

UDC 648 (07)

DOI <https://doi.org/10.52171/herald.382>

Some Results of Corrosion Monitoring at Offshore Gas Processing and Transportation Facilities

R.Y. Ganiyeva, M.B. Adigozalova, S.R. Rasulov

Azerbaijan State Oil and Industry University (Baku, Azerbaijan)

For correspondence:

Sakit Rasulov / e-mail: rasulovsakit@gmail.com

Abstract

The long-term operation of fixed platforms used for offshore oil and gas production fixed platforms (OOGPFP), and the technological equipment installed on them, in extreme marine climatic conditions has led to significant wear and tear. It is well known that the metal structures of OOGPFP s and their associated equipment are affected by a wide range of corrosion factors in offshore oil and gas production conditions. Clearly, production will continue until the productive formations are completely depleted. During this period, it is essential to ensure safe working conditions while maintaining high product quality. One important task in protecting structures from corrosion is the annual monitoring of pipelines and equipment that pose the greatest risk in the event of an accident, as well as production facilities, centralized collection units (CCU) and centralized compressor unit (CComU). This process involves taking corrosion samples and measuring corrosion using an electrical resistance sensor, as well as measuring the residual wall thickness of the equipment. This article presents the results of scientific and applied research and testing to improve current anti-corrosion protection systems.

Keywords: marine work, OOGPFP, corrosion, ecology, product properties, corrosion protection.

Submitted 29 September 2025

Published 16 March 2026

For citation:

R.Y. Ganiyeva, M.B. Adigozelova, S.R. Rasulov

[Some Results of Corrosion Monitoring at Offshore Gas Processing and Transportation Facilities]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2026, vol. 18 (1), pp. 67-76

ISSN (p): 2076-0515, ISSN (e): 2789-8245

CC BY-NC 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Dənizdə qaz emalı və nəqli qurğularında korroziya monitorinqinin bəzi nəticələri

R.Y. Qəniyeva, M.B. Adıgözəlova, S.R. Rəsulov

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, (Bakı, Azərbaycan)

Xülasə

Dəniz neft-qazçıxarma stasionar platformalarının (DNQSP) və onların üzərində quraşdırılmış texnoloji avadanlıqların uzunmüddətli istismarı ekstremal dəniz iqlim şəraitində onların əhəmiyyətli dərəcədə yeyilməsinə səbəb olmuşdur. Məlumdur ki, dəniz mühitində neft-qaz hasilatı zamanı DNQSP-nin metal konstruksiyalarına və avadanlıqlara tam kompleksli korroziya amilləri təsir göstərir. Aydındır ki, hasilat layların tam tükənməsinə qədər uzunmüddətli dövrdə davam edəcək. Bu müddət ərzində məhsulun yüksək keyfiyyətini qorumaqla yanaşı, təhlükəsiz əmək şəraiti də təmin edilməlidir. Korroziyadan müdafiənin mühüm məsələlərindən biri – mümkün qəza nəticələrinin ağır ola biləcəyi mərkəzləşdirilmiş toplama və kompressor qurğuları (MTQ və MKQ) daxil olmaqla, boru kəmərlərinin və avadanlıqların vəziyyətinin illik monitorinqidir. Monitorinq zamanı nümunələr korroziya şahidi kimi istifadə edilmiş, sensorun elektrik müqavimətindən istifadə etməklə korroziya ölçülmüş, avadanlığın divarlarının qalıq qalınlığı ölçülmüşdür. Tətbiq olunan anti-korroziya mühafizə sistemlərinin təkmilləşdirilməsinə imkan verən elmi və tətbiqi tədqiqatların nəticələri məqalədə təqdim olunub.

Açar sözlər: dəniz əməliyyatları, DNQSP, korroziya, ekoloji amillər, məhsulun xüsusiyyətləri, korroziyadan müdafiə.

Некоторые результаты мониторинга коррозии на морских объектах переработки и транспортировки газа

Р.Я. Ганиева, М.Б. Адигозалова, С.Р. Расулов

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности (Баку, Азербайджан)

Аннотация

Продолжительная эксплуатация морских нефтегазодобывающих стационарных платформ (МСП) и установленного на них технологического оборудования в условиях морского экстремального климата привело к их значительному износу. Известно, что в условиях морской нефтегазодобычи на металлоконструкции МСП и оборудование воздействует весь комплекс коррозионных факторов. Очевидно, что добыча будет продолжаться в течение длительного срока до полного истощения продуктивных пластов. На этот срок должны быть обеспечены безопасные условия работы при сохранении высокого качества продукции. Одной из важных задач защиты сооружений от коррозии является ежегодный мониторинг состояния трубопроводов и оборудования, наиболее опасных с точки зрения последствий возможных аварий и добычи объектов централизации и насосно-компрессорных установок (ЦКС и МКС). В процессе мониторинга использовались образцы – свидетели коррозии, замер коррозии методом электросопротивления датчика, замер остаточной толщины стенок оборудования. В статье приведены результаты научных и прикладных исследований, испытаний позволяющий усовершенствовать применяемые системы антикоррозионной защиты.

