

6. F.M. AlAbbas, A. Kakpovbia, D.L. Olson, B. Mishra and J.R. Spear, The role of bacterial attachment to metal substrate and its effects on microbiologically influenced corrosion (MIC) in transporting hydrocarbon pipelines, 2021, no. I, 131–144.

7. R. Singleton, The sulfate-reducing bacteria: An overview BT - The sulfate-reducing bacteria: Contemporary perspectives, Springer New York, 2017, 1–20.

8. S. Maxwell, C. Devine and F. Rooney, Monitoring and control of bacterial biofilms in oilfield water handling systems, CORROSION 2004, NACE International, New Orleans, Louisiana, 2019, 16.

9. M. de Romero, S.C. Urdaneta, M. Barrientos and G. Romero, Correlation between desulfovibrio sessile growth and OCP, hydrogen permeation, corrosion products and morphological attack on iron, CORROSION 2004, NACE International, New Orleans, Louisiana, 2020, 27.

10. M.J. Franklin, D.C. White and H.S. Isaacs, Pitting corrosion by bacteria on carbon steel, determined by the scanning vibrating electrode technique, Corros. Sci., 1991, 32, no. 9, 945–952. doi: 10.1016/0010-938X(91)90014-G

## **BORU KƏMƏRLƏRİNDƏ RİSKLƏRİN TƏDQIQI**

Abdurahimov S.H., Möhbalıyev S.P.

E-mail: [sahib-mathematic@rambler.ru](mailto:sahib-mathematic@rambler.ru), [safar.mohbaliev@gmail.com](mailto:safar.mohbaliev@gmail.com)

**Xülasə:** İyirminci əsrin əvvəllərindən neft və neft məhsulları boru kəmərləri ilə nəql olunur. Bu əvvəlki boru kəmərləri çuqun və ya poladdan tikilirdi, lakinətraf mühitə buraxılan məhsulların təhlükəli təbiəti boru kəmərlərinin standartlarının daha da yaxşılaşdırılması üçün vacib əhəmiyyət daşıyırdı. Bu inkişafı başlatmaq üçün Amerika Mühəndislik Standartları Komitəsi 1926-cı ildə B31 layihəsini başlatdı və ilk nəşri 1935-ci ildə Təzyiqli boru kəmərləri üçün Amerika İlk Standart Kodeks olaraq nəşr olundu. Sonrakı illərdə bu Kodeks yenidən işlənmiş, genişləndirilmiş və müxtəlif bölmələrə bölünmüşdür, bunlardan ASME B31.4 "Maye Neft Nəqliyyatı Boru Sistemləri" və ASME B31.8 "Qaz ötürülməsi və Paylayıcı Boru Sistemləri" boru kəmərlərinə tətbiq edilir.

Təhlükəsizlik nöqtəyi-nəzərindən boru kəmərləri təhlükəli maddələrin daşınmasında yaxşı təcrübəyə malikdir, lakin hazırda ən yaxşı beynəlxalq boru kəməri

standartları da təhlükəsizlik və ekoloji gözləntiləri nəzərə aldıqda bəzi çatışmazlıqlarında olduğu qənaətinə gətirən bir sıra amillər də ortaya çıxır.

### **Boru kəmərləri hadisələrinin xarakteristikaları**

Təhlükələr potensial insan itkisinə səbəb olmaq üçün kifayət qədər ölçüdə olduqda və ya sızmalar ciddi ətraf mühitə ziyan vurmaq üçün kifayət qədər çox olarsa, hadisənin baş vermə ehtimalını nəzərə almaq və potensial qəza riskini hesablamaq lazımdır. Bu risklərin hesablanması Kəmiyyətləşdirilmiş Risk Analizi kimi tanınır [3].

### **Risk hesablanması**

Risk, təhlükəli hadisənin baş vermə ehtimalını onun nəticəsi ilə birləşdirməklə hesablanır və buna görə də aşağıdakı kimi ifadə edilə bilər:

$$\text{Risk} = f(\text{Ehtimal}, \text{Nəticə})$$

Ehtimal, uzun illər ərzində oxşar boru kəmərlərində tarixən baş vermiş nasazlıq dərəcələrinin proqnozlaşdırılması ilə qiymətləndirilir. Boru kəməri və onun stansiyaları və terminalları üçün təhlükənin müəyyənləşdirilməsi tədqiqatı zamanı sızma ölçüləri və mümkün nasazlıq mənbələri müəyyən edilməlidir.

Mümkün qəzaların təsirləri nəticələrin modelləşdirilməsi ilə hesablanır. Bu modellər atmosfərə buraxılan materialın davranışını proqnozlaşdırır və ölüm ehtimalı və ya çirklənmə dərəcəsi ilə bağlı təxminlər etməyə imkan verir.

