

## MULTİFAZALI YIĞIM-NƏQL BORU KƏMƏRLƏRİNDƏ KORROZİYA PROBLEMLƏRİ

Q.Q.İsmayilov<sup>1</sup>, E.X.İskəndərov<sup>2</sup>, F.B.İsmayilova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,

<sup>2</sup>Neftin, Qazın Geotexnoloji Problemləri və Kimya ETİ,

AZ1010, Bakı şəhəri, Azadlıq prospekti, 20: e.iskenderov62@mail.ru

### CORROSION PROBLEMS IN MULTIPHASE CHARGE AND TRANSPORTATION PIPE LINES

G.G.Ismayilov<sup>1</sup>, E.Kh.Iskandarov<sup>2</sup>, F.B.Ismayilova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Azerbaijan State Oil and Industrial University

<sup>2</sup>Research Institute of Technological Problems of Oil, Gas and Chemistry

Baku, Azadlig Ave., Baku, Azerbaijan, AZ1010: e.iskenderov62@mail.ru

**Keywords:** pipe line, multiphase flows, charge and transport system, corrosion-erosion rate, fractional composition, hydrodynamic regulation, oilfield environment

**Summary.** Analysis of the inter-field multiphase pipeline operation shows that the destruction has an erosional feature, with corrosion rate reaching 20 mm/year. The dynamic influence of multiphase flows on the pipeline corrosion-erosion destruction rate for the oil and gas charge and transportation was not studied. The paper investigates the reasons of corrosion-erosion processes in the multiphase oilfield pipeline system on the Azerbaijan deposits, as a case study. It was found out that the pipeline corrosion-erosion rate is mainly defined by the friction forces with the measure to be determined not much by a number of mechanical particles, but by the size. The paper suggests specific possible options for reducing the corrosion rate and utilization of the separated mechanical impurities and water in oilfield environment. In particular, as an effective innovative method, it was proposed the way to prevent from corrosion based on removing large particles in multiphase flow prior to the intake of well products into the reservoir.

© 2018 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

**Giriş.** Karbohidrogenlərin çıxarılması, yığılması, hazırlanması və nəqli laydan məhsulun yer səthinə qaldırılması, separasiya məntəqələrinə istiqamətləndirilməsi, fazalara ayrılması və mədəndaxili nəql məsələləri ilə bağlı prosesləri özündə cəmləşdirən neft, neft qazı, lay suyu və mexaniki hissəciklərdən ibarət olan multifazlı qarışıqların hərəkətinə əsaslanır. Mühitin multifazlılığı ilə bağlı olan mədən problemlərinə işçi mühitin (məhsulun) hərəkətini, nefti yığıcı şəbəkəsində baş verən pulsasiyaları və digər mürəkkəbləşmələri, habelə çıxarılan məhsulun uçotu, mədən texnoloji boru kəmərlərinin korroziyası, multifazlı nasoslardan istifadə olunması məsələlərini və s. aid etmək olar.

Karbohidrogen yataqlarının istismar təcrübəsində neft-qaz yığıcısını və nəqlini həyata keçirən mədən texnoloji boru kəmərləri sistemində zədələnmə-qəza halları nəticəsində neft dağılmalarının baş verməsi ətraf mühitə mənfi təsir göstərən əsas amillər-

dən biridir. Təhlil göstərir ki, boru xətlərinin dağılmasının böyük əksəriyyəti eroziya və ya eroziya-korroziya xarakterli dağılmalarıdır. Belə ki, kəmərin dağılması onun aşağı səthi boyu baş verir və qısa zaman ərzində borunun divarını dağıdan yarıq əmələ gətirir (Лытошкин, 1977; Сулейманов и др., 1986).

**Tədqiqat obyektı.** Ümumiyyətlə, korroziya fəallığının qiymətləndirilməsi üzrə aparılan tədqiqatların nəticələrinə görə, əgər neftin və qazın tərkibində hidrogen-sulfid qazı yoxdursa, onlar aşağı korroziya fəallığı olan mühit hesab edilir. Belə ki, bu zaman polad borular üçün korroziya sürəti çox da böyük olmur və 0,1 mm/il təşkil edir. Yüksək minerallaşma dərəcəsinə malik olan lay suları belə statik şəraitdə orta korroziya fəallığına malik olur. Adətən, belə mühitdə polad konstruksiyaların korroziyaya uğrama sürəti 0,3 mm/il-dən çox olmur. Nisbətən böyük korroziya sürəti su-neft emulsiyalarının nəqlini həyata keçirən, əsasən kiçik nəql sürəti və aşağı sulaşma

hədlərində mədən boru kəmərlərində müşahidə olunur. Belə ki, bu zaman korroziya sürəti 3-5 mm/il-ə çatır və təsadüfi deyil ki, həmin kəmərlər 1-2 il ərzində sıradan çıxa bilər.

Mədən təcrübəsi onu da təsdiqləyir ki, qarışıqın böyük sürətlərində polad boru kəmərləri korroziyaya qarşı daha dayanıqlı olur. Mövcud faktlara əsasən, demək olar ki, korroziya sürəti ilə qarışıqın boru xətlərində hərəkət rejimləri arasında korrelyasiya əlaqəsi xeyli güclüdür.