Ключевые слова: морская работа, МСП, коррозия, экология, свойства продукции, защита от коррозии.

Giriş

Məlumdur ki, dəniz neft-qazçıxarma şəraitində DNQSP-nin metal konstruksiyalarına və avadanlıqlara korroziya amillərinin tam kompleksi (dəniz suyu, atmosfer yağışları, günəş radiyası, mexaniki təsirlər – xarici tərəfdən; daxildən isə aqressiv nəql olunan mühitlər) təsir göstərir. Buna görə də dəniz neft-qaz qurğularının (boru kəmərləri, avadanlıq) korroziyadan mühafizəsinin mühüm məsələlərindən biri onların vəziyyətinin illik monitorinqidir. Bu obyektlər mümkün qəzaların nəticələri baxımından yüksək təhlükə dərəcəsinə malikdir [1–5].

İşin məqsədi

Belə monitorinqlərin əsas məqsədi – qaz tərkibində dəyişikliklərə və istismar müddəti-

nin artmasına baxmayaraq, avadanlıqların təhlükəsiz istismarının davam etdirilməsinin mümkünlüyünü təsdiq etməkdir.

Məsələnin həlli

Aparılan analizlər göstərmişdir ki, MTQ və MKQ-yə qaz müxtəlif yataqlardan və platformalardan daxil olur və tərkibinə görə əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənə, buna müvafiq olaraq korroziya aktivliyi də dəyişə bilər. Buna görə də ilk növbədə, müxtəlif texnoloji sxemlərin nöqtələrindən qaz və maye nümunələrinin seçilməsi və mühitin aqressivlik dərəcəsinin təyin edilməsi həyata keçirilmişdir. MTQ-dən gələn qazın müxtəlif mənbələr üzrə tərkibi cədvəl 1-də verilmişdir. Qaz sahilə və qaz-lift sistemlərinə nəql edilir. Bütün xətlər eyni tipli olub, təzyiq 0,3-0,7 MPa-dan 11-12,6 MPa-a qədər artır [1]. Verilənlər 2016-cı illə müqayisədə göstərilmişdir.

Cədvəl 1 – MTQ və MKQ çıxışında hasil olunan qazın komponent tərkibi (% mol ilə)

Table 1 – Component composition of gas produced at the outlet of centralized collection units (CCU) and centralized compressor unit (CComU) (in % mol)

Komponentlərin adı	MTQ		MKQ	
	2016-cı il	2023-cü il	2016-cı il	2023-cü il
CO ₂	0,072	0,105	0,083	0,112
CH ₄	75,042	75,855	73,031	76,429
C ₂ H ₆	11,977	12,463	12,268	12,06
C ₃ H ₈	7,002	6,891	6,781	6,457
C ₄ H ₁₀	3,855	3,12	3,388	3,158
C ₅ H ₁₂	1,263	0,0,801	0,959	0,941
C ₆ H ₁₄	0,051	0,238	0,285	0,373
C ₇ H ₁₆	0,026	0,102	0,092	0,154

MTQ və MKQ girişində qaz su ilə doymuş olur, tərkibində isə həll olunmuş duzlarla zəngin mikroskopik damcılar və neft qarışığı vardır. Bu qarışıqlar separatorlarda təmizləmə prosesi zamanı ayrılır.

2016–2023-cü illər ərzində qazın tərkibində

CO₂-nin miqdarı təxminən 1,5 dəfə artmışdır. Bununla belə, onun nisbi payı aşağı səviyyədə (təqribən 0,1%) qalır. Bu fakt mühüm əhəmiyyət kəsb edir, çünki karbon qazı korroziya prosesində ən aktiv komponentlərdən biridir.

Əsas texnoloji avadanlıqlar üçün aqressiv komponentlər H₂S (hidrogen sulfid), CO₂ (karbon

qazı) və duz qarışıqlı su hesab olunur.

