ca ²⁺	400
K ⁺	380
S ²⁺	13

Dəniz suyunun korroziya aqressivliyi onun xüsusi xassələri ilə əlaqədardır. Bu, hər şeydən əvvəl natrium xloridin miqdarının çox olması, Ca²⁺ və Mg²⁺ birləşmələrinin olması, yüksək elektrik keçiricilik, doyma indeksinin mənfi qiyməti, yüksək pH, sənaye tullantıları ilə çirklənmə ilə əlaqədardır. Dəniz suyuna xlorid ionları xüsusi aqressivlik verir, belə ki, onlar metal səthindəki oksid təbəqəsini dağıdırlar.

Dəniz suyunda korroziya zamanı təkcə ümumi korroziyanın sürəti başlıca rol oynamır, pitting korroziyasının dərinliyi də əsasdır ki, o da mühitin bioloji aktivliyindən asılıdır.

Dəniz suyunda metalların korroziyası birmənalı olaraq elektrokimyəvi xarakterə malikdir.

6.4. Mikrobioloji korroziya

Mikroorqanizmlər metala birbaşa təsir göstərmədən onun korroziyasına təsir göstərilir. Bu, onunla izah olunur ki, onlar korroziya mühitinin tərkibini dəyişirlər və metal səthindəki oksid təbəqəsini dağıdırılar. Onların həyat fəaliyyəti prosesində mübadilə məhsulları əmələ gəlir, qaz rejimi, elektrolitin tərkibi, onun pH-ı və s. dəyişir. Mikrobioloji korroziya müzakirə olunarkən üç prosesə baxılır: 1) mikroorqanizmlərin oksigenin qatılığına təsiri; 2) korroziya məhsullarının kənarlaşdırılması; 3) kimyəvi mühitin tərkibinin dəyişməsi (metal–məhlul sərhəddi səthində).

Bioloji korroziyada həm aneorob, həm də aerob bakteriyalar iştirak edir. aneorob bakteriyalar oksigensiz mühidə pH = 5-9 olduqda, tərkibində kükürlü duzlar və kükürd olan mühidlərdə inkişaf edir. onların həyat fəaliyyətində əmələ gələn məhsul H₂S-dir.

Sulfatreduksiyaedici bakteriyalar sulfat turşusunun duzlarını H₂S-ə qədər reduksiya edirlər. Bu bakteriyaların fəaliyyəti nəticəsində oksigenin daxil ola bilmədiyi mühidə elektrokimyəvi korroziya getməyə başlayır.

Sulfid ionları dəmirin korroziya məhsulları olan hidrokisidlərin, oksidlərin, sulfidlərin əmələ gəlməsində iştirak edirlər. Bu məhsullar asan dağılan struktura malikdirlər və bakteriyaların birbaşa metal səthində inkişafını asanlaşdırırlar.

Suda çoxlu miqdarda oksigen həll olduqda aerob bakteriyalar inkişaf edirlər. Onlar kükürd oksidləşdirici və dəmir oksidləşdirici olmaqla iki növə ayrılırlar. Birinci halda bakteriyaların fəaliyyəti nəticəsində kükürd və sulfat turşusu, ikinci halda dəmir duzları əmələ gəlir.

Metal səthində biokütlənin əmələ gəlməsi korroziyaya müxtəlif təsir edir. Əgər onlar metal səthində bütöv müdafiə təbəqəsi yaradırlarsa, onda korroziya aqressivliyinə malik komponentlərin səthə daxil olmasını çətinləşdirir və korroziyanı ləngidir. Əgər təbəqə tam deyilsə, onda metalın açıq səthinə oksigenin daxil olması davam edir və korroziya sürəti artır. Korroziya həmçinin bakteriyaların həyat fəaliyyəti məhsullarının zərərli təsiri nəticəsində onun sürəti arta bilər.

Dəniz suyunda korroziya sürəti əsasən dəniz mikroorqanizmlərinin fəaliyyətindən və qarşılıqlı təsirdən asılıdır. Dəniz suyunun daimi təsirindən polad əvvəlcə çox böyük sürətlə korroziyaya uğrayır, sonra üzəri mikroorqanizmlərlə örtülür və sonra bu təbəqə müdafiə təsiri göstərir. Metal səthinin korroziya məhsulları və mikroorqanizmlərlə qalın örtülməsi nəticəsində ok-

sigenin səthə diffuziyası dayanır. Bu oksigenin bir hissəsini aerob bakteriyalar mənimsəyirlər. Amma korroziyanın sürətinin kiçik olması az müddət davam edir, belə ki, oksigen olmadığı mühitdə aneorob bakteriyalar fəaliyyətə başlayır. Onların inkişafı üçün şərait əmələ gələn təbəqənin altında yaranır. Bundan başqa mühitdə dəmir ionlarının, sulfatların və üzvi maddələrin olması da anaerob bakteriyaların inkişafına səbəb olur. Anaerob bakteriyaların inkişafı başlayan kimi müdafiə təbəqəsi ilə ləngimmiş korroziya güclənir və daimi sürət alır ki, bu sürət də müdafiə təbəqəsinin qalınlığından asılı olmur.

6.5. Təmizlənmiş suda korroziya

Müasir istehsalatda, o cümlədən kimya istehsalatında böyük miqdarda xüsusi təmizlənmiş təbii su istifadə olunduğundan belə suyun korroziya aktivliyinə də baxılmalıdır. Adətən, su hazırlanma sistemi koaqulyantların və əhəngin köməyi ilə əlavələrin çökdürülməsindən, mexaniki və ionitlər üzərində əlavələrdən təmizləməkdən ibarətdir. Sərbəst CO₂ və həll olmuş oksigen təmizlənmiş suyu korroziya baxımından aqressiv edir. Poladın H—Na – kationlaşdırılmış suda müxtəlif temperaturlarda korroziya sürəti iki il sınaq müddətində aşağıdakı kimi olmuşdur, q/(m²·saat): 25 °C-də – 0,1% 85 °C-də – 0,35. Suyun temperaturu 20 °C-dən 80 °C-ə qədər olduqda və onda oksigenin miqdarı 1,0 mq/ℓ olduqda təmizlənmiş suda poladların korroziyasının sürəti aşağıdakı formullarla hesablanıla bilər:

$$\text{duzsuzlaşmış su} \quad k = 0,017 t - 0,18$$

$$\text{H—Na – kationlaşmış su} \quad k = 0,014 t - 0,18$$

$$\text{Na – kationlaşmış su} \quad k = 0,009 t$$

k – korroziya sürəti, q/(m²·saat), oksigenin qatılığı 1 mq/kq olduqda; t – suyun temperaturu, °C.

Suyun codluğunu aradan qaldırmaq üçün kationlaşdırma kifayətdir. Bu zaman natrium hidrokarbonat parçalanmaya və hidrolizə məruz qalır:



Suyun hidrolitik qələviləşdirilməsi qələvi kövrəkliyi və poladların korroziya çatlarının əmələ gəlməsinə səbəb olur. Duzsuzlaşdırılmış suda bu proses getmir.

Təmizlənmiş suyun axın sürəti artdıqda onlarda poladın korroziya sürəti yüksəlir.

Bəzi hallarda xüsusi təmizlənmiş su istifadə olunur ki, bu suyu da kondensatdan onu ionitlərlə və mexaniki təmizləmə ilə (incə təmizləmə filtrlərindən keçirməklə) yolu ilə alırlar. Belə suda, demək olar ki, yad ionlar olmur və o aşağı elektrik keçiriciliyinə malikdir. Kondensatın ionlardan təmizlənməsi qarışıq təsirli ionit filtrlər üzərində aparılır.

Kifayət qədər çox vaxt su kondensatı əlavə təmizləmə aparılmadan istifadə olunur. Onun korroziya aqressivliyi ilk növbədə onda CO_2 və O_2 -nin, həmçinin, sulfatların, xloridlərin, nitratların və dəmir (III) hidrosidinin olması ilə əlaqədardır. CO_2 iştirakı ilə korroziya həm oksigen, həm də hidrogen depolyarlaşması ilə gedir. Hidrogen depolyarlaşması nəticəsində əmələ gələn hidrogen müdafiə təbəqəsini reduksiya edir və onun səthdən qopmasına səbəb olur.

Su kondensatında nitratların, xromatların və digər oksidləşdiricilərin iştirakı ümumi korroziyanın sürətini azaldır, amma onların qatılığı az olduqda lokal korroziya baş verir.

Su kondensatında SO_4^{2-} , Cl^- və anionların qatılığı oksigenin qatılığından çox olduqda oksigenin passivləşdirici təsiri azalır.

Su kondensatında həll olmuş oksigen olduqda pH-ın artması korroziya sürətini kəskin azaldır və sonra tamam dayandırır. Qeyd etmək lazımdır ki, su kondensatında oksigenin miqdarı və suyun temperaturu nə qədər yüksək olursa, korroziya prosesini tam dayandıрмаq üçün lazım olan pH bir o qədər yüksək olur.

6.6. Kimya sənayesinin istilik mübadiləsi avadanlıqlarının korroziyasının xüsusiyyəti və bu avadanlıqların korroziyadan müdafiəsi

Kimya istehsalatlarında su istifadə norması müxtəlifdir və onun texnoloji prosesdə rolu, xammalın və istehsalat məhsullarının təbiəti ilə su təhçizatı və kanalizasiya sxemi ilə, suyun dövretmə və regenerasiya imkanı ilə, həmçinin, coğrafi, iqlim şəraitləri və mühəndis-geoloji vəziyyətlə müəyyənləşir.

Əksər kimya müəssisələrində su təhçizat sistemi istifadə olunan suyun soyudulmasını, təmizlənməsini və onun qapalı sistemdə təbii su tutumlarını çirkəndirmədən istifadəsini nəzərdə tutan su dövr etmə sistemidir.

Əsasən kimya istehsalatlarında suyun xüsusi məsrəfi miqdarı cədv.6.3-də verilir.

Kimya müəssisələrində istifadə olunan suyun 90-95 %-i sintez zamanı reaksiya qarışığını qızdırmaq və ya soyutmaq, istehsal məhsullarını ayırmaq və təmizləmə zamanı istifadə olunur.

Cədvəl 6.3.

Müxtəlif kimyəvi məhsulların istehsalı zamanı suyun xüsusi məsrəfi, m³/t

Məhsul	Cəmi (itkisiz)	Su təhizatı sistemindən verilən işlənməmiş su	Dövretmə suyu	İstifadə və itkilər	Tullantı suları
Mürəkkəb gübrələr	52	5	47	2,1	2,9
Azot gübrələri	61,6	4,3	57,3	3,4	0,9
Sulfat turşusu	123,5	1,5	122	1,5	0
Na ₂ CO ₃	125	5	120	3	15,2
Ferrit üsulu ilə NaOH istehsalı	50	8	42	6,3	1,7
Əhənglə işləmə üsulu ilə NaOH istehsalı	123,5	1,5	122	1,5	0
Sintetik liflər	2596	290	2300	95	195
Polikarbonat və poliformaldehid qətranları	1078	50	1028	39	11
Sulfat üsulu ilə sellüloza istehsalı	1240	200	1040	2,1	197,9
Sulfit üsulu ilə sellüloza istehsalı	1665	315	1350	1,6	313,4
Sement	17	1,4	15,6	1,2	0,2

Əksər hallarda istilik ötürmə reaktorlarının, qarışdırıcıların və digər texnoloji aparatların divarları vasitəsi ilə və ya böyük istilik dəyişmə səthinə malik olan xüsusi istilik dəyişdiricilərdə həyata keçirilir. Texnoloji qurğuları 0-dan 200 °C-ə qədər qızdırmaq üçün adətən qaynar su və ya təzyiqli 1,5 MPa olan su buxarı istifadə olunur.

Dəniz sahilində şəhərlərdə yerləşən kimya müəssisələrində aparatları soyutmaq üçün dəniz suyu istifadə olunur ki, bu da duzsuz (şirin) suyun ehtiyatının az olması ilə əlaqədardır.

Dəniz suyunda metalın səthinin mikrobioloji örtülməsi və korroziyası eyni zamanda gedir. Sahilyanı sahələrdə dəniz suyunda dəniz mikroorqanizmlərinin inkişafı üçün olduqca münbit şərait olduğundan metal səthinə mikrobioloji çöküntülər daha intensiv çökür. Duzsuzlaşdırma aparılmadan soyutma üçün istifadə olunan dəniz suyu adətən dövretmə olmadan sistemə birbaşa axınla verilir.

Karbonlu poladlar markasından asılı olmayaraq dəniz suyunda təxminən eyni korroziya sürətinə malikdirlər və onların korroziya sürəti başlanğıcda 0,12-0,16 mm/il olur və stasionar rejim yarandıqca azalaraq 0,04-0,06 mm/il həddində olur. Belə korroziya sürəti qalın divarlı aparatlar üçün qəbul olunandır. Amma, köynək-boru tipli istilikdəyişdiricilər və kondensatorlar nazik divarlı borulardan hazırlanıqlarından icazə verilən korroziya sürəti həddi 0,05 mm/il-dən çox olmamalıdır. Karbonlu poladlardan hazırlanmış borular dəstəsinin dəniz suyunda xidmət müddəti 0,5 ildən çox olmur. Neft-kimya istehsalatlarının kondensasiya-soyutma avadanlıqları soyuducu kimi dəniz suyu istifadə edildikdə bəzi hallarda protektor müdafiəsi istifadə olunur. Bu məqsədlə yeraltı qurğuların müdafiəsi üçün nəzərdə tutulmuş və ML-3 ərintisindən hazırlanmış, diametri 110 və uzunluğu 600 mm olan maqnezium protektorlar istifadə olunur. Bu protektorlar ya qapağın arakəsmələrinə və ya hər iki tərəfi bağlanmış borucuç üzərinə bərkidilir. Protektorun xidmət müddəti 1,5-2 ildir.

Bəzi istehsalatlarda kondensatorların dəniz suyu ilə təmasda olan səthinə müdafiə etmək üçün səthə fenol, daş kömür, epoksid, furil qətranları əsasında hazırlanmış lak-boya örtüyü çəkilir. Sintetik kauçuk sənayesində bakelit lakı ilə alüminium tozu əsasında hazırlanmış kompozisiyadan örtük istifadə olunur. Boru dəstələrinin daxili səthlərinin örtülməsi ya şotka ilə, ya da xüsusi qurğularda tökmə üsulu ilə həyata keçirilir. Köynək-boru tipli aparatlarda borunun xarici səthi tökmə üsulu ilə qeyd olunan xüsusi qurğularda aparılır.

Dəniz suyu ilə təmasda olan karbonlu poladdan hazırlanmış borunun səthinə örtük çəkməklə kifayət qədər mühafizə effekti əldə etmək olar. Dəmirsink təbəqəsinin qalınlığı 100 mkm olduqda korroziya hesabına itki 2-12 dəfə azalır. Amma, korroziya mühitində 0,1-0,5 mq/ℓ miqdarda Cu^{2+} olduqda müdafiə təbəqəsi sürətlə dağılır.

Kimya istehsalatlarının dəniz suyunda işləyən avadanlıqlarının konstruksiya materialları karbonlu poladların təmin etdiyindən kifayət qədər çox iş ehtiyatına malik olmalıdır. Bununla əlaqədar olaraq legirlənmiş, paslanmayan poladların, əlvan metalların ərintilərinin və titanın istifadəsi daha çox məqsədəuyğun və iqtisadi cəhətdən sərfəlidir. Paslanmayan poladların dəniz suyunda korroziyası üçün pitting korroziyasına meyillilik xarakterikdir.

Paslanmayan poladların dəniz suyunda korroziyaya davamlılığı təkcə legirləşdirici əlavələrin tərkibi ilə yox, həm də onların strukturu ilə müəyyən olunur. Xüsusi halda, tərkibində 12-18 % Cr olan marten poladları dəniz suyunda hiss olunacaq korroziyaya məruz qalır və karbid fazasının dağılması hesabına əmələ gələn korroziya çatları ümumi korroziyanı müşayiət edir. Ferrit poladlar kafi korroziyaya davamlılığa malik olsalar da onların qaynaq edilməsi çətindir və onların qaynaq birləşmələri güclü korroziyaya məruz qalır. Korroziyaya qarşı davamlılığına görə ən keyfiyyətli polad austenit poladıdır, lakin onların mexaniki xassələri marten və ferrit poladlarına nəzərən pisdır. İkifazlı austenin-ferrit poladları optimal korroziya davamlılığına və mexaniki xassələrə malik olur. Dəniz suyu şəraitində işləyən istilik dəyişdiriciləri, boruları, filtrləri, duzsuzlaşdırıcı qurğuları və s. korroziyadan müdafiə üçün katod və ya protektor müdafiəsi kimi elektrokimyəvi üsullar daha geniş istifadə olunur.

Kimya istehsalatının dəniz suyunda işləyən avadanlıqlarını hazırlamaq üçün başlıca olaraq misin nikel ilə ərintisi (məsələn, MNC 1-5) və ya monel-metal (NMC Mü 28-2,5-1,5) istifadə olunur. Çünki, latun istifadə olunduqda onun korroziya nəticəsində sinksizləşməsi baş verir. Tərkibində 80-85 % mis olan və sink ilə legirlənmiş, tompak tipli ərintilər sinksizləşməirlər, lakin onlara da latunda olduğu kimi korroziya çatlarının əmələ gəlməsi xasdır. Bu çatların əmələ gəlməsini aradan qaldırmaq üçün aparatlar 250-300 °C-ə qədər qızdırılır ki, daxili gərginlik aradan qaldırılsın.

Alüminiumun maqnezium və ya manqan ilə ərintiləri də dəniz suyunda geniş istifadə olunur.

Kimya sənayesinin əksər müəssisələri texnoloji aparatları soyutmaq üçün müəssisənin su təchizat sistemindən dövr edən şirin suyu və ya ayrı-ayrı sexlərin qapalı sistemlərindəki suyu istifadə edir. Yer üstü və yer altı sular istifadə olunarkən onların tərkibinə aşağıdakı tələblər verilir (cəđ. 6.4).

Cədvəl 6.4.

Yer üstü və yer altı sular istifadə edilərkən dövretmə suyunun tərkibinə verilən tələblər

Göstərici	Səthin alovla qızdırılması olmadığı halda soyutma	Səthin alovla qızdırıldığı halda soyutma
1. Asılıqan maddələrin miqdarı, mq/ℓ	50-yə qədər	20-yə qədər
2. Efirə həll olan maddələrin miqdarı, mq/ℓ	20-yə qədər	10-a qədər
3. Iy, bal	3 bala qədər	3 bala qədər
4. pH	6,5-8,5	6,5-8,5
5. Codluq, mekv/ℓ:		
ümumi	50	–
karbonat	3,5-ə qədər	2,5-ə qədər
6. Ümumi qələvilik, mekv/ℓ	4-dən çox olmamalı	3-dən çox olmamalı
7. Ümumi duzun miqdarı, mq/ℓ	2000-ə qədər	800-ə qədər
8. Cl ⁻ ionlarının miqdarı, mq/ℓ	350-yə qədər	150-yə qədər
9. SO ₄ ²⁻ ionlarının miqdarı, mq/ℓ	500-ə qədər	250-yə qədər
10. Permanınat ilə oksidləşmə (oksigenə hesablanmaqla), mq/ℓ	20-yə qədər	20-yə qədər
11. XPK, mq/ℓ	2000-ə qədər	–
12. Oksigenin biokimyəvi istifadə olunması, mq/ℓ	15-20	–
13. Əlavə olunan suda biogen elementlərin miqdarı, mq/ℓ		
ümumi azot	150	150
fosfor (P ₂ O ₅ -ə hesablanmaqla)	5	–

Verilən normaların bir-birinə yaxın olması istilik dəyişdiricinin konstruksiya xüsusiyyətinin, suyun temperaturunun və soyudulan məhsulun temperaturlarının, həll olmuş və asılıqan əlavələrin təbiətinin və digər faktorların aparatların korroziya sürətinə əsaslı təsiri ilə müəyyən olunur.

Istilik mübadiləedici aparatların istismarı prosesində dövretmə suyunun təsirindən onların divarlarının korroziyadan dağılması ilə yanaşı həm bioloji çöküntülər, həm də korroziya məhsulları, kalsium və maqnezium karbonatlar çökməsi hesabına qeyri-üzvi çöküntülər əmələ gəlir. Həm korroziya, həm də çökmələr köynək-boruvary tipli istilik dəyişdiricilərin boru dəstələrinin işinə daha güclü təsir edir. köynək-boruvary istilik dəyişdirici aparatların normal işi boruların daxili divarlarını dövrü olaraq istilik ötürməni pisləşdirən və soyudulan məhsulun axınının en kəsiyini azaldan çöküntülərdən təmizlənməlidir. Hər altı ay istifadə müddətindən sonra təmizləmə mexaniki olaraq (şotka ilə) aparılır. Korroziyadan dağılma, sürtülmədən yeyilmə və təmizləmə zamanı mexaniki təsir nəticəsində bəzən boruların deşilməsi baş verir. Zədələnmiş boruların hər iki tərəfi bağlanmaqla təcrid olunur. Boru dəstəsinin borularının 20 %-dən çoxu bağlandıqda boru dəsti tamamilə dəyişdirilir. Boru dəstələrinin istismar müddəti qabların və kütlə mübadiləsi aparatlarının xidmət müddətindən (20 il) və boru kəmərlərinin istismar müddətindən (10 il) aşağıdır və karbonlu poladı şirin dövretmə suyunda istifadə etdikdə 2,5 ildən çox olmur. Beləliklə, kimya müəssisələrində kondensator-soyutma avadanlıqlarının kapital təmirinə məsrəflər əsas avadanlıqların təmirinə xərclərin 25-40 %-ni təşkil edir.

Kimya müəssisələrinin dövretmə suyu istifadə edən aparatlarını müdafiə etmək üçün korroziya ilə mübarizənin kimyəvi metodu daha geniş istifadə olunur. Belə metoda hər şeydən əvvəl suyun inhibitorlaşması aiddir. Bunun üçün çox vaxt fosfatlaşdırmadan istifadə olunur.

Mikrobioloji korroziya ilə mübarizə üçün dövr etmə suyu soyuducu qüllələrdə maye xlor və ya xlorlu əhəng ilə xlorlaşdırılır. Məsrəf dövr etmə suyunun oksidləşməsindən asılı olaraq 2-6 q/m³ aktiv Cl hesabı ilə aparılır. Balıqqulağı layı ilə örtülmənin qarşısını almaq üçün soyuducuya 10 q/m³ hesabı ilə mis kuporosu verilir. Latun kondensatorların korroziyaya davamlılığını artırmaq üçün suya dövrü olaraq dəmir sulfatın 21 %-li qatı məhlulu dəmirə görə hesablanmaqla 5 q/m³ hesabı ilə dövretmə suyuna əlavə olunur. Soyuducu suda dəmir ionlarının olması mis ərintiləri üzərində sıx və möhkəm oksid təbəqəsi əmələ gəlməsinə səbəb olur.

6.7. Poladların suda korroziyasının inhibitorlaşdırılması

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi poladların su mühitində korroziyası elektrokimyəvi təbiətlidir. Bu prosesin sürəti metal səthində baş verən əlaqəli reaksiyaların – anod və katod proseslərinin sürətləri ilə müəyyənləşir.

Su mühitinə az miqdarda inhibitorun əlavə olunması inhibitorun molekullarının və ionlarının fiziki və ya kimyəvi olaraq metal səthinə adsorbsiya hesabına elektrokimyəvi reaksiyaların kinetikasını dəyişdirir və metalın korroziyaya davamlılığını artır.

Inhibitorların metal səthinə adsorbsiyası üçün onlar öz strukturlarında səthi-aktiv qruplara malik olmalıdırlar.

6.7.1. Şirin (duzsuz suda) korroziyanın inhibitoru.

Natrium nitrit. Suda poladları korroziyadan müdafiə üçün ən sadə, asan tapılan və effektiv inhibitor natrium nitritdir. Onun təsir mexanizmi anod prosesini ləngitməkdən ibarətdir və effektiv müdafiə yalnız o zaman təmin olunur ki, anod prosesi tam dayansın. Anod prosesinin ləngiməsi dəmirin nitrit ilə oksidləşməsi zamanı səthdə əmələ gələn Fe_2O_3 oksid təbəqəsi ilə passivləşmə hesabına baş verir. Natrium nitritin suda məhlulda qatılığı az olduqda metal səthinin açıq sahələrində anod prosesinin sürəti artır, çünki, oksigenin reaksiya prosesi asanlaşır.

Artıq 0,03 %-dən yuxarı qatılıqlarda natrium nitrit polada inhibitor təsiri göstərir və bu təsir mühitin pH-dan çox asılıdır. Suda məhlulda $pH < 6$ olduqda natrium nitrit inhibitor təsiri göstərmir və pH azaldıqca onun inhibitor təsiri artır. Optimal pH 9-10 hesab olunur. Bu pH-ı təmin etmək üçün mühitə ya Na_2CO_3 , ya da bura əlavə olunur.

Qeyd etmək lazımdır ki, natrium nitritin üstün cəhətindən biri odur ki, poladın səthində pas olduğu halda da inhibitor təsirinə malikdir. Temperatur artdıqca natrium nitritin müdafiə qabiliyyəti azalır, uyğun olaraq, temperatur artdıqda natrium nitritin qatılığını da artırmaq lazımdır.

Polad məmulatların hazırlanması və saxlanması zamanı əsas inhibitor kimi natrium nitrit istifadə olunur. Polad detallar əməliyyatlar arası saxlama və ambarda saxlama zamanı 5-10 %-li natrium nitrit məhlulunda saxlanılır. 10 %-li natrium nitrit məhlulu ilə polad detallın işlənmə müddəti 1-5 dəqiqədir. Bu halda onun müdafiə təsiri hamarlanmış polad üçün 1 ay cilalanmış polad üçün 1 həftə, xırda hissəciklər axını ilə işlənmiş səthlər üçün 5-7 sutka olur. Polad detallar uzun müddət 5-8 %-li natrium-nitrit məhlulunda saxlandıqda detallarda korroziya baş vermir.

Polad avadanlıqları suda korroziyadan müdafiə zamanı natrium nitritin lazım olan qatılığı suda xlor ionlarının miqdarından asılıdır. Natrium nitritin suda miqdarı xlor ionlarının miqdarından 10 dəfə çox olmalıdır ki, yüksək müdafiə effekti təmin olunsun.

Paslanmayan polad, həmçinin xromlanmış və nikellənmiş detallarla təmasda olan legirlənməmiş poladı müdafiə etmək üçün natrium nitrit istifadə edilir. Natrium nitrit həmçinin polada eyni zamanda qələvili suyun və yerli gərginliyin təsiri zamanı yaranan korroziyanın qarşısını almaq üçün də istifadə olunur. Bu zaman natrium nitritin sudakı miqdarı qələvinin miqdarının 30-40 %-i həddində olmalıdır.

Xromatlar. Xromatlar metalları korroziyadan müdafiə etmək üçün çoxdan istifadə olunur. Onlar çox yüksək müdafiə effektivinə malikdirlər və ən əhəmiyyətli odur ki, onlar demək olar ki, metalların hamısını korroziyadan müdafiə edirlər. Uzun müddət ərzində eyni zamanda əlvan və qara metalların korroziyadan müdafiəsi üçün xromatlar yeganə inhibitor olmuşdur. Poladların suda korroziyasının inhibitorlaşdırılmasında xromatlar xüsusilə səmərəlidirlər. Qatılığı 0,1 mol/l olan Na_2SO_4 məhlulunda poladların xromatlarla səmərəli müdafiəsi aşağıdakı qatılıqlarda əldə olunur, mol/l:

Na_2CrO_4	0,062	Li_2CrO_4	0,067
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	0,170	$(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$	0,052

Distillə olunmuş suda $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -nin qatılığı $10^{-4} - 10^{-3}$ mol/l olduqda da etibarlı müdafiə əldə olunur. Qeyri-üzvi xromatların korroziya inhibitoru kimi səmərəliliyi suda olan xlorid ionlarının qatılığından çox asılıdır. Xlor ionlarının qatılığı 0,1 q/l-dən çox olduqda korroziya sürətinin xromatların qatılığından asılılığı kiçik qatılıqlar oblastında olan maksimumdan keçir. Bu halda korroziyanı dayandırmaq üçün lazım olan kalium bixromatın miqdarı xlor ionları olmadığı hala nəzərə 2-3 dəfə çox olur.

Korroziyanı dayandıрмаğa kifayət etməyən miqdarda bixromat suda olduqda temperatur artdıqca korroziya sürəti artır. Bixromatın qatılığı artdıqda korroziya sürəti kəskin azalır və temperaturun dəyişməsi ilə az dəyişir. Başqa sözlə, bixromatlar yüksək temperaturlarda da müdafiə xassəsinə malikdirlər, lakin temperatur nə qədər yüksək olursa, korroziya prosesini dayandırmaq üçün lazım olan bixromatın miqdarı da artır. Məsələn, 80 °C-də korroziya prosesini dayandırmaq üçün lazım olan bixromatın miqdarı 20 °C-də lazım olan miqdardan 2-3 dəfə çoxdur. İstilikdaşıyıcı kimi istifadə olunan distillə suyunda temperatur 5 °C-dən 60 °C-ə qədər qalxdıqda bixromatın miqdarı 2-5 dəfə, 60-90 °C-də isə 10 dəfə artır. 5 °C-də effektiv müdafiə

üçün 10^{-4} , 40 °C-də $2 \cdot 10^{-4}$, 60 °C-də $5 \cdot 10^{-4}$, 90 °C-də 10^{-3} mol/l kalium xromat tələb olunur.

Keçən əsrin 80-ci illərindən başlayaraq inhibitor kimi üzvi xromatlar – tsikloheksilaminin, quandinin, metilaminin, izopropil aminin və s. xromatları istifadə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, üzvi xromatlar qeyri-üzvi xromatlara nəzərən daha yaxşı inhibitorlardır.

Poladların daha nəcib metallarla təması xromatların və bixromatların inhibitor təsirini azaldır. Odur ki, müxtəlif metallardan yığılmış konstruksiyaları korroziyadan müdafiə etmək üçün lazım olan xromatların miqdarı təmiz poladın mühafizəsi üçün lazım olan miqdardan çox tələb olunur. Əgər konstruksiya poladdan, misdən və alüminiumdan ibarətdirsə, onda 30 q/l-ə qədər xloridləri olan kran suyunda polad anod, mis və alüminium katod olacaqdır. Belə konstruksiyaların elementlərini korroziyadan tam müdafiə etmək üçün pH-ı 8-9-a çatmaqla artıq miqdarda kalium bixromat istifadə olunur. Əgər suyun temperaturu 80-100 °C olursa, onda kalium bixromatın əvəzinə yüksək modullu silikat istifadə olunur. Yüksək temperaturlarda distillə suyu poladın korroziyasına səbəb olur və çox vaxt korroziya lokal xarakter daşıyır. İstilik daşıyıcı kimi istifadə olunan distillə suyunda poladları korroziyadan müdafiə etmək üçün suya kalium bixromat və ya natrium nitrit və natrium karbonat ilə qarışığı əlavə olunur ($1000 \text{ mq/l Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 400 \text{ mq/l Na}_2\text{CO}_3$ və ya $500 \text{ mq/l Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 500 \text{ mq/l NaNO}_2 + 500 \text{ mq/l Na}_2\text{CO}_3$).

Korroziyanın qarşısını xromatlarla alarkən nəzərə almaq lazımdır ki, Cr (VI)-in birləşmələrinin su hövzələrində icazə verilən miqdarı 0,1 mq/l-dir.

Fosfatlar. Enerji qurğularında və kimya istehsalatlarında soyutma sistemlərində poladı suda korroziyadan müdafiə üçün fosfatlar istifadə olunur.

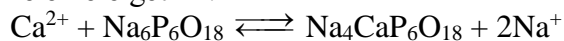
Na_2HPO_4 və Na_3PO_4 qüvvətli inhibitorlardır və onların suda miqdarı artdıqca korroziya sürəti azalır. $\text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4$ zəif inhibitorudur və böyük qatılıqlarda o, suda poladın korroziyasını sürətləndirir. Bu, onunla əlaqədardır ki, onun hidrolizi nəticəsində pH turşu oblasta keçir.

Fosfatlar inhibitor kimi istifadə olunduqda az həll olan birləşmələr əmələ gəlir ki, o da korroziya məhlulları ilə birlikdə poladın müdafiə olunan səthinə çökür, inhibitorun suda miqdarı çox olduqda isə birbaşa poladın səthinə çökür, sıxlaşır və poladı sudan təcrid edir. Bu örtüklər Na_2HPO_4 istifadə etdikdə $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ və $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ qarışığından, Na_3PO_4 istifadə etdikdə isə $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ -dən və çox az miqdarda $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -dan ibarətdir. Əgər Na_3PO_4 və Na_2HPO_4 lazım olan miqdardan azdırsa, onda korroziya sürəti artır.

Onların suda miqdarı artdıqda isə korroziya dayanır. Qüvvətli korroziyaya uğramış su sistemlərinin müdafiəsi üçün sürətli fosfatlaşdırma metodu istifadə olunur. Bunun üçün qapalı sistem 12 %-li fosfat məhlulu ilə doldurulur, 5 sutka daimi dövr etməklə sistemdə saxlanılır. Sonra məhlul boşaldılır, sistem qurudulur və sonra yenə həmin məhlul ilə 2 saat müddətində yuyulur. Poladın səthində fosfatlardan və dəmir oksidlərindən ibarət müdafiə təbəqəsi əmələ gəlir.

Soyuducu su dövretmə sistemlərini korroziyadan müdafiə etmək üçün NaH_2PO_4 -ün termiki dehidratasiyasından alınan polifosfatlar tətbiq olunur. Suyu az miqdarda polifosfatların əlavə olunması polad üzərində kalsium karbonatın çökməsini aradan qaldırır. Az karbonlu poladları müdafiə etmək üçün suya 10 mq/l polifosfatlar əlavə olunması kifayətdir. Onlar zəhərli deyillər və dəniz suyunda da müdafiə qabiliyyətinə malikdirlər. İkivalentli metalların ionları, o cümlədən kalsium ionları polifosfatların müdafiə xassələrini gücləndirirlər. Polifosfatların effektiv təsiri üçün kalsium ionlarının və polifosfatların miqdarlarının nisbəti təxminən 0,5 olmalıdır. Adətən təbii surlarda bu nisbət gözlənilir, kalsium duzları yalnız kondensata və yumşaq suya əlavə olunur. Polifosfatların effektiv təsiri üçün suda oksigenin miqdarı müəyyən qədər olmalıdır: suda kalsium olmadıqda təxminən 1 mq/l, kalsium olduqda 0,15 mq/l, pH-ın optimal qiyməti 5-7 olmalıdır. Polifosfatların təsiri mexanizmi natrium heksametafosfat üzərində öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, onun iştirakı ilə poladın elektrod potensialı mənfi tərəfə yerini dəyişir. Natrium heksametafosfat katod reaksiyasının sürətini ləngidir, vaxt keçdikcə müdafiə örtüyünün möhkəmliyi artır və anod reaksiyasının sürəti ləngiyir.

Karbonat çöküntülərinin əmələ gəlməsinin natriumheksametafosfat ilə qarşısının alınması ona görə təmin olunur ki, o, kalsium ionları ilə həll olan kompleks birləşmə əmələ gətirir:



və Ca^{2+} poladın səthinə çökmək əvəzinə məhlulda qalır. Kalsium ionları artıq miqdarda olduqda çətin həll olan $\text{Ca}_5(\text{P}_3\text{O}_{10})_2$ birləşməsi əmələ gəlir. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi polifosfatlar əsasən Fe_2O_3 -dən ibarət olan örtüyün tərkibinə daxil olur və odur ki, istilik ötürməni pisləşdirmir və korroziya sürətini azaldır.

Xloridlərin qatı məhlullarında heksametafosfatın və kalsium ionlarının müəyyən qatılıqlarında poladın səthində nazik yapışqana bənzər təbəqə əmələ gəlir. Tərkibində 2500 mq/l NaCl, 100 mq/l heksametafosfat və 60

mq/l kalsium olan məhlulun metal səthində əmələ gətirdiyi örtüyün tərkibi $(\text{NaH})\text{FeCa}(\text{PO}_3)_5 \cdot 8\text{N}_2\text{O}$ olur. Poladın səthində belə örtük o vaxt qalır ki, polad nümunəsi inhibitoruz elektrolitə keçirilsin. Bu, heksametafosfatın çox vacib xassəsidir, belə ki, onun istifadəsi zamanı inhibitorun mühitə daimi olaraq verilməsinə ehtiyac yoxdur.

İkivalentli metalların ionları məhlulda olmadıqda heksametafosfat korroziyanın həm inhibitoru, həm də stimulyatoru ola bilər. Suyun axma sürəti və inhibitorun miqdarı az olduqda heksametafosfat həll olan kompleksin tərkibinə daxil olur ki, nəticədə bu kompleks anod reaksiyasını və uyğun olaraq korroziyanı sürətləndirir. Heksametafosfatın miqdarı artdıqda metal səthinə təbəqə çökür ki, o da anod reaksiyasını və poladın korroziyasını ləngidir.

Suda poladı korroziyadan müdafiə üçün lazım olan polifosfatın miqdarı suyun tərkibindən, temperaturundan və onun axma sürətindən asılıdır. Dövr edən məhlullarda polifosfatların metal səthinə daimi olaraq daxil ola bildiyindən suda heksametafosfatın miqdarı 25-dən 200 mq/l-ə qədər olduqda korroziya ləngiyir. Həm də suyun dövretmə sürəti 0,5-2 m/saniyə olduqda korroziyanın tam dayanması üçün 20-25 mq/l heksametafosfat tələb olunur. Axmayan suda polifosfatların müdafiə təsiri az olur.

Polifosfatlar poladdan və digər metallardan ibarət konstruksiyaları korroziyadan yaxşı müdafiə edir. Məsələn, mis və latun ilə təmasda olan poladı müdafiə etmək üçün dövretmə suyuna 25-50 mq/l heksametafosfat əlavə etmək lazımdır. Suyun temperaturu artdıqca onda olan heksametafosfatın da miqdarını artırmaq lazımdır. Belə ki, suyun temperaturu 100 °C olduqda və o, dövr etdikdə suda heksametafosfatın miqdarı 50-100 mq/l olmalıdır ki, konstruksiya materiallarının etibarlı müdafiəsi təmin olunsun.

Qeyd etmək lazımdır ki, hələ XX əsrin 80-ci illərinin əvvəllərində V.M.Abbasovun rəhbərliyi ilə Azərbaycan alimləri qeyri-üzvi fosfat analoqlarından çoxfunksiyalılığı və yüksək müdafiə qabiliyyəti ilə fərqlənən, tərkibi üzvi fosfatlardan ibarət olan VFIKS-82 inhibitoru və 1988-ci ildə onun sərt iqlim şəraitində işlədilə bilən modifikasiyası olan AZƏRI inhibitoru yaradılmışdır. Bu inhibitorlar keçmiş SSRI-nin neft sənayesi nazirliyi tərəfindən sənaye sınağından keçirilmiş və dövlət komissiyası onun istifadəsinə icazə vermişdir.

Hər iki inhibitor uzun müddətli sonrakı təsir effektivinə malikdir, eyni zamanda korroziyanın, duzçökmənin (ərpəmələgəlmənin) qarşısını alır və sulfatreduksiyaedici bakteriyaların həyat fəaliyyətini dayandırır. İstifadə

olunan suyun tərkibindən, axma sürətindən və temperaturdan asılı olaraq bu inhibitorların yüksək müdafiəni təmin edən miqdarları 40-100 mq/l həddində dəyişir. Bu inhibitorlar suya uzunmüddətli fasilələrlə, qapalı dövretmə konturuna isə ildə bir dəfə verilə bilər. VFIKS-82 və AZƏRI inhibitorları Ufa neft emalı indiki Heydər Əliyev adına neft emalı və Azərneftyağ neft emalı zavodlarında soyuducu su dövretmə sistemlərində istifadə olunmuşdur və olunmaqdadır.

Benzoatlar. Benzoatlar təkcə poladları yox, həm də bəzi əlvan metalları korroziyadan müdafiə edir. Bu sinif birləşmələrdən inhibitor kimi ən çox istifadə olunanı natrium benzoatdır. Benzoy turşusunun anionu dəmir üzərinə möhkəm adsorbsiya olunur ki, bu da metal səthindəki atomların bir hissəsinin reaksiya qabiliyyətini azaldır və səthin oksigen ilə passivləşməsini asanlaşdırır.

Benzoatların istifadəsinin səmərəliliyi kationun xarakterindən və elektrolitin pH-dan asılıdır. pH aşağı olduqda müdafiə zəifdir, pH yüksək olduqda az miqdar inhibitor əlavə etməklə lazımı müdafiə əldə olunur: pH=7 olduqda $5 \cdot 10^{-4}$, pH=5,5 olduqda $1 \cdot 10^{-3}$ mol/l natrium benzoat tələb olunur. Poladın suda natrium benzoat ilə korroziyadan müdafiəsi digər inhibitorlardan fərqli olaraq səthin ilkin hazırlanması xarakterindən asılıdır. Əgər səth nitrat turşusu ilə zəhərləndikdən sonra inhibitorlaşsarsa, onda az miqdar (10^{-4} mol/l) inhibitor tələb olunur, çünki nitrat turşusu özü səthi passivləşdirir. Əgər səth xırda, bərk hissəciklərin axını ilə təmizlənsə, onda metalın səthinin sahəsi artır və onun inhibitorlaşması üçün böyük miqdarda (10^{-3} mol/l) inhibitor tələb olunur. Cıllanmış nümunələri inhibitorlaşdırmaq üçün 10^{-5} mol/l natrium benzoat tələb olunduğu halda səth xlorid turşusu ilə zəhərləndikdən sonra müdafiə üçün 10^{-2} mol/l olunur.

pH-in aşağı qiymətlərində elektrolitdə oksigenin qatılığı yüksək olduqda natrium benzoat səmərəli inhibitor ola bilər.

Anionların iştirakı benzoatların inhibitor xassələrinə böyük təsir göstərir. Məsələn, suda 17 mq/l Cl^- ionları olduqda poladın korroziyadan müdafiəsi üçün 0,5 q/l benzoat lazım olduğu halda, 200 mq/l Cl^- olduqda 1 q/l tələb olunur.

Suyun temperaturu yüksəldikdə poladı korroziyadan müdafiəsi üçün lazım olan natrium benzoatın miqdarı artır. Əgər 5 °C-də 10^{-4} mol/l benzoat tələb olunursa, 25 °C -də $5 \cdot 10^{-4}$, 40 °C-də 10^{-3} mol/l tələb olunur. Daha yüksək temperaturalarda belə fərqlər müşahidə olunmur.

Polifosfatlar kimi natrium benzoat da oksigen ilə çətin həll olan birləşmələr əmələ gətirmir.

Silikatlar. Silikatlar suda məhlullarda mürəkkəb kolloid sistem halında olur. Onlar $nNa_2O \cdot nSiO_2$ tipli, dəyişgən tərkibli birləşmələrdirlər və məhlulda aşağıdakı ionlar və molekullar olur: ionlar – $Na^+, OH^-, SiO_3^{2-}, HSiO_3^-$; molekullar – $Na_2SiO_3, Na_2Si_2O_5, H_2SiO_3, SiO_2 \cdot nNaOH$; komplekslər – $(SiO_3)_x, (SiO_2)_x, (H_2SiO_3)_x$ və s.

Inhibitor kimi silikatların səmərəliliyi temperaturdan, pH-dan və məhlulda duzların miqdarından asılıdır. Bir qayda olaraq, neytral məhlullarda hissəciklərin iriləşməsi və gəlin çökməsi baş verir ki, bu da səthin qeyri-bərabər örtülməsinə və lokal korroziyaya səbəb olur. Turş və qələvi məhlullarda SiO_2 stabil vəziyyəti təmin olunur.

Temperaturun artması ilə silikatların inhibitor xassələrinin artması yalnız 50 °C-ə qədər müşahidə olunur, daha yüksək temperaturalarda isə azalır. SiO_2 molekullarının sayının metal oksidinin molları sayına olan nisbəti silikatın modulu adlanır. O, silikatda SiO_2 -nin miqdarını, onun suda həll olma qabiliyyətini kolloid məhlullar əmələ gətirmə qabiliyyətini və s. müəyyən edir. Silikatın modulu nə qədər aşağıdırsa, silikat daha qüvvətli qələvi xassəyə malik olur və ehtimala görə aşağı modullu silikatlar daha yaxşı müdafiə xassəsinə malik olmalıdırlar. Lakin, bu belə deyil: müdafiə xassəsi silikatın özünün xassəsi ilə müəyyən olunur, onun məhlulunun qələvilik xassəsi ilə yox. Beləliklə, yüksək modullu silikatlar (modulu 2-dən 4-ə qədər olanlar) daha yüksək müdafiə qabiliyyətinə malikdirlər. Neytral və qələvi məhlullar üçün turş məhlullara nəzərən daha yüksək modullu silikatlar istifadə olunur. Silikatlar isti və soyuq su təchizatı borularının, istilik mübadiləsi və qızdırıcı sistemlərin müdafiəsi üçün istifadə olunur.

Axar sistemlərdə əlavə olunan silikatın miqdarı 15-20 mq/ℓ həddində olur. Su kəmərinə poladın korroziyadan müdafiəsi üçün də həmin miqdarda inhibitor istifadə olunur və həm də müəyyən müddətdən sonra məsrəf 4-8 mq/ℓ-ə qədər azaldıla bilər. Poladdan hazırlanmış qapalı soyutma sistemlərində Modulu 2,4-3,3 olan silikatlar istifadə olunur.

Suda az miqdarda (100 mq/ℓ-ə qədər) maqnezium və ya kalsium duzları olduqda silikatların müdafiə xassələri artır, amma suda duzların ümumi miqdarı 100-150 mq/ℓ-dən çox olmamalıdır.

Silikatları poladı onun başqa metallarla təmasda olduğu hallarda da korroziyadan müdafiə edir. silikatların məhlullarında mənfəi yüklənmiş ionlar və kolloid hissəciklər olur. Dəmir ionları ilə qarşılıqlı təsirdə olaraq onlar müdafiə olunan polad səthə ferrosilikatlar şəklində çökürlər və anod prosesini çətinləşdirirlər. Tam örtük təbəqəsi yaranana qədər çökmə prosesi davam edir.

Boratlar. Tərkibində müxtəlif nisbətlərdə boratlar, tetraboratlar və perboratlar (Na_3BO_3 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, $\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) daxil olan bufer qarışıqlar poladları və digər metalları korroziyadan müdafiə üçün uğurla istifadə olunur. Böyük bufer tutumuna malik borat bufer qarışıqları korroziyadan müdafiə üçün lazım olan pH-ı təmin etməyə imkan verir. Onlar müxtəlif metallardan (poladlar, çuqun, mis və s.) yığılmış avadanlıqların müdafiəsi üçün uğurla istifadə oluna bilər.

Volframatlar, molibdatlar, vanadatlar. Inhibitor kimi əsasən natrium volframat, molibdat, vanadat və orto vanadat istifadə olunur. Şirin (duzsuz) suya az miqdarda (200 mq/l-ə qədər) natrium volframat əlavə edildikdə ümumi kor-roziyanın sürəti demək olar ki, dəyişmir, 500 mq/l əlavə etdikdə korroziya azalır, 2000 mq/l olduqda isə tam dayanır. Məhlulun pH-ı 9-a qədər qaldırıldıqda kor-roziyanı dayandırmaq üçün lazım olan natrium volframatın miqdarı 1000 mq/l-ə qədər azalır.

Şirin (duzsuz) suda korroziya prosesini dayandırmaq üçün cəmi 1 mmol/l natrium molibdat tələb olunur. Əgər suda xlorid ionları varsa və onun miqdarı 200 mq/l-ə qədərdirsə, poladın müdafiəsi üçün natrium molibdatın məsrəfi 5-10 mmol/l-ə qədər artırılmalıdır. Tərkibində 0,1 mol/l Na_2SO_4 olan məhlulda natrium molibdatın poladı korroziyadan müdafiə xassəsi tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, az miqdarda əlavə olunduqda korroziya artır, artıq miqdarlarda azalır və $5 \cdot 10^{-2}$ mol/l miqdarda əlavə olunduqda isə tamamilə dayanır.

0,1 mol/l qatılıqlı Na_2SO_4 məhlulda metavanadatın və ortavanadatın korroziyaya təsiri öyrənilmişdir. Ortovanadatların az miqdarları korroziyanı artırır, onun məhlulda miqdarı artdıqca korroziya ləngiyir və 0,25 mol/l qatılıqda isə tamamilə dayanır.

Vanadium və volfram birləşmələrinin su hövzələrində icazə verilən miqdarı 0,1 mq/l təşkil edir. Molibden birləşmələri üçün bu miqdar 0,5 mq/l həddindədir.

Kalsium karbonat. Kalsium karbonat suda poladı korroziyadan müdafiə üçün sadə və ucuz inhibitorudur. O, təbii cəhətdən suda olan kalsium bikar-

bonatdan əmələ gəlir. Onun çıxımı suyun codluğun və CO₂-nin qatılığından asılıdır.

Oksigenin və hidrosil ionlarının kalsium bikarbonat ilə neytrallaşması zamanı karbonat örtüyü əmələ gəlir, həm də polad səthində bu örtük əmələ gəldikdə onun tərkibində həmişə dəmir oksidə malik olur. Belə örtük yalnız o zaman əmələ gəlir ki, suda sərbəst CO₂-nin miqdarı tarazlıq qatılığından çox olmasın. Bu halda hətta pH az da olsa artdıqda metal səthində olan su kalsium karbonat ilə doymuş olur.

Məlum olduğu kimi, suyun tərkibinin stabilliyi doyma indeksi ilə müəyyən olunur. Poladın səthində lazımı qalınlıqlı kalsium karbonat mühafizə təbəqəsi əmələ gəlməsi üçün suya elə reagentlər əlavə etmək lazımdır ki, suyun kalsium karbonat ilə doyma indeksi +0,5-dən +0,7-yə qədər olsun. Kalsium karbonatdan ibarət müdafiə örtüyü əmələ gəldikdən sonra suya reagentlərin əlavə olunması dayandırıldıqda müdafiə örtüyü CO₂-nin təsiri ilə həll olur, odur ki, suya daima reagentlər verilməlidir.

Stabil su almaq üçün, başqa sözlə, HCO₃²⁻ və CO₂ arasında tarazlıq yaranması üçün suya müəyyən miqdarda qələvi əlavə etmək lazımdır. Suyu qələviləşdirmək üçün natrium hidrosid ilə yanaşı əhəng və Na₂CO₃ də istifadə olunur.

Karbonat örtüyü bərabər ölçülü əmələ gəlməsi üçün suyun qələviləşməsinə aralıq dayandırmaq lazım gəlir. Bu halda əmələ gələn karbonat örtük həll olmağa başlayır və həll olma reagent verilən yerlərdə, başqa sözlə, örtüyün qalınlığı daha çox olan yerlərdə daha intensiv gedir. Suyun reagentlə işlənməsi və reagentsiz suyun verilməsi dövrlərinin əlaqələndirilmiş tənzimlənməsi bütün səthdə bərabər qalınlıqlı örtük almağa imkan verir.

Inhibitorların qarışığı. Çoxdan müşahidə edilmişdir ki, bəzi inhibitorların qarışığı sinergizm effektinə malik olur, başqa sözlə, onu təşkil edən komponentlərin ayrı-ayrılıqda malik olduqları müdafiə effektlərindən daha yüksək müdafiə effektinə malik olurlar. Belə ki, xromatlar və polifosfatların qarışığı bu komponentlərin hər birinin ayrı-ayrılıqda və daha yüksək qatılıqlarda göstərə bilmədiyi yüksək effektə malik olurlar. pH 5,5-7,8 olduqda suda poladın korroziyadan müdafiəsini təşkil etmək üçün 20 mq/ℓ xromat və 60 mq/ℓ polifosfatın qarışığı tələb olunur. pH-ın artması müdafiəyə mənfi təsir göstərir. Polifosfatların və xromatların qarışığı istifadə olunarkən suyun ən əlverişli pH-ı 5-6,5 hesab olunur. Belə pH-da polifosfatların ortofosfat turşusunun natrium duzuna çevrilməsi baş verir.

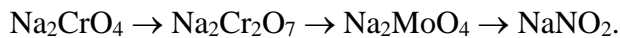
Həmçinin xromatların miqdarı polifosfatlardan çox-çox yüksək olduğu (20:1) qarışıqlar da poladı korroziyadan yaxşı müdafiə edir, lakin bu halda suyun pH-ı 7,5-ə yaxın olmalıdır. Xromatların və polifosfatların qarışığının istifadə olunması ilə suda korroziya sürətini 0,127 mm/il-ə qədər azaltmaq olur. Suya əlavə olaraq suda həll olan sink sulfat duzu daxil etdikdə qarışığın müdafiə effekti daha da yüksəlir. Sink sulfat o miqdarda əlavə olunur ki, suda sink ionlarının qatılığı 1-2 mq/kq həddində saxlanılsın. Xrom (III) ionları da belə təsirə malikdir.

Müəyyən edilmişdir ki, xromat-polifosfat buferinin istifadə olunmasının müdafiə effektinin artması suya kobalt, manqan, kadmium, nikel duzları əlavə etdikdə də əldə olunur. Suya dəmir, mis, arsen, alüminium və bəzi digər metalların duzlarının əlavə olunması qeyd olunan qarışığın müdafiə effektini azaldır.

20 mq/l natrium tripolifosfat, 26 mq/l natrium ortafosfat və 20 mq/l xrom (III) duzu qarışığını suya əlavə etdikdə korroziya prosesi dayanır.

Oksidləşdirici və oksidləşdirici olmayan inhibitorların qarışığı istifadə olunduqda elektrod potensialının müsbət tərəfə hiss olunan yerdəyişməsi müşahidə olunur ki, bu da qarışığın yüksək müdafiə qabiliyyətinə malik olduğunu göstərir. Belə ki, NaBO_3 və NaNO_2 ayrı-ayrılıqda 300 mq/l qatılıqda poladın korroziya potensialına təsir etmirlər, lakin onların qarışığı həmin qatılıqda poladın potensialını müsbət tərəfə dəyişir və onu passiv vəziyyətə gətirir. Korroziya sınaqları göstərdi ki, qarışıqda inhibitorların nisbəti və onların müdafiə funksiyası əsasən oksidləşdirici olmayan tip inhibitorun ilkin qatılığından asılıdır. Belə çıxır ki, oksidləşdirici olmayan inhibitorun qatılığı nə qədər çox olursa oksidləşdirici tip inhibitorun miqdarı az olmalıdır. Amma, poladı 0,15 mq/l natrium perborat olan suda korroziyadan tam müdafiə etmək üçün bir qədər də natrium nitrit tələb olunur, natrium perboratın miqdarı 1 q/l olduqda isə 0,2 q/l natrium nitrit kifayətdir.

1 q/l NaBO_3 olan suda oksidləşdirici tip inhibitorların müdafiə xassələri aşağıdakı sıra üzrə artır:



NaBO_3 və NaNO_2 , NaVO_3 və NaNO_2 1:1 nisbətində olduqda yüksək sinergetik effektdə malikdirlər. Onların ümumi qatılığı 0,3 q/l olduqda poladın korroziyadan effektiv müdafiəsi təmin olunur.

Oksidləşdirici tip inhibitorlar – natrium xromat və natrium nitrit məhlulda oksigen olduqda və olmadıqda poladı korroziyadan etibarlı müdafiə edir. oksidləşdirici olmayan tip inhibitorlar – natrium fosfat və natrium per-

borat oksigen olmayan mühitdə öz müdafiə xassələrini itirirlər. Inhibitorların qarışığı oksigen olmayan mühitlərdə ümumi qatılıq kifayət qədər az olduqda belə müdafiə xassələrini saxlayırlar.

Poladın inhibitorlaşdırılmış məhlullarda əvvəlcə saxlanması bir qayda olaraq inhibitorların və onların qarışıqlarının müdafiə xassələrini yaxşılaşdırır. Bu, onu göstərir ki, inhibitorun ionları metal səthinə adsorbsiya olunur və metal ilə möhkəm kimyəvi əlaqə yaradır və metal elektrolitə daxil olduqda aqressiv ionlar bu əlaqəni qıra bilmir.

Örtük əmələgətirən aminlər. Örtükəmələgətirən aminlər polad kondensatorlar və kondensatı nəql edən boru kəmərlərini korroziyadan müdafiə etmək üçün istifadə olunur. Adətən inhibitor kimi oktadesilamin $C_{18}H_{37}NH_2$, oktadesilaminin asetatı və 17-21 karbon atomla minlərin qarışığı istifadə olunur. Kondensatın pH-ı 4,0-8,6 olduqda bu inhibitorların müdafiə effekti 98 %-ə çatır.

Amin poladın səthinə adsorbsiya olunur, monomolekulyar təbəqə əmələ gəlir və metalı CO_2 , su və oksigenin təsirindən müdafiə edir. Əgər suda kifayət qədər amin olarsa, onda aminlər əvvəllər əmələ gəlmiş korroziya məhsullarını zəiflədir və səthdən kənarlaşdırır, səthdə qalan pas isə amin ilə birlikdə möhkəm təbəqə əmələ gətirir və sonrakı korroziya dağılmalarının qarşısını alır. Örtük əmələ gətirən aminlər metalı təmizləyə və korroziyanı dayandıraraq istilik ötürməni 10 % artırır. Metal səthində mühafizə təbəqəsi $205\text{ }^{\circ}C$ -dən yuxarı olmayan temperaturlarda əmələ gəlir, örtükəmələ gətirici aminlərin parçalanması isə $400\text{ }^{\circ}C$ -dən yuxarı temperaturlarda baş verir. Örtükəmələgətirən inhibitoru birbaşa yüksək temperaturlu buxara verdikdə də metal səthində aminin müdafiə örtüyü yaranır, həm də buxar örtüyün əmələ gəlməsinə təsir etmir.

Suda 0,1 mq/kq-dan çox sulfatlar və xloridlər olduqda örtük əmələgətirici aminlərin müdafiə effekti azalır. $pH < 7$ olduqda sulfatların və xloridlərin iştirakı aminlərin müdafiə effektivinə təsir etmir. Aminlərin kondensata və ya distillə olunmuş suya verilməsi üçün $80\text{ }^{\circ}C$ -də oktadesilaminin suda 2 %-li emulsiyası hazırlanır. Emulsiyanı hazırlamaq üçün kondensat istifadə olunur. Oktadesilamin asetatın sulu məhlulunda qələvi və neytral duzlar həmçinin kalsium və maqnezium ionları olmamalıdır.

Suda yüksək codluq, qələvilik və ya yüksək miqdarda duz olduqda aminlərin istifadəsi səmərə vermir. Aminlər qidalandırıcı suya və ya buxar qazanındakı suya verildikdə o, buxara qeyri-bərabər keçdiyindən aminlər birbaşa buxara verilir.

Aminlər özünün müdafiə xassəsini tam olaraq onların sistemə verilməsindən 15 gün sonra göstərir. Əgər aminlərin sistemə verilməsi dayanırsa, onda örtüyün pozulması baş verir. Aminlərin sistemə verilməsində 15-25 saat fasilədən sonra aminin fasiləsiz verilməsi iki dövr müddətində davam etdirilir ki, örtük tam bərpa olunsun. Aminin sistemə verilməsində 2 sutka fasilə olarsa, örtüyün bərpa olunması üçün 10 sutka fasiləsiz olaraq sistemə amin verilməlidir. Beləliklə, poladı korroziyadan müdafiə üçün örtük əmələ gətirən aminlər sistemə ya fasiləsiz verilməlidir, ya da qısa fasilələrlə, amma, bu fasilələr hər gün olmamalıdır.

Metal səthini korroziyadan müdafiə üçün lazım olan aminin miqdarı kondensator sisteminin ölçüsündən, borunun uzunluğundan, buxarın miqdarından və s. asılıdır. Kondensatın kimyəvi analizini aparmaq lazımdır ki, hər şeydən əvvəl dəmir oksidlərinin miqdarı təyin edilsin ki, onun da əsasında müdafiə örtüyü haqqında doğru təsəvvür yaransın. Bu, imkan verir ki, sistemə örtük əmələgətirici aminlər lazımi dozada verilsin. Aminlərin inhibitor kimi effektivliyini artırmaq üçün bütün sistem kimyəvi təmizlənməlidir.

Buxara amin verilməsi iki məqsəd daşıyır. Əvvəlcə örtük əmələ gətirici amin buxara yüksək qatılıqda verilir ki, möhkəm müdafiə örtüyü yaransın və korroziya məhsulları səthdən kənarlaşdırılsın. Bu mərhələdə aminlər fasiləsiz olaraq 10-30 sutka ərzində sistemə verilir.

6.7.2. Dəniz suyunda korroziya inhibitorları.

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi dəniz sahili bölgələrdə dəniz suyu çox vaxt istilik daşıyıcı kimi, xüsusən də soyutma sistemləri üçün istifadə olunur. Odur ki, poladları dəniz suyunda qapalı sistemlərdə korroziyadan müdafiə aktual problemdir. Dəniz suyunda həm açıq, həm də qapalı sistemlərdə poladı korroziyadan yaxşı müdafiə etmək üçün 0,025 mol/l-dən çox qeyri-üzvi fosfatlar istifadə olunur. Natrium pirofosfatın dəniz suyunda müdafiə təsiri qatılıq artdıqca açıq sistemlərdə azalır, qapalı sistemlərdə isə dəyişmir. Mononatriumfosfat yalnız 0,025 mol/l-ə qədər qatılıqlarda dəniz suyunda korroziyanın sürətini azaldır, yüksək qatılıqlarda isə hətta korroziyanı stimullaşdırır bilər. Dinatriumfosfat 0,001 mol/l qatılıqda və daha yüksək qatılıqlarda dəniz suyunda poladları həm açıq, həm də qapalı sistemlərdə korroziyadan müdafiə edir. trinatriumfosfat dəniz suyunda poladı korroziyadan az effektiv müdafiə etsə də, korroziya sürətini etibarlı olaraq azaldır.

Heksametafosfat poladı 0,01 mol/l-ə qədər qatılıqlarda müdafiə edir. Onun qatılığı 0,01-dən 0,025 mol/l-ə qədər olduqda onun səmərəliliyi aza-

lır, daha yüksək qatılıqlarda isə dəniz suyunda korroziyanın sürətlənməsinə səbəb olur.

Dəniz suyunda poladı korroziyadan daha yaxşı müdafiə edən dinatriumfosfatdır. Əgər dəniz suyunda H_2S və tiofirləşmələr iştirak edirsə, dinatriumfosfatın müdafiə xassəsi zəifləyir və H_2S -in miqdarı 1 ml/l-dən çox olduqda poladı dəniz suyunda korroziyadan etibarlı müdafiə etmir. Suyun duzluluğunun artması dinatriumfosfat iştirakı ilə korroziya sürətinin azalmasına səbəb olur. Yəqin ki, bu onunla əlaqədardır ki, dəniz suyunda olan ionlar poladın səthində müdafiə fosfat təbəqəsi yaranmasına kömək edir. Dəniz suyunda həll olmuş oksigenin miqdarı müdafiə effektinə hiss olunacaq təsir göstərmir.

Dinatriumfosfatın köməyi ilə dəniz suyunda ən yaxşı müdafiə suyun pH-ı 10 olduqda əldə edilir. Bu pH-a malik mühitdə HPO_4^{2-} ionları maksimum miqdarda olur. $pH > 10$ olduqda fosfatların müdafiə qabiliyyətlərinin azalması onunla əlaqədardır ki, həmin pH-larda suda əsasən PO_4^{3-} ionları olur ki, onlar da HPO_4^{2-} ionlarına nəzərən səthə daha zəif adsorbsiya edirlər.

Dinatriumfosfatın $ZnCl_2$ və $CaCl_2$ ilə 4:1 mol nisbətlərində qarışığı dinatriumfosfatın özünə nisbətən daha effektlidir.

6.8. İsti su təchizatı sistemlərinin müdafiəsi

İsti su təchizatına isti su hazırlayan, nəql edən və istehlakçının su kranlarına verən qurğular və sistemlər daxildir. Qızdırılmış su (əsasən 60-75°C-ə qədər) təsərrüfat-məişət və istehsalat məqsədləri üçün istifadə olunur.

Mərkəzləşdirilmiş isti su təchizatı sistemlərində isti su hazırlamaq üçün istilik mənbəyi istilik elektrik sisteminin (IES) istilik təchizatının su sistemi və su qızdırıcı sobalarıdır.

Açıq və qapalı istilik təchizatı sistemlərində isti su təchizatı üçün su kimi təsərrüfatda içməli su kəməmindən götürülən və QOST 2874-82-nin tələblərinə cavab verən «içməli su» istifadə olunur.

Qapalı istilik təchizatı sistemi olduqda isti su təchizatı qurğusuna daxil olan içməli su istilik yarımstansiyalarında yerləşdirilmiş səth su qızdırıcılarında şəbəkə suyu ilə qızdırılır. Bu halda şəbəkə suyu yalnız istilikdaşıyıcı kimi istifadə olunur və şəbəkədən kənarlaşdırılır.

Açıq sistemlərdə istilik şəbəkəsinin bir başa dəhnəsindən isti su ilə təmin etmək üçün istilik şəbəkəsində dövr edən, eyni zamanda isitmə sistem-

ləri üçün istilik daşıyıcı və ventilyasiya üçün istifadə olunan su sərf olunur. Bu istilik təchizatı sistemlərində istehlakçının istifadə etdiyi suyu kompensasiya etmək üçün qidalanma suyu mərkəzləşdirilmiş qaydada IEM-lərdə hazırlanır. Qapalı istilik təchizatı sistemində isti su təchizatı sisteminin əsas qüsuru odur ki, onlar uzun ömürlü olmur və bunun da səbəbi yüksək korroziya aktivliyinə malik su ilə təmasda olmasıdır. Belə sistemlərin əhəmiyyətli üstünlüyü korroziya əleyhinə (deareasiya) və əmələ gəlmə əleyhinə (yumşaldılma) suyun IEM-də hazırlanmasıdır.

İsti su təchizatı sistemlərinin istismarı təcrübəsi göstərir ki, suyun müsbət doyma indeksi olduqda və Cl^- və SO_4^{2-} ionlarının miqdarı 50-dən 100 mq/ℓ-ə qədər olduqda belə su yüksək aqressivliyə malik olur.

İsti su təchizatı sistemlərində müdafiə örtüyü olmayan polad borularla yanaşı metal örtüklü (sinklənmiş, alüminiumlanmış) polad borular, qeyri-metal örtüklü polad borular, mis borular, həmçinin polimer materialdan olan borular da istifadə olunur.

Sinklənmiş boruların istismar müddətini proqnozlaşdırarkən suyun pH-ı böyük əhəmiyyət kəsb edir. Suyun hərəkət sürəti və oksigenin miqdarı ikincidərəcəli əhəmiyyətə malikdir. Aşağı pH (<6,9) örtüyün nisbətən sürətlə dağılmasına səbəb olur. Bu halda örtük üzərində əmələ gələn təbəqə yumşaq olur və asanlıqla səthdən ayrılır.

Müxtəlif tərkibli sulara sinklənmiş boruların korroziya sürəti 25-30-dan 5 mkm/ilə qədər və daha az olur. Xloridlər 100 mq/ℓ-ə qədər, sulfatlar 150 mq/ℓ-dən çox olmayan və doyma indeksi $\geq 0,5$ olan sulara sinklənmiş borular əlavə müdafiə tədbirləri görülmədən istifadə edilə bilər.

60 °C-dən yuxarı temperaturlarda sink örtüklərin korroziya sürəti artır, temperatur 60 °C-dən 80 °C-ə qədər artdıqda sinklənmiş poladın korroziya sürəti 5 dəfə artır.

İsti su təchizatı sistemlərinin polad borularının daxili korroziyası ilə mübarizəsi üçün istifadə olunan üsullardan biri də suyun korroziya inhibitoru ilə işlənməsidir. Adətən su təchizatı stansiyasından daxil olan suyun yalnız 30 %-ə yaxını isti su təchizatı sistemində istifadə olunur. Yalnız isti suyun korroziya aktivliyini azaltmaq lazım gəldiyindən suyun su stansiyasında inhibitorlaşdırılması məqsədə uyğun deyil. İsti su təchizatı sistemləri üçün korroziya inhibitoru kimi adətən fosfatlar və natrium silikatlar həm fərdi şəkildə, həm də müxtəlif kompozisiyalar şəklində istifadə olunur. Keçmiş SSRI-də bu məqsədlə əsasən natrium silikatlar istifadə olunurdu. Suda duzun miqdarı 500 mq/ℓ-ə qədər olduqda silikatlar daha effektiv olurlar. Sink-

lənmiş poladdan olan boruları korroziyadan müdafiə üçün 20 mq/l natrium silikat (SiO_3^{2-} -ə görə), üzərində örtük olmayan polad boruların müdafiəsi üçün 40 mq/l məsrəf nəzərdə tutulur və bu halda korroziya intensivliyi 2-2,5 dəfə azalır. Silikatlara malik sulara polad boru üzərində müdafiə örtüyü fosfatlar istifadə olunduğu hala nəzərən daha ləng əmələ gəlir (adətən 4 ay müddətində).

Fosfat turşusunun törəmələri (sadə fosfatlar, polifosfatlar) komunal su təchizatı sistemlərində çoxdan istifadə olunur. Tripolifosfat $Na_5P_3O_{10}$, natrium heksametafosfat ($NaPO_3$)₆ kimi polifosfatlar isti suda korroziyanı ləngidir.

Qeyri-üzvi fosfatların nöqsanlarından biri 60 °C və daha yüksək temperaturlarda onların sürətli hidrolizidir. Poli-, bir- və ikiəvəzli fosfatların hidrolizi nəticəsində trinatriumfosfat əmələ gəlir ki, o da codluq duzları və dəmir duzları ilə birlikdə çökərək şlam əmələ gətirir. Əmələ gələn çöküntülər sistemi çirkləndirməklə yanaşı inhibitorluq qatılığının azalması hesabına inhibitor effekti azalır və su bulanıq hala keçir. Müdafiə effekti uzaq məsafəli sistemlərdə və durğunluq sahələrində xüsusilə çox azalır.

Oksietildifosfon (OEDF) turşuları codluq duzlarını kompleks hala keçirir və odur ki, onlar ərpəmələgəlməyə qarşı səmərəli inhibitor kimi istifadə olunur. OEDF-in bir sıra metallarla (sink, kalsium, maqnezium) əmələ gətirdiyi komplekslər ərp əmələgətirmənin qarşısını yüksək səviyyədə almaqla yanaşı dəmir, sink, mis, alüminium kimi metalların korroziyasının da qarşısını alır. OEDF-in sink kompleksi isti su təchizatı sistemlərini müdafiə etmək üçün təklif olunmuşdur.

OEDF-in sink kompleksatlarının suda icazə verilən qatılığı (IVQ) 5 mq/l-dir. Qələviliyi 1-3 mekv/l və xlor ionlarının miqdarı 50-350 mq/l olan məhlullara 5 mq/l kompleksat əlavə etdikdə suyun korroziya aktivliyi 8-10 dəfə azalır. OEDF-in sink kompleksatını 5 mq/l miqdarında olmaqla qələviliyi 2 mekv/l və sulfat ionlarının miqdarı 15-100 mq/l olan məhlullara əlavə etdikdə suyun korroziya aktivliyi 10-12 dəfə artır. Sulfat ionlarının qatılığı 100 mq/l-dən çox olduqda kompleksunun müdafiə effekti azalır.

6.9. Qidalandırıcı və qovşaq traktlarının müdafiəsi

Qızdırıcı avadanlıqların və istilik təchizatı boru kəmərlərinin, həmçinin IEM-lərin qidalandırıcı və şəbəkə traktlarının işlədiyi şəraitdə intensiv

karbonat turşusu, oksigen korroziyaları və şlamaltı korroziyalar mümkündür. Bu növ korroziyalar suyun deaerasiyasının olmaması və ya keyfiyyətsiz deaerasiyası, H-kationlaşdırma və ya turşulaşdırma ilə suyun yumşaldılması, aşağı pH-a (6,5-7,2) malik suyun istifadə olunması, qidalandırıcı traktada suyun temperaturunun artması və suyun dəmir oksidi ilə çirklənməsi səbəbindən baş verir.

İstilik qovşaqlarının polad boru kəmərlərinin korroziya intensivliyi onun xətti sürəti ilə qiymətləndirilir:

Korroziya sürəti, mm/il	Korroziya prosesinin xarakteri
0-0,02	Praktiki yoxdur
0,02-0,04	Zəif
0,04-0,05	Orta
0,05-0,2	Qüvvətli
>0,2	Qəza törədici

Su qızdırıcı qazanların və digər avadanlıqların borularının yaralı korroziyasının səbəbi aşağıdakılardır:

qidalandırıcı suyun keyfiyyətsiz deaerasiyası;

aqressiv CO₂-nin iştirakı səbəbindən (5-10 mq/ℓ-ə qədər), pH-ın qiymətinin aşağı olması;

istilik ötürücü səthdə oksigen korroziyası məhsullarının (Fe₂O₃) olması.

