

UDC 621.3.088

DOI 10.52171/2076-0515_2024_16_01_43_48

Statistical Analysis of Cracks in The Internal Coating of the Pipe and Measurement Errors

E.N. Ibragimova

Azerbaijan State University of Oil and Industry (Azadlig ave., 16/21, Baku, AZ 1010, Azerbaijan)

For correspondence:

Ibragimova Ellada / e-mail: elladai@inbox.ru

Abstract

Experiments and research shows that the presence of flaws, macro-micro cracks within the silicon coated pipes significantly reduces their operating period. The causes of these defects are associated with the lack of accuracy of the technological regime when applying to the internal surface of silicon coated pipes. The results of the CPC-based methods based on the proposed automated covering system and an advanced diagnostic device in previous studies were compared. The statistical errors of cracks have been identified. The article also shows the results of the study of the research, the percentage of the mikcocracks.

Keywords: silicon covers, micro- and macro-cracks, pipeline diagnostics, statistical errors, reliability.

Received 31.07.2023

Revised 09.02.2024

Accepted 12.02.2024

For citation:

E.N. Ibragimova

[Statistical Analysis of Cracks in The Internal Coating of the Pipe and Measurement Errors]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2024, vol. 16, no. 1, pp. 43-48 (in Azerbaijani)

Borudaxili örtüklərdə çatların statistik təhlili və xətalərin təyini

E.N. İbrahimova

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti (Azadlıq pr. 16/21, Bakı, AZ1010, Azərbaycan)

Yazışma üçün: İbrahimova Ellada / e-mail: elladai@inbox.ru

Xülasə

Təcrübə və tədqiqatlar göstərir ki, silisium örtüklü boruların daxilində qüsurların, makro-mikro çatların olması onların istismar müddətini əhəmiyyətli dərəcədə azaldır. Bu qüsurların səbəbləri silisium örtüklü boruların daxili səthinə tətbiq edərək texnoloji rejimə dəqiq riayət olunmaması ilə əlaqələndirilir. Əvvəlki tədqiqatlarda təklif olunmuş avtomatlaşdırılmış örtükçəkmə sistemi və təkmilləşdirilmiş diaqnostikası qurğusunun tətbiqi ilə istehsalə təqdim olunan borularla CPC şirkətinin əvvəlki üsullara əsaslanan metodların nəticələri müqayisə olunmuşdur. Çatların statistik xətaləri müəyyən olunmuşdur. Məqalədə tədqiqatın nəticələri, çatlar yaranan borunun faizlə miqdarı göstərilmişdir.

Açar sözlər: silisium örtüklər, mikro- və makro-çatlar, borudaxili diaqnostika, statistik xətalər, etibarlılıq.

Статистический анализ трещин во внутренних покрытиях трубы и погрешности измерений

Э.Н. Ибрагимова

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности (пр. Азадлыг, 16/21, Баку, AZ1010, Азербайджан)

Для переписки: Ибрагимова Эллада / e-mail: elladai@inbox.ru

Аннотация

Эксперименты и исследования показывают, что наличие недостатков, макро- и микротрещин в трубах с силикатным покрытием значительно снижает рабочий период труб. Причины дефектов внутренней поверхности труб с силикатным покрытием связаны с несоблюдением технологического режима при применении. Сравнивались результаты методов на основе СПС в предыдущих исследованиях, основанных на предлагаемой автоматизированной системе покрытия и на усовершенствованном диагностическом устройстве. Идентифицирован статистический анализ трещин. В статье также показаны результаты исследования и процент трещинообразования в трубе.

Ключевые слова: силикатные покрытия, микро- и макротрещины, диагностика трубопроводов, статистические ошибки, надежность.

Giriş

Xəzər regionunda fəaliyyət göstərən CPC-in (Caspian Pipe Coating MMC) əsas fəaliyyət sahəsi neft-qaz sənayesində magistral boru xətlərinin tikintisində istifadə olunan boruların xarici və daxili səthlərinin korroziyaya qarşı izolyasiyası, yəni silsiyum-beton və emal örtüklənməsindən ibarətdir [1, 2].

