

Causes of Microcracks Silicon Coated in the inside Pipes

E.N. Ibrahimova

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

For correspondence:

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

Abstract

Disappointments are seen in pipelines of oil field and oil refining gear working in high temperature, pressure and synthetically dynamic climate after a brief time of activity. Research and testing have shown that silicon-coated pipes' service lives are greatly reduced by defects, including roughness on the inner surface of the pipe, microscopic bubbles, and macro- and microcrack layers. The paper that is being discussed looks at the root causes of these flaws and offers solutions. The research was carried out in "Khazar Pipe Coatings" and "Socar" companies. The quality coating within the pipe and their diagnostic techniques are described in the text.

Keywords: silicon coating, micro- and macrocracks, cooling mode, heating temperature, in-tube diagnostics.

DOI 10.52171/2076-0515_2023_15_02_23_28

Received 03.10.2022

Revised 16.06.2023

Accepted 21.06.2023

For citation:

Ibrahimova E.N.

[Causes of microcracks silicon coated in the inside pipes]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2023, vol. 15, no. 2, pp. 23-28 (in Azerbaijani)

Silisium örtüklü boruların daxilində mikroçatların yaranma səbəbləri

E.N. İbrahimova

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

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

Xülasə

Yüksək temperatur, təzyiq və kimyəvi aktiv mühitdə işləyən neft-mədən və neft-emalı avadanlıqlarının boru xətlərində qısa istismar müddətindən sonra nasazlıqlar müşahidə olunur. Aparılan tədqiqatlar və eksperimental təcrübələr göstərir ki, silisium örtüklü borularda əsasən qüsurların, borunun daxili səthindəki qeyri-hamarlıqların, xırda qabarcıqların, makro və mikroçat qatlarının olması onların istismar müddətini xeyli azaldır. Təqdim olunan məqalədə bu qüsurların yaranma səbəbləri araşdırılmışdır və onların aradan qaldırılması üçün üsul və metodlar təklif edilmişdir. Tədqiqat “Xəzər Boru Örtükləri” və “Socar” şirkətində aparılmışdır. Məqalədə borunun daxilinə keyfiyyətli örtüyün çəkilməsi və onların diaqnostika üsulları şərh edilmişdir.

Açar sözlər: silisium örtüklər, mikro və makroçatlar, soyuma rejimi, qızma temperaturu, borudaxili diaqnostika.

DOI 10.52171/2076-0515_2023_15_02_23_28

УДК 681.3

Причины появления микротрещин внутри труб с силиконовым покрытием

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

Отказы наблюдаются в трубопроводах нефтепромыслового и нефтеперерабатывающего оборудования, работающего в условиях высоких температур, давлений и химически активных сред после непродолжительного периода эксплуатации. Проведенные исследования и эксперименты показывают, что наличие дефектов на внутренней поверхности трубы, мелких пузырей, слоев макро- и микротрещин в трубах с силиконовым покрытием значительно снижает срок их службы. В представленной статье рассматриваются причины возникновения этих дефектов и предлагаются пути и средства их устранения. Исследования проводились в компаниях «Khazar Pipe Coatings» и «Socar». В статье описаны покрытия внутри трубы и методы их диагностики.

Ключевые слова: силисумные покрытия, макро- и микротрещины, режим охлаждения, температура нагрева, внутритрубная диагностика.

Giriş

Borudaxili silisium örtüklər neft-mədən avadanlıqlarının boru xətləri ilə yanaşı, kimya, qida və atom sənayesində tətbiq olunur. Boru xətlərinin daxili səthində intensiv korroziya prosesi nəticəsində müxtəlif çat qatları, qopmalar və çöküntülər əmələ gəlir. Boru kəməri zədələnmə və sızma nəticəsində sıradan çıxdıqda qəza baş verir və nəql olunan məhsulun itkisi ilə yanaşı, ətraf mühitin çirklənməsi də baş verir. Tədqiqatlar zamanı müəyyən olunmuşdur ki, boruların istismarı səviyyəsinin keyfiyyəti 2-4 il ərzində kifayət qədər aşağı düşür. Bu zaman təmirə dayanmaların sayı artmaqla iqtisadi səmərəlilik də aşağı düşür.

Neft sənayesində boruların uzunömürlüyü örtüklərdə yaranan mikro-makro çatların və digər defektlərin vaxtında aşkar olunmasından, diaqnostika prosesinin düzgün aparılmasından asılıdır [1, 2].

