

UDC 550.8.004

DOI 10.52171/2076-0515_2024_16_03_58_64

Diagnosing Technological Complications in Gas Pipelines Based on Quality Indicators of Natural Gas Mixtures

E.Kh. Iskandarov

Azerbaijan State University of Oil and Industry (Azadlig ave. 16/21, Baku, AZ1010, Azerbaijan)

For correspondence: Iskandarov Elman / e-mail: e.iskenderov62@mail.ru

Abstract

Complications that arise during the transportation of natural gas are related to its multiphase nature. Mixing different gasses can alter their quality indicators. Currently, changes in individual gas components, gas moisture, and density indicators are not additive to their initial values. The article investigates the changes that occur during the mixing of natural gasses transported from two sources. It uses physico-chemical indicators of the mixture as a diagnostic sign. The article shows the possibility of predicting technological complications in the gas pipeline using the rank classification method.

Keywords: natural gas, gas mixture, gas pipeline, structural change, component composition of gas, technological condition, rank classification.

Received 23.01.2024

Revised 19.09.2024

Accepted 23.09.2024

For citation:

E.Kh. Iskandarov

[Diagnosing Technological Complications in Gas Pipelines Based on Quality Indicators of Natural Gas Mixtures]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2024, vol. 16, № 3, pp. 58-64 (in Azerbaijani)

Təbii qaz qarışıqlarının keyfiyyət göstəriciləri əsasında qaz kəmərinə baş verən texnoloji mürəkkəbləşmələrin diaqnostikası

E.X. İskəndərov

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

Xülasə

Təbii qazın nəqli zamanı yaranan mürəkkəbləşmələr onların multifazalığı ilə bağlıdır. Müxtəlif qazların qarışması ilə onların keyfiyyət göstəriciləri də dəyişikliklərə məruz qalır. Bu zaman ayrı-ayrı qaz komponentləri, qazın nəmliyi, sıxlığı və s. göstəricilərinin dəyişməsi onların ilkin qiymətlərinə additiv olmur. Məqalədə iki mənbədən nəql olunan təbii qazların qarışması zamanı baş verən dəyişikliklərin xarakteri araşdırılmış, qarışığın fiziki-kimyəvi göstəricilərindən diaqnostika əlaməti kimi istifadə edilərək, rəng təsnifatı üsulu ilə qaz kəmərinə baş verən texnoloji mürəkkəbləşmələrin proqnozlaşdırılmasının mümkünlüyü göstərilmişdir.

Açar sözlər: təbii qaz, qaz qarışığı, qaz kəməri, struktur dəyişikliyi, qazın komponent tərkibi, texnoloji vəziyyət, rəng təsnifatı.

Диагностика возникающих в газопроводе технологических осложнений на основе показателей качества природных газовых смесей

Э.Х. Искендеров

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности (пр. Азатлыг 16/21, Баку, AZ101, Азербайджан)

Аннотация

Осложнения, возникающие при транспортировке природного газа, связаны с его многофазностью. При смешивании различных газов их качественные показатели могут изменяться. Изменение отдельных компонентов газа, его влажность, плотность и т. д. носят неаддитивный характер своим первоначальным значениям. В статье проанализирован характер изменений физико-химических показателей смеси природного газа и показана возможность диагностирования технологических сложностей в газопроводах с помощью ранговой классификации на основе этих показателей в качестве признака диагностирования.

Ключевые слова: природный газ, газовая смесь, газопровод, структурное изменение, компонентный состав газа, технологическое состояние, ранговая классификация.

