

Conclusion. Geological carbon storage provides solution to climate change by permanently trapping CO₂ emissions underground. Understanding the different types of storage formations, potential locations, and operational processes involved is vital for the responsible and effective implementation of CCS technology. Ongoing research and development efforts important to optimize storage technologies, enhance operational efficiency, and ensure the long-term safety and environmental sustainability of geological CO₂ storage. Understanding how CO₂ behaves under different pressure and temperature conditions is essential for optimizing CCS processes.

References

1. Basile, P.Morrone, (2011). "Advanced Membrane Science and Technology for Sustainable Energy and Environmental Applications"
2. American Petroleum Institute. (2005). Recommended Practices for Wellbore Completions for Carbon Dioxide Storage. <https://www.api.org/news-policy-and-issues/carbon-capture-storage>.
3. Bachu, S. (2015). Screening and evaluation of geological storage sites for CO₂. In: Song, C. M., G. J. Burruss, and A. R. [Song, C. M., Burruss, G. J., & Holloway, S. (Eds.): Eds.. Geological sequestration of greenhouse gases.Springer(pp. 27-63).
4. Benson, S. M., Baccaro, J., Cole, D. R., Holloway, S., & Teaster, J. (2018). Estimation of damages and environmental risks associated with CO₂ leakage from geologic storage. Energy Procedia, 146, p.103-114
5. Bachu,S., Bonijoly,D., Bradshaw,J, Burruss,R. Christensen, N.P., Holloway,S. and Mathiassen, O.M. (2007). Estimation of CO₂ Storage Capacity in Geological Media- Phase 2, prepared by the Task Force on CO₂ Storage Capacity Estimation for the Technical Group of the Carbon Sequestration Leadership Forum (CSEL), Available from: <http://www.eslforum.org/publications/documents/PhaseIIReportStorageCapacityMeasurementTaskForce.pdf> (Accessed 6 August 2013)
6. Bagley, P.M., Smith, K.L., Bett, B., Priede, I.G., Rowe, G., Clarke, J. and Walls, A. (2007). Deep ocean Environmental Long-term Observatory System (DELOS): Long-term (25-year) monitoring of the deep-ocean animal community in the vicinity of offshore hydrocarbon operations. OCEANS 2007 - Europe, 1-5, 18-21 June 2007 doi: 10.1109/OCEANSE.20074302250.
7. Baugh, S.L., (2024). Carbon Capture and Storage. Available from: <https://www.britannica.com/technology/carbon-capture-and-storage>
8. Bennion, B. and Bachu, S. (2008). 'Drainage and imbibition relative permeability relationships for supercritical CO₂, brine and HS/brine systems in intergranular sandstone, carbonate, shale and anhydrite rocks, SPE Reservoir Evaluation and Engineering, 11(3), pp.487-496
9. Benson, S.M., & Cole, D.R. (2000). CO₂ sequestration in deep sedimentary formations: Geological criteria for regional assessment. Energy, 25(11), pp.899-918

Məqaləyə istinad: Ələkbərov A.H.Sulu təbəqələrdə karbonun tutulma və saxlanması. Elmi Əsərlər/Scientific works, AzMIU, s. 71-75, N2, 2024

For citation: Alakbarov A.H. Carbon capture and storage in aquifers. Elmi Əsərlər/Scientific works, AzUAC. p.71-75, N2, 2024

Redaksiyaya daxil olma/Received 5.2.2024

Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 5.4.2023

<http://doi.org/10.58225/sw.2024.2-76-81>

PARALEL ŞƏBƏKƏLƏRİN İSTİSMARINDA QAZ İTKİLƏRİNİN QARŞISININ ALINMASI MƏQSƏDİ İLƏ BAĞLAYICI ARMATURLARIN SƏMƏRƏLİ YERLƏŞDİRİLMƏSİNİN TƏDQIQI

Əliyev İlqar Qiyas oğlu - t.ü.f.d., dosent, Bina və qurğuların istismarı və rekonstruksiyası kafedrası, AzMİU, i_q_aliyev@mail.ru