Qovşaq suyunda dəmir oksidlərinin miqdarının çox olması sobanın qızma səthlərində dəmir oksidləri çöküntülərinin çökməsinə səbəb olur. Dəmirin qovşaq suyunda miqdarı 600-800 mq/ℓ olduğu halda avadanlıqların istifadəsi adətən ona gətirib çıxarır ki, su qızdırıcı qazanlar bir neçə min saat işlədikdən sonra qızdırılan səthdə dəmir oksidlərinin çöküntüsünün qalın təbəqəsi əmələ gəlir (1000 q/m²). Bu zaman boruların konvektiv hissələrində tez-tez deşilmələr baş verir. Boruları kəsdikdə çöküntülər altında yaralı korroziya olan çoxlu sayda sahələr müşahidə olunur. Boru nümunələri metal səthi ilə möhkəm olmayan əlaqələnmiş tam, qabarmalara malik çöküntülərlə örtülmüş olur. Alt qat qara, üst qat qəhvəyi rəngdə olur. Çöküntülərin tərkibində adətən 80-90 % dəmir oksidləri olur. Qovşaq qızdırıcılarının qızdırılan səthlərinin çirklənmə intensivliyini müəyyən edən əhəmiyyətli faktorlardan biri də qovşaq suyunda dəmir birləşmələrinin miqdarıdır. Yalnız suda dəmirin miqdarı 500 mq/ℓ və az olduqda qovşaq qızdırıcıları normativə yaxın istilik axını ilə işləyir.

IEM-lərin və isti su təchizatı sistemlərinin qidalandırıcı və qovşaq traktlarının korroziyadan effektiv müdafiə metodu suyun silikatla işlənməsidir. Suyun belə işlənməsi əlvan və qara metallardan hazırlamış avadanlıqların korroziyasının qarşısını almaq metodudur. Bu üsul tərkibində az miqdarda oksigen olan (<100-200 mkq/ℓ) və açıq dəhnəyə gedən suyun keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq vasitəsidir. Lakin, suyun silikatla işlənməsi keyfiyyətli deaerasiyanı, sistemin kipləşdirilməsini, akkumulyator çənlərin müdafiə örtüyü ilə örtülməsini və avadanlıqların korroziyadan maksimum müdafiəsini təmin edən digər tədbirləri həyata keçirmək ehtiyacını aradan qaldırmır. İstilik qovşağının etibarlı su-kimyəvi rejimində silikatla işlənmə texnologiyası ilkin suyun keyfiyyətindən və onun hazırlanma sxemindən asılıdır. IEM-in qidalandırıcı və qovşaq traktlarının suyunu silikat işləmə üçün daha geniş yayılmış natrium silikat (maye şüşə) istifadə olunur.

Maye şüşə tutumu 250 ℓ olan dəmir çəlləklərdə və ya çənlərdə daşınır. Çəlləklər bağlı, quru və temperaturu +5 °C-dən az olmayan anbarlarda saxlanılır. Natrium silikat qələvi xassəli reagentlər və onun pH-ı (adətən 8,6-ya qədər) qaldırmaq qabiliyyəti onun qatılığı ilə və işlənən suyun buferliyi ilə (bikarbonatların miqdarı ilə) müəyyən edilir. İçməli suda natrium silikatın icazə verilən qatılığı 40 mq/dm³ (40 mq/ℓ) SiO₂ və ya 50 mq/dm³ (50 mq/ℓ) SiO₃²⁻ həddindədir.

Təklif olunur ki, suyun işlənməsi üçün istifadə ediləcək natrium silikat sıxlığı 1180-1200 kq/m³ (SiO₂-nin qatılığı 15-16%) olan işçi məhlul halında istifadə edilsin.

İstilik qovşağının qidalandırıcı traktına natrium silikat verilmə yeri suyun ilkin hazırlanma sxemindən asılı olaraq müxtəlif ola bilər: qidalandırıcı nasosların sorma yeri qarşısında soyuq suya; mexaniki filtirlərdən əvvəl (iondəyişdirici filtrlər olmadıqda); Na-kationit filtrlərdən sonra; H-kationlaşdırma sxemi istifadə edildikdə dekarbonizatorlardan sonra.

İstilik mübadilə edici aparatların borularına və su qızdırıcı qazanlara natrium silikat verməzdən əvvəl onlar çöküntülərdən təmizlənməlidirlər.

Suyu natrium silikat ilə işləməzdən və natrium hidroksid ilə qələviləşdirərkən su 106 °C-dən az olmayaraq qızdırılmalıdır ki, mikroorqa-nizmlər məhv olsun. Belə qızdırma mümkün olmadıqda natrium silikat və natrium hidroksidi daşımaq, saxlamaq və dozalaşdırmaq üçün tutumlar xlorlu əhəng ilə dezinfeksiya olunmalıdır.

Suya silikat verilən dövrdə hər gün istilik qovşağının qidalanma suyunda SiO_3^{2-} ionunun miqdarı, növbədə 1 dəfə pH və qidalanma suyunun qələviliyi yoxlanmalıdır. Hər bir qızdırma dövrü başa çatdıqdan sonra qazanların qızdırdığı boru səthlərindən nümunə kəsilərək onlar üzərindəki çöküntülər analiz olmalıdır. Qazanın çirklənməsi və çöküntülərin tərkibi uzunluğu 0,5 m-dən az olmayan 5 boru nümunəsi əsasında aparılmalıdır.

Su qızdırıcı qazanın müxtəlif yerlərində çöküntülərin miqdarı 0,5-5,5 kq/m² həddində dəyişir. İstismar prosesində çirklənmə 1,0 kq/m² və daha çox olduqda və ya qazanın su traktının hidravlik müqavimətinin təmiz qazanda olduğundan 1,5 dəfə çox olan hallarda kimyəvi təmizlənmə aparılır.

Qidalanma suyuna natrium silikat əlavə edilməzdən əvvəl istilik dəyişdirici aparatların boruları əvvəlcədən çöküntülərdən təmizlənməlidir.

Su rejimindən, temperatur şəraitindən və qazanın konstruksiya xüsusiyyətlərindən asılı olaraq çöküntülər onun su traktının müxtəlif sahələrində əmələ gələ bilər.

Çöküntülərin tərkibi və onların miqdarı hiss olunacaq hədd daxilində dəyişir. Çöküntülər bir qayda olaraq dəmir oksidlərindən (C_{ümumi} və Q 0,7 mekv/l-ə qədər olduqda), kalsium və maqneziumun karbonatlarından və sulfatlardan ibarətdir (C_{ümumi} və Q 0,3 mekv/l-dən çox olduqda). C_{ümumi} – ümumi codluğu, Q – qələviliyi ifadə edir.

İlkin sulara çox vaxt silikat turşusu (SiO_2 -yə görə 30 mq/l-ə qədər) müdafiə effektinə malik olmayan formada iştirak edir.

Lazımdır ki, il ərzində, xüsusən də yağışlı dövrlərdə ilkin suda silikatların ümumi miqdarına nəzarət edilsin. Belə ki, suyun pH-ı >7 olduqda (turşulaşdırma rejimi pozulduqda, suda CO₂-nin miqdarı 5 mq/l-dən çox olduqda və suyun ümumi codluğu 3 mekv/l-dən çox olduqda) güclü istilik təsiri altında olan sahələrdə (istilik mübadiləsi aparatlarında və qazanlarda) silikat çökmələri baş verə bilər. Bir sıra hallarda silikat turşusu çöküntüləri 30 %-ə qədər silisiuma malik olur.

İcməli su xəttindən götürülən və alüminium sulfat ilə işlənmiş su istifadə edildikdə və alüminium sulfatın verilmə miqdarında artıqlıq halları olduqda qovşaq suyunun qızdırıcılarında və su qızdırıcı qazanlarda alüminosilikatların əmələ gələ bilməsini nəzərə almaq lazımdır.

İstilik qovşağının qidalanma suyunun silikatla işlənməsi istilik təchizatı sisteminin tipindən (açıq və ya qapalı) asılı olmayaraq tətbiq olunur.

İstilik qovşağının suyunda sulfatlar az olduqda (2 mekv/l-dən az) suyun silikatla işlənməsi zamanı qidalanma suyunda kalsium codluğunun və ümumi qələviliyin (mekv/l-lə) nisbəti aşağıdakı kimi olmalıdır:

$C_{Ca} : Q \leq 1,5$	pH=8,4÷8,6	t=101-150 °C
$C_{Ca} : Q \leq 1,0$	pH=8,4÷8,6	t=151-200 °C

Suda sulfat-kalsium codluğu 2 mekv/ℓ-dən çox olduqda istilik qovşağı suyunu silikatla işlədikdə bu suda kalsium sulfatlar və silikatlar həll olan hədlərdə olmalıdır ki, məhlulda $CaSO_4$ -ün $CaSiO_3$ ilə birgə çökmə ehtimalı yaranmasın.

SiO_3^{2-} ionuna görə hesablanmış silikatın verilmə miqdarı ilkin suyun keyfiyyətindən və suyun hazırlanma sxemindən asılı olaraq seçilir. Yumşaq çay suyunda və su xətlərindəki sulara duzun ümumi miqdarı 250 mq/ℓ-ə qədər olduqda silikatın suya verilən miqdarı SiO_3^{2-} -ə hesablanmaqla 20 mq/ℓ-dən çox olmamalıdır.

Na-kationlaşması sxemi üçün qidalanma suyunda duzun miqdarı 250 mq/ℓ-dən çox olduğu halda suya 15-20 mq/ℓ SiO_3^{2-} hesabı ilə silikat verilməlidir.

Turşulaşdırma və ya H-kationlaşdırma sxemi üçün (filtrlərin «ac» regenerasiyası ilə) natrium silikatın verilmə miqdarı 10 mq/ℓ SiO_3^{2-} hesabından çox olmamalıdır.

Istilik təchizatının açıq sistemlərində tutumları 200-dən 20000 m³-a qədər olan çən-akkumulyatorlar geniş istifadə edilir. Onlar istilik mənbələrinin yanında və ya istilik qovşaqları üzərində tranzit olaraq quraşdırılır ki, axşam və səhər saatlarında qidalanma suyunun məsrəfi tənzimlənsin. Onlar daxili korroziyaya uğraya bilərlər və odur ki, korroziyadan müdafiə olunmalıdırlar.

Çən-akkumulyatorların aşağıdakı müdafiə üsulları tətbiq olunur:

- suya hermetikləşdirici mayelərin (AQ-4, AQ-4I və s.) daxil edilməsi;
- buxar yastığı ilə birgə istifadə olunmaqla katod müdafiəsi;
- çənlərin daxili səthini V-C-S-41 sink-silikat boyağı ilə örtmək və ya buxar yastığı ilə birgə istifadə olunmaqla metal izləyici alüminium örtüklərinin istifadəsi.

Hermetikləşmiş çənlər temperaturu 95 °C-ə qədər olan suları saxlamaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Hermetiklərin xidmət müddəti 3 ildən az deyildir.

AQ-4, AQ-4I (TU 26-02-592-75) kauçuka bənzər polimerlərlə qatılaşıdırılmış və antioksidant əlavə olunmuş mineral yağ məhluludur. Onlar suda

həll olmur, zəhərli deyil, aşağı sıxlığa malikdirlər, yüksək qaz keçirməzliyə malikdirlər.

Hermetik istifadə olunarkən bak əlavə aşağıdakılarla təchiz olunmalıdır:

- suyun səviyyəsinin normadan aşağı düşməsi nəticəsində hermetikin boru kəmərlərinə düşməsinin qarşısını alan qurğu;

- çəndə suyun səviyyəsinə avtomatik və mexaniki nəzarət sistemi.

Çənin divarının daxili səthində korroziya əleyhinə sürtkü yaratmaq üçün hermetikin müdafiə təbəqəsi 0,15 mm qalınlığında olmalıdır ki, bu da həmin sürtkü bak su ilə dolarkən suyun yuxarı qaldırması zamanı formalaşır. Bu qalınlıq alındıqda hermetikin məsrəfi 0,14 kq/m² hesabı ilə olur. Çəndə suyun aerasiyadan müdafiəsi su üzərində hermetikin qalınlığı 30 mm olduqda əldə edilir ki, bu da çəndə olan suyun səthinin hər m²-a 27 kq hermetik məsrəfinə uyğun gəlir. Tutumu 2000-20000 m³, müdafiə olunan səthin hündürlüyü 9 m olan çənlər üçün hermetikin məsrəfi 5,05-dən 45,23 tona qədər olur.

Çənləri bir yerdən başqa yerə köçürərkən, buxar yastığı yaratmaq üçün buxar verilməsi mümkün olan yerlərdə müvəqqəti müdafiə vasitəsi kimi V-CS-41 boyağının istifadəsinə icazə verilir. Onun katod müdafiəsi ilə birgə istifadəsi daha yaxşı səmərə verir.

Sink-silikat boyağı olan V-CS-41(TU 610-1481-78) kalium silikatın suda məhlulunda piqmentlərin və doldurucuların suspenziyasından ibarətdir və üzvi həllediciyə malik deyil. O, üç ayrı-ayrı komponent halında, ayrı-ayrı qablaşdırılmaqla aşağıdakı nisbətdə göndərilir (kütlə ilə): əsas (maye şüşə) – 100, piqment qarışığı (alüminium tozu və kaolin) – 284 və sink tozu – 171,6.

V-CS-41 boyağı üç təbəqədə çəkilir və pinevmatik çilənmə üsulu ilə çəkilir, qalınlığı 180-200 mkm olur. Səthində üzvi örtüklərin qalığı olan sahəyə çəkilməsinə icazə verilmir. V-CS-41 boyağının bir qata məsrəfi 200-230 q/m², bərkidicinin məsrəfi 50-70 q/m² olmalıdır. Çənlərin daxili divarının vəziyyətinə vizual baxış ildə 1 dəfə aparılmalıdır.

V-CS-41 boyağı ilə boyanmış çənlər temperaturu 100 °C-ə qədər olan suyu saxlamaq üçündür. Örtüyün müdafiə müddəti 8-12 ildir. İki ildə bir dəfə örtüyün bütövlüyü pozulmuş yerlərdə boyaq təbəqəsinin bərpa işləri aparılır.

Alüminium örtüklü çənlər temperaturu 90 °C-ə qədər olan suyu saxlamaq üçün nəzərdə tutulur. Alüminium örtüyü yalnız sonrakı boyanma (sıxlaşdırma) ilə birgə tətbiq olunur ki, onun məsələliliyi azalsın və korroziya davamlılığı artsın. Bu halda örtüyün xidmət müddəti 8-10 il olur.

6.10. Kondensat-qidalandırıcı traktın korroziyası

İşçi mühitin əsas axının kondensat-qidalandırıcı trakt boyunca hərəkəti zamanı temperaturun və təzyiqin artması baş verir. Traktın seyrəkləşmə olan yerlərində (trubinlərin kondensatorlarının buxar fəzası, kondensat nasosları və s.) birləşdirici yerlərdəki sıx olmayan sahələrdə atmosfer havası trakta sorulur. Hava ilə bərabər işçi mühitə O_2 və CO_2 kimi korroziya aktivliyinə malik qazlar da daxil olur. İşçi mühitin CO_2 ilə zənginləşməsi mühitin pH-nı turş sahəyə yönəldir və korroziya sürəti kəskin artır.

Kondensat-qidalandırıcı traktın korroziyası təkcə onunla təhlükəli deyil ki, avadanlığın səthi zədələnir, həm də onunla təhlükəlidir ki, qidalandırıcı su korroziya məhsulları ilə çirklənir. Suda korroziya məhsulları artması və onların buxar generatoruna düşməsi şlamaltı korroziyanı sürətləndirir və dəmir oksidli ərp əmələ gəlmə artır. Bu proseslər müəyyən müddətdən sonra buxar generatorunun qəzalı dayanmasına səbəb ola bilər.

Istilik daşıyıcının yüksək korroziya aktivliyi adətən hidrogen ionlarının hiss olunacaq qatılığı ilə müəyyən edilir. Hidrogen ionlarının qatılığı da öz növbəsində temperaturdan asılıdır. Belə ki, 250 °C-də olduğuna nəzərən 23,7 dəfə çoxdur. Oksigen olmadıqda və 200 °C-dən az temperaturlarda korroziya hidrogen depolyarlaşması ilə gedir və davamlı müdafiə örtüyü yaranmır.

Bununla əlaqədar olaraq suyun pH-nı tənzimləməklə korroziya sürətini azaltmaq olar. 200 °C-dən yuxarı temperaturlarda poladın korroziyası davamlı maqnetitin əmələgəlməsi ilə gedir və bu şəraitlərdə olduqca təmiz suda korroziya proseslərində pH-ın rolu azalır.

Qələvilərin, o cümlədən də uçucu qələvilərin təmiz suda poladı korroziyadan müdafiə üçün tətbiqinin səmərəliliyi əsasən neytrallaşdırıcı təsir göstərən dissosiasiya olunmuş komponentlərin qatılığı ilə və yalnız OH^- ionlarının qatılığı 10^{-3} mol/l-dən çox olduğu hallarda passivləşdirici təsiri ilə müəyyən edilir. Amma, uçucu inhibitorlar, o cümlədən ammoniak zəif elektrolitlərdirlər və temperatur artdıqca onların dissosiasiyası azalır. Suda dissosiasiya olunmuş ionların (hidroksil və ammonium) qatılığını sabit saxlamaq və poladın korroziya sürətini aşağı həddə saxlamaq üçün suyun temperaturu artdıqca ammoniakın qatılığı artırılmalıdır.

6.11. Qazanlarda korroziya

Qazan poladlarının korroziyaya yüksək meylliliyi aşağıdakılarla əlaqədardır:

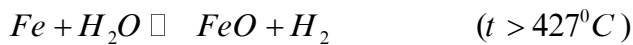
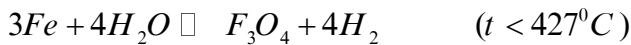
- mühitin yüksək temperaturu və təzyiqi, yüksək istilik yükü;
- qazanların qızan səthlərində korroziya agentlərinin və stimullaşdırıcıların toplanması;
- ərpəmələgəlmə prosesi.

Qazanda korroziya bərabər və lokal ola bilər. Bərabər korroziya prosesi bir qayda olaraq metalın qızdığı yerdə gedir və bütöv dəmir oksidi təbəqəsi əmələ gəlir. Bu hal daha tez-tez buxar qızdırıcılarında poladın qızdırılma həddindən daha çox temperatur verdikdə rast gəlir. Korroziya o halda inkişaf edir ki, buxar tərəfdən borunun divarının temperaturu aşağıdakı qiymətlərə malik olsun, °C:

Legirlənməmiş, karbonlu poladlar	400
Az legirlənmiş poladlar	
15M	530
12X1MF	585
Austenit polad 18/8	700

Ekran boruları və buxar qızdırıcıları əsasən xrom, molibden və vanadium ilə legirlənmiş, perlit sinfindən olan 12X1MF markalı poladdan hazırlanır. Lokal korroziya yaraları, şırımlar və çatlar şəklində inkişaf edə bilər. Sonuncu halda poladın xeyli dərəcədə hidrogenləşməsi müşahidə olunur. Çatlar borunun alov tərəfdəki səthində baş verir ki, bu da həmin sahələrdə poladın daha güclü hidrogenləşməsi ilə bağlıdır.

Buxar-su təsiri ilə qazanlarda metal səthində korroziya nəticəsində maqnetit çöküntülərinin formalaşmasının birinci fazasında aşağıdakı reaksiyalardan biri gedir:



Sonra FeO və su buxarı arasında aşağıdakı reaksiya gedir:



Temperatur artdıqca metalın oksidləşməsi nəticəsində maqnetitin inkişafının sürəti artır. Metalın temperaturunun tez-tez 70 °C və daha yüksək

temperaturlar həddində dəyişdikdə metalın dəyişgən olaraq su buxarı və su ilə təmasda olduğu yerlərdə F_3O_4 -ün və poladın xətti genişlənmə əmsallarının müxtəlif olması hesabına müdafiə örtüyü dağılır. Səthi açıq qalmış polad ilə buxar təmasda olduqda su buxarı ilə dəmir arasında reaksiya gedir. Əmələgələn yaralar çox vaxt F_3O_4 ilə örtülmüş olur.

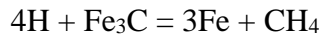
Polad su buxarı ilə oksidləşdikdə su buxarında molekulyar oksigenin olması ikinci dərəcəli rol oynayır. Maqnetitin müdafiə təbəqəsi artıq əmələ gəldiyi andan daxili sıxılma gərginliyi altında olur və qazanın qızdırılması dayandırıldıqda bu gərginlik bir qədər də artır. Odur ki, qazanın dayandırılması və işə salınmasına korroziya prosesinin ən əhəmiyyətli fazalarındandır və dayanma və işə salma mərhələlərində müdafiə örtüyü yarana və dağıla bilər.

Müdafiə örtüyünün dağılması, həmçinin, örtüyə qatı natrium hidrokسيدin və ya suyu buxarlaşıdırarkən turş duzların kimyəvi təsiri ilə də baş verə bilər. Bu halda metal üçün natrium hidrokسيد daha təhlükəlidir, belə ki, o tam qurumur və 320 °C-də ərimiş hala keçir və bu halda qələvi korroziya törətmək baxımından daha aqressivdir. Örtüyün davamlılığına duzların təsirini qiymətləndirərkən nəzərə almaq lazımdır ki, qızdırılan səthdə tərkibində böyük qatılıqda həll olan və həll olmayan duzlar olan nazik su örtüyü əmələ gəlir. Aydın ki, sərhəd təbəqəsinin temperaturu suyun bütün həcmində olan temperaturdan yüksəkdir. Bütün su-kimya və reaksiyaların və korroziya proseslərinin gedişi həmin sərhəd təbəqəsində gedir. Suda həll olmuş maddələrin qatılığı həll olma həddindən çox-çox az olsa da sərhəd təbəqəsində maddələrin çökməsi baş verə bilər. Odur ki, su buxarlanarkən metal səthinə suda yaxşı həll olan duzlar çökə bilər və onun qatılığı sürətlə həll olma hədinə qədər çata bilər. Bu duzlar sonra yenidən məhlula keçir, başqa sözlə, qazan dayandırıldıqda onun bütün həcmindəki «nüvə» su təbəqəsinə keçir. «Xayd aut» hadisəsinə Na_3PO_4 və digər natrium fosfatlar daha çox meillidirlər ki, onların da suda həll olması 340 °C-də 0,2 %-ə qədər azalır (otaq temperaturunda 25-30 % olur). Polad səthinə çökmüş fosfat duzları təbəqəsi altında su-buxar korroziyası baş verə bilər ki, bu da çöküntülərin müdafiə təbəqəsinə dağıdıcı təsiri ilə əlaqədardır. Dəmir ilə reaksiyaya həm turş fosfatlar, həm də qələvi konsentrasi-trinotrium fosfatın hidroliz məhsulu daxil olur. «Xayd aut» məhsulu Na_2HPO_4 olur ki, o da metalı yeyir (aşındırır).

Müxtəlif fosfatları suya əlavə etdikdə onun korroziya aqressivliyini qiymətləndirərkən müəyyən edilmişdir ki, müəyyən edici faktlar fosfatların kimyəvi təbiəti yox, qazanda olan suda Na^+ , PO_4^{3-} ionlar nisbətidir. Na^+ ,

PO_3^{4-} nisbəti=2,7-3,2 olduqda korroziya sürəti ən az olur. Bu nisbətin göstərilən həddən az və ya çox olması suda hidrogen ionlarının miqdarının artmasına səbəb olur. Qazan suyunun kifayət qədər qələviliyi olmadıqda müdafiə örtüyü davamsız olur.

Metal səthində toplanan atomar hidrogen molekulyar hala keçir – qaz boşluqları yaradır ki, bu da poladın mexaniki davamlılığını azaldır, onun səthinin kövrəkləşməsinə səbəb olur. Çox vaxt hidrogen metalda olan əlavələrlə kimyəvi qarşılıqlı təsirdə olur. Bu, metalın kristal qəfəsində hidrogenin həll olmasının dəyişməsinə və yeni fazaların yaranmasına səbəb olur. Yüksək temperaturlarda və təzyiqlərdə hidrogen karbiddə olan karbon ilə reaksiyaya girir:



Nəticədə polad karbonsuzlaşır. Əmələ gələn metan əsasən kristal dənəciklərinin sərhədlərində toplanır və kövrəklik yaradır. 100 q metalda 12 sm^3 -dan çox hidrogen olduqda plastik materiallar üçün tipik olan formada yox, kövrək dağılma baş verir.

Maqnetit örtüyünün zədələnməsi qazan metalının lokal korroziyası üçün şərait yaradır. Belə korroziyanın daha geniş yayılan növü şlamaltı korroziyadır. Bu ad altında elektrolitdə istilikkeçirici səthlərdə boş və məsaməli çöküntülərin toplanması ilə əlaqədar olaraq baş verən bir neçə korroziya növü birləşir. Şlamaltı korroziyanın xarakterik xüsusiyyəti metal səthində anod sahələrinə yaxın olan katod zonalarında yerləşən dəmir və mis oksidlərinin bərk depolyarizator kimi istifadə olunmasıdır.

Natrium hidroksidin qatı məhlullarının əmələ gəlməsi ilə əlaqədar olan şlamaltı korroziya qələvi korroziyası adını almışdır. Adətən bu korroziya baraban tipli buxar generatorlarında ekran borularının alova tərəf olan və çöküntülərin toplandığı yerdə əmələ gəlir. Qaynaq tikişlərinin üzərində də çox vaxt şlam hissəcikləri toplandığından həmin hissə də qələvi korroziyasına uğrayır. Qələvi korroziyası zamanı metalın zədələri yaralar və qovuşqlar şəklində olur və onların diametri bir neçə on millimetərə çatır. Qovuğun dibində nazılmış divar işçi mühitin təzyiqi altında müəyyən anda deşilir və bu zaman boruda dəlik əmələ gəlir. Qələvi korroziyasının sürəti ildə millimetrin onda birlərindən bir millimetərə qədər olur. Qələvi korroziyasının qarşısını almaq üçün qazan suyunda ümumi duzun payında natrium hidroksidin miqdarını azaltmaq lazımdır. Müəyyən edilmişdirki, qazan suyunun hidrat qələviliyi onda olan duzların ümumi miqdarının 20 %-dən çox deyilsə onda belə su qələvi korroziyası törətmək baxımından təhlykəli deyil.

Şlamaltı korroziyanın digər növü balıqqulağı korroziyasıdır. Adətən metal səthində əmələ gələn «balıqqulağı»larının üst hissəsi yerləşir. Onun aşağı hissəsi korroziyaya uğrayan metalda yerləşir.

Balıqqulağı tip örtük əsas metal ilə möhkəm əlaqədə olur və onların tətkibində dəmir oksidləri və mis birləşmələri (metallik mis) üstünlük təşkil edir. İri balıqqulaqları altında metalın strukturu bir qayda olaraq dəyişmiş olur, karbonlaşma müşahidə edilir. Balıqqulağına bənzər korroziya adətən ekran borularının alova tərəf olan səthində inkişaf edir.

Şlamaltı korroziya zamanı metalın nöqtəvari zədələnməsi də mümkündür və bəzən belə nöqtələr böyük dərinlikdə olur. Belə hallarda iynəvari dəliyin dibi anod və yaxın metal sahəsi pas ilə örtülür və katod rolunu oynayır.

6.12. Turbinlərdə korroziya

Ayrı-ayrı elektrik stansiyalarında fazalar keçidi zonalarında turbinlərin axın hissələrinin vəziyyəti kürək aparatlarının və disklərin korroziya zədələrinin olduğunu sübut edir. Bunun səbəblərindən biri su hazırlama, kondensat təmizləmə və buxarın yenidən qızdırılma temperaturunu tənzimləmək üçün çilənən qida suyunu təmizləmə avadanlıqlarının istismar rejiminin pozulması ilə əlaqədar olaraq təzə buxarın keyfiyyətinin pisləşməsidir.

Dövrü olaraq turbinin axın hissəsindən kondensat nümunəsi götürərkən «ilkin» kondensat əmələ gəlmə zonalarında avadanlığın metalına dağıdıcı təsir edən potensial turş birləşmələr müəyyən edilir. Bu zaman həmin zonalarda korroziya aqressivliyinə malik birləşmələrin qatılığı turbinin kondensatında olduğundan (pH 4.0-5.0 –ə qədər azalır) 2 dəfə çoxdur. Korroziya nəticəsində dağılmış kürəklər üzərindəki çöküntüləri analiz etdikdə müəyyən olunmuşdur ki, onlarda 12 %-ə qədər xlorid olur, qalanı isə silisium və natrium birləşmələridir.

Xloridlər və natrium hidroksid yəqin ki, daha ağır korroziya zədələri yaradan komponentlərdirlər. Turbinlərdə iki zona mövcuddur ki, xloridlərin və natrium hidroksidin təsiri ilə korroziya və korroziya çatları baş verir: daha yüksək temperaturlu buxar ilə təmasda olan zona; su damcılarında olan birləşmələrin məhlullarının qaynama temperaturuna çatdığı zonalər.

Turbin kürəklərinin korroziyası ümumi korroziya, gərginlik altında korroziya, korroziya yorğunluğu, yaralı və pitting korroziyaları növündə özünü göstərir. Ümumi korroziya yəqin ki, turbin kürəklərinin etibarlılığına təsir göstərmir, digər növləri isə təhlükəlidir.

Gərginlik altında olan polada korroziya təsiri zamanı zaman keçdikcə poladların möhkəmlik hədləri azalır. Fazalar keçidi zonasında işləyən disklərin zədələnmələri korroziya yorğunluğu çatlarının nəticəsində baş verir. Disklərin korroziya çatları fazalar keçidi zonasında mühitin temperaturundan asılı olur. Temperatur 90-dan 130 °C-ə qədər olan turbinlərdə dağılmalar müşahidə olunduğu halda 40-dan 60 °C-ə qədər temperaturlarda müşahidə olunmur. Turbinlər təxminən 80-120 min saat işlədikdə disklərin çatlamaları özünü daha intensiv göstərir. Adətən disklər üçün az legirlənmiş poladlar, turbinlərin kürəkləri üçün yüksək xromlu poladlar istifadə olunur. Kürək aparatları üçün sıradan çıxmanın dəqiq vaxt asılılığı yoxdu. Fazalar keçidi zonasında temperaturdan asılı olmayaraq bütün tip maşınlarda kürək aparatının zədələnməsi müşahidə olunur.

Nəm mis ya dəmir oksid çöküntülərinin aqressiv təsiri nəticəsində turbinlərin kürəklərində lokal korroziya baş verir.

6.13. Qazan turbin avadanlıqlarının konservasiyası zamanı korroziya inhibitorlarının və digər kimyəvi reagentlərin istifadəsi

Qazan poladlarının nəm mühitdə, 20 °C-də və oksigenin sərbəst daxil olması şəraitində korroziyasının orta sürəti 0,05 q/(m²· saat) olur. Odur ki, gücü 300 MVT olan enerji blokunun qızdırılma səthi 30000 m²-a qədər olan və konservləşdirilməmiş və səthi qurudulmamış sahəsində blokun boş dayandığı sutka ərzində 50 kq dəmir oksidi əmələ gəlir ki, bu da blok normal işlədiyi zaman qidalandırıcı su ilə gətirilən dəmir oksidin miqdarından iki dəfə çoxdur.

Enerji bloku dayandığı halda korroziya zamanı əsasən dəmir (III) oksidləri əmələ gəldiyindən sonradan onların buxar generatoruna düşməsi korroziya proseslərinin sürətlənməsinə səbəb olur. Bu, qurğunu yenidən işə salarkən ilk vaxtlarda daha qabarıq özünü göstərir. Buna səbəb oksidlərdə olan əlaqələnmiş oksigenin işçi temperatur və parametrlərdə reduksiaedigci formaya keçməsidir.

Yuxarıda qeyd edilənlərdən aydın olur ki, qazanların konservləşdirilməsi mümkün qədər qısa müddətli olmalıdır və metal səthində müdafiə təbəqəsinin etibarlılığını təmin etməlidir. Ehtiyata keçirilən buxar qazanları korroziyadan müdafiə edən reagentlərin məhlulları ilə doldurula bilər və hə-

min vəziyyətdə bütün boşdayanma müddətində saxlanıla bilər. Amma, təmirə ehtiyac olduqda bu üsul yaramır. Belə hallarda müəyyən reagentlərin (hidrazin, kontakt inhibitorları) köməyi ilə metal səthində müdafiə örtüyü yaradılır ki, sonra konservləşdirilmiş avadanlığı açmaga imkan versin. Konservasiya üçün istifadə olunan reagentlər qaz, maye və bərk halında istifadə oluna bilər. Onlar yalnız bir dəfə və ya bir neçə dəfə istifadə oluna bilər. Onları boşaltdıqda neytrallaşdırmaq lazımdır. Yüksək buxar təzyiqinə malik uçucu inhibitorlarla konservasiya üsulu daha perspektivlidir. Onların istifadəsi konservasiya həyata keçirildikdə və konservasiyadan azad edildikdə tam ekoloji təmizliyi təmin edir və tullantıların təkrar emalını tələb edir.

Qazanların işinin analizi göstərir ki, il ərzində dayanmaların 1 sutkaya qədər olanların sayı ümumi dayanmaların 62,8-dən 85,1 %-ə qədərini, 7-dən 15 sutkaya qədər olanlar 8,1-19,6 %-ə qədərini, 15 sutkadan yuxarı olanlar isə 6,1-dən 17,6 %-ə qədərini təşkil edir.

Baraban tipli qazanları kapital təmirə 45 sutka (I), genişləndirilmiş cari təmirə 15-dən 45 sutkaya qədər (II) və cari təmir zamanı 7-dən 15 sutkaya qədər (III) saxladıqda yüksək temperaturlu konservasiya üçün hidrazinin qatılığı aşağıdakı kimi götürülür, mq/ℓ:

	I	II	III
Baraban tipli qazan, P=11,0 və 15 MP, kimyəvi duzsuzlaşdırılmış su ilə qidalandırılmaqla	150-200	100-130	30-50
Baraban tipli qazan, P=11,0 MPa, kimyəvi təmizlənmiş su ilə qidalandırılmaqla	>200	150-200	50-100

Hidrazin məhluluna ammoniak verilməklə pH-1>10,5 saxlanılır. Yüksək temperaturlu konservasiya apararkən konservləşdirici məhlul tərkibində 50 mq/ℓ-ə qədər xloridlər olan qazan suyunda da hazırlana bilər.

Passivləşdirici müdafiə örtüyünün əmələ gəlməsi üçün konservləşdirici məhlulun hərəkət sürəti əsaslı əhəmiyyət kəsb etmir. Metalın passivləşməsi hidrazin və ammoniakın məhlulunun yüksək temperaturda (340-230 °C) hərəkətsiz halında da uğurla gedir. Bu zaman həm passivləşdirici məhlulun, həm də qızdırılan səthin temperaturu qazanın təbii soyuması hesabına tədricən azalır ki, bu da müdafiə örtüyünün yaranmasına müsbət təsir göstərir.

Bəzi hallarda, məsələn, qazanı kimyəvi təmizlədikdən sonra qızdırılan səthin passivləşdirilməsi tələb olunur. Bu zaman blokların konservləşdirilməsi konservasiya məhlulunun deaeratorunda və ya yüksək təzyiqli qızdırıcıda qızdırılmaqla kontur boyu sirkulyasiyası ilə həyata keçirilə bilər. Bu üsulun qüsurlarından biri odur ki, məhlulun temperaturunu 200-230 °C-dən yuxarı saxlamaq olmur və bu səbəbdəndə passivləşdirici örtük aşağı keyfiyyətli olur. Odur ki, konservləşdirilməmiş səthə malik qazanı dayandıqdan sonra işə salarkən qızma rejiminə çıxmaq və qızdırılan səthin temperaturunu 270-320 °C-ə qaldırmaq 30-60 dəqiqə müddətində aparılmalıdır. Hidrazin və ammoniakın konservləşdirici məhlulunu elə işə başlayarkən də hazırlamaq olar. Başqa sözlə, qatı konservasiya məhlulu nasos-dozator vasitəsi ilə, hesablanmış miqdarda olmaqla su ekonomayzerinin girişində qidalanma suyuna verilir.

Baraban tipli qazanların soyuq vəziyyətdən konservasiyasının növlərindən biri hidrazin «qaynadılması»dır. Qazanın barabanında ekran sisteminin orta səviyyəyə qədər doldurulduqdan sonra (hesablanmış miqdarda hidrazin və ammoniak əlavə edilmiş qida suyu ilə) 1-3 mazut forsunkaları alışdırılır və 230-250 °C-də 6-10 saat «qaynama» aparılır. Müdafiə örtüyü kifayət qədər etibarlı alınır və bu örtük dayanıqlıq korroziyası baş vermədən avadanlığın 1,5-2 ay ərzində boş dayanmasını təmin edir. «Qaynatma» zamanı hidrazinin konservasiya məhlulunda sabit artıq miqdarda (30-50 mq/kg həddində) olmasına və pH-in 10,5-dən az olmamasına nəzarət edilir və lazım gəldikdə hidrazin və ammoniak qazanın barabanına verilir. Dövr edən hidrazin və ammoniak məhlulu ilə 150-200 °C-də «qaynatma» 12-24 saat davam edir. Bu zaman hidrazinin qatılığı 150 mq/kg-dan, pH isə 10,5-dən az olmamalıdır.

Ammoniak məhlulu ilə avadanlıqların konservasiya avadanlıq təmir işləri aparılmadan ehtiyata saxlanıldıqda istifadə edilə bilər. İlk suda xloridlərin və sulfatların ümumi miqdar 15mq/ℓ-ə qədər olduqda lokal korroziyanın qarşısını almaq üçün suyun pH-nı 10,5-dən az olmadan, 15 mq/ℓ-dən çox olan hallarda isə 11,0-dən az olmadan saxlanılmalıdır.

Kontakt inhibitorları metal səthi ilə təmasda olduqda onun üzərində mono-molekulyar təbəqə əmələ gətirir. Kontakt inhibitorları uçuculuğu yüksək deyil, odur ki, avadanlıqdan məhlulu boşaltdıqdan sonra o, uzun müddət metalı korroziyadan müdafiə edir. Metal üzərində qalan örtük hətta quruduqdan sonra metalı hava ilə təmasdan qoruyur. Örtüyü su ilə yuduqda müdafiə effekti yox olur.

İstilik energetikasında istifadə üçün keçmiş SSRI-də kontakt inhibitoru kimi MCDA və M-1 təklif olunmuşdu. MCDA inhibitoru (TY 6-02-834-78) ditsikloheksilaminin və radikalında 10-20 karbon atomu olan texniki sintetik yağ turşularının duzu olub, tərkibində əsas maddənin miqdarı 40-50 % təşkil edir. Xarici görünüşünə görə bu inhibitor pasta halında olub, su-spirt qarışığında 1%-li məhlulun pH-i 8-9 həddində olur. Üzvi həlledicilərdə yaxşı həll olur.

MCDA poladı çuqunu, alüminiumu, misi, bürüncü və latunu atmosfer korroziyasından müdafiə edir. Passivləşdirmə inhibitorun 0,2-1%-li məhlulu ilə, qızdırılmadan aparılır. Passivləşdirici məhlulun qazanın metalı ilə təması yaxşılaşdırmaq üçün məhlulun 1-2 saat müddətdə qapalı konturda dövr edilməsi təklif olunur. Inhibitorun məhlulu uzun müddət saxlandıqda davamlıdır və çox dəfələrlə istifadə oluna bilər (mexaniki filtirlər üzərində asılan maddələrdən təmizləndikdən sonra). Inhibitorun müdafiə təsiri müddəti xarici şəraitdən asılı olaraq 2-dən 5 ilə qədər olur.

M-1 inhibitoru xassələrinə görə MCDA inhibitoruna yaxındır. Suda məhlulu halında bu inhibitor poladdan, çuqundan və alüminiumdan olan məmulatları korroziyadan müdafiə edir. M-1 tsiklonexsil amin C₁₀-C₁₃ yağ turşuları ilə duzudur. Onun tərkibində əsas maddə 30-34 % olur. Onun su-spirt qarışığında 1 %-li məhlulun pH-i 7,5-8,5 həddində olur. MCDA və M-1-i kondensatda həll etmək üçün 60-70 °C-ə qədər qızdırmaq və intensiv qarışdırmaq lazımdır.

Natrium nitrat kontakt tip inhibitorlara aid edilir və yalnız bir başa metala təsir etdikdə qızdırılan səthi korroziyadan müdafiə edir. Kontur boşaldıqdan sonra müdafiə örtüyünün pozulmaması üçün konservləşdirilmiş metal səthinə su düşməsinə imkan vermək olmaz.

Müdafiə təbəqəsi yaratmaq üçün natrium nitritin qatılığı 0,5-1 %, pH-i >10,0 məhlulun temperaturu 20-60 °C olmalıdır. Müdafiə örtüyü əmələ gəlməsi üçün konservləşdirici məhlul qazanda 20-24 saat saxlanılmalıdır. Bu inhibitorla qızdırılan səthi işlədikdə müdafiə müddəti 2-3 ay olur. Bir başa axınlı qazanların konservasiyası üçün natrium nitritin istifadəsi məsləhət görülmür. Belə ki, qazanı işə salarkən qızdırılma səthini ondan təmizləmək olmur və qızdırılan səthin qüvvətli nitrik korroziya müşahidə olunur.

Baraban tipli və su qızdırma qazanları ehtiyata saxlandıqda o, qatılığı 1,5 q/l-dən az olmayan natrium silikat məhlulu ilə doldurula bilər və bütün konservasiya müddətində saxlanıla bilər.

Natrium silikatın konservləşdirici məhlulu hazırlamaq üçün Na-kationlaşma ilə yumşaldılmış su istifadə edilir, çünki, ümumi codluğu 3 mekv/ℓ-dən çox olan su istifadə etdikdə kalsium silikat çöküntüsü əmələ gəlir. Kiçik həcmli avadanlıqların daxili səthlərini müdafiə etmək üçün quru konservasiya üsulu istifadə olunur. Bu Halda dayanan aqreqatlar tamamilə boşaldılır, onların daxilində nə udular yerləşdirilir və aqreqat hermetik qapanır. Uducu kimi 400-500 °C-də əvvəlcədən közərdilmiş və soyudulmuş kalsium xlorid istifadə olunur, bu zaman hissəciklərin ölçüləri 5 mm-dən çox olur və konservləşdirilən avadanlığın daxili həcmi hər 1 m³-na 1-2 kq kalsium xlorid istifadə olunur. Bu məqsədlə əvvəlcədən 110-120 °C-də qurudulmuş sliqogel və ya NaA və ya NaX seolitləri də istifadə oluna bilər və onların məsrəfi hər 1 m³-üçün 1,5-3,0 kq həddində ola bilər. Tərkibində aktiv maddə 50 %-dən az olmayan sönməmiş əhəngdə istifadə etmək olar. Daxili həcmdə nisbi rütubət optimal olaraq 40 % həddində saxlanılmalıdır və bu hədd 60 %-dən çox olmamalıdır.

Uçucu inhibitorlarla konservasiya metodu elə birləşmələrin nisbətən yüksək buxar təzyiqi istifadə olunur ki, fəzanı tez doydura, metal səthinə adsorbsiya oluna bilsin, nəmin sonrakı kondensləşməsi zamanı korroziya prosesinin inkişafına mane ola bilsin. Etibarlı müdafiə yalnız o şəraitdə təmin oluna bilər ki, əşyanın yerləşdiyi atmosfer daimi olaraq uçucu inhibitorun buxarı ilə doymuş olsun.

Energetik avadanlıqların konservasiyası üçün atmosfer korroziyasının uçucu inhibitorları kimi keçmiş SSRI-də əsasən NDA, KÜA, IFXAN inhibitorları istifadə edilirdi.

HDA inhibitorları ditsikloheksilaminin nitrit duzudur. O, kristallik, sarı çalarları olan, ağ rəngli maddə olub, tərkibində əsas maddə 95,0 %-dən çoxdur. Ərimə temperaturu 165-180 °C, 1 %-li məhlulun pH-ı 7-8 olur.

HDA inhibitorları polad, alüminium və onun ərintilərini yaxşı, çuqunu az etibarlılıqla müdafiə edir. Lakin, bu inhibitor mis, mis ərintiləri, latun, qalay, sink və s. metalların korroziyasına səbəb olur.

Adi şəraitlərdə qaz fazada minimum müdafiə qatılığı onun buxarının təzyiqi 1,53 MPa-ya uyğun olan hala uyğun gəlir. Etibarlı hermetikləşmə təmin olunduqda HDA metalı 5 ildən az olmayaraq müdafiə edilir.

KÜA inhibitoru tsikloheksilaminin karbonat duzudur. O, ağ rəngli tozdur və əsas maddə 98%-dən az deyil. Ərimə temperaturu 108 °C-dən aşağı, 1 %-li suda məhlulun pH-ı 9,9-10,4 həddindədir.

100 ml suda doymuş məhlulda 55,6 q KÜA olur. İnhibitorun minimum müdafiə qatılığı onun buxarının təzyiqinin 4,0 Pa olan hala uyğun gəlir. KÜA inhibitoru qara, metalları 2 ilə qədər müddətdə atmosfer korroziyasından müdafiə edir.

IFXAN-1 inhibitorunun tərkibi dietilamino-2-metil-3-butanondan ibarət olub, sarı rəngli, sıxlığı $855-863 \text{ kq/m}^3$ və molekulyar kütləsi 157 olan, kəskin xoşagəlməz iyli, şəffaf mayedir.

IFXAN-100 inhibitoru da amin törəməli olub IFXAN-1 əsasında alınır, amma, ondan fərqli olaraq iyli deyil. Onun molekulyar kütləsi 172-dir. Bu inhibitor böyük universallığa malik olub həm qara, həm də əlvan metalları atmosfer korroziyasından qoruyur. IFXAN-1 inhibitoru əksər elektrik izolyasiya materiallarının, lak-boya örtüklərinin rezin və saxsının xassələrinə zərərli təsir göstərmir. Qablaşdırmanın hermetikliyindən asılı olaraq polad və mis üçün müdafiə müddəti 5-10 ildir.

6.14. Mis ərintilərindən olan qızdırıcıların və kondensatorların boru sistemlərinin korroziyası

Mis ərintiləri yüksək korroziya davamlılığına malik olmaqla yanaşı kifayət qədər yaxşı istilik keçiriciliyə malikdirlər və onlar istilik mübadiləsi aparatlarının müxtəlif boru sistemlərinin hazırlanmasında istifadə olunurlar.

Mühitin korroziya aktivliyini xarakterizə edən şəraitlər arasında xloridlərin miqdarı və dövretmə sürəti birinci dərəcəli əhəmiyyət kəsb edir. Əgər xloridlər 20 mq/l -ə qədər, ümumi duzlar 300 mq/l -ə qədər olan çay və ya göl suları istifadə edilərsə misdən və L68 latundan olan borular həmin mühitdə yüksək korroziya davamlılığına və uzun istismar müddətinə malik olurlar. Sənayenin müxtəlif sahələri üçün boruların tələb olunan istismar imkanları müxtəlifdir. Belə ki, energetikada kondensator borularının xidmət müddəti turbinlərin xidmət müddətinə uyğun olmalıdır, başqa sözlə, 30 ildən az olmamalıdır. Bu zaman nəzərə almaq lazımdır ki, boru səthinin 10 %-nin sıradan çıxması kondensatorun borular dəstəsini tam dəyişməyi tələb edir.

Avropa ölkələrində soyuducu kimi çay suları istifadə edərkən arsen ilə inhibitorlaşdırılmış latunlardan, xüsusən də qalaylı (28 % Zn+1 % Sn) və alüminiumlu (20 % Zn, 2 % Al) latunlardan hazırlanmış borular istifadə olunur. İstifadə olunan suyun aqressivliyi yüksək olduqda dövretmə su

təchizatı sistemlərində və mis-nikel (90 % Cu, 10 % Ni) ərintilər və paslanmayan polad istifadəsi təklif olunur.

Keçmiş SSRI-də yüksək kritik parametrlı enerji bloklarının kondensatorları əsasən mis-nikel ərintisi olan MNC5-1-dən hazırlanmışdır. 500 və 800 MVt-lıq enerji blokları üçün aşağı təzyiqli regenerativ qızdırıcıların boru sistemləri 12X18H10T markalı paslanmayan poladdan hazırlanır.

Kritik təzyiqdən yüksək təzyiqlərdə işləyən enerji blokları üçün aşağı təzyiqdə regenerativ traktın misin kənarlaşmasını azaltma problemi qızdırıcıların boru sisteminin mis ərintilərindən olan borularını paslanmayan poladdan olan borularla əvəz etməklə həll edilmişdir.

Nəzərə almaq lazımdır ki, gücü 300, 500 və 800 MVt olan enerji blokları üçün qızdırılma səthləri və qidalandırıcı suyun məsrəfi proporsional deyil:

Enerji bloku	Səth, m ²	Su məsrəfi, ton/saat
K-300-240	400	750
K-500-240	1000	1067
K-800-240	2616	2072

Odur ki, aşağı təzyiq traktı avadanlıqlarının işlədiyi zaman 500 və 800 MVt güclü enerji bloklarının qızdırıcılarından su ilə aparılan misin miqdarı 300 MVt-lıq enerji blokunda olduğundan uyğun olaraq 1,8 və 2,3 dəfə çox olur.

Qidalandırıcı suda N_2H_4 -ün artıq miqdarı 30 mkq/l-dən çox olması şərti ilə duzlaşdırılmış kondensata hidrazinhidratın verilməsi pH-ın qiymətini hiss olunacaq dərəcədə dəyişmir, neytrala yaxın olur. Beləliklə, lazımi su-kimyəvi rejim şəraitində sınılanmış latunların korroziya sürəti azdır (0,01 mm/ildən çox olmur). Enerji bloklarının istismarı praktikasını göstərir ki, ilk və ya üç qızdırıcılarda latun boruların L68 ($\delta=0,75$; $1\pm 0,1$ mm) divarlarının qidalandırıcı su tərəfdən nazılməsi praktiki olaraq müşahidə olunmur. Bu aşağı təzyiqli qızdırıcılar (ATQ) buxarın temperaturu 300 °C-ə çatmır, qidalandırıcı suyun borulardakı təzyiqi ATQ-dən çıxışda doyma temperaturuna uyğun gələn təzyiqdən 0,4-0,5 MPa çox olur.

Zədələnmiş boru sisteminin analizi əsasında L68-dən olan latun boruların dağılmasına buxarın soyuma zonasında və boruların kondensləşmə zonalarında qidalanma suyunun yüksək temperaturu əsaslı təsir göstərir. Buxarın soyuma zonasına daxil olan su doyma temperaturundan cəmi 5 °C

az temperatura malik olur. Qaynama başladığı zonada temperaturun pulsasiyasının yaranması nəticəsində boruların dağılması sürətlənir.

Bir sıra tədqiqatçılar hesab edirlər ki, mis ərintilərindən hazırlanmış avadanlıqlar olduqda qidalandırıcı suyun pH-nı ammoniak ilə tənzimləmək traktıda deartordan sonra olması məqsədəuyğundur. Traktın qeyd olunan yerində ammoniakın verilməsi $\text{pH} > 9,0$ olduqda onun ATQ-nin latun borularına təsirindən qaçmaq imkanı yaranır. Amma, kontensat traktında pH -ı $9,1 \pm 1$ həddində saxlamaq yalnız başlanğıc sahədə mümkündür. Artıq sonuncu ATQ-də boruların bəzi qruplarında çıxışda suyun temperaturu orta temperaturdan ($155-161^\circ\text{C}$) 10°C yüksək ola bilər. Praktiki olaraq ammoniakın qatılığının 500-dən 1000 mq/ℓ və suyun temperaturu 180°C olduğu halda pH -ın qiyməti 7,1-dən 7,3-ə qədər olur.

Ammoniakın latuna münasibətdə aqressivliyinin tədqiqatı göstərmişdir ki, oksigen iştirak etdiyi halda minimum korroziya sürəti $\text{pH}=8-9$ olduqda əldə edilir. Oksigenin miqdarı 10-dan 650 mq/ℓ -ə qədər, $\text{pH}=6-6,5$ olduqda korroziya sürəti $0,2 \text{ q}/(\text{m}^2 \text{ sutka})$ $\text{pH}=8-8,5$ olduqda isə $0,002 \text{ q}/(\text{m}^2 \text{ sutka})$ -ya qədər azalır. Latunun korroziyasının hiss olunan intensivləşməsi $[\text{NH}_3] > 10 \text{ mq}/\ell$ olduqda müşahidə edilir. Natrium hidroksid ilə qələviliyi tənzimlədikdə minimum korroziya sürəti pH -ın bir qədər yüksək qiymətlərinə ($9,5-10,0$) uyğun gəlir. Qeyd olunur ki, mis (I) birləşmələri $\text{pH}=8-9$ olduqda minimum həllolmaya malikdir. Neytral-hidrazin su rejimində istilikdaşıyıcıya yalnız hidrazin hidrat və ATQ qrupundan əvvəl verilir. O, qidalandırma suyunun pH -nı $7,7 \pm 0,2$ həddinə çatmasını təmin etməli və qidalandırma suyunda qazana girişdən əvvəl hidrazinin artıq qatılığı 60-100 mq/ℓ olmalıdır. Qidalandırma suyu ammoniak ilə işləndikdə buxarda vakuüm sisteminə hava sorulması nəticəsində düşən oksigenin iştirakı ilə kondensləşən buxar tərəfindən kondensator borularının korroziyasına şərait yaranır. Müəyyən edilmişdir ki, belə korroziya və onun lokallaşması kondensatorların konstruktiv xüsusiyyətindən və onların istismar şəraitlərindən asılıdır. Xüsusi halda, turbinlərin az yükləndikləri şəraitlərdə ammoniak korroziyası kondensatordan sorulan buxar hava qarışığında ammoniakın qatılığı artdıqda ammoniak korroziyası güclənir. Belə ki, gücü 300 MVt olan enerji bloklarının ejektorlarının soyuducularının L68 latundan hazırlanmış boru elementləri 40 min saat istismardan sonra boruların divarlarının nazilməsi səbəbindən sıradan çıxır.

Enerji bloklarında qidalanma suyunun pH -nı tənzimləmək üçün ammoniak ilə yanaşı uçucu aminlər də (morfolin $\text{C}_4\text{H}_9\text{ON}$, tsikloheksil amin

$C_6H_{11}N$, piperdin $C_5H_{11}N$ və s.) istifadə olunur. Onlar hidrogen depolyarlaşması ilə gedən korroziyanı ləngidir, karbonat turşusunu neytrallaşdırır, ammoniaka nisbətən buxar və su arasında daha yaxşı paylanma əmsalına malikdirlər.

Uçucu aminlərin düzgün istifadə olunması üçün ilk növbədə onların əsas kimi və kompleksmələgətirici kimi xassələri əhəmiyyətlidir. Onların istifadəsi zamanı narahatçılığa səbəblərdən biri aminlərin mis ərintilərinin korroziyasına təsiridir.

Müəyyən edilmişdir ki, pH=9-10 olduqda latunun ammoniak məhlulunda həll olması hiss olunacaq ləngimə olmadan gedir. Digər qələvi xassəli reagentlərin məhlullarında cərəyanın aşağı sıxlıqlarında elektrodun potensiallarının müsbət tərəfə doğru yerini dəyişməsi (polyarlaşması) hiss olunacaq qiymətlər (50-100 mV) olur. Bu zaman müxtəlif əsasların anod cərəyanına təsirinə görə aşağıdakı qaydada sıralanırlar: $C_4H_9ON > C_6H_{11}N > C_5H_{11}N > NaOH > LiOH$. Göstərilən birləşmələr latuna münasibətdə spesifik inhibitor effektinə malik deyillər. Onların təsiri ilə korroziyanın azalması ehtimal ki, aminlərin əsaslıq xassələri ilə əlaqədardır. 25 °C-də pK ammoniak üçün 4,75, piperdin üçün 2,72, morfolin üçün 5,64, tsikloheksilamin üçün 3,66 və hidrazin üçün 6,07-dir.

İstilik energetikasında istifadə olunan uçucu qələvilər arasında piperidin daha qüvvətli əsas olub, latuna münasibətdə daha az korroziya aktivliyinə malikdir.

Morfolin və tsikloheksilamin məhlullarına ammoniak əlavə olunduqda inhibitor effekti yox olur və latun L68 kəskin aktivləşir. Nəzərə alınsa ki, morfolin və tsikloheksilaminin parçalanması kondensatda ammoniak əmələ gəlməsinə səbəb olur, onlarla pH-in tənzimlənməsi kondensatorların latun borularının korroziyasının hiss olunacaq azalmasına səbəb olmur.

Aminlərin iştirakı ilə L68 latunun aktivləşməsi aminlərin kompleksmələgətirmə qabiliyyətləri ilə bağlıdır.

Keçmiş SSRI-də nəhəng kondensatorlarda latun boruların MNC5-1 (TU 48-21-435-82) mis-nikel ərintisindən olan borularla əvəz edilməsi aparatların etibarlılığını yüksəltdi. Keçmiş SSRI-nin elektrik stansiyalarında ABŞ, Böyük Britaniya, İtaliya, Yaponiya və başqa ölkələrin nəhəng sahilyanı rayonlarından fərqli olaraq soyutma üçün əsasən şirin su istifadə olunduğundan həmin ölkələrin təcrübəsindən fərq ondadır ki, SSRI-nin elektrik stansiyalarında tərkibində 5% Ni olan, qeyd olunan ölkələrdə isə tərkibində 10% Ni olan mis-nikel ərintisi istifadə olunurdu. Tərkibində 1 mq/l-dən çox

CO₂ olan yumşaldılmış qidalanma suyu istifadə olunduqda boru sistemləri latundan olan aparatlarda suyun axma sürəti 1,8 m/saniyədən çox olmamalıdır. Kondensator borularının korroziyadan dağılmalarına onların üzərində əmələ gələn bərk və yumşaq çöküntülər hiss olunacaq təsir göstərir. Əgər bu çöküntülər suyu filtirləyə və boru səthində mis tərkibli məhsulları saxlaya bilirsə lokal korroziya prosesi sürətlənir. Məsaməli quruluşlu çöküntülər (bərk ərp çöküntüləri, üzvi çöküntülər və lil) xüsusi olaraq korroziya proseslərinin gedişinə mənfi təsir edirlər.

Soyuducu suyun pH-ı artdıqda karbonat örtüklərinin keçiriciliyi artır, suyun codluğu artdıqda isə kəskin azalır (məsələn, codluq 5-dən 12,5 mekv/ℓ-ə qədər artdıqda keçiricilik 8 dəfə azalır). Cod sularda çöküntülər sıx kristallik struktura, yumşaq sularda isə boş struktura malik olurlar.

Bioloji örtmələr iki qrup orqanizmlər tərəfindən yaranır: yosunlar və bakteriyalar. Bakteriyalar adətən selikəmələgətiricilər və həyat fəaliyyətləri zamanı jelatinəbənzər kütlə əmələ gətirirlər. Sistemlərin bakterial örtülmələri boru kəmərlərində və istilikdəyişdirici aparatlarda baş verir. Jelatinəbənzər xarici təbəqə selikli kütləni kimyəvi və fiziki agentlərin təsirindən yaxşı qoruyur, həmin bioloji çöküntülər isə pitting korroziyasını stimullaşdırır. LOMŞ70-1-0,05 ərintisindən olan borular mikroorqanizmlərlə az, MNC5-1 ərintisindən olan borular isə çox örtüklənir.

Yaralı və erroziyalı yeyilmələr əsasən soyuducu suyun tərkibindən və axma sürətindən asılı olduğu halda korroziya çatları başlıca olaraq metalın özünün kimyəvi tərkibindən və xassələrindən asılıdır.

Turbinlərin kondensatorlarını soyutmaq üçün nəzərdə tutulan suyun götürülməsi elə yerdə təşkil olunmalıdır ki, kondensator borularına neft məhsulları asılqan və digər maddələr düşməsin. Turbinlərin kondensatorlarında ərp əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün tədbirlər görülməlidir.

Keçmiş sosialist ölkələrində, o cümlədən SSRI-də turbinlərin kondensatorları üçün nəzərdə tutulan soyuducu su dövretmə sistemləri üçün suların keyfiyyətinə normativ tələblər hazırlanmışdı:

Temperatur, °C	50-yə qədər
Iy, bal	3-ə qədər
pH	6,5-8,5
Əlavə olunan suyun karbonat codluğu, mekv/ℓ	1,5-2,5
Dövretmə suyunda duzun miqdarı, mq/ℓ	2000-ə qədər
Miqdar, mq/ℓ:	
Əlavə olunan suda asılqan maddələr	20-yə qədər

Efirdə həll olan maddələr	20-yə qədər
dövretmə suyunda xloridlər	350- yə qədər
dövretmə suyunda sulfatlar	500- ə qədər
dövretmə suyunda ümumi dəmirin miqdarı	1-4
Əlavə olunan suda fosfatlar, P_2O_5	4-ə qədər
ümumi azot	10-a qədər
Əlavə olunan suyun permaqanat ilə oksidləşməsi	20-yə qədər
Əlavə olunan suyun BPK ₅ -i	5-ə qədər

Kondensator borularında soyuducu suyun sürəti 1,5 m/saniyə –dən az olmamalıdır. Kondensatorun çıxışında soyuducu suyun temperaturu 45 °C-dən çox olmamalıdır. Bu, suda olan və parçalandıqda sulfidlər və ammoniak əmələ gətirə bilən üzvi çöküntülər olduqda xüsusilə vacibdir. Kondensator-da soyuma suyunun məsrəfinin azalması onun daha çox qızmasına səbəb olur ki, bu da boruların korroziyaya davamlılığına mənfi təsir edir. Kondensatorun çıxışında soyuducu suyun temperaturu 45 °C-dən yuxarı olduqda dövretmə suyuna inhibitor verilməsi lazımdır. Soyutma suyunda üzvi maddələrin miqdarı çox olduqda (oksidləşmə 10-15 mq/l O₂-dən çox olduqda) boruların üzərində bioloji örtülmənin intensivliyi artır. Bu hadisə ilə mübarizə aparmaq üçün xlorlaşma aparılır. Xlorlaşdırıcı agentin (xlorlu əhəng, sərbəst xlor) dozası elə müəyyənləşdirilir ki, kondensatordan çıxan suda aktiv xlorun miqdarı 0,5 mq/l-dən çox olmasın. Bir sıra elektrik stansiyalarında quru xlorlu əhəngin soyuducu su axınına verilməsi praktikası var və bu, xlorlaşmanın lazımi rejimdə aparılmasına imkan vermir və mis ərintilərinin korroziyaya davamlılığına mənfi təsir edirlər.

6.15. İri elektrik maşınlarının su ilə soyutma sistemlərinin korroziyasının xüsusiyyəti və korroziyadan müdafiəsi

6.15.1. Elektrik maşınlarının su ilə soyudulması.

Qapalı su soyutma sistemlərinin korroziyasının ciddi problemi nəhəng elektrik generatorlarının, statorların sarğılarının, qapalı su ilə soyutma sistemlərinin fəaliyyətinin uzunmüddətliliyini təmin etməkdir. Hidro- və turbo-generatorların statorlarının sarğılarının birbaşa su ilə soyudulması vasitəsidir ki, bu da generatorun gücünü artırmağa imkan verir.

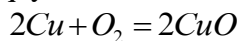
İlk dəfə olaraq belə qurğularda su ilə soyutma 1956-1959-cu illərdə tətbiq olunmağa başladı. Bu da turbogeneratorların gücünü 150 MVt-a qədər artırmağa imkan verdi. Hazırda statorun sarğılarının su ilə soyudulması gücü 150 MVt-dan çox olan bütün turbogeneratorlarda istifadə olunur. Güc 1000 MVt-dan çox olduqda isə həm statorun, həm də rotorun su ilə soyudulması aparılır.

Su ilə soyutma sistemlərinin istismarı təcrübəsi göstərir ki, suyun dövrətmə traktında misin erroriyası və korroziyası kimi arzuolunmaz hadisələr baş verə bilər, həmçinin, çöküntülər əmələ gələ bilər ki, bu da kanalların tutulmasına səbəb ola bilər. Hətta bir ötürücünün tutulması sarğının temperaturunu kəskin artırır, iki ötürücü tutulduqda isə temperatur həmin sinif izolə edici üçün icazə verilən temperaturdan hiss olunacaq dərəcədə yüksək ola bilər. Sarğının axının pis soyudulan hissəsinin həddən artıq qızması burumlar arası izolyasiyanın dağılmasına səbəb olur. Mexaniki gücün təsiri ilə mexaniki əlaqələrin pozulması səbəbindən keçiricilərin titrəyişi baş verir ki, bu da oxun oyuq izolyasiyasının sürülməsinə və dağılmasına səbəb olur, nəticədə bütöv generator sıradan çıxır. Belə qəzaların aradan qaldırılması çox baha başa gəlir və uzunmüddətlidir. Odur ki, statorun sarğılarını soyutma sistemini təmin etmək üçün su hazırlanması məsələsi olduqca böyük əhəmiyyət kəsb edir.

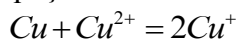
Hidrogeneratorların statorlarının sarğılarının soyutma sistemləri üçün su hazırlanması həm də ona görə aktualdır ki, hidroelektrik stansiyalarında suyun kimyəvi təmizlənməsi sexləri yoxdur. Odur ki, hidroelektrostansiyalar müxtəlif aqnom su hazırlanması sistemlərinə malik olurlar. Su hazırlanması sistemlərində fərqlərin olmasına baxmayaraq onlarda hazırlanan suların keyfiyyət xarakteristikaları müasir istilik elektrik stansiyalarında duzsuzlaşdırıcı qurğularda alınmış suyun keyfiyyətinə yaxın olmalıdır.

6.15.2. Örtüksüz mis keçiricilərinin korroziyası.

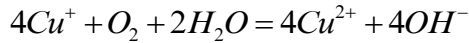
Generatorların stator oxlarının keçiricilərinin tutulmasının ən təhlükəli səbəbi örtüksüz mis keçiricilərin korroziyasıdır. Suda həll olmuş oksigen mis ilə qarşılıqlı təsirdə olur və nazik oksid təbəqəsi əmələ gətirir ki, o da mis traktının səthini bərabər qaydada örtür:



Mis (II) oksidin məsaməli örtüyü zəif müdafiə xassəsinə malikdir və sonrakı korroziya prosesinin qarşısını ala bilmir:



Bu zaman əmələ gələn mis(I) ionları həll olmuş oksigen ilə Cu^{2+} ionlarına qədər oksidləşir:



və beləliklə proses davam edir.

Belə ki, Cu^{2+} ionu da mis ilə reaksiyaya girərək korroziyaya səbəb olur.

Burdan belə nəticə çıxarmaq olar ki, xüsusi müdafiə tədbirləri görülmədikdə korroziya proseslərinin intensivliyini həm həll olmuş oksigenin qatılığı, həm də Cu^{2+} ionlarının miqdarı müəyyənləşdirir.

Əsas korroziya agentı oksigendir.

Suda CO_2 -nin miqdarı və suyun pH-ı da korroziyaya təsir edir. Suda həll olan oksigenin və CO_2 -nin miqdarı artdıqca misin korroziyasının sürəti artır.

Distillatda CO_2 -nin miqdarı real şəraitlərdə 17 mq/ℓ-ə çata bilər, oksigenin miqdarı isə 8 mq/ℓ-ə. Deaeratorların və dekarbonizatorların quraşdırılması oksigenin miqdarının 0,1-2 mq/ℓ-ə, CO_2 -nin miqdarının 1-5 mq/ℓ-ə qədər azalmasına səbəb olur, pH=6,5-5,8 arasında olur.

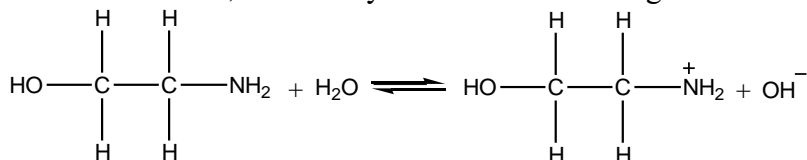
Suyun axma sürətinin artması suda həll olan qazların mis səthinə çatmasını gücləndirdiyindən korroziya sürətini də artırır.

Suyun temperaturunun misin korroziyasının sürətinə təsiri mürəkkəb xarakterlidir və suda həll olan qazların qatılıqlarından asılıdır. Qazların yüksək qatılıqlarında (2400 mkq/kq O_2 və 2000 mkq/kq CO_2) temperatur artdıqca əvvəlcə misin korroziya sürəti artır, sonra temperatur 65-80 °C-dən yuxarı qalxdıqda kəskin azalır ki, bu azalma da qazların həll olmasının azalması ilə bağlıdır. Suda olan karbonat turşusu misə bir başa korroziya təsiri göstərməklə yanaşı suyun pH-nı da aşağı salır. Belə ki, məsələn, distillatda CO_2 -nin miqdarı cəmi 0,3 mq/ℓ olması suyun pH-nın 5,5-6,0-a qədər düşməsinə səbəb olur ki, bu da misin korroziyasını sürətləndirir. Temperatur artdıqca karbonat turşusunun dissosiasiya dərəcəsi artır. Bu, suyun turşuluğunun artmasına və onun korroziya aqressivliyinin yüksəlməsinə səbəb olur. Məhluldan mis oksidin çökməsi yalnız o vaxt mümkündür ki, Cu^{2+} ionlarının qatılığı CuO -in həll olmasından çox olsun. Əks halda əks proses – oksidin həll olması baş verir.

6.15.3. Su ilə soyutma sisteminin inhibitorla müdafiəsi.

İri elektrogeneratorların su ilə soyutma sistemlərinin istismarı şəraitində istilik mübadiləsi səthlərində mis-oksid çöküntülərinin əmələ gəlməsini aradan qaldırmaq üçün soyuducu suya inhibitor əlavə etmək olar. Bu inhibitorlar suda mis ionlarını möhkəm kompleks birləşmə kimi saxlayırlar.

Belə kompleks əmələgətirici kimi monoetanolamin istifadə etmək olar. Sulu məhlullarda o, dissosiasiya edərək əsasi xassə göstərir:



Monoetanolamin Cu^{2+} ionları ilə möhkəm komplekslər Cu (MEA)(OH₂) və Cu (MEA)₂(OH)₂ əmələ gətirir. Komplekslərin əmələ gəlmə sabitlərinin istifadə olunması ilə CuO-in müxtəlif qatılıqlı monoetanolaminlərdə həll olma əyriləri hesablanmışdır.

Hesabat məlumatlarına uyğun olaraq hidrogenatorların soyutma sistemlərində çöküntülərin əmələ gəlməsini aradan qaldırmaq üçün konturun distillatına monoetanolamin $\geq 10^{-2}$ mol/l hesabı ilə verilməsi kifayətdir. Lakin, bu miqdarda monoetanolaminin əlavə olunması distillatın xüsusi elektrik müqavimətinin demək olar ki, 40 kOm·sm-ə qədər azalmasına səbəb olur. Distillata verilən texniki şərtin tələbləri pozulur. Bu tələbi ödəmək üçün monoetanolaminin distillatda miqdarı $5 \cdot 10^{-3}$ q/l ($\sim 10^{-4}$ mol/l)-dən çox olmamalıdır və bu halda $\rho \approx 90$ kOm·sm olur. Bu miqdarda monoetanolamin CuO-in həll olmasını təmiz suda olduğuna nəzərən 3 dəfə artırır. Odur ki, monoetanolamin ilə yanaşı distillata əlavə olaraq benzotriazol (BTA) və formaldehid (FAD) əlavə olunur. BTA Cu(II) ionları ilə möhkəm $[\text{Cu}(\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_3)_2]$ kompleks əmələ gətirir.

Aerasiya olunmuş suya 80 °C-də 0,01 q BTA əlavə edilməsi misin korroziya sürətinin 0,019-dan 0,0032 q/(m² saat)-a qədər azalır, başqa sözlə 6 dəfə. Optimal tərkibdə korroziya və çökmə (KÇİ) inhibitoru (0,005 q/l MEA; 0,01 q/l BTA; 0,015 q/l FAD) əlavə etdikdə korroziya sürəti 0,00075 q/(m² saat)-a qədər azalır, başqa sözlə 25 dəfə. BTA-nın təsiri ilə misin səthində bir neçə saat ərzində Cu-in BTA ilə kompleksi tipində örtük əmələ gəlir və onun qalınlığı 3 nm-ə çatır.