Giriş

Təbii qazın nəqlinin səmərəliliyi daha çox yerinə yetirilən texnoloji proseslərin keyfiyyətindən asılıdır. Belə ki, mükəmməl olmayan separasiya prosesi nəticəsində qazın tərkibində qalaraq nəql sistemlərinə keçən maye hissəcikləri sonradan qaz kəmərlərində müxtəlif texnoloji problemlərin (tıxacıaranma, hidrat əmələgəlmə, korroziya aşınmaları və s.) yaranmasına səbəb olur. Qaz qarışığında mexaniki hissəciklərin olması isə nəql sisteminin metallik elementlərinin eroziya dağılmalarından sıradan çıxmasını sürətləndirir. Lakin qazların nəqli zamanı mürəkkəbləşmələrin yaranması həm də qazların multifazallığı ilə bağlıdır. Belə ki, müxtəlif keyfiyyət göstəricilərinə malik qazların qarışması ilə bu parametrlər də dəyişikliklərə məruz qalır. Qaz qarışığının tərkibindəki ayrı-ayrı komponentlər, mexaniki hissəciklər, nəmlik və s. göstəricilər özlərinin ilkin qiymətlərinə qeyri-additiv olaraq dəyişilir.

Magistral qaz kəmərinin texnoloji vəziyyəti onun buraxma qabiliyyətinə və hidravliki xarakteristikalarına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Təbii qazın hazırlanma məntəqələrində mövcud norma və tələblər səviyyəsində təmizlənməməsi sonradan kəmərdaxilində suyun və karbohidrogen buxarlarının kondensləşməsinə səbəb olur. Bu isə, öz növbəsində maye fazasının kəmərdaxilində çökək yerlərində yığılaraq tıxaclar əmələ gətirməsi, hidrat birləşmələrinin yaranması nəticəsində qaz kəmərinin en kəsinin kiçilməsi və ya tam tutulması ilə nəticələnir.

Mürəkkəb coğrafi şəraitlərdə quraşdırılan qaz kəmərlərinin aşağı hissələrinin daxili səthində toplanan çöküntülərin nəql sisteminin işinə törətdiyi mənfi təsirlər həm də təmir və enerji xərclərinin artmasına, nəqlin maya dəyərinin çoxalmasına səbəb olur.

Neftqazçıxarma sənayesində çoxsaylı tədqiqat işlərində müxtəlif texnoloji proseslərin diaqnostikası, eləcə də nəql parametrlərinin proqnozlaşdırılması üçün qazın komponent tərkibindən köməkçi vasitə (əlamət) kimi istifadə edilməsi araşdırılmışdır.

Məqalədə nəql olunan iki müxtəlif tərkibli təbii qazın qarışığında baş verən struktur dəyişikliyinə qaz kəmərlərinin texnoloji vəziyyətinin mürəkkəbləşmələrinə təsiri araşdırılmışdır. Təbii qazın komponent tərkibi və bəzi keyfiyyət göstəriciləri ilə bağlı əldə olunmuş mədən məlumatları əsasında təsnifləşdirmə funksiyasının qiymətləndirilməsi və rəqəqləşdirilməsi aparılmışdır.

İşin məqsədi

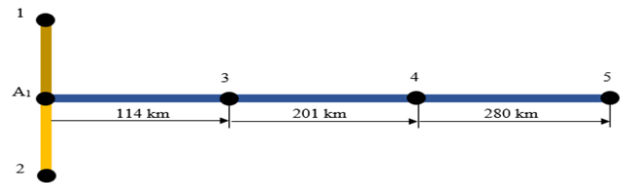
Qaz kəmərinə texnoloji mürəkkəbləşmələri proqnozlaşdırmaq üçün diaqnostika əlamətləri kimi qaz komponentləri, sıxlıq və s. parametrlərdən istifadə edilmişdir. Göstərilmişdir ki, təbii qazın komponent tərkibi qazın parametrlərinin və texnoloji proseslərin qiymətləndirilməsi üçün diaqnostika meyarı rolunu oynaya bilər.

Bu isə, rəqəqləşdirmə funksiyasının dəyişilmə dinamikasına əsasən baş verəcək texnoloji mürəkkəbləşmələrin öncədən proqnozlaşdırılmasına imkan verə bilər. Araşdırmalar göstərmişdir ki, qaz qarışıqlarını nəql edən boru kəmərlərinin texnoloji vəziyyətinin diaqnostikasını aparmaq üçün nəql olunan qazların komponent tərkibi və bəzi keyfiyyət göstəricilərindən diaqnostika meyarı kimi istifadə etmək mümkündür [1-6].