Yusifov Maarif Zabit oğlu - t.ü.f.d., dosent, Bina və qurğuların istismarı və rekonstruksiyası kafedrası, AzMİU, maarif_yusifov@mail.ru

Ömərqədiyeva Mədinə Əbdürəşid qızı - m.ü.f.d., baş müəllim, Memarlıq konstruksiyaları və abidələrin bərpası kafedrası, AzMİU, medina-omar@mail.ru

Xülasə: Tələbatçı müəssisələrin işini onları qaz yanacağı ilə qidalandıran paylayıcı kəmərin iş rejimindən asılı etməmək və həmin müəssisələrin qazla təminin fasiləsizliyinin təşkili vacib məsələlərdəndir. Bu məqsədlə şəbəkənin istismarının yeni texnoloji əsaslarının işlənilməsi və qaz nəqlətdici şəbəkələrə quraşdırılmış müasir avadanlıqların sayəsində qaz itkisinin qarşısının alınması üçün nəzəri- əsaslandırılmış hesabat sxeminin işlənilməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Məqalədə paralel qaz kəmərlərinin istismarında qaz itkilərinin qarşısının alınması məqsədilə bağlayıcı armaturların səmərəli yerləşdirilməsi tədqiq edilmiş, paralel qaz kəmərlərinin istismarının nəzəri və texniki əsasları üçün təkliflər verilmişdir.

Açar sözlər: Paralel qaz kəmərləri, qaz kəmərlərinin istismarı, kəmərlərin əlaqələndiricisi, lupinq, çox düzümlü boru şəbəkəsi, fasiləsiz qaz təminatı, qəza rejimi, armaturların optimal addımı

INVESTIGATION OF THE EFFECTIVE PLACEMENT OF CLOSING VALVES IN ORDER TO PREVENT GAS LOSSES DURING OPERATION OF PARALLEL NETWORKS

Aliyev İlqar Qiyas- Phd in tech.sc., ass.prof., department of Operation and reconstruction of buldings and facilities, AzUAC, i_q_aliyev@mail.ru

Yusifov Maarif Zabit- Phd in tech.sc., ass.prof., department of operation and reconstruction of buldings and facilities, AzUAC, maarif_yusifov@mail.ru

Omargadiyeva Medina Abdurashid – Phd in architecture., senior lecturer, department of Architectural constructions and restoration of monuments, AzUAC, medina-omar@mail.ru

Abstract: One of the important issues is not to make the work of demanding enterprises dependent on the mode of operation of the distribution pipeline feeding them with gas fuel and the organization of continuity of gas supply of these enterprises. For this purpose, it is of great importance to develop new technological bases for the operation of the network and to develop a theoretically justified reporting scheme for the prevention of gas losses due to modern equipment installed in gas transport networks. In the article, the efficient placement of closing fittings for the purpose of preventing gas losses in the operation of parallel gas pipelines was investigated, and proposals were made for theoretical and technical bases of the operation of parallel gas pipelines.

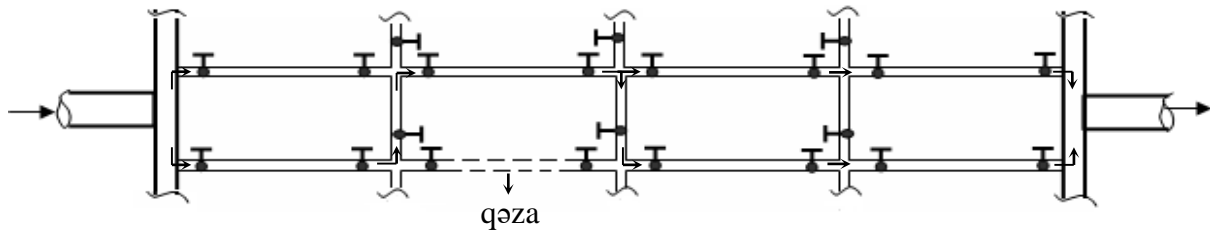
Keywords: Parallel gas pipelines, operation of gas pipelines, pipeline interconnector, loopings, multi-line gas pipeline network, uninterrupted gas supply, accident mode, optimal spacing of fittings

Giriş. Stasionar rejimlərdə qaz şəbəkələrin dinamiki halı vaxtdan asılı olmayaraq kəmərlər boyu sabit qaldığından onların istismar edilməsində dispetçer məntəqələrinin işində heç bir problem yaratmır. Ancaq qeyri-stasionar rejimlərdə, yəni qəza rejimlərində qaz kəmərlərinin dinamiki halının dəyişməsinə görə istismar iş rejiminin məqsədyönlü idarə edilməsi böyük təcrübə əhəmiyyətlə malikdir.