### **Nasazlıq rejimləri və müddətlər**

Maye boru kəmərləri və qaz kəmərləri üçün nasazlıq rejimləri əhəmiyyətli dərəcədə fərqlidir. Maye boru kəmərlərində mayenin nisbi sıxılmaması səbəbindən deşikdən sızmadan sonra təzyiq sürətlə aşağı düşəcəkdir. İlk yüksək buraxılış sürəti buna görə də sürətlə azalacaq və tarazlıq şəraiti əldə olunana qədər boru kəmərinin drenajı əvvəlcə ilkin olaraq sistemin hidravlik başlığı idarə olunacaq sonradan, statik başlıq tərəfindən idarə olunacaq. Buraxılış müddəti iş təzyiqindən və nasos stansiyasının söndürülməsindən və blok klapanının bağlanması əvvəl sızıntının aşkarlanma müddətindən asılıdır [8].

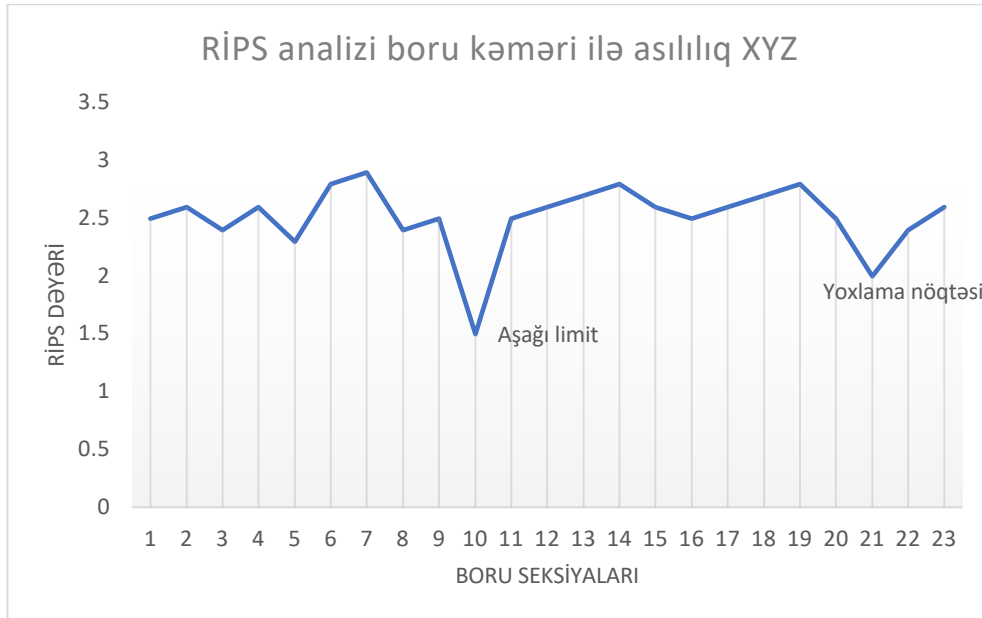
### **RİPS Analysis**

1990-cı ildə Dow Chemical Company mövcud boru kəmərlərinə tətbiq oluna bilən mühakimə xarakterli boru kəməri riski metodologiyasını təklif etdi. Təhlilin məqsədi boru kəməri marşrutu boyunca risk səviyyələrinin obyektiv qiymətləndirilməsidir. Kateqoriya Boru Kəməri Təhlükəsizliyinin Nisbi İndeksi (RIPS)

şərtlərinə görə verilir və qəzanın nəticələrini üçüncü tərəfin müdaxiləsi, korroziya, dizayn qüsurları və yanlış əməliyyatı baxımından ehtimalın qiymətləndirilməsi ilə birləşdirir. Məqalədə nəticələr mühakimə əsasında təqdim edilir və əhalinin sıxlığı və məhsul xüsusiyyətləri (toksiklik, reaktivlik, alışqanlıq və dəyişkənlik) nəzərə alınır. Qiymətləndirmə sistemindən istifadə edərək, hadisənin baş vermə ehtimalı aşağıdakılar baxımından qiymətləndirilir:

- Üçüncü tərəfin müdaxiləsi (örtük qalınlığı, xarici mühafizə, yaxınlıqdakı tikinti fəaliyyətinin həcmi, patrul tezliyi və s. nəzərə alınmaqla).
- Korroziya (daxili/xarici korroziya, məhsul, inhibitor, örtüklər, katod mühafizəsi, yaş, qruntun korroziyası, monitoring və s. nəzərə alınmaqla).
- Dizayn (boru divarının qalınlığı, dizayn faktoru, yorğunluq yükü, həddindən artıq yüklənmə, SCADA sistemi, blok klapan aralığı, ağıllı ərsinləmə və s. nəzərə alınmaqla).
- Əməliyyat (borunun həddindən artıq gərginləşdirilməsinin yüngülləşdirilməsi, əməliyyat prosedurları, ESD sistemləri, operator təlimi nəzərə alınmaqla).