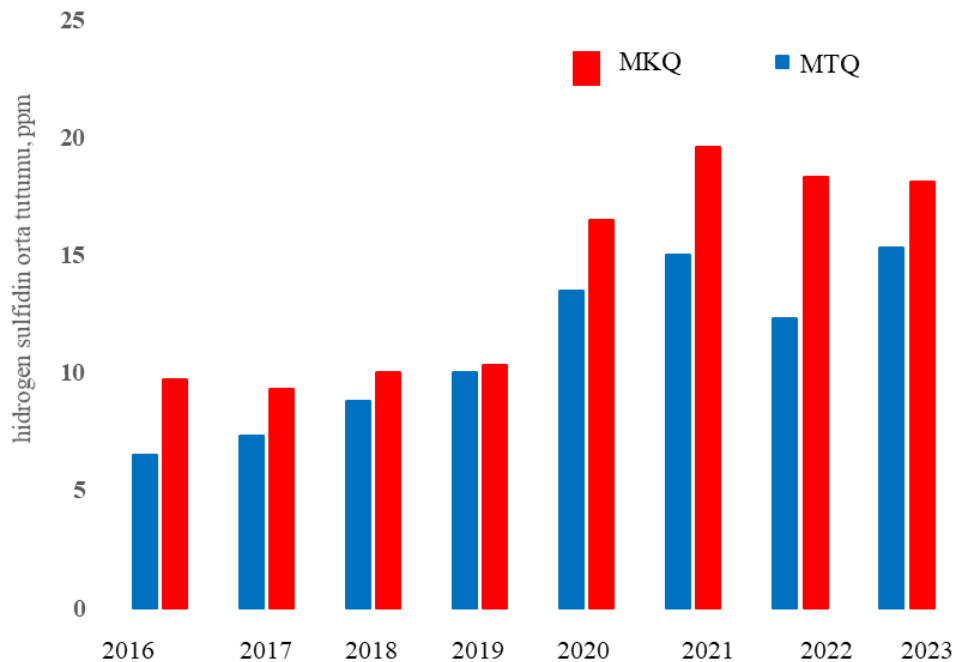
Yeni yataqların qoşulmasına və köhnə mənbələrdən qaz həcmələrinin dəyişməsinə baxmayaraq, qazda H₂S-in miqdarında ciddi dəyişiklik müşahidə edilməmişdir. 2016-2023-cü illərdə aparılan monitorinqlər zamanı H₂S-in daha yüksək olduğu dövrlərdə belə hidrogen-sulfid korroziyasının izlərinə rast gəlinməmişdir [6, 7]. Bu isə qazın toplanması və hazırlanması avadanlıqlarının təhlükəsiz istismarının davam etdirilməsinə imkan verir.

MKQ qazında H₂S-in miqdarı 15 ppm-dən artıq olmamışdır ki, bu da təhlükəsiz konsentrasiya zonası ilə uyğun gəlir. CO₂-nin aşağı olması isə MKQ avadanlıqlarında aktiv karbonat korroziyasının baş verməsini istisna edir.

Aparılan müşahidələr göstərmişdir ki, 2016-cı ildən başlayaraq H₂S-in konsentrasiyası 2,5–3 dəfə artmışdır (5–8 ppm-dən 12,7–18,3

ppm-ə qədər, 2010-cu ilə qədər) [6,7]. Son illərdə isə əsas dəyişiklik yalnız H₂S-in konsentrasiyasında qeydə alınmışdır (Şəkil 1).

2023-cü ildə aparılan tədqiqatların əsas məqsədi MTQ və MKQ avadanlıqlarının təhlükəsiz istismarının mümkünlüyünü təsdiqləmək idi. Tətbiq olunan metodologiya beynəlxalq standartlara uyğun olmuşdur [8–10]. Monitorinq zamanı korroziyaölçmə üzrə üç əsas üsul istifadə edilmişdir: boru kəmərləri və avadanlıqların polad divarlarının qalıq (korroziyaya uğradıqdan sonra qalan qalınlığı) qalınlığının ölçülməsi; korroziyaya uğramış nümunələrinin uzunmüddətli ekspozisiyası və sonradan qravimetrik üsulla korroziya sürətinin müəyyən edilməsi; elektrik müqavimətinə (EM) əsaslanan sensorlarla korroziya sürətinin birbaşa ölçülməsi.



Şəkil 1 – MTQ və MKQ -nin çıxışında H₂S tərkibində dəyişikliklərin diaqnostikası
Figure 1 – Diagnosis of changes in H₂S content at the outlet of CCU and CCom.U

Bu metodlar bir-birini tamamlayaraq prosesin tam təsvirini əldə etməyə imkan verir. MTQ kompleksi 31.07.1997-ci ildən istismara

verilmişdir və 2023-cü ildə aparılan monitorinq zamanı ümumi iş müddəti 13,83 il təşkil etmişdir. Nəticələr göstərmişdir ki, 2023-cü ilə

qədər MTQ avadanlıqlarında: maye kondensat + su üçün korroziya sürəti 0,13 mm/il-dən çox olmamışdır; qaz mühitində isə bu göstərici 0,01 mm/il-dən artıq olmamışdır (bütün təzyiqlər və temperatur diapazonlarında).

