

UOT620.193

METALIN NEFT-QAZ MƏDƏN MÜHİTLƏRİNDƏ KORROZİYASININ TƏDQIQI

İ.S.Məmmədov, F.Ə.Əmirov, Y.M.Bilalov

*Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası
AZ 1010, Bakı, Azadlıq prospekti, 20; ihm@adna Bakı, az*

Neft-qaz mədən mühitinin – neft, neft-su emulsiyaları, qaz və qaz kondensat təsiri nəticəsində polad-3-ün korroziyası öyrənilmişdir. Göstərilmişdir ki, tədqiq edilən mühitlərdə prosesin ilk mərhələsində korroziyanın sürəti böyükdür, sonrakı mərhələlərdə isə mühitin korroziya aktivliyindən asılı olaraq sürət dəyişir. Neft-su emulsiyasında lay suyunun miqdarının artması korroziyanı sürətləndirir, kükürd metalın kütlə itkisinə ciddi təsir edir, mühitin minerallaşma dərəcəsi korroziyanın sürətinə nisbətən az təsir edir.

Açar sözlər: korroziya, neft-su emulsiyaları, lay suyu, qaz, qazkondensat, kütlə itkisi, korroziya sürəti, təmas tezliyi, metal səthi, mikroquruluş, dağılma dərinliyi, axın istiqaməti, aktiv, az aktiv və qeyri-aktiv korroziya mühitləri.

Neft-qaz mədən avadanlıq və qurğuların istismar şəraitinin və məlum nəticələrin analizi göstərir ki, avadanlıq və qurğuların istismardan çıxmasının əsas səbəblərindən biri korroziyadır. Müxtəlif istismar təsirlərinə – deformasiya, sınma, sürtünmə, avadanlığın işçi səthi üzərində müxtəlif birləşmələrin çöküntülərinin əmələ gəlməsi ilə avadanlığın istismardan çıxma səbəblərinə nisbətən korroziya prosesi üstünlük təşkil edir [1-7].

Neft-qaz sənayesi Azərbaycan Respublikasının iqtisadiyyatında aparıcı rol oynadığını nəzərə alaraq son illərdə bu sahənin modernləşdirilməsi və inkişafı üçün iri miqyaslı layihələr həyata keçirilir. Buna görə də neft-qaz sənayesində avadanlıq və qurğuların etibarlılığının artırılması aktual problemdir [2,3].

Müasir istismar mühitlərinin müxtəlif

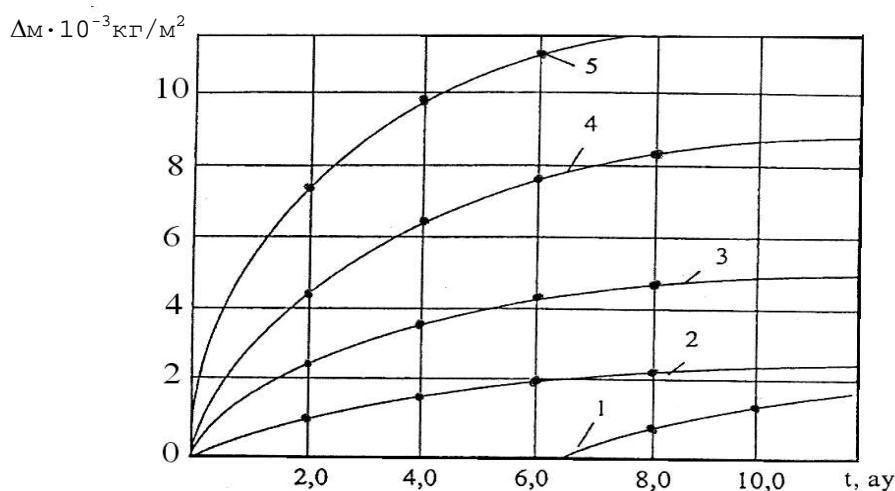
təbiətli və mürəkkəb olması, çoxcəhətli amillərin avadanlıq və qurğuların istismar müddətinə təsiri, onların korroziyadan qorunması məsələlərinin həlli üçün, mütəmadi nəzarətdə olmalıdır. Azərbaycan Respublikasında və xarici ölkələrdə bu sahədə çox böyük təcrübənin olmasına baxmayaraq müxtəlif istismar mühitlərində istismar edilən avadanlıq və qurğuların korroziyadan qorunması məsələləri tam həll edilməmişdir. Göstərilənləri nəzərə alaraq müxtəlif korroziya aktivliyinə malik neft-qaz mədən məhsullarında polad-3 metalının korroziyası prosesi, korroziyadan qorunma məsələlərinin mütərəqqi yollarla həllinin müəyyənləşdirmək üçün tədqiq edilmişdir.