Son illərdə aparılan tədqiqat işləri boru xətlərində baş verən yarıq korroziyalarının ümumi korroziya fəallığı ilə yanaşı, həm də nəql olunan multifazalı neft-qaz-su qarışıqlarının tərkibindəki mexaniki qarışıqların mövcudluğu ilə əlaqəli olduğunu təsdiqləyir.

Aktiv dağılmalar daha çox boru kəmərlərinin qalxan hissələrinin başlanğıcında baş verir. Bu hissələrin daha çox eroziyaya məruz qalması onunla bağlıdır ki, məhz bu hissələrdə bərk mexaniki hissəciklərin toplanması və onların qarışıqın axını boyu dövrilərarə aşağı-yuxarı yerdəyişməsi baş verir.

Ümumiyyətlə, nefti yığıcı şəbəkəsinin və həmin şəbəkəyə daxil olan ayrı-ayrı boru xətlərinin dağılmasının statistikasını ətraf mühitə neft dağılmaları və təmir-izolyasiya işlərinin həcmində əhəmiyyətli dəyərdə çox olduğunu göstərir. Mədən boru kəmərləri ilə ayrı-ayrılıqda komponentlərin nəqli ciddi təhlükə törətmir. Əmtəə neftləri isə korroziya üçün aktiv komponentlərə malik olmadığından inert mühit hesab edilir. Bu neftlər üçün korroziya sürəti 0,1 mm/il təşkil edir. Neft qazları da bu baxımdan inert hesab olunur və polad borular üçün korroziya sürəti 0,1 mm/il-dən çox olmur. Qaz-neft-su qarışıqlarının nəqli zamanı isə mədən texnoloji boru kəmərlərinin korroziya sürəti daha çox, təxminən 4-5 mm/il təşkil edir. Bu kəmiyyət su-neft emulsiyalarının nəqli zamanı təbəqələşmiş hərəkət rejimləri üçün daha da böyük qiymətlərə malik ola bilər. Ən başlıca rol oynayan amil isə bu cür axınlar üçün hidrodinamik rejimin necə dəyişməsidir. Boru kəmərlərində eroziyalı (yarıq) korroziyaların baş verməsinin aşağıdakı səbəblərini göstərmək olar:

- ümumi korroziya fəallığı;
- nəql olunan neft-qaz-su qarışıqlarında mexaniki qarışıqların olması.

Təhlil və müşahidələr göstərir ki, ən çox dağılmalar relyefli boru kəmərlərinin qalxan hissələrinin başlanğıc sahələrində baş verir. Müəlliflər hesab edirlər ki, neft-qaz kəmərlərinin dağılmalarından mühafizə üsullarından biri hidrodinamik rejimin elə seçilməsidir ki, multifazalı qarışıqın boru kəmərinə ayrı-ayrı fazalara ayrılmış şəkildə nəqlinə yol verilməsin (Маричев и др., 1981; Бабенко, Стрелец, 2013).

Nisbətən böyük diametrlə nefti yığıcı boru kəmərləri üçün boruların alt hissəsində uzun yarıqların

yarınması ilə müşahidə olunan korroziya dağılmaları Azərbaycan yataqlarının yığıcı-nəql sistemləri üçün çox xarakterikdir. Bu eroziya-korroziya yarıqlarının eni 20-60 mm, uzunluqları isə 5-20 m arasında dəyişə bilər. Belə bir sual ortaya çıxır: bəs necə olur ki, çox da aktiv olmayan korroziya mühitində bu uzunluqda yarıqlar, özü də məhz boru xətlərinin alt hissəsində yaranmış olur? Korroziya ilə məşğul olan tədqiqatçıların böyük əksəriyyəti bu cür halların baş verməsini metalın korroziya prosesinin turş mühitdə baş verməsi ilə əlaqələndirirlər (yəni karbon qazının su mühitində karbonat turşusu əmələ gətməsi və turşunun metalı korroziyaya uğratması ilə). Ümumiyyətlə, baş verən hidravlik zərbələr, vibrasiyalar, mexaniki-kimyəvi həllolma kimi təsirləri əvvəlcədən söyləmək mümkün deyil və bu təsirlər boruların alt hissələrində müşahidə olunan lokal korroziya dağılmalarının izahını heç də verə bilmir. Çox da böyük olmayan axın sürətlərində (1 m/s-dək) qaz-maye qarışıqlarının təbəqələşmiş struktur formalı axınları formalaşır və su fazası aşağıda ayrı faza kimi, onun üzərində isə neft emulsiyası və qaz hərəkət edir. Təmasda olan fazaların özlülükləri arasında olan fərqə görə maye fazaların arasında dalğalar yaranır. Bu zaman su fazasında olan mexaniki qarışıqlar (dəmir karbonatları və sulfidləri, qum, gil və s.) fazanın maye damlasına düşərək boruların daxili səthinin aşağı hissəsində karbonatlardan ibarət olan müdafiə qatına daim hidroeroziya təsiri göstərmiş olur. Odur ki, borunun aşağı hissəsindən həmin örtüyün təmizlənməsi prosesi baş verir ki, bu da korroziya-eroziya prosesini sürətləndirir. Uzun illərin təcrübəsi və təhlil göstərir ki, korroziya inhibitorlarının tətbiq olunması bu cür proseslərin qarşısını ala bilmir.