Bu zaman şəbəkələrin etibarlığının artırılması və qaz itkisinin qarşısının alınması məqsədi ilə əlavə armatur və avadanlıqların quraşdırılmasına ehtiyac duyulur. Başqa sözlə, tələbatçılara fasiləsiz qaz verimi və eləcə də ətraf mühitə itirilən qazın miqdarının azadılması üçün yeni hesabat sxemini işlənilməlidir.

Qaz kəmərlərin istismarında itkilərin qarşısının alınması məqsədi ilə bağlayıcı armaturlar arasındakı məsafənin təyini. Qeyd etmək lazımdır ki, boru kəmərlərində qəza baş verən zaman ətraf mühitə itirilən qazın miqdarı da bağlayıcı armaturalar arasındakı məsafədən asılıdır. Belə ki, kəmərlərdə qəza halları baş verdikdə əsasən zədələnmiş hissəni qaz kəmərinin əsas hissəsindən bağlayıcı armaturalar vasitəsi ilə ayırırlar. Ayırmanın əsas məqsədi borunun zədələnmiş hissəsinin təmir edilməsi üçün şərait yaradılmasıdır. İstismarda olan şəbəkədə təmir işləri qaz təhlükəli işlərə daxil olduğundan, onu uyğun qayda və təlimatların əsasında yerinə yetirmək lazımdır. Bu tələblərin yerinə yetirilməməsi yanq, partlayış və zəhərlənmə kimi bədbəxt hadisələrə səbəb ola bilər. Ona görə də, iş icraçısına hər bir təmir üçün ayrılıqda tapşırıq verilir. Bu tapşırıqlarda briqadanın tərkibi və təhlükəsiz iş şəraiti qaydaları, təmirin aparılmasına icazə verilən təzyiq göstərilməlidir. Təmir üçün kəmərdə buraxıla bilən normal təzyiq $200 \div 1200$ Pa arası qəbul olunur. Aşağı təzyiqlərdə, təzyiqin "0"-a qədər enməsi, kəmərdə yaranan hava qarışığı sayəsində qaz kəmərinə partlayış təhlükəsi yara bilər. Təzyiqin normadan çox olması isə qaynağın aparılmasına praktiki olaraq imkan verməz. Belə ki, qazla ərimiş metal üfürülür və alovun uzunluğu çox olur. Ona görə də, qaz kəmərlərində təmir işləri çox vaxt aparılır. Həmin vaxt ərzində tələbatçıların qazla təminatının iş rejimi pozulur və eyni zamanda ətraf mühitə külli miqdarda qaz xammal kimi atılır. Bu zaman ətraf mühitə atılan qazın miqdarı iki prosesin nəticəsində yaranan itkilərin cəmindən ibarətdir:

- 1) Avtomat kranların bağlanılmasına qədər olan vaxt ərzində ətraf mühitə itirilən qaz;
- 2) Təmir işlərinin təhlükəsizliyi üçün, bağlanmış kranlar arasında boru kəmərinin boşaldılması nəticəsində ətraf mühitə itirilən qaz (Şəkil 1).