Müxtəlif tərkibli və bununla əlaqədar müxtəlif korroziya aktivliyinə malik məhsulları olan neft-qaz çıxarma mədən quyularının məhsulları tədqiq edilmiş və bu məhsullarda metal nümunələrinin korroziyası öyrənilmişdir (cədv. 1).

Cədvəl 1. Neft-qaz mədənləri quyuları məhsullarının əsas xassələri

№	Quyular məhsullarının xassələri	Neft-qaz çıxarma quyuları		
		I	II	III
1.	Sıxlıq, 20°C, kq/m ³	783	745	876
2.	Kinetik özlülük, 20°C, mm/san	1.70	1.75	2.21
3.	Kükürdün miqdarı, % (kütlə)	0.030	0.022	0.009
4.	Karbohidrogen tərkibi, % (kütlə):			
	Aromatik karbohidrogenlər	10.46	16.4	24.60
	naftenlər	16.10	16.9	28.90
	parafinlər	73.4	66.7	46.50
5.	Molekul kütləsi	132.2	144.0	224.0

Neft-qaz mədən şəraitində metalların korroziyasına təsir edən əsas amil çıxarılan neftdə neft-lay suyunun nisbətidir.



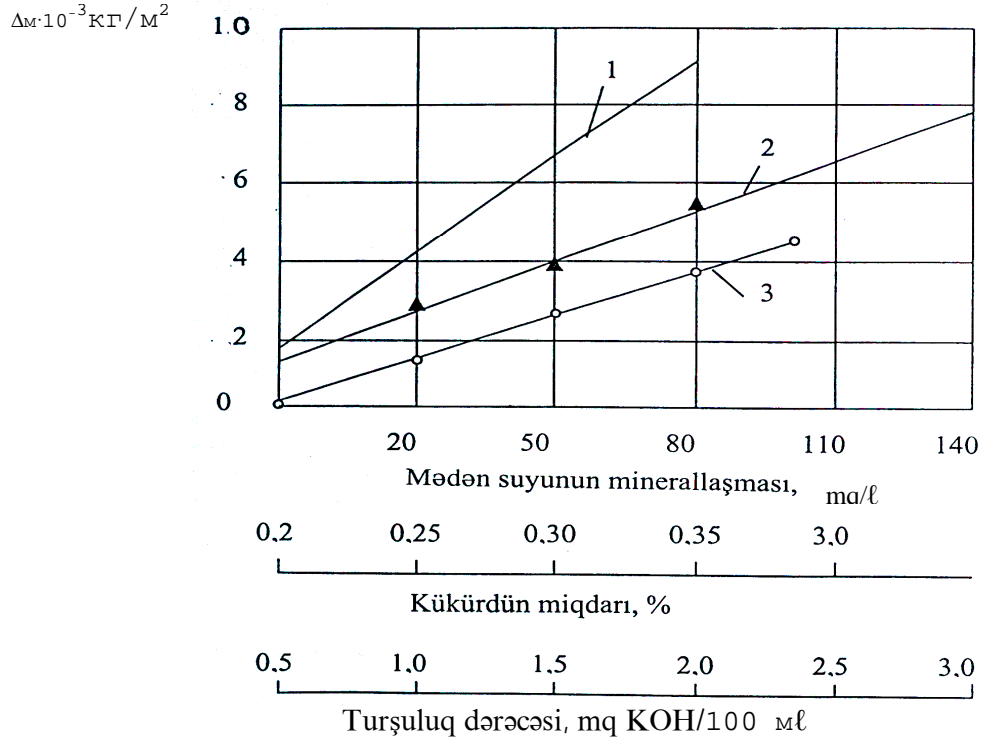
Şək. 1. Polad-3 nümunələrinin müxtəlif mühitlərdə korroziyası: 1-təmiz neft; 2-neft+20; 3-neft +40; 4-neft +60; 5- neft +80 lay suyu.

Bir il müddətində neftdə və müxtəlif miqdarda lay suyu olan emulsiyada saxlanmış metal nümunələrin korroziyaya davamlılığının nəticələri göstərir ki, 6 ay neft mühitində saxlanılan nümunələrdə ciddi korroziya zədələnməsi müşahidə edilməmişdir. Sonrakı aylarda nümunələrdə korroziya mənbələri müşahidə olunmağa başlayır. Neftin tərkibində su fazasının olması mühitin korroziya aktivliyini artırır.