İşin məqsədi

Mövzunun aktuallığı onunla izah olunur ki, müasir dövrdə bir çox boru kəmərləri istehsal və istismar zamanı sıradan çıxaraq böyük iqtisadi itgilərlə nəticələnir. Belə hallarda defektləri vaxtından əvvəl aşkar etmək, onların yaranma səbəblərini müəyyən etmək və aradan qaldırmaq elmi tədqiqat işinin əsas məqsədidir. Qarşıya qoyulan məsələlərin həlli ilə yanaşı, uyğun diaqnostika üsulunun seçilməsi məqsədə uyğundur.

Məsələnin qoyuluşu

Praktiki və nəzəri tədqiqatlardan məlumdur ki, silisium örtüklü borularda makro və mikroçatların yaranma səbəbi aşağıdakılardır [1-6].

Borunun istehsalı zamanı seçilən materialın keyfiyyətsiz olması; Borunun daxilinə örtük çəkilmə texnoloji prosesinin düzgün aparılmaması; Yüksək temperatur ($600-800^{\circ}\text{C}$) mühitindən otaq temperaturuna qədər soyudulma zamanı yaranan termiki gərginliklər; Örtüklərdə yaranan mikroçatların diaqnostika üsulunun düzgün seçilməməsi; Borunun istismarı zamanı ətraf mühitin (yüksək təzyiq və temperaturun) təsiri.

Silisium emal örtüklərin materialları əsasən ГОСТ Р 51164-98, СНиП 2.05.06-85, РД 153-34.0 20.158-2003 tələblərinə uyğun seçilir.

Boruların daxilinə örtük çəkmək üçün texnoloji rejimin parametrlərinə (n – borunun fırlanma sürəti, V – irəliləmə sürəti, D – borunun diametri) müəyyən intervalda olması tənzimlənmişdir ki, istehsalda keyfiyyətli örtüklər təhvil verilsin [3].

Boru müəyyən fırlanma və irəliləmə hərəkəti ilə təyin edilmiş sürətlərlə sobaya daxil olur və örtük çəkilir. Göstərilən texnoloji parametrlərin qiymətlərinə düzgün tənzimləmədikdə borunun daxilinə keyfiyyətsiz örtük çəkilir və müəyyən müddətdən sonra sıradan çıxır.

Sobadan çıxdıqdan sonra havada və süni soyutma kamerası ilə $600-800^{\circ}\text{C}$ -dən otaq temperaturuna qədər soyudulur. Bu zaman soyutma rejiminin dəqiq riayət olunması vacib məsələlərdən biridir. Əks halda örtüyün səthində boruların həndəsi ölçülərindən asılı olaraq makro-mikro çatlar və qabarmalar yarana-raq örtüyü yararsız vəziyyətə sala bilər. Məlumdur ki, xüsusi kövrəkliyə malik olan silisium örtüklü borular xüsusi rejimlə soyudulmalıdır. Bu problemi aradan qaldırmaq üçün

25 dərəcə ərzində hər dəfə örtüyün səthinin temperaturunu $5-10^{\circ}\text{C}$ salmaqla otaq temperaturuna qədər soyuma prosesinə nail olmaq olar [2, 3].

Silisiyum örtüklü boruların diaqnostikası zamanı defektoskop əsasən borunun və örtüyün materialına uyğun seçilir. Borudaxili silisiyum örtüklər əsasən elektroqılcım defektoskopu ilə aparılır. Praktiki və nəzəri məlumatlara istinad edərək örtüklərdə yaranan defektləri elektroqılcım defektoskopu ilə dəqiq müəyyən etmək olar.

Silisiyum örtüklər ətraf mühitin temperaturu -60°C - 350°C intervalında və təzyiqi 10 Mpa qədər olduqda tətbiq oluna bilər. Əks halda örtüyün daxilində defektlər yaranır.

Məsələnin həlli

“Xəzər boru örtükləri” və “Socar” şirkətində boruların daxilində baş verən qüsurların və çatların diaqnostikasının statistik analizi aparılmışdır. Göstərilən şirkətlərdən diaqnostika zamanı alınan informasiyaların nəticəsində çatların yaranma səbəbləri təhlil olunmuşdur. Belə ki, çatların dərinliyi borunun divarının qalınlığının 15 %-ni təşkil etdiyi hallarda qüsurlu borular kimi qəbul edilib, əsaslı təmirə göndərilməsi məqsəduyğun hesab edilir. Örtüklü borularda qüsurların tam azalması üçün aşağıdakı şərtlərə riayət olunmalıdır [3–6].