Korroziya sürəti aşağıdakı düsturla hesablanmışdır [11]:

$$v_{korr.} = \frac{L_1 - L_2}{T_2 - T_1}, \text{ mm/il}$$

burada:

- L_1 – T_1 tarixində divar qalınlığının orta qiyməti, mm;
- L_2 – T_2 tarixində (ölçmə zamanı) divar qalınlığının orta qiyməti, mm.

Hesablamaların nəticələrinə əsasən, boru kəmərlərinin divarlarında korroziya aşınması ümumi qalınlığın 0,5%-dən artıq olmamışdır.

Beynəlxalq standartlara (MTQ texnoloji rəqlamentinə əsasən) görə, karbon poladından hazırlanmış borular üçün (möhkəmlik həddi 140 MPa) qalıq qalınlığın minimal icazə verilən dəyəri borunun diametrindən və maksimal işçi təzyiqdən asılıdır. Belə, Dy 324×17,48 mm borusu üçün, təzyiqlər 3,82 MPa olduqda, minimal qalıq qalınlığı 4,4 mm təşkil edir; Dy 219×18,26 mm borusu üçün, təzyiqlər 12,7 MPa olduqda, bu dəyər 9,6 mm təşkil edir. MTQ-də istifadə olunan boruların böyük əksəriyyəti 17–25 mm divar qalınlığına malikdir və icazə verilən həddə yaxın göstəricilər müşahidə edilməmişdir.

Əlavə məlumatlar korroziyaya uğramış nümunələri (disk və ya zolaq tipli) vasitəsilə əldə edilmişdir. Bu nümunələr xüsusi tutucularla boru kəmərlərinə yerləşdirilmiş və sonradan aşınma dərəcəsi qravimetrik üsulla ölçülmüşdür.

2021-2023-cü illər ərzində aparılan qravimetrik təhlillər göstərmişdir ki, son illərdə bir çox nöqtələrdə korroziya sürəti 1,5–5 dəfə artmışdır. Bu artım əsasən istismarının 3-cü mərhələsində olan yataqlarda qeydə alınmışdır. Ən

yüksək korroziya sürətləri boru kəmərlərinin aşağı hissəsində yerləşən nümunələrdə müşahidə olunmuşdur. Xüsusilə, aşağı təzyiqli qaz və təmizlənməmiş qaz girişində korroziya sürəti 0,05–0,07 mm/il olmuşdur. Analizlər göstərir ki, MTQ girişində korroziya sürəti son illərdə əhəmiyyətli dərəcədə artmışdır — 0,0043 mm/ildən 0,1242 mm/il-ə qədər, yüklənmə pik vaxtında isə 0,22 mm/il-ə çatmışdır. Beləliklə, MTQ girişində korroziya sürəti qazın yüklənmə dərəcəsiindən birbaşa asılıdır. Normal şəraitdə qaz axını 145–150 mln. m³/gün təşkil edərkən, yüklənmə 192 mln. m³/gün səviyyəsinə çatdıqda maksimum göstərici əldə olunmuşdur (0,22 mm/il).

Çox güman ki, yük artdıqca, damcı şəklində asılmış dib suyunun daşınması artır və ayırma zamanı DNQSP-də qazın təmizlənməsinin keyfiyyəti pisləşir. MKQ-nin girişində çirkəllərin əsas hissəsindən təmizlənməsi, temperaturun və təzyiqlərin artmasına baxmayaraq, əsas proses axını diaqramında korroziya sürətinin kəskin azalmasına səbəb olur. Belə ki, 2022-ci ildə aşağı təzyiqli qazın girişindəki sürətlər 0,438 mm/il, aktiv fazanın ayrılması zamanı DNQSP-də korroziya sürəti korroziya tətbiq edilməmiş qurudulmamış qaz üçün 0,0145 mm/il təşkil etmişdir [12-14]. Təhlillər göstərdi ki, qazın ilkin təmizlənməsindən sonra əvvəlki illərdə müqayisədə daha yüksək korroziya aktivliyinə malik olmuşdur. 2020-ci ildən 2023-cü ilə qədər olan dövrdə MKQ -nin girişində 0,0043 mm/ildən 0,0256 mm/il və ya 6 dəfə artmışdır.

MTQ və MKQ avadanlıqlarında aşağı korroziya sürətinin əsas səbəbi, sıxılma (kompresiya) prosesləri zamanı boru və avadanlıqların divarlarında hidrofob qoruyucu təbəqənin əmələ gəlməsidir. Bu təbəqə qalınlığı 75–80 mkm, ağır karbohidrogenlər (37,2% küt.) və his (58,4% küt.) qarışığından ibarət olmuşdur. Ağır

karbohidrogenlərin mənbəyi qazın tərkibindəki mikrodamcı neft qarışıqlarıdır.