FAD və MEA iştirakı ilə BTA-nın inhibitor təsirinin artması KÇİ-nin komponentlərinin sinergizmini göstərir. Adsorbsiya və örtüyün əmələgəlmə prosesi bir neçə sutka davam edir. Sistemə BTA verildikdən 6 sutka sonra onun qatılığı 25-30 dəfə azalır, daha bir həftə keçdikdən sonra isə təyin etmə həddindən də aşağı düşür. Buna baxmayaraq, müdafiə örtüyünün əmələ gəlməsi ilə təmin olunan inhibitor effekti uzun müddət qalır. BTA-nın sistemə təkrar verilməsi yarım ildə 1-2 dəfədən tez olmamalıdır.

6.16. Yanacaqların yanma məhsullarında metalların yüksək temperatur korroziyası

6.16.1. Yanacaqların yanma məhsullarında korroziyanın qanunauyğunluğu.

Yanacaqların yanma məhsullarında istilik energetik, kimya, metallurjiya və digər qurğularının avadanlıqlarının elementləri yüksək temperatur korroziyasına məruz qalır. Metalların korroziyasının xarakteri və korroziya proseslərinin intensivliyi bir çox faktorlardan asılıdır, amma, onlardan ən başlıcası istifadə olunan yanacağın tərkibidir. Sənayedə ən geniş istifadə olunan yanacaqlar bərk yanacaqlar (kömür və slanslar), neft əsaslı maye yanacaqlar (mazut və distillatlar) və qaz halında yanacaqlardır (təbii qaz). Bu yanacaqların yanma məhsullarının korroziya aqressivliyi eyni deyil və onların metala korroziya təsirinin mexanizmi də müxtəlifdir.

Metalların yüksək temperatur korroziyasına yanacaqların yanmasının məhsullarının qaz halında komponentləri, həmçinin, yanacağın əmələ gətirildiyi və metal səthinə çöküntü əmələ gətirən külü səbəb olur. Yanacağın yanmasının qaz halında məhsulları (onlar həmçinin tüstü qazları adlanır) əsasən azotdan və onun oksidlərindən, oksigendən, karbonun oksidlərindən (CO , CO_2), su buxarından, kükürd oksidlərindən (SO_2 , SO_3) və bəzən də hidrogen sulfiddən ibarət olur. Azotun və onun oksidlərinin yanma məhsullarında həcm miqdarı 75%-ə, oksigenin miqdarı 15-20 %-ə, CO və CO_2 -nin və su buxarlarının miqdarı hər biri 10%-ə qədər, kükürd oksidləri adətən faizin yüzdə biri qədər olur. H_2S yanma rejimi pis təşkil edildikdə lokal zonalarda, bir neçə anda bir faiz miqdarında əmələ gəlir.

Göstərilən qazlar qarışığında (kükürd birləşmələrindən başqa) metalların korroziyası havada və ya oksigendə olan korroziya prosesi ilə eyni xarakterlidir. Bu zaman metal səthində sıx nazik oksid təbəqəsi əmələ gəlir ki, o da korroziya prosesini səmərəli olaraq ləngidir. Bu halda korroziyanın sürəti kationların və oksigen ionlarının oksid örtüyündən diffuziyası ilə müəyyən olunur. Adətən o, çox da yüksək deyil, odur ki, material seçilərkən korroziya limitləşdirici faktor deyil. Bu, perlit poladlar üçün $500\text{ }^\circ\text{C}$ -ə qədər, xromlu paslanmayan poladlar üçün $600\text{ }^\circ\text{C}$ -ə qədər, austenit poladlar üçün $700\text{ }^\circ\text{C}$ -ə qədər, nikel ərintiləri üçün $800\text{ }^\circ\text{C}$ -ə qədər doğrudur. Bir qayda olaraq materiallar seçilərkən müəyyənədic faktor yüksək hərarətə davamlılıqdır. Yanma məhsullarında kükürd oksidlərinin olması metalların korroziyasının sürətlənməsinə səbəb olur. Lakin, oksigen artıq miqdarda olduqda

SO₂ və SO₃-ün təsiri praktiki olaraq özünü göstərmir. Nisbətən aşağı temperaturlarda da kükürd oksidləri korroziyaya az təsir edir. 540 °C-ə qədər temperaturlarda poladların kükürd (IV) oksidində korroziyası praktiki olaraq havada və oksigendə olduğu kimidir. Daha yüksək temperaturlarda temperatur nə qədər yüksək olursa SO₂-də korroziya sürəti bir o qədər yüksək olur. 760 °C-də karbonlu və az legirlənmiş poladların SO₂ mühitində korroziyası havada olduğundan təxminən 2 dəfə çoxdur. Poladların kükürd (IV) oksiddə olduğundan kifayət qədər çoxdur. Məsələn, 800 °C-də SO₃ mühitində X18H8 tipli ausenit poladlar, az legirlənmiş poladlar və xromun korroziya sürətinin SO₂ ilə müqayisədə təxminən 3 dəfə artması müşahidə olunur.

Kükürd oksidləri, hava və su buxarından ibarət qaz mühitinin birgə təsiri metalların daha intensiv korroziyasına səbəb olur, nəin ki, göstərilən qazların hər biri ayrı-ayrılıqda. Yanacaqda kükürdün miqdarının artması poladın korroziya sürətinin artmasına gətirib çıxarır, amma, heç də həmişə yox. Yanacaqda kükürdün miqdarının təsiri temperatur artdıqda və ərintidə nikelin miqdarı artdıqda artır.

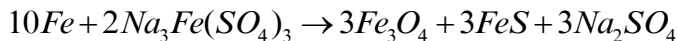
Başqa xarakterli qaz korroziyası yanacaqların yanma məhsulları mühitində o vaxt müşahidə olunur ki, yanma rejiminin düzgün təşkil olunmaması hesabına metal səthinə yaxın sahələrdə reduksiyaedici atmosferə malik lokal zonalar yaranır ki, bu da H₂S-in miqdarının artıq olması ilə əlaqədardır. Metalın həm açıq səthi, həm də kül altında olan səthi H₂S korroziyasına məruz qalır. Hidrogen sulfid mühitində sulfid korroziyası yüksək kükürdlü kömür və mazutu (kükürdün miqdarı 2-3,5 %) yandırdıqda müşahidə olunur. Az reaksiya qabiliyyətli yanacaqların (narın antrasit və kasıb kömür) yandırıldığı toz kömür qazanlarında korroziya prosesləri daha intensiv gedir. Hidrogen sulfidin əmələgəlməsi yetərli olmayan qarışıq yarandıqda məşəlin qaz zonasında yaranır. Yanma prosesində hava çatışmazlığı bir sıra hallarda ekranların səthində hisəbənzer çöküntülərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Korroziya zonasında onların olması hidrogen sulfidin polada təsirini gücləndirir.

Tüstü qazları mühitində sulfid korroziyası hidrogen sulfidin qatılığı 0,01-0,2 % olduqda müşahidə olunur. Yanma fəzasının zonalaşdırılması göstərmişdir ki, əlverişli olmayan hallarda tozvari kömürlə qızdırılan qazanlarda ekran səthinə yaxın yerlərdə oksigenin miqdarı 2,0-dən 0,2 %-ə qədər azalır, CO₂ və H₂S-in miqdarı isə uyğun olaraq 2,6-dan 8,2-yə və 0,013-dən 0,066 %-ə qədər artır. Bu zaman 12X1MF poladından olan boruların korroziya sürətinin bir neçə onda birdən 5-6 mm/il-ə qədər artması müşahidə olunur. Korroziya nəticəsində borunun divarının alov tərəfdən əsaslı olaraq na-

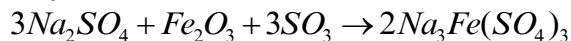
zilməsi nəticəsində 23-24 min saat istismardan sonra borularda deşilmələr baş verir.

Perlit poladlardan olan boruların hidrogen sulfid korroziyası nəticəsində onların səthində iki təbəqəli örtük əmələ gəlir. Bu örtüyün xarici təbəqəsi Fe_2O_3 -dən, daxili təbəqə isə FeS -dən ibarətdir. Temperatur $550\text{ }^\circ\text{C}$ -ə qədər artdıqca H_2S -in təsiri də artır, sonrakı temperatur artımında isə əksinə, azalır. Çünki, daha yuxarı temperaturlarda H_2S parçalanır. Tüstü qazlarında H_2S -in qatılığı artdıqca korroziya sürəti də xətti olaraq artır.

Kömür yanacaqları və slanslar (yanar şistlər) yandırıldıqda yüksək temperatur zonasına yaxın olan metal səthinə yanma məhsullarının təsiri onların tərkibində olan qazlarla yox, mineral komponentlərlə müəyyən edilir. Ən çox miqdarda kül miqdarı boz kömürdə (45 %-ə qədər) və baltıqyanı ölkələrdəki yanar şistlərdə (60-70 %-ə qədər) olur. Bərk yanacaqların külünün korroziya aktivliyinə malik komponentləri kükürdün, qələvi metalların və xlorun birləşmələridir. Onların küldə miqdarı çox olmasa da çöküntülərdə onların iştirakı qaz mühitində olduğuna nəzərən çöküntülər iştirakı ilə metalların korroziya sürəti hiss olunacaq dərəcədə artır. Odur ki, məsələn, perlit poladlardan hazırlanmış, kömürlə işləyən qazanlarda qızdırılma səthinin maksimum temperaturu adətən $540\text{-}580\text{ }^\circ\text{C}$ həddində məhdudlaşdırılır. Kömürün yanması zamanı korroziya zədələri əsasən qələvi metalların sulfatlarının (yanar şistlərin) yanması zamanı isə qələvi metalların xloridlərinin təsirindən baş verir. Kömürün yanması zamanı əmələ gələn çöküntülərin təsirindən poladların korroziyası prosesinə müəyyənəddici təsir ikiqat sulfatlarla $Na_3Fe(SO_4)_3$ və $K_3Fe(SO_4)_3$ müəyyənləşir. İkiqat sulfatlar qələvi metalların sulfatlarından (bu sulfatlar yanma prosesində əmələ gəlir), həmçinin, SO_3 və Fe_2O_3 -dən əmələ gəlir. Polad səthlərdə ikiqat sulfatların reduksiyası baş verir:

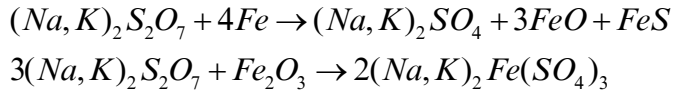


Bu halda korroziya məhsulu dəmirin oksidi və sulfididir. Qələvi metalın sulfatı isə tüstü qazlarında olan SO_3 və Fe_2O_3 ilə reaksiyaya girərək yenidən ikiqat sulfatlara çevrilirlər:



Metallara sulfatların korroziya təsirinin güclənməsi həmçinin onların nisbətən aşağı ərimə temperaturu ilə ($550\text{-}700\text{ }^\circ\text{C}$) əlaqələndirilir. Ərintilərdə diffuziya prosesinin güclənməsi, həmçinin onların flyuslaşdırıcı xassələri korroziya proseslərinin inkişafına səbəb olur.

Qeyd olunan təsəvvürlərlə yanaşı başqa təsəvvürlər də mövcuddur. İkinci təsəvvürə görə bərk yanacaqların külündə korroziya proseslərində əsas rol maye pirosulfatlara $(Na,K)_2S_2O_7$ (onların ərimə temperaturu $400\text{ }^\circ\text{C}$ -ə yaxındır) aiddir. Onlar dəmir və onun oksidləri ilə böyük sürətlə reaksiyaya girə bilirlər:



Bu reaksiyalar SO_3 -ün yerli qatılığının yüksək olduğu halda mümkündür. SO_3 -ün qatılığının belə yüksək olması dəmir və xromun oksidlərinin təsiri ilə SO_2 -nin katalitik oksidləşməsi nəticəsində mümkündür. Kül çöküntülərin aqressivlik dərəcəsinin analizi zamanı nəzərə almaq lazımdır ki, poladın kalium sulfatda kükürd (VI) oksid iştirakı ilə korroziya sürəti natrium sulfatda olduğundan daha böyükdür. Bununla belə natrium və kalium sulfatların qarışığının aqressivliyi onların ayrı-ayrılıqdakı aqressivliyindən yüksəkdir.

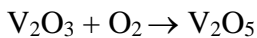
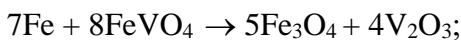
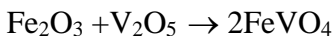
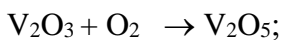
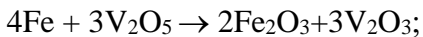
Kül çöküntülərində qələvi metalların korroziya aktivliyinə malik sulfatları ilə yanaşı az aktiv sulfatlar da ($CaSO_4$ və $MgSO_4$) iştirak edir. Çöküntülərdə onların olması az aktiv qarışıq, stabil natrium, kalium və kalsium sulfatların əmələ gəlməsi hesabına metalların korroziyasını zəiflədir. Sulfatların təsiri ilə, xüsusən də reduksiyaedici mühitdə korroziya sürətinin daha çox nikel ərintilərində müşahidə olunur və buna səbəb aşağı temperaturda əriyən korroziya məhsulu-evtetik qarışıq Ni_3S_2 –Ni (ərimə temperaturu $645\text{ }^\circ\text{C}$) əmələ gəlməsidir. Analoji şəraitlərdə az legirlənmiş poladların daha yüksək korroziya davamlılığı evtetik FeS-Fe qarışığının daha yüksək ərimə temperaturuna ($988\text{ }^\circ\text{C}$) malik olması ilə əlaqədardır. Qələvi metalların sulfatlarına malik çöküntülərdə tərkibində xromun miqdarı çox olan poladlar və ərintilərin korroziyaya qarşı yüksək davamlılığı onunla əlaqədardır ki, onların korroziya məhsullarının üst qatında çətin əriyən xrom sulfidin CrS (ərimə temperaturu $1568\text{ }^\circ\text{C}$) baryer təbəqəsi əmələ gəlir.

Kül çöküntülərində natrium xloridin iştirakı, həmçinin tüstü qazlarında NaCl və NCl buxarlarının olması poladların korroziyasının kəskin artmasına səbəb olur. Oksigen iştirakı ilə bu proses daha da sürətlənir. Natrium xloridin az legirlənmiş poladın korroziyasına təsiri austenit xromnikel poladların korroziyasına təsirinə nisbətən azdır. Məsələn, X18H12-Nb tipli poladların korroziyası NaCl-ın miqdarı 0,1-dən 100% -ə qədər dəyişdikdə yüz dəfələrlə sürətlə gedir. Natrium xlorid iştirakı ilə korroziyanın xüsusiyyəti onun kristallar arasında getməsindədir ki, bu da xlor ionunun $Cr_{23}C_6$ karbidi

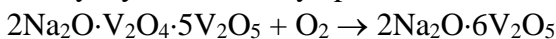
ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində baş verir. Xlorun birləşmələrinin təsirindən poladların korroziyasının sürətdənməsinin səbəblərindən biri CrCl_3 , FeCl_2 , NiCl_2 və CrO_2Cl_2 tipli uçucu xloridlərin və oksid-xloridlərin əmələ gəlməsidir ki, onlar metal səthindəki səth təbəqəsindən keçərək onu boşaldır və müdafiə xassəsini zəiflədir və özləri də ətraf mühitə keçirlər. Yanacağı külündə xlor və kükürdün miqdarlarının nisbəti nə qədər böyük olursa xloridlərin yüksək temperatur korroziyasına təsiri də bir o qədər yüksək olur.

Kömür yanacağıın yanma məhsullarında poladların korroziya sürəti metalın temperaturu artdıqca fasiləsis olaraq artır. Bununla yanaşı tüstü qazlarının temperaturu artdıqca da korroziya sürəti artır.

Tərkibində kükürd, natrium və vanadium olan mazutların və digər neft mənşəli yanacaqların yanma məhsullarında korroziya bərk yanacaqların yanma məhsullarındakı korroziyadan fərqlənir. Vanadium və natriumun miqdarlarının nisbətinin böyük olduqları hallarda daha böyük fərqlər müşahidə olunur. Bu halda əsasən vanadium korroziyası inkişaf edir. Poladlar dəmir əsaslı ərintilərdə vanadium korroziyası prosesinə adətən V_2O_5 -in dəmir və dəmir oksidi ilə ardıcıl reaksiyaları kimi baxılır və bu reaksiyalar nəticəsində dəmir oksidə, oksid isə dəmir vanadata çevrilir. Eyni zamanda vanadiumun aşağı oksidləri də əmələ gəlir ki, onlar da tüstü qazları ilə birgə korroziya zonasına daxil olan oksigen ilə reaksiyaya girərək V_2O_5 -ə çevrilir, sonra V_2O_5 -in metala və oksidlərə təsiri bərpa olunur. Beləliklə, vanadium oksid sərf olunmur (az miqdarda vanadat şəklində "itki" nəzərə alınmasa) və oksigen ötürücüsü rolunu oynayır, korroziya prosesi isə avtokatalitik gedir:



Vanadium korroziyasına aid başqa bir nöqteyi nəzər də var. Bu fikrin tərəfdarları belə hesab edirlər ki, vanadium korroziyasında əsas rolu natrium vanadil vanadat $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{V}_2\text{O}_4 \cdot 5\text{V}_2\text{O}_5$ oynayır. O, oksigen ilə qarşılıqlı təsirdə olur, ikiqat oksid əmələ gəlir ki, o da metalı oksidləşdirərək vanadil vanadata qədər reduksiya olunur. Bu halda da vanadil birləşmələri oksigen ötürücüsü rolunu oynayır və korroziya prosesi avtokatalitik gedir:



Vanadium korroziyasının yüksək sürəti yuxarıda göstərilən reaksiyaların yüksək sürətlə getməsi ilə, həmçinin onunla əlaqədardır ki, vanadium (V)oksidin, bir sıra vanadatların və onların metallara korroziya təsirinin məhsullarının aşağı ərimə temperaturuna malik olması səbəbindən reaksiya maye fazada gedir. Vanadiumun bəzi birləşmələrinin ərimə temperaturları aşağıda verilir, °C:

V_2O_5 – 680	NiV_2O_4 – 720
$Na_2O \cdot V_2O_4 \cdot 5V_2O_5$ – 625	$CrVO_4$ – 810
$NaVO_3$ – 630	CoV_2O_4 — 705
$FeVO_4$ — 816	MgV_2O_4 — 700

Bundan başqa aşağı temperaturda əriyən bəzi vanadatlardan metallarla demək olar ki, kimyəvi qarşılıqlı təsirdə olmasalar da oksid təbəqəsinə flyusaşdırıcı təsir göstərirlər ki, bu da korroziya prosesinin sürətlənməsinə səbəb olur.

Mazutların ikinci əsas korroziya aktivliyinə malik komponenti natrium sulfatdır. Yuxarıda göstəriləndi kimi onun metala təsiri metalın səthində oksid və sulfid təbəqələri əmələ gəlməklə sürətli korroziyaya səbəb olur və odur ki, bu korroziya sulfid-oksid korroziyası adlanır. SO_3 -ün qatılığı artdıqca sulfid-oksid korroziyasının sürəti də artır.

6.17. Yüksək temperatur korroziyasından müdafiə üsulları

Korroziyaya davamlı materiallar istifadə etməklə yanaşı bir sıra digər üsullar da mövcuddur ki, yanacaqların yanma məhsullarında metalların korroziya sürətini hiss olunacaq dərəcədə azaltmağa imkan verir.

Mazut yandırılan qurğuları istismar edərkən əsasən paragenozatorların aşağı radiasiya hissəsinin iş şəraitinə tətbiq olunma üçün işlənib hazırlanmış aşağıdakı üsullar təklif olunur:

1. Mazut yandırılarkən hava artıqlığını çoxaltmaq (H_2S olması səbəbindən reduksiyaedici atmosferin yaranması səbəbindən). Havanın artıqlıq əmsalı 1.1 %-dən çox olduğu hallarda istismar təcrübəsi göstərir ki, yanma məhsullarında H_2S olmur. Bu halda eyni zamanda buxar generatorunun qənaətliliyi azalır və tüstü qazlarında SO_3 -ün miqdarının artması hesabına quyruq səthlərinin aşağı temperaturda korroziyası güclənə bilər. Intensiv korroziya zonasında hava artıqlığının lokal çoxaldılması daha səmərəli hesab olunur.

2. Odluq qazlarının resirkulyasiyası — onların fakelin kök hissəsinə və korroziya zonasına daxil edilməsi. Bu üsul ilə aşağı radiasiya hissəsi zonasında istilik mübadiləsi borularının xarici divarlarının temperaturunun 15-20 % aşağı salınmasına, həmçinin hidrogen sulfidin qatılığını aşağı salmağa nail olmaq mümkündür.

3. Ekran səthləri qarşısında su buxarından örtük yaratmaq olar. Belə örtüyün əmələ gəlməsi divara yaxın zonada H_2S -in və karbon oksidin qatılığının azalmasına səbəb olur və bunun da nəticəsində atmosfer oksidləşdirici olur və metal səthində maqnetin müdafiə təbəqəsi əmələ gəlir.

4. Buxar generatorlarının su-kimyəvi rejiminin düzgün seçilməsi. Bu, ekran borularının daxili səthlərində dəmir oksidlər çöküntüsünün nazik qalınlığını təmin edir və odur ki, onların xarici səthinin temperaturunun əsaslı yüksəlməsinə səbəb olmur və yüksək temperatur korroziyasının sürəti artmır. Bu baxımdan su-kimyəvi rejimə nisbətən neytral-oksidləşdirici və kombinə olunmuş (istilik daşıyıcıya əlavə olaraq NH_3 qatılması hesabına) metod daha üstündür. Daxili səthdən dövrü olaraq dəmir oksid çöküntülərini kənarlaşdırmaq üçün kimyəvi yumalar aparılması vacibdir.

Tozvari kömür yandıran buxar generatorlarının aşağı radiasiya hissəsinin ekranlarının yüksək temperatur korroziyasının sürətini azaltmaq üçün aşağıdakı üsullar təklif olunur.

1. Yanacağıın səmərəli dozalaşdırılması və onun hava ilə qarışdırılmasının yaxşılaşdırılması (tüstü qazlarında CO-nun miqdarını azaltmaq üçün). Soba odluqlarına tozun qeyri-bərabər paylanması və odluğa verilən havanın miqdarının az olması reduksiyaedici mühitin yaranmasına və istilikdəyişdirici boruların yüksək sürətinə səbəb olur.

2. Boruların temperaturunun yüksəlməsinin, tərkibində H_2S olan, reduksiyaedici mühitin onların səthinə yaxın yerdə yaranmasının qarşısını almaq üçün yanma kamerasının ekranına məşəlin sıçrayışlarının aradan qaldırılması.

3. Yanma kameralarında maksimum sıx mil uclarının istifadə edilməsi və mil uclarının kiçik uzunluqda (10-12mm, bəzən 6 mm) istifadə olunması. Bu, yanma kamerasının divarlarının temperaturunun aşağı salınmasına kömək edir.

4. Odadavamlı kütlənin uzun müddət tamlığını saxlayan müxtəlif tədbirlərin həyata keçirilməsi: boruların ilkin hazırlanmasının yaxşı təşkili (məsələn, qum axını ilə təmizləmə); hazırlanma texnologiyasının, xassələrin və odadavamlı kütlənin təkmilləşdirilməsi. Qeyd olunanlarla yanaşı yanacaqların yanma məhsulları mühitində metalların yüksək temperatur korroziyası ilə

mübarizə üçün daha iki üsul mövcuddur: metal səthlərində müdafiə örtükləri yaratmaq; yanacağa xüsusi aşqarlar əlavə etmək.

Müdafiə örtüklərinin tətbiqi. Yanacaqların yanmasının aqressiv mühitlərində qurğuların elementlərin korroziyaya davamlılığını yüksəldən mühafizə örtükləri arasında ən çox istifadə olunanı xrom örtükləridir. Metal səthinə xromun mühafizə örtüyünü çəkmək üçün müxtəlif üsullar mövcuddur ki, onların da daha çox istifadə olunanı vakuum-diffuziya üsuludur.

Aşqarlar da korroziyanın sürətinin azalmasına kömək edir.

Mazutların yanma məhsullarında yüksək temperaturlu vanadium korroziyasının sürətini azaltmaq üçün mazuta bərk aşqar kimi MgO və maqnezium hidroksid $Mg(OH)_2$ qatılır. Onların müsbət təsiri vanadium (V) oksidi çətin ərtiyən birləşməyə (əsasən maqnezium ortovanadata çevirməkdir). Magnezium aşqarı korroziya sürətini bir neçə dəfə azaldır və bu təsir temperatur artdıqca daha çox olur. Maqneziumun aşqarda və vanadiumun mazutda miqdarının optimal nisbəti 5:1 mol nisbəti və ya kütləcə 2,35-dir. Aşqar alov fəzasına və ya forsunka vasitəsi ilə havə ilə birlikdə yanma üçün və ya odluqdan yüksək səviyyəyə verilir. Yüksək vanadiumlu mazuta (150 mq/kq-a qədər vanadium; 70 mq/kq natrium; 3,5 % S) maqnezium aşqarı əlavə edilməsi 570 °C-də 18-12 austenit poladının korroziyasını 100 saat müddətində 0,01 mm-dən aşağıya salır. Havanın az artıqlığı aşqarın səmərəliliyini əsaslı dərəcədə artırır.

Əgər maye yanacaqda natriumun miqdarı vanadiumun miqdarından çoxdursa, onda maqnezium aşqarlarının istifadəsi səmərəsiz olur. Onların bu halda yüksək temperatur korroziyasına zəif təsiri onunla əlaqədardır ki, onlar natrium vanadil vanadatın və digər asan əriyən birləşmələrin ərimə temperaturunu dəyişə bilmirlər. Belə yanacaqların yanma məhsullarında metalların korroziya sürətini azaltmaq üçün Al_2O_3 və MnO_2 -yə malik aşqarlar istifadə olunur. Al_2O_3 -ün korroziyaya təsiri kül çöküntülərində ərimə temperaturu 1800° C olan natrium metaalüminatın əmələ gəlməsi ilə izah olunur. Qeyd olunan aşqarların əlavə olunması eyni zamanda kül çöküntülərinin boşlaşmasına səbəb olur. Bərk kömür yanacağının yanma məhsullarında yüksək temperatur korroziyasının sürətini azaltmaq üçün də müxtəlif aşqarlar istifadə olunur. Aşqarların köməyi ilə kömürün külünün ərimə temperaturu tənzimlənir.

6.18. Soyuq daşıyıcıların təsiri ilə korroziya

Soyudulan otaqlardan istiliyin və nəmin kənarlaşdırılması üçün yerli soyuducu aparatlar qoyulur ki, onlar da istilik, o cümlədən nəmin kondensləşmə istiliyi soyuducu mühitə verilir. Soyuducu mühit kimi soyuducu agent-freon, ammoniak və s. ola bilər. Soyuducu agentlə bir başa soyutma məqsədə uyğun olmayan hallarda aralıq soyuq daşıyıcılar istifadə olunur ki, onlar da istiliyi soyudulan obyektədən soyuducu maşının soyuducu obyektinə verir.

Aralıq soyuqdaşıyıcı kimi çox vaxt natrium, kalsium və maqneziumun xloridlərinin və ya onların qarışıqlarının suda məhlulu istifadə olunur. Bu soyuqdaşıyıcılar kimya, neftkimya və digər sənayelərdə reaksiya mühitini, davamsız birləşmələri və ya aşağı temperaturalarda qaynayan məhsulları soyutmaq üçün geniş istifadə olunur. Bu hallarda soyutma köynəkli aparatlarda və ya istilik dəyişdiricilərdə aparılır.

6.18.1. Rassol soyuducu sistemlərdə korroziya.

Rassol soyuqdaşıyıcıların əsas qüsuru onların hiss olunan korroziya aktivliyidir. Odur ki, karbonlu poladdan hazırlanmış və rassol ilə təmasda olan soyuducu avadanlıq intensiv korroziyaya məruz qalır. Korroziyanı azaltmaq üçün məhlulun qələvililiyini və korroziya inhibitorlarının qatıdığını müəyyən olunmuş həddə saxlamaq, korroziya məhsullarını vaxtında kənarlaşdırmaq lazımdır. Texnologiyanın bu tələblərinin yerinə yetirilməməsi soyutma sistemləri avadanlıqlarının kəskin azalmasına səbəb olur. Qara metalların əvəzinə daha davamlı, ancaq daha bahalı materialların, məsələn, xromnikel paslanmayan poladların və ya əlvan metalların istifadəsi kapital məsrəflərin artmasına səbəb olur.

İstismar şəraitində rassolların təsiri ilə dəşib keçən korroziya zədələrinin əmələ gəlməsinə qədər avadanlığın iş müddəti 0.5-dən 4 ilə qədər olur. Bəzi hallarda korroziya sürəti 1,5 mm/il-dən çox olur. Boru kəmərləri və istilik dəyişdirici aparatlar karbonlu poladlardan olduqda intensiv qeyri-bərabər və yaralı korroziyaya məruz qalır. Qaynar rassol istifadə edildikdə paslanmayan 12X18H10T poladı korroziya çatlarına məruz qalmağa meyillidir. Açıq rassol sistemlərində qapalı rassol sistemlərinə nəzərən avadanlıqların korroziyası hiss olunacaq dərəcədə intensivdir ki, buna səbəb açıq sistemlərdə rassolun oksigen ilə doymasıdır.

Tədqiqatlar göstərir ki, rassollarda korroziya sürəti istehsalat şəraitində laboratoriyada alınan nəticələrdən 5-30 dəfə çox ola bilər. Bu fərq onunla əlaqədardır ki, laboratoriya sınaqlarında rassolun hərəkət sürəti, xammalın tərkibindəki fərqlər, çöküntünün əmələ gəlməsi, temperaturun titrəyişli dəyişməsi kimi texnoloji faktorları nəzərə almaq olmur. Karbonlu poladın natrium xlorid və kalsium xlorid məhlullarında, 20-25 °C-də korroziya sürəti sınağın müddətindən, rassolların tərkibindən və qatılıqlarından asılı olur. Bu zaman rassol-hava sərhəddində poladın korroziya sürətinin 5-6 dəfə gücləndiyi müşahidə olunur. Paslanmayan xromlu poladların natrium xlorid məhlullarında korroziya sürəti çox da yüksək olmadığı halda kalsium xlorid məhlullarında bu polad böyük sürətlə həll olur. Bu zaman nöqtəvi və yaralı korroziya da müşahidə olunur. Poladda az miqdarda molibden olduqda belə korroziya növləri müşahidə olunmur.

X18H10T tipli, xromnikel austenit polad xlorid rassollarda, xüsusən də yüksək temperaturlarda korroziya çatlarına, nöqtəvari və yaralı korroziyaya meyilli olurlar və bu zaman ümumi kütlə itkisi olduqca az olur. pH=4-8 olduqda maksimum pitting əmələ gəlmə müşahidə olunur. OX21H5T, OX21H6M2T və 1X21H5T poladları korroziya çatlarına qarşı daha davamlıdır. Belə ki, 42 %-i, qaynar MgCl₂ məhlulunda sınaqlar göstərmişdir ki, gərginlik altında olan X18H10T nümunələrində çatlar 5-10 saatdan sonra müşahidə olunduğu halda OX21H5T poladında hətta 300 saatdan sonra, 1X21H5T poladı üçün isə 400 saat sınaqdan sonra da müşahidə olunmur.

Natrium xloridin doymuş məhlullarında, 96-98 °C-də paslanmayan OX21H5T və 1X21H5T poladları 0,005-0,01 mm/il sürətlə korroziyaya uğrayır. X17H13M3T və X17H13M2T poladları natrium xlorid və kalsium xlorid məhlullarında həm aşağı, həm də yüksək temperaturlarda davamlıdır: korroziya sürəti 0,002-0,004 mm/il həddindən çox olmur. Tərkibində Cr≥20 %, Ni≥25 % və Mo və Cu aşqarı olan austenit poladlar istənilən qatılıqlı rassollarda və hətta qaynama temperaturuna qədər olmaqla istənilən temperaturlarda davamlıdır. Silisiumlu çuğun (Si>14,5 %) da özünü xlorid rassollarda analoji aparır.

Natrium xloridin duru və qatı məhlullarında alüminium korroziyaya məruz qalır. Lakin, demək olar ki, alüminium ərintilərinin hamısı natrium xlorid və kalsium xlorid məhlullarında az sürətlə korroziyaya uğrayır. (0,03-0,08 mm/il).

Misin korroziya sürəti duzların qatılığı, oksigenin miqdarı və temperatur ilə güclü dərəcədə müəyyənləşir. Natrium xloridin 20 %-li məhlulunda

adi temperaturda onun korroziya sürəti 0,018 mm/il olduğu halda 100 °C-də 0,3 mm/ilə qədər olur. Qatılığı 38 % olan CaCl₂ məhlulunda, 95 °C-də mis 1,1 mm/il sürətlə həll olur. L61 latundan olan və qızdırılan borular natrium xloridin və kalsium xloridin qatı məhlullarında istismar zamanı iki ildən də az müddətdə kövrəkləşirlər.

Brünclər xlorid məhlullarında bir qayda olaraq davamlıdır və onların korroziya sürəti 0,05-0,06 mm/il –dən çox olmur. Eyni zamanda belə məlumat var ki, alüminium bürüncü (4-8 % Al) 20 %-li NaCl məhlulunda 20 °C-də yüksək korroziya sürətinə malikdir (0,94mm/il). Bu bürünc 38 %-li CaCl₂ məhlulunda, 95 °C-də 0,67 mm/il-ə qədər korroziya sürətinə malikdir.

Karbonlu poladların korroziya sürətinə rassolun pH-1 hiss olunacaq təsir göstərir. Lakin, qüvvətli qələvi xassəli rassollar (pH ≥12) nöqtəvari korroziyaya səbəb olur. Odur ki, optimal qələvilik pH=8,5÷10 olur. CaCl₂ məhlulları üçün korroziyanın hiss olunacaq azalması pH > 9,0-9,5 olduqda müşahidə edilir. Nəzərə almaq lazımdır ki, CaCl₂ məhlullarının pH-nı 10,5-ə qədər qaldırmaq olur və pH bu həddən keçdikdə kalsium hidrokسيد çöküntüsü əmələ gəlir. NaCl məhlullarından fərqli olaraq kalsium xloridin məhlullarının haxırlanması üçün istifadə olunan düzün növündən asılı olur. Belə ki, CaCl₂·6H₂O, CaCl₂, CaCl₂·2H₂O və əridilmiş (hidrofil) (bütün markalar "təmiz" markalıdır) duzlardan 30 %-li CaCl₂ məhlulu hazırlandıqda onların pH-ı uyğun olaraq 3,73; 5,2; 7,6 və 8,4 olur. Kalsium xlorid məhlullarında poladların sınaqlarının fərqli nəticələri qismən bu səbəblə izah etmək olar. kalsium xlorid məhlullarının saxlanması zamanı məhlulun pH-ı bir qədər artır. 30 %-li CaCl₂ məhlulu 5 ay müddətində saxlandıqda məhlulun pH-ı bir vahid artır.

Duzların məhlullarında metalların korroziyasını gücləndirən faktorlardan biri də oksigenin miqdarıdır.

Duz məhlulunun, məsələn, CaCl₂-in qatılığının 4-dən 30 %-ə qədər artması həll olan oksigenin miqdarının təxminən 2,5 dəfə azalmasına səbəb olur.

Xloridlərin məhlullarının aerasiyası korroziyanı artırır və qatı məhlullar korroziya baxımından duru məhlullara nəzərən az aktivdirlər. Təbii qaz ilə barbataj yolu ilə oksigenin qatılığının azaldılması CaCl₂-in 25 %-li məhlulunda poladın korroziya sürətini 10 dəfə azaldır. NaCl məhlullarından oksigenin kənarlaşdırılması poladın korroziya sürətini 2-3 dəfə azaldır. Sistemdə havanın iştirakını aradan qaldırmaq üçün batareyaların yuxarı nöqtələrində və rassol magistrallarında kran qoyulur. Rassolun hərəkəti aşağıdan yuxarıya olmaqla həyata keçirilir.

Rassolun temperaturu da poladların korroziya sürətinə hiss olunacaq təsir göstərir. Belə ki, 20 °C-də 20 % və daha çox CaCl₂-yə malik məhlullarda korroziya bərabər qiymətli xarakter daşıyır, korroziya sürəti 0,005-dən 0,1 mm/il-ə qədər həddə dəyişir. Digər şəraitlər eyni qalmaqla temperatur artdıqca korroziya sürəti artır. Bu zaman korroziya qeyri-bərabər xarakter alır. Belə ki, C120 markalı polad üçün CaCl₂-in 30 %-li məhlulunda korroziya sürəti 20 °C-də 0,060; 60 °C-də 0,062; 107 °C-də 0,29 mm/il olur. Temperatur 150-170 °C-ə qədər qalxdıqda CaCl₂ məhlullarının aqressivliyi daha yüksək olur və az karbonlu poladın korroziya sürəti 1,67 mm/il-ə çatır.

Istismar zamanı daha çox korroziya dağılımları adətən boruların dövrü olaraq rassol ilə islanan yerlərində – salniklərdə və xüsusən də rassolun kip olmayan yerlərdən keçdiyi sahədə baş verir.

Poladın korroziyasına rassolların CO₂ ilə doyması da təsir edir. CaCl₂ məhlullarının CO₂ ilə doyması məhlulun pH-nı 4-5-ə qədər azaldır ki, bu da korroziyanın sürətlənməsinə səbəb olur.

Rassollarda metalların korroziya sürəti də digər faktorlar da – axın sürəti, kükürlü birləşmələrin olması, anion-oksidləşdiricilərin iştirakı, korroziya məhsullarının həll olması və s. təsir edir.

6.18.2. Rassol soyuducu sistemlərin korroziyadan müdafiəsi.

Rassol soyuducu sistemlərdə korroziya ilə əsas mübarizə üsulu inhibitorların tətbiqidir. Sənaye praktikasında daha geniş istifadə olunan inhibitorlar xromatlar, fosfatlar və polifosfatlardır. Onlarla yanaşı NaCl rassol məhlulları üçün natrium karbonat, natrium hidroksid, nitritlər, kalsium oksid və s. istifadə olunur. Keçən əsrin 80- ci illərinin əvvəllərindən başlayaraq bu məqsədlə saxaratlar da uğurla istifadə edilməyə başlandı.

Daha səmərəli inhibitorlardan biri xromatlardır. Onlar bir çox materialları, o cümlədən karbonlu poladları korroziyadan müdafiə edir.

Tam müdafiə üçün lazım olan miqdarda xromatlar əlavə olunmadıqda nöqtəvari korroziyanı stimullaşdırma bilər. Korroziya sürətinin xromatın qatılığından asılılığı ekstremal xarakter daşıyır. Başqa sözlə, elə kritik qatılıq mövcuddur ki, ondan yuxarı qatılıqlarda korroziya intensivliyi fasiləsiz olaraq artır.

Inhibitorlar kimi bixromatların istifadəsi də mümkündür. Lakin, bixromatlarda müdafiə üçün tələb olunan qatılıq poladlar üçün demək olar ki, xromatlara nəzərən 3 dəfə çox tələb olunur. Alüminium üçün isə daha səmərəlisi bixromatdır.

Xromatın optimal qatılığı soyuducu rassolun tərkibindən və onun temperaturundan asılıdır. Temperatur artdıqca xromatların müdafiə təsiri azalır.

Kalsium xlorid məhluluna $1,6-2,0 \text{ kq/m}^3$ kalium bixromat və $0,8-1,0 \text{ kq/m}^3$ qələvi əlavə etmək lazımdır ki, bixromat xromata çevrilsin. $\text{pH}=9$ olduqda xromatlar karbonlu poladların korroziyasını təxminən 5 dəfə azaldır. Natrium xlorid və ya kalsium və maqnezium xloridlərin qarışığından ibarət olan rassollar üçün kalium bixromatın qatılığı 2-3 dəfə artırılmalıdır. Başqa sözlə, $3-4 \text{ kq/m}^3$ -a qədər. Alüminiumdan olan avadanlıqları korroziyadan müdafiə üçün rassola 10 kq/m^3 hesabı ilə kalium bixromat əlavə olunmalıdır. Bixromat latunun da müdafiəsi üçün səmərəlidir. 2 kq/m^3 hesabı ilə rassola kalium bixromat əlavə olunması rassolda latun nümunələrini 5 il müddətində müdafiə edir.

Xromatların çatışmayan cəhətləri kimi onların zəhərli olmasını, rassolda qatılıqları kifayət qədər olmadıqda korroziyanı stimullaşdırmasını, pH -ın asılı olmayan tənzimlənməsinin vacibliyi, üzvi çirkləndiricilərə həssaslığı göstərilə bilər.

Soyuducu rassollarda inhibitor kimi nitritlər də istifadə oluna bilər. Onlar metalın həll olma prosesini ləngidirlər və anod tipli inhibitorlardır. Onların inhibitorlaşdırıcı xassələri məhlulda aqressiv ionların qatılığından asılıdır. Belə ki, xloridin qatılığı artdıqca nitritlərin müdafiə təsirləri azalır. Nitritlərin rassolda miqdarı kifayət qədər olmadıqda onlar poladın korroziyasını stimullaşdırmağa bilər. Natrium xloridin rassoluna 5 kq/m^3 hesabı ilə natrium nitrit əlavə olunması karbonlu poladın korroziya sürətini 2,6-3 dəfə azaldır. Natrium nitritin miqdarının 1 kq/m^3 -a qədər azalması isə korroziya sürətini 3,5 dəfə artırır. Odur ki, xloridlərin rassollarında nitritlər xromatlara nəzərən zəif inhibitorlardır.

Rassolları inhibitorlaşdırmaq üçün fosfatlar da istifadə olunur.

Fosfatların müdafiə təsiri polad üzərində dəmirin oksidindən ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) və fosfatından ($\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ibarət örtük əmələ gətirməsidir. Bir əvəzli natrium fosfat NaH_2PO_4 zəif inhibitordur və o, yüksək qatılıqlarda korroziya stimulyatoruna çevrilir. Fosfatların müdafiə xassələri onların yaratdıqları pH -ın qiyməti ilə müəyyənləşir. Trinatrium fosfat daha yüksək qələvi mühit yaratdığından iki əvəzli fosfata nəzərən poladı korroziyadan daha yaxşı müdafiə edir. Bir əvəzli fosfatın zəif müdafiə qabiliyyəti ondan irəli gəlir ki, o, hidrolizə uğradıqda mühit turş xassəli olur. Na_3PO_4 və Na_2HPO_4 rassolda tam müdafiəni təmin edəcək qatılıqda olmadıqda nöqtəvari korroziyaya səbəb ola bilər.

Kalsium dihidrofosfat da inhibitor xassəsinə malikdir. Onun rassolda miqdarı 0,33-3,3 kq/ m³ və rassolun pH-ı 4-5 olduqda korroziya itkiləri 6-7 dəfə azalır.

Keçən əsrin səksəninci illərinin əvvəllərindən inhibitor kimi polifosfatlar geniş istifadə edilir. Polifosfatlar natrium dihidrofosfatın NaH₂PO₄ termiki dehidrotasiyası ilə alınır və polifosfatlara heksametafosfat (HMF) da (NaPO₃)₆ aiddir.

HMF-nin qatılığı 0,016 kq/m³ olduqda 26 %-li CaCl₂ məhlulunda poladın korroziya sürəti 15-20 dəfə azalır. Kalsium xlorid rassoluna nəzərən daha aqressiv olan natrium xlorid rassolunda da HMF korroziya sürətini azaldır. İstehsalat şəraitində HMF 0,3-0,5 kq/m³ miqdarında, 4-99 °C-də və pH >5 olmaqla geniş intervalında istifadə edilir. Polifosfatların üstün cəhətləri zəhərli olmamaları və rassolda az qatılıqlarda belə korroziyadan müdafiəni təmin etmələridir.

Rasollara 1,5-2 kq/m³ Na₂HPO₄·12H₂O əlavə edilməsi də korroziyanın sürətini azaltmağa imkan verir. Lakin, bunun üçün turşu əlavə olunmaqla rassolda pH neytral və ya zəif qələvi həddində saxlanmalıdır.

Tərkibinə fosfatlar əlavə olunan rassollarda çöküntü əmələ gəlməsi mümkün olduğundan belə sistemlərin istismarı zamanı rassolların tərkibinin sabitliyinə daimi nəzarət olmalıdır. Fosfatlar rassollarda xromatlara nəzərən az sərfəlidir.

Kalsium xloridin 26 %-li məhluluna kalsium oksidin 1,2 kq/m³ miqdarında əlavə olunması 20 °C-də korroziya sürətini 5 dəfə azaltmağa imkan verir. Bəzi hallarda rassola 1,5 kq/m³ hesabı ilə əhəng südü əlavə olunmaqla kalsium oksid əvəz olunur. Lakin onların müdafiə səmərəliliyi yüksək deyil.

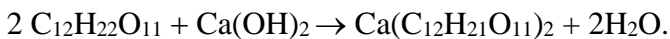
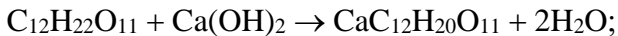
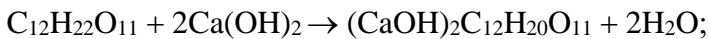
Natrium xlorid rassolları üçün inhibitor kimi silikatlar və molibdatlar istifadə olunur. Silikatlar n Na₂O·mS·O₂ sulu məhlullarda kolloid sistemlər əmələ gətirirlər. Odur ki, onların müdafiə xassələri mühitin pH-dan, temperaturdan və məhlulda duzların miqdarından asılıdır. Duzların miqdarı çox olan rassollarda silikatlar az səmərəlidirlər, belə ki, onlar həlməşik şəkildə çökürlər.

Natrium və ya litium molibdat (Me₂MoO₄) pH 12,5-13,5 olduqda daha səmərəlidirlər. Onlar az miqdarda olduqda korroziya sürətini artırır. Çöküntü əmələ gətirə bildikləri üçün CaCl₂ rassolları üçün silikatlar kimi molibdatlar da yararlıdır.

Belə məlumat var ki, 20 %-li CaCl₂ məhluluna 0,05 mol/l miqdarında sink xlorid əlavə edildikdə poladın korroziyası bir neçə dəfə azalır.

NaCl₂ və CaCl₂ rassollarında korroziyaya qarşı perspektivli inhibitorlardan biri də polietilenpoliamin (PEPA) ola bilər. Belə ki, PEPA 25 °C və daha aşağı temperaturlarda korroziya sürətini 10 dəfədən də çox azaldır. Lakin, temperaturun artması PEPA-nın parçalanmasına səbəb olur ki, bu da onu praktiki olaraq səmərəsiz edir.

CaCl₂ rassollarında korroziya inhibitoru kimi kalsium saxarat da yaxşı səmərə verir. Kalsium müstəsna olmaqla digər qələvi torpaq metalların hamısı suda pis həll olan saxaratlar əmələ gətirirlər. Kalsium isə suda yaxşı həll olan turş Ca(HC_x)₂ və əsas (CaOH)₂C_x duzlar əmələ gətirir. Tərkibində 7-10% saxaroza həll olmuş suda CaO həll etməklə kalsium saxaratları almaq olar. Saxarozanın məhlulda qatılığı artdıqca CaO-ın həll olması artır, temperatur artdıqda isə azalır. CaO Ca(OH)₂ halına saxaroza ilə keçdikdən sonra reaksiyaya girir:



Bundan əlavə saxarat məhlullarını CO₂ ilə doydurduqda kalsium karbonat saxarat (CaHC_x)₂CO₃ əmələ gələ bilər.

Saxaroza və CaO-ın mol nisbətləri 1,53-1,55 olduqda alınan saxaratlar daha yaxşı inhibitor xassəsinə malikdirlər. Bununla belə 30 %-li CaCl₂ rassolunda CaC_x, Ca(HC_x)₂, (CaOH)₂C_x, həmçinin (CaHC_x)₂CO₃ kimi birləşmələrin hamısı əmələ gələ bilər. Inhibitorlar 0,03% miqdarında olmaqla rassola əlavə edildikdə əsasən turş duzlar və az miqdarda saxaratların karbonatları əmələ gəlir. Inhibitorun rassolda miqdarı 1,25 %-ə çatdırılması orta və əsasi saxaratların əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu, pH=10,1÷10,2 həddində saxlanılmasını təmin edir. Saxaratların inhibitor təsiri rassolun pH-nı lazımı həddə saxlaması deyil. Saxaratlar polad üzərində müdafiə örtüyü əmələ gəlməsində, Fe(OH)₂ sədd örtüyünün ion keçiriciliyinin azaldılmasında və oksigenin diffuziyasını çətinləşdirməkdə iştirak edir. Bununla əlaqədar olaraq saxaratlar təsir mexanizminə görə karbonlu poladların rassolda korroziyası inhibitoru kimi qarışıq tip inhibitorlara aiddir.

CaCl₂ rassoluna 4,5-9 kq/m³ kalsium saxaratlar əlavə olunması karbonlu poladın korroziya sürətini uyğun olaraq 10-100 dəfə azaldır.

Inhibitorun hazırlanması birbaşa soyuducu sistemləri olan müəssisənin özündə hazırlana bilər. Bu halda əvvəlcə rassolda 5-10 % saxaroza həll etməklə konsentrat hazırlanır. Sonra qarışdırılmaqla konsentrata az paylarla 1,1-2,2 % (CaO-ə hesalanmaqla) CaO və ya Ca(OH)₂ əlavə edilir. Nəzərə

almaq lazımdır ki, temperatur artdıqca CaO-in həll olması azalır. Tam həll olduqdan sonra qarışıq CaCl₂ rassolu ilə durulaşdırılır və bu durulaşmış məhlulda saxaroza 0,16-0,80 % və CaO 0,03-0,15 % olur.

Hazırda saxaratlar sənayedə geniş miqdarda istifadə olunur.

Saxaratların tətbiqi soyuq istehsalı prosesində istilik mübadiləsini yaxşılaşdırdığından enerji məsrəflərini də 4-6 % azaltmağa imkan verir.

Saxaratların istifadəsinin iqtisadi səmərəsi ildə soyutma sisteminin rassol hissəsinin qiymətinin 15 % miqdarında olur.

Saxaratlar zəhərli deyil və qida, ət-süd və digər sənaye sahələrində istifadə oluna bilər.

Rassollarda işləyən avadanlıqları korroziyadan qorumaq üçün protektor müdafiəsi də istifadə olunur. Bürünc, latun və misi müdafiə etmək üçün sink və kadmiumdan olan protektorlar, dəmir konstruksiyalar üçün isə sink protektorlar istifadə olunur. Rassol buxarlandırıcılarda protektorlarla müdafiə yaxşı nəticələr verir. Konstruktiv olaraq sink protektorlar ölçüləri 300x400x15 mm olan sink lövhələrdir. Lövhə yerinə 7-8 ədədi bir paket halında birləşdirilmiş sink listlər də istifadə oluna bilər. Protektorlar boltlar və naqillərin köməyi ilə buxarlandırıcının bakına bərkidilir. Sink lövhələr ildə 3-4 dəfə dəyişdirilir.

Sink protektorların istismarı zamanı onların səthində korroziya məhsulları əmələ gəldiyindən keçən əsrin 80-ci illərinin əvvəllərindən protektor kimi maqnezium və alüminium ərintiləri istifadə olunur.

Bir sıra hallarda soyuducu sistemlərin avadanlıqlarının müdafiəsi üçün örtüklər: lak-boya və metallaşdırılmış örtüklər istifadə olunur.

Lak-boya örtükləri avadanlıqların xarici səthini boyamaq üçün istifadə oluna bilər. Metallaşdırılmış və xüsusi boyaqqlar yaxşı istilik keçirməyə malikdirlər və həmçinin istilik keçirici səthləri müdafiə etmək üçün istifadə olunurlar.

Moskva soyuducu kombinatında rassolun dağıdıcı təsirindən müdafiənin orijinal üsulu istifadə olunur. Belə ki, soyuducu rassolun vurulması üçün istifadə olunan nasosların çuqun hissəsi vosk (mum) ilə örtülür. 80-85 °C-də əriyən vosk yaxşı axıcılığa malik olur və asanlıqla çuqun tökmələrin məsələlərini doldurur. İldə bir dəfə vosk ilə hopdurma disklərinin 15 il müddətində əvəz olunmadan nasosun işləməsinə imkan verir və bununla yanaşı qurğunun gövdəsi də yaxşı vəziyyətdə qalır.

BÖLMƏ VII

NEFT EMALI SƏNAYESİNDƏ KORROZIYA PROBLEMLƏRİ VƏ BU PROBLEMLƏRİN HƏLLİ YOLLARI

Müasir neft emalı sənayesi vahid böyük gücə malik qurğuların və yüksək korroziya aqressivliyinə malik mühitlərin istifadəsi ilə xarakterizə olunur. Qurğuların təmirlər arası iş müddəti avadanlıqların korroziyaya davamlılığından çox asılıdır. Qurğuların nəzərdə tutulmamış boş dayanmaları, qəzalar və nəticə olaraq xammalın, metalın, yarımfabrikatların və hazır məhsulların itkisi əsasən poladların korroziyası səbəbindən baş verir.

Korroziyadan yüksək itki səviyyəsi bütün ölkələrin neft emalı sənayeləri üçün xarakterikdir. Hələ XX əsrin 80-ci illərində elmi ədəbiyyatlarda qeyd olunurdu ki, ABŞ-da ildə 594 milyon ton neft emal olunurdu və korroziyadan itkilər neft emalı sənayesində ildə təxminən 500 milyon dollar həddində idi, yəni hər ton emal olunan neftə 0,8-1 dollar itki.

Neftin ilkin emalı proseslərinə xüsusi diqqət yetirmək lazımdır, belə ki, məhz ilkin emal qurğuları neft emalı zavodlarında ən metal tutumlu qurğulardır. Əgər keçən əsrin 80-ci illərində xarici ölkələrdə neftin ilkin emalı qurğularında təmirlər arası iş müddəti 3-5 il idisə, SSRİ-də 11-12 ay, bəzi hallarda 24 ay idi. Korroziya səbəbindən neftin ilkin emalı qurğularında ildə 20-dən çox planlaşdırılmamış təmirlər aparılırdı. Yalnız bir ELOU-AVT-6 qurğusunun bir sutka ərzində boş dayanması 400 min dollardan çox ziyan vurur. Ədəbiyyatda belə məlumat var ki, tərkibində 50-60 mq/ℓ dyz, 0,2-0,3 % su olan neftlərin emalı zamanı təmir üçün xərclər 1 milyon ton xam neftin emalı zamanı 2 milyon dollardan çox olur və qiyməti 1,7 milyon dollara qədər olan təmir işlərinə 400-600 ton əlavə metal sərfi düşür.

Neft emalı zavodları ən çox su istifadə edən müəssisələr sırasındadır. Suyun istifadəsinə məsrəflər xammalın emalına məsrəflərin 6,5-8 %-i həddində olur. Su təhizatı və kanalizasiya sistemlərini tikmək üçün zavodun smeta qiymətinin 12-18 %-i həddində məsrəf tələb olunur. Neft emalı zavodlarında istilik mübadiləsi avadanlıqlarının metal tutumu 250 min tondan çox olur. İstilik mübadiləsi avadanlıqlarının 30-40 %-i kondensasiya-soyutma avadanlıqlarının payına düşür.

Dövretmə su təhizatı sistemində daha çox itki kondensləşmə – soyutma avadanlıqlarında korroziya səbəbindən baş verir ki, bu avadanlıqların ka-

pital təmirlərinə məsrəflər əsas avadanlıqların bütün növlərinin təmiri üçün ümumi məsrəflərin 20-30 %-ni təşkil edir.

Dövretmə su sistemlərinin korroziyadan ən zəif müdafiə olunan hissəsi qradirnidir. Bir ventilyator qradirninin metal tutumu bölmələrin sayından asıdı olaraq 70-130 ton olur. Bir ventilyator qradirninin 10 tl istismarı müddətində me-tal itkisi onun metalının 60%-ni təşkil edir. Hər il hər qradirnə 6-8 ton metal itirilir.

Hələ XX əsrin 80-ci illərində keçmiş SSRI-də neft emalı zavodlarında qradirnlərdə korroziya səbəbindən 2-3 min ton metal itirilirdi və bu hissənin təmir xərcləri 13-15 milyon ABŞ dolları həddində idi.

Əksər çənlər karbonlu poladlardan hazırlanmışdır və onların xidmət müddəti 15-20 ildir. Ayrı-ayrı korroziya zədələri, xüsusən də xarici səthdə artıq 1,5 ildən sonra müşahidə olunur. Keçmiş SSRI-də neft emalı sənayesində ildə 1,4-1,6 milyon m³ çənlər korroziya səbəbindən təmir olunurdu və bu təmir zamanı 3600-3900 ton metal sərf edilirdi. Neft emalı və neft kimya sənayelərində çənlərin korroziyasından illik itkilər 8,3 milyon ABŞ dollarından çox olurdu.

Korroziya zədələri neft məhsulları itkisinə və ətraf mühitin çirklənməsinə səbəb olur. Yanacaqların və sürtkü materiallarının korroziya məhsulları ilə çirklənməsi də hiss olunacaq ziyan vurur.

XX əsrin 80-ci illərində keçmiş SSRI-də korroziyadan bir başa və əlavə itkilər və bununla bağlı əlavə məsrəflər ildə 67 milyard ABŞ dollarından çox idi. Tam olmayan məlumatlara görə həmin dövrlərdə SSRI-nin neft emalı və neft kimya sənayelərində korroziyadan itkilər ildə 410 milyon ABŞ dollarından çox, korroziyadan müdafiə məsrəfləri isə 385 milyon ABŞ dolları həcmində olmuşdur.

7.1.1. Neftlərin korroziya aqressivliyi.

Neft üzvi mənşəli olub bitki və heyvan qalıqlarının bir çox milyon illər ərzində parçalanma və mürəkkəb kimyəvi çevrilmələri reaksiyalarının məhsuludur. Bu proseslər oksigen və bakteriyaların, suxurların katalitik təsirinə, əsasən gilin, radioaktiv şüaların, yüksək temperaturun və təzyiğin təsiri ilə gedir.

Kimyəvi tərkibinə görə neft əsasən müxtəlif molekul kütləli və quruluşlu karbohidrogenlərin qarışığından ibarət olub əlavələr kimi azotlu, oksigenli və kükürlü birləşmələrə də malikdir. Neft qovulduqda 500 °C-ə qədər qovulur və qovulma qalığı qudrun adlanır. Neftlərdə olduqca az miqdarda

metallar-vanadium, nikel, dəmir, maqnezium, xrom, titan, kobalt, kalium, kalsium, natrium, həmçinin fosfor və silisium birləşmələr şəklində olur.

Müxtəlif karbohidrogen radikallarına birləşmiş oksigen, kükürd, azot, xlor və metallar neftin yüksək molekullu hissəsində toplanırlar və yalnız neftin emalı nəticəsində bu elementlərin bir qismi şəffaf neft məhsullarına keçir.

Bir qayda olaraq xam neftlərdə doymamış karbohidrogenlər olmur.

Müxtəlif neft yataqlarının reaksiya tərkibinə kükürdün, neft turşularının, qətranlar və parafinlərin, xlor üzvi birləşmələrin miqdarına görə biri-birindən fərqlənirlər. Ümumi kükürdün miqdarına görə neftlər şərti olaraq az kükürlü (0,5 %-ə qədər), kükürlü (0,51-1,90 %) və yüksək kükürlü (1,91-dən 3 %-ə qədər) neftlərə ayrılırlar. Kükürlü birləşmələr neftlərdə əsasən sulfidlər, disulfidlər, merkaptanlar şəklində olurlar. Bəzi hallarda neftlərdə həll olmuş halda H₂S də olur.

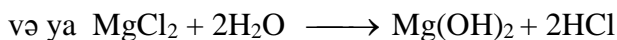
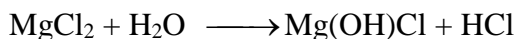
Qaz kondensatları neftlərdən fraksiya tərkibi, Karbohidrogen qazların miqdarı, asfalten və qətranların miqdarı ilə fərqlənirlər.

Korroziya baxımından tərkibində yüksək miqdarda (2 %-ə qədər) neft tutuşları olan neftlər fərqləndirilməlidirlər. Neftin tərkibində müxtəlif duz-lara malik lay suları emulsiya şəklində olur.

Neft emalı zavodlarına daxil olan neftlər 3 qrupa təsnif olunur:

	I qrup	II qrup	III qrup
Duzların miqdarı, mq/ℓ	< 100	< 300	> 300
Suyun miqdarı, %	< 0,5	< 1,0	> 1,0
Mexaniki qarışıqların miqdarı, %	< 0,05	< 0,05	> 0,05

Lay suyunda olan xloridlər elektroduzsuzlaşdırıcı qurğuların (ELOU) avadanlıqlarının ümumi və lokal korroziyasına səbəb olur. Duzsuzlaşmış neftdə onların qalan miqdarı çox qüvvətli korroziya agenti olan HCl əmələ gəlməsinə səbəb olur. Xloridlər hiqroskopikdirlər və odur ki, neftə yüksək temperaturun təsiri, kristallaşma suyunun olması (əgər sistemə buxar verilmirsə) kifayət edir ki, maqnezium və kalsium xlorid hidrolizə uğrasın və HCl əmələ gəlsin. Maqnezium xloridin hiss olunan hidrolizi 100 °C-ə yaxın temperaturda başlayır və aşağıdakı reaksiya gedir:



Temperatur artdıqca hidroliz güclənir və 400 °C-dən yuxarı temperaturda su buxarı iştirakı ilə MgO və HCl əmələ gətirməklə gedir. Təzyiq artdıqca MgCl₂ -in hidrolizi zəifləyir. Neftin ilkin emalı şəraiti üçün MgCl₂ –in hidrolizi hesabına HCl-un hiss olunacaq miqdarda əmələ gəlməsi 120 °C-ə yaxın temperaturda və 0,4-0,5 MPa təzyiqdə başlayır. Təzyiq 1,5-2,0 MPa olduqda daha yüksək temperatur lazım olar.

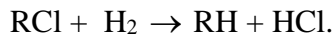
Kalsium xlorid lay sularında maqnezium xloridə nisbətən daha çox olur və 350 °C-də 3,5-10 % miqdarında hidrolizə uğrayır. MgCl₂ isə həmin şəraitlərdə 35-50 % hidroliz olunur. Neft turşuları və turş xassəli maddələr hidrogen xloridin ayrılmasını daha da artırır.

Tədqiqatlar göstərir ki, mineral duzlarla yanaşı əsasən asfaltenlərdə olan xlorüzvi birləşmələr də HCl əmələ gətirə bilirlər.

Neftlərdə xlorüzvi birləşmələrin miqdarı neftin təbiətindən asılıdır və geniş həddə dəyişir.

Neftin ilkin emalı şəraitində xlorüzvi birləşmələr qismən parçalanaraq HCl əmələ gətirir, digər hissəsi isə krekinq olunaraq digər xlorüzvi birləşmələrə çevrilir və fraksiyalar üzrə qeyri-bərabər paylanır.

Neft məhsullarında qalan xlorüzvi birləşmələr onların sonrakı termokrekinqi, katalitik krekinqi, hidrotəmizlənməsi, hidrokrekinqi zamanı təkə su iştirakı ilə yox, həm də hidrogenləşmə reaksiyası nəticəsində HCl əmələ gətirir:



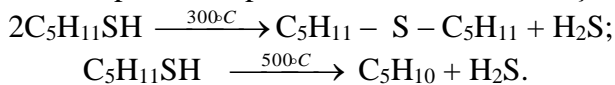
Xloridlər, hidrogen xlorid su fazasında olduqda bərabər qiymətli və yaralı korroziyaya (karbonlu və xromlu poladlarda) səbəb olur. Xloridlər austenit poladlar üçün daha təhlükəlidirlər: onlar pitting və korroziya çatları törədirlər.

Neftin kükürlü birləşmələri avadanlıqların korroziyadan dağılmasının əsas səbəblərindəndir. Ümumi kükürdün miqdarına əsasən neftin aqressivliyini müəyyən etmək olmaz. Belə ehtimal olunur ki, neftdə kükürlü birləşmələrin miqdarı analiz nəticəsində müəyyən olunan miqdardan 10-12 dəfə çoxdur.

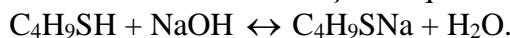
Sərbəst kükürd yüksək kükürlü neftlərin qovulma məhsullarında və krekinq benzinində ola bilər və bəzi neftlərdə də olur (≥ 1 %). Sərbəst kükürd mis və onun ərintilərinə münasibətdə hətta ən az qatılıqlarda belə (0,002 %) çox aqressivdir. Karbohidrogen məhlulunda kükürd praktiki olaraq qara metalları dağıtmır (kükürdün miqdarı 3%-ə qədər, temperatur 120 °C-ə qədər olduqda). Neftin ilkin və destruktiv emalı proseslərinin bu-

tun mərhələlərində korroziya törədici agentlərdən biri hidrogen sulfiddir. Keçmiş SSRI-də XX əsrin 80-ci illərindən başlayaraq çoxlu miqdarda qazlar, o cümlədən H₂S və titollar həll olmuş qaz kondensatları və neftlərin emal olunan həcmi artmağa başladı. Məsələn, Qazağıstanın Tenqiz yatağı neftlərində maye fazada metil-, etil- və propil titollar vardır. Tiollu neftlərin və qaz kondensatlarının qaz hissəsində böyük miqdarda H₂S və CO₂ olur. Məsələn, Rusiya Federasiyasının Orenburq qaz kondensatı, Astraxan qaz kondensatı, Qazağıstanın Janajol və Tengiz neft yataqlarının qaz bazalarında H₂S-in miqdarı uyğun olaraq 4-5; 22-24; 4-9; 24-25 %, CO₂-nin miqdarı isə <1,5; <20; <3; <5 % həddindədir. Neftin emalı zamanı hiss olunacaq dərəcədə H₂S 200 °C-dən yuxarı temperaturalarda ayrılmağa başlayır. İstənilən nefti emalı zamanı temperatur artdıqca mühitdə H₂S-in miqdarı artır. Bir çox neftlər üçün 350-400 °C-dən yuxarı temperaturalarda aqressivliyin kəskin artması müşahidə olunur ki, bu da təkcə mühitin temperaturunun artması ilə əlaqələndirilə bilməz. Aqressivliyin yüksəlməsinin səbəbi odur ki, daha termiki davamlı kükürlü birləşmələr yüksək temperaturun (>400 °C), katalizatorun və hidrogenin iştirakı ilə termiki destruksiyaya uğrayır və əlavə olaraq H₂S ayrılır. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi xam neftdə tiolların ilkin miqdarı çox olmur. Tiollu xammalın (qaz kondensatı, neft) fərqli əlaməti ilkin xammalda ümumi kükürdün miqdarı az olsa da əsas benzin fraksiyalarında tiol və ümumi kükürdün yüksək miqdarda olmasıdır.

Tiollar neftin destruktiv emalı zamanı kükürlü birləşmələrdən əmələ gəlir. Onlar aşağı termiki stabilliyə malikdirlər və neftin və ya neft məhsullarının qızdırılması zamanı kükürlü üzvi birləşmələrin aktiv radikalları və H₂S əmələ gəlir. 300 °C-ə qədər qızdırdıqda tiollar disulfidlərə çevrilir, H₂S-ə və uyğun doymamış karbohidrogenlər əmələ gəlir. Ehtimal olunur ki, tiolların parçalanması aparatların polad səthləri ilə katalizləşdirilir:

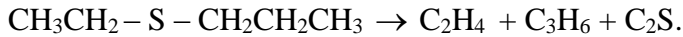


Tiolların suda məhlulları turşu xassəsinə malikdirlər və odur ki, sulu mühitlərin korroziya aktivliyini artırır. Qələvilərlə və ağır metalların oksidləri ilə tiollar sulfidlər əmələ gətirirlər. Amma, tiolların nisbi molekul kütləsi nə qədər çox olursa, onların sulfidləri su ilə daha asan hidrolizə uğrayır və qələvi ilə təmizlənmə zamanı onları kənarlaşdırmaq bir o qədər çətin olur:



Zəif oksidləşdiricilər və havanın oksigeni tiolları sulfidlərə qədər oksidləşdirir. Tiollar çox zərərli komponentlərdirlər, belə ki, onlar kreking

benzinlərində qətranəmələgəlməyə səbəb olurlar və əlvan metalları korroziyaya uğradırlar. Alifatik sulfidlər RSR^1 neftin distilləsi zamanı benzin distillatlarında, aromatik sulfidlər Ar_2S krekinq məhsullarında rast gəlinir. Sulfidlər neytral maddədirlər, qələvilərlə reaksiyaya girmirlər, amma sulfat turşusunda həll olurlar. Sulfidlər kükürd anhidridi, hidrogen flüorid, cıvə xlorid və s. ilə davamlı kompleks birləşmələr əmələ gətirirlər. 400 °C-dən yuxarı temperaturalarda sulfidlər H_2S və doymamış karbohidrogenlər əmələ gətirməklə parçalanırlar:



Bəzi neftlərdə disulfidlər də rast gəlinir ki, onlar da 140 °C-ə qədər temperaturda parçalanır və monosulfidlər, tiollar, sərbəst kükürd, alkenlər, 140 °C-dən yuxarıda isə tiofenlərin törəmələrini və H_2S əmələ gətirirlər.

Ən az aqressiv kükürlü birləşmə tiofendir.

Neftin atmosfer qovulması yüngül məhsullarda H_2S -in artması və disulfidlərin azalması ilə müşahidə olunur. Kükürlü neftlərin emalı zamanı benzin distillatlarında sərbəst kükürd, tiollu xammalları qovarkən isə tiollar əmələ gəlir. Dizel yanacağında kükürlü üzvi birləşmələrin əsas hissəsini sulfidlər və strukturu təyin olunmamış kükürlü birləşmələr təşkil edir.

Əhəmiyyətli neft emalı prosesləri olan katalitik krekinq, riforminq, hidrokrekinq tiolların, sulfidlərin və disulfidlərin termiki və katalitik destruksiyası ilə müşayiət olunur və hiss olunacaq dərəcədə H_2S əmələ gəlir.

Azotlu birləşmələr neftlərdə azota hesablanmaqla 0,3 %-dən çox olmur. Azotlu birləşmələrin çox hissəsi ağır fraksiyalarda və qalıq məhsullarda toplanır. Azotlu birləşmələr kifayət qədər termiki stabildirlər (oksigenizə şəraitdə), amma dizel yanacağı və mazut uzun müddət saxlandıqda qətranəmələgəlməni gücləndirirlər.

Hidrokrekinq, katalitik krekinq, hidrotəmizləmə zamanı azotlu üzvi birləşmələr hidrogenləşməyə məruz qalaraq ammoniak və digər azotlu birləşmələri (aminlər, sianidlər, piridin, xinolin, akridin əsasları, pirrollar, indollar, porfirinlər, amidlər) əmələ gətirirlər. Sianidlər müstəsna olmaqla bu birləşmələrin hamısı qara metallara münasibətdə inertdirlər. Sianidlərin həttə ən az miqdarda da iştirakı nəmin kondensləşməsi şəraitində hiss olunacaq dərəcədə korroziyaya səbəb olur, belə ki, sianidlər karbonlu və austenit poladların lokal korroziyasına səbəb olur. Ammoniak, aminlər sulu mühitlərdə avadanlıqların latun elementlərinin korroziya çatlarının əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bundan başqa, ammoniak göstərilən proseslərdə $(\text{NH}_4)_2$ və NH_4Cl əmələ gətirir ki, onların da aqressivliyi qatı məhlullarda və ya duzçökmədə

özünü göstərir. Tərkibində azotlu üzvi birləşmələr olan yanacaqlar yandıqda aqressiv azot oksidləri (NO_2 , NO_3) əmələ gəlir. Porfirinlər neytral xarakterli olub ağır metallarla, məsələn, vanadium ilə komplekslər əmələ gətirir və həmin şəkildə də mazuta və digər ağır məhsullara keçir və onlar yanacaq kimi istifadə olunduqda sobanın spiralvari boruları üçün aqressiv olurlar.

Neftlərin oksigenli birləşmələri müxtəlif quruluşlu karbon turşularından və qətranlı birləşmələrdən biridir. Neftdə birləşmələrdə oksigenin miqdarı 0,1-dən 1,0 %-ə qədər olur.