**Məsələnin qoyuluşu.** Boru kəmərlərinin aşağı hissəsində baş verən korroziya-eroziya proseslərinin qarşısının alınması probleminin həlli geniş tədqiqatlar tələb edir. İlk növbədə, daxili amillər hesabına baş verən bu proseslər multifazalı axınların, o cümlədən tərkibində mexaniki qarışıqlar olan axınların hidravlik xüsusiyyətlərinin nəzərə alınmasını tələb edir. Hər şeydən öncə, yataqların abadlaşdırılması mərhələsində (və ya onların istismarı prosesində) neft və qaz yığıcı xətlərinin kiçildilmiş diametrinin hesablanmış qiymətləri nəzərə alınmalıdır ki, borularda neft-qaz və su qarışıqlarının hərəkət sürətlərinin optimal səviyyəsi təmin edilə bilsin, yəni heç olmasa, multifazalı qarışıqlardan sərbəst su fazasının ayrılmasına yol verilməsin. Məlumdur ki, Xəzər dənizinin Azərbaycan sektorunda neft və qaz yataqlarının işlənməsi əsasən dəniz özüllərindən qazılan quyular və məhsulun nəqlini həyata keçirən sualtı boru kəmərləri vasitəsilə həyata keçirilir. Neft və qazın nəqli üçün tikilən mədən texnoloji boru kəmərlərinin uzunluğu bir neçə kilometrə onlarla kilometrə çatır. Əksər hallarda bu kəmərlərlə çoxfazlı və çox-

komponentli qarışıqların (neft-qaz, neft-qaz-su, qaz-kondensat, qaz-kondensat-su, o cümlədən mexaniki qarışıqlarla) nəqli həyata keçirilir və bu zaman bir sıra çətinliklər baş verir. Çoxfazlı sistemlərin nəqli zamanı yaranan problemlərin bir hissəsi boru kəmərləri trası relyefinin müxtəlifliyi ilə bağlı olur. Müxtəlif relyef əmsalına ( $R_0$ ) malik olan boru kəmərləri üçün trasın mövcud olan əsas profilləri 1-ci şəkildə göstərilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, dəniz yataqları, o cümlədən Günəşli yatağı üçün xarakterik olan profillər  $f$  və  $g$  profilləridir. Belə ki, dəniz yataqlarının işlənməsi ilə bağlı çəkilən sualtı neft-qaz kəmərlərinin tərkib hissəsində dik borular mövcud olduğundan həmin kəmərlərdə vertikal yuxarıdan aşağıya və aşağıdan yuxarıya hərəkət formalarının hesabına kəmərin relyefi mürəkkəb hesab edilir. Neft-qaz yığım kollektorlarının səmərəli fəaliyyətinə təsir edən amillər içərisində onların trasının profili ilə yanaşı, nəql olunan heterogen quyu məhsullarının özlülüyünü də göstərmək olar. Apardığımız hesablamaların təhlili göstərir ki, bu cür sistemlər üçün optimal nəql məsafəsinin qiymətləndirilməsi vacibdir. Trasin relyefindən və quyu məhsullarının özlülüyündən asılı olaraq multifazlı sistemlərin müxtəlif həcmdə və dəyişəndiametrlı boru kəmərlərində hərəkəti zamanı optimal nəql məsafəsinin dəyişməsinin hesablanmış qiymətləri 1-ci cədvəldə göstərilmişdir. Ayrı-ayrı diametrlərdə kəmərin başlanğıc təzyiqinin müxtəlif qiymətləri üçün optimal nəql məsafəsinin relyef əmsalından asılı olaraq dəyişməsinə əksətirən asılılıqlar, uyğun olaraq 2-4-cü şəkillərdə göstərilmişdir. Şəkillərdən görüldüyü kimi, təzyiq artdıqca və kəmərin diametri böyüdükcə optimal nəql məsafəsi artarsa, relyef əmsalının yüksəlməsi ilə bu məsafə azalır.

**Məsələnin həlli və müzakirəsi.** Mexanikadan məlumdur ki, eroziya təsirinin gücü – sürtünmə qüvvəsinin gücü ( $N$ ) aşağıdakı kimi təyin edilir (Пустовит, 1980; Манжосов и др., 2011):

$$N = F \cdot v \quad (1)$$

Burada,  $N$  – mexaniki qarışıqların borunun səthində sürtünmə qüvvəsinin gücü;

$F$  – hissəciyin boruda sürtünmə qüvvəsi;

$v$  – hissəciyin hərəkət sürətidir (bu sürət hissəciyin ağırlıq mərkəzinə uyğun nöqtədə mayenin hərəkət sürəti qəbul edilir).