Şək. 1-dən görüldüyü kimi neftdə lay suyunun miqdarı 20-dən – 80%-ə qədər artdıqda nümunələrdə kütlə itkisi 0.0027 kq/m^2 , 0.012 kq/m^2 -ə qədər dəyişir. Şək.2-də mühitin minerallaşmasının, kükürdün miqdarının və turşuluq dərəcəsinin nümunələrinin kütlə itkisinə təsiri verilmişdir. Kütlə itkisinə ən çox təsir göstərən neftin tərkibində olan kükürddür. Kükürdün miqdarı 0.2-dən 0.35%-ə qədər artdıqda polad-3 nümunəsinin kütləsinin itkisi 0.002 -dən 0.009 kq/m^2 -ə qədər artır. Turşuluq dərəcəsi 0.5-dən-3.0 mq KOH/100 ml, mineral duzların miqdarı isə 20÷130 mq/l həddində dəyişdikdə nümunələrin kütlə itkisi müvafiq olaraq: 0.0014 -dən 0.008 -ə və 0.0003 -dən 0.0042 kq/m^2 qədər olur.

Nəticələrdən görüldüyü kimi, belə mürəkkəb korroziya şəraitində metal nümunənin kütlə itkisinə nisbətən az təsir göstərən amil neftin minerallaşma dərəcəsidir. Belə təsir onunla izah edilir ki, mühitin minerallaşma dərəcəsi artdıqca oksigenin suda həll olması və xlor, brom, yod ionlarının absorpsiyası nəticəsində metalın elektrokimyəvi aktiv səthi azalır. Neft-qaz mədənlərində yerüstü avadanlıq və qurğular daimi olaraq atmosfer-iqlim amilləri və mühitin təsirinə məruz qalırlar. Bu təsirin xüsusiyyəti təbii fəsil dəyişmələrindən və istismar mühitinin xassələrin-dən asılıdır.

Dağıdıcı mühitlə – neft, neft emulsiyası, qazkondensat, təmasda olan avadanlıq və qurğuların daxili səthləri dəyişən rejimdə işləyirlər. Məhsulun yığılma tezliyi, müəyyən məsafəyə nəqli və məcburi fasilələr nəticəsində daxili divarlar mühitin fasiləli təsirinə məruz qalırlar, yəni səth «islanır» və ya təsirsiz qalır. Avadanlıq və qurğuların üst səthləri daha gərgin korroziya təsirinə məruz qalırlar. Metal səthi ilə təmas tezliyinin nəticələri göstərir ki, təmas tezliyi artdıqca kütlənin itməsi artır (cəđ. 1).



Şək. 2 Polad-3 nümunəsinin korroziyasının sürətinin neftdə kükürdün miqdarından (1), neftin turşuluğundan (2) və minerallaşmasından (3) asılılığı

Cədvəl 1. Neft emulsiyasında metalın təmas tezliyinin kütlənin itkisinə təsiri

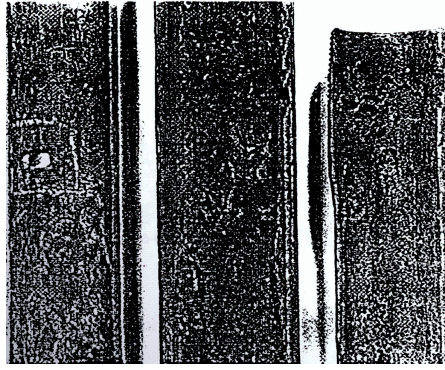
Sınaq müddəti, gün	Mühitə yükləmə tezliyi	Yükləmə həddi, gün	Nümunənin kütlə itkisi, kq/m ² ·10 ⁻³				
			1	2	3	4	5
180	1	180	4.40	-	-	-	-
	2	90	3.85	4.60	-	-	-
	3	60	3.60	3.95	4.88	-	-
	6	30	3.46	4.20	4.98	5.10	-
	12	15	3.36	4.86	5.20	5.40	5.58

Dağıdıcı mühit kimi 40% su və 60% neft olan su-neft emulsiyası götürülmüşdür. Mühitə bir dəfə daxil edilmiş və 180 gün mühitdə saxlanılmış nümunənin kütlə itkisi $4,40 \cdot 10^{-3}$ kq/m² olduğu halda göstərilən müddətdə 3,6 və 12 dəfə mühitə daxil edilmiş nümunələrdə kütlə itkisi müvafiq olaraq $4,88$; $5,10 \cdot 10^{-3}$ və $5,58 \cdot 10^{-3}$ kq/m² təşkil edir.