Şəkil 1. Paralel qaz kəmərlərinin qəza rejimində düzümlərin bir-biri ilə əlaqələndirilmə sxemi [3]

Birinci prosədə itirilən qazın miqdarı avtomat kranların yerləşdirilməsi nəticəsində yaranan məsafədən asılı deyil. İkinci prosədə isə itirilən qazın miqdarı birbaşa avtomat kranları arasındakı məsafədən asılıdır. Belə ki, kranlar arasındakı məsafə nə qədər çox olursa, uyğun olaraq ətraf mühitə itirilən qazın miqdarı bir o qədər çox olur. Digər tərəfdən sxemdən (Şəkil 1) görüldüyü kimi avtomat kranları arasında məsafə azaldıqca kəməre çəkilən xərc artacaq [3]. Ona görə də, avtomat kranların arasındakı məsafəni iqtisadi cəhətdən səmərəli təyin etməliyik. Başqa sözlə, avtomat kranlarını mövcud qaz kəmərinə elə sayda yerləşdirmək lazımdır ki, kəməre çəkilən xərc qazın ətraf mühitə atılması nəticəsində yaranan zərərdən çox olmasın. Yəni,

$$S_{k.x.} \leq S_z \quad (1)$$

Burada, $S_{k.x.}$ – avtomat kranların boru kəmərinə yerləşdirilməsi nəticəsində kəməre çəkilən xərc olub, kranların istismarından və növündən asılı olaraq təyin olunur,

S_z – qəza rejimində qazın ətraf mühitə atılması nəticəsində yaranan zərər olub, aşağıdakı kimi təyin olunur.

$$S_z = (Q_1 + Q_2) \cdot C_{qaz}, \quad \text{man} \quad (2)$$

Q_1 – qəza baş verən andan avtomat kranların bağlanmasına qədər olan vaxt ərzində itirilən qazın miqdarıdır, m^3 .

Q_2 – avtomat kranları işlədikdən sonra zədələnmiş hissənin təmiri üçün kəmərin boşaldılması nəticəsində itirilən qazın miqdarıdır, m^3 .

$C_{qaz} - 1 m^3$ qazın dəyəridir, man/m^3 .

Əvvəlcə avtomat kranları bağlanana qədərki müddət ərzində itirilən qazın miqdarını təyin edək. Bunun üçün [1]-dən istifadə edərək qəza rejimində qaz axınının dinamik halını xarakterizə edən tənliklərdən istifadə edirik. Həmin düsturdan istifadə edərək, əvvəlcə kəmərin başlanğıc nöqtəsində ($x=0$) təzyiğin dəyişməsinə tapırıq.

$$P_1(0,t) = P_b - \frac{c^2 t}{L} G_{ut} - 2aG_{ut} \left[\frac{l_2^2}{2L} + \frac{L}{3} - l_2 \right] + \frac{4aL}{\pi^2} G_{ut} \sum_{n=1}^{\infty} \cos \frac{\pi n l_2}{L} \frac{e^{-\alpha_1 t}}{n^2} \quad (3)$$

Sonra isə qaz kəmərinin son nöqtəsində, ($x=L$) nöqtəsində təzyiğin dəyişməsinə təyin edirik.

$$P_2(L,t) = P_s - \frac{c^2 t}{L} G_{ut} - 2aG_{ut} \left[\frac{l_2^2}{2L} + \frac{5L}{6} - l_2 \right] + \frac{4aL}{\pi^2} G_{ut} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \cos \frac{\pi n l_2}{L} \frac{e^{-\alpha_1 t}}{n^2} - 2aG_{ut} l_2 + 2aG_{ut} L \quad (4)$$

$n=2$ halı üçün (3) – tənliyindən (4)- tənliyini çıxsaq alarıq;

$$P_1(0,t) - P_2(L,t) = P_b - P_s - 2aG_{ut} \frac{L}{2} + 2aG_{ut} l_2$$

Burada,

$$P_s = P_b - 2aG_0 L \quad \text{oldugunu nəzərə alsaq,}$$

Onda;

$$P_b(0,t) - P_s(L,t) = 2aG_0 L + 2aG_{ut} \left[l_2 - \frac{L}{2} \right] \quad (5)$$

tənliyini alırıq.