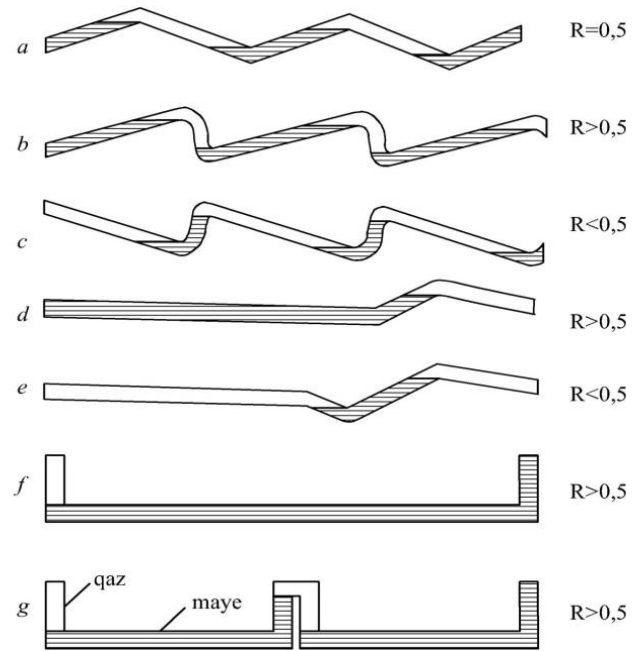
Boru kəmərinə hərəkət zamanı mexaniki hissəcik üçün sürtünmə qüvvəsi aşağıdakı asılılığa əsasən müəyyən edilir:

$$F = (\rho_{m.h.} - \rho_m) g \varphi r d^3 / 6 \quad (2)$$

Burada,  $d$  – mexaniki hissəciyin diametri;

$\rho_{m.h.}$  və  $\rho_m$  – uyğun olaraq, mexaniki hissəciyin və mayenin sıxlığı;

$\varphi$  – hissəciyin metallə sürtünmə əmsalıdır.



**1-ci şəkil.** Müxtəlif relyef əmsallı ( $R_0=h_{qal}/L$ ) boru kəmərləri üçün trasın profilləri

Mexaniki hissəciyin yerdəyişmə sürətini kəmərin en kəsiyi boyu sürətin aşağıdakı paylanma qanunundan istifadə edərək müəyyənləşdirmək olar:

$$v = u \left[ 1 - \left( \frac{2r}{D} \right)^2 \right] \quad (3)$$

Burada,  $u$  – axının orta sürəti kimi qəbul edilə bilər.

$r$  – axının oxu ilə mexaniki hissəciyin oxu arasındakı məsafədir.

Nəzərə alsaq ki,  $r = \frac{D-d}{2}$ , onda alarıq:

$$v = \frac{ud \left( 2 - \frac{d}{D} \right)}{D} \quad (4)$$

$F$  və  $v$  -nin qiymətlərini (1) ifadəsində yerinə yazsaq, aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$N = 5,144(\rho_{m.h.} - \rho_m) \varphi u (2 - d/D) d^4 / D \quad (5)$$

Sonuncu ifadədən görünür ki, boru kəmərinə eroziya təsirinin gücü daha çox mexaniki hissəciklərin diametrindən asılıdır.

Trasın relyefi və məhsulun özlülüyündən asılı olaraq multifazlı sistemlərin optimal nəql məsafəsi

Məhsulun həcmi, min t/il	Kəmərin başlanğıc təzyiqi, MPa	Boru kəmərinin daxili diametri, m	Quyu məhsulunun (neft, qaz, su) özlülüyü, m <sup>2</sup> /s.								
			10 <sup>-5</sup>			8·10 <sup>-5</sup>			2·10 <sup>-4</sup>		
			Kəmər trasının relyef əmsalı, m/km								
			15	30	40	15	30	40	15	30	40
Multifazlı sistemlərin optimal nəql məsafəsi (L <sub>opt.</sub> ), km											
100	1,5	0,255	21,6	11,8	8,3	20,0	11,5	8,2	17,3	10,3	7,3
300		0,357	21,0	11,6	8,2	19,4	11,3	8,0	18,0	10,6	7,4
1000		0,509	19,7	11,3	8,1	17,9	10,8	7,8	16,3	10,0	7,2
100	2,0	0,255	36,7	19,6	14,6	34,0	19,0	14,3	29,1	17,0	12,5
300		0,357	35,7	19,4	14,5	33,3	18,7	14,1	30,0	17,4	12,7
1000		0,509	33,7	18,9	14,2	30,6	18,0	13,7	27,8	16,7	12,4
100	3,0	0,255	70,0	38,1	33,8	63,8	37,4	32,0	54,6	31,7	25,0
300		0,357	66,3	37,9	33,5	64,8	37,0	32,3	56,4	32,6	25,6
1000		0,509	65,5	37,2	32,2	60,0	35,6	31,5	53,5	31,5	25,0

Aşağıda multifazlı qarışıqların dinamikası nəzərə alınmaqla Azərbaycan yataqlarının təmsalında neft-mədən texnoloji boru kəmərlərinin korroziyası prosesləri araşdırılmış və təhlil edilmişdir.