Analizlər göstərmişdir ki, MTQ və MKQ girişində C₈₊ karbohidrogenlərin payı müvafiq olaraq 0,11% və 0,172% təşkil edir. Qoruyucu təbəqə yüksək yapışma qabiliyyətinə malikdir və poladı qaz fazası və kondensatla birbaşa təmasdan qoruyur. Beləliklə, bu təbəqə daxili qoruyucu örtük funksiyasını yerinə yetirir [15-19].

Əldə edilən nəticələr göstərmişdir ki, inhibitor mühafizəsi MTQ avadanlıqları üçün tələb olunmur, əsas qorunma tədbirləri xam, təmizlənməmiş qazın boru kəmərlərində, yəni 1-ci mərhələ separasiyasından MTQ (və ya MKQ) girişinə qədər olan sahələrdə zəruridir.

MTQ-də aparılan monitoring işlərinə oxşar şəkildə, Mərkəzləşdirilmiş Kompresor Qurğusunda (MKQ) da korroziya nəzarəti həyata keçirilmişdir. MTQ-dən fərqli olaraq, MKQ-yə yeni qaz mənbələri qoşulmamışdır. Buna görə də, qazda hidrogen-sulfid (H₂S) konsentrasiyasının artımı, əsasən, yataqların sonrakı işlənmə mərhələsində inkişaf edən sulfat-reduksiyaedici bakteriyaların fəaliyyəti ilə izah olunur. 10 il ərzində aparılan monitoring nəticəsində MKQ qazında H₂S-in miqdarı 2,5 dəfə artmışdır (6 ppm-dən 15 ppm-ə qədər). Lakin bu konsentrasiya karbon polad mühiti üçün təhlükəli hesab edilmir. Monitoringdə yuxarıda qeyd olunan avadanlıq və standart metodologiyalar tətbiq olunmuşdur.

Ölçmə nəticələrinə əlavə olaraq, DNQSP-4-dən MKQ-yə qədər olan Du530 mm diametrlı qaz kəmərinin divar qalınlığının detallı ölçmələrinin nəticələrindən də istifadə edilmişdir. Ölçmələr 42 kəsik üzrə, hər kəsik də 4 nöqtədən aparılmışdır. Bu nəticələr xüsusi əhəmiyyət kəsb edirdi, çünki məhz xam, təmizlənməmiş qazın girişi ən yüksək korroziya ak-

tivliyinə malikdir. Layihə üzrə boru divar qalınlığı 12,7 mm təşkil edir. Monitoring nəticəsində nöqtəli korroziya əlamətləri aşkar edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, boru kəmərinə daxili korroziya aktiv şəkildə nöqtəli (pitting) formada inkişaf edir. Lokal və orta korroziya sürəti arasındakı fərq 1,7 dəfə təşkil edir. Maksimal korroziya sürəti borunun alt hissəsində alınmışdır, çünki burada duzlarla zənginləşmiş su kondensatı toplanır. Lakin, bu zonada belə korroziya sürəti ekstremal hesab edilmir – aşınma 12,8% təşkil edir. Ümumi korroziya sürəti ildə 0,03 mm-dən çox deyil, lakin 0,25-0,43 mm/il xoralı korroziya sürətində DNQSP-4-ə qədər sualtı qaz kəmərləri üçün artıq inhibitor mühafizəsindən istifadə etmək lazımdır, burada daha yüksək təzyiq və temperatur səbəbindən korroziya dərəcəsi bu qaz kəmərinə daha yüksək olmalıdır.

Boru kəmərlərinin selektiv qalınlığının ölçülməsi və MKQ avadanlığının qalınlığının ölçülməsinin nəticələri məlumatları təsdiqləyib. Ən yüksək korroziya sürətləri əsasən **dəniz suyu ilə işləyən boru kəmərləri** və **tutularda**, xüsusilə də alt hissələrdə və **qaynaq tikişlərinin yaxınlığında** (50%-ə qədər daha yüksək) qeyd alınmışdır. Digər zonalarda isə bu göstərici əhəmiyyətli dərəcədə aşağıdır. Bununla belə, temperatur və təzyiqin 100°C və 10 MPa-dan yuxarı qalxdığı şəraitdə belə, kondensat və çöküntülərlə aqressiv qarışıqların uzaqlaşdırılması nəticəsində korroziya sürəti 0,25–0,43 mm/il-dən 0,03 mm/il-dən aşağı **səviyyəyə qədər azalmışdır**. Monitoring zamanı MKQ avadanlıqlarının daxili səthində **hidrofob, qara rəngli, üzvi mənşəli bir təbəqənin** mövcudluğu da qeyd edilmişdir. Bu təbəqə: polad səthə yüksək yapışma qabiliyyətinə malikdir, güclü üzvi həlledicilərlə çətin yuyulur, hətta güclü qeyri-üzvi turşularda (məsələn, duz turşusunda)

belə həll olunmur. Bu xüsusiyyətlərinə görə, təbəqə avadanlığının daxilində **yüksək qoruyucu effekt** göstərir. Təqdim olunan məlumatlardan

belə nəticə çıxır ki, maksimum korroziya sürəti dəniz suyu boru kəmərləri üçün müşahidə olunur.