Neft turşuları və ali turşular (C_{13} – C_{18}) demək olar ki, bütün neftlərdə tapılmışdır. Lakin, bu turşuların neftlərdə miqdarı az miqdarda olub, yüzde bir faizlərdən 3,0 %-ə qədər olur. Neftin fraksiyaları üzrə turşuların paylanması bərabər deyil. Benzin və liqroin fraksiyalarında onlar bir qayda olaraq olduqca azdır. Kerosin distillatında bir qədər çox ola bilər, amma yağ fraksiyalarında onların miqdarı 2-3 %-ə çata bilər. Kimyəvi xassələrinə görə neft turşuları yağ turşularına oxşardır, qələvilərlə duz əmələ gətirir.



Bu reaksiya neft turşularını neft fraksiyalarından çıxarmağa imkan verir. Neft turşuları çox komponentli qarışıqlardır. Onlar 200-400 °C temperatur rejimində işləyən neftin ilkin emalı qurğuları avadanlıqlarının korroziyasına səbəb olur, ELOU qurğularında neftlərin duzsuzlaşdırılmasını çətinləşdirirlər.

Neft turşuları naften əsaslı neftlərdə parafin əsaslı neftlərə nəzərən daha çox olur.

Qətranlı-asfalten birləşmələrə asfaltenlər, neytral qətranlan, karbenlər, karboidlər aiddirlər ki, onların tərkibində karbon, hidrogen, oksigen, kükürd, çox vaxt azot və metal atomları olur. Onların uçuculuğu çox böyük deyil və odur ki, neftin qovulması zamanı onlar əsasən qalın neft məhsullarında toplanırlar.

Qətranlı birləşmələr neytraldırlar, amma termiki və kimyəvi davamlı deyillər, onlar nisbətən asanlıqla oksidləşirlər və parçalanırlar və bu zəmanə qismən turşu xassəli birləşmələr əmələ gətirirlər.

7.1.2. Neftin ilkin emala hazırlanması.

Neft emalı avadanlıqlarının korroziyasını azaltmaq üçün istifadə olunan tədbirlərdən biri neftin duzsuzlaşdırılmasıdır. Neft emalını zavodlarına emala göndərməzdən əvvəl neft mədəndə yanaşı qazdan, yüngül karbohidrogenlərin bir hissəsindən, lay suyunun əksər hissəsindən və mexaniki qarış-

şıqlardan azad olur. Hazırda əmtəlik neftlərdə duzun miqdarı bir qayda olaraq 300 mq/ℓ-dən yuxarı olmur, su isə 1 %-dən çox deyil.

Duzsuzlaşdırma prosesində tullantı sularına duzlar, bəzi turş xarakterli birləşmələrin (neft turşuları, turş qətranlar) bir qismi, həmçinin vanadiumun (50-70 %), nikelin, arsenin birləşmələri keçir. Göstərilən maddələr örtüyün tərkibinə daxil olurlar və emulqator olaraq su damcılarının axmasına mane olurlar. Neftdə olan ağır metallar hətta az miqdarlarda belə termokatalitik proseslərin katalizatorları üçün zəhərlidirlər və katalizatorların istismar müddətini azaldırlar. Sobanın spiralvari borularında əmələ gələn kül çöküntülərinin tərkibinə daxil olan vanadium birləşmələri asan əriyən birləşmələr əmələ gəlməsinə və borunun metalının ərintidə sürətli korroziyasına səbəb olur. Neft turşuları neftin xlorüzvi birləşmələrinin parçalanmasına katalitik təsir göstərir və mühitdə hidrogen xloridin miqdarı artır.

Yaxşı susuzlaşdırılmış və duzsuzlaşdırılmış neft 260 °C-dən aşağı temperaturlarda praktiki olaraq metala təsir etmir. Karbonlu poladın korroziya sürəti 0,05 mm/il-dən çox olmur.

Bəzi neftlər kükürlü üzvi birləşmələrə malik olur və neftli ELOU blokunda hazırlanmış prosesində qızdırarkən qismən H₂S ayırır. Su fazasında eyni zamanda H₂S və HCl iştirakı avadanlığın korroziya sürətinin 8 mm/il-ə qədər artmasına səbəb olur. Təkcə H₂S ilə doymuş suda isə poladın korroziyası 0,5 mm/il-dən çox olmur.

Kimya – texnoloji metodlarda H₂S əmələ gəlməsinin azaldılması mümkün deyil. Odur ki, çoxlu miqdarda xlorlu birləşmələrin (mineral və üzvi) neftdən kənarlaşdırılması neft emalı zavodlarında avadanlıqların aşağı temperaturda elektrokimyəvi korroziyasının azalmasına kömək edir. Neftin korroziya aqressivliyinə malik komponentlərinin xeyli hissəsi lay suyunun damcılarında olur, odur ki, duzsuzlaşdırmanın mahiyyəti neftdən bu damcılarının daha çox kənarlaşdırılmasından ibarətdir. Neft mədəndə ilkin hazırlıq mərhələsi keçdikdən sonra onda olduqca kiçik su damcıları qalır. Neft nəql edildikdə və saxlandıqda davamlı su-neft emulsiyası əmələ gəlir.

Neftin duzsuzlaşdırılmasının ən sadə üsulu çökdürülməsidir. Su damcılarının sıxlığı neftə nəzərən daha yüksək olduğundan saxlandıqda çökür. Bu damcılarının çökmə sürəti Stoks qanununa uyğun olaraq onun diametrinin kvadratı və neft və suyun sıxlıqları fərqi ilə düz, neftin özüllüyü ilə tərs mütənəsbidir.

Duzsuzlaşdırma prosesində damcılar ətrafındakı örtük dağılır və qismən yuma suyu ilə aparılır. Aşağı temperaturlarda neftin özüllüyü və səth

qüvvələrinin təsiri daha yüksəkdir və bu halda suyun emulsiyadan çökməsi demək olar ki, baş vermir. Neftin duzsuzlaşdırılmasını aparmaq üçün o, qızdırılır, deemulqator ilə işlənir, ona yuma suyu verilir və elektrik sahəsinə daxil edilir. Müəyyən həddə qədər temperaturu qaldırıqda neftin özüllüyü və su qlobulları ətrafındakı örtüyün mexaniki möhkəmliyi azalır. Nəticədə örtüyü əmələ gətirən maddələrin neftdə həll olması artır və neftlə suyun sıxlıqları arasındakı fərq artır (0-dan 120 °C-ə qədər həcmi genişlənmə əmsalı neftdə suya nəzərən daha çoxdur). Neftə əlavə edilən deemulqator su qlobulları səthinə adsorbsiya olunur və hidrofil örtük əmələ gətirir. Nəticədə su dəmcilərinin cəmləşməsi, iriləşməsi və çökməsi asanlaşır.

Neftin duzsuzlaşmasının keyfiyyəti neftin yuma suyu ilə qarışdırılması prosesinin yaxşı təşkilindən hiss olunacaq dərəcədə asılıdır. Neft emalı zavodlarına daxil olan neftlərdə suyun miqdarı 1 %-dən az ola bilər (0,2-0,4 %) ki, bu da effektiv koalesensiyası mümkünsüz edir. Neftə yuma suyu əlavə edildikdə (bir qayda olaraq neftə nəzərən 2 %-dən az olmadan) onun qatılığı artır, yuma suyu ilə neftin süni emulsiyası yaranır. Neft və su fazalarının sürətli ayrılması elektrik sahəsində gedir. Elektrik sahəsinin təsiri ilə su damcıları polyarlaşır, biri-birini cəzb edir və qarışır. Lakin, neftə yuma suyu verilmədikdə damcılar qarışarkən «qırıntılar» – olduqca kiçik damcılar əmələ gələ bilər ki, onlar da sonradan çətin koalesensiya olunurlar. Neftə yuma suyu verildikdə neftdə olan yüksək mineralaşma su damcıları ilə nisbətən duzsuz olan yuma suyunun damcılarının koalesensiyası baş verir və neftdə duzların qalıq miqdarı azalır. Neftdə duzların miqdarı az olduqda (40-50 mq/l) bir pilləli olaraq nefti duzların qalıq miqdarı 3-5 mq/l-ə qədər olan hala çatdırmaq çətindir. Odur ki, əksər neft emalı zavodlarında duzsuzlaşdırma iki və ya üç pilləli aparılır. Borular dəstəsində boruların korroziyasını azaltmaq üçün yuma suyunu elektrodhidratordan əvvəl vermək lazımdır. Hazırda bir qayda olaraq yuma suyu duzsuzlaşdırmanın son mərhələsinə verilir və hər bir sonrakı mərhələnin tullantı suyu əvvəlki proses üçün yuma suyu kimi istifadə olunur. Tərkibində həll olmuş oksigen olan şirin (duzsuz) suyun yuma suyu kimi istifadəsinin azalması ELOU avadanlıqlarının, tullantıların nəqli borularının korroziyasının azalmasına kömək edir.

ELOU qurğusunda neftin duzsuzlaşdırılmasının əsas prosesi yuma suyunun dispersləşməsi və lay və yuma suları damcılarının koalesensiyası olduğundan ELOU qurğuları layihələndirilərkən müxtəlif disperqatorların köməyi ilə neftin yuma suyu ilə səmərəli qarışmasının təmin edilməsinə diqqət yetirilməlidir. Disperqatorlara emulsiya klapanları, injektorlar, tənzimləyici

qarışdırıcılar, müxtəlif növ drossel qurğuları aiddir. Disperqatorların konstruksiyalarındakı müxtəlifliyə baxmayaraq onların işinin göstəricisi onların yaratdığı təzyiq fərqidir. Keçən əsrin 80- ci illərindən başlayaraq forsunka tipində konstruksiyalar daha geniş istifadə olunmağa başlamışdır. ELOU tullantıları mühitində karbonlu poladın korroziya sürəti yuma suyunun tərkibindən, emal olunan neftin tipindən və neytrallaşdırıcıların istifadəsindən asılı olaraq 0,12-dən 1 mm/il-ə qədər həddə, yüksək kükürlü neftlərin emalı zamanı isə 1 mm/il-dən çox olur. Odur ki, AVT qurğularının kondensatı istifadə olunarkən onu neftə vermədən əvvəl hazırlamaq lazımdır: H₂S-in qovulub çıxarılması, mühiti neytral və ya zəif qələvi vəziyyətinə gətirmək.

ELOU-da duzlarla yanaşı H₂S, O₂ və CO₂- yə də malik olan dövretmə suyunun istifadəsi elektrodhidratorların və ELOU tullantılarını nəql edən boruların intensiv korroziyasına səbəb olur. İstifadə olunan suda H₂S artıqda suyun pH-ı <6 olur və avadanlıqların korroziyası sürətlənir və neftin duzsuzlaşması çətinləşir. Belə şəraitdə xammal üçün karbonlu poladdan olan istilikdəyişdiricilərin xidmət müddəti 3-4 aya qədər azala bilər.

Hər tip neft üçün optimal duzsuzlaşdırma temperaturu təklif olunur. Bu temperaturlar 70 °C, 100-120 °C və çox ağır neftlər üçün 120-140 °C həddində müəyyən olunur.

Korroziyaya qarşı tədbirlər hazırlayarkən ELOU- da neftin temperaturu, lay suyunda qələvi metalların hidrokarbonatlarının, maqnezium xloridin, aşağı termiki stabilliyə malik kükürlü üzvi birləşmələrin miqdarı və su fazasının pH-nın azalma imkanı nəzərə alınmalıdır. Xam neftin pH-nı 8-8,5-ə qaldırmaq üçün ona hidrosidin zəif məhlulu əlavə olunur. Kükürlü neftlərin emalı zamanı pH – 8,0 olduqda karbonlu poladların ELOU tullantı suları mühitində korroziyasının sürəti ~0,12 mm/il həddində olur. pH >8,5 olduqda neft məhsullarının ELOU-nun tullantı sularına arzuolunmaz keçidi baş verir. Bundan başqa qələvinin neftə nəzarətsiz olaraq artıq müddətdə verilməsi metalın qələvi kövrəkliyinə səbəb ola bilər, elektrodhidratorlarda izo-lədicilərin işi pozula bilər.

Neft emalı zavodlarında üçpilləli duzsuzlaşdırma apardıqda qələviləşdirməklə neftdən qismən neftin tərkibinə daxil olan xlorüzvibirləşmələrin bir qismi də kənarlaşır. Bu halda su fazasına natrium xlorid ilə yanaşı qismən neft turşularının natrium duzları və sulfidlər də keçir. Praktika göstərir ki, neftin dərin duzsuzlaşdırılması (duzların qalıq miqdarı <5 mq/l) əldə edildikdə və duzsuzlaşmış neftin qələviləşdirilməsi dayandırıldıqda neftin ilkin emalı qurğusunun AVT-nin kondensasiya – soyutma avadanlıqlarının

korroziyası kəskin artırır. Buna səbəb neftdə xlorlu üzvi birləşmələrin olmasıdır. Belə ki, onlar da müxtəlif termiki stabilliyə malikdirlər və temperatur artdıqda parçalanaraq HCl əmələ gətirirlər.

Duzsuzlaşdırılmış neftin və AVT-də qələviləşdirilməsinin də öz qüsurları var. Belə ki, qələviləşdirmə zamanı əmələ gələn natrium xlorid mazutun tərkibində qalır, onun küllülüyünü artırır, sobanın spiralvari borularında yanıq yerləri əmələ gətirir. İnkişaf etmiş dövlətlərin neft emalı komplekslərində mazut və qudron katalitik və termiki krekinq qurğularında istifadə olunduqda duzsuzlaşdırılmış neftin AVT-də qələviləşdirilməsi aparılmır. Bu, yol örtükləri üçün istifadə olunan asfaltın keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasına verilən tələblər ilə izah olunur. Belə örtükdə olan natrium xlorid su ilə asanlıqla yuyula bilir və bu da asfalt örtüyünün tez dağılmasına səbəb olur. Bundan əlavə ELOU-dan sonrakı belə qələviləşdirmə az əhəmiyyətli hesab edilir. Belə ki, bu zaman rektifikasiya kalonunun benzin və kerosin sekiyalarında duzlar çökə bilir və tənzimləyici klapanların və boşqabların çirklənməsi baş verə bilər. İstisna deyil ki, duzlar dizel yanacaqlarının hidrotəmizləmə qurğusuna da düşə bilər.

Neftdə duzların qalıq miqdarı 5 mq/ℓ-ə qədər olduqda və neftə verilən qələvinin miqdarı 0,02 kq/t olduqda (AVT qurğusunun istehsal gücü 11700 t/sutka olduqda) qələvi məhlulu hazırlanan su ilə neftə 240 kq müxtəlif duzlar daxil olur.

Tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, neftdə olan xlorüzvi birləşmələrin 30 %-ə qədəri parçalanmadan neftin ilkin emalının distillat fraksiyalarına keçir.

Qeyd etmək lazımdır ki, ELOU-da neftin qələviləşdirilməsinin öz xüsusiyyəti var. Neftin temperaturu 120 °C-dən aşağı olmalıdır. Neftin qələvi məhlulu ilə intensiv qarışması təmin edilməlidir. Neftin qələvi məhlulu ilə işlənmə müddəti 30-60 saniyə olmalıdır. Qələvi ilə işləmədən sonra su ilə yuma nəzərdə tutulur ki, bu da qələvinin AVT-yə düşməsinin qarşısını almaq üçündür. ELOU-nun etibarlı işi avadanlıqların materiallarının uyğun seçilməsi və kimya-texnoloji üsullarla təmin edilir. Kimya-texnoloji üsulların tətbiqi ilə texnoloji mühitlərin korroziya aqressivliyi azaldılır.

Boru daxilində və borular arasındakı mühitlərdə H₂S-in olub-olmamasından asılı olmayaraq xam neftin qızdırılması üçün istilikdəyişdiricilər karbonlu poladlardan hazırlanır. Amma bu halda istilik daşıyıcının və xammalın temperaturu 260 °C-dən yuxarı olduqda xromlu poladlar (15×5M, 08×13) istifadə olunur.

İstilik dəyişdiricilərin boru dəstələrinin xidmət müddətini artırmaq üçün aşağıdakı korroziya əleyhinə tədbirlər təklif olunur:

Neft axınının borular dəstəsi boyu xətti axın sürəti 1,5 m/san-dən az olmamalıdır (optimal axma sürəti 1,8-1,9 m/san-dir). Neftin axma sürəti daha aşağı olduqda boruların divarlarına duzların çökməsi baş verir. Bunun nəticəsində çöküntünün qalınlığından asılı olaraq borunun metalının temperaturu 50 °C və daha çox artıq arta bilər ki, bu da hiqroskopik xlorid çöküntüləri altında metalın korroziyasını sürətləndirə bilər və istilik ötürmə əmsalı azalır.

Məlumdur ki, neftin emulsiyasızlaşdırılması prosesi tələb edir ki, neft deemulqator məhlulu ilə bir neçə on saniyə müddətində intensiv qarışsın. Odur ki, bu proses nefti xammalın istilik dəyişdiricilərdə qızdırmaqla birgə aparılır. Bu, deemulqatorun xam neftin nasosuna asan verilməsi, neftin borularla və istilikdəyişdiricilərdə uzun yol keçməsi nəticəsində kütlə mübadiləsi üçün əlverişli şərait yaranması ilə izah edilir. Amma lay suyu damcılarının üzərini örtən təbəqə dağılarkən neftdə həll olmuş duzlar borunun qaynar divarı ilə təmasda olduqda onların üzərində çöküntü əmələ gətirir. Düzçökməyə həmçinin deemulqator məhlulu hazırlandıqda istifadə olunan suda həll olmuş duzların hesabına da baş verir.

Yaxşı olar ki, deemulqatorun neftə verilmə yeri emal olunan neftin xarakterinə əsasən müəyyənləşdirilsin.

Qeyd etmək lazımdır ki, neftin borular dəstəsi ilə axma sürətini azaldıb və yuma suyunu və ya qələviləşdirmə məhlulunu xammalın nasosunun qəbuluna verilməsi çox təhlükəlidir. Birinci halda boruya toxunan su fazasının xeyli dərəcədə artması hesabına boru dəstələrinin metalının korroziyadan dağılması güclənəcək, duz çöküntüləri altında da korroziya sürətlənəcək. İkinci halda borular dəstəsi müəyyən müddətdən sonra əlavə əmələ gələn duzlarla tutulmuş olur. Əgər neftin xarakteri nəzərə alınmaqla onun deemulqator məhlulu ilə təmas müddətini artırmaq lazım gəlsə, onda deemulqatoru xam neftin nasosunun girişinə verərkən axının optimal hərəkət sürətini təmin etmək lazımdır. Qeyd olunan şəraitlər gözlənilmədikdə 20, 15X5M, X8, 12X18H10T poladlardan və titandan hazırlanmış istilikdəyişdirici borularda deşib keçən korroziyaya səbəb olur. Avadanlıqların korroziyasını azadmaq üçün neftin iki pillədə qızdırılması məqsədə uyğundur. Bunun üçün neft əvvəlcə 70-90 °C-ə qədər qızdırılır və elektrodhidratorların birinci pilləsinə göndərilir və burada neftdə olan duzların 80-95 %-i kənarlaşdırılır. Qismən duzsuzlaşdırılmış neft yenidən 120-140 °C-ə qədər qızdırılır və

növbəti duzsuzlaşdırma pilləsinə göndərilir. Bu texnoloji sxem təkcə borular dəstəsinin korroziyasını azaltmağa yox, həm də istilik dəyişdiricilərdə istilik mübadiləsi əmsalını artırır. Birinci pilə elektrodhidratorun müdafiə örtüyü olmayan gövdənin aşağı hissəsinin və stuserin korroziyası əsaslı dərəcədə azalır. Həmçinin korroziya aqressivliyinə malik mühitin temperaturunun aşağı salınması hesabına ELOU-nun tullantı suları ilə təmasda olan boruları və armaturları da az korroziyaya uğrayır.

Elektrodhidratlar qaynar su dayanıqlığı təsiri ilə aşağı temperaturlu elektrokimyəvi korroziyaya uğrayır və korroziya ümumi və yaralı korroziya baş verir. Mühitin aqressivliyi minerallaşma dərəcəsindən, turş maddələrin, CO₂, H₂S, dəmir ionlarının və oksigenin miqdarından, mühitin pH-dan asılıdır.

Mühitin pH-ı ≥ 7 olduqda elektrodhidratorlar, duzlu su tutumları karbonlu poladlardan və ya az legirlənmiş poladlardan hazırlanır və hesablanmış qalınlığa 5 mm-ə qədər əlavə olunur ki, korroziyadan dağılma da nəzərə alınsın. Təklif olunur ki, su fazasının pH-ı $\geq 8,0$ (8,5-ə qədər) qaldırılsın və bunun üçün qələvi məhlulu istifadə olunur. Qələvi mühit avadanlıqların ümumi və lokal korroziyasını azaltmağa kömək edir və neftin duzsuzlaşması prosesini yaxşılaşdırır.

Sərbəst H₂S-ə və ya az termiki stabilliyə malik (<130 °C) kükürlü üzvi birləşmələrə malik neftləri emala hazırlayarkən xüsusi aqressiv şəraitlər üçün təklif olunur ki, müdafiə örtükləri istifadə olunsun. Elektrodhidratorların torkret-beton futerləmə aşağı elektrodun səviyyəsindən 200 mm aşağı hissəsində aparılır. Duzlu suda H₂S olduqda və duzların miqdarı 1000 mq/l-dən çox, pH $\leq 7,0$ olduqda təklif olunur ki, duzlu suyun yığıldığı tutumlar da beton örtüklə örtülsün. Göstərilən aparatları (diametri 1200 mm-dən çox, və diametri 800 mm olan lyuka malik) mühitin temperaturu 100 °C-dən aşağı olduqda 15 % gümüşü qrafit əlavə edilməklə çox qatlı epoksid örtüklə müdafiə etmək olar. İcazə verilir ki, GP-00-10 qruntspatlevka 10-20 % əlavə edilməklə istifadə olunsun. Polimer (o cümlədən lak-boya) örtükləri mühitin tərkibi nəzərə alınmaqla seçilməlidir. Belə ki, yuxarıda qeyd olunan örtüklər (o cümlədən beton örtüklər) mühitin pH-ı $\leq 7,0$ olduqda daha davamlı olur. Örtüyün möhkəmliyinin artırılması, onun etibarlılığının yüksəldilməsi hazır məmulatın 180 °C-də qurulması ilə əldə olunur. Bu, ona görə məqsədə uyğundur ki, korroziyadan müdafiə örtükləri, xüsusən də lak-boya örtükləri metal səthinin təcrid olunmasını təmin edə bilmir. Su polimer örtük təbəqəsinin məsamələrindən keçərək metal səthi ilə təmasda ola bilər. Odur ki,

mühitin korroziya təsirini azaltmaq üçün korroziya əleyhinə kompozisiyalara inhibitorlaşdırıcı əlavələr qatılmalıdır. ELOU mühitlərində işləyən aparatlar üçün ftoroplast-epoksid lakı da istifadə etmək olar və o, daxili səthə 6-8 təbəqə olmaqla çəkilir.

Təmirə saxlandıqda örtüyün mexaniki zədələnməsinin qarşısının alınması üçün aparatları buxar ilə təmizləmədən öncə deşmə qatı ilə aparat iri çöküntülərindən tam təmizlənməlidir. Daxili divarı epoksid örtüyü ilə örtülmüş aparatları buxar ilə təmizləyərkən örtüyün təbəqələrə ayrılıb tökülməməsi üçün buxarın temperaturu 110 °C-dən yuxarı olmalıdır. Təklif olunur ki, təzyiqi 0,12 MPa olan, drosselləşdirilmiş buxar istifadə olunsun. Daxilinə ftoroplast-epoksid örtüyü səkimmiş və qaynar qurudulma aparılmış aparatlar buxarla təmizləyərkən buxarın temperaturu 180 °C-ə qədər qaldırıla bilər.

Daha çox aqressiv texnoloji mühit ELOU-nun turş tullantılarıdır ki, onlarda duzlar ilə yanaşı, oksigen və H₂S də olur (pH <7¹). Bu halda onların soyudulması üçün boruları latundan olan aparatlar istifadə oluna bilər. Məqsədə uyğundur ki, ELOU tullantıları üçün karbonlu poladdan olan və daxili divarı polietilen ilə futirlənmiş borular istifadə olunur. Onların istifadəsinin mümkünlüyü mühitin müəyyən temperaturu, təzyiq ilə məhdudlaşır və aşağıdakı hallarda mümkündür:

Mühitin temperaturu, °C < 70 < 80 < 90

Təzyiq, MPa < 1,6 < 1,0 < 0,6

Karbonlu və az legirlənmiş poladlar yuxarıda göstəridən şəraitlərdə intensiv lokal korroziyaya, austenit tipli X18H10T poladı isə nöqtəvari korroziyaya məruz qalır (onlar üçün həmçinin korroziya çatları da mümkündür). Qeyd olunan şəraitlərdə nöqtəvari korroziyaya və korroziya çatlarına daha davamlı poladlar 08X22H6T və 08X21H6M2T tipli austenit-ferrit poladlardır. Göstərilən mühitlərdə korroziya sürəti 0,02 mm/il-dən çox olmur. (temperatur 50-130 °C intervalında olduqda). Temperatur 35 °C olduqda isə korroziya sürəti 0,01 mm/il olur. Bu poladlar mühitin temperaturu ≤ 130 °C olduqda diametri 108 mm-dən çox olmayan drenaj borularının və soyutma aparatlarının borular dəstəsinin hazırlanmasında istifadə oluna bilər.

Karbonlu poladlar neft və ya yuma suyu, pH ≥ 7,5 olan ELOU tullantı sularının nəql edən borular üçün istifadə oluna bilər. Lakin, bərabər qiymətli korroziyanı kompensasiya etmək üçün borunun divarının qalınlığı hesablanmış qalınlıqdan 5 mm-ə qədər əlavə olunmaqla götürülür.

Aparatların dibində palçıq çöküntüləri metalın lokal korroziya dağılmalarına səbəb olur. Metalın korroziyadan yeyilib dağılması həmçinin neftin tərkibi və qızdırılma temperaturu ilə bir başa asılıdır. Odur ki, bir sıra xarici ölkələrdə neftin duzsuzlaşdırılması qurğularında neftin temperaturu tədricən, duzsuzlaşdırmaya uyğun olaraq qaldırılır. Neytral lay suyunda karbonlu poladın korroziya sürəti 0,01-0,05 mm/il olur. Lay suyunda H_2S olduqda korroziya sürəti 1 mm/il-ə qədər, oksigen olduqda 0,3 mm/il-ə qədər, H_2S və O_2 olduqda isə 5,0-dən 10,0 mm/il-ə qədər olur. Lay suyunda dəmir sulfid olduqda sürəti 2,0-dən 5,0 mm/il-ə qədər olan lokal yaralı korroziya baş verir. Qeyd olunanlardan aydın olur ki, laü suyunda dəmir ionları olan nefti hidrogen-sulfidli neftlə qarışdırmaq olmaz. Əks halda əmələ gələn dəmir sulfid avadanlığın güclü korroziyasına səbəb ola bilər. Digər tərəfdən dəmir sulfid su-neft emulsiyasının stabilləşdiricisidir. Mühitlərdə dəmir sulfidin olması çökdürücülərin və elektrodehidratorların iş rejimini pozur, neftin susuzlaşması keyfiyyətini kəskin pisləşməsinə səbəb olur. Natrium hidrokarbonat və kalsium xlorid tipli lay suları qarışıqda avadanlıqların divarlarında duzların çökməsi baş verir.

Bir sıra ölkələrin neft emalı zavodlarında emal olunan neftlər H_2S -in yüksək miqdarı ilə fərqlənirlər ($\geq 2,0$ %). Mədəndə belə neftləri emala hazırlayarkən digər növ korroziya – H_2S korroziya çatları üstünlük təşkil edir. Belə dağılmalar çökdürücülər və elektrodehidratorlarda müdafiə örtüyü olmadıqda müşahidə olunur.

7.1.3. Elektrokimyəvi hidrogen-sulfid korroziyası.

Elektrokimyəvi hidrogen-sulfid korroziyası (EKHSK) neft emalı avadanlıqlarının əksəriyyətinin intensiv kimyəvi dağılmasının əsas səbəbidir. EKHSK hidrogen sulfid mühitində həmçinin xüsusilə təhlükəli korroziya-mexaniki zədələnmələrin-aparatların və boruların korroziya çatlarının əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Hazırda tərkibində H_2S çox olan neft və qaz xammalının hasilatının və emalının həcmi artır. Quruda və dənizdə neftqaz yataqlarında H_2S -in əmələ gəlməsinin başlıca mənbələri aşağıdakılardır:

Zülal və digər kükürlü üzvi birləşmələrin çevrilmələri hesabına; lay sularında sulfat reduksiyaedici bakteriyaların həyat fəaliyyəti hesabına; lay suları ilə dağ suxurlarından sulfidlərin yuyulması hesabına; dəniz suyunun dərin qatlarında üzvi qalıqların parçalanması hesabına və s.

XX əsrin 80-ci illərindən başlayaraq neft-qaz emalı avadanlıqlarının EKHSK-sının qlobal güclənməsi baş vermişdir. Bu, lay suyunun artıq miqdarda olan neft emulsiyalarının emalına keçid ilə əlaqədardır. Hələ XX əsrin 40-cı illərindən başlayaraq lay sularının sulfatreduksiyaedici bakteriyalarla yoluxmasının intensivləşməsi hesabına neftin emalı zamanı ayrılan H_2S -in miqdarı artmağa başladı.

EKHSK-nın hər yerdə güclənməsinin digər səbəbi neftin emalı proseslərində temperaturun artırılmasıdır. Belə ki, neft-qaz xammalının ən aqressiv komponenti olan H_2S yataqlarının məhsullarında yalnız həll olmuş halda olmur, həmçinin kükürlü üzvi birləşmələrin (tiolların, sulfidlərin, disulfidlərin, tiofenlərin) və s. termiki parçalanması nəticəsində də əmələ gəlir. İşçi temperatur artdıqca H_2S -in ayrılmasının artması həm onun həll olmasının azalması, həmçinin kükürlü birləşmələrin parçalanmasının güclənməsi hesabına artır.

Eksperimental və nəzəri işlərlə müəyyən edilmişdir ki, H_2S -li neft-qaz yataqlarında H_2S abiogen mənşəli də ola bilər. Belə ki, $100^\circ C$ -dən yuxarı temperaturlarda lay sularında həll olmuş sulfatlar karbohidrogen mənşəli birləşmələrlə qarşılıqlı təsirdə ola bilərlər. Layda temperatur artdıqca qanuni olaraq H_2S -in qatılığı artır. Karbohidrogenlərin molekul kütlələri nə qədər böyük olursa, neftin əmələ gəlməsi zamanı qeyd olunan H_2S əmələ gəlmə reaksiyası daha aşağı temperaturlarda gedir.

EKHSK neft-qaz çıxarma, nəqləmə, təmizləmə və emal proseslərinin avadanlıqlarını – boru kəmərlərini, kilidləmə armaturlarını, mədəndə kükürlü neftləri çökdürmə və emala ilkin hazırlama avadanlıqlarını, təbii qazın çıxarılması və təmizlənməsi qurğularını, nəqləmə boru kəmərlərini və çənləri, tankerləri, neftin ilkin emalı qurğularını, neft məhsullarını hidrogenləşdirici kükürdsüzləş-dirmə qurğularını, qaz fraksiyalaşdırıcı qurğuları, kükürlü neftlərin hidrokrekinq qurğularını və s. zədələyir.

EKHSK bütövlükdə elektrolitik xarakterə malik (drenaj suları, kondensatlar) və ya fazalarının biri elektrolitik xarakterli olan ikifazlı mühitdə (neftin emalının flyuidləri və s.) gedir.

EKHSK-nın intensivliyi buxar fazada H_2S -in parsial təzyiqinin və sulfidlərin maye fazada qatılığının artması ilə artır. Propanlı qablarda əmələ gələn kondensatlar xüsusi ilə aqressivdirlər. Belə ki, C_3H_8 və H_2S -in kondensatda və drenaj suyunda miqdarı böyükdür.

Mühitin tərkibindən, avadanlıqların konstruksiyalarından, onların materiallarından neftin emalı və ya qazın təmizlənməsinin texnoloji prosesin-

dən asılı olaraq elektrolitik hidrogen sulfid korroziyasının aşağıdakı əsas növləri rast gəlir: kvaribərabərqiymətli, sıx yerləşmiş, yastı dibli, dərin olmayan yaralar formasında yeyilmələr, erroziya-korroziya dağılmaları, boşluqlar olan yerlərdə yuva korroziyası, nöqtəvari (pitting), yerli (karbohidrogen və su fazası sərhəddində) korroziya.

Qeyd olunan korroziya proseslərinin həmişində depolyarlaşma H_2S -in dissosiasiyası zamanı əmələ gələn hidrogen ionları vasitəsilə həyata keçir.

Praktiki əhəmiyyətli proseslərdə lay və tullantı sularının təsiri ilə həmçinin həll olmuş oksigenin və CO_2 -nin həll olması zamanı əmələ gəlmiş karbonat turşusunun dissosiasiyası hesabına yaranan hidrogen ionlarının təsiri ilə də gedə bilər. Yuva, nöqtəvari və yerli korroziyalar fazalar sərhəddində lokal xarakter daşıyır, odur ki, belə növ EKHSK korroziya-mexaniki dağılmaları stimullaşdırır. Təbəqə əmələgəlmə isə əksinə, EKHSK-nı ləngidir və belə dağılmalara mane olur.

Qeyri-bərabər EKHSK-nın əmələ gəlməsinin bir neçə səbəbi var:

1. Poladların və korroziya nəticəsində əmələ gəlmiş dəmir sulfidlərinin (Fe_9S_2 , troilit FeS və pirroitin $Fe_{0,8-1}S$) potensiallarının fərqi;
2. Depolyarlaşdırıcının qeyri-bərabər daxil olması;
3. H_2S -in su və karbohidrogen fazasında həll olmasının müxtəlifliyi. Tərkibində asılıqan maddələr olan fazanın axma sürətinin artması ilə EKHSK güclənir.

Radioaktiv ^{35}S izotopunun köməyi ilə göstərilmişdir ki, müxtəlif istiqamətli kristal səthlərinə adsorbsiya seçicidir. İstiqaməti (111) olan Fe kristallarının tillərində adsorbsiya maksimum, 110 olduqda isə minimum olur. Qaz mühitlərindən adsorbsiyaya oksigenin rəqabətli adsorbsiyası mane olur. Möhkəm əlaqələnmiş kükürlü birləşmələr təbəqəsi yaranması ilə fiziki adsorbsiya xemasorbsiya ilə əvəz olunur.

Sulfidlərin sulu məhlullarında metalların səthində HS^- ionlarının OH^- ionlarını rəqabətli sıxışdırıb çıxarması baş verir. HS^- ionlarının qüvvətli adsorbsiyası səthdə və ya dənəciklərin sərhədlərində kükürdün ayrılması ilə müşayiət olunur. Kükürd özü-özünə dəmir və polada diffuziya olunur.

HS^- ionlarının diffuziyası korroziya proseslərinin gedişinə təsir edir. Mənfi yüklü adsorbsiya potensialının yaranmasının H^+ ionlarının yüksüzləşməsi stimullaşdırır və katod prosesini sürətləndirir. Lakin, hidrogen ilə metalın əlaqə enerjisinin zəifləməsi hesabına yüksüzləşmənin ləngiməsi də mümkündür. HS^- ionları ikiqat təbəqənin tutumunu azaltmır, amma hidrogenin ifrat gərginləşməsini zəiflədir. Ehtimal olunur ki, H_2S iştirakı ilə səthdə ion və dipol xarakterli birləşmələr əmələ gəlir.

HS^- ionlarının xemasorbsiyası hidrogenin təmirə daxil olması enerjisini azaldır. Mühitin turşulaşdırılması HS^- ionlarının adsorbsiyasına və onu müsbət edən effektlərə mane olur. Turşulaşdırma zamanı $\text{HS}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{S}$ tənliyi üzrə bu ionların desorbsiyası da mümkündür.

HS^- ionlarının adsorbsiyası təkcə EKHSK-nı stimullaşdırmır, həmçinin metal atomları arasındakı əlaqələri zəiflətməklə səthdə hidrogen udulmasını asanlaşdırır.

Əmələ gəlmə şəraitindən və sulfid örtüyünün morfologiyasından asılı olaraq EKHSK-nı ləngidə və stimullaşdırma bilər.

Hidrogen sulfidin aşağı parsial təzyiqlərində ($P_{\text{H}_2\text{S}} \leq 0,014$ kPa) markaridən (piritdən) FeS_2 ibarət nazik korroziyadan müdafiə örtüyü əmələ gəlir. Belə örtüklər də ionların qarşılıqlı diffuziyası ləngidiyindən EKHSK-nın sürəti ləngiyir. $\sim 0,014$ kPa $\leq P_{\text{H}_2\text{S}} \leq 1,62$ kPa intervalında EKHSK H_2S -in parsial təzyiqindən az asılı olur. Hidrogen sulfidin parsial təzyiqi $> 1,62$ kPa olduqda kanzitdən Fe_9S_8 ibarət, qalın, boş, məsələli təbəqələr əmələ gəlir.

Müdafiə xarakterli sıx örtük üç təbəqəli quruluşa malikdir. Metal səthi ilə əlaqədar olan təbəqə kubik, ferromaqnit, kanzit Fe_9S_8 kristallarından ibarətdir. Onun üzərində pirrotinin Fe_7S_8 kubik ferromaqnit kristalları formalaşır. Korroziya mühiti ilə sərhəddə piritin kubik, paromaqnit kristalları təbəqəsi əmələ gəlir.

Metal səthində tamamlanmamış strukturlu sulfid təbəqəsi əmələ gəldikdə müxtəlif sahələrin qeyri-bərabər ekranlaşması baş verir. Korroziya prosesinin limitləşdirici mərhələsi yükün ötürülməsi yox, kütlənin ötürülməsidir. Başqa sözlə, metalın (səthdən mühitin həcminə) və sulfidin (əks istiqamətdə) qarşı-qarşıya diffuziyası limitləşdiricidir.

Mühitin pH-nın qalxması ilə EKHSK-nın azalması müxtəlif pH-lı mühitlərdə əmələ gələn müdafiə örtüklərinin müxtəlif müdafiə qabiliyyətləri ilə bağlıdır. pH-ın yüksək qiymətlərində mühidə S^{2-} ionlarının artıqlığı, aşağı pH-larda isə Fe^{2+} ionlarının artıqlığı müşahidə olunur. Mühitin pH-ı = 6,72 olduqda hər iki ionun aktivliyi üst-üstə düşür. pH-ın aşağı qiymətlərində sulfidlər məhlulun həcmində çökür, çünki S^{2-} ionları anod sahələrinə çata bilmir və elə mühitin həcmində onda olan Fe^{2+} ionları ilə birləşir. Qələvi məhlullarda isə əksinə, Fe^{2+} ionları S^{2-} ionları ilə bir başa metal səthinə yaxın yerdə görüşür və metal üzərində mühafizə örtüyü yaradır.

Sulfid örtüklərinin müdafiə xassələri poladın kimyəvi xassələrindən asılı olaraq dəyişir. Xüsusi legirlənmə (məsələn, 09XQ2HABÇ) metal səthində davamlı, daha xırda disperlənmiş, sıx, nazik və səthlə möhkəm əlaqə

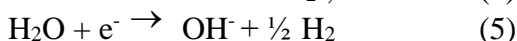
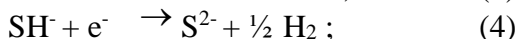
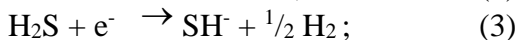
lanmış örtüyün əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunur. 09XQ2HABÇ poladı üzərində əmələ gələn sulfid təbəqəsinin mikroanalizləri göstərir ki, onun tərkibi $(\text{Fe}_{(1-n)}\text{Mn}_n)\text{S}$ formuluna uyğun gələn sulfidlərdən ibarətdir. Belə sulfidlərin sıxlığı, səthlə möhkəm əlaqələnməsi və müdafiə xassəsi onların tərkibində xrom sulfidin olması ilə əlaqədardır. Natrium xloridin 3 %-li məhlulunda H_2S 500-dən 1800 mq/l-ə qədər olduqda metal səthində kanzit və makinavitdən ibarət örtük əmələ gəlir. Belə örtük kimyəvi tərkibinə görə və bircinsli deyil və zəif müdafiə xassəsinə malikdir: karbonlu və az legirlənmiş poladların qeyri-bərabər yeyilməsi baş verir. Belə mühitlərdə dəmirin ionlaşma prosesinin və oksigenin reduksiyasının ləngiməsi müşahidə olunur. Bu zaman $\text{O}_2 \rightarrow \text{OH}^-$ reduksiya reaksiyasının ifrat gərginliyi sulfid örtük üzərində dəmir üzərində olduğundan çoxdur. Deaerasiya olunmuş məhlulda H_2S katod prosesini ləngitmir. EKHSK H^+ ionları ilə depolyarlaşmaqla asanlıqla gedir. Mühitdə dəmir sulfidin miqdarı artdıqca Fe_xS_y -in Fe ilə makro cütdə katod funksiyası güclənir, hidrogenin ifrat gərginliyi azalır. Katod polyarlaşması zamanı örtük sıxlaşır və onun rəngi qaradan göyümtül rəngə dəyişir. Fe-FeS makro cütlərin işi 0,20-0,36 V potensialda yaralı dağılmalarla müşayiət olunur.

Sulfid örtüklərinin müdafiə xassələri aktivatorların (məsələn, Cl^- ionunun) təsiri və axının erroziya təsiri nəticəsində azalır.

Ümumilikdə sulfid örtüklərinin korroziyasını ləngitməsi oksidlərin (Fe_2O_3 və Fe_3O_4) ləngitmə təsirinə nəzərən zəifdir.

EKHSK-nın kinetikasi mürəkkəb xarakterlidir. H_2S -in xarakterik xüsusiyyəti dissosiasiyası məhsulları (H^+ , HS^- , S^{2-}) və korroziya məhsullarının (dəmir sulfidləri) yaratdığı, əlaqələnməmiş hər iki elektrod proseslərini stimullaşdırmasıdır. Hidrogen sulfidli mühitlərdə polad konstruksiyaların ağır zədələnmələri məhz bununla izah olunur. EKHSK-nın kinetikasi konkret şəraitlərdə hər iki elektrod reaksiyalarının qiymətləndirilməsi əsasında tədqiq olunur.

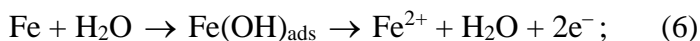
Sulfidlərin suda məhlullarında beş katod reaksiyası mümkündür:



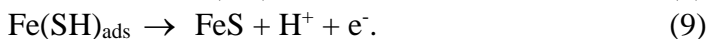
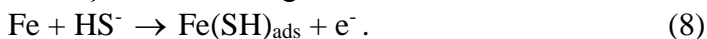
Bu reaksiyaların dəqiq təbiəti və mexanizmi hələ də tam aydınlaşmayıb. Turş mühitlərdə birinci, müəyyən qədər 2-ci və 3-cü reaksiyalar gedir.

Qələvi və neytral mühitlərdə daha çox ehtimal olunan 5- ci reaksiya və ona paralel olaraq 4-cü reaksiya gedə bilər.

Anod prosesi örtükəmələ gəlmə ilə mürəkkəbləşir. Örtüyün altından metalın həll olması örtüyün məsamələrindən keçməklə və ya fasiləsiz olaraq $Fe\eta S$ sulfidlərdən olan örtüyün həll olması və yeni örtüyün yaranması nəticəsində baş verir. $\eta \approx 1$ triolit, $0,8 \leq \eta \leq 1,0$ pirrotit, $\eta \approx 2$ pirit və markazit olur. Anod prosesi zamanı örtükəmələ gəlmənin mürəkkəb və tam aydın olmayan mexanizmi üzrə FeS əmələ gəlməsinin iki yolu göstərilir: çökmə ilə müşayiət olunan həll olma:



Bir başa örtük əmələ gəlmə:



Katod proseslərinin sürətlənməsi HS^- ionunun adsorbsiyası ilə əlaqədardır. Onlar mənfi işarəli ψ_1 adsorbsiya potensialının yaranması hesabına H^+ ionlarının yüksüzləşməsini sürətləndirə bilər. HS^- ionları dəmirin difensial tutumunu dəyişmir və hidrogen ifrat gərginliyini azaldır. Digər tərəfdən bir başa $Me-HS^-$ əlaqəsi əmələ gətirməklə metal ilə hidrogen arasında ki əlaqənin enerjisini azaldır. Lakin, hidrogen ifrat gərginliyinin azalması və mənfi ψ_1 potensialının yaranması hesabına katod prosesinin sürətinin artımı HS^- iştirakı ilə hidrogen-metal əlaqəsinin zəifləməsi üzərində üstünlük təşkil edir.

Zəif qələvi və neytral mühitlərdə EKHSK-nın kinetikasi HS^- , OH^- və Cl^- ionlarının rəqabətli adsorbsiyası və sulfid təbəqələrinin yaranması ilə əlaqələndirilir. Örtüklərin ləngidici təsiri E_{kor} , pH, məhlulun anion tərkibi və hidrodinamiki rejim ilə müəyyən olunur. Elektrodun fırlanması örtüyün formalaşmasına kömək etdiyi halda OH^- və Cl^- ionlarının iştirakı onun əmələ gəlməsinə mane olur.

Maye fazada EKHSK 3-10 dəfə sürətlə gedir, mühitin temperaturu 10-dan 30 °C-ə qədər artdıqda onun sürəti ləng artır, 30-dan 80 °C-ə qədər sürətlə, 60-80 °C arasında isə yenidən ləng artır.

Elektrolitin süda məhlulu – karbohidrogen ikifazlı mühitin axımı sürətinin artması korroziyanı sürətləndirir. Belə ki, emulsasiya yaxşılaşır və poladın elektrolit ilə islanması asanlaşır. Stasionar ikifazlı sistemdə suyun miqdarı 90-95 % olduqda korroziya maksimum qiymət alır. Elektrolit və neft məhsulu ilə dövrü islanma zamanı islanma tezliyi artdıqca korroziya

güclənir. Neft-qaz nəm hidrogen sulfidli mühitində CO₂-nin iştirakı dağılmanı gücləndirir. 3 %-li NaCl məhlulu üzərində H₂S + CO₂ qarışığında CO₂-nin parsial təzyiqinin artması polad üzərində pitting və yaralar əmələ gəlməsinə səbəb olur. Maye mühitdə CO₂-nin təzyiqinin artması (eyni zamanda H₂S-in də parsial təzyiqinin artırılması ilə) sulfid örtüyünün strukturunun və kimyəvi tərkibinin dəyişməsinə səbəb olur. Bu zaman maye fazada korroziya məhsullarından ibarət olan Fe_{0,95}S tərkibli, tünd-boz örtük əmələ gəlir. Örtük altında bərabərqiymətli korroziya gedir ki, CO₂-nin parsial təzyiqi artıqca onun sürəti də artır.

Aqressiv hidrogen sulfid məhlulları təkcə karbonlu və az legirlənmiş poladların yox, hətta yüksək legirlənmiş xromlu və xromnikel poladların da korroziyasına səbəb olur. Xlorid məhlullarında pH ≥ 4 olduqda H₂S austenit xromnikel poladları, pH ≥ 6 olduqda isə ferrit xromlu poladları aktivləşdirmir. pH-in daha aşağı qiymətlərində xlorid turşusu məhluluna H₂S verilməsi EKHSK-nın 3-4 tərtib artması ilə müşayət olunur.

7.1.4. Karbonlu və az legirlənmiş poladların nəm hidrogen sulfid mühitində hidrogenləşməsi və çatlaması.

Nəm hidrogen sulfidli mühitlərdə metalın hidrogenləşməsi üçün şərait yaranır.

Müəyyən edilmişdir ki, H₂S metala hidrogenin daxil olmasının qüvvətli promotorudur. Hətta elektrokimyəvi korroziyanın böyük olmayan sürətlərində də (hidrogen depolyarlaşması ilə gedən) H₂S metalın güclü hidrogenləşməsinə səbəb ola bilər. Qələvi mühitlərdə H₂S-in təsiri həm də onda özünü göstərir ki, onun iştirakı ilə poladın korroziyası hidrogen ayrılması ilə başlayır və metalın hidrogenləşməsinə şərait yaradır.

Aşağı temperaturlar şəraitində hidrogen sulfid korroziyası zamanı H₂S-in metalın hidrogenləşməsinə stimullaşdırıcı təsirinin tam izahı hələ də mövcud deyil. Əksər tədqiqatçılar belə hesab edirlər ki, hidrogenin metala daxil olması prosesinə təsiri hidrogen atomlarının molekul əmələ gətirməsinə mane olması ilə əlaqədardır və bu səbəbdən də hidrogen atomlarının katod üzərində qatılığı artır. Bəziləri belə hesab edirlər ki, H₂S-in təsiri ilə Me–H_{ads} əlaqəsinin enerjisi azalır və bunun hesabına da hidrogenin metala daxil olması prosesinin aktivləşmə enerjisi dəyişməlidir. Belə bir hipotez də var ki, səthə adsorbsiya olunmuş promotor hissəcikləri ilə metal atomlarının elektronları arasında qarşılıqlı təsir qonşu metal atomları arasında əlaqələrin gücünü azaldır və beləliklə də metal səthinə daxil olacaq hidrogen üçün enerji səddini azaldır.

Bir sıra tədqiqat işlərində belə bir nəticə qeyd olunur ki, H_2S -in promotorlaşdırıcı təsiri adsorbsiya xarakterlidir. Bu işlərdə göstərilir ki, H_2S -in təsiri təkcə hidrogen atomlarının birləşərək molekullar əmələ gətirməsinə mane olmaqla məhdudlaşmır, həm də ona katalitik təsir göstərir. Sulfid kövrəkliyinin mexanizmini izah etmək üçün H_2S molekulunun və HS^- ionunun adsorbsiyası haqqında təsəvvürlər istifadə edilir. Bu hissəciklərin adsorbsiyası səth atomları arasındakı əlaqələri zəiflədir və bu, hidrogen atomlarının metal səthinə keçidini asanlaşdırır. H_2S və HS^- metalın ionlaşması və H^+ ionların katoda reduksiyası proseslərində yüksək adsorbsiya və katalitik aktivlik ilə fərqlənilir. Qələvi mühitlərdə rəqabətli adsorbsiya səbəbindən H_2S , S^{2-} və HS^- hissəcikləri OH^- ionları tərəfindən səthdən sıxışdırılıb çıxarıla bilər.

Rozenfeld I.A. H_2S -in suda doymuş məhlulunda mühitin turşuluğundan asılı olaraq hidrogen sulfidin məhlulda H_2S , HS^- və S^{2-} formalarında ola bildiyini müəyyənləşdirilmişdir (cədv. 7.1).

Göründüyü kimi, pH-in qiymətinin 4-10 arasında olduğu hallarda məhlulda əsasən H_2S və HS^- hissəcikləri olur. pH <6 olduqda H_2S , pH >6 olduqda isə HS^- ionları üstünlük təşkil edir.

Mühitdə H_2S -in miqdarı artdıqca hidrogenin metala nüfuz etməsi artır və müəyyən qatılıqda doymuş həddə çatır.

Cədvəl 7.1.

Hidrogen sulfidin suda doymuş məhlulunda mühitin turşuluğundan asılı olaraq H_2S , HS^- və S^{2-} hissəciklərinin miqdarı

pH	Miqdarı, %			pH	Miqdarı, %		
	H_2S	HS^-	S^{2-}		H_2S	HS^-	S^{2-}
4	99,9	0,1	yox	8	10,1	89,9	yox
5	98,9	1,1	yox	8,5	3,4	96,6	yox
6	91,8	8,2	yox	9	1,1	98,89	0,01
7	52,9	47,1	yox	10	99,9	0,01	

Mühitin pH-ı artdıqca karbonlu polada hidrogenin nüfuz etmə sürəti azalır. O, birinci 2-3 saat müddətində kəskin artır, amma sutka ərzində xeyli dərəcədə azalır. 8 sutkadan sonra bu sürət olduqca az olur və sabitləşir.

Normal şəraitlərdə dəmirdə hidrogenin miqdarı olduqca azdır, amma temperatur və hidrogenin parsal təzyiqi artdıqca o, artır.

Poladda hidrogenin həll olması metalın xüsusiyyətləri ilə metala hidrogenin nüfuz etməsinə səbəb olan kimyəvi reaksiyaların energetikası ilə və temperatur ilə müəyyənləşir. Metalın kimyəvi tərkibi və strukturu hidrogenin təsirinə onun həssaslığını müəyyən edir. Ferrit, ferrit-perlit, beynit və marten strukturlu poladların hamısı hidrogen kövrəkliyinə məruz qala bilər.

Ferrit və marten siniflərinə aid poladlara nisbətən austenit sinif poladlar hidrogeni bir neçə tərtib artıq uda bilir. Buna baxmayaraq austenit poladlar hidrogen kövrəkliyinə az meyillidirlər.

Karbonlu və az legirlənmiş poladların dağılması əsasən hidrogen kövrəkliyi mexanizmi üzrə gedir. Yüksək legirlənmiş poladların və ərintilərin hidrogen sulfidli mühitlərdə çatlaması mexanizmi daha mürəkkəbdir. Yüksək legirlənmiş poladlar və ərintilərin çatlaması prosesində hidrogen kövrəkliyi ilə yanaşı anod lokal həll olma mexanizmi də iştirak edir. Belə materialların dağılmasına mühitin xlor ionları kimi komponentləri çox böyük təsir göstərir. Poladın hidrogeni udması onun həll olması ilə məhdudlaşmır. Poladda bərk məhlul halında mövcud olan protonlar asan hərəkət edən (diffuziya edici hidrogen) əmələ gətirir.

Atomar hidrogen «tələdə» molekulyar (az hərəkətli) hidrogen əmələ gətirməklə rekombinasiya olunur. «Tələ» rolunu fazalar sərhəddi, qeyri-metal qarışıqlar, mikroçatlar və kristall qəfəsinin digər defektləri, çatlar, məsələlər və s. ayıra bilər.

Poladların hidrogen kövrəkliyi bir sıra hadisələrə səbəb olur:

–hidrogenləşmiş metalda mikroçatlar və qabarcıqlar əmələ gəlməsi və bununla əlaqədar olaraq poladın möhkəmlik və plastik xassələrinin dönməz olaraq pisləşməsi (dönməz hidrogen kövrəkliyi);

– gərgin vəziyyətdə olan metalın hidrogen təsiri ilə ləng çatlaması (və ya statik yorğunluq);

–hidrogenləşmiş metalın bəzi möhkəmlik və plastik parametrlərinin dəyişməsinə səbəb olan dönər hidrogen kövrəkliyi. Bununla belə plastikliyin dəyişməsi çox vaxt yalnız müəyyən temperaturda və deformasiya sürətində baş verir. Dönər kövrəklik bir qayda olaraq hidrogenin nisbətən aşağı qatılıqlarında yaranır və hidrogen desorbsiya olunduqda yox olur.

Hidrogen kövrəkliyinin bir neçə nəzəriyyəsi mövcuddur: molekulyar, adsorbsiya, dislokasiya, dekozeziya.

Metalların həll olmuş hidrogenin təsiri ilə dekozeziyasına əsaslanan müasir təsəvvürlərə görə elastik gərginliyin qradientlərinin təsiri ilə hidrogenin diffuziyası dartılma gərginliyi olan yerlərdə hidrogenin toplanmasına sə-

bəb olur. Hidrogen kristalı qəfəsində dəmir atomları arasında qarşılıqlı əlaqənin gücünü azaldır və metalın dağılmasına səbəb olur.

Gərginlik sahəsində hidrogenin miqrasiya etmək qabiliyyəti bu faktı izah edir ki, hətta hidrogen az qatılıqda olduqda belə gərginlik sahələrində çatların inkişafına səbəb olur.

Mexaniki yüklənməmiş poladlarda çatların yaranması əsasən uzadılmış formada hidrogen kollektorlarında müşahidə olunur.

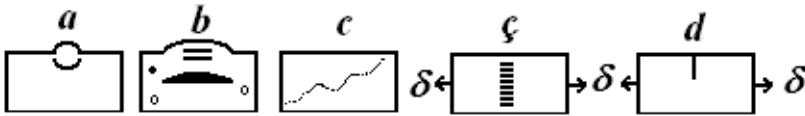
Kollektorda molekulyar hidrogenin təzyiqi artır və dartma və toxunma gərginlikləri yaradır və hidrogenin müəyyən kritik qatılıqlarında əlaqə gücündən çox ola bilər. Bununla əlaqədar olaraq çatəmələgəlmə prosesi başlayır. Mikroçatlar xarici yük olmadan da əmələ gələ bilər, lakin, plastik deformasiya şəraitində onların yaranması asanlaşır.

Hidrogen sulfid korroziyası çatlarının yaranması prosesində əsas rol poladların hidrogen kövrəkliyi oynayır.

Hidrogen sulfid korroziyası çatları zamanı dağılmanın başlanması üçün səthdə defektin olması məcburi deyil. Adi korroziya çatlarından fərqli olaraq (adətən səthdən başlayır) hidrogen sulfid korroziya çatları metalın daxilində, səthdən uzaqda başlaya bilər.

Metalın hidrogenləşməsi səbəbindən hidrogen sulfid korroziyası çatlarının 2 növü fərqləndirilir.

Birinci növ çat xarici və ya qalıq dartılma gərginliyinin təsiri ilə yaranır. Bu zaman çat metala düşən gərginliyə perpendikulyar olaraq yayılır. Belə növ çat gərginlik altında hidrogen sulfid korroziyası çatı (HSKÇ) adlanır (şəkil 7.1. ç, d).



a, b, c – hidrogen çatları; a – qabarma; b – təbəqələşmə; ç, d – gərginlik altında hidrogen sulfid çatları; ç – az möhkəmlikli poladlar; d – yüksək göhkəmlikli poladlar.

Şəkil 7.1. Karbonlu və az legirlənmiş poladların hidrogen sulfid korroziyası çatlarının sxematik təsvirləri.

İkinci tip çatlar poladın yayılma istiqamətində, hətta xarisi gərginlik olmadan çatların və qabarcıqların əmələ gəlməsi ilə yaranır. Bu hadisə hidrogen çatlanması (HÇ) və ya daha dəqiq olaraq hidrogen inisiatorlaşdırıcı çatlamalar

adlanır. O, adətən səthdə qabarcıqların əmələ gəlməsi və metalın təbəqələrə ayrılması ilə müşayət olunur (şəkil 7.1 a, b). Bəzən hidrogen çatları pillələrlə yayılır, odur ki, belə növ çatları adlandırmaq üçün həmçinin hidrogenin inisiatorlaşdırdığı pilləli çatlama termini istifadə olunur. (şəkil 7.1 c).

Əsasən axıcılıq həddi 147-dən ~ 600 MPa-ya qədər və möhkəmlik həddi 300-dən ~ 800 MPa-ya qədər olan poladlar hidrogen çatlarına məruz qalır.

Poladların hidrogen çatlarının əmələ gəlməsinə bir sıra faktorlar təsir edir. Nəm hidrogen sulfid mühitində poladların çatlamaya meyilliliyi polada nüfuz edən hidrogenin miqdarının hidrogenin kritik qatılığına C_{th} nisbəti ilə müəyyən olunur. Bununla əlaqədar olaraq hidrogen çatlamalarına meyillilik poladda hidrogenin qatılığı ilə (Co) sıx bağlıdır. $Co < C_{th}$ olduqda çatlamlar baş vermir. $Co > C_{th}$ olduqda isə çatlama baş verməlidir.

Daxili hidrogen çatlarının yaranma yeri qeyri metallik əlavələridir. Bu cəhətdən ən təhlükəli olanı MuS xətlərinin olmasıdır. Qeyri-metal kənar maddənin xəttinin poladda uzunluğu artdıqca poladın hidrogen çatlarına meyilliliyi artır.

Qeyri-metal kənar maddələrin forması, tərkibi və xassələri poladların hidrogen çatlarının əmələ gəlməsinə əsaslı təsir göstərir. Ca – Al – OS oksid sulfid, Al – Ca – O və Al_2O_3 oksidlər kimi kənar maddələrdə də çatların əmələ gəlməsi müşahidə olunur. Metal ilə oksid kənar maddələrin sərhəddində oksidlərin və poladın sıxlaşma və elastiklik parametrlərinin fərqli olması səbəbindən yüksək termiki gərginlik yaranır ki, bu da hidrogen axınına kömək edir.

Kükürdün çatlar yaradan qatılıq hədləri poladların təyinatından asılı olaraq dəyişir. Qaynaq borularında kükürdün 0,015 %-ə qədər miqdarı hidrogen çatlarına meyilliliyə əsaslı təsir göstərmir. Kükürdün miqdarı 0,003 %-dən az olduqda isə çatlar demək olar ki, müşahidə olunmur.

Poladda fosforun miqdarının azaldılması hidrogen çatlarına davamlılığı hiss olunacaq dərəcədə yüksəldir. Poladların kalsium və ya nadir torpaq elementləri ilə legirlənməsi poladların davamlılığını hiss olunacaq dərəcədə artır.

Mühitin pH-ı 1-6 intervalında poladların hidrogen çatlarına meyilliliyinin azalması müşahidə olunur. Lakin, pH-ın qiymətinin təsir xarakteri çatlamağa müxtəlif davamlılığa malik poladlar üçün eyni deyil. Hidrogen çatlarına həssas olan poladların hidrogen çatlamalarına meyilliliyinə pH-ın artması əsaslı təsir etmir. Belə poladlar pH-ın 1-6 qiymətlərində çatlamalara

məruz qalır. Eyni zamanda mühitin pH-ı 3-dən aşağı olduqda çatlamalara nisbətən davamlı olan poladların hidrogen çatlamlarına meyilliyə əsaslı təsir müşahidə olunur. $\text{pH} < 3$ olduqda poladlar hidrogen çatlamlarına meyilli olurlar.

Mühitdə xloridlərin iştirakı poladların ümumi korroziyasını gücləndirir, diffuziya olunan hidrogenin miqdarını artırır və uyğun olaraq hidrogen çatlamlarına meyilliliyi də artırır. Hidrogen sulfid çatlarına poladların davamlılığını yoxlamaq üçün əsasən 4 müxtəlif məhlul istifadə olunur:

	pH	Aqressivlik
1. süni dəniz suyu, ASTM D1141 (ağır metalların ionları olmadan)	5,1-5,4	orta
2. Distillə suyu	4,0-4,5	«—»
3. 0,5 %-li CH_3COOH	3,0-3,8	yüksək
4. 0,5 % CH_3COOH və NaCl (NACE məhlulu)	3,0-3,8	«—»

Göründüyü kimi, xloridlərə malik NACE məhlulu 0,5 %-li CH_3COOH məhluluna nəzərən daha aqressivdir.

Süni dəniz suyu pH 3,5-4,3 olduğu hallarda H_2S ilə doymuş və pH-ı 3,5-4,3 olan suya nəzərən daha qüvvətli korroziya, hidrogenləşmə və çatlamaya meyillilik yaradır.

Hidrogen sulfidin parsial təzyiqi artdıqca poladların hidrogen çatlamlarına meyilliliyi artır. Eyni zamanda H_2S və CO_2 -yə malik mühit xüsusilə aqressivdir.

Hidrogen çatlamlarına maksimum meyillilik 15-35 °C-dən yuxarı temperaturalarda kəskin azalması doymuş məhlulda H_2S -in miqdarının azalması ilə izah olunur. Gərginlik altında hidrogen sulfid korroziyası çatlarına (GHSKÇ) təsir edən faktorlar müxtəlifdir.

Poladların möhkəmliyi artdıqca onların hidrogen sulfid korroziyası çatlamlarına müqaviməti kəskin azalır. Poladların möhkəmliyi artdıqca dənəciklər sərhəddində dağılma ehtimalı artır.

Karbonlu və az legirlənmiş poladların strukturu kimyəvi tərkibə nəzərən GHSKÇ-yə daha əsaslı təsir göstərir. Bu baxımdan az legirlənmiş poladlar adətən karbonlu poladlardan fərqlənmirlər.

Poladların GHSKÇ-ı yalnız hidrogen sulfidin suda məhlullarının təsiri ilə baş verir. Nə quru H_2S , nə də H_2S -in benzində və benzolda doymuş məh-

lulları hətta uzun müddət həmin mühitdə gərginlik halında saxlanılan polad nümunələrdə çatlardan əmələ gəlməsinə səbəb olur. Hidrogen sulfidli mühitlərdə su fazasının qaynama temperaturu nöqtəsində və ya onun donma temperaturu nöqtəsində neft avadanlığının çatlardan müşahidə olunmamışdır. Belə hesab olunur ki, qazı 40%-dən çox qurutduqda çatlamların ehtimalı hiss olunacaq dərəcədə azalır. Hidrogen sulfid kövrəkliyi yalnız güclü sulu neftlərdə müşahidə olunur. Neftdə suyun miqdarı az olduqda ($H_2O < 5\%$) hətta H_2S -in miqdarı 500-600 mq/l olduğu olduqda belə avadanlığın çatlama müşahidə olunmur. Bu onunla izah olunur ki, neft metal səthini isladır və su fazasının metala təsirini aradan qaldırır.

Poladların gərginlik altında çatlamlara meyilliliyi turş mühitdə özünü daha çox dərəcədə göstərir. Neytral və qələvi mühitlərdə poladların davamlılığı hiss olunacaq dərəcədə artır.

$pH > 9,5$ olduqda çatlamlar praktiki olaraq baş vermir.

H_2S -in qatılığı poladların GHSKÇ-nə əsaslı təsir edir.

Hidrogen sulfid mühitlərində CO_2 iştirakı avadanlıqlarda çatlardan əmələ gəlmə təhlükəsini artırır. CO_2 -nin miqdarı H_2S -ə nəzərən daha çox miqdarda olduğu mühitlər aqressiv olur.

Məhlullarda xloridlərin olması GHSKÇ prosesini sürətləndirir.

7.1.5. Avadanlıqların hidrogen sulfid təsiri ilə laylaşaraq dağılmadan və çatlardan müdafiəsi.

Aşağı keyfiyyətli materiallardan hazırlanmış neft emalı sənayesi avadanlıqları üçün geniş yayılmış dağılma növü metalın lay-lay dağılması və qaynaq birləşmələrinin çatlamlarıdır və bu proseslər hətta gərginlik olmadan da gedə bilər. Nəmiş hidrogen sulfid mühitində avadanlıqların istismarı təcrübəsinin nəticələrinin təsiri göstərir ki, axıcılıq həddi < 600 MPa və möhkəmliyi < 22 HRe olan karbonlu və az legirlənmiş poladlar lay-lay dağılmağa məruz qalır. Yüksək davamlı karbonlu, az legirlənmiş, marten poladları, həmçinin müəyyən şəraitlərdə paslanmayan poladlar və ərintilər gərginlik altında hidrogen sulfid korroziyası çatlamlarına (GHSKÇ) meyillidirlər.

Keçmiş SSRI-də neft emalı zavodlarının aparatlarının istilikdəyişdiricilərinin yoxlanılması nəticələri əsasında müəyyən edilmişdir ki, hidrogen sulfid təsiri ilə aşağı möhkəmlikli poladların qaynaq birləşmələri qaynaq tikişinin bərkliyi $>20HRC$ olduqda və tikişdə qalıq gərginliyi olduqda çatlamlara məruz qalır.

Keçən əsrin 80-ci illərindən neft emalı zavodlarının avadanlıqlarının gərginlik altında hidrogen sulfid korroziyası çatlarının əmələ gədmə halları artmışdır. Bu, onunla əlaqədardır ki, neftin dərin emalı prosesləri (hidrotəmizləmə, hidrokrekinq, riforminq) geniş istifadə olunduqca yüksək təzyiqlik altında işləyən avadanlıqların payı artmışdır və uyğun olaraq yüksək davamlı materialların meylləri artmışdır.

Hidrogenin təsiri ilə lay-lay dağılmağa ELOU-AVT, hidrotəmizləmə, katalitik krekinq, qaz fraksiyalaşdırıcı qurğuların, «Pareks» qurğusunun, kükürd alma, hidrogen sulfidin buxarla qurudulması, sulfat turşusu iştirakı ilə alkülləşmə, asfalsızlaşdırma və yağların həlledicilərlə təmizlənməsi və s. qurğuların avadanlıqları məruz qalır.

Əksər hallarda metalda qabarcıqlar aparatların daxili divarlarının səthində (bəzən də həm də xarici səthində) əmələ gəlir. Qabarcıqların diametri gözlə çox çətin görünən ölçüdə 250 mm-ə və daha böyük ölçüdə dəyişir.

Keçən əsrin 80-ci illərindən başlayaraq neft emalı zavodlarında metalın lay-lay dağılması çox qısa istismar müddətində (2-dən 10 ilə qədər) baş verir. Bu, yəqin ki, neftin dərin emalı qurğularına daxil olan neftdə kükürdlü neftlərin payının artması hesabına texnoloji axınların korroziya aqressivliyinin artması ilə əlaqədardır. Xam neftdə olan azotlu birləşmələrin bəzi katalizatorlar, məsələn, sintetik seolitlər iştirakı ilə parçalanması zamanı sianidlər və ammoniak əmələ gəlir. Temperatur və krekinq katalizatorunun aktivliyi nə qədər yüksək olursa xam neftdə olan azotlu və kükürdlü birləşmələr daha çox parçalanaraq korroziya aktivliyinə malik birləşmələrə çevrilirlər (H_2S , NH_3 , CN^-). Sianidlər xüsusən qələvi mühitlərdə yüksək korroziya aktivliyinə malikdirlər. «Pareks» qurğularının avadanlıqlarının metallarının lay-lay dağılması məhz dəmir sulfidə malik ammoniaklı suda sianidlərin iştirakı ilə əlaqədardır.

Neft emalı zavodları avadanlıqlarının hidrogen sulfid korroziyası çatlamalarının qarşısını almaq üçün hidrogen sulfid korroziyası çatlamalarına davamlı, axıcılıq həddi 540 MPa-dan çox olmayan poladların istifadəsi təklif olunur.

Layihələşdirmə və quraşdırma zamanı metalda yüksək gərginliyin yaranmasının qarşısını almaq lazımdır.

Hidrogen sulfid korroziyası çatlarının yaranmasına səbəb olan mühitlərdə işləyən avadanlıqlar üçün müxtəlif sinif poladların qaynağı yol verilməzdir.

Tərkibində H_2S olan mühitlər üçün avadanlıqların hazırlanması keyfiyyətinə yüksək tələb qoyulduğundan qaynaq birləşmələrinin yüksək keyfiyyətini təmin edən nəzarət metodlarına böyük diqqət yetirilməlidir. Bunun üçün rentgen və γ -şüalandırma, ultrasəs nəzarəti, kapilyar metodu ilə nəzarət, səpələnmənin maqnit axın metodu, qaz və mayələrin köməyi ilə nəzarət metodları istifadə olunur.

Avadanlıqları hidrogen sulfid korroziyası çatlamalarından müdafiə üçün müdafiə örtükləri, futerləmə təklif olunur. Lakin, məlum örtüklər metalın hidrogenləşməsindən 100 % müdafiəni təmin edir.

Avadanlıqların HSKÇ-dən müdafiə üçün korroziya aktivliyini azaldan kimyəvi texnoloji metodlar da istifadə olunur.

Korroziya sürəti 0,02-0,05 mm/il həddində olduqda poladın lay-lay dağılması avadanlığın 10-12 il istismarından sonra baş verə bilər. Korroziya sürəti yüksək olduqda isə bu müddət kəskin azalır.

Korroziya aktivliyini azaltmaq üçün qurutma və neft-qaz məhsullarının H_2S -dən təmizlənməsi aparılır, korroziya inhibitorları istifadə olunur. H_2S -dən təmizləmə müxtəlif absorbentlərin, məsələn, monoetanolaminin köməyi ilə və ya məhsulu qələvi və ya ammoniak ilə neytrallaşdırmaqla aparılır. Qələviləşdirmə zamanı digər təhlükəli dağılma növü olan poladların qələvi çatlamalarının qarşısını almaq tədbirləri görülməlidir. Ammoniakın verilməsi zamanı mühitin pH-na ciddi nəzarət olunmalıdır. $pH > 8,0$ olduqda ammoniak iştirakı ilə mis-alüminium və mis-sink ərintilərindən ibarət olan avadanlıqlar korroziya çatlamalarına məruz qalırlar.

Neft məhsullarını H_2S -dən təmizlədikdə nəm sulfidlərin aparatlara düşməsinin qarşısını tam almağa çalışmaq lazımdır, çünki, sulfidlərin özləri hidrogenləşmənin və metalın sonrakı lay-lay dağılmasının səbəbi ola bilər.