RİPS indeksi boru kəmərlərinin hissələri üçün xalların birləşdirilməsi və ölçülməsi ilə müyyən olunur və nəticələr yüksək riskli ərazilərin müəyyən edilməsinə kömək edir. RİPS marşrut boyunca nə qədər aşağıdırsa riskin bir o qədər yüksəkdir [9].



**Şəkil 1 – RİPS dəyərinin boru kəmərləri boyunca asılılıq qrafiki**  
**Boru kəmərinin nasazlığının səbəbləri**

Aşağıdakı ssenarilərdə hidrogen sızması ilə nəticələnən boru kəmərinə nasazlıq baş verə bilər:

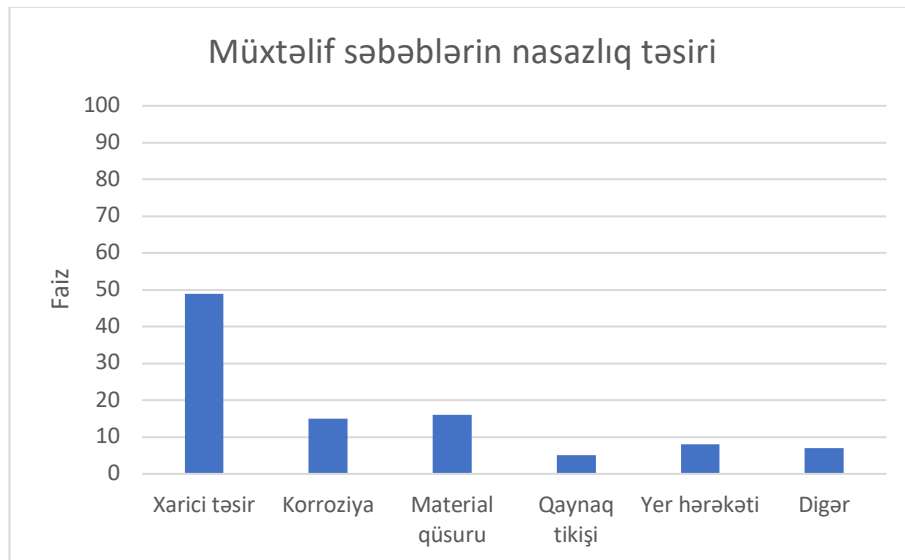
- Daxili korroziya;
- Qoruyucu sistemin çatışmazlıqlarından, yolda tıxaclardan yaranan xarici korroziya, və dəmir yolları;
- Tikinti texnikası, icazəsiz qazıntılar görə xarici müdaxilə
- Struktur nasazlığı/mexaniki problemlər;
- Təbii risklər, məsələn, seysmik hadisələr, sürüşmələr, daşqınlar və s.;
- Struktur uğursuzluqlar (12)

### **Boru kəmərinin nasazlığı tezliyinin təhlili insident səbəbləri**

Xarici müdaxilə, bina problemləri, daxili və xarici korroziya, torpağın hərəkəti, qaynaq tikişləri səbəbləri təbii qaz boru kəmərinin nasazlığında rolunu aşağıdakı qrafikdən (Şəkil 2) görmək olar.

### **Risk azaldılması**

Ötürücü boru kəmərinin operatorları bu cür sızmaların ehtimalını və nəticələrini minimuma endirmək üçün tədbirlər görməli və sızma riskini azaltmağa çalışmalıdırlar. Bu tədbirlərə boru kəməri marşrutunun düzgün seçilməsi, layihələndirilməsi, tikintisi, istismarı və saxlanması, o cümlədən avtomatlaşdırılmış monitoring və nəzarət sistemlərinin istifadəsi, əhəlinin məlumatlandırılması proqramları və qazıntı zamanı zərərin qarşısının alınması proqramları daxildir.



**Şəkil 2. Müxtəlif təsirlərin boru kəmərləri nasazlıqlarına təsir qrafiki**

Ötürücü boru kəmərinin operatorları həm təkbaşına, həm də yerli fövqəladə qrupları ilə birlikdə əməkdaşlıq edərək, fövqəladə hallara qarşı hazırlıq və təlimlər keçirirlər. Bunun səbəbi boru kəməri hadisəsi baş verərsə, cavab tədbirlərinin planlaşdırılmasının adekvatlığını qorumaqdır. Həmçinin, qaz nəqli boru kəməri operatorlarından normativlərə əsasən, öz boru kəmərlərinin iş təzyiqini azaltmaq tələb oluna bilər və bundan əlavə, operatorlar boru kəmərlərinin yaxınlığında əhalinin artması ilə başqa müdaxilələr etməyə də hazır olmalıdır [7].