Şəkil 2 – MKQ-də dayağın yaxınlığında boru qüsurlarının xarici görünüşü
Figure 2 – External appearance of pipeline defects near the support in the CComU

Polad boruların kompozit borularla (fiberglas) dəyişdirilməsi ən azı 15 il ərzində bu problemi tamamilə həll edir. Bu cür nəticələr DNQSP-nin qaz kəmərlərində çuxur və dəre korroziyasının olmadığını təsdiqləyir. DNQSP çənlərinin divar qalınlığının ölçülməsinin nəticələri Cədvəl 2-də verilmişdir. Çənlərin yuxarı hissəsindəki qaz fazası divar qalınlığına faktiki olaraq heç bir təsir göstərmədiyini üçün ölçmələr çənlərin alt (dib zonası) və aşağı hissəsində (aşağı divar zonası) aparılmışdır.

Müqayisə üçün 2-ci cədvəldə 2022-ci il üzrə aparılmış ölçmələrin ortalama nəticələri verilmişdir. Aydın ki, polad qara kondensatla təmasda olan yerlərdə giriş separatorunda divar qalınlığı il ərzində azalıb. Avadanlığın qa-

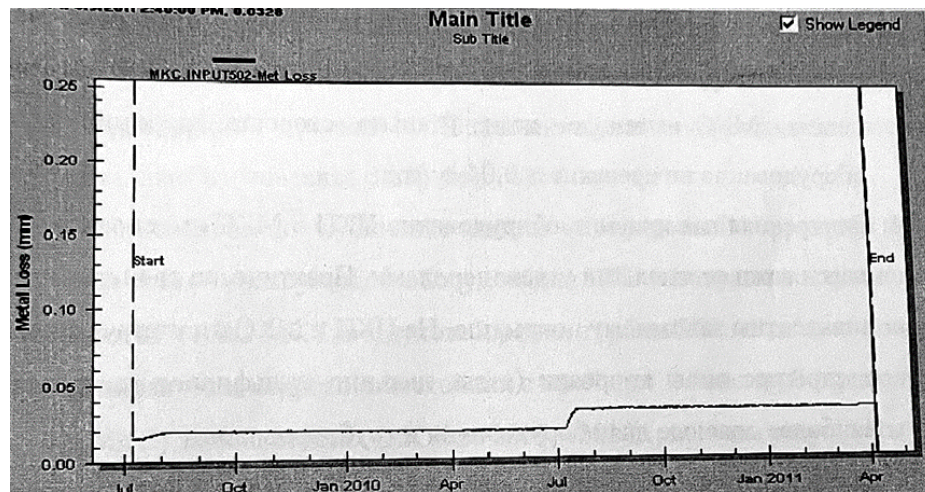
lan hissəsində qalınlıqda nəzərəcarpacaq azalma yoxdur. Çuxurun korroziyasının əlamətləri var, lakin çuxurun dərinliyi kiçikdir (0,8 mm-ə qədər) və təhlükəli vəziyyət yaratmır. Bütün həcmələr üçün qalıq divar qalınlığı problemsiz istismar üçün kifayətdir. Korroziya sürəti 0,1 mm/ildən az və divar qalınlığı 4,5-5 mm-dən çox olduqda, avadanlığın maneəli qorunması tələb olunmur.

Beləliklə, DNQSP-də dəniz suyu boru kəmərlərinin mühafizəsini təmin etmək lazımdır, DNQSP-nin qalan avadanlığı qəzasız istismara yararlıdır.

Qalınlığın ölçülməsi nəticələri DNQSP-nin girişində EM metodundan istifadə etməklə korroziya dərəcəsinin davamlı ölçülməsi ilə tamamlanmışdır (Şəkil 3).