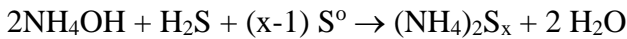
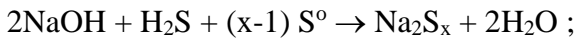
HSKÇ ilə mübarizə üçün hidrogen sulfid korroziyası inhibitorlarının istifadəsi iqtisadi cəhətdən məqsədə uyğun və olduqca sərfəlidir. Amma, yadda saxlamaq lazımdır ki, heç də hidrogen sulfid korroziyası inhibitorlarının hamısı eyni zamanda metalın hidrogenləşməsini azaltmır. Bəzi inhibitorlar, məsələn, tiokarbamidin törəmələri turş mühitlərdə korroziya inhibitorları olsalar da, poladın hidrogenləşməsini güclü stimullaşdırırlar. Hidrogen sulfid korroziyası inhibitoru kimi alkil aminlər və aromatik sıra aminlər, imidazolinlər və s. istifadə edilir.

Katalitik krekinq qurğularında əmələ gələn sianidlər katalitik krekinq və qazfraksiyalaşdırıcı qurğuların avadanlıqlarının qaynaq birləşmələrinin təkcə sürətli lay-lay dağılmasına səbəb olmur, sulfidlər və ferrosianidlər

şəklində karbohidrogenlər axınına düşərək hidrotəmizləmə qurğularının katalizatorları təbəqəsinin məsamələrini tutur. Sianidlər, ammoniak və H₂S sonradan kükürddən təmizləmə qurğusuna düşdükdə mono- və dietanol aminin regenerasiyası sistemində korroziyaya səbəb olur. Korroziya məhsulları öz növbəsində aminin köpüklənməsinə səbəb olur.

Metalın lay-lay dağılmasına səbəb olan maddələri (NH₃, H₂S, və SN⁻) katalitik krekinq qurğusundan kənarlaşdırmaq üçün su ilə yuma təklif olunur.

Hidrogen çatlamları ilə daha təhlükəsiz mübarizə üsulu yuma üçün istifadə olunan suya maye polisulfidin verilməsidir. Polisulfidlər sianidlərin əlaqələndirilib kənarlaşdırılmasını təmin edir. Bu məqsədlə həm natrium polisulfid, həm də ammonium polisulfid istifadə oluna bilər:



Tənliklərdən görüldüyü kimi birinci halda sistemə NaOH ikinci halda ammonium hidroksid əlavə olunur. Təcrübi istismar nəticələri göstərir ki, Na₂S_x əlavə edilməsi sistemində mühitin pH-nın artmasına səbəb olduğu halda (NH₄)₂S_x əlavə edilməsi mühitin pH-na az təsir edir. Bəzi təcrübi nəticələr göstərir ki, Na₂S_x CN⁻ ilə ləng reaksiyaya girir və hətta hidrogen çatlamlarına səbəb olur. Sistemin (NH₄)₂S_x əlavə edilməsi ilə təcrübi istismarı göstərmişdir ki, onun iştirakı ilə poladın lay-lay dağılması baş vermir.

7.1.6. Paslanmayan poladların korroziya çatlamları və nöqtəvari korroziyası.

Neft emalı zavodlarında xromnikel və xromnikelmolibden poladlardan olan avadanlıqların dərin nöqtəvari korroziya və korroziya çatlamları (KÇ) səbəbindən zədələnmələri müşahidə olunur. Bu korroziya növləri yalnız mühitdə elektrolitlər və müəyyən korroziya aktivliyinə malik agentlər (xloridlər, H₂S, sianidlər) olduqda müşahidə olunur. Belə şərait AVT qurğularında, hidrotəmizləmə, hidrokrekinq və s. qurğularda yaranır. Belə ki, həmin qurğularda mühit aqressiv olduğundan korroziyaya az davamlı karbonlu polad əvəzinə legirlənmiş polad materiallar istifadə edilir. Austenit poladlar dövrətmə və dəniz suyunda, xüsusən də durğunluq yaranan yerlərdə korroziyaya və KÇ-yə məruz qalırlar.

Poladlarda xromun, molibdenin miqdarı artdıqca onların nöqtəvari korroziyaya davamlılığı artır. Temperatur 35 °C olduqda və xlor ionlarının istənilən qatılığında tədqiq olunan poladların nöqtəvari korroziyası müşahidə olunmur.

AF-22 poladı misalında məhlulun pH-nın, temperaturun, NaCl-in qatılığının (0,01-dən 3 mol/l-ə qədər) və H₂S-in miqdarının pitting əmələ gəlmə potensialına təsir tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, otaq temperaturunda pitting əmələ gəlməyə meyillilik azdır və praktiki olaraq NaCl-in qatılığından asılı deyil. Temperatur 50-80 °C-ə qədər artdıqda nöqtəvari korroziyaya meyillilik artır. Yüksək temperaturda NaCl-in qatılığının artması da nöqtəvari korroziyanı gücləndirir.

NaCl məhluluna H₂S əlavə edilməsi nəticəsində nöqtəvari korroziyaya davamlılıq kəskin azalır və praktiki olaraq NaCl-in qatılığından və temperaturundan asılı olmur. Amma, otaq temperaturunda nöqtəvari korroziyaya davamlılıq kifayət qədər yüksəkdir.

Tərkibində nikelin miqdarı çox olan ərintilər paslanmayan austenit poladlara nəzərən nöqtəvari korroziyaya daha davamlıdır.

Oksidləşdiricinin miqdarı çatmadıqda pitting əmələ gəlməyə meyillilik artır. Dəniz və su dövretmə sistemi suyunda polad səthinin o sahəsi pittingə məruz qalır ki, orada durğunluq sahəsi var və uyğun olaraq həmin durğun sahədə suda oksigenin qatılığı azdır.

Paslanmayan poladlardan olan aparatların konstruksiyaları onların xlor ionları olan məhlullarda istismar müddətinə əsaslı təsir göstərir. Yapon alimləri neft emalı zavodlarının 700-dən çox soyuducularını tədqiq edərək aşağıdakı nəticəyə gəlmişlər. Soyuducuların KS-na məruz qalma payı aşağıdakı kimidir:

- 1) tərənəmz borular şəbəkəsindən ibarət olanlar – 65,6 %;
- 2) Üzən başlıqlar – 7,4 %;
- 3) U-şəkillər – 18,8 %

Vertikal borulara malik soyuducular KÇ-yə daha çox məruz qalırlar (61,2%).

istismar müddətinə görə KÇ ən çox birinci 1-3 ildə rast gəlir – 52,9 %; 4-6 ildə – 21,1 %; 7-9 ildə – 5,9 %; 10 ildən çox – 9,4 %

Soyuducu su borular arası sahəyə tökülən soyuducular KÇ-yə daha çox məruz qalırlar.

7.1.7. Kristallar arası korroziya.

Bu növ korroziya aqressiv mühitlərdə ümumi korroziyaya kifayət qədər davamlı olan materiallar üçün xarakterikdir. Neft emalı sənayesində istifadə olunan poladlardan xromnikel, xromnikelmolibden, xromnikelmanqan,

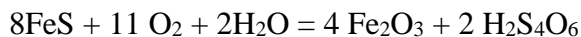
xromlu paslanmayan poladlar və yüksək legirlənmiş nikel ərintiləri kristallararası korroziyaya (KAK) məruz qalır. KAK baxılarkən iki faktor ayrılmalıdır: poladlarda KAK-a meyilliyinin yaranmasına şərait və onun reallaşması imkanı. Elmi ədəbiyyatda neft emalı avadanlıqlarının KAK səbəbindən sıradan çıxması haqqında məlumatlar var.

KAK-a meyillilik onunla əlaqədardır ki, avadanlıqların hazırlanması və istismar zamanı yüksək temperaturun (>400 °C) təsirindən poladın kimyəvi tərkibinin bircinsliliyi pozulur ki, bu da səthin elektrokimyəvi qeyri bircinsliliyinə səbəb olur.

Poladların strukturunun elektron-mikroskopik öyrənilməsi göstərmişdir ki, onların KAK-a meyilliliyi o vaxt yaranır ki, kristal dənəcikləri sərhəddində karbidlər sıx səpələnmişdir və ya karbidlər sıx şəbəkə əmələ gətirir. Özü özlüyündə metalda KAK-a meyilliliyin olması mütləq olaraq korroziya dağılmalarına gətirib çıxarmır. Neft emalı sənayesində bir sıra istehsalatların (hidrotəmizləmə, krekinq, hidrokrekinq və s.) avadanlıqları əsasən yüksək temperatur şəraitində və KAK yaratmayan mühitdə işləyir. Amma, qurğular hansısa səbəbdən dayandırıldıqda soyutma zamanı metala zəif oksidləşdirici mühit olan sulfid turşusu və politon turşuları təsir edir ki, bunu da KAK əmələ gəlməsinə səbəb olan əsas agentlərdir. Austenit poladların KAK-a meyillilik əldə etdiyi təhlükəli temperatur həddi 450-850 °C-dər.

Bir sıra tədqiqatlarda süni alınmış di-, tri-, tetra-, penta- və heksation turşuları qarışığı məhlulunda austenit paslanmayan poladların özlərini necə aparmaları müəyyənləşdirilmişdir. Məhlul ardıcıl olaraq distillə suyundan SO₂ və H₂S buraxmaqla alınır. Aparılmış sınaqlar göstərildi ki, məhlulda olan turşulardan yalnız tetrasyon turşusu KAK yaradır.

Neft emalı qurğularının avadanlıqlarında tetrasyon turşusunun əmələ gəlməsi, məsələn, dəmir sulfidinin su və oksigen ilə qarşılıqlı təsirindən əmələ gələ bilər:



Belə reaksiyanın getməsi istismar zamanı FeS əmələ gəlsə, qurğuların dayandırıldığı halda baş verə bilər.

KAK təhlükəsini aradan qaldırmaq üçün aşağıdakıları həyata keçirmək lazımdır:

- avadanlıqların hazırlanması zamanı tərkibində karbon az olan (<0,08 %), titan və ya niobium ilə stabilləşdirilmiş poladlar istifadə olunmalıdır;
- 400 °C-dən yuxarı temperaturalarda istismarı nəzərdə tutulan avadanlıqlar hazırlanarkən o, 2-4 saat müddətində 870-900 °C-də stabilləşdirici termiki təsirə məruz qalmalıdır;

– poladın onun KAK-a meyilliyinin təmin olunmasına kömək edən korroziya mühiti ilə əlaqəsinə yol vermək olmaz. Bunun üçün avadanlığın istismarını dayandırmazdan əvvəl onu qələvi məhlulu ilə yumaq və qaynar təsirsiz qaz üfurməklə qurutmaq lazımdır.

7.1.8. Poladların qələvi kövrəkliyi.

Neft emalı zavodlarında avadanlıqların qələvi korroziya çatlamaları (QKÇ) rast gəlinir. Bu, həm də qələvi kövrəkliyi (QK) adlanır. QKÇ dartıcı statistik gərginliyin və qələvi elektrolitik mühitin eyni zamanda təsiri ilə yaranır. Belə mühitlər xammalı qələviləşdirdikdə və ya digər texnoloji məqsədlər üçün qələvi məhlullar daxil edərkən yaranır. Çatlamalar statik yük icazə verilən həddən çox olduqda və qələvi məhlulunun qatılığı kifayət qədər yüksək olduqda və yüksək işçi temperaturlarında yaranır. Çatlar demək olar ki, həmişə kristallar arasında yaranır və şaxələnmiş olur. Metalın deformasiyası müşahidə olunmur, onun mexaniki xassələri praktiki olaraq dəyişmir: kövrəklik dağılması baş verir.

Polad nə qədər iri dənəvər quruluşa malik olursa, çatlamaya meyillilik bir o qədər artır.

Poladda daxili qalıq gərginliyi çox olduqca QKÇ-yə meyillilik bir o qədər artır. Poladın daxili defektləri də analoji təsirə malikdir və gərginliyin toplanmasına səbəb olur. Xarici dartıcı gərginlik hidrogen sulfid korroziyası çatlamalarına meyilliliyə daxili gərginliyə nəzərən daha az təsir edir.

Adi boz çuqun 80 °C-dən aşağı temperaturalarda QKÇ-yə NaOH-ın istənilən qatılığında davamlıdır. Daha yüksək temperaturalarda austenit poladlar istifadə olunmalıdır.

Yüksək legirlənmiş poladlar QKÇ-yə meyilliliyi yüksək temperaturalarda və qələvinin yüksək qatılıqlarında əldə edirlər.

Ferrit paslanmayan poladlarda xromun miqdarı artdıqda onların QKÇ-yə davamlılığa da artır. Tərkibində 28%-dən çox xrom olan poladlar 300 °C-də, qələvinin 27%-li məhlulunda dağılmır. Poladda karbonun miqdarı az olduqca ferrit poladların davamlılığı artır. Karbonun miqdarı eyni olan halda onların QKÇ-yə davamlılığı austenit xrom-nikel poladlara nəzərən daha yüksəkdir.

Xrom-nikel poladların tərkibində Ni-in miqdarı artdıqca onun QKÇ-yə davamlılığı da artır.

Qeyri-metallik materiallardan kömür və qrafit NaOH-ın qatılığı <67 % olan hallarda məhlulun qaynama temperaturuna qədər olan temperaturlarda (atmosfer təzyiqində) davamlıdır. Qələvi məhlulun qatılığı 67-80 % olduqda isə 135 °C-ə qədərki temperaturlarda (atmosfer təzyiqində) davamlıdır. Lakin, 250 °C-dən yuxarı temperaturlarda o, davamsızdır. Belə ki, 250 °C temperatur ftoroplast 4-ün yumşalma temperaturudur.

Poladların QKÇ-yə davamlılığına NaOH-ın tərkibinə düşə bilən qarışıqlar təsir edə bilər: fenollar çatlamalara meyilliliyi gücləndirir; sulfidlər (Na₂S) qatılıqları 0,0034 mol/l-dən çox olan hallarda QKÇ-ni gücləndirir; az miqdarda oksidləşdirici əlavələri (NaNO₃, KMnO₄, Na₂CrO₄) qələvi məhlulun qaynama temperaturunda QKÇ-ni stimullaşdırır.

Onların daha böyük miqdarları isə dağılmanın qarşısını alır; hava ilə üfurmə də analoji təsirə malikdir; Na₂SiO₂, Na₂SO₄, tanın əlavələri isə OKÇ-nə ləngidə bilər, amma müxtəlif şəraitlərdə onların təsiri bir qiymətli deyil.

OKÇ-nin mexanizmi elektrokimyəvi təbiətlidir.

Praktikada OKÇ-dən müdafiə üçün müxtəlif üsullar istifadə olunur:

1. Texnoloji rejimlərin rasionallaşdırılması;
2. Konkret istismar şəraitlərində OKÇ-yə meyilli olmayan materiallardan xüsusi məsul aparatların hazırlanması (yüksək legirlənmiş poladlar, Cu-Ni- və Ni-Cu-ərintiləri, Ni və Ni-Cr ərintiləri, həmçinin bu materiallardan olan örtüklər)
3. Daxili gərginliyin termiki işləmə ilə aradan qaldırılması. 500-600°C-də 1 saat termiki işləmə qaynaq gərginliyini 70 -90% azaldır.
4. Partlayış köməyi ilə karbonlu poladların zərbə-dalga üsulu ilə plastik deformasiyası ilə qalıq gərginliyinin azaldılması.
5. İşçi mühitdən aktivləşdirici əlavələrin (məsələn sulfidlər) kənarlaşdırılması və passivatorların (xromatlar, manqanatlar və s.) əlavə edilməsi.
6. Aparatların layihələndirilməsi və hazırlanması zamanı gərginlik cəmləşdiricilərin əmələ gəlməsini aradan qaldırmaq və daxili gərginliyi minimuma endirmək.
7. Neft xammalını qələvi məhlulu ilə intensiv qarışdırmasını təmin etmək: durğunluq.

7.2. Neftin ilkin emalı

Hər bir neft emalı zavodunda neftin ilkin emalı prosesi əsas prosesdir. Hazırda gücü 1; 1,5; 2; 3; 6 milyon ton/il gücündə olan neftin ilkin emalı qurğuları istifadə olunur. Bəzi neft emalı zavodların-da illik gücü 7,5-8 milyon ton / il olan qurğularda istifadə olunur. Elektroduzsuzlaşdırılma qurğularının (ELOU) neftin ilkin emalı qurğuları ilə əlaqəsindən asılı olaraq onlar üç tipə ayrılır: ayrılıqda fəaliyyət göstərən ELOU (bu halda duzsuzlaşmış neft tutumlara verilir); neftin ilkin emalı qurğusu ilə eyni meydanda yerləşən və onunla əlaqəli fəaliyyət göstərən ELOU (bu tip qurğularda duzsuzlaşdırılmış neft əvvəlcə istilik dəyişdiricilərdə qızdırılır; neftin ilkin emal qurğusu və ELOU birləşmə (əlaqəli) işləyir və duzsuzlaşmış neft bir başa buxarlandırma kalonuna keçilir.

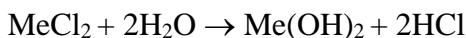
Birinci qrupa köhnə tipli, məhsuldarlığı yüksək olmayan (1-2 milyon ton/ il), AVT(AT) qurğuları aiddir. İkinci qrupa daha geniş yayılmış, yüksək məhsuldarlıqlı, kombinə olunmuş atmosfer və atmosfer-vakuum qurğuları (ELOU-AT, ELOU-AVT) aiddir.

7.2.1. Hidrogen sulfidin və hidrogen xloridin təsiri ilə korroziya.

Əmələ gələn korroziya törədici komponentlərin arasında AVT (AT) tipli qurğuların iş şəraitində daha aqressiv olanlar hidrogen xlorid və hidrogen sulfiddir.

Hidrogen xloridin əsas əmələ gəlmə mənbələri kalsium və maqnezium duzları və həmçinin, xlor üzvü birləşmələridir.

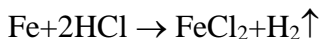
Neftin emalı prosesində kalsium və maqnezium xloridlər hidrolizə uğrayır:



Təzyiq 0,4-0,5 MPa olduqda duzların hiss olunacaq hidrolizi 120-150 °C-dən yuxarı temperaturda baş verir.

Neftdə olan xlor üzvü birləşmələr də müəyyən şəraitdə pərçalanaraq HCl əmələ gətirir. Bu zaman hidrogen xloridin çıxımına oksigen, bəzi metalların duzları, həmçinin H₂S-in turş birləşmələri təsir edir.

HCl nəmin 70-130 °C-də kondensləşməsi şəraitində xlorid turşusu əmələ gətirir ki, o da karbonlu poladın intensiv elektrokimyəvi korroziyasına səbəb olur:

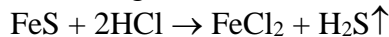


Neftin emalı prosesində bütün kükürlü üzvü birləşmələr parçalanaraq bir hissəsi H_2S əmələ gətirir. Su fazası olduqda H_2S -in təsiri ilə metalın korroziyası $100\text{ }^\circ\text{C}$ -dən aşağı temperaturda başlayır.

$80\text{ }^\circ\text{C}$ temperaturda və suyun H_2S ilə tam doyması şəraitində polad 20 üçün korroziya sürəti 0,25, polad 35 üçün isə 0,65 mm/il olur. H_2S məhlullarında karbonlu, az legirlənmiş poladlar və çuqunun dağılması spesifik xarakter daşıyır. Belə ki, bir-birinə yaxın, yastı dibli, xırda geniş yaralar əmələ gəlir.

H_2S -in parsial təzyiqindən asılı olaraq korroziya prosesində müxtəlif tərkibli dəmir (II) sulfid əmələ gəlir. H_2S -in aşağı parsial təzyiqlərində troilit FeS və FeS_2 – dən ibarət olan örtük sıx struktura malik olur və metalı sonrakı korroziya dağılmalarından qoruyur. H_2S -in parsial təzyiqi artdıqca sulfid təbəqəsi kükürd ilə zənginləşir və kanzitə Fe_9S_8 çevrilir ki, o da tamamlanmamış kristallik qəfəsə malikdir və korroziya aktivliyinə malik komponentlərin metal səthinə diffuziyasına mane ola bilmir.

HCl və H_2S birgə təsir etdikdə korroziya prosesi kəskin intensivləşir və əvvəlcə metal səthində əmələ gələn dəmir sulfid örtüyü dağılır:



Bu halda dəmir (II) xlorid məhluluna keçir və azad olan H_2S yenidən metal ilə reaksiyaya girir.

Karbonlu poladların HCl və H_2S -in suda məhlullarında sınaqları göstərmişdir ki, hətta ən durulaşmış HCl məhlulu H_2S ilə doydurulduqda karbonlu poladın korroziya sürəti 3 dəfə artır.

Eyni zamanda H_2S -in sulu məhlullarında (HCl olmadıqda) xrom ilə legirlənmə poladın korroziyasını azaldır.

Austenit sinifindən olan poladlar üçün xlorid turşusu məhlullarında $\geq 70\text{ }^\circ\text{C}$ temperaturalarda xlorid korroziya çatlamaları xarakterikdir. pH 3÷6 olduqda temperaturun $150\text{--}200\text{ }^\circ\text{C}$ həddində dağılmanın daha çox intensiv xarakteri müşahidə olunur. Dağılma transkristallit xarakterə malikdir. Qatılığы 0,5 mol/l olan HCl məhlulunun H_2S ilə doydurulmuş halında alüminium və onun ərintiləri $70\text{ }^\circ\text{C}$ -də sürətli dağılmaya (AMr 3 ərintisi üçün 13,1 mm/il) məruz qalır. Odur ki, bu qrup materiallar həmin mühitlərdə istifadə edilmək üçün yararlı deyil.

Xlorid turşusu məhluluna H_2S daxil edilməsi dərin və çox vaxt nöqtəvari korroziya xarakteri verir.

HCl - in H_2S ilə məhlullarında və H_2S olmayan məhlullarında latunun korroziyası bərabər qiymətli yeyilmə ilə xarakterizə olunur. LO70-1 latunu

üçün 30-90 °C temperatur intervalında, qatılığı 0,03-0,07 mol/l olan HCl məhlulunda korroziya sürəti 0,4-0,6 mm/il olur. Məhlulu H₂S ilə doydurulduqda korroziya sürəti az artır(0,5-0,6 mm/il) Latunu arsen ilə legirləşdirdikdə H₂S ilə doymuş HCl məhlullarında korroziya sürəti 0,2-0,3 mm/il-ə qədər azalır ki, bununla səbəbi hidrogen depolyarlaşmasına arsenin ləngidici təsiridir.

7.2.2. Tərkibində yüksək miqdarda neft turşuları olan neftlərin emalı zamanı korroziya.

Neft turşuları neftdə olan normal və izo quruluşlu yağ turşularının, naften, naften-aromatik turşuların qarışığından ibarətdir. Onların neftdə miqdarı faizin yüzdə birindən 2-3 %-ə qədər olur. Neftin yüngül fraksiyalarında normal və zəif şaxələnmiş alifatik turşular olur. Neft fraksiyalarının qaynama temperaturu artdıqca onlarda güclü şaxələnmiş quruluşlu alifatik turşular və həmçinin naften turşuları artır. Orta və yağ fraksiyalarından ayrılmış turşularda naften turşularının miqdarı 90 %-ə çatır. Neft turşuları keçmiş SSRI-nin neftlərindən bakı, qrozni, emba, saxalin və borislav neftlərində daha çoxdur və onların miqdarı 1,7 kütlə %-ə çatır.

Neft turşuları praktiki olaraq suda həll olurlar, amma, karbohidrogenlərdə və digər üzvi həlledicilərdə yaxşı həll olurlar.

Korroziya məhsulları – neft turşularının metal duzları isti neft axınlarında həll olurlar. Bununla əlaqədar olaraq neft turşularının törətdiyi korroziya sulfid korroziyasından keyfiyyətcə fərqli dağılma mənzərəsi ilə müşahidə olunur. Əmələ gələn çökəklilik, böyük axın sürətlərində isə açıq, kənarları isti olan novcuqlar təmiz və parıltılı qalır. Korroziya məhsullarının səthdə olmaması neft turşularının təsirini sürtünmədən yeyilməyə oxşar edir. Tərkibində neft turşuları olmayan neftləri və neft məhsullarını emal edərək belə hadisələr müşahidə olunmur. Neftin qovulması zamanı neft turşuları benzin fraksiyasına düşür və ya olduqca az miqdarda düşür.

Neftin turşularının təsiri ilə korroziya dağılmalarının yarandığı şərait sulfid korroziyasının şəraiti ilə analojidir. Lakin, tərkibində yüksək miqdarda neft turşuları (0,3-3 %) olan neftlərin emalı zamanı avadanlıqların korroziyasının xüsusiyyəti və bəzi müdafiə prinsipləri neftlərin fiziki – kimyəvi xassələri ilə əlaqədardır.

Neftlərin və neftin distillə məhsullarının korroziya aqressivliyi dolayı yolla turşu ədədi ilə xarakterizə olunur. Turşu ədədi 100 q neftin və ya neft məhsulunun neytrallaşmasına sərf olunan KOH-in miqdarıdır. O zaman neft

turşusu korroziası baş verir ki, turşu ədədi 100 q məhsul üçün >50 mq KOH olsun. Neft turşularının turşu ədədi onların nisbi molekullar kütlesi ilə tərs mütənəsibdir və nisbi molekullar kütlesi 300-ə qədər olan turşular daha aqressiv turşulardır.

Kerosin – qazoyl fraksiyasında olan turşular daha aqressivdir.

200-250°C–dən yuxarı temperaturlarda yüksək molekullu turşular termiki parçalanaraq daha kiçik molekullu turşular əmələ gətirirlər. Parçalanma metalların iştirakı ilə kaializləşdirilir (misin iştirakı ilə olduqca qüvvətli). Lakin, neftin ilkin emalı qurğularında neft turşuları 320 °C-ə qədər temperaturlarda parçalanmırlar.

Metallara münasibətdə neft turşularının aqressivliyi bir sıra faktorlardan asılıdır: qatılıq, işçi temperatur, metalın təbiəti və axının sürəti. Korroziyanın sürəti turşunun miqdarı və ya turşu ədədindən bir başa asılıdır. Turşu ədədi iki dəfə artdıqda (sabit temperaturda) karbonlu poladların, 7Cr-0,5 Mo, 9Cr-1Mo poladların korroziya sürəti 2,5 dəfə 08x13 tipli poladların isə demək olar ki, 5 dəfə artır.

Əksər hallarda neft turşuları 220-400 °C-də temperatur intervalında metalların intensiv korroziyasına səbəb olur və 280 °C-də korroziya sürəti maksimum olur. Karbonlu poladın sobada 270-280 °C-də korroziya sürəti 10 mm/il olur.

Neft turşularının təsiri ilə korroziya yalnız su fazasının iştirakı ilə, kondensləşmə zonasında isə olduqca intensiv gedir. Buxar fazada isə turşu korroziyası getmir.

Istismar təcrübələri göstərir ki, buxar fazası iştirakı ilə korroziya həmişə maye fazada olduğundan daha çoxdur. Bu, onunla izah olunur ki, buxar fazası əmələ gələrkən maye fazanın hərəkət sürəti hiss olunacaq dərəcədə artır.

AVT (AT) tipli qurğularda neft turşularının təsiri ilə korroziya 200-400 °C-də əsasən neftin atmosfer və vakuu qovulmaları bloklarında baş verir. Borular və sobanın radiant bölmələrinin çıxışında, sobadan rektifikasiya kalonuna qədər olan borularda, yuxarı boşqablarda, qaynar orta neft distillatlarının nəqli borularında, vakuu kalonunda, mazutun daxil olduğu yerin üstündəki boşqablarda, həmçinin, axının bircinsliyinə mane olan yerlərdə (termocütlər, boltlar və gobud qaynar tikişləri) dağılmalar baş verir.

Neft turşusu korroziyasından müdafiə üçün yüksək legirlənmiş XI7-HI3 M3T polad təklif olunur. Mis və mis ərintiləri istifadə ola bilməz, belə ki, onlar 150 °C-dən yuxarı temperaturlarda korroziyaya uğrayırlar. Neft

turşusu korroziasına qarşı davamlı materiallar alüminium və alüminium erintiləridir (tərkibində mis olmayan). Amma, onların istifadəsi mexaniki xassələrinə görə və qaynaq çətinliyinə görə məhduddur.

Davamlı materialların istifadəsi və axınların sürətinin azaldılması ilə yanaşı tərkibində neft turşuları olan xammalın korroziya aqressivliyini azaltmağın digər üsulları da var:

- turşulu neftləri tərkibində neft turşusu olmayan neftlərlə qarışdırmaq;
- neft turşularını onların aqressiv olduqları temperaturdan aşağı temperaturalarda buxarlandırma yolu ilə əvvəlcədən ayırmaq;
- neft turşularını $\text{Ca}(\text{OH})_2$ və ya NaOH mənlulları ilə neytrallaşdırmaq və su ilə Ca və Na duzlarını ayırmaq. Amma, bu üsul tətbiq tapmamışdır. Belə ki, istehsal prosesini mürəkkəbləşdirməklə yanaşı kalsium birləşmələri qovulmanın qalıq birləşmələrinə keçir.

7.2.3. Korroziyadan müdafiənin kimyəvi – texnoloji üsulları.

AVT (AT) tipli qurğuların avadanlıqlarının istismar müddətini artırmaq və korroziyadan müdafiə üçün kimyəvi texnoloji üsullar geniş istifadə olunur. Bu üsullar aşağıdakılardır: neftin duzsuzlaşdırılması və susuzlaşdırılması; xammala qələvi reagentlərin daxil edilməsi; atmosfer kalonunun yuxarı qovulma məhsullarının neytrallaşdırılması, inhibitorlaşdırılması.

Duzsuzlaşdırılma və susuzlaşdırılma ənənəvi və çox yaxşı məlum olan üsullardır və neft emalı prosesinin tədrisi zamanı geniş öyrənildiyindən bu proseslərin izahına yer verməyi məqsədə uyğun hesab etmədik.

7.2.3.1. Xammalın qələviləşdirilməsi.

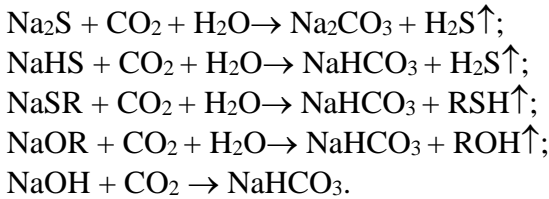
Kalsium xlorid və maqnezium xlorid neytrallaşa bilən reagentlərlə qarşılıqlı təsirdə olduqda çətin həll olan hidooksidlər və ya karbonatlar və neftin ilkin emalı şəraitində hidrolizə uğramayan NaCl əmələ gəlir. Bundan başqa, üzvü turşular və ayrılan HCl neytrallaşır.

Qələviləşdirici agent kimi əsasən natrium karbonat Na_2CO_3 , natrium hidroksid NaOH və onların qarışığı istifadə olunur.

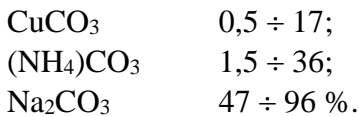
Yalnız NaOH istifadə ediləndə avadanlıqların qələvi çatlamaları təhlükəsi, qurğunun soba borularının koklaşması artır. Natrium karbonat qeyd olunan qüsurlardan azaddır, amma, onun tətbiqi zamanı çöküntü əmələ gəlməsi və xətlərin tutulması mümkündür.

Keçən əsrin 80-cı illərin əvvəllərindən başlayaraq bəzi neft emalı zavodlarında neytrallaşdırıcı agent kimi işlənmiş qələvi istifadə edildi. Onun

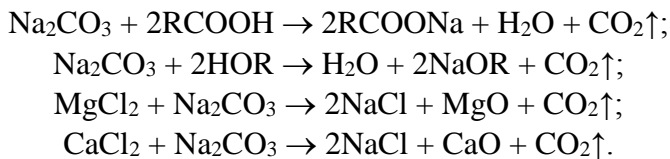
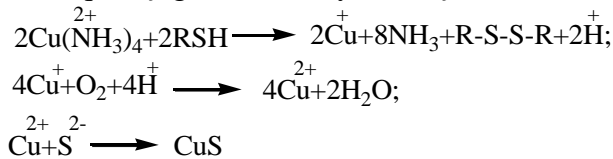
tərkibinə Na_2S , Na_2CO_3 , NaSR , NaOH , NaOR daxildir. Dövretmə qələvi məhlulunun neytrallaşdırmada istifadəsinin qüsuru odur ki, onlarda olan sulfidlərin və hidrosulfidlərin parçalanması hesabına əlavə H_2S əmələ gəlir və bu da mühitin aqressivliyini artırmağa və korroziyanı stimullaşdırmağa səbəb olur. Bununla əlaqədar olaraq işlənmiş qələvi məhlulunu CO_2 ilə əvvəlcədən işləmək lazımdır ki, bu da məhluldan $80\text{-}90\text{ }^\circ\text{C}$ -də CO_2 buraxmaqla həyata keçirilir:



İnkişaf etmiş dövlətlətin neft emalı zavodlarında korroziyadan müdafiə üçün duzsuzlaşmış neftə qələviləşdirici reagent və mis-ammoniak kompleksi (satış markası «kronoks C») birgə istifadə olunur. Bu kompleks Na_2CO_3 , CuCO_3 , və $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ qarışığından ibarətdir. Neftdə aqressiv komponentlərin miqdarından asılı olaraq kompleksin tərkibi aşağıdakı kimidir:



Neftin aqressiv komponentləri ilə «kronoks C»-nin komponentləri qarşılıqlı təsirdə olduqda aşağıdakı reaksiyalar baş verir:



Təcrübələr nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, mis – ammoniak kompleksi istifadə etdikdə karbonlu poladın korroziya sürətini qələvi və ammoniak verildiyi halda olan korroziya sürətinə nəzərən təxminən 10 dəfə azaltmaq olar. Bununla yanaşı mazutun küllülüyü və soba borularının kokslaşması azalır, aparatlar qeyri-üzvi duzlarla və korroziya məhsulları ilə çirk-

lənmir, kalonun yuxarı hissəsinə ammoniak verilməsinə ehtiyac qalmır, kalonun kondensləşmə-soyutma sistemlərində pH- in qiymətinin sabit saxlanması təmin olunur və drenaj suyunda xloridlərin miqdarı az olur (5-10 milyon⁻¹Cl⁻). Amma bu üsul qüsurlara da malikdir. Neft qalıqları katalitik proseslər üçün nəzərdə tutulduqda onun tətbiqi yol verilməzdir. Bu metod istifadə olunduqda xammal üçün istilikdəyişdiricilərdə Cu-ə malik birləşmələrin əmələ gəlmə təhlükəsi yaranar.

Neft emalı qurğusunda müxtəlif tərkibli neftlər emal olunduqda xam neftlərin verilmə sürəti ilə kompleksin sistemə verilməsi sürətini uyğunlaşdırmaq çətindir. Mis kompleksinin tərkibində olan ammoniakın bir hissəsi kalonun yuxarı hissəsinə qalxır və onun istifadəsi olduqca bahalaşır.

Odur ki, baxılan üsulların hər birinin öz qüsurları var, HCl-un əmələ gəlməsini azaltmaq baxımından isə onların heç biri üstünlüyə malik deyil.

Qələviləşdirici reagentlər sistemə müxtəlif yerlərdən verilə bilər: xam nefti qızdırmaq üçün istilik dəyişdiricilərdən əvvəl, ELOU-ya qədər; xam nefti qızdırmaq üçün istilik dəyişdiricilərdən sonra ELOU-ya qədər; ELOU-dan sonra, duzsuzlaşdırılmış neftin qızdırılması üçün istilik dəyişdiricidən əvvəl; ELOU və duzsuzlaşdırılmış neftin qızdırıldığı istilik dəyişdiricilərdən sonra, K-1 kalonundan əvvəl. ELOU-ya qədər nefti natrium hidroksidin suda məhlulu ilə işlədikdə xlor üzvi birləşmələr qismən kənarlaşdırılır. Bu məqsədlə ELOU-nun birinci pilləsində neft su ilə yuyulur ki, xloridlərin qalıq miqdarı 50 mq/ℓ-dən çox olmasın. İkinci pillədən əvvəl neftin yuyulması üçün NaOH-in 1 %-li məhlulu 1 m³ neftə nəzərən 20 qram NaOH məsrəfi ilə verilir. Elektrodhidratorda optimal temperatur 100-110 °C-dən aşağı olmamalıdır.

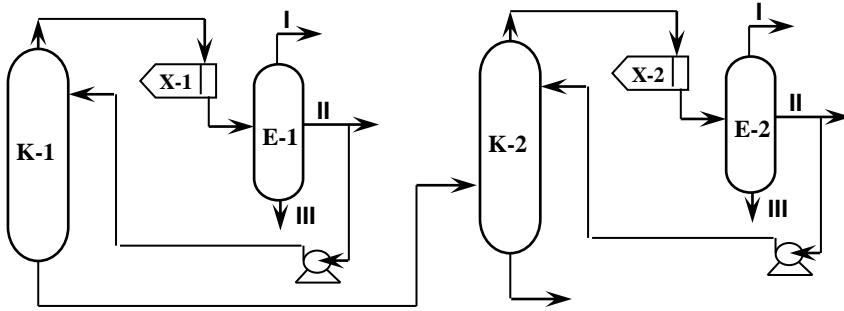
İkinci pillədə xlor üzvi birləşmələrin bir qismi parçalanır və ayrılan xlor ionunun qələvi ilə reaksiyası nəticəsində NaCl əmələ gəlir və su ilə yuyulur. Əgər birinci pillədə duzsuzlaşmaya daxil olan neftlərdə xloridlərin miqdarı 50 mq/ℓ-dən az olarsa, xlor üzvi birləşmələri kənarlaşdırmaq üçün qələvini ELOU-nun birinci pilləsindən əvvəl vermək olar. Lakin, belə üsulla qələviləşdirmə zamanı ELOU-dan sonra kifayət qədər xloridlər qalır ki, (2-5 mq/ℓ), onlar da tam hidroliz etdikdə əlavə olaraq saatda 0,5-dən 2,2 kq qədər HCl əmələ gələ bilər.

Belə hesab olunur ki, qələvi məhlulu duzsuzlaşdırılmış neftə qızdırma üçün istilik dəyişdiricilərindən əvvəl, müstəqil ELOU-dan hazır neft olan qurğularda isə bir başa xammal nasosunun girişinə verildikdə daha yüksək dərəcədə qələviləşdirmə əldə olunur.

Neftə ELOU-yə qədər qələviləşdirici məhlul verildikdə K-1 və K-2 kalonlarında HCl əmələ gəlməsinin qarşısını almır və kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarının etibarlı müdafiəsi təmin olunmur. Bu, həm də onunla izah olunur ki, neftin qovulmağa hazırlanması zamanı qızdırılma temperaturu ($t=100\div 120\text{ }^{\circ}\text{C}$) intensiv HCl əmələ gəlməsi üçün kifayət etmir. Qələvinin duzsuzlaşmış neftə verilməsi metalı korroziyadan səmərəli qoruma baxımından, həm də qələviyə qənaət baxımından daha məqsədə uyğundur.

Korroziya sürəti neytrallaşdırıcı agentlərin miqdarından da asılıdır. Onların izafi miqdarı avadanlıqlarda korroziya çatlamalarına, soba borularının kokslaşmasına, qalıq məhsulların küllülüyünün artmasına, soba yanacaqlarını yandırarkən vanadium korroziyasının güclənməsinə səbəb olur. Neytrallaşdırıcı maddənin məsrəfi emal olunan neftin keyfiyyətindən, duzsuzlaşmış neftə olan qalıq duzların tərkibindən, kalona girişdən əvvəl qızdırılma temperaturundan asılıdır.

Uyğun olaraq neytrallaşdırıcıların məsrəfini müəyyən edərkən ilk növbədə qaz-maye qarışığı ilə billikdə K-1 və K-2 kalonlarından E-1 və E-2 qaz-su ayırıcılarına daxil olan HCl və H_2S -in faktiki miqdarı müəyyənləşdirilməlidir (şəkil 7.2).



Şəkil 7.2. Neftin ilkin emalı qurğularından texnoloji axınlarda hidrogen xlorid və hidrogen sulfidin paylanma sxemi:

- K-1-buxarlanma kalonu;
- K-2-atmosfer kalonu;
- X-1, X-2-hava ilə soyutma kondensatorları;
- E-1, E-2 reflyuks tutumları;
- I-E-1(E-2)-dən olan qaz;
- II-baş.-qay.-tem. $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$ benzol fraksiyası;
- III-drenaj suyu.

Texnoloji qazlarda HCl və H₂S-in, həmçinin benzində və drenaj suyunda S²⁻ və Cl⁻ ionlarının təyini kolorimetrik, yodometrik, merkurimetrik və potensiometrlik titrləmə metodları ilə təyin olunur.

HCl (H₂S)- in ümumi miqdarı (q/saat) aşağıdakı formul üzrə hesablanır:

$$G=G_q+G_b+G_s$$

G_q, G_b, G_s, -uyğun olaraq qazda, benzində, suda HCl (H₂S) - in miqdarı.

K-1, K-2 kalonlarında əmələ gələn HCl-in miqdarı haqqında məlumatlar əldə edildikdə qələviləşdirici reagentlərin lazımı miqdarı X, q/ton müəyyən edilir:

$$X=KG_{HCl}\cdot 0,98/G_{duz.n.}$$

G_{HCl}-əmələ gələn HGL-in miqdarı, q/saat; ton/saat; K-əmsal (NaOH üçün K=1,09; Na₂CO₃ üçün K=1,51).

Təklif olunan hesablama metodu həm xloridlərin hidrolizi, həm də xlorüzvi birləşmələrin parçalanması hesabına əmələ gələn hidrogen xloridin 95-98 %-ni neytrallaşdırmağı nəzərdə tutur ki, qələviləşdirici maddənin izafi miqdarı sistemə düşməsin və uyğun olaraq avadanlığın qələvi çatlamaqları baş verməsin.

Belə bir fikir mövcuddur ki, keyfiyyətinə və tərkibinə görə eyni neftləri çox tonnajlı qurğularda emal etdikdə aşağı məhsuldarlıqla qurğularda olduğuna nəzərən korroziyadan dağılmalar hiss olunacaq dərəcədə yüksəkdir. Bununla əlaqədar olaraq müxtəlif itehsal güclü qurğuların texnoloji axınlarının aqressivliyi tədqiq olunmuşdur: ELOU-AVT-2 (2 milyon ton/il) və ELOU-AVT-6 (6 milyon ton/il). Neftdə kükürdün miqdarı 1,6-1,9 %, duzsuzlaşdırılmış neftdə xloridlərin miqdarı 1,5-6,0 mq/l olmuşdur. Nəticələr 7.2-ci cədvəldə verilir. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, bu qurğuların K-1 və K-2 kalonlarının kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarından keçən qarışıqda HCl-in miqdarlarında xeyli fərqə baxmayaraq hər iki qurğunun K-1 kalonlarının fraktında xlorid turşularının qatılıqları eyni olub 0,003 mol/l-dir.

Cədvəl 7.2.

ELOU-AVT-2 və ELOU-AVT-6 qurğularının K-1 və K-2 kalonlarının yuxarı qovulma məhsullarında korroziya aqressivliyinə malik komponentlərin miqdarı

Göstəricilər	ELOU-AVT-2		ELOU-AVT-6	
	K-1	K-2	K-1	K-2
1) Cl ⁻ ionların miqdarı, q/m ³ : qazda, benzində, drenaj suyunda	0,0013÷0,002 3 –	– 4,1-11,2 8,2-10,8	0,49- 1,02 0,2-0,83	– 0,42-15 62,0-84,0
2) S ²⁻ -nin miqdarı, q/m ³ qazda, benzində drenaj suyunda	0,1-0,3 0,9-1,9 –	– 8,6-5,7 60-146	3,5-15,0 9,5-16,0 0,96,1	– 3,9-9,86 43-111
3) HCl- in ümumi miqdarı, q/saat H ₂ S-in ümumi miqdarı, q/ton	200-500 60-70 3200-6900	580-600 600- 1200	43-90 230-700 4640-8630	600-1000 850-2180 0,002
4) Xlorid turşusu məhlulunun qatılığı, mol/ℓ	0,003	0,006	0,003	

ELOU-AVT-6 qurğusunun K-2 kalonunun traktında xlorid turşusunun qatılığı ELOU-AVT-2 nin analoji traktında olan qatılıqdan xeyli azdır və uyğun olaraq 0,002 mol/ℓ və 0,006 mol/ℓ dir. Bu, onunla izah olunur ki, ELOU-AVT-6 qurğusunda kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarında nəmin miqdarı ELOU-AVT-2-də olduğundan 4-5 dəfə çoxdur.

Qeyd olunan məlumatlar göstərir ki, müasir sənaye qurğularında buxarlanma kalonlarında «qaynar axın» olduqda (t=360-380 °C) kükürlü birləşmələr H₂S əmələ gətirməklə parçalanması əsasən K-1-də baş verir.

K-1 kalonunda əmələ gələn HCl-in miqdarına aid məlumatlar əsasında neytrallaşma dərəcəsini (S, %) qiymətləndirmək olar:

$$S = [(G_n - G_f) / G_n] \cdot 100$$

G_n-HCl-in nəzəri hesablanmış miqdarı, q/saat; G_f-K-1 kalonunda əmələ gələn HCl-in faktiki miqdarı, q/saat.

Qeyd etmək lazımdır ki, əksər neft emalı komplekslərində qələviləşdirilmə aparılır.

7.2.3.2. Atmosfer kalonlarının yuxarı qovulma məhsullarının neytrallaşdırılması.

Atmosfer kalonlarının kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarının müdafiəsi yuxarı qovulma məhsullarının neytrallaşdırılması yolu ilə aparılır. Neytrallaşdırıcı agent kimi ammoniak, morfolin, üzvi aminlər və ya kompozisiya tərkibli neytrallaşdırıcılar istifadə oluna bilər.

Keçən əsrin 70-90-cı illərində ən geniş yayılmış neytrallaşdırıcı kimi ammoniak istifadə edilirdi. Ammoniak qüvvətli neytrallaşdırıcı xassəyə malikdir, az tapılan deyil və qiyməti ucuzdur.

Ammoniakın köməyi ilə neytrallaşdırmanın əsas qüsuru mühitin pH-nın optimal həddə saxlanması çətinliyidir. Ammoniak uçucudur və titrləmənin olduqca sərt gedişi ilə xarakterizə olunur, xüsusən də pH 5,0-dən 7,5-ə qədər olduqda. Bununla əlaqədar olaraq ammoniakın verilmə sürətinin və ya neytrallaşdırılan mühidə HCl və H₂S-in hətta azacıq dəyişməsi pH-ın nəzərdə tutulan həddən hiss olunacaq dərəcədə kənara çıxmasına səbəb olur.

Bu neytrallaşdırıcının başlıca üstünlüyü ondan ibarətdir ki, o, qaz halında texnoloji axınla birlikdə sərbəst hərəkət edir və hələ su buxarları kondensləşməmiş olduğu halda da HCl-i neytrallaşdırır.

Ammoniak sistemə həm qaz halında, həm də suda məhlul halında verilir. Qaz halında ammoniakın istifadəsi onun dozalaşdırılmasını çətinləşdirir ki, bu da miqdar az, həm də çox olan hallarda xoşagəlməz nəticələr verir. Ammoniakın məsrəfi azaldıqda və bununla əlaqədar pH aşağı düşdükdə HCl korroziyasının sürəti artır. Sistemdə NH₃-ün miqdarının artıq olması hesabına pH-ın artması H₂S-in həll olmasının və onun dissosiasiyasının yüksəlməsinə səbəb olur ki, bu da H₂S korroziyasını sürətləndirir. Ammoniakın artıq miqdarda verilməsinin yaratdığı digər təhlükə NH₄HS, (NH₄)₂S və NH₄Cl duzları çöküntülərinin əmələ gəlməsidir. Ammonium xlorid çöküntüləri korroziya aqressivliyi baxımından daha təhlükəlidir. Buxar fazada onun miqdarı 40-dan 70 milyon⁻¹ miqdarda olduqda suyun kondensləşmə temperaturundan yuxarıda metal səthinə çökə bilər. Özünün hiqroskopiklik xassəsinə əsasən müəyyən miqdarda suyu özü ilə səthə yaxınlaşdırır və yapışan pasta şəklində olur və NH₄⁺ və Cl⁻ ionlarına malikdir. Ammonium kationu stabil olmadığından ammoniak ayırır, qalıqda isə xlorid turşusu qalır; xlorid turşusunun belə məhlullarının pH-ı çox az qiymətə malikdir və bu da H₂S iştirakı ilə intensiv pitting əmələ gəlməyə səbəb olur.

NH₄Cl çökmələrinin qarşısını almaq üçün bəzi hallarda atmosfer kalonunun yuxarı avadanlıqlar sistemi su ilə yuyulur. Bu halda eyni zamanda NH₄Cl və ya HCl böyük miqdarda su ilə kondensləşir.

Keçmiş SSRI-də ammoniak əsasən 1-3 %-li suda məhlul halında istifadə edilirdi və sistemə daxil olarkən ani olaraq buxarlanaraq qaz halında ammoniaka buxar fazada HCl ilə reaksiyaya girmək imkanı verirdi. Ammoniakin suda məhlul halında verilməsinin üstünlüyü reagentin sistemə norma-ya uyğun verilməsini asanlaşdırmaqla, onun məsrəfini azaltmaqda və latun boruların korroziya çatlarının yaranması ehtimalını azaltmaqdadır. Ammoniakin suda məhlulu əmələ gələn ammonium sulfid və ammonium xloridin həll olmasına və sistemdən kənarlaşdırılmasına kömək edir.

Ammoniaklı su ya şlem xəttinə və ya buxarlanma və atmosfer kalonlarının suvarma xətlərinə verilir.

Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, neytrallaşdırıcı reagent şlem borusuna verildikdə karbonlu poladın korroziya sürəti reagentin suvarma xəttinə verildiyi hala nəzərən 1,5-2 dəfə azalır. Korroziya sürətinin azalması kondensator-soyuduculardan əvvəl HCl-in qalıq miqdarının daha tam neytrallaşması ilə əlaqədardır. Bundan əlavə, ammoniak məhlulunun şlem xəttinə verilməsi kalonun yuxarı boşqablarında NH_4Cl və $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ çöküntülərinin əmələ gəlməsi ehtimallarını aradan qaldırır.

Ammoniakin məsrəfi normasının düzgün təyin edilməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Keçən əsrin 70-ci illərinin sonlarına qədər tam neytrallaşma üçün NH_3 artıq miqdarda verilirdi (bir ton neftə 30-50 q miqdarı ilə). Amma, bu halda mis ərintilərinin korroziyadan dağılması təhlükəsi yaranır. Keçən əsrin 80-ci illərinin əvvəllərindən başlayaraq ammoniak sistemə 1 ton neftə 1-5 q hesabı ilə verilirdi. Ammoniakin sistemə verilməsi elə tənzimlənilir ki, kondensasiya-soyutma sistemlərinin su fazasının pH-ı qurğuda istismar olunan materiallar üçün optimal olan diapazonda saxlanılsın.

K-1, K-2 kalonlarının reflyuks tutumlarının drenaj sularının pH-nın 6,5-7,5 həddində saxlanması polad, latun və alüminium ərintilərinin korroziya sürətlərini qəbul olunmuş normada saxlamağa imkan verir. Belə hesab olunur ki, pH-ın optimal qiyməti mühitdə H_2S və xloridlərin miqdarından asılıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, hər bir qurğu üçün HCl-in miqdarı haqqında məlumatlara əsasən ammoniakin optimal istifadə miqdarı müəyyənləşdirilir.

Kimyəvi-texnoloji müdafiə metodları istifadə edilərkən neytrallaşdırma prosesinin stabilliyinə diqqət yetirilməlidir. Belə ki, hətta reagentlərin verilməsinin müvəqqəti dayandırılması kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarının korroziya-sının sürətinin fəlakətli həddə qədər artmasına səbəb ola bilər.

7.2.3.3. Inhibitorların istifadəsi.

Bu, korroziyadan müdafiənin ən sadə və iqtisadi məqsədə uyğun üsullardan biridir. Amma səmərəli inhibitorların yaradılması və tətbiqinin çətinliyi ondan ibarətdir ki, inhibitorlar çoxlu sayda tələbləri ödəməlidirlər: kifayət qədər az miqdarda müəyyən olunmuş maksimum müdafiə təsirini təmin edir; texnoloji cəhətdən asan istifadə ola bilən olmalıdır; iqtisadi səmərəli olmalıdır; oksidləşmə və reduksiya davamlı olmalıdır; xidmət göstərən əməkdaşlara zəhərləyici təsir göstərməməli və ətraf mühit üçün təhlükə yaratmamalıdır. Hazırda çoxlu sayda inhibitorlar məlumdur ki, karbohidrogen mühitlərində metalları korroziyadan müdafiə üçün istifadə edilir. Əksər hallarda onlar müxtəlif siniflərə aid olan üzvi birləşmələrdirlər və azot, kükürd, oksigen, fosfor, silisium kimi heteroatomlara malik olurlar.

Neft emalı sənayesində əsasən azotlu üzvi birləşmələr istifadə olunur.

Amin tipli inhibitorlar istifadə olunarkən pH böyük əhəmiyyət kəsb edir. pH aşağı olduqda inhibitorun daha artıq məsrəfi tələb olunur, belə ki, pH 4-5 olduqda amin tipli birləşmələrin bir qismi neytrallaşdırmaya sərf olunur ki, bu da iqtisadi sərfəli deyil. Bununla əlaqədar olaraq adətən inhibitor sistemə neytrallaşdırıcı reagentlə birgə verilir. Elə inhibitorlar var ki, onlar müdafiə xassələrini mühitin pH-ı aşağı qiymətlərə malik olduqda saxlayırlar.

Neftin ilkin emalı şəraitində istifadə üçün nəzərdə tutulmuş inhibitorlar bir qayda olaraq yaxşı yuyucu xassəyə malik olur və nəticədə dəmir yanığı, oksidlər, pas desorbsiya olunaraq dispersləşərək mayədə suspenziyalaşır. İlk iki həftədə reflüks tutumlarının drenaj sularında dəmirin qatılığının artması bununla izah olunur.

Örtük əmələgətirici inhibitorlar istifadə edilərkən injektorlaşdırma nöqtəsinin düzgün seçilməsi vacibdir. Vacibdir ki, uyğun qatılıqlı inhibitor məhlulu maksimum korroziya ola bilən yerə düşsün.

Verilən inhibitorun miqdarı neftin keyfiyyəti, qurğunun məhsuldarlığı, emal olunan xammalda suyun və xloridlərin miqdarı əsasında müəyyənləşdirilir.

Üzvi inhibitorlardan aşağıdakılar geniş istifadə olunur: Nalko 161E, Nalko 165 AC, Nalkamin Q-39M, Kontol (ABŞ), Proxinor (Fransa), Dodigen 213, Dodigen 481, Nole 2404 (AFR), Oksayd 162 (Hollandiya), Xunqakor 3A (MXR), IKB-2-2, VNX-1, TAL-2, TAL-3 (Rusiya Federasiyası), Kaspi-X, Kaspi (Azərbaycan) və s.

MDB ölkələrində əsasən IKB-2-2 və Dodigen 481 istifadə olunur. 1995-ci ildən Azərbaycanda H.Ə.Əliyev adına neft emalı zavodunda Y.H. Məmmədliyəv adına Neft Kimya Prosesləri Institutunda Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının müxbir üzvü V.M. Abbasovun rəhbərliyi ilə yaradılmış Kaspi və Kaspi-X inhibitorları istifadə edilir.

IKB-2-2 pH 6,0-8,0 olmaqla ammoniak ilə birgə istifadə edilir. Sistemə inhibitor kerosində 2-5 %-li məhlul halında verilir.

Xüsusi qeyd etmək lazımdır ki, Kaspi və Kaspi –X inhibitorları müstəsna olmaqla digər inhibitorlar neytrallaşdırıcı istifadə edilmədiyi halda lazımı müdafiə səmərəsinə malik olurlar.

7.2.4. Neftin ilkin emalı qurğuları avadanlıqları üçün təklif olunan materiallar.

Neftin ilkin emalı qurğularının avadanlıqları üçün materiallar onun işinin konkret texnoloji parametrlərdən (temperatur, təzyiq və mühitin tərkibi), bu və ya digər korroziya növünün getməsindən, korroziya əleyhinə tətbiq olunan kimyəvi-texnoloji tədbirlərdən asılı olaraq seçilir. Bu zaman laboratoriya və təcrübə sənaye tədqiqatlarının, həmçinin avadanlıqların sənaye istismarı təcrübəsinin məlumatları və onun xidmət müddətinin iqtisadi əsaslandırılması nəzərə alınmalıdır. Qeyd etmək lazımdır ki, fəaliyyətdə olan avadanlıqların korroziya sürəti çox vaxt nümunə – indikatorların sənaye və xüsusən də laboratoriya sınaqlarında alınan qiymətlərdən yüksək olur.

Xromlu və xrommolibdenli poladlar temperaturu 260-290 °C-dən yuxarı temperatura malik, tərkibində H₂S, tiollar və 200 °C-dən yuxarı temperatura malik və tərkibində sərbəst kükürd olan mühitlərdə istifadə oluna bilər. Mühitin temperaturu 260 °C-dən aşağı olduqda və mühidə nəmlik olmadıqda H₂S və tiolların miqdarından asılı olmayaraq korroziya prosesi o qədər yavaş gedir ki, onu nəzərə almamaq da olar. Xloridlərə, H₂S-ə malik AVT texnoloji mühitlərində nəmin kondensləşməsi şəraitində xromlu poladlar lokal dağılmalara məruz qalır. Bərabər qiymətli (ümumi) korroziyaya davamlılığına görə xromlu və xrommolibdenli poladlar karbonlu poladlardan daha davamlıdırlar, amma neytral və turş mühitlərdə onlar nöqtəvari və yarı korroziyaya məruz qalır. Xeyli dərəcədə gərginliyin toplandığı yerlərdə (quraşdırma tikişləri, qaynaq tikişlərinin termiki təsir zonasında olan metal və ya aparatı hazırlayarkən yaranan gərginlik) əsasən lokal dağılmalar (pitinq, yaralar, korroziya çatlamları) müşahidə olunur.

AVT və AT qurğularında austenit poladların istifadəsi onların H_2S və xlor ionu ilə olan turş və neytral mühitlərdə korroziya çatlamalarına meyilli olması ilə məhdudlaşır. Belə şərait qurğunun işə salınması və dayandırılması zamanı yarana bilər. AVT-nin neytral mühitlərində austenit poladların korroziya sürəti hiss olunacaq qədər deyil (0,004-0,02 mm/il), amma ən böyük təhlükə pitting korroziyası və korroziya çatlamaları ilə bağlıdır.

Neftin ilkin emalı mühitlərində bərabər qiymətli korroziyaya və korroziya çatlamalarına daha davamlı olan poladlar austenit-ferrit tipli poladlardır, məsələn, 08X22H6T və 08X21H6M2T. Austenit-ferrit tipli poladlar soyutma avadanlıqlarının boruları üçün istifadə olunur.

Hava ilə soyutma aparatlarının (HSA), həmçinin aqressiv mühitləri soyutmaq üçün kondensator-soyuducuların boruları üçün soyuducu kimi də niz suyu istifadə edildikdə latundan istifadə edilir. Aqressivliyi buxar fazadan H_2S -i udan zəif HCl məhlulundan ibarət olan kondensləşən su fazasında 30-70 °C temperaturlarda latun xeyli dərəcədə korroziyaya uğrayır (0,2-0,3 mm/il-ə qədər). Turş mühitdə latunun sinksizləşməsi baş verir. Bu, seçici növ korroziyadır və bu zaman ərintinin möhkəmliyi və mexaniki xassələri azalır və boruların mexaniki dağılması baş verir. Ammoniak məhlulunun və hava oksigeninin iştirakı ilə dartılma gərginliyinin təsiri ilə latunun çatlamaları baş verir. Latunun istifadə olunması mühitin aminləşdirilməsini aradan qaldırmır. Odur ki, korroziya çatlamalarının baş verməməsi üçün kükürlü və yüksək kükürlü neftlər emal olunarkən su fazasının pH-ı 9,0-dan çox olmamalıdır. Az kükürlü neftlərin emalı zamanı isə pH 8,0-dən çox olmamalıdır.

Legirlənmiş poladların və əlvan ərintilərin istifadəsi elektrokimyəvi korroziyanı azaltmaq üçün kimyəvi-texnoloji üsulların köməyi ilə mühitin korroziya aqressivliyinin azaldılmasını aradan qaldırmır. AVT (AT) mühitlərində karbonlu poladlar əleyhinə kimyəvi-texnoloji tədbirlər həyata keçirilərkən əsasən bərabər qiymətli korroziyaya uğrayırlar, karbonlu poladların korroziya çatlamaları qaz separatorlarının və boruların qaynaq birləşmələri sahəsində su fazasının pH-ı <5,0 olduqda müşahidə olunur. Su fazasında NaOH 10 %-dən çox, mühitin temperaturu 50 °C-dən çox olan hallarda qələvi korroziya çatlamaları baş verə bilər.

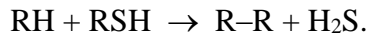
Tərkibində kifayət qədər çox neft turşuları olan neftləri (məsələn, baki neftlərini) emal edərkən əsasən soba boruları, ötürücü borular, atmosfer və vakuum kalonlarının gövdələri, xüsusən də 200-400 °C istiliyə malik axının daxil olduğu ərazilərdə korroziya dağılmaları baş verir. Neftin bir qramının

neytrallaşdırılmasına 1,5-2,0 mq KOH sərfləndiyi qiyəmətlərdən aşağı miqdarlarda neft turşuları olduğu hallarda praktiki olaraq karbonlu poladların korroziyası baş vermir. Neft turşularının təsiri şəraitində tərkibində molibden olan austenit poladlar korroziyaya daha davamlı olurlar.

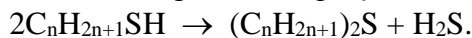
7.3. Neft xammalının destruktiv emalı qurğularında korroziya problemləri

7.3.1. H₂S-in təsiri ilə poladların yüksək temperatur korroziyası.

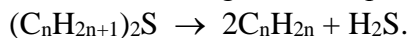
Yüksək temperaturalarda gedən neft emalı proseslərində H₂S-in iştirakı işçi mühitlərə kimyəvi dağıdıcı xarakter verir. Artıq 350 °C temperaturda neftdə olan kükürlü üzvi birləşmələr termiki parçalanmaya məruz qalır:



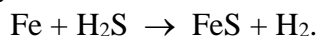
Digər şəraitlər eyni olduğu hallarda neftdə kükürlü birləşmələrin miqdarı artdıqca yüksək temperaturlu kükürd korroziyasının (YTSK) sürəti artır. Verilmiş temperaturda xammal nə qədər çox saxlanırsa, parçalanmağın tamlığı da bir o qədər yüksək olur. Temperatur artdıqca daha mürəkkəb və daha davamlı kükürlü birləşmələr parçalanmaya məruz qalır. Məsələn, tiollar 300 °C-də sulfidlər əmələ gətirməklə parçalanırlar:



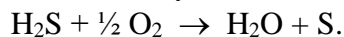
Sulfidlər isə 400 °C-də olefinlər əmələ gətirməklə parçalanırlar:



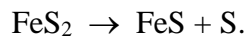
Əmələ gələn H₂S YTSK-ya səbəb olur:



YTSK səth təbəqəsindən dəmir ionlarının qaz (oksidləşdirici) mühitə diffuziyası vasitəsi ilə inkişaf edir. Odur ki, xarici lay təkcə FeS ilə yox, həm də H₂S-in qismən oksidləşməsi hesabına yaranan kükürd ilə zənginləşir:

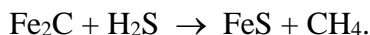


Kükürd eyni zamanda FeS₂-nin daha termiki davamlı FeS-ə parçalanma nəticəsində də əmələ gəlir:



YTSK-nın sürətinə və onun xarakterinə işçi temperatur təsir edir və bu temperaturlar hər prosesdə müxtəlifdir: neftin ilkin emalı (380 °C); katalitik riforminq (430 °C-ə qədər); katalitik krekinq (550 °C); koklaşma (625 °C) və piroliz (830 °C).

Yüksək temperaturlarda YTSK metal karbidlərinin karbonsuzlaşması ilə gedə bilər:



Belə dağılmalar başlıca olaraq metal dənəciklərinin sərhədləri boyu (kristallar arası) gedə bilər. 260 °C-dən aşağı temperaturlarda H₂S təmiz halda, həmçinin onun N₂ və H₂ ilə qaz qarışığı H₂S-in istənilən parsial təzyiqində praktiki olaraq aqressiv deyil. 200-dən 650 °C-ə qədərki diapazonda temperaturun 100 °C artması YTSK-nın sürətinin 2-4 dəfə artmasına səbəb olur. Temperatur artdıqca FeS örtüyü daha məsələli olur və H₂S-in nüfuz etməsinin qarşısını ala bilmir.

Neft emalı proseslərində rast gəlinən hallardan biri də H₂S-in H₂ ilə birgə mühitdə iştirakıdır. H₂S və H₂-in tarazlıq qatılıqlarına yaxın qatılıqlarında YTSK-nın temperaturdan asılılığının ekstremal xarakteri müşahidə olunur. Bu, aşağıdakı ekzotermik reaksiyanın getməsi ilə əlaqədardır:



Qarışıqda H₂S-in miqdarı artdıqca ekstremum daha yüksək temperaturlara doğru yerini dəyişir. Bu, aşağıdakı kimi izah oluna bilər. Temperaturun başlanğıc artma diapazonunda YTSK-nın güclənməsi dəmir ionunun sulfid örtüyündən diffuziyasının güclənməsi ilə əlaqədardır. Temperatur artdıqca sulfid təbəqəsi daha çox məsələli olur. Odur ki, nəzarətədiçi faktor dəmir ionlarının diffuziyası yox, dəmirin H₂S ilə reaksiyası olur. Bu reaksiya ekzotermik olduğundan temperaturun sonrakı artımı Le-Şatele prinsiplərinə uyğun olaraq onun əks istiqamətdə getməsinə səbəb olur. Başqa sözlə, YTSK-nın sürəti azalır. Qaz qarışığında H₂S-in miqdarı artdıqca kimyəvi nəzarətə keçmək üçün sulfid örtüyü daha məsələli olmalıdır ki, bu da daha yüksək temperaturlarda baş verə bilər. H₂S : H₂ qarışığının qatılıqları tarazlıq qatılığından daha çox fərqləndikləri hallarda, yəni H₂S-in qatılığı yüksək olduğu hallarda YTSK-nın temperatur asılılığı monoton xarakter daşıyır.

Tərkibində sulfidlər və tiollar olan mühitlərdə hidrogenin iştirakı parçalanma reaksiyasının

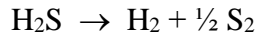


tarazlığını xeyli miqdarda H₂S ayrılması istiqamətinə dəyişir ki, nəticədə mühitin aqressivliyi artır.

H₂+H₂S qaz qarışığında karbohidrogenlərin iştirakı halında YTSK-nın azala bilməsi metal səthində aparatların səthini mühitdən təcrid edən koks çöküntülərinin əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır. Aparatın qaynar buxar və hava qarışığı ilə işlənməsi həmin koks çöküntüsünün kənarlaşmasına və kor-

roziyanın sürətlənməsinə səbəb olur. Katalizatoru promotorlaşdırmaq üçün daxil edilən və ya xlor üzvi birləşmələrin parçalanması nəticəsində əmələ gələn HCl quru H_2+H_2S qarışığına düşdükdə praktiki olaraq YTSK-nın sürətinə təsir etmir.

Yüksək temperaturlarda quru hidrogen sulfiddə poladın hidrogenləşməsi iki proses nəticəsində hidrogenin əmələ gəlməsi ilə əlaqədar ola bilər. Bunlardan birincisində termiki dissosiasiya nəticəsində



molekulyar hidrogen əmələ gəlir. Müəyyən edilmişdir ki, bu proses 500 °C-dən yuxarı temperaturlarda baş verə bilər.

İkinci proses üzrə hidrogen kövrəkliyi aşağıdakı tənlik üzrə yüksək temperatur korroziyası nəticəsində əmələ gələn H_2 -in hesabına baş verir:



YTSK-dan poladları müdafiə etmək üçün ən əlverişli üsul onun xrom ilə legirlənməsidir. Belə legirlənmiş poladın yüksək müdafiə qabiliyyəti səthdə iqiqat təbəqənin yaranmasıdır. Boş (asan dağıla bilən təbəqə) FeS və FeS_2 -dən ibarətdir, xroma malik deyil və lay-lay dağılmağa meyillidir. Onun altında sıx daxili təbəqə yaranır. O, çox sıx quruluşa malik olur və əsas metal ilə möhkəm əlaqədə olur. Bu təbəqə şpinel quruluşludur, dəmir və xromun qarışıq sulfidlərindən ibarətdir və həm də xromun təbəqədəki miqdarı əsas metalda olduğundan çox ola bilər. Məhz bu təbəqə mühafizə funksiyasını icra edir.

Yüksək xromlu poladları əlavə olaraq nikel ilə legirlədikdə müdafiə örtüyünün sıxlığı, əsas metal ilə əlaqə möhkəmliyi və keçilməzliyi artır.

Yalnız nikelin əlavə edilməsi karbonlu poladın YTSK-ya davamlılığını azaldır. Xromun əlavə iştirakı nikelin davamlılığa mənfi təsirini aradan qaldırır. Cr : Ni nisbətinin miqdarı 0,5-dən bir qədər çoxdur.

7.3.2. Termiki krekinq qurğularında korroziya problemi.

Ağır qalıqların distillat fraksiyalarına termiki çevrilmə prosesləri 450-550 °C temperaturlarda və 2,2-2,8 MPa təzyiqdə baş verir. Termiki krekinq zamanı qaz, benzin, qazoyl və krekinq-qalıq alınır. Termokrekinqə, başqa sözlə karbohidrogenlərin parçalanmasına müxtəlif xammalları cəlb etmək olar: yüngül birbaşa qovulma benzinindən qudrona qədər və koklaşma və katalitik krekinq proseslərində alınan ağır distillatlar. Texnoloji sxem xammalın tərkibindən asılıdır. Bütün qurğular üçün ümumi şəraitlər: sobada xammalın qızdırılması; reaksiya kamerasında krekinq reaksiyasının getməsi;

krekinq məhsullarının – buxar maye qarışıqlarının ayrılması (yüksək təzyiqli buxarlandırıcıda); krekinq qalığında yüngül fraksiyaların aşağı təzyiqli buxarlandırıcılarda ayrılması. Prosesin temperaturu xammalda qətranın miqdarından asılı olur. Qətranı çox olan xammal termiki krekinqə məruz qaldıqda krekinq temperaturu aşağı salınır. Termiki krekinq qurğularında avadanlıqların korroziyası başlıca olaraq kükürlü birləşmələrin hesabına baş verir. Avadanlığın korroziyasının intensivliyi krekinqin dərinliyi, uyğun olaraq temperatur və təzyiq ilə müəyyənləşə bilər.

Termokrekinq şəraitində bütün növ üzvi kükürlü birləşmələr parçalanır. Kükürdün əsas miqdarı H_2S şəklində ayrılır. Yüksək təzyiq korroziyanı sürətləndirir, belə ki, bu halda H_2S -in parsial təzyiqi və maye fazada həll olması artır. 350-370 °C-də H_2S daha çox ayrılır; 500 °C-dən yuxarı temperaturlarda H_2S -in ayrılma sürəti azalır. Sərbəst kükürdün və ya nəmin iştirakı tiolların metala təsirini gücləndirir.

Kükürlü birləşmələrin korroziya təsiri avadanlıqların divarlarının nazilmə-sində özünü göstərir. İlanvari istilik dəyişdiricilərin və boru kəmərlərinin bərabər qiymətli korroziyası təkcə temperaturdan asılı deyil, həm də mühitin axma sürətindən, onda xırda koks hissəciklərinin olmasından (erroziya yaradır) asılıdır.

Erroziya nəticəsində metal səthindəki mühafizə örtüyü dağılır və kənarlaşır və metal səthi intensiv sulfidləşməyə məruz qalır. Avadanlıqların dağılmasını korroziya-erroziya prosesi kimi müəyyənləşdirmək daha doğru olur və bu proses aqressiv kükürlü birləşmələrin qatılığından və istismar şəraitlərindən (temperatur, təzyiq, axının axma sürəti və onda bərk hissəciklərin olması) asılıdır. İçərisində koks hissəcikləri olan və yüksək sürətlə axan mazut boru kəmərlərində xeyli dərəcədə erroziya yaradır. Kondensləşməmiş qazlar və su buxarı da korroziya-erroziya dağılmasına səbəb olur. Buxarlandırıcının şlem borusunun metalının güclü korroziyası buxar qaz axınında su damcılarının olması hesabına yaranan erroziya səbəbindəndir. Məhz erroziya nəticəsində metal səthindəki sulfid təbəqəsi fasiləsiz olaraq səthdən kənarlaşır. Karbonlu polad bu şəraitlərdə 6-8 mm/il sürəti ilə korroziyaya uğrayır. Erroziyanı aradan qaldırmaq üçün axının sürətini azaltmaq, borunun diametrini artırmaq təklif olunur.