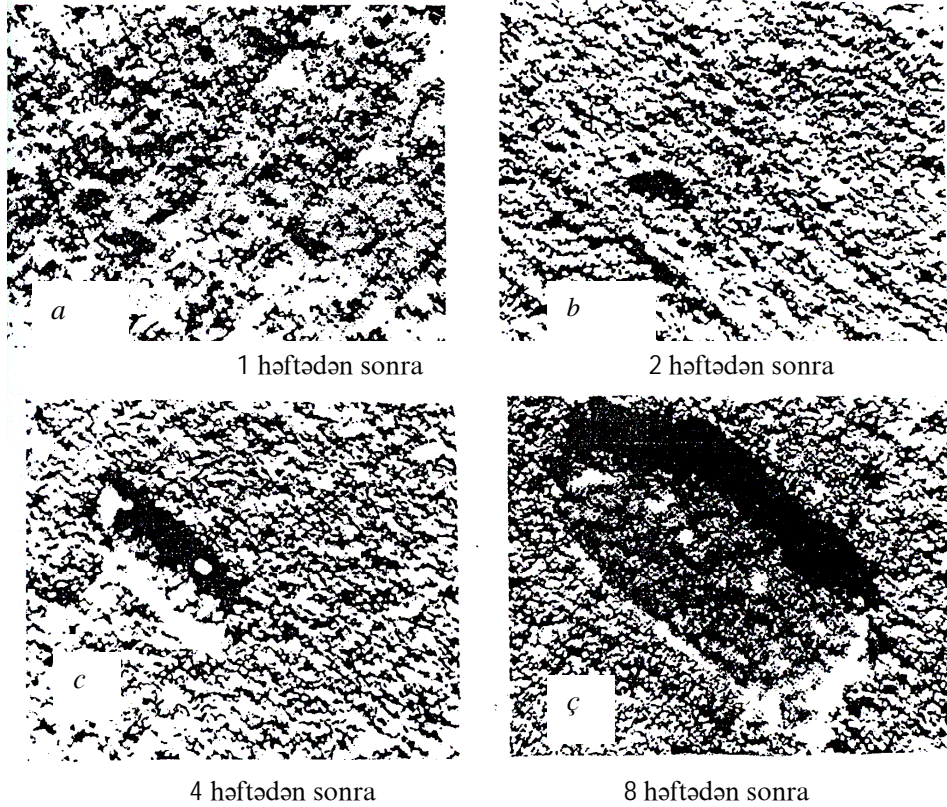
Nəticələrin təhlili göstərir ki, neft emulsiyasında suyun miqdarının artması korroziya prosesini sürətləndirir. Metal nümunələrin dağıdıcı mühitə təmas tezliyinin artması da korroziyanın sürətinin artmasına səbəb olur. ADNŞ-nin məlumatına görə respublikada çıxarılan qazın 60%-ə qədər təbii qaz, qalan hissəsi

isə yonəm qazıdır və tərkibi metan, etan, propan, butan, pentan, heksan, heptandan ibarətdir. Qaz qarışığında ən təsirli komponentlər H₂S və CO₂-dir. Qazın tərkibində nəmlik və metal səthində su qatı olduqda H₂S və CO₂-nin korroziya aktivliyi daha da artır.

Təcrübələr göstərir ki, quyuların yuxarı hissəsində və quyu ağzında yerləşən borularda və qurğularda, calaq yerlərində, mədən, magistral boru kəmərlərində və adsorbsiya qurğularında korroziya müxtəlif sürətlə gedir. Magistral boru kəmərlərinin aşağı hissəsində korroziyanın sürəti daha yüksəkdir. Abşeron yarımadasının sahil magistral boru kəmərlərində bu hadisə daha çox müşahidə edilir (şək.3).



Şək. 3. Magistral neft kəmərinin alt hissəsinin korroziyası



Şək. 4. Aktiv korroziya (I quyusu) məhsulları ilə təmasda olmuş metal nümunələrin səthlərinin mikroquruluş şəkilləri x 750.

Metal nümunələrin səthlərinin (0.0015 m^2) aktiv korroziya məhsulları olan quyudan götürülmüş qaz kondensat ilə təmasdan sonra alınmış mikroquruluş şəkilləri ilkin korroziya dərəcəsinin çox yüksək olduğu, səthlərdə dərin korroziya getdiyi müşahidə edilir (şək. 4 a,b,c). Sınağın 8-ci həftəsində, ilkin korroziya proseslərindən metal nümunələrin səthi bir qədər bərabərləşdikdən sonra, səth üzərində yenidən dərinləşmələr baş verir (şək.4 ç). Nümunələrin səthlərində yuxarıda göstərilən

korroziya proseslərinin getməsi kütlə itkisi ilə də təsdiqlənir.

