

Boru kəmərlərinin istismar göstəricilərinə əsasən neftsızma yerlərinin təyini

H.Q. İsmayılova, Z.İ. Fərzəlizadə, L.M. Şixiyeva

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
e-mail: shixievalala@gmail.com

Açar sözlər: neft kəmərləri, sızma yeri, maye sərfi, təzyiq düşkü-
sü, analitik üsul.

DOI.10.37474/0365-8554/2022-1-45-49

Определение места утечек нефти на основе данных эксплуатации трубопроводов

X.Q. Исмаи́лова, З.И. Фарзализаде, Л. М. Шихиева
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

Ключевые слова: нефтепроводы, место утечки, расход жидкости, перепад давления, аналитический метод.

Статья посвящена анализу негативного влияния осложнения при эксплуатации нефтепроводов на окружающую среду и аналитическому определению разливов нефти из трубопроводов.

Предложено эмпирическое выражение для аппроксимации места разлива нефти в результате аварии на основе соотношения соответствующих потерь с учетом изменения совместных характеристик насосной станции и трубопровода до и после утечки.

В статье произведены расчеты по определению мест утечек на основе информации о хроничности утечек нефти из трубопроводов в результате аварий на нефтепроводах и изменения эксплуатационных показателей, и получены хорошие результаты. Таким образом, можно определить место утечки в контрольной точке измерения по значениям расхода и давления на момент утечки, хотя на практике это приближенное значение.

Specification of oil leakage points based on the operation data of pipelines

H.G. Ismayilova, Z.I. Farzalizade, L.M. Shikhiyeva
Azerbaijan State University of Oil and Industry

Keywords: oil pipelines, oil leakage points, flow rate, pressure drop, analytical method.

The paper deals with the analysis of negative effect of the complications in the operation of oil pipelines on environment and the analytical specification of oil leakages from the pipelines as well.

An empiric expression for the approximation of oil leakage due to the failures based on the ratio of corresponding losses considering the changes of combined characteristics of pump station and pipeline before and after the leakage is offered.

The paper presents the calculations on the definition of leakage points based on the data of chronicity of oil leakages from the pipelines due to the failures and the changes of operation parameters; good results have been obtained. Thus, it is possible to specify the leakage sites in the reference point by the values of rate and pressure at the moment of leakage, although in the practice it is an approximate value.

Ətraf mühitin mühafizəsi və karbohidrogen itkilərinin azaldılması məqsədilə boru kəmərlərində baş vermiş qəzalar nəticəsində neft sızması yeri və dərəcəsinin müəyyən edilməsi üçün istismar göstəricilərinin dəyişməsinə əsasən analitik üsulun işlənməsi və tətbiq olunmasının mümkünlüyü göstərilmişdir. Neft kəmərlərinin eko-istismar göstəricilərini yaxşılaşdırmaq məqsədilə diaqnostika üsulu təklif olunmuşdur.

Azərbaycanın zəngin karbohidrogen ehtiyatlarının, o cümlədən Xəzər hövzəsində olan neft və qaz yataqlarının mənimlənilməsilə bağlı hazırda boru kəmərləri şəbəkəsinin həm quruda, həm də dənizdə xeyli genişlənməsi, ixrac kəmərlərinin istismara verilməsi ətraf mühitin mühafizəsi məsələlərini xeyli aktuallaşdırmışdır. Digər tərəfdən, qeyd etmək lazımdır ki, istismar müddətində neft-qaz kəmərlərinin göstərdiyi mənfi təsirlər uzunmüddətli olmaqla bilavasitə ətraf mühitin çirklənməsi və karbohidrogen itkilərilə bağlıdır. Belə ki, neft kəmərlərində baş vermiş qəza nəticəsində dağılan neft boru xəttinə yaxın ərazilərdə torpaq sahələrini xeyli çirkləndirir. Axan neftin bir hissəsi torpağın aşağı qatlarına süzülməklə yeraltı sular, çaylar və digər su hövzələrinin çirklənməsinə şərait yaradır. Əgər nəzərə alsaq ki, neftlə çirklənmiş torpaqların təbii yolla öz-özünə təmizlənməsi, yəni bərpası xeyli vaxt tələb edir, ona görə bu cür torpaq sahələri uzun müddət istifadə üçün yararlız olur. Çirklənmə prosesinin nəticələri və onlarla bağlı maddi itkilər torpaq sahələrinin ölçüləri və çirklənmə dərəcələri ilə müəyyən edilir. Bu zaman baş verən karbohidrogen itkiləri qəza yeri və dərəcəsinə, eləcə də onun aşkar edilib, aradan qaldırılması vaxtından asılı olur. Qəza hallarının operativ şəkildə aradan qaldırılması üçün onların vaxtında aşkarlanması neft və neft məhsulları kəmərlərinin eko-istismar göstəricilərinin yaxşılaşdırılması və

karbohidrogen itkilərinin azaldılması baxımından çox böyük əhəmiyyət kəsb edir [1, 2].