(5) tənliyindən istifadə edərək qəza rejimi üçün ətraf mühitə itirilən qazın kütlə sərfini (G_{ut}) təyin edirik

$$G_{ut} = \frac{P_b(0,t) - P_s(L,t) - 2aG_0 L}{2a \left[l_2 - \frac{L}{2} \right]} \quad (6)$$

Bildiyimiz kimi, sızma nöqtəsinin yerinin təyin edilmə vaxtı ilə boru şəbəkəsinə quraşdırılmış avtomat kranların işləmə vaxtı bir-birinə bərabər qəbul olunur. Yəni, sızma nöqtəsinin yeri təyin edilən kimi, boru şəbəkəsinə əvvəlcədən quraşdırılmış armaturaların yeri məlum olur [3, 4]. Əgər sızma nöqtəsinin yerinin təyin edilmə vaxtı $t=t_1$ olursa və kütlə sərfini ilə həcmi sərf arasındakı asılılığın

$$Q = G_{ut} \frac{Fg}{\rho}$$

olduğunu nəzərə alsaq, (6) düsturu aşağıdakı şəkildə ifadə olunacaq.

$$Q_1 = \frac{Fgt_1}{2a\rho} \frac{P_b(0,t) - P_s(L,t) - 2aG_0 L}{\left[l_2 - \frac{L}{2} \right]}, \quad m^3 \quad (7)$$

Aydındır ki, sızma nöqtəsindən ətraf mühitə itirən qazın qarşısını almaq üçün zədələnmiş hissənin sağ və solundakı avtomat kranlarını $t=t_1$ anında bağlayırlar. Həmin müddətdə ($0 \leq t \leq t_1$) sızma nöqtəsindən ətraf mühitə itirilən ümumi qazın miqdarını təyin etmək üçün (6) düsturunu inteqrallayaraq (7) düsturunu almışıq, başqa sözlə;

$$\int_0^{t_1} G_{ut} dt = G_{ut} t_1$$

qəbul etmişik .

Burada, F – qaz kəməri borusunun en kəsik sahəsidir, m^2

g – ağırlıq qüvvəsi təcilinin qiyməti, m/san^2

ρ – en kəsik sahəsində qazın orta sıxlığı, kq/m^3

2a – xəttləşdirmə əmsalının qiyməti,

$P_b(0, t)$ - Qaz kəmərinin qəza rejimində başlanğıc nöqtəsində təzyiqin $t=t_1$ anındakı qiyməti, kq/m^2 ,

$P_s(L, t)$ - Qaz kəmərinin qəza rejimində son nöqtəsində təzyiqin $t=t_1$ anındakı qiyməti, k^2/m^2

G_0 - Qaz kəmərinin stasionar rejimində kütlə sərfi, $\text{kq} \cdot \text{san}/\text{m}^3$,

L – qaz kəmərinin uzunluğu, m.

l_2 – qaz kəmərinin başlanğıc nöqtəsindən sızma nöqtəsinə qədər olan məsafədir, m.

İndi isə qəza avtomat kranların bağlanması sona itirilən qazın miqdarını təyin edək. Bu zaman itirilən qazın miqdarı kranlar arasındakı məsafədən asılı olaraq aşağıdakı ifadə ilə təyin olunacaq;

$$Q_2 = F \cdot l \cdot \frac{P_{or}}{P_0} \cdot \frac{T_{or}}{T_0}, \text{ m}^3 \quad (8)$$

Burada, P_{or} – qaz kəmərinə orta təzyiq olub, aşağıdakı kimi təyin olunur;

$$P_{or} = \frac{2}{3} \left(P_b + \frac{P_s^2}{P_b + P_s} \right), \text{ kq/m}^2$$

P_0 – atmosfer təzyiqinin qiyməti olub, qiyməti $P_0 = 10^4 \text{ kq/m}^2$

T_{op} – qaz kəmərinə qazın orta temperaturu olub, qiyməti $T_{op} = 298 \div 323 \text{ K}$ qəbul olunur

$T_0 = 0^\circ \text{C}$ -də qazın mütləq temperatur olub, qiyməti $T_0 = 293 \text{ K}$ qəbul olunur.

(7) və (8) tənliklərini (1) bərabərsizliyində nəzərə alsaq, onda

$$S_{k.x.} \leq \left[\frac{Fgt_1}{2a\rho} \frac{P_b(0,t) - P_s(L,t) - 2aG_0L}{\left[l_2 - \frac{L}{2} \right]} + F \cdot l \cdot \frac{P_{or}}{P_0} \cdot \frac{T_{or}}{T_0} \right] C_{qaz} \quad (9)$$

(9) bərabərsizliyində “ \leq ” işarəsini “ $=$ ” işarəsi ilə əvəz edərək iqtisadi cəhətdən avtomat kranları arasındakı məsafəni təyin edə bilərik.