Korroziya prosesi çox intensiv inkişaf edir, sonra prosesin bir qədər ləngidiyi müşahidə edilsə də, sonrakı mərhələdə korroziyanın sürəti, ilkin mərhələdə olduğu kimi artır. Kütlə itkisi birinci iki həftədə 0.029 kq/m^2 təşkil edir və 3-cü həftəyə qədər sabit qalır, sonra yenidən kütlə itkisi artır. 4 cü həftədən 8-ci həftəyə qədər kütlə itkisi $0,073 \text{ kq/m}^2$ -ə qədər artır (cəđ.2).

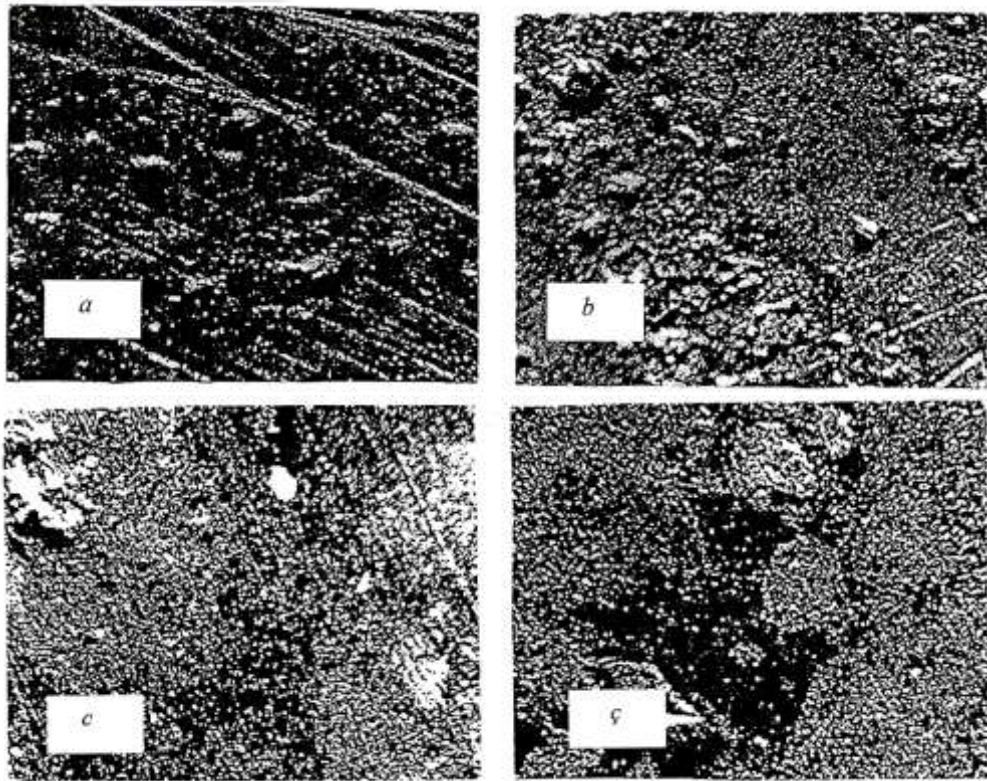
Cədvəl 2. Aktiv korroziya mühitli quyu məhsulları ilə təmasda olmuş nümunələrin korroziya göstəriciləri

№	Sınaq müddəti, saat	Kütlə itkisi, kq/m ²	Korroziya sürəti, kq/(m ² ·saat)·10 ⁻²	Axın istiqaməti	1 ildə dağılma dərinliyi, mm/il
1	168	0.020	0.12	Aşağı istiqamət	0.326
2	336	0.029	0.087	«---»	0.223
3	504	0.032	0.063	«---»	0.170
4	672	0.033	0.050	Yuxarı istiqamət	0.135
5	840	0.043	0.052	«---»	0.140
6	1008	0.054	0.053	«---»	0.144
7	1176	0.065	0.054	«---»	0.147
8	1344	0.073	0.055	«---»	0.149

Polad nümunələrin vəziyyəti də korroziya sürətinə təsir edir. Aşağı istiqamətli axında saxlanılan nümunələrdə kütlə itkisi, yuxarı istiqamətli axında saxlanılan nümunələrə nisbətən çoxdur (cədv.2). Göstərilən kütlə itkisi fərqi axının

turbolentliyi və nümunənin isladılması effekti ilə əlaqədardır.

Bir il müddətində dağılma dərinliyi çox da yüksək deyil, ancaq mikroquruluş araşdırılmaları nümunələrin üzərində ciddi zədələnmə yerlərinin olduğunu göstərir.