CPC-in texnoloji qurğularında alınan boruların səthlərində makro və mikro çatların yaranması müşahidə olunur. Yüksək aktiv kimyəvi mühit və Xəzər dənizi sularında pitting korroziyaların yaranması ilə borunun ayrı-ayrı sahələrində qabarcıqlar, sıyrılmalar və xırda-xırda qopmalar yaranaraq boruların sıradan çıxmasına səbəb olur. Bunun səbəbi borunun daxilinə örtük çəkilməsi prosesinin dəqiq və düzgün aparılmaması, həmçinin uyğun diaqnostika üsulunun seçilməməsidir. Nəticədə istehsala yararsız borular təhvil verilir və bir müddət istifadədən sonra sıradan çıxır. Boruların sıradan çıxma hallarında qəzalar və iqtisadi itkilər çoxalır. Bunların qarşısını almaq üçün əvvəlki məqalələrdə yeni avtomatik idarəetmə və diaqnostika sistemi təklif olunmuşdur [3]. Məqalədə qurğuda texnoloji prosesin dəqiqləşdirilməsi və idarəetmə sistemləri ilə bu qüsurların aradan qaldırılmasının mümkün olduğu göstərilmişdir.

İşin məqsədi

Boruların daxilinə keyfiyyətli örtük çəkmək və dəqiq diaqnostika nəticəsində istehsala keyfiyyətli boruları təqdim etməkdir. Bu zaman boruların uzunömürlüyü və etibarlılığını artırmaq mümkündür.

Məsələnin qoyuluşu

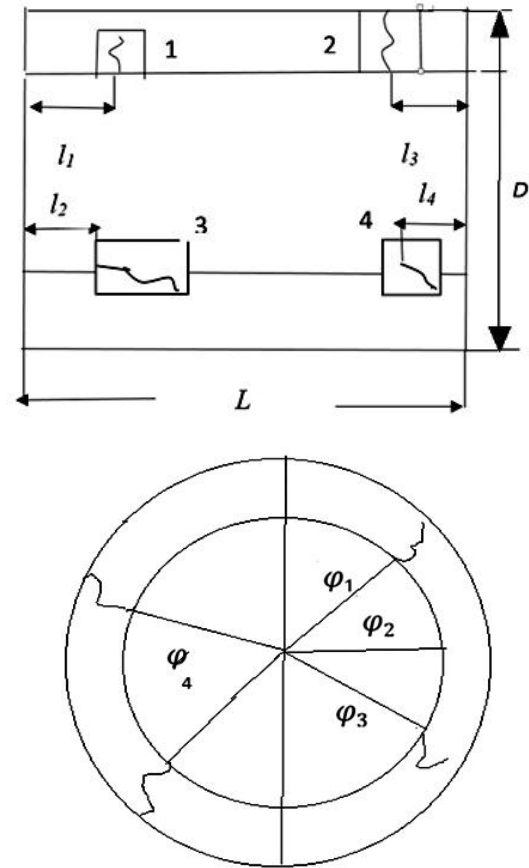
Boru daxilində çatların yaranma ehtimalı borunun həndəsi ölçüsündən, variasiyası

intervalının ehtimalından və boruların örtüklərində olan çatların sayına görə aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir [2, 4]:

$$P = \sqrt[N]{1 - \gamma} \quad (1)$$

Burada N – çatlar yaranan örtüklərdə boruların sayı, γ – variasiya intervalının ehtimalının dəyişmə əmsəlidir. $\gamma=0.65-0.92$ intervalında qəbul edilir.

Şəkil 1-də boru örtüyünün səthlərində yaranan çatların yerləşmə koordinatları göstərilmişdir. Diaqnostika zamanı boruların göstərilən parametrləri təyin olunur.