Boru daxilində qüsurların və çatların azalması üçün avtomatlaşdırma texnologiyasının işlənməsi; Normativ sənədlərə riayət edilməməsi və tələblərin tam yerinə yetirilməməsi, çatların sayının artmasına gətirib çıxardır; Qüsurların və çatların baş verməməsinin

metodik interpretasiya və onun proqramının olmaması və tətbiq edilməməsi; Çatların yaranmamasının statistik-eksperimental təhlilinin və onun lazımı hesabatlının olmaması boru daxili səthinin sıradan çıxması.

Aşağıdakı cədvəl 1-də 2018-2021-ci illərdə tədqiqat aparılan şirkətlərdə yaranan qüsurların və çatların sayının miqdarı göstərilmişdir.

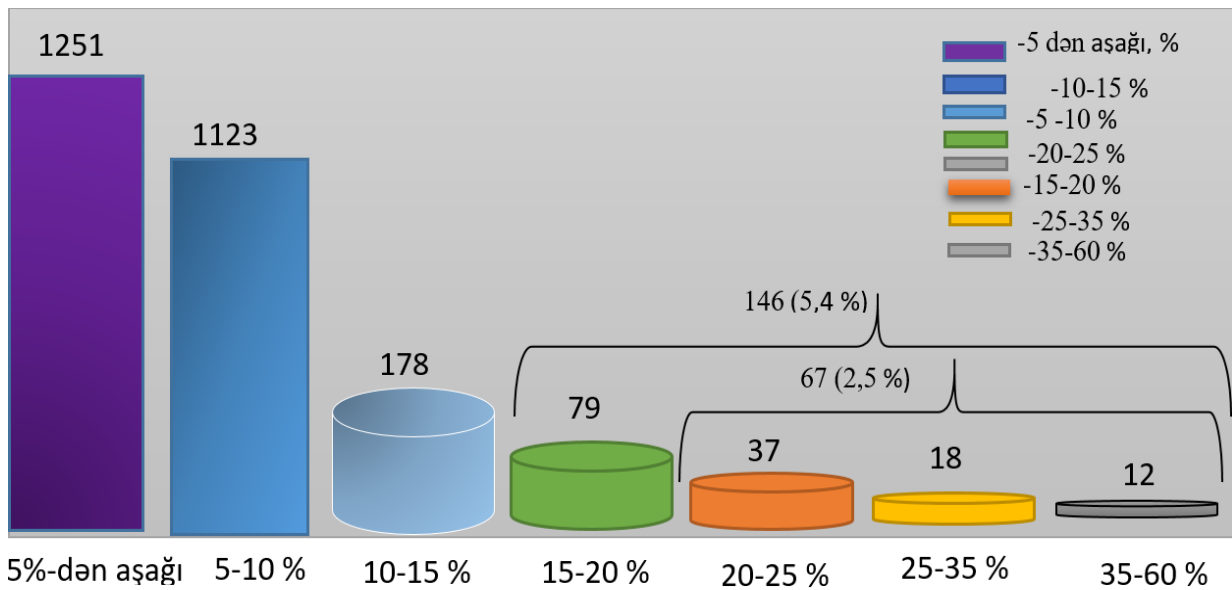
Cədvəl 1 – Boru daxilində çatların miqdarı

Table 1 – The amount of cracks inside the pipe

Diaqnostikanın aparıldığı il	Hesabatda aşkar olunmayan çatlar və qüsurlar sayı	Hesabatda aşkar olunan çatlar və qüsurlar sayı	Çatların yaranma ehtimalı
2018	928	281	6
2019	1792	11	26
2020	2698	1245	277
2021	136	66	25
Cəmi	5554 (74,14 %)	1603 (21,40 %)	334 (4,46 %)

Çatların borunun daxilinə nüfuz etmə dərinliyi şəkildə göstərilmişdir. Burada çatların dərinlik boyunca paylanması göstərilmişdir ki, onların 94.6 %-inin dərinliyi borunun divarının qalınlığının 15 % qədərini, lakin 146 çatın (5.4 %) dərinliyinin isə borunun divarının 15 %-dən çoxunu təşkil etdiyi qeydə alınmışdır. Həmçinin 67 təhlükəli defektlərin 20 % dərinlikdə olduğu müəyyən olunmuşdur.