Buradan,

$$l = \frac{P_0}{P_{or}} \cdot \frac{T_0}{T_{or}} \cdot \left[\frac{C_{k.x.}}{C_{qaz} \cdot F} - \frac{g \cdot t_1}{2a \cdot \rho} \frac{P_b(0,t) - P_s(L,t) - 2aG_0 \cdot L}{l_2 - \frac{L}{2}} \right] \quad (10)$$

Sabit verilənlərin qiymətini (10) düsturunu yerinə qoyub və bir-neçə sadə əvəzləmədən sonra avtomat kranları arasındakı məsafəni aşağıdakı şəkildə alırıq.

$\rho = 0,73 \text{ kq/m}^3$, $2a = 0,1$ və $T_{or} = 298 \text{ K}$ qəbul edirik.

$$l = \frac{9800}{P_{or}} \cdot \left[1,27 \cdot \frac{C_{k.x.}}{C_{qaz} \cdot d^2} - 134 \cdot t_1 \frac{P_b(0,t) - P_s(L,t) - 0,1 \cdot G_0 \cdot L}{l_2 - \frac{L}{2}} \right] \quad (11)$$

(11) düsturu vasitəsi ilə qaz kəmərinə quraşdırılacaq kranların arasındakı səmərəli məsafənin uzunluğunu təyin etmək üçün aşağıdakı ilkin verilənləri qəbul edirik:

$P_b = 4,5 \times 10^4 \text{ kq/m}^2$; $P_s = 1,5 \times 10^4 \text{ kq/m}^2$; $G_0 = 3 \text{ kq} \cdot \text{san}/\text{m}^2$;

$L = 10 \times 10^4 \text{ m}$; $l_2 = 4,85 \cdot 10^4 \text{ m}$; $d = 0,5 \text{ m}$; $t_1 = 600 \text{ san}$

Yuxarıda göstərilən ilkin verilənlər əsasında (3) və (4) düsturlardan istifadə edərək $P_1(0, t_1)$ və $P_2(L, t_1)$ qiymətlərini qəbul edirik. $P_1(0, t_1) = P_b(0, t) = 4,35 \cdot 10^4 \text{ kq/m}^2$; $P_2(L, t_1) = P_s(L, t) = 1,37 \cdot 10^4 \text{ kq/m}^2$

Diametri $d = 0,5 \text{ m}$ olan bir elektrik ötürücü avtomatik kranın (çuqun ДУ 500 РУ 10) qaz kəmərinə quraşdırılmasının qiyməti $S_{k.x.} = 1500000 \text{ man}$

Hal-hazırda 1 m^3 qazın qiymətinin $C_{qaz} = 300 \text{ man/m}^3$ olduğunu nəzərə alsaq onda, kranlar arasındakı məsafənin səmərəli uzunluğunu (11) düsturu vasitəsi ilə təyin edə bilərik. Əvvəlcə qaz kəmərinə orta təzyiqin qiymətini təyin edirik.

$$P_{or} = 3,25 \cdot 10^4 \text{ kq/m}^2 \text{ olarsa, } l = 4400 \text{ m olar.}$$

Deməli, qaz kəmərlərin istismarında itkilərin qarşısının alınması məqsədi ilə bağlayıcı armaturlar arasındakı məsafə yuxarıda göstərilən ilkin verilənlərə əsasən $l = 4400$ m olması texnoloji və iqtisadi cəhətdən səmərəlidir. Şəkil 1-dəki sxemin analizindən belə nəticə çıxartmaq olar ki, avtomat kranları bağlandıqdan sonra, kəmərin sızma nöqtəsinin sağında və solunda qoyulmuş əlaqələndiricilər üzərindəki avtomat kranları eyni vaxtda işə qoşulmalıdır.