Azərbaycanın neftçixarma tarixi göstərir ki, quyu-yığıcı sistemində multifazlı axınlarda olan mexaniki qarışıqlar təkcə texnoloji avadanlıqları və yığıcı-nəql kəmərlərini çirkləndirmir, həm də onları korroziyaya və aşınmaya – eroziyaya məruz qoyur. "Abşeronneft", "Neft Daşları" və "28 May" neft və qazçıxarma idarələrinin yataqlarında aparılan müşahidə və tədqiqatlar göstərir ki, quyudan çıxarılan hər litr mayenin tərkibində 0,01-0,4 mm ölçülü 0,5-5 q miqdarında mexaniki qarışıqlar (əsasən qumlar) olur. Texnoloji avadanlıqlar həmin mexaniki qarışıqların çökməsindən sonra qısa müddətdə (bir neçə həftəyə) çirklənmiş olur. Nasosların işlək hissələri mexaniki hissəciklərin təsirindən 3-4 aya yeyilərək sıradan çıxır, sızmalar və itkilər baş verir, ətraf mühit çirklənir. Qeyd etmək lazımdır ki, bu zaman avadanlıqların dib çöküntülərindən təmizlənməsinə xeyli vaxt və əmək sərf olunur. Nəzərə alsaq ki, "Abşeron Bankası" yatağında dənizin dərinliyi 8-20 m, "Neft Daşları" yatağında 15-50 m, "Günəşli" yatağında isə 80-150 m arasında dəyişir, onda quyu məhsulunun meydançalararası nəqlində, nəql kəmərlərinin dənizin dibindən meydançaya qalxma yerində mexaniki qarışıq, parafin və duz çöküntülərindən çirklənməsindən borunun işçi en kəsiyinin azalması labuddur. Hər hansı səbəbdən nəql kəmərinə dayanma olarsa və ya nəql sürəti azalarsa, mexaniki qarışıqların sualtı nəql kəmərinin meydançaya qalxma yerində dibə çökməsi və uzun müddət qaldıqda kipləşərək tıxac əmələ gətirməsi mümkündür.

Yüksəktəzyiqli quyuların neft-qaz axını təzyiqinin alçaqtəzyiqli (zəif) quyuların atqı xətlərinə əks-təsiri nəticəsində həmin quyuların iş rejimi pozulmuş olur.

Qeyd olunan yataqlar üzrə neft layının əsasən qum, qumdaşı və alevrolitlərdən ibarət olduğunu nəzərə alsaq, ayrı-ayrı fraksiyaların orta ölçüləri və onların borulara olan təsirinə görə nisbi paylanmasını şərti olaraq 2-ci cədvəldə göstəriləndiyi kimi qəbul etmək olar. Cədvəl məlumatlarına əsasən boru kəmərinə olan eroziya təsirinin gücü (5) ifadəsinə əsasən hesablanmışdır. Hesablamalar aşağıdakı ilkin məlumatlara əsasən aparılmışdır:

$$D = 200 \text{ mm} = 0,2 \text{ m};$$

$$\rho_{m.h.} = 1800 \text{ kq/m}^3;$$

$$\rho_m = 800 \text{ kq/m}^3;$$

$$v = 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 \text{ m/s.}$$

Hesablamaların nəticələri 2-ci cədvəldə və 3-cü şəkildə verilmişdir. 2-ci cədvəldən görüldüyü kimi, demək olar ki, 100% sürtünmə gücünün payı əsasən ölçüsü  $d > 0,5 \text{ mm}$  olan fraksiyaların – mexaniki hissəciklərin payına düşür. Maraqlıdır ki, eroziya effektivinin böyük əksəriyyətini (95%) ən böyük diametrlili (1-2 mm) fraksiyalar yaradır. 0,1-0,3 mm ölçülü hissəciklərin mexaniki qarışıqların ümumi həcmünün yarısından çoxunu (56%) təşkil etməsinə baxmayaraq, ümumi sürtünmə gücündə onların payı, demək olar ki, yox dərəcəsindədir (2-ci cədvəl və 4-cü şəkil).

**Nəticə.** Quyu məhsullarının yığılması və nəqli zamanı boru xətlərində lokal şəkildə eroziya-korroziya hadisələrindən baş verən dağılmaların qarşısını