ГОСТ-55999-2014 standartına görə “Boru daxili örtüklərində çatların diaqnostikası”-na uyğun tələblərə əsasən göstərilən şirkətlərdə diaqnostika aparılmışdır [3, 4]. Bu tələblərə əsasən örtüklərin səthində yaranan çat qatlarının növləri, yerləşdiyi koordinatları və həndəsi formaları göstərilməlidir.



Şəkil – Mikroçatların borunun dərinliyinə nüfuz etmə dərinliyi
Figure – The prospective depth of microcracks inside the pipe

Cədvəl 2 – Xəzər boru örtükləri (CPC), “Socar” və “Total France” boru şirkətlərində örtüklərdə yaranan çatların təhlili

Table 2 – Analysis of the coverings' developing fractures in Caspian Pipe Coating (CPC), “Socar” and “Total France” pipe company

Boruların ölçüləri, mm	Çatların istiqamətinin dəyişməsi	Çatların həndəsi ölçüləri, mkm			Çatların koordinatları		Keyfiyyətsiz boru örtüyünün %-lə miqdarı	Keyfiyyətli boru örtüyünün %-lə miqdarı
		L	h	S	l, mm	$\varphi, ^\circ$		
Ø300x20	En kəsik	560	740	150	1550	32	6.51	1.8
Ø400x25	Ox boyu	720	980	240	3740	48	7.23	2.5
Ø500x30	En kəsik ixtiyarı	1120	1600	425	4870	55	5.12	3.2
Ø600x35	Ox boyu ixtiyarı	1820	2580	680	6720	112	8.14	4.3
Ø800x40	En kəsik ixtiyarı	2720	3500	870	4240	270	9.75	5.1

Burada, L – çatların uzunluğu, h – dərinliyi, S – örtüyün çatların qalınlığı, l – çatların arasındakı məsafəsi, φ – en kəsin dönmə bucağıdır.

Cədvəl 2-ə uyğun olaraq, müxtəlif şirkətlərdə aparılan müşahidə nəticəsində metroloji ölçmələrin parametrlərinin diaqnostik təhlili təqdim edilmişdir.

Cədvəldə keyfiyyətsiz boru örtüyünün faizlə miqdarı boru daxilində mikro-makro çatları və defektləri yaranan səbəblər aradan qaldırılmadan diaqnostikanın nəticəsi deməkdir. Belə ki, 100 borudan 6-9%-i istismara yararsız olur.

Nəticə

Apardığımız tədqiqatda borundaxili silisium örtüklərdə mikro-makro çatların yaranmasına səbəb olan problemlər aradan qaldırıldıqda keyfiyyətsiz borunun faizlə miqdarı aşağı düşür.

Təcrübə zamanı götürülmüş 100 ədəd sınaq borusundan 1-5 % keyfiyyətsiz ola bilər. Bu borular sənayeyə təhvil verilən zaman onların istismar müddəti 5 ildən 10 ilə qədər artır. Çünki, borunun daxilinə örtük çəkilməsi zamanı texnoloji rejimi düzgün riayət olunur və soyuma rejimi təqdim olunan intervalla soyudularaq yararsız boruların sayı 2 dəfə azalır.

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. **İbrahimova E.N.** Silisium boru örtüyündə soyutma zamanı yaranan termiki gərginlik rejiminin tənzimlənməsi. *Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri*, 2021, cild 13, №1, s. 62-65 (in Azerbaijani)
3. **Ibragimov N.Yu., Ibragimova E.N.** Aparatus for identifying microcracks on the inner surface of glazed pipes. *Glass and Ceramics*, 2018, v.75, pp. 272-274 (in English)
4. **Vasilin V.A., Ivashov E.N., Stepanchikov S.V.** Avtomatizatsiya naneseniya tonkoplyonochnyh pokrytij v sovremennyh vakuumnyh tekhnologiyah. *Avtomatizatsiya i sovremennaya tekhnologiya*, 2011, №7, s. 19-24 (in Russian)
5. **Ilyes B.K., Laurent G., Daniel C., Daniel R.** Structure and properties of lead silicate glasses and melts. *Chemical Geology*, 2017, v. 461, pp.104-114 (in English)
6. **Larosche C.J.** Types and causes of cracking in concrete structure. *Failure, Distress and repair of concrete structures*. 2009, pp. 57-83 (in English)