Təbii və səmt qazlarının qarışıqların komponent tərkibinin və onun keyfiyyətini xarakterizə edən bəzi mühüm parametrlərin dəyişilmə dinamikasının tədqiqi də bunu təsdiq etmişdir [3].

Məsələnin qoyuluşu və həlli

Araşdırma zamanı iki müxtəlif təbii qazın qarışıqlarını xarakterizə edən parametrlərin dəyişilmə dinamikası tədqiq edilmişdir. Bəzi texniki parametrləri cədvəl 1-də qeyd olunan qaz kəməri ilə iki məntəqədən nəql olunan təbii qazların qarışmasına baxılmışdır (şəkil 1).



Şəkil 1 – Qaz nümunələrinin götürüldüyü məntəqələr

Figure 1 – Gas sampling stations

Cədvəl 1 – Qaz kəmərinin texniki parametrləri

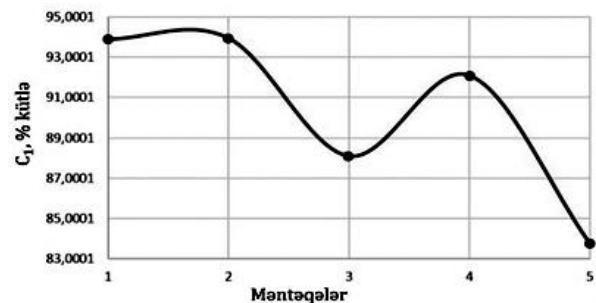
Table 1 – Technical parameters of the gas pipeline

Qaz kəmərləri	Qaz kəmərinin istismara verildiyi il	Qaz kəmərinin diametri (mm) və uzunluğu (m)	Qaz kəmərinin təzyiqi, kqq/sm ²	
		1020	İcazə verilən maksimal təzyiq	Layihə üzrə təzyiq
71-114 km	1970	43000	32	55
114-260 km	1970	146000	28	55
260-378.3 km	1970	118300	26	55
Cəmi		307300		

1 məntəqəsindən nəql olunan təbii qaz 2 məntəqəsindən daxil olan digər təbii qazla A məntəqəsində qarışaraq, diametri 1020 mm olan qaz kəməri ilə 3, 4 və 5 məntəqələrinə nəql olunur (şəkil 1). Həm 1 və 2 məntəqələrində, həm də trasda yerləşən 3, 4 və 5 məntəqələrində qaz nümunələri götürülərək, onların komponent tərkibi və bəzi fiziki-kimyəvi göstəriciləri araşdırılmış, qaz qarışıqlarında baş verən struktur dəyişikliyinə qaz kəmərlərinin texnoloji vəziyyətinin mürəkkəbləşmələrinə təsiri nəzərdən keçirilmişdir.

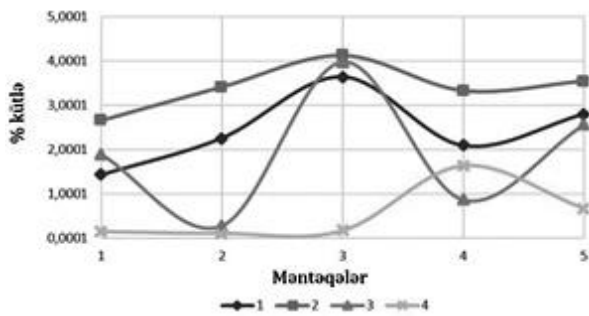
Məlum olmuşdur ki, qaz kəmərinə müxtəlif mənbələrdən verilən təbii qazların qarışması nəticəsində onların keyfiyyət göstəriciləri əhəmiyyətli dəyişikliyə məruz qalır [5, 7-9]. 15 gün ərzində qeyd olunan məntəqələrdə gündəlik olaraq eyni vaxtda götürülən qaz nümunələrinin analizləri aparılmış, ayrı-ayrı məntəqələr üzrə toplanmış məlumatlar əsasında qaz komponentlərinin və

qazın bəzi keyfiyyət göstəricilərinin dəyişilmə dinamikası izlənilmişdir. Təhlillər göstərmişdir ki, C_1 , C_3 , C_{5+} , CO_2 , N_2 , ρ_q parametrləri kəmər boyu daha böyük dəyişikliyə məruz qalırlar. Qeyd olunan göstəricilərin qiymətlərinin məntəqələr üzrə dəyişilmə dinamikasını əks etdirən asılılıqlar şəkil 2-də göstərilmişdir.