Burada 1, 2, 3, 4 – örtüyün səthindəki çatların nüfuz etmə dərinliyi, l_1, l_2, l_3, l_4 – çatların borunun uclarından olan məsafəsidir. $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ – borunun diametral müstəvidə çatların yerləşmə meyillilik bucağıdır

Şəkil 1 – Boru örtüyünün səthlərində yaranan çatların yerləşmə koordinatlarının xarakteristikası
Figure 1 – Identification of the location coordinates of the cracks

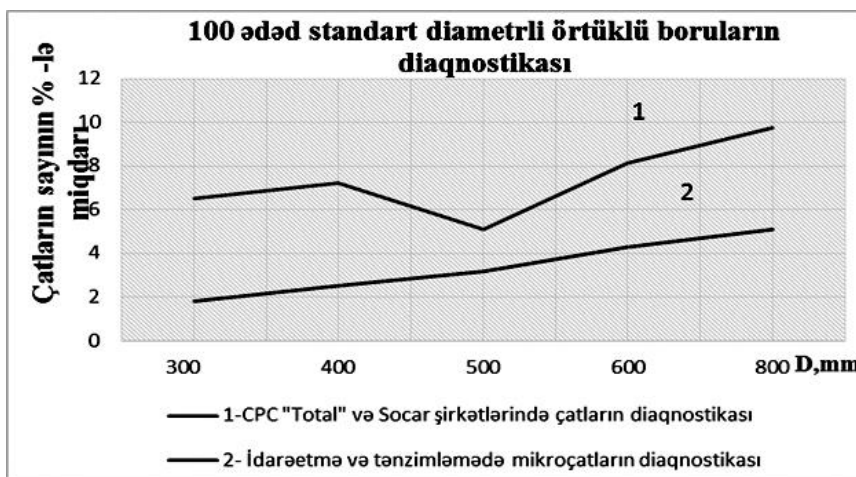
CPC şirkətində müxtəlif boruların diaqnostika nəticələri əldə olunmuşdur. Bu verilənlər ümumi tətbiq olunan metodlar əsasında borulara örtük çəkilməsi və diaqnostika zamanı alınan nəticələndir. Belə ki, keyfiyyətə nəzarət əsasında müəyyən olunmuşdur ki, istehsala təhvil verilən hər 100

borudan 6-10 arası etibarsız sayılır. Lakin biz təklif etdiyimiz yeni metodlar sayəsində 100 borudan 2-5 yararsız hesab olunur [3, 4]. Müxtəlif diametrlili örtüklü borularda aşkar olunan çatların yararlı və yararsızlığının CPC şirkətinin göstəricilərinə əsaslanaraq cədvəl 1-də təhlili göstərilmişdir.

Cədvəl 1 – Diaqnostika qurğusunda boru örtüklərində çatların təyini

Table 1 – Determination of cracks in pipe covers in diagnostic facility

Boruların diametrləri və qalınlığı, mm	100 ədəd boru örtüyündə yaranan çatların %-lə miqdarı	İdarəetmə ilə 100 ədəd boru örtüyündə mikroçatların %-lə miqdarı
Ø300x20	6.51	1.8
Ø400x25	7.23	2.5
Ø500x30	5.12	3.2
Ø600x35	8.14	4.3
Ø800x40	9.75	5.1



Şəkil 2 – Diaqnostikanın nəticələri

Figure 2 – Results of diagnosis

Boru örtüyünün daxili səthində yaranan çatların dəyişmə xarakteristikası örtüklərin səthlərində göstərilmişdir. Bunlar nəzərə alınaraq, aparılan müşahidə, tədqiqatlar və uzunmüddətli təcrübələrə əsaslanmış diaqnos-

tik təhlil nəticələrinin asılılığı şəkil 2-də təqdim edilmişdir. Bu statistik təhlil göstərir ki, silisium emal örtüklü boruların 1-3% xəta ilə alınması aşkar olunmuşdur.

Məsələnin həlli

Aparılan tədqiqatlarda çatların sayı bu çatların həndəsi ölçülərindən, yəni qalınlığı və uzunluğundan asılı olaraq gərginlik və cərəyan şiddətinin artması ilə təyin edilir. Ona görə də orta hesabı xəталər məlum ifadələrlə aşağıdakı kimi təyin edilir [4].

$$x_c = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

Burada: x_i – hər bir boruda yaranan çatların sayları; n – çat yaranan boruların sayıdır; N – ümumi örtüklü boruların sayıdır.

İstənilən borudakı örtüyün çatların mütləq xəталərin sayı hesablanılır

$$\Delta x_i = x_c - x_i \quad (3)$$

$i = 1 \ 2 \ 3 \ \dots \ n$

Bununla orta mütləq xətalər belə hesablanılır.

$$\Delta x_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \Delta x_i \quad (4)$$

Nisbi xətalər isə $\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_c}$ hesablanır.