#### **Nəticə**

1. Boru kəməri marşrutunun düzgün seçilməsi, layihələndirilməsi, tikintisi, istismarı və saxlanması, o cümlədən avtomatlaşdırılmış monitoring və nəzarət sistemlərinin istifadəsi, əhalinin məlumatlandırılması proqramları və qazıntı zamanı zərərin qarşısının alınması proqramlarından istifadə inkişaf etdirilməlidir.
2. Ötürücü boru kəmərinin operatorları həm təkbaşına, həm də yerli fövqəladə qrupları ilə birlikdə əməkdaşlıq edərək, fövqəladə hallara qarşı hazırlıq və təlimlər keçirirlər.

#### **ƏDƏBİYYAT SİYAHISI**

1. Risk Assessment System for Oil and Gas Pipelines Laid in One Ditch Based on Quantitative Risk Analysis by Peng Zhang, Guojin Qin and Yihuan Wang
2. Test Analysis and Pipeline Risk Assessment of Oil and Gas Pipeline Laying in Typical Loess Area: Shaodong Jing et al 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 781 022108
3. Mitigation of Risks Associated with Gas Pipeline Failure by Using Quantitative Risk Management Approach: A Descriptive Study on Gas Industry by Avoce Honga Abdoul Nasser, Petro Dickson Ndalila, Edem A.Mawugbe, Melaine Emmanuel Koume
4. Environmental Risk Assessments of Oil and Gas Activities Using National Security and Civilian Data Sources
5. Risk level assessment of pipelines using a combination of analytical network process and risk based inspection methods by Mobin, Hari Purnomo Master Program in Industrial Engineering, Faculty of Industrial Technology, Indonesian Islamic University
6. Introduction to Pipeline Quantitative Risk Assessment 66th Canadian Chemical Engineering Conference Presented by Sam Sanati, P.Eng , FS Eng.

7. Pipeline Risk Analysis By Roger T. Hill, BTech CEng FIMechE, Director, Arthur D. Little Limited, Cambridge CB4 4DW, England
8. Risk assessment of a petroleum product pipeline in Nigeria: the realities of managing problems of theft/sabotage A. Ambituuni, P. Hopkins, J. M. Amezaga, D. Werner & J. M. Wood School of Civil Engineering and Geoscience, Newcastle University, UK Penspen Ltd, UK Pipeline engineering consultant, UK
9. Journal of Loss Prevention in the Process Industries: Risk analysis for oil & gas pipelines: A sustainability assessment approach using fuzzy based bow-tie analysis Anjuman Shahriar, Rehan Sadiq, Solomon Tesfamariam
10. Building Safe Communities: Pipeline Risk and its Application to Local Development Decisions Office of Pipeline Safety
11. Pipeline Risk Modeling Overview of Methods and Tools for Improved Implementation: Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration February 1, 2020
12. A review on prospective risks and mitigation for oil and gas projects: implication for Indian CGD companies by Atul Rawat University of Petroleum & Energy Studies March 2022

## **QAZ YATAQLARI VƏ QAZ KƏMƏRLƏRİNDƏ HİDRATƏMƏLƏGƏLMƏYƏ QARŞI MÜBARİZƏ ÜSULLARI**

İbrahimli T.H., Rəsulzadə A.B  
E-mail: aga.rasulzada@outlook.com

**Xülasə:** Məqalə qaz yataqlarında hidrat əmələ gəlməsinə qarşı mübarizə üsullarına, nitratların təbii qazın xassələrinə təsiri; onların formalaşmasının səbəbləri. Qaz hidratları (və ya klatratlar) müəyyən termobarik şəraitdə əmələ gələn kristal birləşmələrdir. Termobarik şərtlər temperatur və təzyiqin davranış amilləri deməkdir. "Klatratlar" adı 20-ci əsrin ortalarında onları tədqiq edən professor Pauell tərəfindən təqdim edilmişdir. Latın dilindən tərcümə edilən bu termin "barlarla bağlı" deməkdir. Bu formula hidratın silindrik bir qabda əmələ gəldiyi vəziyyəti ən dəqiq şəkildə təsvir edir. Qaz hidratları dəyişkən tərkibə malik olduqları üçün stoikiometrik olmayan birləşmələr kimi təsnif edilir.

**Açar sözlər:** hidrat əmələ gəlməsi, qaz hidratları, qaz toplayan şleyf.