Kəmərlərin istismar təcrübəsi göstərir ki, neft və neft məhsullarının sızmalarının aşkar edilməsi üçün ənənəvi üsullara baxmayaraq onların bir çox hallarda uzun müddət aşkar edilə bilməməsi halları da mövcuddur [3, 4].

Boru kəmərinə qəza halları ilə bağlı neft sızmalarından ətraf mühitin çirklənmə sahələrini aşkar etmək, karbohidrogen itkilərinin düzgün qiymətləndirilməsinin kəmərlərin eko-istismar göstəricilərinin yaxşılaşdırılması üçün vacibliyini nəzərə alaraq sızma yerlərinin istismar göstəriciləri əsasında təqribən də olsa qiymətləndirilməsi üçün üsul işlənmişdir.

Məlumdur ki, kəmərlərdə qəza sızmaları baş verdikdə kəmərin və nasos stansiyasının normal iş rejimi dəyişir. Bu dəyişmə keyfiyyət və kəmiyyət-cə hansı tip nasoslardan istifadə olunmasından da çox asılıdır. Belə ki, mərkəzdənqaçma nasoslari ilə təchiz olunmuş nasos stansiyasının xarakteristikası porşenli nasoslardan istifadə olunan hallardan xeyli fərqlənir. Bunu nəzərə alaraq işdə qəza neft sızmasının mərkəzdənqaçma nasoslari ilə təchiz olunmuş nasos stansiyasının və boru kəmərinin xarakteristikasının, o cümlədən onların birgə xarakteristikasının dəyişməsinə təsiri məsələsinə baxılmışdır. Bu məqsədlə nasos stansiyası və relyefli boru kəmərinin xarakteristikaları uyğun olaraq aşağıdakı məlum analitik ifadələrlə göstərilmişdir [2]. Sızma halından əvvəl, nasosun və boru kəmərinin normal iş rejimi üçün

$$H_0^{nasos} = a - bQ_0^{2-m} \quad (1)$$

$$H_0^{b/k} = kQ_0^{2-m} + \Delta z.$$

(1) ifadəsini neft sızması halı baş verdikdən sonra nasos stansiyası və kəmərlər üçün uyğun olaraq aşağıdakı kimi yazmaq olar

$$H_1^{nasos} = a - bQ_1^{2-m}$$

$$H_1^{b/k} = kQ_1^{2-m}x + kQ_1^{2-m}(1-x) + \Delta z \quad (2)$$

$$k = \beta \frac{v^m}{D^{5-m}},$$

burada Q_0 , Q_1 , və Q_2 – uyğun olaraq nasos stansiyasında sızma halından əvvəl, sonra və sızma yerindən sonra sərfələr ($Q_2 = Q_1 - q$, harada ki, q – sızan neftin miqdarıdır); x – sızma yerinə qədər olan məsafə; Δz – kəmərin başlanğıc və son nöqtələrinin hündürlüklər fərqi; a , b – uyğun olaraq mərkəzdənqaçma nasosu ilə təchiz olunmuş nasos stansiyasının maksimal basqı və onun xarakteris-

tikasının approksimasiya əmsalı; m , β – boruda neftin axın rejimlərini xarakterizə edən əmsallar; v – neftin kinematik özlülüyü; D – borunun diametri; l – kəmərin uzunluğudur.