Başqa sözlə, əlaqələndiricilər arasındakı addımın ölçüsü paralel kəmərin düzümlərinin həndəsi və texniki göstəricilərindən, qaz axınının parametrlərindən və eləcə də istehlakçıların kateqoriyasından asılı olaraq dəyişə bilər. Bu qəlbədən çox düzümlü qaz kəmərlərinin rekonstruksiyası üsulunda əlaqələndiricilər arasındakı optimal məsafənin təyini böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Nəticə. Yuxarıda qeyd etdiyimiz mülahizələrdən belə nəticə çıxartmaq olar ki, kəmərin dinamik halının dəyişməsinin mənzərəsi və eləcə də, tələbatçıların qazla təminatının səviyyəsi avtomat kranları arasındakı məsafədən birbaşa asılıdır. Ona görə də, kəmərlərin istismarı prosesində onlara quraşdırılacaq avtomat kranların arasındakı məsafənin təyini qaz kəmərlərinin layihələndirilməsinin əsas prinsiplərindən biridir.

Əlaqələndiricilər arasındakı addımın iqtisadi cəhətdən uzunluğunun təyini məqsədlə nəzəri və texniki əsaslarla işlənmiş düsturundan istifadə edərək, fəaliyyətdə olan çox düzümlü paralel qaz kəmərlərinin rekonstruksiyasını effektiv üsulla apara bilərik.

Mövcud və yeni tikilən paralel qaz kəmərlərinə əlaqələndiricilərin iqtisadi cəhətdən səmərəli yerləşdirilməsi üçün təklif olunan hesabat sxeminin həyata keçirilməsi nəticəsində rekonstruksiyasının texnoloji əsasları üçün optimal qərarın qəbuluna imkan verir.

Ədəbiyyat

1. Əliyev İ.Q. (2005). Bina və mühəndis sistemlərinin rekonstruksiyası, dərslik, Bakı
2. Əliyev İ.Q., Qaraisayev K.S. (2004). Qaz kəmərlərinin dinamik halının analizi nəticəsində istismar iş rejiminin idarə edilməsinin tədqiqi. Ekologiya və su Təsərrüfatı, Elmi-texniki və istehsalat jurnalı. №3, Bakı
3. Əliyev İ.Q., Yusifov M.Z., Ömərqədiyeva M.Ə. (2023). Qeyri-stasionar rejimdə paralel qaz kəmərlərinin əlaqələndiricilərinin səmərəli yerləşdirilməsinin tədqiqi. Endless light in science. ELS-Международный научно-практический журнал. Алматы, Казахстан. ISSN 2709-1201, <https://www.irc-els.com/>
4. Əliyev İ.Q., Yusifov M.Z., Əlizadə N.İ. (2024). Paralel qaz kəmərlərinin rekonstruksiyasının texnoloji əsasları. Scientific works/Elmi eserler, №1, AzUAC, Bakı, 2 <https://www.swjournal.az/>, EBSCO
5. Щуровский В.А., Зюзьков В.В. (2011). Энергоэффективность магистрального транспорта газа и потребности в газоперекачивающей технике. Компрессорная техника и пневматика. №1, с.38-41
6. Критерии вывода в реконструкцию объектов транспорта газа, ВНИИГАЗ, М., 2003, 11 с.
7. Кязимов К.Г. (2004). Устройство и эксплуатация газового хозяйства. Издательский центр «Академия»
8. Бабин Л.А., Григоренко П.Н., Ярыгин Е.Н. (2011). Типовые расчеты при сооружении трубопроводов. М.:Недра, с.246
9. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации газового хозяйства организаций. Москва. «Издательство НЦЭНАС», 2007.
10. Иванцов О.М. (1985). «Надежность строительных конструкций магистральных трубопроводов» Недра
11. Лаптева Т.И., Мансуров М.Н. (2006). Обнаружение утечек при неустановившемся течении в трубах. Нефтегазовое дело. с.15
12. Petersen Clifford W., Corbett Kevin T., Fairchild Doug P., Scott Papka, Macia Mario L. (2004). Improving long-distance gas transmission economics: XI20 development overview. Proc. of Pipeline technology conference