Eyni zamanda, orta kvadratik meylectmə xətası aşağıdakı kimi təyin edilir [4, 5]:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_c - x_i)^2}{n}} \quad (5)$$

$$\text{və ya } s = \frac{s\sqrt{n-1}}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_c - x_i)^2}{n}} \quad (6)$$

Kornfeldin üsuluna əsaslanaraq maksimum və minimum nöqtələrin mütləq xətası təyin olunur. 100 sayda müxtəlif diametrlili polad borunun örtüklərində müşahidə olunan çatların sayının xətaləri hesablanmış və qiyməti cədvəl 2-də göstərilmişdir.

Cədvəl 2 – Ölçmə xəталərinin təyini

Table 2 – Determination of measurement errors

Borunun diametri və qalınlığı	δ, mm	Orta hesabı xətalərin qiyməti, %	Xətalərin qiyməti, %	Çatların sayı, n
Ø300x20	1-1.5	2.78	2.63	1-3
Ø400x35	1.5-2.0	3.24	3.12	2-3
Ø500x30	1.5-2.5	3.68	3.54	3-5
Ø600x35	2.5-3.0	4.72	4.66	4-5
Ø800x40	3.0-3.5	5.21	5.12	4-5

Göründüyü kimi, silisium emal örtüyünün digər örtük növlərinə nisbətən daha güclü mühafizə qabiliyyətinin olmasına baxmayaraq, bu örtüyün keyfiyyətinin yüksəldilməsi problemi vardır. Bu da əsasən örtüyün çəkilməsi prosesinin dəqiq yerinə yetirilməməsi, mürəkkəblilik, örtüyün çəkilməsi prose-

sindən sonrakı diaqnostika üçün mövcud üsul, qurğu tələb olunan səviyyədə olmaması ilə əlaqədardır.

Hal-hazırda təklif edilən üsullar nəticəsində “Neft-Daşlarından” sahilə qədər çəkilən 35 km uzunluğunda 40x20 mm boru xətlərində alınan qüsurlar 1.5-2% intervalında

olmaqla əlverişli quraşdırma prosesinin daha da keyfiyyətli olmasına zəmin yaradılmışdır.

Nəticə

Aparılan nəzəri, eksperimental və sənaye tətbiqli tədqiqatlar bu boru kəmərlərinin etibarlılığını və uzunömürlüliyünü bir neçə dəfə artırmışdır. Tədqiqatlar əsasında boruların səthlərinə çəkilən örtüklərin və onların qüsurlarının 1-3%-ə qədər azalması ilə

iqtisadi səmərəliliyinin hesabatı aparılmışdır. Bu hesabatla xəta 8-10%-dən 1-3%-ə qədər azalmış, keyfiyyətli boru örtüklərinin iqtisadi səmərəliliyi borunun 1 m uzunluğunda 40-50% qədər əldə edilmişdir.

Maraqlar münaqişəsi

Müəllif bu məqalədə araşdırılması tələb olunan maraqlar münaqişəsinin olmadığını qeyd edir.

REFERENCES

- 1. İbrahimova E.N.** Boruların silisium örtüklərində yaranan çatların diaqnostikası. // *Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri*, 2017. cild 9, №14, s. 65-68. (in Azerbaijani)
- 2. Vasilin V.A., Ivashov E.N., Stepanchikov S.V.** Avtomatizasiya naneseniya tonkoplyonochnyh pokrytij v sovremennyh vakuumnyh tekhnologiyah // *Avtomatizasiya i sovremennaya tekhnologiya*, 2011, №7, s. 19-24 (in Russian)
- 3. İbrahimova E.N.** Silisium örtüklü boruların daxilində mikroçatların yaranma səbəbi // *Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri*, 2023, cild 15, №2, s. 122-130 (in Azerbaijani)
- 4. İbragimov N. Yu., İbragimova E. N.** Aparatus for identifying micricracks on the inner surface of glazed pipes // *Glass and Ceramics*, 2018, v.75, pp. 272-274. (in English)
- 5. Ilyes B.K., Laurent G., Daniel C., Daniel R.** Neuville Structure and properties of lead silicate glasses and melts // *Chemical Geology*. 2017, v. 461, pp.104-114 (in English)