Neft sızması halını təhlil etmək üçün nasos stansiyası və boru kəmərinə basqıların nisbi dəyişməsinin eyni olması şərtindən istifadə edərək bir sıra çevrilmələrdən sonra sərfin dəyişməsinə görə sızma yerinin təyini üçün aşağıdakı ifadəni almaq olar

$$\frac{x}{l} = \frac{1 - \left(\frac{Q_2}{Q_0}\right)^{2-m} - A \left[\left(\frac{Q_1}{Q_0}\right)^{2-m} - 1\right]}{\left(\frac{Q_1}{Q_0}\right)^{2-m} - \left(\frac{Q_2}{Q_0}\right)^{2-m}}, \quad (3)$$

$$A = \frac{\left(\frac{a}{H_0} - 1\right)}{\left(1 - \frac{\Delta z}{H_0}\right)}. \quad (4)$$

Beləliklə (3) ifadəsi göstərir ki, kəmərin həndəsi ölçüsü, nəql olunan neftin xüsusiyyətləri və sızan neftin miqdarı nəzərə alınmadan istənilən neft kəməri üçün sərfin və nasos stansiyasının xarakteristikasının dəyişməsinə görə sızma yerini təyin etmək mümkündür.

(3) və (4) ifadələrinin təhlili göstərir ki, relyefli boru kəmərləri üçün $\left(\frac{a}{H_0} \neq 0\right)$ istənilən hərəkət

rejimində $\frac{a}{H_0}$ kəmiyyət sızma halından asılı olaraq $\frac{a}{H_0} = 1.1 + 1.8$ intervalında dəyişilir.

Q_0 , Q_1 , və Q_2 sərfələri isə məlum olan (nasos stansiyasında və kəmərin sonunda ölçülən) qiymətlərdir.

Hərəkət rejiminin laminar olduğunu qəbul etsək, horizontal boru kəmərləri üçün (3) ifadəsi aşağıdakı kimi olacaqdır

$$\frac{x}{l} = \frac{1 - \left(\frac{Q_2}{Q_0}\right) - \left(\frac{a}{H_0} - 1\right) \left(\frac{Q_1}{Q_0} - 1\right)}{\frac{Q_1 - Q_2}{Q_0}} \quad (5)$$

Nasos stansiyası ilə boru kəmərinin sızmadan əvvəl və sonra birgə xarakteristikasının dəyişməsinə nəzərə alaraq uyğun sərfələrin nisbəti üçün aşağıdakı ifadəni yazmaq olar:

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \frac{q}{Q_0} + \frac{H_1}{H_0}, \quad (6)$$

burada q – sızan neftin miqdarı; H_1 , H_0 – uyğun olaraq sızmadan əvvəl və sonra işçi basqılarıdır.

Sonuncu ifadəni (5)-də nəzərə alsaq sızma dərəcəsi də nəzərə alınmaqla sızma yerini təyin etmək üçün aşağıdakı ifadəni yazmaq olar:

$$\frac{x}{l} = 1 + \frac{\frac{a}{H_0} \left(1 - \frac{Q_1}{Q_0}\right)}{\frac{q}{Q_0}}. \quad (7)$$

(7) ifadəsinə əsasən $\frac{a}{H_0}$; $\frac{Q_1}{Q_0}$; $\frac{q}{Q_0}$ -nin müxtəlif qiymətlərində sızma yerlərinin $\frac{x}{l}$ təyini məqsədilə horizontal və relyefli boru kəmərləri üçün laminar, eləcə də turbulent hərəkət rejimlərində

$$\text{hesabatlar aparılmış } \frac{x}{l} = f\left(\frac{Q_1}{Q_0}\right), \frac{x}{l} = f\left(\frac{q}{Q_0}\right)$$

asılılıqları təhlil olunmuşdur.

Neft kəmərlərində baş verən sızma yerinin sızma halını xarakterizə edən istismar göstəricilərinə əsasən analitik üsulla təyininin mümkünlüyü göstərilmişdir.

Dübandi-Böyükşor neft kəmərinin qısa xarakteristikası və sızma halı olan müddətdə kəmərdə sərfin, eləcə də başlanğıc və son təzyiqlərin dəyişməsi uyğun olaraq cədvəl 1, 2 və 3-də verilmişdir.

Təklif olunan analitik üsulla mövcud sızma xronikalarnın təhlili aparılmış, uyğun olaraq uzunluqları 61 və 25 km olan iki neft kəmərinin təmsalında sızma yerlərinin təyini aparılmışdır.