Cədvəl 2 – DNQSP texnoloji avadanlıqlarında qalıq divar qalınlığı ölçmələrinin nəticələri
Table 2 – Results of residual wall thickness measurements in OOGPFP technological equipment

№	Layihə. divar, mm	İşçi şəraiti			Divarın ölçülən qalınlığı, mm					Qeydlər (* - ölçmə 2023-cü il)
		P (atm)	T (°C)	Mühit	12saat	3saat	6saat	9saat	Orta	
Giriş separatoru S-1 (alt hissə)										
1	20	5	26	qaz	20,04	19,89	19,96	20,05	19,99	20,27*
2					20,11	20,12	20,10	20,15	20,12	
3					20,01	20,06	19,99	20,01	20,02	
Separator S-102 (alt hissə)										
4	10	10	40	qaz	9,99	10,06	10,01	9,95	10,00	9,65*
İstilik mübadilə aparatı T-102 (ön hissə)										
5	10	7	30	dəniz suyu	9,58	10,02	9,71	9,94	9,81	9,71*
6					9,35	9,48	9,55	9,73	9,53	
İstilik mübadilə aparatı T-202 (ön hissə)										
7	10	7	30	dəniz suyu	9,68	9,79	9,27	9,65	9,60	9,55*
8					9,63	10,04	8,95*	9,57	9,55	
İstilik mübadilə aparatı T-302 (ön hissə)										
9	10	7	30	dəniz suyu	9,07	8,91	9,30	9,35	9,16	10,17*
10					9,66	9,27	9,65	9,34	9,48	
İstilik mübadilə aparatı T-402 (ön hissə)										
11	10	7	30	dəniz suyu	9,88	9,65	9,69	9,78	9,75	
12					9,79	9,75	9,71	9,72	9,74	
Həcm E-18 (alt hissə)										
13	10	1	30	Kond. + su	9,98	9,95	9,91	9,94	9,95	yeni həcm



Şəkil 3 – DNQSP girişində qaz kəmərinə karbon poladının korroziya dərəcəsi
Figure 3 – Corrosion rate of carbon steel in the gas pipeline at the OOGPFP

7.07.2021-ci ildən 5.04.2023-cü ilə qədər olan dövrdə korroziya dərəcəsi 0,0117 mm/il-dən 0,0328 mm/il-ə yüksəlmişdir. Bu nəticələr qalınlıq ölçmə məlumatlarından aşağıdır (ildə 0,08 mm-ə qədər), çünki korroziya ölçən sensor qaz fazasındadır və qalınlığın ölçülməsi su kondensatının təsirini əks etdirir. Nəticələrin belə olduğu halda DNQSP avadanlığının inhibitor qorunması tələb olunmur.

Nəticə

1. DNQSP-4 ilə MKQ-də xam qaz kəmərinə lokal korroziyanın yüksək sürəti (0,34 mm/il-ə qədər) qeydə alınıb. MKQ-in girişində təmizləndikdən sonra korroziya sürəti 0,08 mm/il və ya daha aşağı düşür. MKQ qazının və kondensatının tərkibi cüzi dəyişib, əsas avadanlığın korroziya sürəti 0,04 mm/ildən çox deyil.
2. Təhlillər göstərdi ki, MTQ və MKQ avadanlığının daxili səthi mühafizəyə malikdir: qarışığın təbəqələri ağır karbohidrogenlidir. Təbəqələrin praktiki xüsusiyyəti qoruyucu təbəqəyə ekvivalentdir. MTQ və MKQ-də avadanlıq və boru kəmərləri üçün ən təhlükəli olan yerli və gizli korroziya növləri

yoxdur.

3. MTQ və MKQ-nin yoxlanılan əsas avadanlığı kritik aşınmaya malik deyil, inhibitor mühafizəsinin istifadəsini tələb etmir və dəyişdirilmədən və təmir edilmədən istismar edilə bilər.
4. İnhibitorların mühafizəsinin əsas obyektləri DNQSP-də 1-ci mərhələdə ayrılan xammaldan təmizlənməmiş qazın MTQ-nin (MKQ) girişinə qədər olan qaz kəmərlərində olmalıdır. Bu ərazilərdə korroziyanın sürəti 0,34-0,438 mm/il-ə çatır.
5. MTQ və MKQ - da dəniz suyunu və “qara” kondensatı nəql edən boru kəmərlərinin hissələri və avadanlıqları maksimum duzlu və həll olunmuş oksigen şəraitində korroziyaya daha çox həssasdır. Bu ərazilərdə inhibitor tətbiq edilmir, onları şüşəplastiklə əvəz etməyə davam etmək və ya daxili korroziyaya qarşı örtüklü polad borulardan istifadə etməyə başlamaq tövsiyə olunur.

Maraqlar münaqişəsi

Müəlliflər bu məqalədə araşdırılması tələb olunan maraqlar münaqişəsinin olmadığını qeyd edirlər.