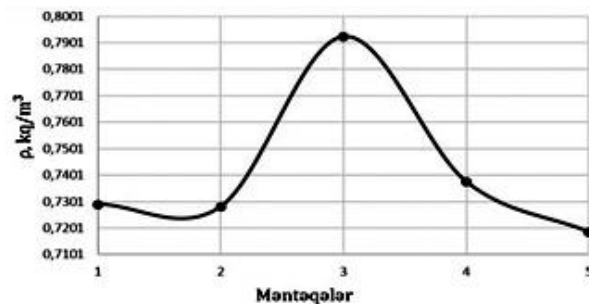
Şəkil 2 – Məntəqələr üzrə C_1 komponentinin dəyişilməsi

Figure 2 – Variation of C_1 component by stations



Şəkil 3 – Qaz komponentlərinin məntəqələr üzrə dəyişilməsi (1 - C_{3+} , 2 - C_2 , 3 - CO_2 , 4 - N_2)

Figure 3 – Variation of the gas components by stations (1- C_{3+} , 2- C_2 , 3- CO_2 , 4- N_2)



Şəkil 4 – Məntəqələr üzrə ρ_q -nin dəyişilməsi

Figure 4 – Variation of ρ_q by points

Şəkil 2–3-dən göründüyü kimi, qaz nümunələrinin götürüldüyü 3, 4 və 5 məntəqələrinə C_1 komponentinin qiymətləri 1 və 2 məntəqələrindəki ilkin qiymətlərindən kiçik, N_2 və ρ_q göstəricilərinin qiymətləri isə özlərinin ilkin qiymətlərindən böyük olmuşdur. Digər parametrlərin məntəqələr üzrə dəyişilmə dinamikası da müxtəlif olmuşdur. Baxılan halda qaz qarışığının komponent tərkibinin xarakterik dəyişilməsi 3 və 5-ci məntəqələrdə qeydə alınmışdır.

Tədqiqatlar zamanı daha xarakterik dəyişikliklərə uğramış C_1 , C_3 , C_{5+} , CO_2 , N_2 və ρ_q parametrləri üçün rəng klassifikasiyası aparılmışdır. İzlənilən parametrlərin dəyişilmə intervalları üçün cədvəl 2-də göstərilən 5 ballıq qiymətləndirmə sistemi qəbul edilmiş və müvafiq rənglər (R_i) qeyd olunmuşdur.

Sonra məntəqələr üzrə C_1 , C_3 , C_{5+} , CO_2 , N_2 və ρ_q göstəricilərinin intervallar üzrə rənglər cəmlənərək tədqiqatın hər bir günü üzrə rənglərin yekun qiymətləri ($R = \sum R_i$) tapılmışdır. Cəmi rənglərin məntəqələr üzrə qiymətləri cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəl 2 – Diaqnostika meyarlarının qiymətləndirmə intervalları

Table 2 – Assessment intervals of diagnostic criteria

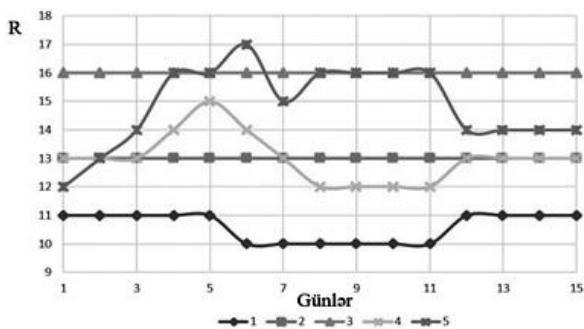
Rənglər	C_1	C_2	C_{3+}	N_2	CO_2	ρ_q
1	< 88	< 1,0	< 0,1	< 0,5	< 1	< 0,74
2	88-90	1,0-1,5	0,1-0,15	0,5-1,0	1-2	0,74-0,76
3	90-92	1,5-2,0	0,15-0,20	1,0-1,5	2-3	0,76-0,78
4	92-94	2,0-2,5	0,20-0,25	1,5-2,0	3-4	0,78-0,80
5	> 94	> 2,5	> 0,25	> 2,0	> 4	> 0,8

Cədvəl 3 – Qaz nümunələrigötürülən məntəqələrində yekun rənglərin (R) qiymətləri

Table 3 – Final rank (R) values at gas sampling stations.