Şək 5. Korroziya aktivliyi az olan (II quyu) məhsullarla təmasda olmuş nümunələrin səthlərinin mikroquruluş şəkilləri, x750: a)-1; b)-4; c)-6; ç)-8 həftə

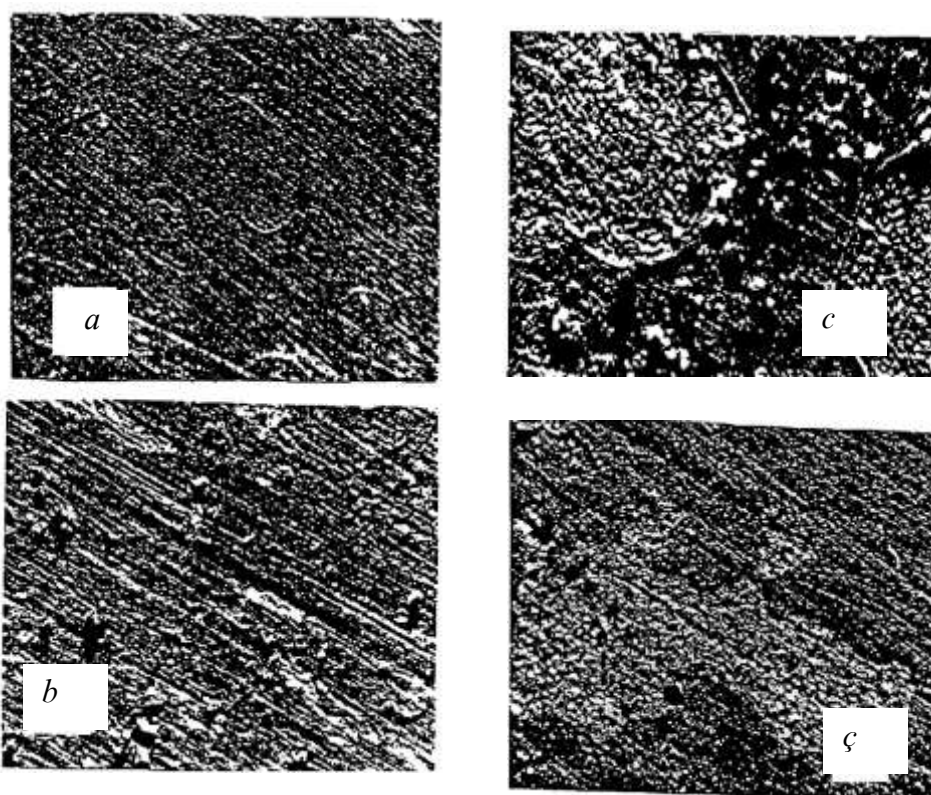
Nümunələrin korroziya aktivliyi az olan quyu məhsullarında sınağı göstərilmişdir ki, sınağın ilk dövründə korroziyanın böyük sürəti müşahidə edilir. Nümunə üzərində çalalar və korroziya məhsullarının nazik təbəqəsi müşahidə edilir

(şək. 5). Uzunmüddətli sınaqda nümunə səthində əmələ gəlmiş çalalar 18-20 həftə müddətində nümunə səthində qalırlar. Korroziya mühitinin metal səthinə təsiri nəticəsində əmələ gəlmiş «qoruyucu» qat korroziyanı bir qədər ləngidir. «Qoruyucu»

korroziya qatı kənarlaşdırıldıqda o yenidən dağılma dərinliyinin qiyməti sabit qalır (cəđ. 3).

Cədvəl 3. Az korroziya aktivliyi mühiti olan quyu (III) məhsulları ilə təmasda olmuş nümunələrin korroziya göstəriciləri

№	Sınaq müddəti, saat	Kütlə itkisi, kq/m ²	Korroziya sürəti kq/(m ² ·saat)·10 ⁻²	Axın istiqaməti	1 ildə dağılma dərinliyi, mm/il
1.	168	0.011	0.092	Aşağı istiqamət	0.066
2.	336	0.020	0.060	«---»	0.052
3.	504	0.020	0.047	«---»	0.028
4.	672	0.026	0.036	«---»	0.016
5.	1008	0.031	0.028	Yuxarı istiqamət	0.010
6.	1176	0.042	0.024	«---»	0.008
7.	1344	0.051	0.020	«---»	0.005



Şək. 6. Qeyri-aktiv korroziya (III quyu) məhsulları ilə təmasda olmuş polad nümunələrin səthinin mikroquruluş şəkilləri, x750: a) 1 həftə; b) 4 həftə; c) 6 həftə; d) 7 həftə

Qeyri-aktiv korroziya məhsulları olan quyuda (III) aparılan sınaqlar, nümunələr üzərində uzunmüddətli sınaqdan sonra ciddi korroziya izlərinin olmadığını göstərmişdir. Avadanlıq, boru kəmərləri və qurğuların texniki vəziyyəti də kafidir. Sınaq nümunələrinin mikroquruluş şəkillərinin