REFERENCES

1. **Zavyalov V.V.** Problemy ekspluatatsionnoy nadyozhnosti truboprovodov na pozdnej stadii razrabotki mestorozhdenij. – M.: OAO VNII OENG, 205–332 s.
2. **Ismailov G.G., Iskenderov E.H., Fataliev V.M., Gurbanov A., Ismajilova F.B.** Nekotorye aspekty povysheniya effektivnosti osvoeniya gazokondensatnyh resursov v morskikh usloviyah // SOCAR Proceedings, №1 (2023), s. 122–125.
3. **Medvedeva M.L.** Korroziya i zashchita ot korrozii oborudovaniya pri pererabotke nefi i gaza. – M., Izd-vo Nefti Gaz RGUNG, 2005. – 312 s.
4. **Adygezalova M.B.** Investigation of the efficiency of multifunctional compositions against corrosion and salt precipitation // Nafta-Gaz 2025, no. 1, pp. 478–483.
5. **Gurbanov H.R., Pashayeva S.M.** The inhibitory effect of selected reagents on carbon steel corrosion

in formation water containing hydrogen sulfide// Nafta-Gaz 2024, no. 1, pp. 55-56.

6. Razrabotka, vnedrenie i sovershenstvovanie tekhnologij zashchity ot korrozii oborudovaniya, truboprovodov i metallokonstrukcij na mestorozhdeniyah SP Vetsovpetro. Otchet NIPImorneftegaz po teme NIR V-1 / A.L. Bushkovskij, L.K. Tui, T.N. Gallyamov i dr. Vungtau, 2010. – 144 s.
7. Otchet Centra razvitiya i peredachi tekhnologij (STAT) po kontraktu №1280/09/T-NS/VSP-5-NNUDCN.VPI «Monitoring vnutrennej korrozii tekhnologicheskogo oborudovaniya i truboprovodov sistem sbora, podgotovki, transporta nefti i gaza na MSP» / F.K. Than, N.N. An, i dr. – g. Hanoj, 2011. – 188 s.
8. **Fomin G.G.** Korroziya i zashchita ot korrozii. Enciklopediya mezhdunarodnyh standartov. – m.: ipk, izd-vo standartov, 1999. – 520 s.
9. **Peabody A.W.** Peabody's control of pipeline corrosion. Second edition. – NACE Press. Houston, USA, 2001. – 347 p.
10. **Melchers R.E.** Transient early and longer-term influence of bacteria on marine corrosion of steel pH. – Corrosion Engineering, Science and Technology, 2010, Vol. 45 No. 4, pp. 257–261.
11. **Bushkovskij A.L., Hismatulin R.Ya. i dr.** Tekhniko-ekonomicheskoe obosnovanie vybora tolschiny stenki i materiala trub dlya stroitelstva, remonta i rekonstrukcii promyslovyh truboprovodov // Neftyanoe Hozyajstvo, №9, 2006. – s. 23–28.
12. Otchet Po NIR V-2 Firmy Weatherford Asia Pacific. Kontrakt №1234/09/N-5/Vsp5-Weathas «Razrabotka tekhnologii predotvrashcheniya obrazovaniya sulfatvosstanavlivayushchih bakterij v sistemah podgotovki poputnoj vody na obektah SP «Vetsovpetro» g. Vungtau, 2011. – 163 s.
13. Fiziko-Himicheskie issledovaniya poputnodobyvaemyh vod na mestorozhdeniyah «SP Vetsovpetro» za 2010. Otchet NIPImorneftegaz po teme NIR P-7 / F.S. Shon, N.N. Zung, H.Ch. Tyu i dr. – G. Vungtau, 2010. – 92 s.
14. **Sitenkov V.T., Perevozchenko V.I.** Raschet skorosti korrozii truboprovodov, transportiruyushchih neftegazovuyu smes // Neft. Hoz-Vo, 2004, №11, s. 104–107, 4 il., Tabl. 2 il. – Bibl. 2. Rus.; rez. angl. – Ru. ISSN 0028-2448
15. ASM Handbook, Volume 13B, Corrosion: Materials, USA, 2005.
16. **Ismayilov G.G., Iskenderov E.Kh., Ismayilova F.B.** Problems of hydrodynamic corrosion in multiphase pipelines. Phusicochemical problems of materials protection of metals and physical chemistry surfaces, Vol. 57, №1, 2023, Pp. 147–152.
17. **Rzayev A.G., Rasulov S.R., Orujev V.V., Mustafayeva G.R.** Mathematical modeling of the process of oil structure formation in the reservoir of oil fields. Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2016, №3, pp. 98-101
18. **Aykan N.F., Malikova I.H., Efendi A.C., Babayev E.M., Rustamova C.T., Aliyeva N.R., Yunusova F.A.** Neutralization of Wastewater Obtained from the Production of Alkyd Resins. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, 2023, Vol.15, №1, pp.
19. **Israfilova Z.T.** Study of some Heterocyclic Compounds Containing Rhodanide Group as Antioxidant Additives. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, 2022, Vol. 14, №4. pp.