Soba boruları daha ağır şəraitlərdə işləyir, belə ki, yandırılan qazın və xammalın təsirinə məruz qalır. Sobanın ilanvari borularının istismar müddətinə termokrekinq xammalında qələvi reagentlərin miqdarı hiss olunacaq dərəcədə təsir edir. Onları AVT-də duzsuzlaşmış neftə nəzarətsiz artıq miqdar-

da verdikdə təkcə avadanlığın korroziya çatlamaları baş vermir, həm də soba borularının yanması baş verir. Belə hallara qələvi agentlərin və xloridlərin çökməsi səbəb olur. Eyni zamanda qələvi reagentlərin heç olmaması soba borularının turş xarakterli birləşmələr hesabına yeyilməsinə səbəb olur. Belə birləşmələrə yüksək molekullu neft turşularını və əmələ gələn xlorid turşusunu aid etmək olar.

İnkişaf etmiş ölkələrin neft emalı komplekslərinin bir çoxunda turş xarakterli birləşmələri neytrallaşdırmaq üçün (xüsusən ağır parafinli xammalı emal edərkən) sobanın ilanvari borusuna $\text{Ca}(\text{OH})_2$ daxil edilir və bu halda asfaltın, qudrunun keyfiyyəti NaOH istifadə olunduğu hala nəzərən daha yüksək olur.

Krekinq və koks əmələ gəlmə reaksiyalarının davam etdiyi buxarlandırıcıda hiss olunacaq dərəcədə koks çöküntüsü əmələ gəlir. Buxarlandırıcının yuxarı hissəsində az miqdarda koks çökdüyündən həmin hissələr H_2S -in təsiri ilə daha intensiv yüksək temperatur korroziyasına məruz qalır. Belə ki, əgər qaz fazada karbonlu poladın korroziya sürəti 4,6 mm/il-ə qədər olursa, koks ilə müdafiə olunan aşağı hissələrdə 0,25-dən 0,5 mm/il-ə qədər olur. Rektifikasiya kalonunun metalının koks çöküntüsü olmadan korroziya sürəti temperatur bölgələrindən və mühitdə kükürlü birləşmələrin miqdarından asılıdır. Maksimum korroziya dağılmaları xammalın daxil olduğu bölgələrdə baş verir.

Hidrogen sulfid və tiolların metala təsiri karbohidrogen axınında su fazası yaratmağa kifayət etdikdə baş verir. Bu zaman metalın nazilməsi, dağılması, karbonlu poladların lokal (yaralar, pittinglər) dağılması, austenit poladlarda xüsusən də qurğu dayandırıldığı dövrdə lokal dağılmalar (kristallar arası korroziya, korroziya çatlamaları, pittinglər) baş verir. Qaz separatorunun, aşağı təzyiqli buxarlandırıcının kükürlü birləşmələrlə yanaşı xloridlərə də (NaCl -ə hesablanmaqla ≥ 20 mq/l) malik olan və pH -ı $\leq 6,6$ olan su fazası daha aqressiv olur. Hidrogen xlorid parçalanmamış xlor üzvi birləşmələrin aşağı təzyiqli buxarlandırıcıda termohidrolizi zamanı əmələ gələ birlər. Aşağı təzyiqli buxarlandırıcıda mühitin aqressivliyi aşağıdakı kimi müəyyən edilir. Qurğunun texnoloji sxemində buğlandırıcı kalon olmadığından əmələ gələn H_2S , həmçinin RSH , HCl buxarlandırıcının krekinq-qalığından tam kənarlaşdırıla bilmir. Aşağı təzyiqli buxarlandırıcıda krekinq-qalıqdan korroziya aqressivliyinə malik komponentlərin əsas hissəsi ona buxar daxil etdikdə mümkün olur. Karbohidrogenlər axınında olan korroziya aqressivliyinə aid komponentləri neytrallaşdırmaq üçün zəif NaOH məhlulu və ya AVT üçün təklif olunmuş inhibitor istifadəsi məqsədəuyğundur.

Xammalı qızdırmaq üçün (260-360 °C) xrom markalı poladlardan olan borulara malik aparatlar istifadə edilir. Yüksək və aşağı təzyiqli buxarlandırıcılar, rektifikasiya kalonları iki qat (16 QS, 09Q 2S) və uzunə 08x13 poladdan üzlük çəkilməmiş poladdan hazırlanır. Sobanın ilanvari boruları, boru kəmərləri 260 °C-dən yuxarı temperaturalarda istifadə edildikdə təklif olunur ki, onlar 15x5M poladından hazırlansın.

7.3.3. Katalitik krekinq qurğularında korroziya problemi.

Katalitik krekinq prosesi əksər neft emalı zavodlarının əsas dərin destruktiv emal prosesidir. Bu proses seolit tərkibli katalizator iştirakı ilə, 450-550 °C-də, 0,1-0,3 MPa təzyiqdə karbohidrogenlərin termiki destruksiyası kimi də qəbul edilə bilər. Adətən ağır fraksiyalar katalitik krekinqə məruz qoyulur ki, mühərrik yanacaqları alınsın. Seolit tərkibli katalizatorlar karbohidrogenlərin çevrilmə reaksiyalarını sürətləndirirlər (parçalanma, aromatləşmə, izomerləşmə, hidrogenin yenidən paylanması). Vaxt keçdikcə katalizatorun aktivliyi azalır və onun 636-670 °C-də və 0,24-0,34 MPa təzyiqdə regenerasiyası aparılır. Krekinqə daxil olan xammalda koklaşma və metalların (nikel, vanadium, natrium), həmçinin, azotun və asfaltənlərin miqdarı nəzarətdə saxlanılmalıdır. Katalizator üzərinə nikelin çökməsi dehidrogenləşmə reaksiyasının güclənməsinə səbəb olur və nəticədə koks və hidrogenin çıxımı artır. Natrium və vanadium katalizatora daha böyük zəhərləyici təsir göstərir. Belə ki, onlar katalizatorun seolit komponentini və matrisanı dağıdır və onun aktivliyini azaldır. İnkişaf etmiş xarici ölkələrdə xammalda natriumun miqdarını minimuma (xammalda 5 mq/kq-dan çox olmamaqla) endirmək üçün ELOU-nun işi yaxşılaşdırılır və duzsuzlaşmış neftə qələvi xassəli reagentlər verilməsindən imtina edilir. Qeyri-üzvi xloridlər katalizatorun üzərinə çökərək aktiv mərkəzləri təcrid edirlər. Katalizatorun regenerasiyası zamanı onun üzərinə çökmüş xloridləri qismən kənarlaşdırmaq olur. Neftin dərin duzsuzlaşdırılması, atmosfer və vakuum kalonlarına su buxarının verilməsi katalizatorun aktivliyinə müsbət təsir göstərir.

Katalitik krekinq qurğuları nəmin kondensləşməsi şəraitində yüksək temperaturda hidrogen sulfid korroziyasına (sulfidləşmə), korroziya-erroziya dağılmalarına və aşağı temperaturda elektrokimyəvi korroziyaya məruz qalır.

Seolit tərkibli katalizatorlar öz bir başa təyinatı ilə yanaşı kükürlü, azotlu, oksigenli və xlorlu birləşmələrin də parçalanmasına səbəb olur ki, nəticədə hidrogen sulfid, hidrogen xlorid, ammoniak, hidrogen sianid, su

əmələ gəlir. Mühitin temperaturu və katalizatorun aktivliyi nə qədər yüksək olursa kükürlü və azotlu birləşmələr daha çox korroziya aktivliyinə malik birləşmələrə çevrilirlər. Xlor üzvi birləşmələr neftin atmosfer və vakuum qovulmaları şəraitində qismən parçalanaraq HCl əmələ gətirir, qalan hissə isə elə paylanır ki, yüksək temperaturda qaynayan fraksiyalarda molekul kütləsi yüksək olan xlor üzvi birləşmələr yerləşir. Müəyyən edilmişdir ki, vakuum qazoylunda olan xlor üzvi birləşmələr 480 °C temperaturda katalitik krekinq şəraitində hiss olunacaq dərəcədə parçalanmaya məruz qalaraq HCl əmələ gətirirlər.

Sulfidləşmə prosesinin sürəti xeyli dərəcədə kükürlü birləşmələrin təbiətindən, onların qatılığından və prosesin temperaturundan asılı olur.

Yüksək temperatur şəraitində poladın kükürlü üzvi birləşmələrlə reaksiyasının nəticəsində bütün hallarda dəmir sulfidləri əmələ gəlir. Bu məhsullar ilk vaxtlar sonrakı sulfidləşməni bir qədər ləngidirlər, amma, sulfid təbəqəsinin qalınlığı artdıqca onların lay-lay qopması və metal səthinin çılpaq qalması baş verir. Korroziya-erroziya dağılmalarının ümumi sürətinə qaz-dinamiki şərait güclü təsir göstərir.

Rektifikasiya kalonun yuxarı hissəsindən kənarlaşdırılan əsas reaksiya məhsulları axınında H_2S və NH_3 ilə yanaşı xloridlər, fenollar, CO_2 də müşahidə edilmişdir və sianidlə də ola bilər. Su damcılarının kondensləşməsi şəraitində korroziya aqressivliyinə malik maddələrin məhlulu müxtəlif qatılıqlara malik olur və ümumi korroziyaya və ya lokal dağılmalara səbəb olur. Kondensasiya-soyutma qovşağının avadanlıqlarının materialları xammalın keyfiyyətinə əsasən seçilir və eyni zamanda korroziya törədicilərin miqdarına, su fazasının pH-na əsasən təyin edilir. Keçən əsrin 80-ci illərindən başlayaraq mühitin pH-nı qaldırmaq üçün zəif qələvi xassəli reagentlər istifadə edilməyə başlamışdır. Belə reagentlər istifadə edilmədiyi halda su fazasının pH-nı 8,0-ə çatdırarkən elə avadanlıqlar istifadə olunur ki, onlar karbonlu poladlardan və ya az legirlənmiş poladlardan hazırlanır. Su fazasının pH-ı <7 olduqda qaz separatorları üçün müxtəlif mühafizə örtükləri (epoksid və s.) H_2S -in yüksək parsial təzyiqlərində isə 200°C poladı istifadə etmək məqsədə uyğundur. Aqressiv mühitlər üçün nəzərdə tutulmuş soyuducu-kondensatorlarda latun borular istifadə etmək olar. Bu halda məhdudlaşdırıcı faktorlar mühitin pH-ı və divarın temperaturudur. Latundan olan borunun korroziya çatlamaları mühitdə eyni zamanda NH_3 və H_2S olduqda və $pH \geq 9,0$ olduqda başlaya bilər. Aparatları elə layihələndirmək lazımdır ki, durğun yerlər və həddən çox qızan lokal yerlər olmasın ki, korroziya güclən-

məsin. Austenit xromnikel poladları mühitdə H_2S , xloridlər və xüsusən də sianidlər olduqda korroziya çatlamalarına məruz qalır və bu səbəbdən də soyuducu aparatlarda istifadə oluna bilməz. İkifazlı paslanmayan poladlar korroziya çatlamalarına daha davamlı olurlar.

Xüsusi aqressiv şəraitlər üçün, başqa sözlə, kondensləşmiş mühitdə sianidlər və xeyli dərəcədə ammonium hidrosulfid olduqda inkişaf etmiş ölkələrin neft emalı komplekslərində hava ilə soyutma aparatlarının (HSA) boruları üçün inkoloy istifadə edilir və polisulfidlər istifadə etməklə su ilə yuma aparılır.

Inkoloyun katalizator ötürücü üzərində qurulan silfon kompensator üçün istifadəsi təklif olunur. Əgər kompensator 08X18N10T poladdandırsa, onda əylən elementlərdə suyun kondensləşməsinə kömək edən şərait aradan qaldırılmalıdır. Suyun kondensləşməsi şəraitində $S_2O_3^{2-}$ və SO_3^{2-} ionlarının təsiri ilə 08X18N10T poladı dəlib keçən yaralı korroziyaya məruz qalır. Əgər suyun kondensləşməsi baş vermirsə, onda silfon kompensatorlar (08X18N10T poladdan) 5 ildən çox xidmət göstərə bilər.

Katalizatorun tozu, korroziya və ya polimerləşmə məhsulları erroziyadan yeyilib dağılmalara səbəb ola bilər. Müəyyən anda bu hissəciklərin çökmə sürəti axının axmasının xətti sürətindən çox olur və hissəciklər daha çox o yerlərdə çökürlər ki, orada axının sürəti az olur: boru qəfəslərinin arakəmələrinin ətrafında və rektifikasiya kalonlarının boşqablarında.

Katalitik krekinq qurğularının avadanlıqlarının elementlərinin istilik itkisi, sürtünmədən yeyilmə, yüksək temperatur korroziyası problemlərini həll etmək üçün inkişaf etmiş xarici ölkələrdə SiO_2 əsasında mürəkkəb, odadavamlı örtük istifadə olunur.

Keçmiş SSRI-də katalitik krekinq qurğularında içərisi oda davamlı torkret-beton ilə futerləşmiş və 16 QS və ya VSt3sp5 tipli poladlardan hazırlanmış reaktorlar, regeneratörlər və təzyiqli azaltma aparatları istifadə edilirdi. Daxili elementlər üçün 08X13 və ya 08X18N10T tipli poladlar istifadə olunurdu. Krekinq məhsullarının rektifikasiya kalonunun 260 °C-dən yuxarı temperatura malik hissəsi 08X13 tipli poladdan olan örtüklə örtülür.

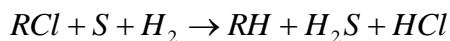
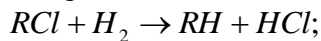
7.3.4. Neft məhsullarının hidrotəmizləmə qurğularının korroziya problemləri.

Kükürlü və çox kükürlü neftlərin, təbii qaz kondensatlarının çıxarılan və emal olunan həcmnin artması, az kükürlü benzinlərin, kerosinlərin, dizel yanacaqlarının, müxtəlif təyinatlı yağların istifadəsinin çoxalması bu

məhsulların hidrotəmizlənməsinin geniş tətbiqini tələb edir. Bu prosesdə distillatlarda olan kükürlü, azotlu, oksigenli, hallogenli, metal üzvi birləşmələr ya tam, ya da qismən kənarlaşdırılır, həmçinin olefin və asetilen sırası doymamış karbohidrogenlər də kənarlaşdırılır. Neft distillatlarının hidrotəmizlənməsi L-24 tipli və xammala görə məhsuldarlığı 2 milyon ton/il olan qurğularda həyata keçirilir. Proses hidrogenin miqdarı 60-90 % olan hidrogenli qaz ilə 300-420 °C-də və 5,5 MPa təzyiqə qədər təzyiqdə aparılır.

Qurğuların avadanlıqları və boru kəmərləri metala hidrogenin H₂S-in, sərbəst kükürdün, tiolların, xloridlərin, hidrogen xloridin, ammonium xlorid və sulfidin, nəmin, karbon turşularının və polition turşularının təsiri şəraitində istismar olunur.

Hiss olunacaq dərəcədə hidrogen sulfid 180-200 °C-də əmələ gəlir və sərbəst kükürdün karbohidrogenlərlə reaksiyası hesabına yaranır. Hidrogen sulfidin sonrakı əmələ gəlməsi 300 °C-dən yuxarı temperaturda baş verir. Xlor üzvi birləşmələrin hidrogenolizi zamanı hidrogen xlorid əmələ gəlir:

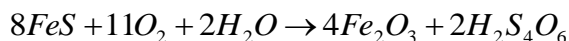


Azotlu üzvi birləşmələrin hidrogenləşməsi zamanı ammoniak əmələ gəlir.

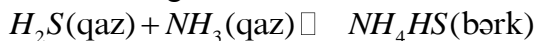
İstilikdəyişdiricilərdə, hava ilə soyutma kondensatorlarında, su soyuducularında, kompressorlarda, boru kəmərlərində qaz məhsulları qarışığı kondensləşdikdə və soyudulduqda çöküntülər müşahidə olunur. Bu çöküntülərin tərkibində başlıca olaraq ammonium xlorid (az miqdarda ammonium və dəmir sulfidləri qarışığı ilə), dəmir xlorid olur. Çöküntülərin suda məhlullarının pH-ı turş xarakterə malikdir. Çöküntülərin əmələ gəlməsi adətən 204 °C-dən aşağı temperaturalarda baş verir. Xammalda kükürlü, azotlu, xlor üzvi birləşmələrin miqdarına və katalizator üzərində onların hidrogenləşmə dərəcəsinə əsasən çöküntülərdə xloridlərin və sulfidlərin nisbəti müəyyən olunur.

Hidrotəmizləmə qurğuları üçün polition turşuları da xarakterikdir. Onların əmələ gəlməsi qurğunun işi dayandırıldığı prosesdə soyuma zamanı, katalizatorun regenerasiyasından sonra baş verir.

Bu turşuların aqressivliyi təkcə metalın turşu korroziyası törətmək qabiliyyəti ilə deyil, başlıca olaraq austenit poladların onların iştirakı ilə kristallar arası çatlamaların stimullaşdırılmasıdır. Turşuların əmələ gəlməsində kükürd oksidləri, nəm, tam oksidləşməmiş sulfidlər və havanın oksigeni iştirak edir. Misal olaraq aşağıdakı sxemi göstərmək olar:

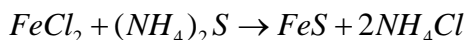
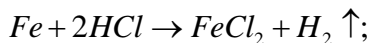
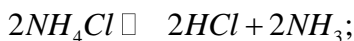


Bu reaksiya üzrə digər polition turşuları da əmələ gələ bilər. Qaz buxar qarışığında 120 °C-dən aşağı temperaturlarda H₂S və ammoniakdan ammonium hidrosulfid əmələ gəlir:



Reaksiya dönərdir, çöküntü 120 °C-dən yuxarı qızdırıldıqda onun iki başlanğıc maddəyə çevrilməsi baş verir. Oksidləşdiricilərin iştirakı ilə (sulfid ionları, oksigen və s.) karbonlu poladların korroziya sürəti artır. Bu səbəbdən də tərkibində 0,1 mq/ℓ-dən çox oksigen olan su verildikdə karbonlu poladdan olan avadanlıqların korroziyasına səbəb olur.

Hidrotəmizləmə qurğularının separatorlarından çıxan drenaj suyunun pH-nın qiyməti yetərli müdafiəni təmin etmək üçün çox böyük əhəmiyyət kəsb edir və 8,3-dən 8,9-a qədər hədd daxilində olmalıdır. Hidrotəmizləmə reaktorundan sonrakı istilikdəyişdiricilərə yerləşdirilmiş nümunələrin uzun müddətli sənaye sınaqları nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, avadanlığın metalının intensiv dağılması çöküntülər altında gedən korroziya nəticəsindədir. Çöküntünün tərkibinə əsasən FeS daxildir, amma, əgər o, 205-260 °C-dən yuxarı temperaturlarda yüksək temperatur korroziyası nəticəsində əmələ gəlsə, daha aşağı temperaturlarda onun əmələ gəlməsi aşağıdakı reaksiyalarla müəyyənləşir:



Ammonium xlorid hidroliz zamanı metalın korroziyasına səbəb olur, regenerasiya olunur və metal ilə sonrakı qarşılıqlı əlaqədə iştirak edir.

Hidrotəmizləmə qurğularında əmələ gələn ammonium xlorid çöküntüləri istismar prosesində su ilə yumaqla kənarlaşdırılır. Əgər nəm ammonium xlorid çöküntüsü qalacaqsa fasiləsiz suyun verilməsi korroziya problemini dərinləşdirə bilər. Odur ki, yuma prinsipi olduqca maksimum qısa müddətdə kifayət qədər suyun verilməsinə əsaslanıb.

Hələ keçən əsrin 80-ci illərində NPO «Lenneftexim» istilik dəyişdirici-hava soyuducusu – su soyuducusu – separator sistemini duz çökmələrdən təmizləmək üçün dövrü olaraq buxar kondensatı ilə yumağı təklif etmişdi. Kondensatın məsrəfi xammala nəzərən 0,2 %-dən az olmamalı və yuma 6-12 saat aparılmalıdır. Yumanı aparılmasının məqsədə uyğunluğu sistemdə təzyiqin düşməsinə əsasən müəyyənləşdirilir. Bu zaman turşu korroziyasını

aradan qaldırmaq üçün ammoniaklı suyu o miqdarda istifadə etmək təklif olunur ki, separatorada suyun pH-ı 8-9 həddində olsun və mühidə oksigen olmasın.

7.3.5. Hidrokrekinq qurğularında korroziya problemləri və onların aradan qaldırılması yolları.

Hidrokrekinq neft məhsullarının (vakuüm distillatları, mazutun ağır qalıqları, qudrón) katalizator iştirakı ilə, hidrogenin təzyiqi altında dərin emal prosesi olub şəffaf fraksiyalar (benzin, kerosin, dizel yanacaqları, sıxılmış qazlar) almaq üçün həyata keçirilir. Emal olunan xammalın növündən asılı olaraq proses bir və ya iki pilləli ola bilər. Katalizatorun funksiyası dərin hidrogenləşmə və xammalın böyük sürətlə parçalanmasını təmin etməkdir.

Vakuüm distillatlarının hidrokrekinq qurğusu xammalın hazırlanması, reaktor və fraksiyalaşdırma bloklarından ibarətdir. Bu bölmədə reaktor blokunun korroziya problemlərinə baxılacaq. Belə ki, digər blokların problemləri əvvəlki bölmələrdə müzakirə olunmuşdur. Hidrokrekinqin reaktor blokunun texnoloji sxemi hidrotəmizləmə qurğusunun reaktor blokunun sxemindən az fərqlənir.

İstilik dəyişdirmə aparatlarının korroziyasını azaltmaq üçün reaktor blokuna verilən xammal mümkün qədər mexaniki qarışıqlardan, sudan, xloridlərdən, H_2S -dən təmizlənməlidir. Reaktor blokunun texnoloji avadanlığı yüksək təzyiqin (17 MPa-ya qədər) və temperaturun (40-dan 500 °C-ə qədər) təsiri altında olur. Hidrokrekinq prosesində azotlu, kükürlü, xlorlu üzvi birləşmələr parçalanır və nəticədə korroziya aqressivliyinə malik H_2S , ammoniak, HCl, H_2O , hidrogen sianid əmələ gəlir. Katalizator regenerasiya olunduqdan sonra reaktor blokunda polition turşuları əmələ gələ bilər.

Bununla əlaqədar olaraq reaktor blokunun avadanlıqları müxtəlif növ korroziyalara (yüksək temperaturda H_2 və H_2S təsiri ilə korroziya, aşağı temperaturda hidrogen sulfid korroziyası, ammonium hidrosulfid və sianidlərin təsiri ilə korroziya) məruz qalır. Hava ilə soyutma aparatları daha aqressiv şəraitdə işləyirlər, belə ki, bu aparatlarda tərkibində xeyli miqdarda H_2S və ammoniak olan reaksiya məhsulları 130 °C-dən 60 °C-ə soyudulur. Temperatur 85 °C-dən aşağı düşdükdə qatı məhluldan ammonium hidrosulfid çökür ki, onun da bir hissəsi mühitin axını ilə aparılır ki, o da mühitin turbilent yaxdığı yerlərdə boruların erroziyasına səbəb olur. Duzların xeyli hissəsi daxili səthə çökərək çöküntü altında metalın korroziyasına səbəb olur. Hava ilə soyutma aparatlarında duz çökməni aradan qaldırmaq üçün

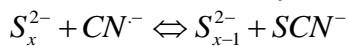
hidrogenləşmə məhsuluna HSA-dan əvvəl su çilənir. Çöküntüdə ammonium hidrosulfid ilə yanaşı az miqdarda ammonium xlorid və ammonium sianid də iştirak edir ki, onlar da çöküntü altında korroziyanı sürətləndirirlər.

Su fazasında hətta ən az miqdarda sianidlərin, xloridlərin və oksigenin olması kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarının nazik divarlı borularının intensiv korroziyaya uğramasına səbəb olur. Ammonium hidrosulfidin qatılığı 2-dən 4 %-ə qədər artdıqda karbonlu poladın korroziyası sürətlənir. Mühitin pH-ı 8,0-9,0 intervalında olduqda korroziya məhsulu olan dəmir sulfid məsaməli quruluşa malik olur və qismən ümumi korroziyanı azaldır. Hidrogen sianidin iştirakı ilə dəmir sulfidin həll olun ferrosianidə çevrilməsi hesabına müdafiə örtüyünün dağılması baş verir:



Xloridlər, sərbəst oksigen, CO₂, fenollar kimi əlavələr texnoloji kondensatların korroziya aktivliyini daha da artırır.

Inkişaf etmiş ölkələrdə HSA-nın boruları üçün tərkibində 0,03 % C; 18,5 % Cr; 4,9 % Ni; 2,7 % Mo olan austenitferrit poladlar təklif olunur. Həmçinin, inkoloy 800 poladı da istifadə oluna bilər. HSA-da inhibitorların istifadəsi də uğurlu müdafiəni təmin edə bilər. Xarici ölkələrdə keçən əsrin 80-ci illərindən korroziyanı azaltmaq üçün ammonium polisulfid istifadə olunur ki, o da sianid ionunu tiosianat ionuna çevirir:



Hidrokrekinq qurğularında sianidlərin qatılığı dəyişir və odur ki, ammonium polisulfidlər sistemə bir qədər artıq miqdarda verilir. Təklif olunur ki, qaz separatorlarının drenaj suyununun pH-ı $\geq 7,8$ həddində saxlanılsın. pH-ın daha aşağı qiymətlərində ola bilər ki, polisulfidlər H₂S-ə və sərbəst kükürdə parçalansın.

Polisulfidlərin istifadəsi HSA-ların su ilə yuyulması ehtiyacını aradan qaldırmır.

Reaksiya məhsulları ilə polisulfidlərin yuma suyu effektiv qarışmasını təmin etmək üçün istilik dəyişdirici aparatlardan sonra qarışdırıcı qoyulması məqsədə uyğundur.

Qaz ayırma blokunun sulu hidrogen sulfidli mühitində avadanlıqlar hidrogenləşməyə məruz qalır və nəticədə metal laylı dağılmağa və ya korroziya çatlamalarına məruz qalır.

Zaman keçdikcə katalizatorun aktivliyi azalır, amma regenerasiya aparılmaqla asanlıqla bərpa olunur. Korroziya baxımından regenerasiya aparılmasının qüsurlu onu aid etmək olar ki, eyni aparatda reaksiyalar və regenerasiyalar tsikllərində kükürləmə, katalizatorun qurudulması aparılır.

Yüksək temperaturda regenerasiya məhsullarının metala təsiri regenerasiya müddətinin qısa olması səbəbindən hiss olunacaq səviyyədə deyil. Lakin, katalizatorun regenerasiya tsiklinin sonunda qaz fazanın şehlənməsindən aşağı temperaturlarda polition və sulfid turşularının məhlulları əmələ gəlir ki, bu məhlullar da austenit poladlarda kristallar arası korroziyaya (KAK) və karbonlu və xromnikelli poladlarda lokal korroziyaya səbəb olurlar.

Mühitin korroziya aktivliyini azaltmaq və nəmin kondensləşməsini aradan qaldırmaq üçün sistemə təsirsiz qaz (məsələn, azot) üfürülür və bu proses qaz qarışığının şehlənməsinin əmlə gəlmə temperaturundan ən azı 20 °C yüksək temperaturda aparılır. Həmçinin, məqsədə uyğundur ki, istilik dəyişdiricilər və soyuducu avadanlıqlar zəif qələvi məhlulu ilə yuyulsun.

Katalizatorun regenerasiyası başa çatdıqdan sonra onun aktivliyini artırmaq üçün katalizator kükürləşdirilir. Bu zaman mühitin aqressivliyi o zaman yaranır ki, hidrogen sulfidin artıq miqdarı reaktordan çıxmağa başlayır. Katalizator kükürləşdirilərkən reaktordan su ayrıldığından həmin anda avadanlıq hidrogen sulfidin suda məhlulunun ($\text{pH} \leq 5$) təsirindən aşağı temperaturlu elektrokimyəvi korroziyaya uğrayır. Riforinq qurğusundan daxil olan, tərkibində xloridlər olan hidrogenli qaz qarışıqları istifadə edildikdə mühitin korroziya aktivliyi artır. Kükürləmə prosesi başa çatdıqdan sonra mühiti neytrallaşdırmaq mümkün olmadığından katalizatorun regenreasiyası və kükürləşməsinin texnoloji proseslərində istilikdəyişdirici və soyuducu aparatlardan istifadə etməmək məqsədə uyğundur. Belə ki, məhz həmin aparatlarda suyun kondensləşməsi baş verir.

Avadanlıqların korroziyasını azaltmağa xidmət edən tədbirlərə aşağıdakıları aid etmək olar: su ilə yumaq üçün duzsuzlaşdırılmış su istifadə etmək; austenit poladdan hazırlanmış avadanlıqları praktiki olaraq xloridlər və oksigen olmayan buxar ilə təmizlənilir; aparatların dizel yanacağı və ya duzsuzlaşdırılmış su ilə 70 °C-dən aşağı temperaturda hidrosınaqları; austenit poladlardan hazırlanmış və texniki baxışda iştirak etməyən aparatların təsirsiz qaz ilə doldurulması.

Reaktor-sobalar, istilikdəyişdiricilər H_2S və H_2 -in təsiri ilə yüksək temperatur korroziyasına məruz qalır.

Hidrogen sulfidin əsas hissəsi reaktorda əmələ gəlir. Yüksək təzyiq (20 MPa-ya qədər) və yüksək temperatur (450 °C-ə qədər) olduğundan bu mühit daha aqressiv olur. O, hidrogen-sulfidin və kükürlü üzvi birləşmələrin təsiri ilə hidrogen korroziyasına və sulfidləşməyə səbəb olur.

Hidrogen təzyiqi yüksək olduğu hallarda reaktoru hazırlamaq üçün xrom və molibden ilə legirlənmiş materialdan təbəqə çəkilir.

Diametri $D_{\text{xar.}} \sim 3200$ mm, divarının qalınlığı N 200 mm olan hidrokrekinq reaktorlarını hazırlamaq üçün inkişaf etmiş xarici ölkələrdə ASTM qr.22, sin 2-yə uyğun gələn xrommolibden poladlar istifadə olunur. Keçmiş SSRI-də bu məqsədlə 15x2MFA-A poladı istifadə olunurdu.

Hidrogen və hidrogen sulfid korroziyalarından müdafiə məqsədi ilə reaktorların daxili divarına austenit metal lehimlənir. Səthə çəkilən ərintinin qalınlığı 7 mm-dən az olmamalıdır.

İnkişaf etmiş ölkələrin neft emalı komplekslərində hidrokrekinq qurğularının tədqiqi reaktorun daxili səthinə çəkilmiş ərinti örtüyünə bir sıra istismar faktorlarının təsir etdiyini göstərmişdir.

Təzyiq və temperatur. Təzyiq və temperatur artdıqca absobsiya olunmuş hidrogenin miqdarının artması hesabına çatlamaya həssaslıq artır. Amma, 375 °C-dən aşağı temperaturlarda çatlamalar müşahidə olunmamışdır.

Soyutma sürəti. Soyutma sürəti böyük olub 200 °C/saat həddində olduqda çatlar əmələ gəlir, soyutma sürəti 100-20 °C/saat olduqda isə çatlar əmələ gəlmir. 150-200 °C intervalında temperaturda yavaş-yavaş soyutma çatları əmələ gəlməməsi üçün şərait yaradır.

Qızdırmanın və soyutmanın dövriliyi. Qızdırmanın və soyutmanın dövrlərinin sayı artdıqca daxili səthə çəkilmiş ərintinin təbəqələrlə ayrılması intensivləşir.

Qazsızlaşdırıcı termiki işləmə. Temperaturu (450-dən 400-350 °C-ə qədər, 2-10 saat gözləməklə) və təzyiqi (15-dən 5 MPa-ya qədər) pilləli azaltdıqda hidrogenin qatılığının azalması effekti (metalın qazsızlaşması) müşahidə olunur. Qazsızlaşdırıcı termiki işləmənin digər rejimi ondan ibarətdir ki, metal 100 °C-dən aşağı olmayaraq soyudulur, sonra tərkibində hidrogen olmayan mühitdə 200-250 °C-ə qədər qızdırılaraq 5 saat həmin temperaturda saxlanılır.

7.3.6. Katalitik riforminq qurğularında korroziya problemi və onun aradan qaldırılması yolları.

Hazırda stasionar katalizator üzərində katalitik riforminq prosesləri geniş tətbiq olunur. Katalitik riforminq qurğularında regenerasiyalar arasındakı müddət 6 aydan 2 ilə qədər olur.

Riforminq qurğuları üçün xammal düz qovulma benzini, qaz kondensatları, həmçinin ikinci emal proseslərinin benzinləridir. Proses alüminoplastin AP-64 və ya KR seriyalı polimetallik katalizatorlar üzərində, yüksək temperaturda (530 °C-ə qədər) və yüksək təzyiqlə aparılır və xammaldan və katalizatorun tipindən asılı olaraq təzyiqlə müxtəlif olur. Məsələn AP-56, AP-64 istifadə edildikdə 3,5-4 MPa, KP – tipli katalizatorlar üçün isə 2,5-1,5 MPa təzyiqlə istifadə olunur.

Keçmiş SSRI-də istifadə olunan katalitik riforminq qurğularının prinsipial texnoloji sxemləri praktiki olaraq eynidir. 35-5, 35-11/300, 35-11/600, 35-11/1000, S-200 LK6U tipli qurğular üç blokdan ibarətdir: xammalın ilkin hidrotəmizlənməsi (burada hidrogenizatın qurudulması və hidrogenli qazın və karbohidrogen qazların etanol aminlə təmizlənməsi də nəzərdə tutulur); riforminq katalizatının stabiləşdirilməsi və fraksiyalaşdırma. 35-6, 35-8/300B, 35-12/300A və s. qurğularda göstərilən üç blokdan əlavə xammalın ekstraksiyaya hazırlanması və təkrar rektifikasiya blokları da var. Xammalın hidrotəmizləmə blokunda reaktorlar istismar müddətində neft məhsullarının tərkibində həcm faizi ilə 85/0 H₂, 0,2 %-ə qədər H₂S, 2 mq/m³-a qədər HCl olan qaz ilə qarışığının, nəmin 420 °C-ə qədər temperaturda və 2,5-5 MPa təzyiqlə təsirinə məruz qalır. Regenerasiya tsikli zamanı reaktorlar koksün yanma məhsullarının (tərkibində həcmə 3 %-ə qədər oksigen, 0,4 %-ə qədər CO, 12 %-ə qədər CO₂, 0,2 %-ə qədər SO₂, nəm, azot) 510 °C-ə qədər temperatur və 3,0-4,0 MPa təzyiqlə təsirinə məruz qalır.

Riforminq reaktorları 530 °C temperaturda və 3,0 MPa-ya qədər təzyiqlə istismar olunur və tərkibində 85%-ə qədər H₂, 0,005%-ə qədər H₂S və 2 mq/m³-dan az olmayan HCl-dan ibarət qaz qarışığının təsirinə məruz qalır. Reaktorlar müxtəlif tip poladlardan hazırlanır və hidrogen korroziyasına davamlılığını artırmaq üçün futerləmədən də istifadə olunur.

Müəyyən şəraitlərdə katalitik riforminq qurğularının avadanlıqlarının metalları H₂S, H₂, Cl₂ və HCl təsiri ilə yüksək temperatur korroziyasına məruz qalır; su buxarlarının kondensləşməsi (tərkibində H₂S, SO₂ və SO₃ olan) baş verən qovşaqlarda aşağı temperaturlu H₂S korroziyasına uğrayır; regenerasiyanın turş məhsullarının təsiri ilə oksidləşmə yolu ilə katalizator reaktivləşdirildikdə HCl korroziyasına məruz qalır; qurğu dayandıqda əmələ gələn polition turşularının təsiri ilə austenit poladlardan hazırlanmış konstruksiya elementləri korroziya çatlamalarına məruz qalır.

Katalitik riforminq üçün korroziya məhsullarının hiss olunan miqdarında əmələ gəlməsinə səbəb olan hidrogen sulfidin yol verilən həcm %-i 0,007%-dir. Riforminq xammalında kükürdün miqdarının qeyd olunan həd-

dən aşağı salınması praktiki olaraq hidrogen sulfid korroziyasının getməsinə aradan qaldırır. Qurğuların yüksək temperatura məruz qalan hissələri o zaman hiss olunacaq korroziyaya məruz qalmır ki, hidrogenizatda kükürdün həcm ilə faizi 0,003 %-dən çox olmur.

Müasir katalitik riforminq qurğularında riforminq xammalında kükürdün həcm ilə faizini 0,2-dən 0,003 %-ə qədər salmaq üçün xammal əvvəlcədən hidrotəmizləmə blokunda təmizlənir və əlavə olaraq hidrogenli qaz qarışığını H_2S -dən təmizləmək üçün monoetanolamin ilə təmizləmə həyata keçirilir.

Hidrogenizatda kükürdün miqdarı icazə verilən qatılıqdan çox olduqda hidrogen sulfid korroziyasının məhsulları reaktorda katalizator üzərinə düşür ki, bu da qurğunun istilik və hidravlik iş rejiminin pozulmasına səbəb olur, qurğunun nəzərdə tutulmayan dayanmaları və katalizatorun aktivliyinin azalması baş verir.

Məlumdur ki, bir çox tip katalitik riforminq qurğularında reaktorların daxili divarı torkret-beton ilə futirləşdirilir. Torkret-beton dağıldıqda divarların ifrat qızması baş verir. Yüksək temperaturda və təzyiqdə hidrogenin təsiri ilə poladın karbid komponentinin dağılması hesabına hidrogen korroziyası baş verir:



Karbonsuzlaşma prosesində poladın əvvəlki xassələrinin dönməz olaraq itməsi baş verir: o, metal parıltısını itirir, səthi tutqunlaşır. Səth təbəqəsində yüksək təzyiq altında yığılan metan səthdə qabarmalar əmələ gətirə bilər. Hidrogenin poladın karbonu ilə qarşılıqlı təsiri metal dənəciklərinin sərhədlərində çatlamalarla mexaniki xassələrin azalması və avadanlığın vaxtından qabaq dağılması ilə müşayiət olunur. Odur ki, onların təhlükəsiz istismar şəraitlərini bilmək çox vacibdir.

Katalitik riforminq katalizatorlarını promotorlaşdırarkən də korroziya prosesinin sürətlənməsi ehtimalları artır.

AP-64 və KP seriyasından olan katalizatorların vacib tərkib hissəsi xlorudur. Monometallik platin katalizatorunda 0,8-0,9%, polimetallik katalizatorlarda 1,0-1,1% xlor olduqda katalizatorun daha yüksək stabilliyi əldə edilir. Katalizatorun istifadəsi prosesində xlor tədricən katalizatorundan ayrılır. Katalizatorun aktivliyini sabit saxlamaq üçün o, promotorlaşdırılır və bu məqsədlə keçən əsrin 80-ci illərindən başlayaraq katalizatorun oksidləşdirilməsi metodu istifadə olunur.

Alüminoplastin katalizatorun promotorlaşdırılması az miqdarda (katalizator kütləsinə nəzərə 0,5%) xlorüzvi birləşmə (dixloretan və ya karbon dörd xlorid) reaksiya zonasına verilməklə aparılır.

430-450 °C-də intensiv xlorlaşma mümkündür. Belə üsul hidroxlorlaşma adlanır. Amma bu üsulda bir dəfəyə sistemə verilən xlorun ümumi miqdarı katalizatorun kütləsinin 0,1-0,2%-dən çox olmamalıdır. reaktorda xlorüzvi birləşmələrin hesabına qurğunun sistemində 2 mq/m³-a qədər xlor və az miqdarda nəm əmələ gəlir.

Tədqiqatlar göstərir ki, katalizatorun promotorlaşdırılması prosesində iş zamanı korroziya sürəti çox da böyük deyil. Daha çox korroziya yalnız aşağı temperaturlu avadanlıqlarda müşahidə olunur.

Separatorda tərkibində xlorid turşusu olan katalizatın təsiri ilə poladın korroziya sürəti 0,23 mm/il-dən çox olmur, odur ki, separatorları və analoji avadanlıqları hazırlamaq üçün karbonlu poladlar da istifadə oluna bilər.

Katalitik riforminq qurğularında soba boruları 15X5M, 15X5MU və 10X2M1 markalı xrommolibden poladlarından hazırlanır və qaynaq birləşmələri austenit poladlardan olur. Promotorlaşdırma şəraitlərində istismar zamanı xlorid çatlamaları halları müşahidə olunmur.

Katalizatorun oksidləşdirici regenerasiyası (koksun yandırılması) ildə 1-2 dəfə aparılır. Oksidləşdirici regenerasiya dövründə tədricən temperaturu 250 °C-dən 500 °C-ə qədər, oksigenin qatılığını 0,5-dən 3 %-ə qədər qaldırıqda sistemdə qalan karbohidrogenlərin və katalizatora çökmüş koksun əsas hissəsinin yanması baş verir. Koksun yanması başa çatdıqdan sonra temperatur 510 °C-ə qədər qaldırılır, oksigenin həcm faizi ilə qatılığı 5 %-ə çatdırılır və belə şəraitdə katalizator bir neçə saat saxlanılır. Bütün regenerasiya müddəti 5 sutka həddində olur.

Oksixlorlaşdırma xammal tsikli başlanmazdan əvvəl aparılır. Xlorlaşdırıcı agent kimi dixloreten, karbon dörd xlorid və s. istifadə edilir.

Oksixlorlaşdırmanın məqsədi katalizatordan platinin dispersliyini yüksəltmək və katalizatorun iş prosesində itirdiyi xloru bərpa etməkdir.

Katalitik riforminq qurğularında katalizatorun oksixlorlaşdırılması aparıldıqda və xüsusi korroziyadan müdafiə tədbirləri görülmədikdə riforminq məhsulları üçün nəzərdə tutulmuş və 08X18N10T poladından hazırlanmış, soyuducu borular dəstəsində korroziya çatlamaları müşahidə olunur. Tərkibində həcmcə 80 % H₂, karbohidrogenlərin buxarları, 8%-ə qədər H₂S, 0,0005 %-ə qədər xlor olan qaz məhsulu qarışığını soyudan soyuducular adətən 120-160 °C-də və 5 MPa təzyiqdə istismar olunur. Nöqtəvari korroziya və deşib keçən çatlar boruların xarici səthində, çöküntülərin altında əmələ gəlir. Çöküntülər əsasən dəmir (III) oksiddən ibarət olub, tərkibində dəmir (III) sulfid və dəmir (III) xlorid əlavələri də iştirak edir.

Kondensləşmiş nəmin qaz məhsulları ilə qarışığında H_2S və HCl olması borular dəstəsinin korroziya çatlamalarına səbəb olur. Bu zaman çatlar həm dənələrin sərhəddi boyu, həm də transkristallit olaraq yayılır.

Drenaj sularında korroziya baxımından aqressiv komponentlərin miqdarı geniş intervalda dəyişir: xlorid ionları 50-160, sulfat ionları 1-95, dəmir ionları 100-200 mq/l. pH-ın qiyməti 5-dən 0,5-ə qədər dəyişir. Bu regenerasiya zamanı drenaj suyunun apardığı dəmirin miqdarı 60 kq-a çatır.

Korroziya məhsullarının bir hissəsi kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarında yığılır. Borular arası fəzadan götürülmüş çöküntülərin analizi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, çöküntünün tərkibində 30-40%-ə qədər xloridlər və 0,5% dəmir sulfatlar, qalanı isə dəmirin oksidləridir.

Su buxarlarının kondensləşdiyi və regenerasiya məhsullarının turş məhlullarının əmələ gəldiyi sahələrdə aşağı temperatur avadanlıqlarının korroziyası ciddi təhlükə yaradır. Başlıca olaraq hava ilə soyutma kondensatorlarının borular dəsti, su soyuducuları, separatlar və əlaqələndirici boru kəmərləri turşu korroziyasına məruz qalır.

Avadanlıqların etibarlı və qəzasız işini təmin etmək üçün xüsusi müdafiə üsullarının istifadəsi vacibdir. Aşağıdakı texnoloji tədbirlər görüldükdə avadanlıqların korroziyadan dağılması hiss olunacaq dərəcədə azalır: regenerasiyadan əvvəl katalizatorun hidrogen ilə uzun müddətli qızdırılması prosesi aparılır; katalizatorun regenerasiyadan əvvəl sistemdə layihədə nəzərdə tutulmuş yerlərdə vakuum yaradılır; sxemə NaA və ya NaX seolitlərinə malik adsorber-quruducular qoşulur; su soyuducularının baypaslaşdırılması.

Katalizatorun hidrogenli qaz ilə işlənməsi 500 °C-də və 10-12 saat müddətində aparılır. Bu əməliyyat katalizatorun və riforminq sistemlərindən karbohidrogenlərin və kükürlü birləşmələrin kənarlaşdırılmasına səbəb olur və bu səbəbdən də regenerasiya müddəti, sistemin nəmliyi, korroziya aqressivliyinə malik maddələrin miqdarı azalır. Regenerasiyadan əvvəl sistemdə vakuum yaradılması hidrogenli qazı inert qaz (azot) ilə əvəz etdikdən sonra aparılır. Vakuum yaradılması sistemdə karbohidrogenlərin miqdarını daha da azaltmağa imkan verir ki, bu da regenerasiya vaxtını azaldır.

Sistemə seolitli adsorberlərin qoşulması bütün regenerasiya müddətində nəmliyin müəyyən qədər azalmasına kömək edir, regenerasiya qazlarını ona düşən hidrogen xloriddən təmizləyir. Adsorberlərin istifadə edilməsi riforminq katalizatoruna $NaOH$ və natrium duzlarının düşməsinin qarşısını alır (sistemə müdafiə məhlulu verilərkən məhlulun çox narın damlları əmələ gələ bilər və o, qaz axını ilə katalizatora düşə bilər).

Riforminq sistemində hava soyuducuları olduqda onlar regenerasiya qazlarını kifayət qədər soyuda bilirlər. Müdafiə olunan sistemlərin həcmi azaltmaq üçün su soyuducuları regenerasiya müddətində baypaslaşdırıla bilər. Bu tədbirlər istismar şəraitləri nəzərə alınmaqla xüsusi işləmələr tələb edir. Su soyuducularının baypaslaşdırılması xüsusən o halda məqsədə uyğundur ki, boru dəstələri latundan və ya 12X18N10T poladından hazırlanmış olsun. Belə ki, tərkibində xloridlər olan maye mühitlərdə latun sinksizləşir, 12X18N10T poladı isə xlorid korroziya çatlamalarına məruz qalır ki, bu da qəflətən avadanlığın dağılmasına səbəb ola bilər. Amma, yuxarıda sadalanan texnoloji tədbirlərin heç biri korroziyadan müdafiə problemini tam həll etmir.

Riforminq katalizatorunun regenerasiyası zamanı ayrılan turş drenaj sularının yaratdığı korroziyadan avadanlıqları müdafiə etmək üçün keçmiş SSRI-də KLOE-15 inhibitorunun 0,1 %-li məhlulunun neytrallaşdırıcı əlavələrlə (natrium hidrokسيد, soda Na_2CO_3 və ya 2 %-li monoetanolamin ilə birlikdə) istifadəsi təklif olunurdu. Inhibitor drenaj suyunun pH-nın aşağı qiymətlərində avadanlıqların müdafiəsinin etibarlılığını artırır. Səmərəli müdafiənin əhəmiyyətli faktoru regenerasiyanın turş məhsullarının neytrallaşdırılmasıdır.

Qeyd etmək istərdik ki, hazırda H.Ə.Əliyev adına neft emalı zavodunda fəaliyyətdə olan riforminq qurğusu LF-35/11/1000 tiplidir və yuxarıda adları sadalanan qurğulardan fərqli sxemə malikdir. Bu katalitik riforminq qurğusunun layihəsi Fransanın «Litvin» firması tərəfindən, ABŞ-ın «YU-OP» firmasının texnologiyası əsasında yerinə yetirilmişdir. Qurğu doqquz bölmədən (seksiyadan) ibarətdir:

- | | | |
|-----------|---|---|
| Seksiya 1 | – | Düz qovulma benzininin hidrotəmizlənməsi |
| Seksiya 2 | – | Platforminq |
| Seksiya 3 | – | Platforminq katalizatorunun regenerasiyası |
| Seksiya 4 | – | Soyuducu suyun hazırlanması |
| Seksiya 5 | – | Suyun işlənilib hazırlanması və buxar istehsalı |
| Seksiya 6 | – | Azot istehsalı |
| Seksiya 7 | – | Sıxılmış hava alınması |
| Seksiya 8 | – | Maye və qaz halında yanacağın paylanması |
| Seksiya 9 | – | Fakel, kanalizasiya |

Yuxarıda qeyd olunan mühafizə metodları uyğun seksiyalar üzrə eyni qaydada istifadə edilir.

BÖLMƏ VIII

YANACAQLARIN YANMA MƏHSULLARININ TƏSİRİ İLƏ SOBA AVADANLIQLARININ KORROZİYASI

8.1. Texnoloji sobaların yanacaqları və onların korroziya aqressivliyi

Sənaye sobaları üçün maye yanacaqlardan 40 və 40B tipli orta, 100 və 100B tipli ağır yanacaq olan odluq neft mazutları istifadə edilir.

Ağır neft qalıqlarını az özüllüklü komponentlərlə qarışdırmaqla alınan odluq mazutu yüksək özüllüyə və sıxlığa, asfalt-qətran maddələrinin yüksək qatılığına və korroziya aqressivliyinə malik kükürd və vanadiuma malik olur. Mazut və krekinq qalığının sıxlığının və özüllüyünün artması külün artmasına səbəb olur. Mazutların küllülüyü 0,04-dən 0,14%-ə qədər həddə dəyişir və ilkin xammalın keyfiyyətindən, həmçinin onun emal üsullarından asılı olur. Kül yanacağın yanma məhsullarını çirkləndirir, çətin kənarlaşdırıla bilən çöküntülər əmələ gətirir və bu çöküntülərin tərkibində turş duzlar olduğundan metalın korroziyasına səbəb olur.

Kükürd və onun birləşmələri maye yanacağın yanar kütləsinin tərkibinə daxildir. Yanma zamanı kükürdün hamısı yanmanın qaz məhsullarının tərkibinə keçir. Kükürd anhidridi (SO_3) su ilə təmasda olduqda sulfat turşusuna çevrilir.

Qaz yanacaq kimi təbii qaz və yanaşı qazlar istifadə edilir. Bir çox hallarda neftin emalı zamanı alınan qaz qarışıqları da yanacaq kimi istifadə edilir.

Yanacaq kimi təbii qaz istifadə edilməsi daha məqsədə uyğundur. Başlıca olaraq hava qızdırıcı borular dəstəsinin soyuq qaz daxil olan hissəsi korroziyaya uğrayır. Ən çox korroziya o halda baş verir ki, yanacaq kimi ya tamamilə, ya da qismən kükürlü mazut istifadə edilir.

Ümumi nəticə odur ki, yanacaqda kükürdün miqdarı çox olduqca hava qızdırıcılarının korroziyası da yüksək olur.

8.2. İstilik utilləşdirici avadanlıqların aşağı temperaturlu korroziyası

Neft emalı və neft-kimya sənayesi müəssisələrində tüstü qazlarının istiliyini utilləşdirmək üçün hava qızdırıcıları və soba- utilləşdiricidən istifadə edilir.

Soba-utilləşdiricilərin metal məsrəfi çox və faydalı iş əmsalı az (40-70 %) olur və onlar yalnız o vaxt istifadə olunur ki, istilik enerji mərkəzi (IEM) neft emalı zavodunun lazımı parametrlərə malik və kifayət qədər buxar istehsal edə bilmir.

Hava qızdırıcıları havanı qızdırmaq və çıxan tüstü qazlarının temperaturunu aşağı salmaq üçün istifadə edilir, onlar sobaların faydalı iş əmsalını 10-15 % artırır, yanacaq məsrəfini azaldır, odluğun kokslaşmasını aradan qaldırır, yanma məhsullarının daha dərin oksidləşməsi atmosferin çirklənməsini azaldır.

Qazların istiliyinin havaya verilməsi prinsipinə görə hava qızdırıcıları iki qrupa bölünür: rekuperativ (boruvari) və regenerativ (fırlanan).

Rekuperativ hava qızdırıcılarına istiliyin ötürülməsi fasiləsiz olaraq metal divar vasitəsilə həyata keçirilir. Metal divarın bir tərəfindən qaynar tüstü qazları, digər tərəfindən hava keçir. Rekuperativ hava qızdırıcıları poladdan (boruvari və lövhəvari), çuqundan (qabırğavari, qabırğavari-dişli) və şüşədən olur.

Ən geniş yayılmış tip boruvari qızdırıcılardır. Onlar diametrləri 40 və 51 mm, qalınlığı 1,5 mm olan borulardan hazırlanır və seksiya şəklində (kublar) yığılır. O, çox böyük kütlə və həcmə malik olur. Tüstü qazları vertikal şəkildə yerləşən boruların içərisindən, hava isə borular arası fəzadan keçir.

Lövhəvari hava qızdırıcıları polad lövhələrdən hazırlanır və az səmərəli olduğu üçün demək olar ki, istifadə edilmir. Onların səthi mexaniki qarışıqlarla örtülür və onlar tezliklə sıradan çıxırlar.

Lövhəvari çuqun hava qızdırıcıları korroziyaya davamlılıq baxımından müəyyən maraq kəsb edir. Yüksək kükürlü yanacaqlar istifadə edildikdə çuqun hava qızdırıcılarının istifadəsi daha məqsəduyğundur. Amma onların qalınlığı 8-10 mm olduğundan metal məsrəfi çox olur və o, yalnız böyük olmayan qurğular üçün səmərəli ola bilər.

Şüşə boruvari hava qızdırıcıları o yerlərdə istifadə olunur ki, orada polad qızdırıcılar güclü korroziyaya uğrayır və iqtisadi səmərəli olmur. Şüşə

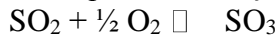
hava qızdırıcılarının əsas qüsurları boruların metallik boru lövhələrinə birləşdirilməsinin mürəkkəbliyi, qiymətinin bahalılığı (polad hava qızdırıcıları ilə müqayisədə 50-70 % bahadır), az davamlılıq.

Hazırda regenerativ fırlanan hava qızdırıcıları daha çox istifadə edilir. Bu hava qızdırıcılarının boruvari qızdırıcılara nəzərən üstünlüyü odur ki, onun qızdırılan səthinin 1 m²-nin kütləsi boruvari qızdırıcılara nəzərən 2-3 dəfə azdır.

8.3. Hava qızdırıcılarının aşağı temperaturu sulfat turşusu korroziyası

Hava qızdırıcılarının istismarının etibarlılığı yanma qazları ilə təmasda olan səthdə inkişaf edən korroziya prosesləri ilə əlaqədardır. Kükürlü yanacaqların tüstü qazlarında korroziya aktivliyinə malik əsas komponentlər kükürd oksidləri (SO₂, SO₃), oksigen və sudur.

Aşağı temperaturu korroziya prosesi kükürd anhidridi (SO₃) və su buxarının reaksiyası nəticəsində alınan sulfat turşusunun təsiri ilə əlaqədardır. Mazutu yandırdıqda onun tərkibindəki kükürlü maddələrdən əvvəlcə SO₂ əmələ gəlir ki, yanma qazlarında oksigenin, nəmin miqdarından və temperaturdan asılı olaraq 3-5 %-i SO₃-ə qədər oksidləşir:



Havanın artıq miqdarı qarışıqda çoxaldıqca SO₃-ün miqdarı da artır.

Fe₂O₃ SO₂-nin SO₃-ə çevrilməsini katalizləşdirir. Bu proses üçün katalizator rolunu Fe₂(SO₃)₃, həmçinin tərkibində vanadium və dəmir olan çöküntülər də oynaya bilər.

Karbonlu poladdan olan hava qızdırıcılarının boru dəstələrinin korroziya prosesində əhəmiyyətli faktor sulfat turşusunun qatılığıdır. Turşunun qatılığı 60-90 % olduqda karbonlu poladların korroziya sürəti nisbətən aşağıdır və H₂SO₄-ün qatılığından asılı deyil. Maksimum korroziya sürəti turşunun qatılığı 52 % olduqda müşahidə edilir. Sonra qatılıq azaldıqca korroziya sürəti də azalır.

Kül çöküntüləri korroziya prosesində böyük rol oynayır. Belə çöküntülərin hiqroskopikliyi və adsorbsiya qabiliyyəti SO₃-ün udulmasına səbəb olur. Soba dayandırıldıqda külün turş çöküntüləri suyu adsorbsiya edir, hidrolizə uğrayır və bir başa metalın səthində turşu ayrılır. Bu da soba dayandığı dövrdə korroziya sürətinin kəskin artmasına səbəb olur.

Az kükürlü yanacaqların istifadə edilməsi və ən az hava artıqlığı yaranan yandırma qurğularının istismarı, divarın temperaturunun sulfat turşusu damcılarının əmələ gəlməsi temperaturundan yüksək olması metalın korroziyadan dağılmasının azaldılması üçün əsas faktorlardır.

8.4. Hava qızdırıcılarının korroziyadan müdafiəsi

Su buxarlarının kondensləşməsinin qarşısını almaq və aşağı temperaturu sulfat turşusu korroziyasının qarşısını almaq üçün divarların temperaturunu damcılar əmələ gələ bilən temperaturdan 5-10 °C yuxarı saxlamaq lazımdır.

Metalı korroziyadan müdafiə üçün ən geniş istifadə olunan üsullardan biri qaynar havanın bir hissəsini resirkulyasiya etmək və ya havanı kaloriferlərdə qızdırmaqla əvvəlcədən temperaturu yüksəltməkdir.

Havanın əvvəlcədən qızdırılması olmadıqda hava qızdırıcıların divarının temperaturu 50-60 °C, korroziya sürəti isə 0,5 mq/(m² ·saniyə) (0,6 mm/il) olur. Borunun divarının qalınlığı 1,5 mm olduqda belə rejimdə işləyən hava qızdırıcıları 1-2 ilə sıradan çıxır.

Yuxarıda qeyd olunanlar göstərir ki, havanın əvvəlcədən qızdırılması məcburidir. Yanacaqda kükürdün miqdarı 1 %-dən çox olduqda divarın temperaturu 130-140 °C-dən, 2 %-dən çox olduqda 160-170 °C-dən aşağı olmalıdır. Belə temperatur rejimini saxlamaq praktiki cəhətdən mümkündür, amma, bu, kənarlaşdırılan tüstü qazlarının temperaturunun bir qədər artıq olmasına və sobanın faydalı iş əmsalının azalmasına səbəb ola bilər. Sonuncu qərarı çıxarmaq üçün iqtisadi səmərəliliyi hesablamaq lazımdır.

Lakin, soyuq havanın əvvəlcədən qızdırılması boru dəstələrinin korroziyasının qarşısını tam ala bilmir. Odur ki, hava qızdırıcılarının korroziyadan müdafiəsi üçün o, digər üsullarla birgə istifadə olunur.

Havanın artıqlıq əmsalının azaldılması. Korroziyadan müdafiənin əlverişli üsullarından biri də sərbəst oksigenin minimum artıqlığı (1,1-1,3 %) şəraitində sobanın istifadəsidir. Amma, əksər müəssisələrdə hava artıqlığı əmsalı 1,3-dən az olmur və bəzilərində 1,8-2,3-ə çatır. Hava artıqlığı əmsalının yüksək olduğu hallarda sulfat turşusu damcılarının əmələ gəlməsi nöqtəsi 120-150 °C və daha çox olması turşunun kondensləşməsinə və metalın korroziyasına səbəb olur. Bununla əlaqədar olaraq hava artıqlığı əmsalının azaldılması üçün bütün tədbirlər görülməlidir. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi

neft emalı zavodlarında müasir boruvari sobaların faydalı iş əmsalı 60-80%-dir və başlıca olaraq çıxan tüstü qazlarının temperaturundan və hava artıqlığı əmsalından asılı olur. Odur ki, hava artıqlığı əmsalının azaldılması təkcə korroziyanın baş verməsini aradan qaldırmır, eyni zamanda sobanın faydalı iş əmsalını artırır.

Bir sıra aparıcı dövlətlərin soba aqreqatlarında yüksək kükürlü maddələr havanın az artıqlığı şəraitində yandırıldıqda korroziya və qızdırılmış aşığı temperaturu səthlərdə çirklənmə tamamilə aradan qaldırılmışdır ki, bu da xaric olunan qazların temperaturunu 120 °C-ə qədər azaltmağa və faydalı iş əmsalını 93-94 %-ə çatdırmağa imkan vermişdir.

Korroziyaya davamlı materiallar.

Hava qızdırıcılarının uzun müddətli istismarı təmin etmək üçün korroziyaya davamlı materiallardan və korroziyadan müdafiə örtüklərindən istifadə etmək olar.

Az legirlənmiş korten poladı, yüksək legirlənmiş karpenten 20, xastelloy B və xastelloy C tipli poladlar yüksək korroziya davamlılığına malikdirlər. Lakin, mis aşqarı olan korten poladı müstəsna olmaqla bu metalların heç biri, içərisində hava qızdırıcılarının qızdırılan səthini hazırlamaq üçün təklif oluna bilməz. Buna səbəb onların çox baha olmasıdır.

08X18H10T və 08X21H6M2T markalı, paslanmayan poladlar korroziyaya meyillidirlər. Yüksəklegirlənmiş 06XH28MDT poladı yüksək korroziya davamlılığına malikdir. Lakin, karbonlu polada nəzərən korroziyaya daha davamlı olan N70MF nikel ərintisidir.

Keçmiş SSRI-də və digər xarici ölkələrdə hava qızdırıcılarını korroziya əleyhinə örtüklərlə mühafizə etmək təcrübəsi geniş yayılmışdır.

Əsas çətinlik ondadır ki, örtüyün əsas material üzərinə yaxşı adgeziyasını təmin etmək olmur və çoxsaylı istilik dəyişmələrindən sonra örtüklərdə çatların yaranmasının qarşısını almaq olmur.

Boruvari hava qızdırıcıları üçün sənayedə istifadə olunan korroziyaya davamlı qeyri-metal materiallardan (farfor, ftoroplast-4, qrafit və s.) hazırda yalnız xüsusi növ şüşə istifadə olunur.

Şüşə aşığıdakı üstünlüklərə malikdir: yanma məhsullarına və aqressiv mühitin təsirinə münasibətdə kimyəvi davamlılıq; yüksək termiki davamlılıq; lazımi konfigurasiyada detalların hazırlanması imkanı; yüksək olmayan sıxlıq.

Şüşənin çatışmamazlıqlarına onun kövrəkliyi aiddir.

Xüsusi termik davamlılığa malik şüşələrin istifadəsi məqsədəuyğundur.

Dünyanın aparıcı ölkələrində borsilikat tipli payreks və dyursen-50 şüşələr istifadə olunur. Borsilikat şüşə müxtəlif aqressiv kimyəvi komponentlərə, o cümlədən sulfat turşusuna davamlı olur.

Şüşə kövrək materialdır. Qazın temperaturu 450-500 °C-dən yuxarı olma-malıdır ki, şüşənin yumşalma temperaturuna yaxınlaşmasın. Amma, belə temperaturda soyutma ləng və bərabər olmalıdır, odur ki, temperaturun 350 °C-dən yüksək olması məsləhət görülmür.

Şüşə borular dartılmağa, əyilməyə, burulmağa az dözümlüdür və zərbə yüklərinə davamlı deyil.

Keçmiş SSRI-də 13 B markalı, termiki davamlı şüşələr uğurla istifadə edilirdi.

Payreks və 13 B şüşələrinin tərkibi aşağıda verilir (%-lə):

	MgO	SiO ₂	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	Flüoridlər
Payreks	–	80	13	2,25	0,05	3,5	1,15	–	–
13 B	4	63,5	–	15,5	–	2,0	–	13	2

Keçmiş SSRI-də və digər inkişaf etmiş ölkələrdə şüşədən hazırlanmış hava qızdırıcılarında yalnız metal borulu lövhələr istifadə olunurdu. Bu metal borular az karbonlu poladdan, korten tipli poladdan və ya çuqundan hazırlanırdı. Xidmət müddətini artırmaq üçün borulu lövhələr 20 mm qalınlıqda hazırlanır.

Korroziyanı azaltmaq üçün inkişaf etmiş xarici ölkələrdə iki tip örtük yoxlanılmışdır: viton əsasında və polimerləşdirilmiş plastik kütlədən.

Fransanın «Er-Endustri» firması lövhələrin müdafiəsi üçün lövhəvari politetraflüor etilenin (ftoroplast-4) köməyi ilə yeni üsul işləyib hazırlamışdır.

Kükürlü yanacaqları yandırarkən şüşəyə bənzər və farfor emallar yaxşı korroziyadan müdafiə xassələrinə malik olurlar.

Metallik qaz ötürücülərinin korroziyadan müdafiəsi üçün turşuya davamlı silikat örtüklərdən də istifadə olunur.

Müdafiə örtüklərinin istifadəsi səmərəli olsa da onlar kifayət qədər bahadırlar. Bundan əlavə az tapılan nazik lövhəvari polad tələb olunur. Odur ki, aparıcı ölkələrdə uzun ömürlü və ucuz, poladların istifadəsini tam aradan qaldıran, korroziyaya davamlı, ucuz materialların yaradılması sahəsində keçən əsrin 80-ci illərindən intensiv tədqiqatlar aparılır.

Regenerativ hava qızdırıcılarının soyuq hissəsinə dəşikli bloklar şəklində saxsı örtüklərin bərkidilməsi yaxşı nəticələr verdi. Blokların səthinə turşuya davamlı mina çəkilir. Bloklar iki yarusda yerləşdirilir (bir yarusun hündürlüyü 250-300 mm olur). Saxsı bloklar üzərində çöküntülər səthə zəif əla-

qəli olur və səthdən qızdırılmış buxar və ya su ilə asan təmizlənir.

Belə blokların qiyməti qalınlığı 1,2 mm olan metallik lövhələrdən olan örtüklərə nəzərən 40% ucuz olur. Saxsı bloklar sulfat turşusu korroziyasına davamlıdırlar.

Korroziyanı azaltmaq üçün aşqarlardan da istifadə olunur. Aşağı temperaturlu korroziyadan itkini azaltmaq və sıx kül çöküntülərinin əmələ gəlməsini aradan qaldırmaq üçün yanacaqlara və ya tüstü qazlarına müxtəlif aşqarlar əlavə olunur.

Aşqarların xassələrindən asılı olaraq onların təsiri müxtəlif olur. Külün strukturunu yaxşılaşdıran aşqar kimi qələvi torpaq metalların duzları, gil komponentləri, alüminium silikat, metal oksidləri (Zn, Cu) istifadə olunur. Bəzi aşqarlar (silisium, kaolin) küləmələgətirici komponentlərlə reaksiyaya girməyərək külün asan əriyən hissəciklərinin birləşib iriləşməsinə mane olur.

Faolit, kalsium və maqneziumun oksidləri və hidrokksidləri, tozvari metallar (Zn, Cu və s.) və həmçinin qaz halında ammoniak SO_3 ilə kimyəvi qarşılıqlı təsir zamanı korroziyaya səbəb olmayan birləşmə əmələ gətirir. Bu baxımdan tüstü qazlarına əlavə edilən qaz halında ammoniak, həmçinin maqnezium xloridin suda məhlulu daha yaxşı üstünlüklərə malik olduğu haqda elmi və praktiki məlumatlar vardır.

8.5. Soba avadanlıqlarının odluq atmosferində yüksək temperaturlu qaz korroziyası

Yanmanın müəyyən şəraitində yanacaqların yanma məhsulları yüksək aqressivliyə malik olurlar və metalın yüksək qaz korroziyasına səbəb olurlar.

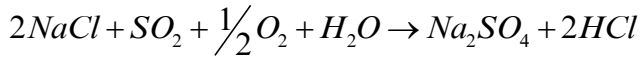
550 °C-ə qədər temperaturlarda istifadə olunan yanacaqların hamısının yanma məhsulları praktiki olaraq aqressiv deyillər.

Soba detallarının metalının yüksək temperatur korroziyası 550°C-dən yuxarı temperaturda mazutu yandırarkən baş verir.

Mazut maye yanacaq olub, bir neçə tip xam neftdən alındıqda tərkibində az miqdarda vanadium olur (20 milyon⁻¹-ə qədər). Orta Şərqi və Venesuela neftlərindən alınan mazutda vanadium bir neçə yüz milyon⁻¹ həddində olur.

Mazut yandırıldıqda vanadium ilk növbədə V_2O_3 və V_2O_4 əmələ gətirir və sonradan V_2O_5 -ə çevrilir. Uçucu V_2O_5 sərbəst halda olduqda buxarla-

na bilir. Amma digər kül çöküntüləri ilə birlikdə olduqda bir sıra vanadatlar əmələ gəlir ki, onların da buxar təzyiqi V_2O_5 -in buxar təzyiqindən aşağı olur və odur ki, vanadium kül çöküntülərində qalır. Neftdə kükürd SO_2 və SO_3 -ə qədər oksidləşir və yanacaq yandıqda (700-1400 °C) aşağıdakı reaksiya üzrə sulfat əmələ gətirir.



Yanacaq yanarkən alov zonasından çıxan qaz böyük miqdarda qeyri-üzvi birləşmələrə (V, Ca, Fe, Ni, Mg, Si oksidləri; HCl buxarları, Na_2SO_4 , silikatlar, vanadatlar) malik olur ki, onlar da soba avadanlığının metallik səthinə çökürlər. Kül çöküntülərinin metal ilə qarşılıqlı təsiri asan əriyən birləşmələr əmələ gəlməsinə səbəb olur ki, bu da ərintidə korroziyanın sürətlənməsinə səbəb olur. Bu sürətlənmə külün komponentlərinin birinin ərimə temperaturundan yüksək temperaturunda və ya onların evtetikasında baş verir. Vanadiuma malik küllər olduqda odadavamlı xromnikel ərintilərinin korroziyasının sürətlənməsi 650 °C-dən yuxarı temperaturda baş verir.

Buxar qızdırıcılarının radiant bölmələrinin temperaturu 650 °C-dən aşağı olur və sulfat korroziyası yalnız onlar bu temperaturdan çox qızdıqda baş verir. Bir çox hallarda sürətli korroziya 550-600 °C-də də müşahidə olunur ki, bunu da uzun müddətli istismar və boruların metalının dövrü olaraq həddən çox qızması ilə izah etmək olar.

Detalları 24Cr-21Ni tipli poladdan olan sobaların detallarının korroziyası 800-900 °C temperaturlarda 15 mm/ilə qədər olur.

Neft emalı sobalarında radiant ilanvari boruların divarlarında temperatur 650 °C-dən çox olmur və boru metalında sürətlənmiş yüksək temperatur sulfid-vanadium korroziyası baş vermir. Odluq qazlarının temperaturu kül çöküntülərində V_2O_5/Na_2SO_4 nisbətində təsir edir. Mühitin daha yüksək korroziya aqressivliyi qazın temperaturu 900 -dən yuxarı olduqda V_2O_5/Na_2SO_4 nisbəti =4/1 olduğu hala uyğun gəlir.

Xam neftin qovulması qurğularında, platforminq və katalitik krekinq sobalarında boruların 25Cr-12Ni tipli poladlardan olan divara bərkidiciləri tərkibində 100 mq/kq vanadium, 2000 mq/kq natrium və 3-5 % kükürd olan mazutun yanma mühitində 14 ay istismar müddətində korroziya səbəbindən tamamilə dağılmışdır.

Platforminq sobalarında 25Cr-12Ni poladından olan kənar dayaqqlar iki il 850 °C temperaturda işlədikdən sonra $V_2O_5:Na_2O$ nisbətində yüksək qiymətində (V_2O_5 -48 %, Na_2O -2 %) kül çöküntüləri altında korroziya müşahidə olunmuşdur.

Keçmiş Almaniya Demokratik Respublikasında aparılmış tədqiqatların nəticəsinə görə qarışıqların istənilən minimal qatılıqlarında (V-50 mq/kq, Na-7 mq/kq, S-2,5%) soba detallarının güclü korroziyası müşahidə olunur.