Günlər	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Məntəqələr	1	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10	11	11	11	11
	2	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	3	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	4	13	13	13	14	15	14	13	12	12	12	12	13	13	13
	5	12	13	14	16	16	17	15	16	16	16	16	14	14	14

Sonra isə həmin ranqların dəyişilmə dinamikası təhlil edilmiş və ranqların hesablanmış qiymətlərinin məntəqələr və günlər üzrə dəyişilmə dinamikasını göstərən asılılıqlar qurulmuşdur (şəkil 5).



Şəkil 5 – Məntəqələrdə ranqların qiymətlərinin günlər üzrə dəyişilməsi (1-5 – məntəqələr)

Figure 5 – Variation of rank values by days (1-5 – stations)

Şəkil 5-dən göründüyü kimi, qaz kəmərinə təbii qazların qarışığı üçün bütün məntəqələrdə ranqların hesablanmış qiymətləri (R_i) qazların 1 və 2 məntəqələrindəki ilkin qiymətlərindən böyükdür. Nəticələrin təhlili göstərir ki, qaz kəməri ilə nəql olunan qaz qarışığı üçün additivlik qaydaları ödənilmir. 3 məntəqəsində ranqın yüksək və sabit qalması ondan irəli gəlir ki, təbii qazların qarışması baş versə də, hələ ki, bu məntəqədə əks proseslər baş verməmişdir. 3 məntəqəsinədək ranqın qiyməti dəyişməmiş, 4 və 5 məntəqələri arasında isə qaz kəmərinin işi, bəzi günlərdə baş verən dəyişiklikləri nəzərə almasaq, əsasən sabit qalmışdır.

Ona görə də, II qaz kəməri üçün də 3 məntəqəsinədək olan kəmərin hissəsi istisna olmaqla 3 və 4, 4 və 5 məntəqələri arasında ciddi mürəkkəbləşmələrin olduğu istisna təşkil etməmişdir. Daha xarakterik dəyişikliklər isə 4 və 5 məntəqələri arasındakı kəmərin hissəsində müşahidə edilmişdir. Bu hissə üçün ranqın qiyməti əhəmiyyətli dərəcədə artaraq sabitləş-

miş, sonra isə azalmışdır. 4 və 5 məntəqələrində baş verən proseslər ranqların qiymətlərinin azalmasına və artmasına səbəb olmuşdur. Ranq funksiyasının qiymətinin azalması kəmərdə əks kondensləşmənin (yəni, maye karbohidrogenlərin ayrılması), artması əks buxarlanmanın baş verməsinin dolayısı yolla təsdiqi hesab edilə bilər. Bunu 3 məntəqəsi üçün ranqın dəyişilmə dinamikasından da aydın görmək mümkündür. Qazın bəzi komponentlərinin və sıxlığının dəyişilməsi də ranqların dinamikasında baş verən dəyişikliklərin təsdiqi hesab edilə bilər.

Nəticə

Beləliklə, müxtəlif qazların qarışması zamanı boru kəmərlərində baş verən mürəkkəbləşmələrin onlarda gedən proseslərin qeyri-additiv xarakterə malik olması ilə bağlı olduğu bir daha təsdiqini tapır. Bu zaman baş verən struktur dəyişiklikləri qaz kəmərinə maye fazanın düşməsi və retroqrad hadisələrinin baş verməsi bir sıra texnoloji mürəkkəbləşmələrə zəmin yaradır.