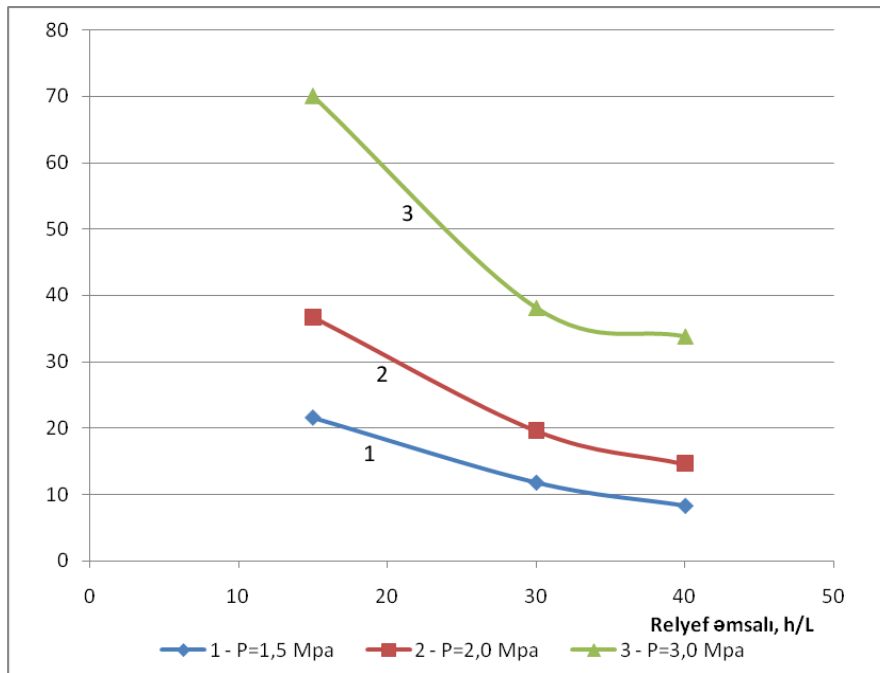
almaq üçün multifazalı axınların hidravlik xüsusiyyətləri nəzərə alınmalı, ilk növbədə, neft emulsiyalarından suyun və mexaniki qarışıqların ayrı-ayrı faza şəklində ayrılmasına yol verilməməlidir. Yığım-nəql xətlərini ən çox eroziyaya məruz qoyan mexaniki hissəciklərin diametri 0,5 mm-dən böyük olan frak-

siyaları olduğu üçün həmin fraksiyaların boru kəmərlərinin başlanğıcında qum kameraları olan hidrosiklonların quraşdırılması ilə drenaj tutumlarına yığılmaqla utilizasiyası korroziya sürətinin xeyli azalmasına səbəb olar.

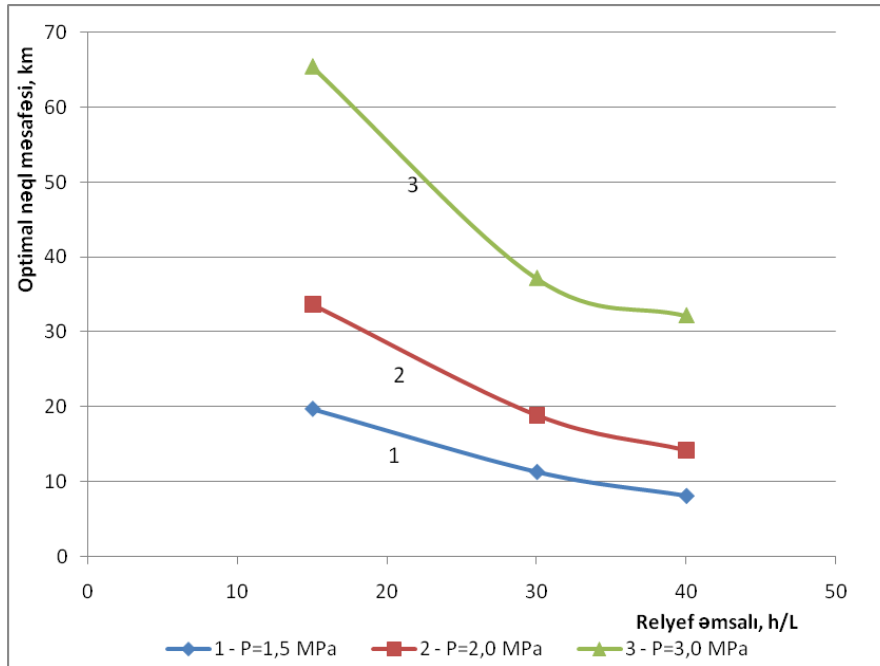
2-ci cədvəl

Mədən yığım-nəql xətlərində axının müxtəlif sürətlərində mexaniki hissəciklərdən yaranan sürtünmə gücünün hissəciklərin ölçüsündən asılılığı