Keçən əsrin 80-cı illərində verilən məlumatlara görə Nyu-Yorkun istilik mərkəzində buxar qızdırıcılarının borularının 75 dayağında aparılmış təcrübələr göstərmişdir ki, onları 700-1000 °C temperaturda 1200 saat müddətində, tərkibində 100-400 mq/kq vanadium, 20-80 mq/kq natrium və 1,5-4 % kükürd olan mazutun yandığı mühitdə istismar etdikdə xromnikel poladların hamısı 100 % korroziyaya uğrayır. Yalnız 50Cr-50Ni və 60Cr – 40Ni ərintilər istifadə olunduqda təminədiçi nəticələr alınmışdır.

Mazut yanacaq kimi istifadə edilərkən çətin aradan qaldırılabilən korroziya problemləri yaranır.

Təbii qaz və digər zavod qazları yanacaq kimi.

Təbii qaz və zavodların utilləşdirilən qazları tiollar şəklində kükürlü birləşmələrə və H₂S-ə malik olurlar. Lakin, qazları oksigen artığı şəraitində yandırdıqda, hətta 850 °C-ə qədər temperaturlarda da aqressivliyə malik olurlar. Əgər müəyyən sahələrdə qazın tam yanması baş vermirsə, SO₂ (0,6 % və daha çox) və H₂S olduqda korroziya sürəti 6-25 dəfə artır.

Neft emalı prosesinin temperaturundan asılı olaraq soba boruları və furnitarlar üçün karbonlu, az legirlənmiş (12XM, 12MX tipli), orta legirlənmiş (15X5M, 12X9M tipli) və yüksək legirlənmiş (12X18H10T və s.) poladlar istifadə olunur. Yüksək temperatur prosesləri sobalarında (konversiya, piroliz və s.) oda davamlı poladlar istifadə olunur. Belə sobalarda materiallar 850-1000 °C intervalında işləyirlər. Məhz bu intervalda yanacağın yanma məhsullarında olan kükürlü birləşmələr öz aqressivliklərini göstərir.

Soba qurğularının kükürlü qazların yanma atmosferində sulfid korroziyasını azaltmaq üçün aşağıdakıları nəzərə almaq lazımdır:

1. Qazda HCl, H₂O və digər əlavələrin olmasını aradan qaldırmaq.
2. Bütün həcm boyu qazın hava ilə yaxşı qarışmasını və yanma məhsullarında oksigenin yüksək artıqlığını təmin etmək lazımdır.
3. Tərkibində 30%-dən çox nikel olmayan, oda davamlı poladlar istifadə olunmalıdır.
4. Soba boruların və digər detalların temperaturu istifadə olunan poladın istiliyə davamlılıq həddindən 100-150 °C aşağı saxlanmalıdır.
5. Soba detallarının temperaturu 900 °C-dən yuxarı olduqda kükürdsüz yanacaq istifadə olunmalıdır.

Metanhidrogen fraksiyası. Kiçik güclü piroliz sobalarının hamısında yanacaq kimi metanhidrogen fraksiyası istifadə olunur. Əgər piroliz sobasında borular 10X23H18, 12X20H 14C2 tipli poladlardan hazırlanarsa layihə üzrə borunun xarici divarının işçi temperaturu 950 °C olmalıdır. Lakin, borular kokslaşdıqda bu temperatur 1050 °C olur. Soyudulmayan bərkidici detallar 1100-1150 °C temperatura malik olur. Bu sobaların borularının səthin korroziyası səbəbindən sıradan çıxması bütün istismar müddətində müşahidə edilməmişdir. Lakin, asılqanların, yolkacıqların və digər soba detallarının dağılma halları müşahidə olunmuşdur. 25X23H7CL poladdan olan və korroziya səbəbindən dağılan tökmə detalların tədqiqatı göstərmişdir ki, dağılma detalın azot ilə doyması səbəbindən baş verir. Azotla doyma metala yüksək kövrəklik verir.

Oda davamlı poladlardan olan detallarda da analoji hallar müşahidə olunmuşdur. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, işçi səth azotla doyur. Azot xrom ilə kövrək birləşmələr əmələ gətirir ki, onlar da plastikliyi azaldır və detalın gərginliyinin növündən və qiymətindən asılı olaraq qırılmağa və sonrakı dağılmağa səbəb olur.

25-30, 25-35, 28-48, 25-50 (Si ilə), 25-20 (Si ilə) və 25-12 (Si ilə) tipli xromnikel poladlardan hazırlanmış boruları və detalları sənaye sobalarında 1150 °C-ə qədər temperaturda istismardan sonra tədqiq edərkən aşkar olunmuşdur ki, 25-20 poladdan olan borulardan birində (odluğa yaxın yerləşən) azotlaşma bütün uzunluq boyu müşahidə olunur. Orta hissədə azotun miqdarı 1,1% və sonda 0,75% həddindədir. Azot ilə doyma prosesi əsasən detalların səthinin qızma temperaturundan asılı olur.

Korroziyadan müdafiə üsulları. Mazutun yanma məhsullarında korroziya ilə mübarizə üçün bir çox üsullar təklif olunur ki, onlar da aşağıdakılara gətirib çıxarır:

1. Konstruktiv həll – soba detallarının (dayaqların) süni soyudulması.
2. Yanacağın tərkibini elə tənzimləmək və nəzarətdə saxlamaq lazımdır ki, vanadiumun SO_3 ilə əmələ gətirdiyi və ərimə temperaturu aşağı olan birləşmələr az alınsın.
3. Kül birləşmələrinin ərimə temperaturlarını artıran aşqarlar (dolomit, $MgSO_4$) istifadə edilsin.
4. Mühafizə örtüyünün istifadə olunması.
5. Mazutu vanadium və natriumdan təmizləmək və yanacaqda kükürdün miqdarını azaltmaq.
6. Xüsusi ərintilərin istifadəsi.

Birinci üsul sobaların radiasiya borularında istifadə oluna bilər və xüsusi hallarda istifadə edilir.

İkinci üsul o halda tətbiq oluna bilər ki, maye yanacaq havanın artıqlığı olmadan, stexiometrik nisbətdə yandırılınsın. Havanın adi artıqlığında (15 %) küldə olan ümumi vanadiumun bir hissəsi $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{V}_2\text{O}_4\cdot\text{V}_2\text{O}_5$ –ə çevrilir. Havanın artıqlığı 1 % olduqda vanadiumun yalnız 1/3-i yuxarıda qeyd olunan birləşməyə çevrilir. Bununla da korroziya sürəti 90 %-ə qədər azalır ki, bu da sənaye sobaları üçün yetərli deyil.

Yanma üçün nəzərdə tutulmuş havaya xırda dispersli aşqar (inhibitor) hissəcikləri daxil edilməsi az qəbul olunandır. Belə ki, aşqarın küldə bərabər paylanması təmin olunmur və qızdırılan səthin əlavə çirklənməsinə səbəb olur.

Yeni xüsusi ərintilərin və poladların işlənilib hazırlanması və istifadəsi müstəsna olmaqla yuxarıda qeyd olunan üsullardan heç biri kül çöküntülərində yüksək temperatur korroziyası problemini həll etməyə imkan vermir.

BÖLMƏ IX

KARBOHİDROGEN QAZLARINI FRAKSİYALAŞDIRMA VƏ TƏMİZLƏMƏ ZAMANI KORROZIYA

9.1. Qaz fraksiyalaşdırıcı qurğularda aqressiv mühit

Neft xammalının destruktiv emal prosesləri müxtəlif karbohidrogen qazlarının əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunur. Prosesdən asılı olaraq neft emalı zavodlarında alınan qazların karbohidrogen tərkibi və korroziya aqressivliyinə malik komponentlərin (H_2S , HS^- , HCl^- , CN^- , CO_2 və s.) miqdarı kəskin fərqlənir.

Qaz fraksiyalaşdırıcı qurğuların texnoloji mühitinin əsas aqressiv komponenti hidrogen sulfiddir. Qaz fraksiyalaşdırıcı qurğularda neftin ilkin emalı qurğularından və digər qurğulardan alınan, əvvəlcədən təmizlənmiş qazlar istifadə edildikdə xammalda əlavə olaraq HCl və CO_2 də ola bilər. Katalitik krekinq qurğusundan daxil olan qazlarda sianidlər də olur. Belə ki, neftdə olan azotlu birləşmələr katalizator kimi istifadə olunan seolitlər üzərində parçalanaraq azot və sianidlər əmələ gətirirlər. Yüksək temperatur proseslərinin qazlarında doymamış karbohidrogenlər tamamilə olmur. Belə ki, bu qazlar hidrogenin yüksək təzyiqli şəraitində alındığından doymamış karbohidrogenlər doymuş hala keçir.

Hər hansı zavod qazının istifadə istiqaməti bu qazın tərkibindən asılıdır. Lakin, müasir neft emalı zavodlarında və neft kimya komplekslərində bütün qurğulardan (termiki və katalitik krekinq, katalitik riforminq, AVT və s.) karbohidrogen qazları axını əvvəlcədən qaz fraksiyalaşdırıcı qurğuya göndərilir ki, ayrı-ayrı komponentləri ayrılınsın və sonra təyinatı üzrə istifadəyə göndərilir. Qazın emalının ümumi sxemində qazın yanacaq karbohidrogenlərinə emalı əhəmiyyətli elementdir. Qazı fraksiyalaşdırarkən aşağıdakı fraksiyalar alınır: quru qaz (metan-etan), propan-propilen, butan-butilen, pentan, heksan və daha ağır karbohidrogenlər.

Karbohidrogen tərkibli neft qazlarının qarışığını ayırmaq üçün absorbsiya, rektifikasiya, adsorbsiya, xemosorbsiya və kombinə olunmuş üsullardan istifadə edilir. Qazların ayrılmasının əsas üsulu rektifikasiya və ya absorbsiya ilə birlikdə rektifikasiya üsuludur.

Qaz fraksiyalaşdırıcı qurğuların avadanlıqları hidrogen sulfid korroziyası çatlarına (HSKÇ) məruz qala bilərlər. Bu növ dağılmalar hidrogen sulfidli mühitlərdə, su fraksiyasının iştirakı ilə baş verir.

Ümumi hidrogen-sulfid korroziyası qeyri-bərabər, yaralı və nöqtəvari xarakterə malik olur. Karbonlu poladlardan və az legirlənmiş poladdan olan avadanlıqların ümumi hidrogen sulfid korroziyası bir qayda olaraq 0,02-0,3 mm/il olur. Lakin, avadanlıqların ayrı-ayrı sahələrində sulfid çöküntüləri altında yaraların dərinliyi 1,0 mm/il-ə çata bilər. Mühitin pH-ı <4 olduqda (bu hal mühitdə HCl da iştirak etdikdə yaranır) karbonlu, azlegirlənmiş, həmçinin 0,8X13 tipli xromlu poladlar kifayət qədər ümumi korroziyaya uğrayırlar (korroziya sürəti 0,3 mm/il-dən çox ola bilər).

Avadanlıqların korroziyasının təhlükəli və geniş yayılmış növü hidrogenləşmə səbəbindən yaranan sulfid korroziya çatlarıdır (SKÇ). Bu səbəbdən əsas metalın lay-lay dağılması və qaynaq birləşmələrinin çatlaması baş verir. Korroziya sürəti 0,02-0,05 mm/il olduqda lay-lay dağılma 10-12 il istismardan sonra, daha yüksək sürətdə isə 6 aydan 2 il istismara qədər müddətdə baş verə bilər. Hidrogenləşmənin stimullaşdırıcılarının iştirakı ilə hətta hidrogen sulfid korroziyasının ən az sürətində belə lay-lay dağılma xeyli sürətlənir. Məlumdur ki, sianidlər metalların hidrogenləşməsinin qüvvətli stimullaşdırıcılarıdır. Xammalda hətta olduqca az miqdarda H₂S olsa da onda sianidlər olduqda metalın lay-lay dağılması baş verir.

Qaz fraksiyalaşdırıcı qurğuların istismar təcrübəsi göstərir ki, katalitik krekinq qazlarında sianidlər var və belə qazlar fraksiyalaşdırıldıqda avadanlıqlar intensiv olaraq lay-lay dağılır. Ciddi hidrogen çatlamaları problemi avadanlıqlara buxar halında məhsullar təsir etdikdə daha çox olur. Bu, birincisi mühitdə aqressiv komponentlərin, o cümlədən H₂S-in və sianidlərin miqdarının çox olması ilə, ikincisi də onların miqdarının avadanlığın səthində əmələ gələn kondensatda çox olması ilə (uyğun olaraq mühitin pH-ı aşağı olur) izah edilir. Fraksiyalaşdırma zamanı H₂S və sianidlərin əsas miqdarı birinci iki yuxarı kalonun məhsulları ilə ilkin qazdan ayrılır. Suda korroziya aqressivliyinə malik komponentlərin qatılığı aparatdakı təzyiq ilə düz mütənasibdir. Ən yüksək təzyiq birinci iki rektifikasiya kalonu üçün xarakterikdir. Odur ki, metalın hidrogen çatları əmələ gəlməsi baxımından təhlükəli zonalar kompressordan sonra qoyulmuş soyuducular, etan və propan kalonlarının yuxarı hissələri, absorbsiya rektifikasiya qurğularının fraksiyalaşdırıcı absorbentləri, propan tutumlarıdır.

Separatorların elementləri, suvarma tutumları, etan və propan kalonlarının yuxarı hissələri, propanın kondensator-soyuducuları hiss olunacaq dərəcədə ümumi korroziyaya məruz qalırlar.

Avadanlıqların korroziyadan müdafiə üçün qaz fraksiyalaşdırıcı qurğuya daxil olmazdan əvvəl qaz H_2S -dən təmizlənməsi və qurudulması məsləhət görülür. Bu, qaz fraksiyalaşdırıcı qurğularda alınan sıxılmış qazların qiymətinin hiss olunacaq artımına səbəb olur. Belə ki, istənilən halda H_2S zəhərli olduğu üçün və sonrakı proseslərdə katalizatorları zəhərləyə bildiyindən qazlar dərin təmizlənməlidir.

Qaz fazada olan karbohidrogenləri təmizləmək üçün etanol aminlərin, fenolyatların və digər reagentlərin məhlulları istifadə olunur. Etanol amin ilə təmizləmə daha geniş istifadə olunur. Əgər texnoloji qurğulardan daxil olan ağır qaz komponentləri maye halında daxil olursa (təzyiq altında), onda həmin qazları qələvi ilə yumaqla sulfidli və turş birləşmələrdən təmizləmək olar.

Qazların qurudulması mühitin aqressivliyini hiss olunacaq dərəcədə azaldır. Amma, bir qayda olaraq iqtisadi nöqteyi-nəzərdən o, elə hallarda istifadə oluna bilər ki, qaz sonradan aşağı temperaturu rektifikasiyaya (məsələn, təmiz etilen ayırmaq üçün) və ya nəmə həssas katalizatora malik qurğuda katalitik emal üçün göndərsin.

Neft emalı zavodlarının qazları maye və bərk reagentlərin köməyi ilə qurudulur. Maye quruducu kimi etilenqlikol, dietilenqlikol və trietilenqlikol istifadə edilir. Bərk adsorbentlər (alüminium oksid, seolitlər) daha dərin təmizləmə aparmağa imkan verir.

Avadanlıqların hidrogen çatlamalarından səmərəli müdafiə üsulu məhsuldan sianidləri kənarlaşdırmaqdır. Bunun üçün qaza hava verilir ki, ammonium polisulfid $(NH_4)_2S_x$ əmələ gəlsin və o da CN^- ionları ilə qarşılıqlı təsirdə olaraq tiosianat SCN^- əmələ gətirsin. Qaz məhsullarından sianidləri və H_2S -i kənarlaşdırmağın digər səmərəli üsulu polisulfidlər əlavə etməklə su ilə yumaqdır. Bu üsul katalitik krekinq qazlarını fraksiyalaşdırarkən geniş istifadə edilir.

Qaz fraksiyalaşdırıcı qurğuların istismar şəraiti əsasən imkan verir ki, o, karbonlu və az legirlənmiş poladlardan hazırlansın. Sulfid korroziya çatlarına meyilli avadanlıqların hidrogen çatlamalarına davamlı poladlardan, məsələn, 20ÖÇ markalı poladdan hazırlanması məqsədəuyğundur. Mühitin $pH-1 \geq 6$ olduqda aparatlar iki təbəqəli metaldan hazırlanmalıdır və üst təbəqə hidrogenləşməyə meyilli olmamalıdır (məsələn, 08X13 poladından).

9.2. Qazların turş qarışıqlardan təmizlənməsi qurğularında korroziya problemi və onun həlli yolları

Qazların turş qarışıqlardan təmizlənməsi qurğuları neft və qaz emalı zavodlarında geniş istifadə olunur. Hazırda kükürlü neftlərin və qazların hasilatı və emalı kəskin artmaqdadır və onlarda H_2S və CO_2 olduğundan xüsusi təmizləməyə ehtiyac daha böyükdür. Bundan başqa neft emalının əsas prosesləri karbohidrogen məhsullarda kükürlü birləşmələrin miqdarının azaldılmasına yönəldiyindən həmin proseslər turş qazların (H_2S , CO_2) mənbəyi olur.

Qazların turş qarışıqlardan təmizlənməsi qurğularında H_2S və CO_2 ayrılır. Alınan H_2S kükürd, ya da sulfat turşusu istehsalı üçün, CO_2 isə quru buz almaq üçün istifadə edilir.

İstifadəyə göndərilən qazlar sanitar normalara görə 20 mq/m^3 -dan çox H_2S -ə malik olmamalıdır. Neft emalı zavodlarında H_2S bəzi proseslər üçün zərərli qarışıqdır, avadanlıqların korroziyasına səbəb olur. Odur ki, onun təmizlənməsi sanitar norma tələbləri ilə yanaşı, həm də istehsalat vacibliyi ilə əlaqədardır.

Hazırda dünyada ən geniş yayılmış təmizləmə üsulu amin üsuludur. Uducu kimi etanol aminin və dietanol aminin və ya onların qarışığının suda məhlulları istifadə olunur.

Etanol aminin qaynama temperaturu 170°C , dietanol aminin qaynama temperaturu 268°C -dir. Etanol amin dietanol aminə nəzərən daha yaxşı uducudur. Belə ki, 1 m^3 etanol amin 100 m^3 H_2S uda bildiyi halda dietanol amin cəmi 56 m^3 H_2S uda bilir. Amma etanol amin daha uçucudur. Bundan başqa qazda COS birləşməsi olduqda etanol amin onunla dönməz olaraq reaksiyaya girir və bu səbəbdən də uducunun sərfi artır. Etanol amin adətən 20 %-li, dietanol amin isə 30 %-li məhlul halında istifadə olunur. Məhlul hazırlamaq üçün ya kimyəvi təmizlənmiş, ya da distillə olunmuş su istifadə edilə bilər. Buxar kondensatı da istifadə edilə bilər.

İnkişaf etmiş xarici ölkələrdə qazların etanol amin ilə təmizlənməsi qurğularında avadanlıqlar karbonlu və az legirlənmiş poladlardan hazırlanır. Absorberlərin ümumi korroziyası hiss olunacaq dərəcədə olmur. Karbonlu poladdan hazırlanmış desorberlərin yuxarı və orta hissələri hiss olunacaq korroziyaya uğrayırlar. Korroziya sürəti 0,1-dən 1,0 mm/il-ə qədər olur. İstilik dəyişdiricilərdən aminin qaynar məhlulu daxil olan aparatlar daha güclü korroziyaya uğrayır. Etanol amin ilə təmizləmə qurğularının qaynadıcıları-

nın korroziyası çox ciddi problemdir. Qaynadıcıların boruları aşağıdakı şəraitlərdə daha intensiv korroziyaya uğrayırlar: amin məhlulu daha yüksək qatılıqda istifadə edildikdə; yüksək temperaturlu su buxarı istifadə edildikdə; həmçinin su buxarında qarışıqlar olduqda; dövr edən məhlulu yaxşı regenerasiya və filtrləmə etmədikdə. Belə hallarda mümkündür ki, 7-9 ay istismardan sonra borular dəstəsi sıradan çıxsın.

Uducu məhlul kimi dietanol amin məhlulu istifadə olunduqda korroziya səbəbindən avadanlıqların sıradan çıxması az-az hallarda müşahidə olunur. Bu da onunla izah oluna bilər ki, dietanol amin parçalandıqda az korroziya aktivliyinə malik məhsullar əmələ gəlir.

Qeyd etmək lazımdır ki, texnoloji xətdə desorberdən sonra yerləşən avadanlıqlar – separatorlar, soyuducular və s. onlara həcm faizi ilə 0,5-2,0 % miqdarında düşən amin məhlulu ilə müəyyən dərəcədə ümumi korroziyadan müdafiə olunur. Texnoloji zəncirin sonunda yerləşən avadanlıqlar üçün bu müdafiə olduqca azdır.

Buxar keyfiyyətli hazırlanmadıqda qaynadıcılar buxar tərəfdən ümumi korroziya hesabına sıradan çıxır. Karbonlu poladdan hazırlanmış qaynadıcıların boru dəstələri 4-5 il istismardan sonra sıradan çıxmışdır. Buxar yaxşı hazırlanmış hallarda isə avadanlıqlar əvəz olunmadan 12 il istismar edilmişdir.

Nəzərə almaq lazımdır ki, təbii qazları təmizləyərkən amin məhlullarına hiss olunacaq dərəcədə mineral duzlar düşə bilər. Qaz ilə yer səthinə çıxan lay suyu müəyyən qədər mineral duzlara malik olur və sonra absorbsiya zamanı amin məhluluna keçir. Bu duzlar qismən desorberdən çıxan qazlarla aparılır. Xloridlər turş qazlarla təmasda olan avadanlıqların korroziyasını sürətləndirə bilər.

Neft emalı zavodlarının kükürddən təmizləmə qurğularında katalizatoru aktivləşdirmək üçün dövrü olaraq daxil edilən xloridlərin amin məhlullarına düşməsi mümkündür.

Etanol aminin və dietanolaminin sulu məhlulları qələvi reaksiyalıdır və inhibitor xassəsinə malikdir. Temperatur 125 °C-ə qədər qalxdıqda və amin məhlulu turş qazlarla doyduqda pH azalır.

Etanolaminin və dietanolaminin təmiz məhlullarında karbonlu poladların ümumi korroziyası hiss olunacaq deyil (115 °C -də 0,03 mm/il-dir).

Hələ keçən əsrin 70-ci illərindən qaz təmizləyici qurğuların korroziyadan müdafiəsi üçün amin məhlullarına inhibitorlar əlavə edilməsi təklif edilsə də bu üsul hələ də geniş yayılmayıb. Qazların aminlərlə CO₂-dən təmizləmə qurğularında natrium metavanadat özünü yüksək səmərəliliyə ma-

lik inhibitor kimi göstərmişdir. Əksər inhibitorlar qazların aminlərlə təmizlənməsi qurğularında ona görə geniş tətbiq ola bilmir ki, onlar məhlulun köpüklənməsini artırırlar ki, bu da texnologiyanın pozulmasına səbəb olur.

Karbonlu və az legirlənmiş poladdan hazırlanmış kükürddən təmizləmə qurğuları üçün korroziya çatlamamaları təhlükəlidir.

Kükürlü birləşmələrdən təmizləmə qurğularının avadanlıqları karbonlu və az legirlənmiş poladlardan olan bir sıra neft və qaz emalı zavodlarında aparılmış müşahidələr göstərmişdir ki, desorberlərdə, «doymuş amin – regenerasiya olunmuş amin» istilikdəyişdiricilərində, regenerasiya olunmuş amini saxlama tutumlarında, regenerasiya olunmuş aminin nəqli borularında çatlamalar baş verir. Qaynaq tikişləri zonasında çatlar müşahidə olunur ki, bu çatlar tikişə paralel və perpendikulyar ola bilər. Çatlar kristallar arası çatlardır. Avadanlıqlarda baş verən çatlamaların əksər hissəsi temperaturu 50 °C–dən yuxarı olan regenerasiya olunmuş amin məhlulu ilə təmasda olan sahələrdə baş verir. Avadanlıqlarda çatlar hətta bir il istismar müddətində də baş verə bilər.

Qaynaq nəticəsində əmələ gələn deformasiyanın olması və ya mexaniki təsir aparatlarda aminlərin və qələvilərin təsirindən korroziya çatlamalarını stimullaşdırır. Çatın yuxarı hissəsində gərginliyin olması onun sonrakı inkişafı üçün şərait yaradır.

Hələ keçən əsrin yetmişinci illərində Amerika alimləri karbonlu poladların təmiz 20 %-li dietanol amin və H₂S və CO₂ ilə doymuş 20 %-li dietanol amin məhlullarında korroziya çatlamalarının mexanizmini tədqiq etmişlər. Belə nəticə əldə olunmuşdur ki, turş qazlarla doymuş, qaynar dietanol amin məhlullarında karbonlu və az legirlənmiş poladlar korroziya çatlarına eyni temperaturda regenerasiya olunmuş dietanol amin məhlulunda olduğundan az meyillidirlər.

Korroziya çatlamalarından müdafiə məqsədi ilə qazların amin ilə təmizlənməsi qurğularının aparatları və boru kəmərləri (turş qazlara malik amin məhlulları ilə təmasda olan) qaynaqdan sonra gərginliyi aradan qaldırmaq üçün termiki işləmələrə məruz qalmalıdır (650 °C–də). Termiki işləmədən sonra aparatların və boru kəmərlərinin nə daxilində, nə də xaricində detalların qaynağına icazə verilmir.

Qazları H₂S–dən və ya H₂S və CO₂ dən amin məhlulunda təmizləmə aparatları üçün aşağıdakı materiallar təklif olunur.

Absorberlər – uducu məhlulun keçmə sürətini azaltmaq və absorsiyasını yaxşılaşdırmaq üçün boşqablarla təchiz olunmuş, kalon tipli aparatlar. Absorber 45-50 °C-də, 4-6 MPa təzyiqdə işləyir. Absorberlərin az legirlənmiş poladlardan və korroziyaya davamlılıq üçün qalınlıq 4 mm əlavə olunmaqla hazırlanır.

Absorberləri hazırlayarkən qaynaqdan sonra gərginliyi aradan qaldırmaq üçün termiki işləmə həyata keçirilməlidir.

Desorberlər boşqablara malik olan kalon tipli aparatlardır. Termiki işləmə olmadıqda onlar tez-tez çatlamalara məruz qalırlar. Belə ki, desorberlər yüksək temperaturda (110-120 °C) turş qazlara malik amin məhlulları və ya onların buxarları ilə təmasda olur. Çatlar ən çox rast gəldiyi yerlər boşqabların bərkidilməsi üçün halqaların qaynaq edildiyi yerlərdir. Çatlar kalonun divarının bütün qalınlığı boyu keçir.

Təklif olunur ki, desorberlər az legirlənmiş poladdan hazırlansın, korroziya nəzərə alınmaqla qalınlıq 4 mm artırılsın və kalon hazırlandıqdan sonra termiki işləmədən keçsin. Desorberlərdə boşqabların çıxarıla bilən hissələri üçün 08X13 və ya 08X18H10T poladlar istifadə olunur.

Qaynadıcıları boru dəstələrinə malik olmaqla az legirlənmiş poladdan hazırlamaq olar. Termiki işləmə olmadıqda qaynadıcılar tez-tez çatlamalara məruz qalır. Qaynadıcıların gövdəsi, qapağı (əgər qaynaq tikişləri varsa), üzən başlıqlar üçün termiki işləmə mütləq vacibdir. Boru dəstələri və boru qəfəsləri karbonlu, az legirlənmiş poladlardan və ya 08X22H6T poladdan hazırlana bilər.

Separatorlar, amin məhlulları ilə təmasda olan tutumlar az legirlənmiş poladdan hazırlanır və korroziya nəzərə alınmaqla əsas qalınlıqdan 4 mm artıq götürülür və termiki işləmədən keçirilir. Amin məhlullarının boru kəmərləri karbonlu və az legirlənmiş poladdan hazırlanır.

Soyuducuların konstruksiyaları elə olmalıdır ki, onlarda boruları asan dəyişmək olsun. Belə ki, ilk növbədə boru dəstələri sıradan çıxır.

9.3. Kükürdün təsiri ilə korroziya

Sərbəst kükürd adi şəraitdə sarı rəngli, bərk maddədir. Onun ərimə temperaturu 119 °C, qaynama temperaturu 444,6 °C-dir.

Karbonlu polad və çuqun kükürd ərintisində 200 °C-ə qədər davamlıdır. Nəm və aerasiya olduqda qara metalların korroziya sürəti hiss olunacaq

dərəcədə artır. Karbonlu poladın kükürddə 35 °C-də korroziyası nəmin miqdarından asılı olaraq dəyişir. Nəmlik 0,5; 6,4 və 20 % olduqda korroziya sürəti uyğun olaraq 0,01; 0,15 və 4 mm/il olur. 125 °C temperaturda aerasiya şəraitində ərimiş kükürddə karbonlu poladın korroziya sürəti 0,03-dən 0,45 mm/il-ə qədər artır.

Temperatur artdıqca qara metalların korroziya sürəti artır. Korroziya sürəti 125 °C-də 0,03 mm/il, 260 °C-də 0,25 mm/il, 440 °C-də 4 mm/il olur.

Ərimiş kükürd karbonlu poladın səthində üç qat korroziya məhsulları təbəqəsi əmələ gətirir. Onun xarici təbəqəsi priddən (FeS_2), orta təbəqə dəyişən tərkibli troilitdən (FeS -dən $\text{FeS}_{1,5}$ -ə qədər), alt təbəqə isə pirrotitdən (FeS) ibarət olur. Korroziya məhsulları təbəqəsindən dəmir ionlarının diffuziyası dəmir və kükürd arasındakı reaksiyanı limitləşdirir. 650-900 °C temperatur intervalında diffuziya sürəti parabolik qanuna tabe olur.

Xrom-nikel poladlar maye kükürd mühitində işlədikdə kristallararası korroziyaya uğrayır. Təmiz xromlu və austenit xrom-nikel poladların korroziyası kükürlü birləşmələrin qatılığından və temperaturdan asılıdır. Oksidləşdirici atmosferdə kükürd iştirakı ilə bu poladlar reduksiyaedici mühitdə olduğuna nəzərən korroziyaya daha davamlıdırlar.

Nikel və onun ərintiləri 315 °C-dən yuxarı temperaturda kükürdün təsirinə davamlı deyil, belə ki, onlar bu təsirdən kövrəkləşirlər. Xrom, manqan və dəmirə malik ərintilər müstəsnaqlıq təşkil edir. Tərkibində yüksək miqdarda nikel olan ərintiləri yüksək temperaturlarda nə oksidləşdirici, nə də reduksiyaedici mühitlərdə (kükürdə malik olan) istifadə etmək olmaz.

Alüminium maye və buxar halında kükürddə 500 °C temperatura qədər davamlıdır.

Titan və TiA16V4 ərintisi kükürddə artıq 400 °C-də korroziyaya uğrayır, 500 °C-də isə tamamilə dağılır.

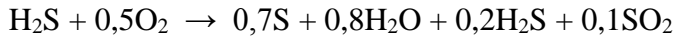
Təmiz molibden 450 °C-də hiss olunacaq dərəcədə sulfidləşir, 500 °C-də bu proses güclənir.

9.4. Kükürd istehsal edən qurğuların avadanlıqlarında korroziya problemləri

Neft emalı zavodlarında hiss olunacaq kifayət qədər H_2S -ə malik qazlardan kükürd üç sxem üzrə alınır:

1. «Birbaşa Klaus-proses» sxemi. Bu üsulla emal üçün tərkibində 45 %-dən çox H_2S olan qaz yararlıdır və qazda H_2S 70 % olduqda kükürdün

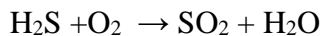
çıxımı 90-92 % olur. Qurğu adətən kükürdün alınmasının iki pilləsindən ibarətdir: termiki və katalitik. Birinci pillədə turş qaz hava iştirakı ilə yandırılır. Sobada temperatur 800-1200 °C olur.



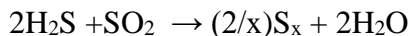
Bu şəraitlərdə ilkin kükürddən 60 %-ə qədər kükürd əmələ gəlir. Sonra yanma məhsulu soyudulur və termiki pillədə alınan kükürd qurğudan kənarlaşdırılır, qaz qarışığı isə katalizator yüklənmiş reaktora verilir və katalizatordan keçir. Bu reaktorda katalitik reaksiyalar hesabına qaz 380-400 °C-ə qədər qızır və əlavə miqdarda kükürd alınır.

Reaktordan çıxan qazlar qidalanma suyunu qızdırıcıdan keçir və orada kükürdün qismən kondensləşməsi baş verir. Kondensləşmiş kükürd və soyumuş qaz kükürd saxlayıcıya keçir və burada qazların əlavə soyuması və kükürdün ayrılması baş verir. Kükürd aşağıda yığılır və içərisindən su axan ilanvari boru vasitəsi ilə 138 °C-ə qədər soyuyur.

2. «Üçdə bir – üçdə iki» sxemi. Tərkibində 15-45 həcm faizi H_2S olan turş qazlardan kükürd almaq üçün istifadə olunur. Qazda olan H_2S -in üçdə biri stexiometrik miqdarda lazım olan hava ilə SO_2 -yə qədər oksidləşdirilir:



Sonra H_2S -in qalan üçdə iki hissəsi oksidləşmə zamanı əmələ gəlmiş SO_2 ilə katalizator üzərində qarşılıqlı təsirdə olur və elementar kükürd əmələ gəlir:



Sonrakı mərhələlər əvvəlki sxemdə verilən qayda üzrədir.

3. «Bir başa oksidləşmə» sxemi. Bu sxem o vaxt tətbiq olunur ki, emal olunacaq qazda H_2S 10%-ə qədər olsun. Kükürdün alınması içərisində katalizator olan reaktorda, H_2S -in bir başa oksidləşməsi ilə alınır.

Kükürd istehsalı qurğularında korroziya bir qayda olaraq metalın səth temperaturu su buxarlarının kondensləşmə temperaturundan aşağı olan zonalarda müşahidə edilir.

Kükürd istehsalı qurğularının müxtəlif aparatlarının metal gövdələrində korroziya əlamətləri o vaxt müşahidə olunmur ki, onlar xarici səthdə uyğun istilik izolə təbəqəsi ilə örtülmüş olsun.

Maye kükürdü saxlamaq üçün tutumda ərimiş kükürdün dövr etməsi üçün qurulmuş nasosun valında və özül plitəsində korroziya müşahidə olunur.

BÖLMƏ X

TƏBİİ VƏ NEFT QAZLARINI İSTİFADƏYƏ HAZIRLAMA PROSESLƏRİNDƏ KORROZİYA PROBLEMLƏRİ

10.1. Təbii və neft qazlarının istifadəyə hazırlanma texnologiyası

Yer altından çıxarılan təbii və neft qazları metan sırası qazların qarışığından (metan, etan, propan, butan və s.) ibarət olur. Onlar müxtəlif yanacaqqların və əhəmiyyətli növ kimya və neft-kimya xammallarının əsas mənbəyidir.

Təbii və neft qazları su buxarları ilə zəngin olur və onun da miqdarı qazın təzyiqi, temperaturu və kimyəvi tərkibi ilə müəyyənləşir. Təbii və neft qazlarında su buxarlarının miqdarı reqlamentləşdirilir. Belə ki, onlar texnoloji sistemdə kondensləşə bilər və nəticədə hidratların (bərk kristallıq maddələrin) əmələ gəlməsinə şərait yaranır.

Qazda kristalhidratların və karbohidrogen kondensatın olması qaz nəqli sisteminin normal istismarını poza və ya güclü çətinləşdirə bilər. Belə ki, kristalhidratlar qaz borularını, avadanlıqları, formalı detalları tutur, karbohidrogen kondensat isə qaz kəmərlərinin aşağı yerlərində toplanır və nəticədə sistemin hidravlik müqaviməti artır. Bu zaman təzyiqin titrəyişi yaranır ki, bu da qaz kəmərinin istismar rejiminin pozulmasına və qəza vəziyyətinin yaranmasına səbəb ola bilər.

Hidrat əmələgəlmənin qarşısını almaq üçün hidratəmələgəlmə temperaturunu aşağı salan maddələrin köməyi ilə (metanol, qlitol və s.) inhibitorlaşdırma istifadə olunur.

Neft və qaz sənayesində inhibitorlaşdırma və qurutmanın müxtəlif üsulları istifadə olunur. Absorbent quruducu kimi mono-, di- və trietilen qlitolun suda qatı məhlulları istifadə olunur. Bəzi hallarda quruducu kimi seolitlər də istifadə olunur.

Təbii və neft qazları karbohidrogenlərlə yanaşı turş qazlara da (CO_2 , H_2S , həmçinin kükürlü üzvi birləşmələrə – COS , CS_2 , RSH , tiolenlər və s.) malik ola bilərlər. CO_2 , H_2S və tiollar avadanlığın korroziyasına səbəb olur, katalitik proseslərin səmərəliliyini aşağı salır və qazın emalı zamanı katalizatorları zəhərləyir. Digər tərəfdən H_2S və tiollar olduqca zəhərlidirlər.

Magistral qaz kəmərlərinə daxil olan və yanacaq kimi istifadə edilən təbii və neft qazlarına H_2S və tiol kükürdünün miqdarına görə çox ciddi tələblər qoyulur. Keçmiş SSRI-də H_2S -in qazda miqdarının 20 mq/m^3 -dan, tiol kükürdü isə 36 mq/m^3 -dan çox olmaması nəzərdə tutulurdu. ABŞ-da H_2S -in miqdarı $5,7 \text{ mq/m}^3$ miqdarında reqlamentləşdirilir. CO_2 , ümumi kükürd və tiolların miqdarı ABŞ-da adətən qaz nəql edən şirkətlər tərəfindən müəyyənləşdirilir (həcm faizi ilə CO_2 1-2%, tiollar $1,5-5 \text{ mq/m}^3$, ümumi kükürd $22-228 \text{ mq/m}^3$).

Təbii qazları H_2S , CO_2 və digər kükürdlü və oksigenli birləşmələrdən təmizləmək üçün əsasən absorbsiya prosesləri istifadə olunur. Bu birləşmələrin həlledici-absorbentlərlə qarşılıqlı təsirinin xarakterinə görə həmin prosesləri şərti olaraq aşağıdakı qruplara bölünür:

həlledicilərlə xemasorbsiyalı təmizləmə prosesi (etanol amin və dietanol amin məhlulları ilə təmizləmə); üzvi həlledicilərlə fiziki absorbsiya üsulu ilə qazların təmizlənməsi (propilenkarbonat, polietilenqlikolun dimetil efiri, N-metilpirrolidin və s.); alkanol aminlərin üzvi həlledicilərlə qarışığının (sulfolan, metanol və s.) suda məhlulları ilə qazların təmizlənməsi prosesi.

Qazı istifadəyə hazırlamaq üçün o, neftdən və kondensatdan ayrılır, mexaniki qarışıqlar və sərbəst nəmədən təmizlənir və korroziya aqressivliyinə malik zəhərli komponentlər kənarlaşdırılır.

10.2. Qazın kompleks hazırlanması qurğularının avadanlıqlarının korroziyası və korroziyadan müdafiə üsulları

Qazların ilkin hazırlanması qurğularının avadanlıqlarında korroziya ilə əlaqəli problemlər təbii və neft qazlarında korroziya aqressivliyinə malik komponentlərin və nəmin olması ilə əlaqədar olaraq yaranır. Təbii və neft qazlarının korroziya aqressivliyinə malik başlıca komponentlər H_2S və CO_2 -dir. Amma, onların korroziya aktivliyi yalnız qazda nəm olduqda və metal səthində su təbəqəsi əmələ gəldikdə özünü göstərir.

Quyudan qaz ilə çıxan lay suyu müəyyən dərəcədə minerallaşa bilər, məsələn, tərkibində xloridlər ola bilər. Mineral duzlar da avadanlıqların korroziya intensivliyinə təsir edir.

Qazda H_2S -in olması hidrogen sulfid korroziyası və sulfid korroziya çatlamalarına səbəb olur. CO_2 isə karbonat turşusu korroziyası yaradır.

Tərkibində nəm və H_2S olan təbii və ya neft qazlarının korroziya aqressivliyini qiymətləndirərkən nəzərə almaq lazımdır ki, hidrogen sulfid korroziyası nəticəsində əmələ gələn dəmir sulfid də hidrogen sulfid kimi metalın korroziyası və hidrogenləşməsinə qüvvətli stimullaşdırıcıdır.

Təbii və neft qazlarının korroziya aqressivliyi H_2S və CO_2 -nin parsial təzyiqləri nisbəti ilə müəyyən olunur. $CO_2 \gg H_2S$ olduqda korroziya prosesi karbonat turşusu korroziyası qanunauyğunluqlarına tabe olur. Temperatur və CO_2 -nin parsial təzyiqi artdıqda karbonat turşusu korroziyasının sürəti kəskin artır. CO_2 -nin parsial təzyiqi $< 0,03$ MPa olduqda avadanlıqların hiss olunacaq korroziya zədələnmələri müşahidə olunmur, parsial təzyiq $> 0,2$ MPa olduqda isə qüvvətli korroziya müşahidə olunur. Korroziya adətən bərabər getmir və pittinglər əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunur.

$CO_2 \gg H_2S$ olduqda avadanlıqların korroziya sürəti hidrogen sulfid korroziyasının qanunları ilə müəyyən olunur. Bu halda CO_2 -nin təsiri mühitin pH-nın azalmasında özünü göstərir və bununla da mühitin korroziya aktivliyi artır.

Əksər lay sularında müxtəlif miqdarlarda xloridlər, sulfatlar, hidrokarbonatlar, qələvi və qələvi torpaq metalların karbonatları və s. iştirak edir. Əksər duzlar, məsələn, karbonatlar bufer təsirə malikdirlər və texnoloji məhlulların pH-nın parsial təzyiqləri əsasında aparılmış termodinamik hesablamalarda alınan qiymətdən yüksək olur.

Qazın nəmliyi hidrogen sulfid və karbonat turşusu korroziyasının intensivliyinə böyük təsir göstərir. Nisbi nəmliyi 60 %-dən yuxarı olmayan qazlar quru qaz hesab edilə bilər. Qazın hesablanması qurğularının avadanlıqları üçün materialların seçilməsi üçün müxtəlif xarici faktorların (H_2S , CO_2 , Cl^- miqdarı, pH, nəmlik, temperatur, ümumi təzyiq, qazların hərəkət sürəti, inhibitorun olması) onların korroziyaya qarşı davamlılığına təsirinin spesifikliyi nəzərə alınmalıdır və həmçinin iqtisadi əsaslandırılmalıdır.

Hidrogen sulfid çatlamalarına davamlılıq tələblərinə cavab verən karbonlu və az legirlənmiş poladlar hiss olunacaq dərəcədə ümumi korroziyaya məruz qalırlar.

Paslanmayan poladlar və ərintilər 12 %-dən çox xroma malik olduqda daha yüksək korroziya davamlılığına malik olurlar. Amma, nəzərə almaq lazımdır ki, onlar pitting və yuva korroziyasına uğrayırlar, xüsusən də xloridlər iştirakı ilə və yüksək temperatur şəraitində 18 % Cr – 10 % Ni tipli austenit xromnikel poladlar gərginlik altında hidrogen sulfid çatlamalarına daha davamlı olduğu halda daha az möhkəmlik xassələrinə malikdir. Bun-

dan başqa, xloridlərin iştirakı ilə, 60 °C-dən yuxarı temperaturalarda onlar pitting korroziyasına və xloridhidro-gensulfid korroziya çatlamalarına məyillidirlər.

Tərkibində 22-28 % xrom və 5-7 % nikel olan austenit-ferrit sinif poladlar tərkibində 18 % Cr – 10 % Ni və 17 % Cr – 13 % Ni – 3 % Mo olan austenit sinif poladlara nəzərən xlorid çatlamalarına daha yüksək davamlılığa malikdirlər. Amma, bu polad digər yüksək möhkəmliyə malik materiallar kimi hidrogen sulfid iştirakı ilə hidrogen sulfid korroziya çatlamalarına məruz qala bilər.

20-30 % xrom və 20-35 % nikelə malik, yüksək legirlənmiş austenit paslanmayan poladlar digər paslanmayan poladlardan yüksək korroziya davamlılığı və möhkəmliyi ilə fərqlənir.

Nikel əsasında, xastelloy, inkonel və s. tipli ərintilər əsas sənaye ərintiləri ilə müqayisədə H₂S mühitində daha yüksək korroziya davamlılığı ilə xarakterizə olunurlar, lakin, çox bahalı olduqlarından xüsusilə ağır şəraitdə işləyən, daha məsuliyyətli detalların hazırlanmasında istifadə olunurlar.

Titan ərintiləri də ümumi korroziyaya və hidrogen sulfid korroziya çatlamalarına yüksək davamlılığa malikdir.

Mis və misin ərintiləri hidrogen sulfid mühitində, xüsusən də oksigen iştirakı ilə güclü ümumi korroziyaya məruz qalır.

Qazın emala hazırlanması qurğularının avadanlıqlarının istismar təcrübəsi (qazda H₂S və CO₂ iştirak etdikdə) göstərir ki, avadanlıqların inhibitorlarla müdafiəsinin istifadəsi imkan verir ki, aparatlar və boru kəmərləri karbonlu və az legirlənmiş poladlardan hazırlansın, lakin, ümumi korroziya nəzərə alınmaqla hesablanmış qalınlıqdan 3-4 mm çox götürülsün.

Hazırda bütün qaz kondensatı və neft-qaz quyularına inhibitorlar vurulur. Korroziya inhibitorları metalların dağılması prosesini ləngidir və bəzi hallarda tamamilə aradan qaldırır.

Qaz sənayesində istifadə olunan əksər inhibitorlar neft kimya sənayesi məhsulları əsasında alınır. Hidrogen sulfid korroziyası və karbonat turşusu korroziyasının qarşısını almaq üçün daha geniş istifadə olunan inhibitorlara aşağıdakıları aid etmək olar: I-25-D, I-1-A, İfxan qaz-1, Kaspi, Kaspi-X, ANPO, İKB-2, D-1, D-4, D-5, Visko-904, Servo, SK-398 və s. Qeyd edək ki, Kaspi və Kaspi-X inhibitorları Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda yaradılmışdır və Azərbaycanın neft emalı komplekslərində geniş istifadə olunur. Kaspi inhibitoru eyni vaxtda ümumi hidrogen sulfid korroziyasının, sulfid korroziya çatlamalarının, me-

talın hidrogenləşməsinin və uyğun olaraq hidrogen çatlamalarının qarşısını alır. Bu inhibitor hələ 1990-cı ildə dünyanın ən kükürlü neft yataqlarından olan Tengizdə (Qazaxıstan) uğurla sınaqdan keçmiş və tətbiq üçün tövsiyyə olunmuşdu.

Ən təkmilləşdirilmiş inhibitorlaşdırma texnologiyası aqressiv mühitlərin təsirinə məruz qalan avadanlıqların və boru kəmərlərinin daxili səthində inhibitor təbəqəsi yaratmaqdır. Mədən avadanlıqlarının uzunömürlülüyünü artırmaq üçün inhibitorla müdafiə tədbirləri qazların kompleks hazırlanması qurğularının texnoloji sxemləri və kompressor stansiyaları layihələşdirilərkən nəzərə alınmalıdır. Yüksək səmərəliliyə malik inhibitorun tətbiqi müdafiə olunan sistemə onun verilmə üsulunun düzgün seçilməsi ilə birləşməlidir.

Əgər inhibitorun metal səthində əmələ gələn inhibitor örtüyü davamlı deyilsə, onun bərpası üçün qazın tərkibində müəyyən qədər inhibitor olmalıdır. Inhibitor bir neçə sutka və ya bir neçə ay davamlı olduqda inhibitor sistemə dövrü olaraq (fasilələrlə) verilə bilər. Korroziya inhibitorunun sistemə daxil olma sxemi qazın hazırlanma qurğusunun təmin etməyə imkan verəlidir. Bu məqsədlə korroziya inhibitoru quyuya verilməklə yanaşı hər bir separasiya pilləsi separatorundan əvvəl verilir. Bundan başqa, avadanlıqların yuxarı hissələrinin (buxar-qaz fazası təsiri altında olan) müdafiəsinin təmin etmək üçün bu avadanlıqlar dövrü olaraq (üç ayda bir dəfədən az olmamaqla) inhibitorun daha yüksək miqdarına malik qaz kondensatı ilə doldurulur və qurğu bu vəziyyətdə bir saatdan az olmayaraq saxlanılır.

10.3. Qazın aşağı temperaturlu separasiyası zamanı qlikolların regenerasiyası qurğularının korroziyası

Etilen qlikol (EQ), dietilen qlikol (DEQ), trietilen qlikol (TEQ), tetraetilen qlikol (TeQ), təbii neft və zavod qazlarını qurudarkən absorbent kimi geniş istifadə olunur.

Qlikolların məhlullarında poladların korroziyası bir qayda olaraq bərabər qiymətli xarakter daşıyır. Lakin, buxar fazada əsasən yaralı korroziya müşahidə olunur. Karbonlu poladın daha böyük korroziya sürəti 50-60 %-li DEQ məhlulu üzərində, buxar fazada müşahidə olunur və 1,13-1,43 mm/il həddindədir; maye fazada isə 100 °C-də 0,35-0,40 mm/il həddindədir. Karbonlu poladın EQ-da korroziya sürəti bir qədər aşağıdır. DEQ və EQ-in 10-90 %-li məhlulları üçün karbonlu poladın korroziya sürətinin temperaturdan

ekstremal asılılığı müəyyən edilmişdir ki, onun da maksimumu $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ə uyğun gəlir. Temperaturun $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ə qədər sonrakı artırılması zamanı korroziya sürəti azalır. Belə ki, $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ -də 50-60 %-li DEQ məhlullarında karbonlu poladın korroziya sürəti buxar fazada 0,38 mm/il, maye fazada 0,10-0,16 mm/il olur.

98-100 %-li DEQ məhlullarında temperatur qaynama həddinə qədər artdıqca karbonlu poladın korroziya sürəti monoton artır. Bu, DEQ-in parçalanaraq kiçik molekuldu yağ turşularının əmələ gəlməsi ilə bağlıdır (onların iştirakı korroziyanı gücləndirir).

EQ-dan TetraEQ-a keçdikcə molekul kütlələri ağırlaşır və qlikolların məhlullarının aqressivliyi güclənir.

Qazın qurudulması prosesində qlikol məhlullarına duzlar keçir (əsasən NaCl və CaCl₂). Regenerasiya nəticəsində qlikol məhlullarının duzlarla doyması baş verir ki, bu da karbonlu poladların korroziyasını gücləndirir.

Qlikol məhlullarında korroziya qlikolların oksidləşməsi hesabına yağ turşuları sırası asan uçucu turşuların əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır.

Qlikol məhlullarında korroziyadan müdafiə üçün inhibitorlar da istifadə etmək olar. Inhibitorlar qlikolların korroziya aktivliyinə malik termiki parçalanma məhlullarını əlaqələndirməlidir. Inhibitorun müdafiə təsiri məhlulun hazırlanmasına istifadə olunan suyun keyfiyyətindən də asılıdır.

Aşağıda EQ-un suda məhlullarında karbonlu poladın korroziyasına 4 tip inhibitorların təsiri verilmişdir: 1) mono – və trietanol amin; 2) monoetanol amin və fosfatlar; 3) bura + kalsium hidroksid; 4) monoetanol amin + fenol Mannix əsasları.

0,1 q/l monoetanol aminin (EA) 60 %-li EQ məhluluna əlavə olunması 100°C -də pH-ı kəskin olaraq 5,0-dən 8,5-9,0-a qədər artırır. EA-nin miqdarının sonrakı artımı pH-ı olduqca az dəyişir.

60 %-li EQ məhluluna $100-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ -də 0,5 q/l-dən az olmayaraq EA əlavə etdikdə pH 7,5-8,0 həddində olur və karbonlu poladın korroziya sürəti 0,02-0,03 mm/il-dən az olur. EA-nin miqdarı az olduqda fazalar sərhəddində nöqtəvari korroziya müşahidə olunur. Bütövlükdə alkanol aminlər karbonlu poladları passivləşdirir, lakin, onların yetərli olmayan miqdarları buxar və maye fazaları sərhəddində nöqtəvari korroziya təhlükəsi yaradır.

60 %-li EQ məhluluna Na₃PO₄ əlavə edilməsi $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ -də yalnız maye fazada müdafiə effektini təmin edir. Na₃PO₄ EA ilə birlikdə istifadə edildikdə buxar fazada daha yüksək müdafiə effekti yaranır. 0,1 q/l EA +2 % Na₃PO₄ buxar fazada 80 %, maye fazada isə 50 % müdafiə effekti göstərir. 1 %

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O} + 0,1 \text{ \% Ca(OH)}_2$ inhibitor kompozisiyası EQ məhlulu ilə təmasda olan avadanlıqları korroziyadan müdafiə üçün təklif oluna bilər.

Monoetanol amin və trietanol amin qlikolların oksidləşməsinin turş məhsullarını neytrallaşdırır, amma onların oksidləşməsinə mane ola bilmir. Odur ki, müdafiə effektini saxlamaq üçün dövrü olaraq sistemə alkanolaminlərin yeni payları əlavə olunur.

Alkilfenolların formaldehid və di-(3-aminopropil) aminin qarşılıqlı təsirindən FOM-9 adlanan örtük əmələ gətirən inhibitor alınır. Qlikol mühitinə FOM-9 inhibitoru etanolamin ilə birlikdə əlavə edildikdə karbonlu poladın korroziya sürəti kifayət qədər azalır. DEQ-in 60 %-li məhluluna 0,2-0,4 q/l FOM-9 və 1,0-1,5 q/l EA əlavə etdikdə yüksək müdafiə effekti əldə olunur. FOM-9-un 0,4 q/l-dən çox əlavə edilməsi məsləhət görülmür, belə ki, bu halda FOM-9 EA-də tam həll olmur. FOM-9 +EA kompozisiyası həmçinin minerallaşmış məhlullarda da müdafiə effekti göstərir.

BÖLMƏ XI

KONDENSLƏŞMƏ – SOYUTMA AVADANLIQLARININ DÖVRETMƏ SUYUNUN TƏSİRİ İLƏ KORROZİYASINDAN MÜDAFİƏ PROBLEMLƏRİ

11.1. Kondensləşmə – soyutma avadanlıqlarının işinin xüsusiyyəti. Dövretmə sularının aqressivliyi

Neft emalı və neft sənayesi müəssisələrində dövrü su təchizatı sistemi geniş istifadə olunur. Avadanlıqların və boruların metalları dövretmə suyunun təsiri ilə intensiv korroziyaya, düzçökməyə və biokütlənin yaranmasına məruz qalır.

Su dövretmə sisteminin əsas qovşaqları soyudulan kondensləşmə-soyutma avadanlıqları, su bloku qurğuları, o cümlədən qradirlər, neftayırıcılar, soyuq və isti su kameraları, nasos avadanlıqlarıdır.

Su dövretmə sisteminin işi suyun temperaturu 10-40 °C, təzyiq 0,5-dən 0,7 MPa təzyiqi şəraitində və soyudulan məhsulların temperaturu 45-350 °C olmaqla həyata keçirilir.

Suda olan əlavələr korroziya düzçökmə və biokütlənin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu da əlavə təmirlərə, onların keçimrilməsinə əlavə məsrəflərə, əmtəə məhsulunun keyfiyyətinin pisləşməsinə, enerji itkisinə gətirib çıxarır.

Ətraf mühitin qorunmasına tələblərin kəskin artması, təmizlənməmiş tullantı sularının açıq su hövzələrinə tökülməsinin qadağan edilməsi su dövretmə sisteminin məhdud buxarlanma ilə qapalı dövretməyə gətirir ki, bu da suda duzun miqdarının və suyun korroziya aqressivliyinin artmasına səbəb olur.

Müəssisələrin istifadə etdikləri su dövretmə sistemi üçün suların komponent tərkibi olduqca müxtəlifdir və su təchizatı mənbəyindən, fəsil dəyişmələrindən, istehsalatın xarakterindən, qidalandırma suyunun təmizlənmə sistemindən, qradirlərdə suyun buxarlanma əmsalından və bir sıra digər faktorlardan asılıdır. Adətən suda xloridlər, sulfatlar, sulfidlər müxtəlif kationlarla birlikdə iştirak edir. Bundan başqa suda H₂S, O₂, CO₂, neft məhsulları, üzvi sintez məhsulları, mexaniki əlavələr, mikroorqanizmlər də iştirak edə bilər.

Neft emalı və neft kimya sənayeləri müəssisələrində istifadə olunan dövretmə suyunun komponent tərkibi haqqında ümumiləşmiş məlumatlar cədvəl 11.1-də verilir.

Cədvəl 11.1.

Neft emalı və neft kimya müəssisələrində istifadə olunan suların komponent tərkibi

Göstəricilər	I qrup	II qrup	III qrup*
pH	6,5-9,5	7,5-8,7	7,0-8,5
Komponentlər:			
oksigen, mq/ℓ	4-12	–	–
sulfidlər, mq H ₂ S/ℓ	0-60	0-1	–
xloridlər, mq Cl ⁻ /ℓ	10-350	50-2300	3000-7000
sulfatlar, mq SO ₄ ²⁻ /ℓ	10-750	100-3400	3000-4000
Ümumi duzun miqdarı, mq/ℓ	80-2000	2000-8000	15000-19000
Ümumi codluq, mekv/ℓ	0,05-19	2-100	–
Qələvilik, mekv/ℓ	1-8	3-5	–
Neft məhsulları, mq/ℓ	1-750	1-220	10-370
Mexaniki əlavələr	1-360	2-170	20-80

* Dəniz suyu istifadə edən müəssisələr üçün.

Su dövretmə sisteminin suları ümumi duzun miqdarına görə üç qrupa təsnif olunmuşdur.

I qrup – tərkibində 2000 mq/ℓ-ə qədər duz olan suları istifadə edən müəssisələr. Keçmiş SSRI-nin neft emalı zavodlarının 90 %-ə qədəri bu qrupa aid idi.

II qrup – tərkibində 2000-8000 mq/ℓ-ə qədər duz olan suları istifadə edən müəssisələr. Belə müəssisələr təxminən 8 %-ə qədər idi.

III qrup (2 %-ə qədər) su dövretmə sistemində dəniz suyu istifadə edirdi.

Normativ sənədlərə görə su dövretmə sistemi suyunda neft məhsullarının miqdarının 25 mq/ℓ-dən az olması nəzərdə tutulur. Bu, dövretmə və qidalanma suyunun təmizlənməsinin aşağı keyfiyyətdə olmasını göstərir.

Su dövretmə sistemi suyunun korroziya aqressivliyi aşağıdakı əsas faktorlardan asılıdır: pH-ın qiyməti, həll olmuş oksigenin CO₂-nin, xloridlərin, sulfatların, sulfidlərin miqdarı. Neft məhsulları, karbonatlar, mexaniki

qarışıqlar, həmçinin əmələ gələn biokütlə soyudulan aparatların səthinə çökərək müxtəlif növ korroziyaların intensiv inkişafına səbəb olur.

pH-ın qiyməti su mühitlərində korroziya sürətinə təsir edən əhəmiyyətli faktorlardandır. pH-ın qiymətlərinin 6,5-9,5 olduğu hədlərdə poladların korroziya sürətləri praktiki olaraq stabildir. Bu şəraitlərdə korroziyaya nəzarət edən faktor həll olmuş oksigenin metal səthinə diffuziyasıdır. pH-ın aşağı qiymətlərində hidrogen ionlarının yüksüzləşməsi zamanı hidrogen polyarsızlaşması səbəbindən korroziya sürəti artır. $\text{pH} > 10$ olduqda poladların korroziyası hiss edilən deyil.

Dövretmə suyunun pH -ı < 7 olduqda avadanlıqların korroziyası bərabər qiymətlidir. Əmələ gələn məhsullar metal səthindən su axını ilə yuyulur. pH 7-dən 10-a qədər olduqda korroziya lokal xarakter daşıyır. Metal səthinin ayrı-ayrı hissələrində bu halda korroziya məhsulları çöküntüləri əmələ gəlir ki, onlar da borular dəstəsinin borularının içini tuturlar. Təklif olunur ki, dövretmə sistemində suyun pH -ı 6,5-8,8 həddində saxlansın. Aşağı hədd bir sıra inhibitorların istifadəsi üçün optimal sayılır.

Həll olmuş oksigen dövretmə suyunun aqressiv komponentlərindən biridir. Oksigenin su mühitində metal ilə qarşılıqlı təsir prosesi aşağıdakı tənliklə ifadə olunur:

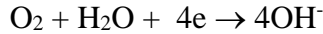


Oksigenin qatılığı 7 mq/l olana qədər korroziya sürəti həll olan oksigenin qatılığına proporsional olaraq artır. Sonrakı artım zamanı korroziya sürətinin azalması metalın passivləşməsi ilə əlaqədardır. Xlorid ionlarının iştirakı ilə passiv vəziyyətin əldə olunması çətinləşir və bəzi hallarda heç mümkün deyil.

Kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarının istismarı zamanı elə hallar rast gəlir ki, soyudan suyun axma sürəti metal səthinin müxtəlif yerlərində eyni olmur. Bu, metal səthinin müxtəlif sahələrinə oksigenin daxil olmasındakı fərqləri yaradır, metal səthində aerasiya cütlərinin fəaliyyətinə səbəb olur və nəticədə avadanlığın təhlükəli yaralı korroziyası baş verir. Bu halda suyun sürəti az olan sahələr daha intensiv korroziyaya uğrayır. Əmələ gələn həcmli dəmir hidroksid çöküntüləri su axınına mane olur və su təchizatı sisteminin avadanlıqlarının və boru kəmərlərinin işini çətinləşdirir.

Su avadanlıqların səthində müdafiəedici karbonat örtüyü əmələ gətirə bildiyi hallarda oksigenin suda qatılığının artması korroziya prosesinin ləngiməsinə və örtüyün müdafiə qabiliyyətinin artmasına səbəb olur. Bu, onunla izah olunur ki, oksigen polyarsızlaşması ilə gedən elektrokimyəvi proses-

lərdə oksigenin reduksiyası zamanı hidrosil ionları əmələ gəlir:

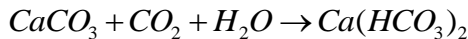


Bu da metal səthində suyun pH-nın xeyli artmasına səbəb olur və nəticədə karbonat çöküntülərinin əmələgəlməsi stimullaşır.

Karbon dioksid (CO_2) dövretmə suyunda monohidrat-karbonat turşusu şəklində həll olmuş halda, hidrokarbonat və karbonat ionları halında və ya sərbəst halda olur. Suda həll olan CO_2 pH-ı bir qədər azaldır, onun korroziya aqressivliyinin artmasına səbəb olur.

Qeyd etmək lazımdır ki, duzların suda qatılığı artdıqca və suyun temperaturu artdıqca qazların onda həll olması azalır.

Dövretmə suyundan metal səthinə pis həll olan CaCO_3 çökə bilər. Çöküntünün sıx təbəqəsi metalı korroziyadan müdafiə edir, amma, istilik ötürməni pisləşdirir, çöküntü çox olduğu hallarda isə su axımına mane olur və avadanlıqların istismarını çətinləşdirir. Odur ki, dövretmə suyunun korroziya aqressivliyi əsasən kalsium karbonat çöküntüsü əmələ gətirmək qabiliyyəti ilə müəyyən olunur. HCO_3^- ionlarının hər bir qatılığı dövretmə suyunda sərbəst CO_2 -nin tarazlıq qatılığına uyğun gəlir. Əgər suda sərbəst CO_2 -nin miqdarı tarazlıq qatılığından yüksəkdirsə, onda onun artığı kalsium karbonat ilə reaksiyaya girir:



Başqa sözlə, karbonat örtüyünün həll olması baş verir. Sərbəst CO_2 -nin qatılığı tarazlıq qatılığından az olduğu hallarda isə reaksiya əks istiqamətdə, boru dəstələrinin divarları üzərində qalın karbonat təbəqəsinin əmələ gəlməsi istiqamətində gedir ki, bu da boruların su buraxma imkanlarını azaldır, istilik mübadiləsini pisləşdirir. CO_2 -nin tarazlıq qatılığında su stabil olur və karbonat çöküntüsü nə həll olmur, nə də əmələ gəlmir.

Suya H_2S barometrik kondensatorlardan, kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarının buraxdığı yerlərdən, atmosferdən, həmçinin mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyəti nəticəsində düşə bilər. Bu halda həll olmuş oksigenin reduksiyası və metalların oksidləşməsi proseslərinin sürəti artır və bu da karbonlu, az legirlənmiş, xromlu və xromnikelli yüksək legirlənmiş poladların korroziyasını gücləndirir. H_2S -in miqdarı 2 mq/l-ə qədər olduqda karbonlu poladla qarşılıqlı təsirdə əmələ gələn sulfid təbəqəsi müdafiə qabiliyyətinə malik olur. H_2S -in miqdarı artdıqca örtüyün müdafiə qabiliyyəti azalır.

Metal səthində əmələ gələn sulfid təbəqəsinin strukturu suda poladların korroziya sürətinə əsaslı təsir edir.

Dəmir sulfid karbonlu polada münasibətdə katod rolunu oynayır və onunla qalvanik cüt əmələ gətirir, qütblər arasındakı potensiallar fərqi 0,2-0,3 V çata bilir ki, bu da korroziya sürətinin artmasına səbəb olur. Sulfid təbəqəsinin strukturu və onun xassəsi H₂S-in parsial miqdarından asılıdır. H₂S-in miqdarı 2 mq/ℓ-ə qədər olduqda sulfid örtüyü başlıca olaraq piritdən və troilitdən ibarət olur. Dəmir ionlarının bu örtükdən diffuziyası çətindir və korroziya sürəti azdır. H₂S-in qatılığı artdıqca metal səthində sulfid örtüyü kansit ilə zənginləşir ki, o da dəmir ionlarının diffuziyasına mane ola bilmir və korroziya sürəti artır.

H₂S-in və sulfidlərin yüksək aqressivliyi onların miqdarının dövretmə sularında azaldılmasını nəzərdə tutan tədbirlər həyata keçirməyi tələb edir.

Xloridlər və sulfatlar dövretmə suyunun aqressivliyini artırır. Metal səthinə adsorbsiya olunaraq onlar suda yaxşı həll olan birləşmələr əmələ gətirirlər ki, bu da poladların korroziya sürətinin artmasına səbəb olur. Xlorid ionları daha çox aqressivdirlər və metal səthindəki müdafiə örtüyündən asanlıqla keçə bilirlər. Tərkibində xlorid ionları olan sulara 60 °C temperaturda korroziya sürəti 2,6 q/m²-saat-a qədər artır. Xloridlərin miqdarı 180 mq/ℓ-ə və ondan çox miqdara qədər artdıqda o, praktiki olaraq sabit qalır. 40 °C temperaturda xloridlərin miqdarı təxminən 5500 mq/ℓ-ə qədər artdıqca korroziya sürəti bərabər qiymətli olaraq 2 q/m²-saat-a qədər artır. Suda həll olmuş sulfat ionlarının qatılığından asılı olaraq korroziya sürətinin artması 50-500 mq/ℓ qatılıqlar intervalında müşahidə olunur, sonrakı qatılıq artımı zamanı isə sürət əsaslı olaraq dəyişmir.

Xloridlər və sulfatla tez dağılan, məsaməli korroziya məhsulları çöküntülərinin əmələ gəlməsini stimullaşdırır. Karbonlu poladların korroziya məhsulları xloridlərin suda miqdarı 75 mq/ℓ olduqda müdafiə funksiyasını itirirlər. Suda sulfat ionları 100 mq/ℓ-dən çox olduqda isə karbonat örtüklərinin müdafiə funksiyası pisləşir. Xloridlər və sulfatlar dövretmə suyunda olduqda poladın səthində lokal korroziya zədələrinin yaranmasına səbəb olurlar.

Ümumi duzun miqdarı korroziya aqressivliyinin dolayı yolla ümumi xarakteristikasıdır. Belə ki, ümumi duzun miqdarının eyni qiyməti həddində suda olan ayrı-ayrı duzların qatılığından asılı olaraq suda ayrı-ayrı aqressivliyin olması mümkündür. Ca və Mg duzlarının miqdarından asılı olaraq sular cod və yumşaq olmaqla iki qrupa bölünür: yumşaq sulara korroziya sürəti maksimum olur. Cod suda isə Ca və Mg karbonatlarının əmələ gəlməsi hesabına korroziya sürəti böyük olmur. Lakin, bütövlükdə suda duzların

miqdarı artdıqca metal səthində müdafiə təbəqəsi olmadıqda karbonlu və az legirlənmiş poladların korroziya sürətinin artması müşahidə olunur. Bu, mühitin elektrik keçiriciliyinin artması, həll olan qazların, xloridlərin və sulfatların təsiri ilə əlaqədardır.

Soyutma suyunda 100 mq/ℓ-ə qədər duzlar olduqda ciddi korroziya problemi müşahidə olunmur. Duzların miqdarı 2000 mq/ℓ-ə qədər və daha çox olduqda vəziyyət daha ciddi olur. Bu hallarda təkə karbonlu və az legirlənmiş poladlar yox, bir sıra daha korroziyaya davamlı materiallar da güclü korroziyaya məruz qalır.

Üzvi maddələr (neft məhsulları, üzvi sintez məhsulları, amin turşuları və s.) dövretmə suyuna texnoloji avadanlıqların zədələnmiş yerlərindən, torpaqdan, mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyəti nəticəsində düşür. Bir sıra üzvi maddələr turş xarakterli olur və suyun pH-nı azaldır və bununla da korroziya sürətini artırır. Suda neft məhsulları olduqda metal səthinə oksigen nəqli artır. Bu, onunla əlaqədardır ki, neft məhsulu—su fazalar sərhəddində fazalar arası gərilmə yaranır ki, bu da axının turbulent olmasına və suyun qarışmasının güclənməsinə səbəb olur. Bunun nəticəsində də korroziya sürəti artır.

Mexaniki qarışıqlar (qum dənəcikləri, korroziya məhsulları, karbonat çöküntüləri, yosunlar, lil) suyun hərəkəti zamanı onlar metal səthindəki örtükləri zədələyə bilər və metalların dağılmasını 2-3 dəfə artırır. Su axınının yüksək sürətlərində karbonlu poladlar, 20X13, 12X18 H10T tipli poladlar, SÇ 21-40 çuqunun və digər materiallar üçün suda asılqan maddələrin qatılıqlarına müəyyən hədd (150-600 mq/ℓ) mövcuddur və qatılıq bu həddən yüksək olduqda suda metalların davamlılığını kəskin azaldır.

Su axınlarının kiçik sürətlərində metal səthində çökən mexaniki qarışıqlar kondensləşmə-soyutma avadanlıqların səmərəli işini azaldır, boru dəstələrinin tutulmasına səbəb olur, lokal korroziya proseslərini sürətləndirir.

Xlor və mis kuporosu dövretmə suyuna əlavə edilir ki, biokütlənin qarşısını alsın. Amma, onlar müəyyən qatılıqlarda korroziya aqressivliyinə malik ola bilərlər. Dövretmə suyundan hipoxlorid tərkibində olan xlorun miqdarı 0,4 mq/ℓ-ə qədər olduqda avadanlıqların korroziyasına səbəb olur, qatılığın sonrakı artımı nəticəsində karbonlu poladın və latunun korroziyası artır.

Dövretmə suyunun dövrü olaraq xlorlaşdırdıqda və qalıq xlorun miqdarı 0,5 mq/ℓ olduqda müəyyən növ bakteriyalar və yosunlar immunitet əldə edir və daha intensiv xlorlaşdırmaya ehtiyac yaranır ki, qalıq xlorun miqdarı suda 20-100 mq/ℓ olur. pH<7 olduqda xlorun korroziya aqressivliyi kəskin

artdıqda poladların korroziya sürəti 3-7 dəfə artır.

Dövretmə suyuna ayda 3-4 dəfə mis kuporosu verilir və 1 saat müddətində suda mis ionlarının qatılığı 1-2 mq/ℓ həddində saxlanılır. Mis ionları oksidləşdiricidir və 0,3 mq/ℓ və daha çox qatılıqlarda karbonlu poladların korroziyasını stimullaşdırır. Mis ionlarının qatılığı 0,03 mq/ℓ olduqda korroziya zədələnmələri müşahidə olunmur.

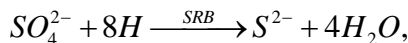
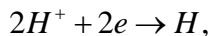
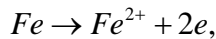
Dövretmə suyunun hərəkət sürəti və temperaturu avadanlıqların metal-larının korroziyasına əsaslı təsir edir. Neft emalı və neft kimyası müəssisələri üçün dövretmə suyunun sürəti aparatlarda 0,1-dən 25 m/san-yə qədər dəyişir. Axın sürətinin artması korroziya sürətini əsaslı olaraq artırır.