Ayrı-ayrı qazların qarışıqlarının nəqli üzrə aparılan tədqiqat işlərinin təhlilinə əsasən belə bir nəticəyə gəlmək mümkündür ki, qaz qarışıqlarını nəql edən boru kəmərlərinin daxili vəziyyətinin diaqnostikasını qarışan qazların komponent tərkibinin və keyfiyyət göstəricilərinin dəyişilməsinə görə yerinə yetirmək mümkündür. Əgər qaz qarışıqları üçün hesablanmış ranqların cəmi kəmərin uzunluğu boyu additivlik qaydası daxilində sabit qalarsa, bunu boru kəmərinə struktur dəyişikliyin baş verməməsinin əlaməti kimi qəbul etmək olar.

Qaz qarışıqları üçün hesablanmış ranqın yekun qiyməti kəmərin boyu özünün ilkin qiymətlərinə qeyri-additiv dəyişərsə, bunu qaz kəmərinə struktur dəyişikliyin, eləcə də

faza çevrilmələrinin baş verməsi halı kimi dəyərləndirmək lazımdır. Birinci halda, yəni, additivlik qaydasının ödənildiyi halda yekun ranqın qiymətinin dəyişməsi kəmərdə maye fazasının (karbohidrogen və su) yaranmasına işarədirsə, additivlik qaydasının pozulduğu halda yekun ranqın qiymətinin dəyişməsi

“əks buxarlanma” və ya “əks kondensləşmə” hadisələrinin baş verdiyini göstərir.

Maraqlar münaqişəsi

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

REFERENCES

1. **Mirzadzhanzade A.H., Maksudov F.G., Nigmatulin R.A.** i dr. Teoriya i praktika primeneniya neravnovesnyh sistem v nefte dobyche. - Baku: Elm. 1985. - 320 s. *(in Russian)*
2. **Sattarov R.M.** Issledovanie dvizheniya gazozhidkostnyh sistem s uchetom obrazovaniya mikrozarodyshej // *Inzhenerno-fizicheskij zhurnal*. - Minsk, 1987, t. 52, № 2, s.27-32. *(in Russian)*
3. **Iskenderov E.H., Ismailov G.G., Izbasarov E.I.** Analiz strukturnykh izmenenij v smesi transportiruemyyh prirodnyh i poputnyh gazov // Nauchnyj informacionnyj sbornik «Transport i hranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo syriya». – Moskva, 2017, № 3, s.43-47 *(in Russian)*
4. **Gricenko A.I., Klapchuk O.V., Harchenko Yu.A.** Gidrodinamika gazozhidkostnyh smesej v skvazhinah i truboprovodah. - Moskva: Nedra, 1994. - 279 s. *(in Russian)*
5. **İsmayılov Q.Q. Ələkbərov Y.Z., İskəndərov E.X.** və b. Qaz kəmərlərinin texnoloji vəziyyətinin diaqnostikası üzrə metodik rəhbərlik. – Bakı: Elm nəşriyyatı, 2017. - 38s. *(in Azerbaijani)*
6. **Ismailov G.G. i dr.** O nekotoryh problemah promyslovoj podgotovki nefti i vody // *Izvestiya Vysshih Tekhnicheskikh Uchebnyh Zavedenij Azerbajdzhana*. Baku, 2016, tom 18, № 1, s.29-38 *(in Russian)*
7. **Iskenderov E.H., Ismailov G.G., Ismailova F.B.** Issledovanie vliyaniya stepeni obvodnennosti nefti na sostav gazovoj fazy // AMEA, Beynəlxalq "Eko-energetika" Akademiyası, *"Ekoenergetika" elmi-texniki jurnalı*, Bakı, 2017, №3, s.76-83 *(in Azerbaijani)*
8. **İsmayılov Q.Q. Ələkbərov Y.Z., İskəndərov E.X.** və b. Ekstremal şəraitlərdə qazların yığılması, hazırlanması və nəqli - Bakı: ELM nəşriyyatı, 2018. - 506 s. *(in Azerbaijani)*
9. **İskəndərov E.X.** Nəql olunan təbii və səmt qazların qarışığında struktur dəyişikliyin diaqnostikası // *Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri*, Bakı, 2018, cild 10, №3, s. 75-79 *(in Azerbaijani)*