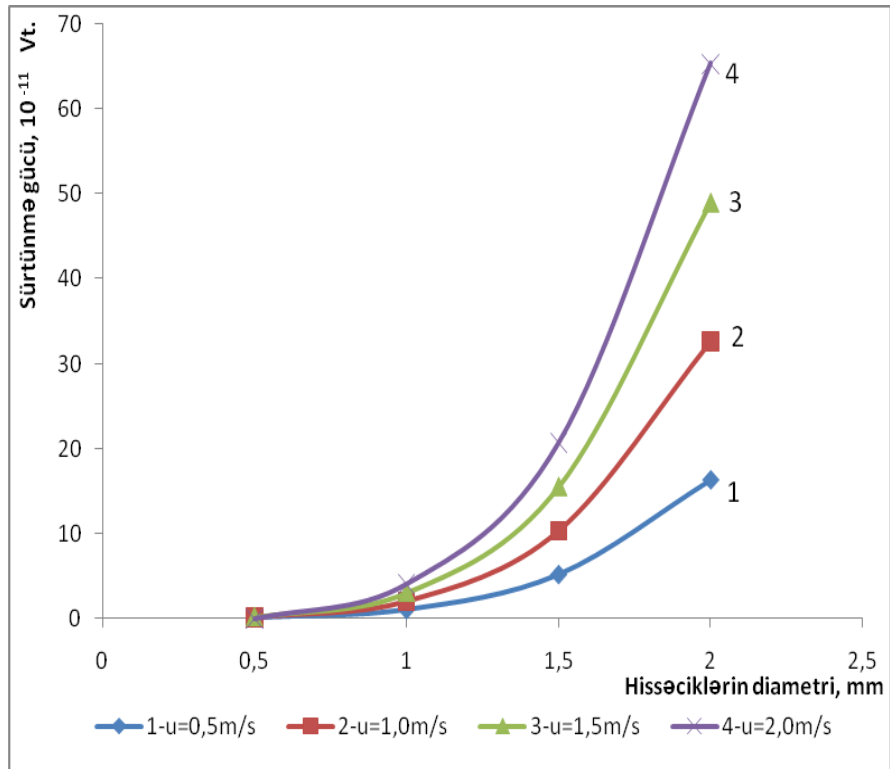
Mexaniki hissəciklərin orta diametri, mm	Həcmdə hissə payı	Sürtünmənin gücü (müxtəlif axın sürətlərində), $N, 10^{-11}Vt$							
		0,5 m/san.		1,0 m/san.		1,5 m/san.		2,0 m/san.	
		güç	pay nisbəti	güç	pay nisbəti	güç	pay nisbəti	güç	pay nisbəti
2,00	0,01	16350,00	0,72	32690,00	0,72	49040,00	0,72	65390,00	0,72
1,50	0,02	5179,00	0,23	10360,00	0,23	15540,00	0,23	20710,00	0,23
1,00	0,03	1024,00	0,05	2048,00	0,05	3073,00	0,05	4097,00	0,05
0,50	0,05	64,09	0,00	128,20	0,00	192,30	0,00	256,40	0,00
0,30	0,25	8,31	0,00	16,62	0,00	24,93	0,00	33,24	0,00
0,20	0,16	1,64	0,00	3,28	0,00	4,93	0,00	6,57	0,00
0,10	0,15	0,10	0,00	0,21	0,00	0,31	0,00	0,41	0,00
0,08	0,05	0,04	0,00	0,08	0,00	0,12	0,00	0,17	0,00
0,06	0,03	0,01	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00
0,04	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
0,02	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			1,00		1,00		1,00		1,00



2-ci şəkil. Təzyiqin müxtəlif qiymətlərində multifazalı sistemlərin optimal nəql məsafəsinin relyef əmsalından asılılığı ( $D = 0,255$  m)



3-ci şəkil. Təzyiqin müxtəlif qiymətlərində multifazlı sistemlərin optimal nəql məsafəsinin relyef əmsalından asılılığı ( $D = 0,509m$ )



4-ci şəkil. Mədən yığım-nəql xətlərində axının müxtəlif sürətlərində mexaniki hissəciklərdən yaranan sürtünmə gücünün hissəciklərin ölçüsündən asılılığı

## ƏDƏBİYYAT

- Бабенко А.П., Стрелец И.В. Гидравлическая крупность – основная характеристика при расчете отстойников. Интернет-журнал "Строительство уникальных зданий и сооружений", № 6 (11), 2013.
- Лутошкин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды. Недра. Москва, 1977, 192 с.
- Манжосов В.К., Новикова О.Д., Новиков А.А. Теоретическая механика. Часть II. Динамика. Аналитическая механика. Ульяновский Государственный Технический Университет. Ульяновск, 2011, 194 с.
- Маричев Ф.Н., Гетманский М.Д., Тетерина О.П. и др. Внутренняя коррозия и защита трубопроводов на нефтяных месторождениях Западной Сибири. ВНИИОЕНГ. Серия "Коррозия и защита в нефтегазовой промышленности", № 8, Москва, 1981, 44 с.
- Пустовит Б.В. Механика движения жидкостей в трубах. Недра. Москва, 1980, 160 с.
- Сулейманов А.Б., Кулиев Р.П. и др. Эксплуатация морских нефтегазовых месторождений. Недра. Москва, 1986, 285 с.

## REFERENCE

- Babenco A.P., Strelets I.V. Hydraulic size-the main characteristics for calculation of settling tanks. Website journal "Construction of unique buildings and structures", 2013, 6 (11), pp. 34-42 :doi: or link (in Russian).
- Lutoshkin G.S. Gathering and conditioning of oil, gas and water. Nedra. Moscow, 1977, 192p. (in Russian).
- Marichev F.N., Getmansky M.D., Teterina O.P. et al. Internal corrosion and defense of pipelines at Western Siberia oil fields. VNIIOENG "Corrosion and protection in oil and gaz production" series. Issue 8. Moscow, 1981, 44 p. (in Russian).
- Manjosov V.K., Novikova O.D., Novikov A.A. Theoretical mechanics. Vol. 2. Dynamics. Analytical mechanics. Ulyanovsk State Technical University. Ulyanovsk, 2011, 194 p. (in Russian).
- Pustovit B.V. Mechanics of liquid flow in the pipeline. Nedra. Moscow, 1980, 160 p. (in Russian).
- Suleymanov A.B., Kuliyeu R.P. et al. Exploitation of offshore oil and gas fields. Nedra. Moscow, 1986, 285 p.(in Russian).