1-ci neft kəməri üçün qısa xarakteristika, sız-

Cədvəl 1

Uzunluq, km	Sınaq təzyiqi, kq/sm ²	Maksimum buraxılış təzyiqi, kq/sm ²	İşçi təzyiq, kq/sm ²		İşçi temperatur, °C		Məhsuldarlıq, m ³ /saat	
			min	max	min	max	min	max
61.1	20	25	11	17	10	50	220	850

Cədvəl 2

Vaxt	21.04.2006			22.04.2006			23.04.2006				
	Sərf, m ³ /saat	Təzyiq, atm		Vaxt, saat	Sərf, m ³ /saat	Təzyiq, atm		Saat	Sərf, m ³	Təzyiq, atm	
		giriş	çıxış			giriş	çıxış			giriş	çıxış
01:00	750	14.1	3.8	01:00	752	14.2	3.8	01:00	353	12.4	3.1
02:00	750	14.1	3.8	02:00	751	14.1	3.8	02:00	352	12.4	3.1
03:00	750	14.1	3.8	03:00	732	16.8	6.1	03:00	351	12.4	3.1
04:00	752	14.2	3.8	04:00	320	11.3	2.1	04:00	354	12.4	3.1
05:00	751	14.1	3.8	05:00	03:43-də buraxılış baş verir	8.2	1.3	05:00	353	12.4	3.1
06:00	752	14.2	3.8	06:00		6.1	0.9	06:00	355	12.4	3.1
07:00	750	14.1	3.8	07:00		5.8	0.7	07:00	352	12.4	3.1
08:00	752	14.2	3.8	08:00		5.7	0.6	08:00	550	13.1	3.1
09:00	751	14.1	3.8	09:00		5.5	0.6	09:00	611	13.4	3.2
10:00	752	14.2	3.8	10:00		5.5	0.6	10:00	643	13.5	3.3
11:00	751	14.1	3.8	11:00		5.4	0.5	11:00	661	13.6	3.4
12:00	752	14.2	3.8	12:00		5.5	0.6	12:00	720	13.8	3.5
13:00	750	14.1	3.8	13:00		5.5	0.6	13:00	742	14.1	3.7
14:00	752	14.1	3.8	14:00		5.4	0.5	14:00	749	14.1	3.7
15:00	751	14.2	3.8	15:00	238	10.9	2.9	15:00	748	14.1	3.7
16:00	751	14.1	3.8	16:00	291	11.1	3.1	16:00	752	14.2	3.8
17:00	752	14.2	3.8	17:00	342	12.4	3.1	17:00	751	14.1	3.8
18:00	751	14.1	3.8	18:00	346	12.4	3.1	18:00	752	14.2	3.8
19:00	752	14.2	3.8	19:00	353	12.4	3.1	19:00	750	14.1	3.8
20:00	750	14.1	3.8	20:00	352	12.4	3.1	20:00	752	14.2	3.8
21:00	752	14.2	3.8	21:00	351	12.4	3.1	21:00	751	14.1	3.8
22:00	751	14.1	3.8	22:00	355	12.4	3.1	22:00	752	14.2	3.8
23:00	752	14.2	3.8	23:00	354	12.4	3.1	23:00	752	14.2	3.8
24:00	752	14.2	3.8	24:00	355	12.4	3.1	24:00	752	14.2	3.8

Saat	26.05.2006			Qeyd	Qeyd	Saat	11.09.2006		
	Sərf, m ³ /saat	Təzyiq, MPa					Sərf, m ³ /saat	Təzyiq, atm	
		giriş	çıxış				giriş	çıxış	
01:00				09:00-da neftin nəqlinə başlanılmışdır.	10:30-da neftin nəqlinə başlanılmışdır.	01:00			
02:00						02:00			
03:00						03:00			
04:00						04:00			
05:00						05:00			
06:00						06:00			
07:00						07:00			
08:00						08:00			
09:00				11:40-da sızma baş vermiş və 13:20-də sızma ləğv edilmişdir.	14:18-də sızma baş vermiş və 16:00-da sızma ləğv edilmişdir.	09:00			
10:00	93	0.96	0.85			10:00			
11:00	156	10.7	0.86			11:00	62	9.5	8.6
12:00	104	0.72	0.59			12:00	149	10.6	8.6
13:00	-	-	-			13:00	157	10.7	8.5
14:00	105	10.3				14:00	157	10.7	8.5
15:00	155	10.7				15:00	47	6.8	6.2
16:00	157	10.6				16:00	-	-	-
17:00	157	10.7		17:00	112	10.6	8.5		
18:00	157	10.7		18:00	155	10.8	8.6		
19:00	158	10.6		19:00	157	10.8	8.6		
20:00	157	10.6		20:00	157	10.8	8.6		
21:00	157	10.6		21:00	158	10.7	8.6		
22:00	84	10.6		22:00	157	10.7	8.6		
23:00				23:00	141	10.6	8.6		
24:00				24:00					
				21:35-də neftin nəqli saxlanılmışdır.	22:55-də neftin nəqli saxlanılmışdır.				

madan əvvəl və sonra işçi parametrlərinin dəyişməsi uyğun olaraq cədvəl 1 və 2-də verilmişdir.