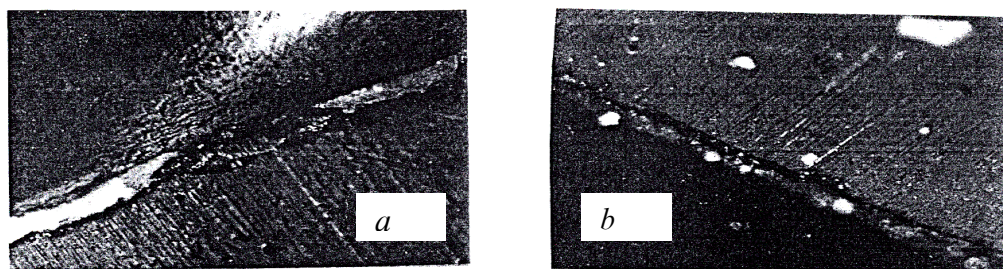
tədqiqi ilkin zəif korroziya başlanğıcının sonradan isə qalın korroziya qatının əmələ gəlməsi, əmələ gəlmiş qatın vərəqlənməsi, ayrılması və kənarlaşması müşahidə edilir (şək.6). Bununla əlaqədar olaraq nümunələrdə kütlə itkisi də çox az, sabit və bərabərdirlər (cəđ.4).

Cədvəl 4. Qeyri-aktiv korroziya (III quyru) məhsulları ilə təmasda olmuş nümunələrin korroziya göstəriciləri

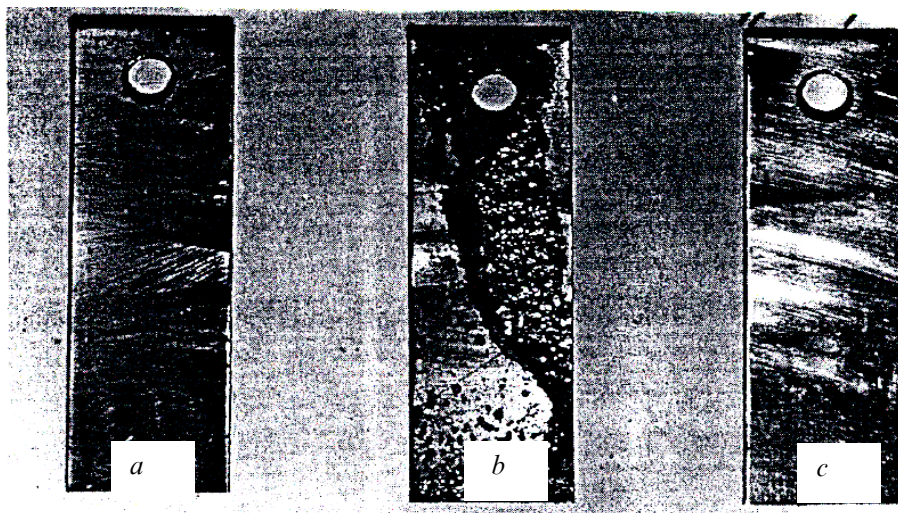
№	Sınaq müddəti, saat	Kütlə itkisi, kq/m ²	Korroziya sürəti, kq/(m ² ·saat)·10 ⁻²	Axın istiqaməti	1 ildə dağılma dərinliyi, mm/il
1.	96	0.004	0.0198	Aşağı istiqamət	0.0021
2.	168	0.006	0.0137	«---»	0.0015
3.	336	0.006	0.0110	«---»	0.0022
4.	504	0.008	0.0174	«---»	0.0021
5.	672	0.008	0.0161	«---»	0.0017
6.	890	0.013	0.0172	«---»	0.0018
7.	1008	0.015	0.0180	«---»	0.0019
8.	1176	0.019	0.0157	«---»	0.0018
9.	1344	0.021	0.0163	«---»	0.0017

Qeyri-aktiv korroziya məhsullarına malik quyulardan götürülmüş karbohidrogenlər daha yüksək turşu ədədinə malikdirlər. Bu karboksil qrupları saxlayan polyar tərkib maddələrinin olması ilə əlaqədardır. Göstərilən quyudan götürülmüş nümunələrində yağ turşularının da olduğu aşkar edilmişdir. Aktiv (I) və aşağı aktivliyə malik korroziya məhsullu (II) quyularının karbohidrogenlərinin elektrometriya titirləmə üsulu ilə analizi

neytrallaşdırma ayrılmasının formasının neytral karbohidrogenlərə sirkə turşusu və naften turşusu əlavə edildikdə müşahidə edilən neytrallaşma ayrılmasına oxşardır. Sirkə turşusu nümunəni sürətlə dağıdır, neytral karbohidrogenlər heç bir təsir göstərmirlər. Yəni, sirkə turşusu nümunəni korroziyaya uğradığı halda, naften turşusu «qoruyucu» örtük əmələ gətirir və korroziyanın qarşısını alır (şək.9 və 10).