## MULTİFAZALI YIĞIM-NƏQL BORU KƏMƏRLƏRİNDƏ KORROZIYA PROBLEMLƏRİ

Q.Q.İsmayilov<sup>1</sup>, E.X.İskəndərov<sup>2</sup>, F.B.İsmayilova<sup>2</sup><sup>1</sup>Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,<sup>2</sup>Neftin, Qazın Geotexnoloji Problemləri və Kimya ETİ,

AZ1010, Bakı şəhəri, Azadlıq prospekti, 20: e.iskenderov62@mail.ru

**Xülasə.** Məqalədə multifazlı yığım-nəql sistemində korroziya-eroziya proseslərinin səbəbləri araşdırılmış, problemin həlli istiqamətində tədqiqatlar aparılmış və Azərbaycan yataqlarının təmsalında neft-mədən texnoloji boru kəmərlərinin korroziyası prosesləri təhlil edilmişdir. Başlanğıc təzyiqin fərqli qiymətlərində müxtəlifdiametrlı boru kəmərləri üçün trasın relyefindən və nəql olunan məhsulun özlülüyündən asılı olaraq multifazlı sistemlər üçün optimal nəql məsafəsinin təzyiq və kəmərin diametri artdıqca çoxalması, relyef əmsalının artması ilə isə azalması göstərilmişdir. Axının müxtəlif sürətləri üçün boru kəmərlərində yaranan sürütmə gücünün mexaniki hissəciklərin ölçüsündən asılılığı müəyyən edilmişdir. Təhlil göstərmişdir ki, yığım-nəql xətlərini daha çox eroziyaya məruz qoyan  $d > 0,5$  mm ölçülü fraksiyaların kəmərin başlanğıcında süzəcdən keçirilməsi korroziya sürətini əhəmiyyətli dərəcədə aşağı salmağa imkan verir. Texnoloji boru kəmərlərinin başlanğıcında hidrosiklonların quraşdırılması ilə mexaniki hissəciklərin drenaj tutumlarında yığılması və utilitasıyası tövsiyə edilmişdir.

**Açar sözlər:** boru kəməri, multifaza axınları, toplama və nəql sistemi, korroziya, eroziya, mexaniki hissəciklər, fraksiya tərkibi, müqavimət gücü, relyef əmsalı, korroziya sürəti, hidrodinamik tənzilməmə, ətraf mühit.

## ПРОБЛЕМЫ КОРРОЗИИ В МУЛЬТИФАЗНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ СБОРА И ТРАНСПОРТА

Г.Г.Исмайлов<sup>1</sup>, Е.Х.Искендеров<sup>2</sup>, Ф.Б.Исмайлова<sup>2</sup><sup>1</sup>Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности<sup>2</sup>Институт геотехнологических проблем нефти и газа и химия

AZ1010, г.Баку, просп.Азадлыг, 20: e.iskenderov62@mail.ru

**Резюме.** Анализ функционирования внутрипромысловых, мультифазных трубопроводов показывает, что картина их разрушения носит ярко выраженный эрозийный характер, т.е. разрыв происходит в основном по нижней образующей, где за короткий промежуток времени образуется канавка, разрезающая стенку трубопровода. Скорость коррозии достигает 20 мм/год. Такой результат взаимодействия не укладывается в рамки физических моделей процессов химической коррозии. Влияние динамики мультифазных потоков на скорость коррозионно-эрозийного разрушения трубопроводов сбора и транспортировки нефти и газа до настоящего времени остается неизученным.

В статье проанализированы причины коррозионно-эрозийных процессов в мультифазных промысловых трубопроводных системах на примере месторождений Азербайджана. Было исследовано влияние фракционного состава содержащихся в нефти механических примесей на коррозионно-эрозийные процессы во внутрипромысловых трубопроводах с учетом гидродинамики мультифазных потоков. Установлено, что скорость коррозионно-эрозийного процесса трубопровода в основном будет определяться мощностью сил трения, величина которой определяется не столько количеством механических частиц, сколько их размерами. Предложены возможные варианты снижения скорости коррозии и утилизации отделившихся механических примесей и воды в промысловых условиях. В частности, в качестве эффективного инновационного способа предложен способ борьбы с коррозией, заключающийся в удалении крупных частиц в мультифазном потоке до поступления продукции скважин в коллектор.

**Ключевые слова:** трубопровод, мультифазные потоки, система сбора и транспорта, коррозия, эрозия, механические частицы, фракционный состав, мощность трения, коэффициент рельефа, скорость коррозии, гидродинамическое регулирование, окружающая среда