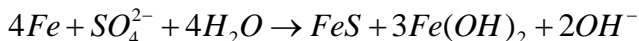
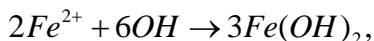
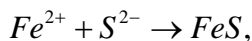
Temperaturu 80 °C-ə qədər artırıqda poladların korroziya sürətinin artması müşahidə olunur ki, bu da metal səthinə oksigenin sürətli diffuziyası ilə əlaqədardır.

Biokorroziya su mühitində avadanlıqların və boru kəmərlərinin sıradan çıxmasına səbəblərdən biridir.

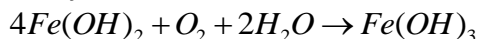
Mikroorqanizmlər biokütlənin əmələ gəlməsində iştirak edir, onların inkişafına metal səthinə adsorbsiya olunan mənfi yüklü mikroorqanizmlər şərait yaradır. Korroziya proseslərində əsasən aşağıdakı mikroorqanizmlər qrupu iştirak edir: sulfatreduksiyaedici, turşu əmələ gətirən, dəmir bakteriyaları, kif- və selik əmələgətirici, karbohidrogen oksidləşdirici.

Sulfat reduksiyaedici bakteriyaların (SRB) metala təsiri biokorroziyanın başlıca faktorlarındanıdır. SRB anaerobdur və soyutma sistemlərində boş çöküntülər altında inkişaf edir. Oksigen olmadığı şəraitlərdə mühitdə sulfatlar və üzvi birləşmələrin miqdarı çox olduqca bu bakteriyaların aktivliyi daha yüksəkdir. SRB-nin korroziya prosesində rolun ondan ibarətdir ki, onlar katod prosesini asanlaşdırır ki, bu da metalın korroziyasını gücləndirir. Bundan başqa sulfatların bakterial reduksiyası zamanı mühitdə H₂S-in və sulfidlərin toplanması baş verir və nəticədə metalın sulfid korroziyası baş verir. SRB iştirakı ilə aşağıdakı reaksiyalar gedir:





Suda həll olmuş oksigenin iştirakı ilə dəmir (II) hidroksid dəmir (III) hidroksidə qədər oksidləşir.

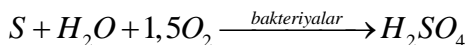
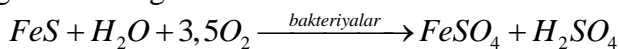


SRB iştirakı ilə poladların korroziyası məhsullarında sulfidlər, dəmir hidrokksidlər olur. Çöküntülərin altında dərin yaralar və pittinglər olur. Çuqunun dağılması onun səthinin qrafitləşməsi ilə müşayət olunur, onun səthi dəmir sulfid və qrafit qarışığından ibarət olan, davamsız örtük ilə örtülür.

Soyutma sistemlərində SRB-nin təsiri ilə korroziya çox böyük sürətlə gedə bilər. Belə hallar olmuşdur ki, polad nümunəsinin qalınlığı 0,4 mm olmaqla korroziya sürəti 2,5 mm/il olduqda 60 sutkadan sonra deşib keçən dağılma baş vermişdir. Paslanmayan polad, nikel və digər ərintilər 60-90 sutka ərzində sıradan çıxmışdır. Bu zaman pitting korroziyasının sürəti 1,3-dən 5,1 mm/il-ə qədər dəyişmişdir.

Su mühiti o vaxt biokorroziya baxımından korroziya təhlükəli hesab edilir ki, SRB-nin suda miqdarı 100 hüceyrə/ml-dən çox olsun.

Turşuəmələgətirən mikroorqanizmlər qrupuna tion bakteriyaları, göbələk-lər, balatalar və s. aiddir ki, onların da metabolizm məhsulları üzvi və qeyri-üzvi turşulardır. Tion bakteriyaları sulfidləri, elementar kükürdü, kükürdlü üzvi birləşmələri sulfatlar və sulfat turşusu əmələ gətirməklə oksidləşdirir. Bu zaman mühitin pH-ı 0,6-ya və daha aşağı düşə bilər ki, bu da hidrogen polyarlaşması ilə gedən korroziyanı stimullaşdırır. oksidləşmə reaksiyaları aşağıdakı kimi gedir:



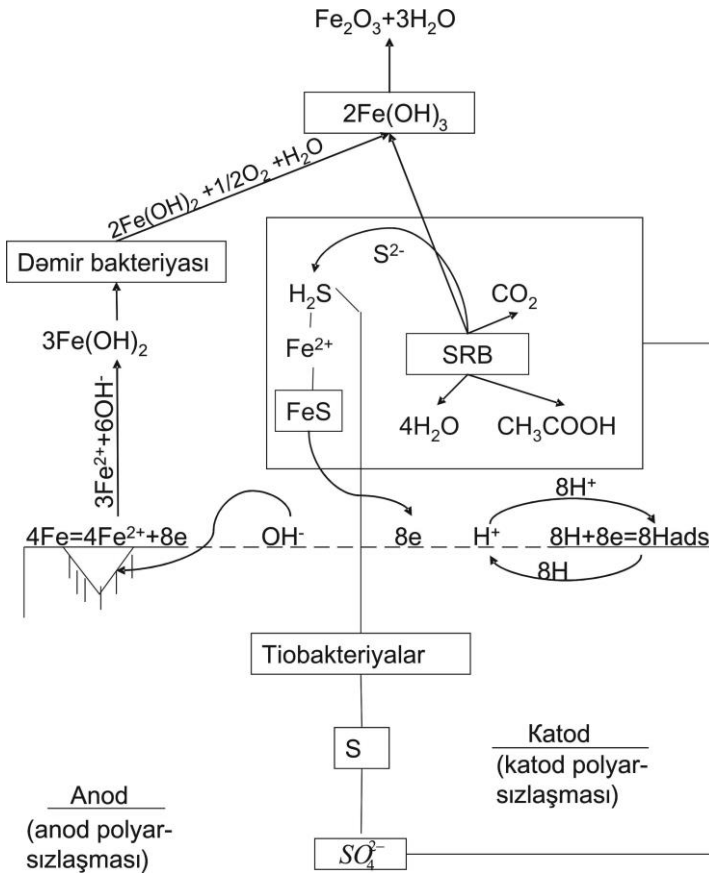
Neft emalı zavodlarının dövretmə sularında tion bakteriyalarının miqdarı $2,5 \cdot 10^2$ -dən $2,5 \cdot 10^{15}$ hüceyrə/ml olur. tion bakteriyalarının miqdarı 2500 hüceyrə/ml-dən çox olduqda korroziya təhlükəlidir tion bakteriyaları karbonlu poladların korroziya sürətini 2-3 dəfə artırır.

Dəmir bakteriyaları Fe^{2+} ionunu Fe^{3+} ionuna oksidləşdirərək həcmli Fe (III) hidroksid çöküntüsü əmələ gətirir ki, onun da altında anaerob mikroorqanizmlərin, o cümlədən SRB-nin inkişafı asanlaşır. Aqressiv mikroorqanizmlərin qarşılıqlı əlaqəsi nəticəsində korroziya prosesinin stimullaşması prosesi 11.1-ci şəkildə verilir.

Korroziya məhsullarında oksidlər, hidroksidlər, dəmir sulfidləri, H_2S , sirkə turşusu, elementar kükürd və s. iştirak edir.

Selik- və kif əmələgətirici mikroorqanizmlər metal səthində sıx, yapışqanabənzər kalonlar əmələ gətirirlər ki, bunlar differensial aerasiya cütlərinin fəaliyyətinə şərait yaradırlar ki, bu da boru kəmərlərinin, tutumların, aparatların lokal korroziyasını inkişaf etdirir.

Bütövlükdə metalların biokorroziyası su mühitlərində avadanlıqların, boru kəmərlərinin dağılması prosesində böyük rol oynayırlar.



Şəkil 11.1. Poladların korroziya prosesində korroziya aqressivliyinə malik mikroorqanizmlərin qarşılıqlı əlaqəsi.

Dövretmə suyunun keyfiyyət göstəricilərinə keçmiş SSRI-də xüsusi normativ tələbləri qoyulmuşdu. Bu tələblər cədvəl 11.2-də verilir.

Cədvəl 11.2.

Tərkibində duzların miqdarı 2000 mq/ℓ-ə qədər olan qidalanma dövretmə sularının (neft emalı və neft kimya müəssisələri üçün) tərkibinə normativ tələblər

Göstəricilər	Qidalanma suyu	Dövretmə suyu
Miqdar, mq/ℓ:		
neft məhsulları	–	≤25
asıqlan maddələr	≤ 25	≤25
sulfatlar (SO_4^{2-})	≤ 130	≤ 500
xloridlər (Cl^-)	≤ 50	≤ 300
Ümumi duzların miqdarı, mq/ℓ	≤ 500	≤ 2000
Karbonat codluğu, mekv/ℓ	≤ 2,5	≤ 5
Qeyri-karbonat codluğu, mekv/ℓ	≤ 3,3	≤ 15
Oksigenin bio istifadəsi, mq O_2 /ℓ	≤ 10	≤25
pH	7-8,5	7-8,5

11.2. Kondensləşmə-soyutma sistemləri üçün metal və ərintilərin korroziya davamlılığı

Neft emalı və neft kimyası müəssisələrinin kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarına aşağıdakılar aiddir:

- tərpnəmz qəfəsli köynək-borulu aparatlar;
- üzən başlıqlı köynək-borulu aparatlar;
- su tutumunda asılı vəziyyətdə olan aparatlar;
- «boru-boruda» tipli aparatlar;
- lövhəvari istilik dəyişdiricilər.

Ən geniş yayılan köynək-boru tipli kondensator və soyuduculardır və keçmiş SSRI-də onlar 90%-dən çox idi.

Dövretmə suyu ilə soyudulan kondensləşmə-soyutma avadanlıqları aşağıdakı materiallardan hazırlanır:

- karbonlu poladlar St3, 10, 20 və s.;
- silisium manqanlı poladlar 16QS, 17QS, 09Q2S, 10Q2S1 və s.;
- xrom molibden və xromlu poladlar 12MX, 15X5, 15X5M, X8, 08X13 və s.;

- yüksək legirlənmiş xromnikel və xromnikel molibden poladları: 08X18N10T, 12X18N10T, 10X17N13M2T, XN65MV, 06X28MDT və s.
- qənaətlə legirlənmiş poladlar: 12X21N5T, 08X22N6T;
- titan əsasında ərintilər:
- L, LO, LA, LOMş, LAMş tipli latunlar;
- alüminium-maqnezium ərintiləri.

Kondensləşmə-soyutma aparatlarında boru dəstələri korroziyaya daha çox uğrayır. Boru dəstələrinin daha tez sıradan çıxmasının səbəblərindən biri də boruların divarının nazik olması (2-2,5 mm), həmçinin aparatların digər qovşaqlarına nəzərən daha sərt şəraitdə işləməsi ilə əlaqədardır.

Karbonlu və silisium manqanlı poladlar duzsuz dövretmə sularında az korroziya davamlılığına malikdirlər. Dövretmə sularında duzun miqdarı 1000 mq/ℓ-ə qədər olduqda, sulfidlərlə, neft məhsulları ilə, asılqan maddələrlə az miqdarda çirklənləndə karbonlu və silisium manqanlı poladlardan hazırlanmış boru dəstələrinin xidmət müddəti 4-5 il təşkil edir.

Müəyyən şəraitlərdə üzərinə termodiffuziya ilə sink örtük çəkilmiş, karbonlu poladdan olan boru dəstələrini istifadə etmək olar. Bu halda korroziya bərabər qiymətli olur və kütlə itkisi müdafiə olunmamış karbonlu polada nəzərən 2-12 dəfə az olur.

Xrom molibden və xromlu poladlar karbonlu və silisium manqanlı poladlara nəzərən yüksək korroziya davamlılığına malikdirlər. Lakin, 15X5M, X8, 08X13 tipli poladlar ümumi korroziyaya qarşı daha yüksək davamlığa malik olsalar da lokal korroziyaya meyillidirlər.

Yüksək legirlənmiş xrom-nikel və xrom-nikel-molibden poladlar kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarının hazırlanmasında geniş istifadə olunur.

Praktikada xrom-nikel poladların korroziya sürəti əksər hallarda karbonlu poladlara nəzərən 2-3 tərtib azdır, amma xloridlərin miqdarı suda yüksək olduqda pitting korroziyası müşahidə olunur ki, bu da duzsuz suda X18H10T poladdan hazırlanmış boru dəstələrinin dağılmasının əsas səbəbidir.

Titan dövretmə suyunda davamlı olan metal və ərintilər arasında birinci yerlərdən birini tutur. Bu münasibətdə titan paslanmayan poladdan, monel-metaldan üstündür və nəcib metallara yaxınlaşır. Texniki titan ərintiləri möhkəmliyinə görə yüngül metallardan üstündür. Soyuq dartılmış titanın xüsusi möhkəmliyi yüksək möhkəmliyə malik poladların xüsusi möhkəmliyinin qiymətinə yaxınlaşır.

SO₂, xlor ilə doymuş olan suda otaq temperaturunda, həmçinin H₂S ilə doymuş suda 70 °C-də titanın korroziya sürəti 0,13 mm/il-dən az olur. Tərkibində H₂S, sulfidlər, sianidlər olan sulu məhlullarda pH 3-dən 14-ə qədər olduqda, 100 °C temperaturda titan çox az sürətlə korroziyaya uğrayır.

Alüminium və onun ərintilərinin karbonlu poladlar və latun ilə müqayisədə üstünlüyü daha yüksək istilik keçirməsində və aşağı sıxlıqda olmasındadır ki, bu da aparatların metal tutumunu azaltmağa imkan verir. Alüminium və onun ərintilərinin yüksək korroziya davamlılığı əsasən metal səthində əmələ gələn müdafiəedici oksid təbəqəsi ilə bağlıdır.

Alüminium və onun ərintilərinin daha çox rast gəlinən korroziya dağılmaları pitinq və kontakt korroziyası ilə əlaqədardır.

Kontakt korroziyasının olmaması üçün alüminium ərintilərindən hazırlanmış detalların polad, çuqun, latun, bürünc, nikel ərintiləri, qrafitdən hazırlanmış detallarla əlaqəsi olmamalıdır. Onların birgə istifadəsi lazım gəldiyi hallarda elektroizoləedici aralıq qatı istifadə edilə bilər. Suda ağır metalların (mis, nikel, dəmir və s.) duzları həll olduqda da kontakt korroziyası baş verə bilər. Bu səbəbdən də qapalı dövretmə sistemlərində mis və mis ərintilərindən ibarət elementlər olduqda alüminium və onun ərintilərinin korroziyasının güclənməsi müşahidə olunur. Alüminium ərintiləri istifadə etdikdə kontakt korroziyasının baş verməsinin mümkünlüyü ilə əlaqədar olaraq dövretmə suyunda həll olmuş dəmir və misin miqdarı uyğun olaraq 15 və 1 mq/l-dən çox olmamalıdır.

Mis ərintiləri soyuducu dövretmə sularında yüksək korroziya davamlılığı, yaxşı istismar xassələri ilə fərqlənir. Praktikada mis ərintilər su mühitində əksər hallarda ümumi korroziyaya və ya həll olma korroziyasına, zərbə korroziyasına, korroziya çatlamalarına, çöküntülər altında korroziyaya, pitinq korroziyasına məruz qalır. Ümumi və ya həll olma korroziyası bərabər qiymətli xarakter daşıyır və bu zaman qalınlığın azalması böyük olmur və praktiki olaraq boru dəstələrinin xidmət müddətinə təsir etmir.

Sinksizləşmə latundan olan boru dəstələrinin əsas korroziya növüdür və onların istismar müddətini əsaslı dərəcədə müəyyən edir. Bu halda zədələnmiş sahələrdə misin məsaməli kütləsi ayrılır ki, məmulatın əvvəlki formasını saxlasa da möhkəmliyə malik olmur. Sinksizləşmənin mexanizmi haqqında vahid fikir yoxdur. Ehtimal olunur ki, sinksizləşmə zamanı sinkin selektiv həll olması və ya latunun tamamilə həll olması və misin çökməsi baş verir. Mümkündür ki, hər iki proses gedir. Sinksizləşmə iki növdə baş verir: «təbəqəli» və «probkavari». Birinci növ deşib keçən dağılma üçün ki-

fayət qədər vaxt tələb edir. İkinci isə məmulatın sürətlə sıradan çıxmasına səbəb olur. Siksizləşməni sürətləndirən faktorlar suda xloridlərin iştirakı, yüksək temperatur, axınların zəif sürəti, çöküntülərin olmasıdır.

Axının sürəti 1 m/saniyə-dən az olduqda çöküntü baş verə bilər. Pitting korroziyası çirklənmiş sularda xüsusən də H₂S iştirakı ilə baş verə bilər. Belə şəraitlərdə metal səthində müdafiə qabiliyyətinə malik olmayan, hətta metalın dağılmasına şərait yaradan sulfid çöküntüləri formalaşır.

Suda ammoniak, ammonium, kompleks ammonium və sianid duzları iştirak etdikdə, həmçinin detallarda statik, termiki titrəyiş, dartılma gərginliyi olduqda latun korroziya çatlamalarına məruz qalır.

0,025-0,06% miqdarında arsen əlavə edilməklə alınmış latundan hazırlanan boru dəstələri siksizləşmədiyi üçün geniş tətbiq olunur.

Kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarını hazırlamaq üçün latundan başqa mis nikel və nikel mis ərintiləri də istifadə olunur.

11.3. Dəniz suyunda konstruksiya materiallarının korroziya davamlılığı

Karbonlu və silisium manqan poladları soyutma sistemində soyuducu kimi dəniz suyu istifadə etdikdə olduqca az korroziya davamlılığına malikdir. Metalın korroziya zədələnmələri əsasən yaralar xarakterində olur. Odur ki, karbonlu və silisiummanqan poladların istifadəsi məqsədə uyğun deyil.

Aparıcı ölkələrin neft emalı zavodlarında yüksək legirlənmiş xromnikel və xromnikelmolibden poladları dəniz suyunda işləyən avadanlıqları hazırlamaq üçün geniş istifadə olunur. Yüksək legirlənmiş poladların korroziya davamlılığı aşağıdakı sıra ilə yerləşir:

17Cr -16Ni - 5,5Mo - Cu>20Cr -25Ni – 4,5Mo – Cu>18Cr -12Ni – 2,5 Mo> 18Cr -10Ni>17 Cr

Poladların legirlənməsində xrom, mis, fosfor, alüminium istifadə etdikdə onların dəniz suyunda korroziya davamlılığı artır.

Dəniz suyunda istismar olunan avadanlıqları hazırlamaq üçün korroziyaya daha çox davamlı konstruksiya materialı titandır. Müəyyən edilmişdir ki, dəniz suyunda titan erroziyaya, kavitasiyaya, korroziya yorğunluğuna, gərginlik altında korroziyaya yüksək davamlılığa malik olur. Sulfidlərlə, qum hissəcikləri ilə çirklənmiş axar dəniz suyunda 20 °C-ə yaxın temperaturda titan davamlıdır, amma, 130 °C-dən yuxarı temperaturlarda yuva və pitting korroziyalarının baş verməsi mümkündür.

Titanı platin və ya palladium ilə legirlədikdə korroziya davamlılığı xeyli artır.

Titanın palladium ilə ərintisi istilik dəyişdiricilərin hazırlanması üçün təklif olunur. Belə elmi məlumatlar var ki, titana 0,155 palladium əlavə edilməsi reduksiyaedici mühitdə korroziya sürətini min dəfələrlə azaldır.

Xarici ölkələrdə titandan hazırlanan boruvari və lövhəvari istilikdəyişdiricilər təkcə kimya müəssisələrində yox, həm də dəniz sahilində olan neft emalı zavodlarında da istifadə edilir.

Dəniz suyunda işləyən avadanlıqların hazırlanmasında mis ərintiləri geniş istifadə olunur. Hazırda dünya praktikasında 70Cu-29Zn-1Sn (arsen ilə legirlənmiş) latuni lə yanaşı 76Cu-22Zn-2Al-0,04As tərkibli alüminium latunu da istifadə olunur.

Dövretmə suyunun tərkibindən asılı olaraq konstruksiya materialları seçilməlidir.

Şirin (duzsuz) sulara işləyən boru dəstələri karbonlu və az legirlənmiş poladlardan hazırlanıqda ümumi korroziyanın yol verilən sürəti 0,05-0,2 mm/il həddində qəbul olunur. Daha korroziyaya davamlı materiallar üçün korroziyanın icazə verilən sürət həddi 0,1 mm/il-dən az olmalıdır.

Şirin (duzsuz) dövretmə suyu şəraitində karbonlu və silisium manqanlı poladlar suyun minerallığı 1000 mq/l-ə qədər olduğu hallarda kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarının hazırlanması üçün istifadə oluna bilər.

Xromlu və xrom-nikelli poladlar karbonlu və silisiummanqanlı poladlara nəzərən ümumi korroziyaya daha davamlıdır. Amma, bu poladlar lokal korroziyaya, xüsusən də nöqtəvari korroziyaya daha meyllidir.

Yüksək legirlənmiş xrom-nikelli poladlar şirin dövretmə sularında karbonlu poladlara nəzərən 2-3 dəfə az korroziya sürətinə malik olur.

Alüminium ərintiləri müxtəlif minerallığa malik dövretmə sularında yüksək korroziya davamlılığına malikdir. Boru dəstələrinin xidmət müddəti 8 ilə qədərdir. Alüminium ərintiləri kondensləşmə-soyutma sistemlərinin istehsalında o vaxt istifadə oluna bilər ki, kontakt korroziyası üçün şərait olmasın və mühitin pH-ı 4,5-dən 8,5-ə qədər olsun. Kontakt korroziyasını aradan qaldırmaq üçün alüminium ərintilərini poladdan, çuqundan, latundan, qrafitdən və s. olan detallarla əlaqəsinə imkan verilməməlidir. Alüminium ərintiləri istifadə edildikləri hallarda suda həll olan dəmir ionları 15 mq/l-dən, mis ionları isə 1 mq/l-dən çox olmamalıdır.

Latunlar dövretmə sularında yüksək korroziya davamlılığına malik olurlar.

Dəniz suyu. Karbonlu və silisium manqanlı poladların dəniz suyunda istifadə müddəti 6-15 aydır. Bu poladların xüsusi inhibitorlar istifadəsi olmadan istifadəsi məsləhət görülmür.

Dəniz suyu şəraitində xromlu və xrommolibdenli poladların tətbiqi avadanlıqların istismar müddətini uzatmağa imkan vermir. Belə ki, onlar nöqtəvari korroziyaya meyillidirlər.

Yüksək legirlənmiş xromnikel poladları (08X18H10T, 12X18H10T və 10X17H13M2T) dəniz suyunda daha davamlıdırlar.

Latunlar və misnikel ərintiləri dəniz suyunda istifadə olunan avadanlıqların hazırlanması üçün geniş istifadə olunur.

11.4. Kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarının korroziyadan, duzçökmədən və biokütlənin əmələ gəlməsindən müdafiəsi

Hazırda kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarının korroziyadan inhibitorla müdafiə üsulu geniş istifadə olunur. Korroziyanın qarşısını almaq üçün inhibitorların istifadəsi avadanlıqların istismar müddətini xeyli uzatmağa, həmçinin aqressiv mühitlərdə bahalı olmayan karbonlu və az legirlənmiş poladlar və ərintilər istifadə etməyə imkan verir. Dövretmə su təchizatı sistemlərində inhibitorların istifadəsi bir sıra hallarda duzçökmə və biokütlənin əmələ gəlməsi ilə də mübarizə aparmağa imkan verir. Bu növ müdafiənin səmərəliliyinə çoxlu sayda faktorlar təsir edir və odur ki, universal inhibitorlar yoxdur.

Hər bir neft emalı zavodu özünün dövretmə su təchizatı sistemi üçün inhibitor və onun məsrəfi miqdarını müəyyənləşdirməlidir.

Neft emalı və neft-kimya müəssisələrində üzvi inhibitorların istifadəsi geniş yayılmışdır.

Qeyri-üzvi inhibitorlardan fosfatlar, xromatlar və onların sink sulfat ilə kompozisiyaları istifadə olunur.

Xromatlar ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, K_2CrO_4 , Li_2CrO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$ və s.) su mühitlərində poladı, latunu, misi, alüminiumu yaxşı müdafiə etdiyi halda qurğuşunu korroziyadan müdafiə edə bilmir.

Polad avadanlıqlarının xromatlarla müdafiəsi onların xemosorbsiyası ilə bağlıdır ki, bu da metalın səthinin oksidləşməsi və qarışıq oksid təbəqəsinin $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3$ əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır.

Metalların korroziyadan müdafiəsi üçün xromatların lazım olan qatılıqları suyun tərkibi ilə müəyyənləşir və temperaturdan asılı olur. Ümumi duzun miqdarı 100 və 1200 mq/ℓ olan sularda müqayisə oluna bilən nəticələr almaq üçün natrium bixromat uyğun olaraq 10 və 50 mq/ℓ qatılıqlarda əlavə olunmalıdır və bu zaman korroziya sürəti 0,01 q/m²·saat həddində olur. Suyun temperaturu artdıqca xromatların lazım olan qatılıqları artır. Suyudan suyun inhibitorlanması üçün xromatların ilkin qatılıqları 500-1000 mq/ℓ olmalıdır, sonra inhibitorun qatılığı 200-250 mq/ℓ-ə qədər azaldılmalıdır. Xromatların səmərəliliyi pH-ın intervalı 6-11, suyun temperaturu 38-66 °C olduqda pH-dan və temperaturdan az asılı olur.

Xromatlar anod inhibitoru kimi yetərli qatılıqlarda olmadıqda korroziya sürətini artırır və bu zaman pitting əmələ gəlir. Yalnız bixromatın 1-2 mq/ℓ qatılıqda istifadə olunması korroziya sürətinin artmasına səbəb olur. Belə ki, inhibitor verilmədikdə korroziya sürəti 0,5 mm/il olduğu halda 1-2 mq/ℓ bixromat işitrakı ilə 0,8-1,2 mm/il-ə qədər artır.

Xromatların müdafiə təsirini artırmaq üçün onların sink duzları ilə (xloridlər və ya sulfatlar) qarışığı istifadə olunur. Inhibitorun tərkibində 20-80% həddində Zn olduqda sinergizm hadisəsi daha güclü müşahidə olunur. Sink-xromat inhibitorlar latunu, alüminium ərintilərini və sinklənmiş poladları müdafiə üçün geniş istifadə edilir. Adətən dövr edən suya 10 mq/ℓ xromatlar əlavə olunur. Suyun pH-ı 5,5-7,5 həddində olduqda sink-xromat inhibitorunun müdafiə effekti temperaturdan, suyun tərkibindən və pH-dan az asılı olur. 20 mq/ℓ Cr₄²⁻ ionları əlavə etməklə 5-10 mq/ℓ Zn²⁺ əlavə etdikdə lokal korroziyanın sürəti əsaslı dərəcədə azalır. Tərkibində 100 mq/ℓ xlor və sulfat ionları olan suya 1-10 mq/ℓ natrium bixromat və 0,5-2 mq/ℓ sink sulfat əlavə edilməsi məsləhət görülür. Tərkibində 100-dən 500 mq/ℓ-ə qədər xlorid və sulfat ionları olduqda natrium bixromat 5-25 mq/ℓ, sink sulfat isə 1-2 mq/ℓ həddində əlavə olunmalıdır. Lakin, metal səthi kalsium duzları çökmələri ilə çirkləndikdə və pH>7,5 olduqda səmərəli deyil və CaCO₃ və CaSO₄ çökməsinin qarşısını ala bilmir. Inhibitorun bu qüsuru əlavə olaraq suya aminotrimetilenfosfonat verilməklə aradan qaldırılır və inhibitorun təsir diapozonu pH=9 olana qədər artır. Qeyd etmək lazımdır ki, suda duzların miqdarı 2000 mq/ℓ-ə qədər olduqda sink-bixromat-fosfat dinhibitoru yüksək müdafiə qabiliyyətinə malik olur.

Qara və əlvan metalların korroziya inhibitoru kimi müəyyən şəraitlərdə natrium bixromatın natrium nitrat, natrium flüorid, sink sulfat, natrium volframat, natrium nitrit və limon iurşusu ilə kompozisiyaları istifadə oluna

bilər. Bəzi hallarda üzvi xromatlar, məsələn, tsikloheksil- və izobutilaminin xromatları yaxşı müdafiə qabiliyyətinə malik olurlar.

Lakin, xromatlar yüksək zəhərliyə malikdirlər ki, bu da onların geniş tətbiqini çətinləşdirir.

Nitritlər (NaNO_2 və KNO_2) duzların suda məhlullarında poladların korroziyasının qarşısını alan səmərəli inhibitorlardır. Natrium nitrit karbonlu poladı korroziyadan yaxşı müdafiə etsə də o, alüminiumun, sinkin və latnun korroziyasına səbəb olur. O, təhlükəli anod inhibitorudur və qatılığı kifayət qədər olmayan hallarda korroziya sürətinin artmasına səbəb olur. Şirin sularda natrium nitritin 2000 mq/l-dən az olan qatılıqları təhlükəlidir.

NaNO_2 -in kritik qatılığı soyuducu suda Cl^- və SO_4^{2-} ionlarının miqdarından asılıdır və suda xlorid ionlarının miqdarından az olmamalı və sulfat ionlarının qatılığından 250-500 mq/l çox olmalıdır. Ədətən, NaNO_2 300-500 mq/l qatılıqda istifadə olunur. Nitritlərin müdafiə təsiri onların metal səthinə adsorbsiyası və metalın sonrakı oksidləşməsi ilə əlaqədardır. Dövretmə suyunda olması mümkün olan nitrooksidləşdirici bakteriyalar nitrit ionlarının oksidləşdirməsinin qarşısını almaq üçün suya hidrazin və ya hidrazinin duzları da əlavə olunur.

Fosfatlar, o cümlədən, metafosfatlar, ortofosfatlar, polifosfatlar keçmiş SSRI-də və digər inkişaf etmiş ölkələrdə geniş istifadə edilirdi. Onlar xromatlar və nitritlərə nəzərən az səmərəlidirlər, amma, istifadə olunan qatılıqlarda praktiki olaraq zəhərli deyillər və ərp əmələgəlmənin qarşısını alır. Qiymətinin ucuz, özünün zəhərsiz olması və artıq korroziyaya uğramış səthi sonrakı korroziyadan müdafiə etməsi səbəbindən polifosfatlar geniş istifadə olunur. Suyu polifosfatların əlavə olunması poladların, misin, sinkin, qurğuşunun, latunun korroziyasını ləngidir. Meta və ortofosfatlar yalnız poladları korroziyadan müdafiə edir.

Natrium fosfat yalnız həll olmuş oksigen iştirakı ilə səmərəlidir. Bu şəraitlərdə korroziya intensivliyi Cl^- ionlarının qatılığı ilə, onun qarşısının alınması isə fosfatların və oksigenin miqdarı ilə müəyyənləşdirilir.

Fosfatların inhibitor təsiri mexanizmində oksigenin rolu polad səthini əvvəlcədən oksidləşdirərək nazik $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ əmələ gətirməkdir. Fosfatların tətbiqi yüksək codluqlu sudan CaCO_3 çökmə imkanı ilə əlaqədar olaraq məhdudlaşır. Odur ki, yüksək codluqlu suya dispersləşdirici agent də əlavə olunur.

Qeyd etmək lazımdır ki, hələ 1982-ci ildə Azərbaycan Elmlər Akademiyasının Neft-Kimya Prosesləri Institutunda VFIKS-82 adlı, fosfat tərkibli və yüksək inhibitor xassəsinə malik çoxfunsiyalı reagent yaradılmış və

1983-cü ildə SSRI Neft Sənayesi Nazirliyinin dövlət komissiyası tərəfindən bütün SSRI neft sənayesində istifadəsinə icazə verilmişdi. Bu inhibitor eyni zamanda korroziyanın, duz (ərp) çökmənin qarşısını alır və sulfatreduksiyaedici bakteriyaların həyat fəaliyyətini dayandırır. Keçən əsrin 80-ci illərinin sonlarında bu inhibitor Ufa neft emalı zavodlarının soyutma su dövretmə sistemlərində də uğurla istifadə olunmağa başladı.

1983-cü ildən indiki H.Ə. Əliyev adına Neft Emalı zavodunun katalitik riforminq qurğusunun qapalı soyutma konturunda Fransadan alınan «Kopef» inhibitorunun əvəzinə istifadə edildi. Hazırda bu inhibitor neft emalı zavodlarında buxar qazanlarını və qapalı soyutma konturlarını ərpdən təmizləmək üçün istifadə olunan ərphəllədicidə korroziya inhibitoru kimi istifadə edilir. Üzvi fosfat kompleksləri qarışıqından ibarət olan VFIKS-82 qarışıq tip inhibitorudur, yəni, həm anod, həm də katod proseslərini ləngidir, hidrolizə uğramır və bu inhibitor üçün hər hansı bir qatılıqda korroziyası sürətləndirmək təhlükəsi yoxdur. Bu inhibitorun istehsal texnologiyası 1988-ci ildə Rusiya Federasiyası tərəfindən lisenziya ilə alınıb və illik gücü 20000 ton olan sənaye qurğusu yaradılıb. Bu inhibitor AMEA-nın müxbir üzvü, kimya elmləri doktoru, professor V.M. Abbasovun rəhbərliyi ilə yaradılıb. 1988-ci ildə bu inhibitorun daha səmərəli analoqu olan AZƏRI inhibitoru yaradılıb. AZƏRI-nin VFIKS-82 inhibitorundan fərqli cəhətlərindən, ən başlıcası onun donma temperaturunun mənfi 33 °C-dən yuxarı olmamasıdır (VFIKS mənfi 21 °C-ə yaxın temperaturda donur). Hər iki inhibitor SSRI-nin patenti ilə müdafiə olunmuşdur.

Polifosfatlar daha çox istifadə olunan kation tipli inhibitorudur və məqsədəuyğundur ki, onlar ikivalentli metalların ionları ilə, xüsusən də Ca^{2+} ilə birgə istifadə olunsun (Ca^{2+} /polifosfat nisbəti 0,2-0,5 olmaq şərti ilə). Kation komplekslərinin əmələ gəlməsi Ca^{2+} ionlarının polifosfat zəncirinə yerləşməsi və komplekslərin Ca^{2+} ionu vasitəsi ilə «tikilməsi» hesabına kolloid hissəciklərin yaranması hesabına baş verir. Polifosfatlar çətin həll olan $CaCO_3$ və $CaSO_4$ duzlarının çökməsinə mane olur, həmçinin suda dəmir və manqanın miqdarını stabilləşdirir.

Polifosfatların korroziyadan müdafiə edən qatılığı onun sürətindən, suyun tərkibindən və temperaturdan asılı olur. Fosfat inhibitorların istifadəsinin səmərəliliyinə təsir edən əhəmiyyətli parametrlərdən biri də suyun pH-ıdır. Mühitin pH-ı 7,0-7,5-dən çox olduqda müdafiə dərəcəsi azalır. Mühitin pH-nın göstərilən həddən çox olması zamanı kalsium fosfatın çökmə problemi daha ciddiləşir. Ən optimal pH intervalı 6,5-7,0 hesab olunur.

Natrium heksametafosfatın müdafiə qatılığı 2-dən 100 mq/ℓ-ə qədərdir və praktiki olaraq 10-15 mq/ℓ intervalında (PO_4^{3-} -yə hesablanmaqla) yerləşir. Bəzi praktiki məlumatlara görə 35-100 mq/ℓ qatılıqlar birinci 2 gündə saxlanılmalıdır, bundan sonra inhibitorun miqdarı 5 mq/ℓ-ə qədər azaldıla bilər.

Sink-polifosfat inhibitorlarının səmərəliliyi suyun tərkibindən az asılı olur. Sink müdafiə örtüyünün əmələ gəlmə sürətini artırır və onun formalaşması müddətində poladın korroziyasını ləngidir. Mis ərintilərini korroziyadan müdafiə üçün sink-polifosfat inhibitoru istifadə edildikdə mühitin pH-ı 6,8-7,2 həddində saxlanılmalıdır.

Polifosfatlarla yanaşı fosfonatlar da praktikada istifadə olunur. Ən çox istifadə olunan fosfonatlar aminotrimetilenfosfonat (AMF) və hidrosietiliden-1,1-difosfonatdır (OEDF). Fosfonatlarda olan atom əlaqələri polifosfonatlara nəzərən daha yüksək hidrolizə davamlılığı təmin edir. Fosfonatlar qələvi mühitdə poladları korroziyadan müdafiə etmək üçün səmərəli inhibitorlardır və adətən 15-20 mq/ℓ məsrəflə istifadə olunur. Fosfonatlar CaCO_3 və CaSO_4 -ün çökməsinin qarşısını alır, çoxvalentli ionlarla komplekslər əmələ gətirir, suda dəmir və manqanın miqdarını stabilləşdirir. Fosfonatlar əlvan metalları və xüsusən də mis ərintilərini güclü korroziyaya uğradır. Amma fosfonatlarla yanaşı Zn^{2+} ionlarının da daxil edilməsi misin və latunun korroziyasını dayandırır. AMF Cl_2 və digər oksidləşdiricilər iştirakı ilə dağılaraq ortofosfatlar əmələ gətirir və bu səbəbdən də suya AMF Cl_2 ilə birləşmə əlavə olunması yolverilməzdir.

OEDF sink sulfat ilə birlikdə (1:1) 400 mq/ℓ qatılıqda model dövretmə sularında karbonlu poladları 98,2 %-ə qədər korroziyadan müdafiə edir.

Dövretmə suyunda karbohidrogenlər olmamalıdır. Karbohidrogenlərin dövretmə suyuna düşməsi bakterial asılqanların davamlılığının pozulmasına, biokütlənin intensiv inkişafına səbəb ola bilər. Suyun qələviliyini 3-5 mekv/ℓ həddində saxlamaq üçün lazım olduqda sulfat turşusu əlavə olunur. Dövretmə sisteminin sanitariya-gigiyeni vəziyyətini tənzimləmək üçün soyuducu su dövrü olaraq xlorlayırlar.

Natrium silikatlar ($n\text{Na}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2$) karbonlu poladları, misi, alüminiumu korroziyadan müdafiə edir, latunun sinksizləşməsinin qarşısını alır. Modulu 2-dən 3,5-ə qədər olan silikatlar daha səmərəli olur. Yadda saxlamaq lazımdır ki, turş mühitlərdə modulu az olan, qələvi mühitlərdə isə modulu çox olan silikatlar daha yaxşı müdafiə qabiliyyətinə malik olur.

Natrium silikatların müdafiə təsiri mexanizmi ondan ibarətdir ki, silikat turşusu anionu ilə kalsium və dəmir kationları qarşılıqlı təsirdə olur və silikatlardan ibarət müdafiə təbəqəsi əmələ gətirir. Belə bir fikir var ki, müdafiə örtüyü yalnız metal səthdə dəmir oksidləri təbəqəsi olduqda əmələ gəlir. Uyğun olaraq natrium silikat korroziyaya uğramış səthləri də müdafiə edə bilər. İnhibitorun müdafiə qatılığı suyun tərkibi, o cümlədən xloridlərin, sulfatların qatılığı, qələvilik, həmçinin temperaturdan asılı olaraq müəyyənləşdirilir. Yaxşı olar ki, suda duzların miqdarı 100-150 mq/l-dən çox olmasın.

Silikatların suda olan miqdarı kifayət etmədikdə lokal korroziyanın sürəti güclənir. Suyun axma sürəti 1,2 m/s və daha çox olduqda müdafiə effekti azalır.

Üzvi inhibitorlar istiqamətlənmiş sintez imkanlarına əsasən çoxfunksiyalı xassələrə malik ola bilər.

Su dövretmə sistemlərində inhibitor kimi istifadə olunan üzvi inhibitorlar arasında azotlu birləşmələr üstünlük təşkil edir.

11.5. Tullantı sularının təsiri ilə korroziya

Neft emalı müəssisələrində ciddi problemlərdən biri də tullantı sularının utilləşdirilməsi və zərərsizləşdirilməsidir.

Neft emalı zavodlarında tullantı sularının zərərsizləşdirilməsi üçün bir neçə üsul işlənilib hazırlanıb.

ELOU-AVT tullantı sularını zərərsizləşdirməyin üsullarından biri onları quru qalıq qalana qədər buxarlandırmaqdır. Buxarlandırma prosesi iki kaskaddan ibarətdir. Birinci pillədə su 60-210 °C-də və 2,5 MPa təzyiqdə duzun miqdarı 5 %-ə çatana qədər aparılır. Tullantı suyu istilikdəyişdiricilərdə 70-170 °C-ə qədər, sobada isə 210 °C-ə qədər qızdırılır. Buxarlandırıcılar sırasında təzyiqin və temperaturun fərqli hesabına tullantı sularının buxarlanması baş verir. Duzların miqdarı 5 % olana qədər buxarlandırılmış su 60-160 °C-də və 0,3 MPa təzyiqdə buxarlandırmaq və duzun miqdarı 20 %-ə çatdırılması üçün ikinci kaskada verilir.

Təcrübə müşahidələr göstərir ki, tullantı sularının termiki emalı qurğuların avadanlıqları üçün konstruksiya materialları kimi 08X22H6T, 08X21HM2T poladları, latunlar və korroziya nəzərə alınmaqla qalınlığı optimal artırılmış karbonlu polad istifadə oluna bilər. Buxarlandırıcı aparatların nazik divarlı istilikdəyişdirici avadanlıqları və qızdırıcı kameralarda

trubkalar latundan (LAMş 77-2-0,06), buxarlandırıcı aparatların korpus detalları austenit-ferrit poladından (08X22H5T), tutumlar ya emal üzlük çəkilmiş materialdan və ya 08X22H6T, 08X21H6M2T poladlardan hazırlanması məqsədəuyğundur.

Boru kəmərlərini həmçinin karbonlu poladlardan da hazırlamaq olar, lakin, korroziya prosesi nəzərə alınmaqla boruların divarı hesablanmış qalınlıqdan 3-5 mm artıq götürülməlidir.

11.6. Qradirnlərin korroziyadan müdafiəsi

Su dövretmə sistemlərində kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarında istilikdəyişmə prosesində qızmış suyu soyutmaq soyuducularda aparılır. Qradirnlər açıq səpələyici su tutumlarına və ventilyasiyalı qradirnlər və daha az istifadə olunanlar isə qülləli qradirnlər olmaqla üç qrupa bölünür.

Qradirnlər mürəkkəb şəraitlərdə – bütün sutka boyu, açıq havada, intensiv nəmləmə, soyudulan suyun və havanın temperaturlarının tez-tez dəyişmə şəraitlərində istismar olunurlar. Qradirnlərin qurulması zamanı müxtəlif konstruksiya materiallarından istifadə olunur.

Dayaq üzünün dairəvi fundamenti, qradirinin örtüyünün və yığma dəmir-beton elementlərinin hazırlanması zamanı sulfata davamlı M-300, M-400, M-500 markalı portland sementlər istifadə olunmalıdır. Qovşaqları doldurmaq üçün M-500 sement istifadə edilməlidir.

Qradirnlərin yığılan dəmir-beton konstruksiyalarına sıxlığa, şaxtaya davamlılığa və möhkəmiyə görə sərt şərtlər qoyulur. Qüllənin işçi armaturu üçün beton müdafiə təbəqəsinin qalınlığı 25-30 mm, fundament (özül) üçün 35 mm, plitələr üçün 20-25 mm-dir.

Ventilyasiyalı qradirnlərin dəmir-beton karkasları bayır tərəfdən plastik kütlə, asbest sement, alüminium lövhələr və ya taxta ilə tikilir. Metal konstruksiyaların əsas hissələri, həmçinin qradirnin boru kəmərləri St2, St3, VSt3, VSt3kp, VSt3sp markalı, karbonlu poladların və ya A11 və A111 sinfindən olan armatur poladlarından hazırlanır.

Ventilyasiyalı qradirnlərin ümumi metal tutumu seksiyaların sayından asılı olaraq çoxdur və 70-130 ton həddindədir. Bununla əlaqədar olaraq konstruksiyanı korroziya dağılmalarından qorumaq üçün korroziya əleyhinə tədbirlər mütləq həyata keçirilməlidir.

İstismar prosesində qradirn elementləri üzərində ən sadə yosunlardan və müxtəlif növ mikroorqanizmlərdən ibarət olan selikli kütlə əmələ gəlir ki, o da həm polimer örtüyünün dağılmasına səbəb olur, həm də müdafiə olunan metalın korroziyasını sürətləndirir.

Su çiləyicinin metal konstruksiyalı markasını, su paylayıcı sistemin boru kəmərlərini, pilləkənləri, konfuzorların lyukunun qapağını və s. korroziyadan müdafiə tədbirləri aşağıdakı ardıcılıqla aparılır: pasın kənarlaşdırılması, qumm axını ilə səthin təmizlənməsi, benzin B-70 və ya Uayt-spirit ilə səthin yuyulması; korroziya əleyhinə örtüyün çəkilməsi; sonra istismara başlamazdan əvvəl 7 sutka örtüyün saxlanması.

Qradirnlərin uzun ömürlülüyünü artırmaq üçün az davamlı metallik diffuzorlar poliefir şüşə kütlə istifadə edilməsi təklif edilir.

İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYAT

1. В.П.Боранник. Краткий справочник по коррозии. (Химическая стойкость материалов). Государственное Научно-Техническое Изд. Химическая Литература. Москва-Ленинград, 1953, 454 с.
2. А.П.Акользин, А.П.Жуков. Кислородная коррозия оборудования химических производств. Москва: Химия. 1985, 240 с.
3. Г.Г.Улиг, Р.У.Ревн. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику. Ленинград: Химия. Ленинградское отделения. 1989, 456 с.
4. Г.Кеше. Коррозия металлов. Москва «Металлургия», 1984, 400 с.
5. Г.Улиг. Коррозия металлов. Москва: Изд. «Металлургия», 1968, 308 с.
6. Г.В.Карпенко, И.И.Василенко. Коррозионное растрескивание сталей. Киев: Изд. Техника, 1971, 192 с.
7. Ингибиторы коррозии. Том 2. Под редакцией д-ра техн.наук, профессора Д.Л.Рахманкулова. Москва: Химия, 2002, 367 с.
8. Дизенко Е.И., Новоселов В.Ф., Тучунов П.И., Юфин В.А. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров. Москва: Недра, 1978, 199 с.
9. Г.З.Ибрагимов, Н.И.Хисмуутдинов. Справочное пособие по применению химических реагентов в добыче нефти. Москва: Недра, 1983, 312 с.
10. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений. Справочник. Под редакцией д-ра техн. наук А.А. Герасименко. Том 1, том 2. Москва: Машиностроение, 1987, 688с, 784 с.
11. Р.Г.Гаджиева, Ю.Е.Синицина. Защита от коррозии мокрой стальной поверхности. Баку: Азернешр, 1965, 132 с.
12. Коррозия металлоконструкций в море. Труды Научно-исследовательского и проектного института Гипроморнефть. Баку: Азнефтеиздат, 1954, 260 с.
13. В.М.Аббасов. Химические реагенты и продукты, созданные и полученные школой М.А.Марданова. Баку: Изд. Элм, 2002, 112 с.
14. Х.Рачев, С.Стефанова. Справочник по коррозии. Москва: Мир, 1982, 520 с.

15. И.Л.Розенфельд. Коррозия и защита металлов (локальные коррозионные процессы). Москва: Изд. Металлургия, 1969, 448 с.
16. Труды Всесоюзной Межвузовской научной конференции по борьбе с коррозией. Москва Государственное научно-техническое издательство нефтяной и топливной литературы. 1962, 406 с.
17. Л.К.Алтунина, В.А.Кувшинов. Увеличение нефтеотдачи пластов композициями ПАВ. Новосибирск. Наука, Сибирская издательская фирма РАН. 1995, 198 с.
18. I.A.Məmmədov. Neft və qazçıxarma sənayesi avadanlığının korroziyası və onunla mübarizə tədbirləri. Bakı: Elm, 1983, 184 s.
19. В.И.Картер. Металлические противокоррозионные покрытия. Ленинград. Судостроение, 1980, 168 с.
20. Н.А.Гафаров, А.А.Гончаров, В.М.Кушнарченко. Коррозия и защита оборудования сероводородсодержащих нефтегазовых месторождений. Москва: ОАО, Изд. Недра, 1998, 437 с.
21. Коррозия и защита судов. Справочник. Под редакцией д-ра техн.наук, профессора Е.Я.Люблинского и кандидата технических наук В.Д.Пирогова. Ленинград. Судостроение, 1987, 376 с.
22. С.М.Решетников. Ингибиторы кислотной коррозии металлов. Ленинград: Химия. Ленинградское отделение, 1986, 144 с.
23. Ф.Тодт. Коррозия и защита от коррозии. Ленинград: Изд. Химия. Ленинградское отделение, 1967, 709 с.
24. А.П.Акользин. Противокоррозионная защита стали пленкообразователями. Москва: Металлургия, 1989, 192 с.
25. С.Н.Литвиненко. Защита нефтепродуктов от действия микроорганизмов. Москва: Изд. Химия, 1977, 144 с.
26. Д.Г.Туфанов. Коррозионная стойкость нержавеющей сталей, сплавов и чистых металлов. Справочник. Москва: Металлургия, 1990, 320 с.
27. Н.И.Подобаев. Электрохимия. Москва: Просвещение, 1977, 152 с.
28. В.В.Герасимов. Коррозия сталей в нейтральных водных средах. Москва: Металлургия, 1981, 192 с.
29. В. Тетельмин. Нефть в семи проекциях. Москва: Сайс-пресс, 2004, 256 с.

30. М.Г.Рудин, В.Е.Сомов, А.С.Фомин. Карманный справочник нефте-переработчика. Москва: ОАО ЦНИИТЭ нефтехим, 2004, 336 с.
31. Б.Л.Рейзин, И.В.Стрижевский, Р.П.Сазонов. Защита систем горячего водоснабжения от коррозии. Москва: Строй издат, 1986, 112 с.
32. Э.М.Гутман, М.Д.Гетманский, О.В.Клапчук, Л.Е.Кричман. Защита газопроводов нефтяных промыслов от сероводородной коррозии. Москва. Недра, 1988, 200 с.
33. О.И.Стеклов. Стойкость материалов и конструкций к коррозии под напряжением. Москва: Машиностроение, 1990, 384 с.
34. С.А.Ахметов, М.Х.Ишмияров, А.П.Веревкин, Е.С.Докучаев, Ю.М.Малышев. Технология, экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа. Москва: Химия, 2005, 736 с.
35. В.Л.Бард, А.В.Кузин. Предупреждение аварий в нефтеперерабатывающих и химических производствах. Москва: Химия, 1984, 248 с.
36. Коррозионная стойкость оборудования химических производств. Коррозия под действием теплоносителей, хладагентов и рабочих тел. Справочник. А.М.Сухотин, А.Ф.Богачев, В.Г.Пальмский и др. Ленинград: Химия, 1988, 360 с.
37. А.Н.Маркин, Р.Э.Низамов. CO_2 – коррозия нефтепромыслового оборудования. Москва: ОАО ВНИИОЭНГ, 2003, 188 с.
38. Л.В.Меандров. Двухслойные коррозионностойкие стали за рубежом. Москва. Металлургия, 1970, 232 с.
39. Ф.М.Мустафин, М.В.Кузнецов, Г.Г.Васильев, В.В.Кулаков, Л.И.Быков, А.Д.Прохоров, Д.Н.Веселов, Р.Ж.Ахияров, Р.А.Хариосв. Защита трубопроводов от коррозии. Том 1. Санкт-Петербург: Недра, 2005, 620 с.
40. Г.З.Ибрагимов, В.Н.Аремьев, А.И.Иванов, В.М.Кононов. Техника и технология добычи и подготовки нефти и газа. Москва: Изд. МГОУ, 2005, 243 с.
41. Д.Кламманн. Смазки и родственные продукты. Москва: Химия, 1988, 488 с.

42. Защита металлических сооружений от подземной коррозии. Справочник. Стрижевский И.В., Зиневич А.М., Никольский К.К. и др. Москва: Недра, 1981, 293 с.
43. А.М.Сухотин, Е.И.Чекулаева, В.М.Княжева, В.М.Зайцев. Способы защиты оборудования от коррозии. Ленинград: Химия, Ленинградское отд., 1987, 280 с.
44. В.И.Лапшин. Поддержание пластового давления путем закачки воды в пласт. Москва: Недра, 1986, 160 с.
45. Н.И.Исаев. Теория коррозионных процессов. Москва: Metallurgy, 1997, 368 с.
46. В.Е.Кацавцев, Ю.П.Гаттенбергер, С.Ф.Лющин. Предупреждение солеобразования при добыче нефти. Москва: Недра, 1985, 215 с.
47. Техника борьбы с коррозией. Юхневич Р., Богданович В., Валашковский Е., Видуховский А. Москва-Ленинград: Изд. Химия, 1980, 224 с.
48. Дж.Брегман. Ингибиторы коррозии. Москва-Ленинград: Изд. Химия, 1966, 310 с.
49. Г.В.Коннова. Оборудование транспорта и хранения нефти и газа. Ростов-на-Дону: Изд. Феникс, 2006, 128 с.
50. А.А.Шевченко. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии. Москва: Химия, Колосс, 2004, 248 с.
51. В.И.Токунов, А.З.Саунин. Технологические жидкости и составы для повышения продуктивности нефтяных и газовых скважин. Москва: Недра, 2004, 711 с.
52. Н.М.Черкасов, И.Ф.Гладких, К.М.Гумеров, И.У.Субаев. АСМОЛ и новые изоляционные материалы для подземных трубопроводов. Москва: Недра, 2005, 205 с.
53. Л.И.Быков, Ф.М.Мустафин, С.К.Рафиков, А.М.Нечваль, А.Е.Лаврентьев. Типовые расчеты при сооружении и ремонте газонефтепроводов. Санкт-Петербург: Недра, 2006, 824 с.
54. Технология переработки нефти. Часть первая. Первичная переработка нефти. Под редакцией О.Ф.Глаголевой, В.М.Капустина. Москва: Химия, Колосс, 2005, 400 с.
55. Коррозионная стойкость оборудования химических производств. Нефтеперерабатывающая промышленность. Справочник.

- Под ред. Ю.И.Арчакова, А.М.Сухотина. Ленинград: Изд. Химия, 1990, 400 с.
56. Дж.Скалли. Основы учения о коррозии и защите металлов. Москва: Изд. Мир, 1978, 223 с.
 57. Ю.Н.Михайловский. Атмосферная коррозия металлов и методы их защиты. Москва: Изд. Металлургия, 1989, 103 с.
 58. М.И.Емелин, А.А.Герасименко. Защита машин от коррозии в условиях эксплуатации. Москва: Изд. Машиностроение, 1980, 224 с.
 59. Е.Я.Люблинский. Электрохимическая защита от коррозии. Москва: Изд. Металлургия, 1987, 96 с.
 60. В.С. Белеевский, Ю.И. Куделин. Коррозия: теория и практика. М: Издательство «Спутник +», 2011, 276 с.
 61. V.M. Abbasov, D.B. Ağamalyeva. Mikrobioloji korroziya və onunla mübarizə üsulları. Bakı, “Elm”, 2023, 276 s.
 62. А.С. Неверов, Д.А. Родченко, М.И. Цырлин. Коррозия и защита материалов. М: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013, 224 с.
 63. Р. Ангал. Коррозия и защита от коррозии. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2013, 334 с.
 64. LaQue's Handbook of Marine Corrosion. Second Edition. Edited by. David A. Shifler. Office of Naval Research Naval Materials Division Arlington, VA, USA. WILEY. Canada 2022.
 65. Corrosion Science: modern trends and applications Editors: N. Suresh Kumar, P. Banerjee, H. Manojunatha & K Chandra Babu Naidu. Bentham Books imprint. India. 2021
 66. Corrosion inhibitors in the Oil and Gas Industry. Edited by Viswanathan S. Saji Saviour A.Umoren. Wiley-VCH Weinheim, Germany, 2020, 437
 67. Marine Corrosion and Cathodic Protection Chris Googan. CRC Press, London, New York, 2022.
 68. В.М. Аббасов, Л.И. Алиева, Е.Ш. Абдуллаев, А.Г. Талыбов, Т.А. Исмаилов, Н.И. Мурсалов, С.А. Мамедханова, З.З. Агамалиев, Н.Ш. Рзаева, И.Т. Исмаилов, Л.М. Эфеендиева. Реагенты и продукты для нефтяной, газовой, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Баку, “Элм”, 2017, 436 с.
 69. V.M. Abbasov, L.İ. Əliyeva, L.M. Əfəndiyeva, Y.C. Ağazadə, A.M. Tağıyeva, N.Ş. Rzayeva, N.İ. Mürsəlov. Azotlu üzvi birləşmələr kimyası (monoqrafiya). Bakı: Beynəlxalq kitab, 2021, 204 s.

MÜNDƏRİCAT

	Səh.
GİRİŞ	3
Bölmə I. KORROZİYA PROSESİ VƏ KORROZİYA PROBLEMİ	6
1.1. Korroziya nədir?	6
1.2. Korroziya elmi	6
1.3. Korroziya problemi	7
Bölmə II. POLYARLAŞMA VƏ KORROZİYA SÜRƏTİ	10
2.1. Polyarlaşma	10
2.2. Polyarlaşmanın səbəbləri və polyarlaşmanın ölçülməsi ...	11
2.2.1. Qatılıq polyarlaşması	11
2.2.2. Aktivləşmə polyarlaşması	12
2.2.3. Gərginliyin omik azalması	15
2.2.4. İfrat hidrogen gərginləşməsi	15
2.2.5. Korroziyaya uğrayan metalların polyarlaşma diaqramları..	18
2.2.6. Polyarlaşmanın korroziya sürətinə təsiri	20
2.2.7. Polyarlaşma əyrilərinə əsasən korroziya sürətlərinin təyini	22
2.2.8. Anod və katod sahələrinin nisbəti	23
2.2.9. Katod mühafizə nəzəriyyəsi	24
Bölmə III. PASSİVLİK	26
3.1. Passivləşmənin xarakteri və Flade potensial	27
3.2. Passivatorlar	28
3.3. Dəmirin nitrat turşusunda passivləşməsi	29
3.4. Ərintilərin passivliyi	30
Bölmə IV. KORROZİYA PROSESLƏRİNİN TƏSNİFATI	32
4.1. Kimyəvi korroziya	34
4.1.1. Qaz korroziyası – xarici faktorların təsiri	34
4.1.2. Oksid örtüklərinin mühafizə xassələri	35
4.1.3. Qaz korroziyasından mühafizə metodları	36
4.1.4. Qeyri-elektrolitlərdə korroziya	37
4.2. Elektrokimyəvi korroziya	37
4.2.1. Elektrokimyəvi korroziyanın əmələgəlmə səbəbləri	37
4.2.2. Elektrokimyəvi korroziyanın əsas qanunauyğunluqları	38
4.2.3. Hidrogen və oksigen depolyarlaşması ilə korroziya	39
4.2.4. Elektrokimyəvi korroziyanın sürətinə xarici faktorların	
təsiri	41

4.2.5.	Elektrokimyəvi korroziyanın sürətinə daxili faktorların təsiri	44
4.2.6.	Atmosfer korroziyası	45
4.2.7.	Dəniz suyunda korroziya	47
4.2.8.	Yeraltı korroziya	48
4.2.9.	Elektrokorroziya	49
Bölmə V.	NEFT MƏDƏN AVADANLIQLARININ KORROZİYASI	50
5.1.1.	Konstruksiya materiallarına verilən tələblər	50
5.1.2.	Bəzi konstruksiya materiallarının kimyəvi tərkibi və mexaniki xassələri	51
5.1.3.	Konstruktiv xüsusiyyətin avadanlıqların qovşaqlarının korroziyadan dağılmasına təsiri	54
5.2.	Qazma avadanlıqlarının korroziyası və korroziyadan mühafizəsi	57
5.2.1.	Qazma avadanlıqları üçün istifadə olunan konstruksiya materialları	57
5.2.2.	Qazma məhlullarının korroziya aktivliyinin xarakteristikası	58
5.2.3.	Qazma avadanlıqlarının korroziya vəziyyətinə nəzarət üsulları	61
5.2.4.	Qazma avadanlıqlarının korroziyadan mühafizə üsulları və onların tətbiqi şəraitləri	62
5.2.5.	Qazma avadanlıqlarının korroziyadan mühafizə işləri apararkən təhlükəsizlik texnikası	64
5.3.	Neft çıxarma avadanlıqlarının korroziyası və korroziyadan mühafizə	65
5.3.1.	Neft çıxarma avadanlıqları üçün istifadə olunan konstruksiya materialları	65
5.3.2.	Neftçıxarma zamanı mühütlərin korroziya aqressivliklərinin xarakteristikası	66
5.3.3.	Poladların karbonat turşusu korroziyası və onun proqnozlaşdırılması	77
5.3.4.	Mineral duzların çöküntüləri əmələ gələ bilən mühitlərdə poladların karbonat qurğusu korroziyası	79
5.3.5.	Neftçıxarma quyularının yeraltı avadanlıqlarının karbonat turşusu korroziyası	81

5.3.6.	Neftin toplanması sistemlərinin (NTS) boru kəmərlərinin karbonat turşusu korroziyası	82
5.3.7.	Neftmədən avadanlıqlarının karbonat turşusu korroziyasından inhibitorlarla müdafiəsi	82
5.4.	Qaz hasilatı qurğularının korroziyası və korroziyadan mühafizəsi	90
5.4.1.	Qaz hasilatı üçün avadanlıqların korroziyadan dağılmasına nəzarət üsulları	92
5.4.2.	Qaz hasilatı üçün avadanlıqların mühafizə metodları və onların istifadə şəraitləri	93
5.5.	Layda təzyiqli sabit saxlama avadanlıqlarının korroziyası və korroziyadan mühafizəsi	95
5.5.1.	Layda təzyiqli sabit saxlama sistemlərinin avadanlıqları üçün konstruksiya materiallarının xarakteristikası	95
5.5.2.	Layda təzyiqli sabit saxlama sistemində istifadə olunan mühitlərin korroziya aktivliyinin xarakteristikası	97
5.5.3.	Layda təzyiqli sabit saxlama avadanlıqlarının korroziyadan dağılmasına nəzarət üsulları	99
5.5.4.	Layda təzyiqli sabit saxlama sistemi avadanlıqlarını korroziyadan dağılmadan müdafiə üsulları və onların tətbiq şəraitləri	100
5.6.	Neftin nəqlə hazırlanması avadanlıqlarının və qurğularının korroziyası və müdafiəsi	102
5.6.1	Neft tutumlarının qovşaqları üçün konstruksiya materiallarının xarakteristikası	102
5.6.2.	Neftin toplanması və nəqlə hazırlanması zamanı mühitin korroziya aqressivliyinin xarakteristikası	102
5.6.3.	Neftin nəqlə hazırlanması qurğularının korroziya vəziyyətinə nəzarət üsulları	106
5.7.	Qazın hazırlanması avadanlıqlarının və qurğularının korroziyası və müdafiəsi	106
5.7.1.	Qazın hazırlanması avadanlıqlarının və qurğular üçün konstruksiya materialların xarakteristikası	106
5.7.2.	Qazın nəqlə hazırlanması qurğularında mühitlərin korroziya aqressivliklərinin xarakteristikası	107
5.7.3.	Qazın nəqlə hazırlama avadanlıqların və qurğularının korroziyadan dağılmasına nəzarət üsulları	109

5.7.4.	Qazın nəqlə hazırlanması qurğularının korroziyadan müdafiəsi üsulları və onların tətbiq şəraitləri	110
5.8.	Mədən neft və qaz kəmərlərinin korroziyası və müdafiəsi	113
5.8.1.	Mədən neft və qaz kəmərləri üçün konstruksiya materiallarının xarakteristikası	113
5.8.2.	Mədən neft və qaz kəmərlərinə təsir edən aqressiv mühitlərin korroziya xarakteristikası	114
5.3.8.	Mədənlərin neft və qaz boru kəmərlərinin müdafiə üsulları	117
5.9.	Yüksək korroziya aqressivliyinə malik, tərkibində anomal miqdarda H ₂ S və CO ₂ olan mühitlərdə əlaqədə olan neftqaz avadanlıqlarının korroziyadan müdafiəsi	119
5.9.1.	Neft qaz avadanlıqlarının tərkibində H ₂ S və CO ₂ olan mühitlərdə korroziyasının inhibitorlaşdırılması	119
5.9.2.	Üzvi birləşmələrin inhibitor xassələri və müdafiə effektinin artırılması yolları	127
5.9.2.1.	Üzvi birləşmələrin inhibitorluq xassələrinin xarakteristikası	128
5.9.3.	Inhibitorların səmərəliliyinin artırılması yolları	147
Bölmə VI.	İSTİLİK DAŞIYICILARIN SOYUDUCU MƏHLULLARIN VƏ İŞÇİ CİSİMLƏRİN TƏSİRİ İLƏ KORROZIYA PROSESLƏRİ	160
6.1.	Su mühitlərinin korroziya aqressivliyini müəyyən edən faktorlar	160
6.2.	Şirin suda korroziya	162
6.3.	Dəniz suyunda korroziya	166
6.4.	Mikrobioloji korroziya	168
6.5.	Təmizlənmiş suda korroziya	169
6.6.	Kimya sənayesinin istilik mübadiləsi avadanlıqlarının korroziyasının xüsusiyyəti və bu avadanlıqların korroziyadan müdafiəsi	170
6.7.	Poladların suda korroziyasının inhibitorlaşdırılması	176
6.7.1.	Şirin (duzsuz suda) korroziyanın inhibitoru	176
6.7.2.	Dəniz suyunda korroziya inhibitorları	187
6.8.	İsti su təchizatı sistemlərinin müdafiəsi	188
6.9.	Qidalandırıcı və qovşaq traktlarının müdafiəsi	190
6.10.	Kondensat-qidalandırıcı traktın korroziyası	196

6.11.	Qazanlarda korroziya	197
6.12.	Turbinlərdə korroziya	200
6.13.	Qazan turbin avadanlıqlarının konservasiyası zamanı korroziya inhibitorlarının və digər kimyəvi reagentlərin istifadəsi	201
6.14.	Mis ərintilərindən olan qızdırıcıların və kondensatorların boru sistemlərinin korroziyası	206
6.15.	İri elektrik maşınlarının su ilə soyutma sistemlərinin korroziyasının xüsusiyyəti və korroziyadan müdafiəsi	211
6.15.1.	Elektrik maşınlarının su ilə soyudulması	211
6.15.2.	Örtüksüz mis keçiricilərinin korroziyası	212
6.15.3.	Su ilə soyutma sisteminin inhibitorla müdafiəsi	213
6.16.	Yanacaqların yanma məhsullarında metalların yüksək temperatur korroziyası	215
6.16.1	Yanacaqların yanma məhsullarında korroziyanın qanunauyğunluğu... ..	215
6.17.	Yüksək temperatur korroziyasından müdafiə üsulları	220
6.18.	Soyuq daşıyıcıların təsiri ilə korroziya	223
6.18.1.	Rassol soyuducu sistemlərdə korroziya	223
6.18.2.	Rassol soyuducu sistemlərin korroziyadan müdafiəsi	226
Bölmə VII.	NEFT EMALI SƏNAYESİNDƏ KORROZİYA PROBLEMLƏRİ VƏ BU PROBLEMLƏRİN HƏLLİ YOLLARI	231
7.1.1.	Neftlərin korroziya aqressivliyi	232
7.1.2.	Neftin ilkin emala hazırlanması	237
7.1.3.	Elektrokimyəvi hidrogen-sulfid korroziyası	245
7.1.4.	Karbonlu və az legirlənmiş poladların nəm hidrogen sulfid mühitində hidrogenləşməsi və çatlaması	251
7.1.5.	Avadanlıqların hidrogen sulfid təsiri ilə laylaşaraq dağılmadan və çatlamadan müdafiəsi	257
7.1.6.	Paslanmayan poladların korroziya çatlamaları və nöqtəvari korroziyası	260
7.1.7.	Kristallar arası korroziya	256
7.1.8.	Poladların qələvi kövrəkliyi	261
7.2.	Neftin ilkin emalı	263
7.2.1.	Hidrogen sulfidin və hidrogen xloridin təsiri ilə korroziya	265

7.2.2.	Tərkibində yüksək miqdarda neft turşuları olan neftlərin emalı zamanı korroziya	267
7.2.3.	Korroziyadan müdafiənin kimyəvi – texnoloji üsulları	269
7.2.3.1.	Xammalın qələviləşdirilməsi	269
7.2.3.2.	Atmosfer kalonlarının yuxarı qovulma məhsullarının neytrallaşdırılması	275
7.2.3.3.	Inhibitorların istifadəsi..	277
7.2.4.	Neftin ilkin emalı qurğuları avadanlıqları üçün təklif olunan materiallar..	278
7.3.	Neft xammalının destruktiv emalı qurğularında korroziya problemləri.....	280
7.3.1.	H ₂ S-in təsiri ilə poladların yüksək temperatur korroziyası..	280
7.3.2.	Termiki krekinq qurğularında korroziya problemi	282
7.3.3.	Katalitik krekinq qurğularında korroziya problemi	285
7.3.4.	Neft məhsullarının hidrotəmizləmə qurğularının korroziya problemləri..	287
7.3.5.	Hidrokrekinq qurğularında korroziya problemləri və onların aradan qaldırılması yolları	290
7.3.6.	Katalitik riforminq qurğularında korroziya problemi və onun aradan qaldırılması yolları	293
Bölmə VIII.	YANACAQLARIN YANMA MƏHSULLARININ TƏSİRİ İLƏ SOBA AVADANLIQLARININ KORROZİYASI	299
8.1.	Texnoloji sobaların yanacaqları və onların korroziya aqressivliyi	299
8.2.	İstilik utilləşdirici avadanlıqların aşağı temperaturlu korroziyası	300
8.3.	Hava qızdırıcılarının aşağı temperaturlu sulfat turşusu korroziyası	301
8.4.	Hava qızdırıcılarının korroziyadan müdafiəsi	302
8.5.	Soba avadanlıqlarının odluq atmosferində yüksək temperaturlu qaz korroziyası	305
Bölmə IX.	KARBOHİDROGEN QAZLARINI FRAKSİYALAŞDIRMA VƏ TƏMİZLƏMƏ ZAMANI KORROZİYA	310
9.1.	Qaz fraksiyalaşdırıcı qurğularda aqressiv mühit	310
9.2.	Qazların turş qarışıqlardan təmizlənməsi qurğularında korroziya problemi və onun həlli yolları	313

9.3.	Kükürdün təsiri ilə korroziya	316
9.4.	Kükürd istehsal edən qurğuların avadanlıqlarında korroziya problemləri	317
Bölmə X.	TƏBİİ VƏ NEFT QAZLARINI İSTİFADƏYƏ HAZIRLAMA PROSESLƏRİNDƏ KORROZİYA PROBLEMLƏRİ	319
10.1.	Təbii və neft qazlarının istifadəyə hazırlanma texnologiyası	319
10.2.	Qazın kompleks hazırlanması qurğularının avadanlıqlarının korroziyası və korroziyadan müdafiə üsulları	320
10.3.	Qazın aşağı temperaturlu separasiyası zamanı qlikolların regenerasiyası qurğularının korroziyası	323
Bölmə XI.	KONDENSLƏŞMƏ – SOYUTMA AVADANLIQLARININ DÖVRETMƏ SUYUNUN TƏSİRİ İLƏ KORROZİYASINDAN MÜDAFİƏ PROBLEMLƏRİ	326
11.1.	Kondensləşmə – soyutma avadanlıqlarının işinin xüsusiyyəti. Dövretmə sularının aqressivliyi	326
11.2.	Kondensləşmə-soyutma sistemləri üçün metal və ərintilərin korroziya davamlılığı	335
11.3.	Dəniz suyunda konstruksiya materiallarının korroziya davamlılığı	338
11.4.	Kondensləşmə-soyutma avadanlıqlarının korroziyadan, duzçökmədən və biokütlənin əmələ gəlməsindən müdafiəsi	340
11.5.	Tullantı sularının təsiri ilə korroziya	345
11.6.	Qradirnlərin korroziyadan müdafiəsi	346
	İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYAT	348
	MÜNDƏRİCAT	353

Kompüter tərtibçisi: *Ulduz Yusibova*
Bədii tərtibat: *V s l Quliyev*

Formatı 70x100 $\frac{1}{16}$
Həcmi 22,5  .v.
Tirajı 300

Kitab Savad nəşriyyatı
tərəfindən hazır diapozitivlərdən
istifadə olunmaqla çap edilmişdir.

Ünvan: Bakı şəh., H.Zərdabi pros., 17/51