Şək.9. I (a) və II (b) quyuları məhsulları ilə təmasda olmuş nümunələrin səthlərinin mikroquruluşları



Şək.10. Karbohidrogendə (a) karbohidrogen+sirkə turşusu qarışığında (b) və naften turşusunda korroziyaya uğramış (c) nümunələrin səthlərinin görünüşü

NaCl və Na₂SO₄ duzlarının neytral karbohidrogenlərə əlavə edilməsi naften turşusunun inhibitor təsirini zəiflətmir. Göstərilmişdir ki, ən sürətli korroziya karbohidrogenlərin və suyun kondensləşdiyi sahələrdə baş verir. Təcrübələr aparılan quyularda da bu hadisə müşahidə edilir.

Aparılmış təcrübələr qaz-kondensat quyularının məhsullarında metalı korroziyaya uğradan komponentlərin olduğunu göstərmişdir.

Korroziyanın müxtəlif sürəti isə korroziyaya məruz qalan metalın səthində baş verən dəyişikliklərlə əlaqədardır.

Metal nümunələrin müxtəlif quyularında məhsullarında korroziyasında fərq quyularında inhibitor təsirli birləşmələrin olması və olmaması ilə izah edilir. İngibitor təsirli birləşmələrin qeyri-aktiv korroziya məhsullu quyularda olduğu göstərilmişdir.

Laboratoriya sınaq təcrübələrində göstərilmişdir ki, naften turşusu, hətta, yüksək korroziya aktivliyinə malik məhsullu (I) quyusunun mühitində - yəni quyularında, korroziyanın sürətini dəfələrlə azaldır.

ƏDƏBİYYAT

1. Abbasov V.M. Korroziya. Bakı. 2007. 355 s.
2. Əliyev N.Ə., Yusifzadə X.B., Şahbazov E.Q. Azərbaycan neft və qaz sənayesi XXI əsrin astanasında. Bakı. ARDNŞ. 2000. 68 s.
3. Мирзаджанзаде А.Х., Кузнецов О.Л., Васниев Х.С., Алиев З.С. Основы технологии добычи газа. М.: Недра. 2003. 880 с.
4. Негреев В.Ф. Коррозия оборудования нефтяных промыслов. Баку: Азнефтьиздат. 1951. 270 с.
5. Анализ причин, вызывающих коррозию нефтепромыслового оборудования и выдача рекомендации по защите. Саратов: Фонд: Специальное конструкторское бюро НПО «Союзгазавтоматика», Саратовский филиал. 1981. 62с.
6. Məmmədov İ.A. Neft və qazçıxarma sənayesi avadanlığının korroziyası və onunla mübarizə. Bakı: Elm. 1983. 184 s.
7. Андреев И.Н. Коррозия металлов и их защита. Казань. Татарское кн. изд. 1979. 210с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА В НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВЫХ УСЛОВИЯХ

И.С.Мамедов, Ф.А.Амиров, Я.М.Билалов

Изучена коррозия стали-3 при воздействии нефтегазопромысловых условий – нефти, нефтеводяной эмульсии, газа и газоконденсата. Показано, что в исследованных условиях в начальных стадиях процесса скорость коррозии больше, в последующих стадиях, в зависимости от коррозионной активности, скорость изменяется. Увеличение количества пластовой воды в нефтяной эмульсии увеличивает скорость коррозии, сера значительно влияет на потерю массы металла. Степень минерализации среды относительно менее влияет на скорость коррозии.

Ключевые слова: коррозия, нефтеводяная эмульсия, пластовая вода, газ, газо-конденсат, частота контакта, глубина разрушения

*ANALYSIS OF METAL CORROSION IN OIL-GAS FIELD CONDITIONS**I.S.Mamedov, F.A.Amirov, Y.M.Bilalov*

Corrosion of steel-3 under the effect of oil-gas field conditions – oil-water emulsion, gas and gas condensate has been studied. It found that under conditions in question the corrosion speed at the initial process stages is higher, while subsequently the speed, depending on corrosion activity, changes. Rise in the quantity of formation water in oil emulsion leads to the rise in the corrosion speed, while sulphur has considerable influence on metal mass losses. Mineralization environment level influences relatively less on corrosion speed.

Keywords: corrosion, oil-water emulsion, formation water, gas, gas-condensate, contact frequency, depth of destruction

Redaksiyaya daxil olub 15.12.2011