2-ci neft kəməri üçün müxtəlif vaxtlarda neft sızmalarının xronikası cədvəl 3-də verilmişdir.

Neft kəmərlərində sızma hallarını araşdırmaq üçün kəmərin normal iş rejimi və sızma anında götürülmüş sərf və təzyiqin qiymətlərinin (7) ifadəsində nəzərə almaqla sızma yerinin təyini üçün hesablamalar aparılmışdır.

Normal iş rejimində 1-ci kəmər üçün sərf $Q_0=751$ m³/saat, təzyiq $p=1.41$ MPa, sızma anında $q=19$ m³/saat, $Q_1=770$ m³/saat olduğunu bilərək sızma yerini təyin edək

$$\frac{x}{l} = 1 + \frac{25 \left(1 - \frac{770}{751} \right)}{19} = 0.77$$

$l=61$ km olduğundan

$$x=0.77 \cdot 61=47.1 \text{ km.}$$

Hesabatdan tapılan sızma yeri faktiki sızma yeri ilə demək olar ki, üst-üstə düşmüş, bu zaman

onların arasındakı fərq 120 m təşkil etmişdir.

Digər neft kəməri üçün normal rejimdə sərf $Q_0=155$ m³/saat, təzyiq $p=1.07$ MPa, sızma anında $q=52$ m³/saat, $Q_1=207$ m³/saat olduğunu bilərək sızma yerini təyin edək

$$\frac{x}{l} = 1 + \frac{15 \left(1 - \frac{207}{155} \right)}{52} = 0.4$$

$l = 25$ km olduğundan

$$x = 0.4 \cdot 25 = 10 \text{ km.}$$

Bu zaman hesablamadan alınan sızma yeri faktiki sızma yerindən 230 m çox olmuşdur.

Hesablamalardan görüldüyü kimi, nəzarət ölçü məntəqəsində sızma anı üçün sərf və təzyiqin qiymətlərinə əsasən sızma yerini praktikada təqribən olsa da təyin etmək mümkündür.

Nəticə

Neft kəmərlərinin ekoloji və istismar göstəricilərinin yaxşılaşdırılması, o cümlədən baş verən

neft itkilərinin azaldılması məqsədilə kəmərlərdə qəza-neft sızmalarının yerini operativ təyin etmək üçün istismar göstəricilərinə əsasən analitik üsul

təklif olunmuş və real neft kəmərlərində sınaqdan çıxarılmışdır.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Гумбатов Г.Г. Вопросы охраны окружающей среды на нефтедобывающих предприятиях. – Баку, 1999, 87 с.
2. Алиев Р.А. Трубопроводный транспорт нефти и газа. – М.: Недра, 1988, 368 с.
3. İbişov B.H., İsmayilov B.Q. Boru kəmərlərindən ətraf mühitə neft sızmalarının diaqnostikası. “Azərbaycan – müstəqillikdən sonra” beynəlxalq konfransın materialları. – Bakı, 2003, s. 134-135.
4. Мамонова Т.Е., Шкляр В.Н. Алгоритмы определения утечки в нефтепроводе с учетом его геометрического профиля // Томский политехнический университет. Вестник науки Сибири, 2011, № 1 (1), с. 260-266. <http://sjs.tpu.ru>

References

1. Gumbatov G.G. Voprosy okhrany okruzhayushchey sredy na neftegazodobyvayushchikh prepriyatyakh. – Baku, 1999, 87 s.
2. Aliyev R.A. Truboprovodniy transport nefiti i gaza. – M.: Nedra, 1988, 368 s.
3. İbishov B.H., İsmayilov V.G. Boru kemerlerinden etraf muhite neft sızmalarinin diaqnostikasi. “Azerbaijan – mustəqillikdən sonra beynelkhalg konfransin materiallari”. Baki, 2003, s. 134-135.
4. Mamonova T.E., Shklyar V.N. Algoritmy opredeleniya utechki v nefreprovode s uchuyotom yego geometricheskogo profilya. Tomskiy politekhnicheskij universitet. Vestnik nauki Sibiri, 2011, No 1(1), s. 260-266. <http://sjs.tpu.ru>