

Azərbaycan Respublikasının Fövqəladə Hallar Nazirliyi

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası

“Qlobal ekoloji problemlər və onların həlli yolları”

magistrant, kursant və tələbələrin III elmi-praktiki konfransı

MƏRUZƏ MATERIALLARI

**Bakı
23 aprel 2026**

KONFRANSIN TƏŞKİLAT KOMİTƏSİ

Sədr:

Baba Salayev – *Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının rəisi, general-mayor*

Üzvlər:

- Kazım Kazımov** – *Akademiya rəisinin müavini, polkovnik*
- Cabir Həsənov** – *FHN RMİTLİETMBİ-nin Layihələrin İdarə edilməsi və Təhsil məsələləri üzrə Sektorun müdiri, i.ü.f.d., dosent*
- Ramiz Əsilbəyli** – *Akademiyanın Tədris şöbəsinin rəisi, polkovnik*
- Xanlar Həsənov** – *Akademiyanın Elmi-tədqiqat şöbəsinin müdiri, f.e.d.*
- Fizuli İbrahimzadə** – *Akademiyanın Humanitar fənlər kafedrasının müdiri, t.ü.f.d., dosent*
- Elçin Mahmudov** – *Akademiyanın Kadrların yenidən hazırlığı və ixtisasartırma fakültəsinin rəisi, polkovnik*
- Zaur Bağırov** – *Akademiyanın Həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi fakültəsinin rəisi, polkovnik*
- Azər Rüstəmov** – *Akademiyanın Yanğın təhlükəsizliyi fakültəsinin rəisi, daxili xidmət polkovniki*
- İlqar Dadaşov** – *Akademiyanın Qiyabi təhsil fakültəsinin rəisi, polkovnik, t.ü.e.d., professor*
- Kamran Almazov** – *Akademiyanın Yanğın təhlükəsizliyi ixtisas fənləri kafedrasının rəisi v.m.i.e., daxili xidmət polkovnik- leytenantı*
- Xalid Həsənov** – *Akademiyanın Həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi ixtisas fənləri kafedrasının rəisi, mayor, t.ü.f.d.*
- Əhməd Əfəndi** – *Akademiyanın İdman-fiziki və qəza xilasetmə hazırlığı kafedrasının rəisi, əməkdar bədən tərbiyəsi və idman xadimi, p.ü.f.d., professor*
- Aprel Babayev** – *Akademiyanın Hərbi kafedrasının rəisi, polkovnik*
- Sadıq Abdullayev** – *Akademiyanın Magistratura şöbəsinin metodisti, baş leytenant*
- Röya Əmirova** – *Akademiyanın Elmi-tədqiqat şöbəsinin elmi katibi*

MÜNDƏRİCAT

<i>Hümbətli Şəhriyar</i> : “Ultra-ağ boya texnologiyası: iqlim dəyişikliklərinə qarşı innovativ həll”	4-6
<i>İsmayılzadə Elmira</i> : “Metal əsaslı əyləc materiallarının yeyilməsi nəticəsində yaranan hissəciklərinin ətraf mühitə təsirinin tədqiqi”	7-10
<i>Amerxanov T.P.</i> : “Динамика проникновения нефти в дисперсные материалы и её роль в обосновании сроков механического сбора при аварийных разливах”	11-17
<i>Ступина А.А.</i> : “Экологические последствия чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне”	18-21
<i>Fərizə Hacıyeva</i> : “Litiyum batareyaların real vaxt rejimində monitorinqi və istismar müddətinin optimallaşdırılması üçün intellektual qurğunun işlənməsi”	22-25
<i>P.M. Veliyev</i> : “Etiological risk factors and occupational disease exposure among employees of a cigarette production enterprise in the Republic of Azerbaijan”	26-33
<i>Gülyar Dadaşova</i> : “Neft- qaz sənayesində istixana effekti yaradan qazların azaldılması texnologiyalarının tədqiqi”	34-38
<i>Əli Əsgərov</i> : “Əmək mühafizəsi və sənaye təhlükəsizliyi sistemində risklərin rolu”	39-43
<i>Üzeyir İsmayılov</i> : “Texnogen təhlükələr və risklərin formalaşma mexanizmləri”	44-49
<i>Aysun Seyidova</i> : “Rentgen nəzarət sistemlərində qidalara şüalanmanın təsiri və yaranan risklərin təhlili”	50-53
<i>Zəkiyev N.T.</i> : “meşə qırılmasının bioloji müxtəlifliyə təsiri”	54-57
<i>Amin Bayramov</i> : “Metallurgiya müəssisələrində qaz-toz tutucu sistemlərin tətbiqi və ətraf mühitin mühafizəsində rolu”	58-58
<i>Cavidan Mehdiyev</i> : “Sement istehsalı zamanı yaranan CO ₂ emissiyası və onun azaldılması strategiyaları”	59-60
<i>Qadaşova İ.İ.</i> : “Neft tullantılarındakı təbii radionuklidlərin ətraf mühitdə miqراسiyasının gigiyenik aspektləri”	61-63
<i>İlkanə H., Bəyim Ş., Seylan R.</i> : “Fövqəladə hallarda dəyən zərərin qiymətləndirilməsinin metodoloji əsasları”	64-75
<i>Xəyalə Zeynalova</i> : “Elektrikli avtomobillərdə batareya yanğınlarının idarə edilməsi üçün qapalı dövrəli soyutma sisteminin tədqiqi”	76-79
<i>Qönçə Şıxəliyeva</i> : “Hava limanlarında karbon emissiyalarının azaldılması üzrə inteqrə olunmuş yaşıl enerji modeli: qlobal yanaşma və azərbaycan hava limanları üçün tətbiq konsepsiyası”	80-82
<i>Qubatova Ülviyyə</i> : “İqlim dəyişikliklərinin aviasiyaya təsiri”	83-85
<i>Eşqin Abdullayev</i> : “Ekoloji hüquqpozmalarnın təhlili və onların qarşısının alınması yolları”	86-88
<i>Tural Əliyev</i> : “Qlobal və regional su problemləri: Azərbaycan üzrə mövcud vəziyyət və davamlı idarəetmə yanaşmaları”	89-94
<i>Əsgərova Nərmən</i> : “Hava gəmilərinin dezinfeksiyasında istifadə olunan maddələrin titan və alüminium elementlərində yaratdığı korroziya aktivliyinin qiymətləndirilməsi”	95-100
MƏQALƏNİN TƏRTİBİ QAYDALARI	101

Ultra-Ağ Boya Texnologiyası: İqlim Dəyişikliklərinə Qarşı İnnovativ Həll

Hümbətli Şəhriyar Aşur oğlu

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası, Bakı

xson.msc@gmail.com

Xülasə. Məqalədə qlobal istiləşmənin yaratdığı ekoloji problemlər, xüsusilə şəhər istilik adaları və meşə yanğınları araşdırılmışdır. İqlim dəyişikliklərinə qarşı mübarizədə yüksək albedo effektinə malik “ultra-white” boya texnologiyasının potensialı təhlil edilmişdir. Purdue Universiteti tərəfindən hazırlanmış bu boya günəş işığının 98.1%-ni əks etdirərək səth temperaturunun aşağı salınmasına imkan verir. Məqalədə texnologiyanın enerji səmərəliliyi, şəhərsalma sahəsində tətbiqi, iqtisadi üstünlükləri və mümkün ekoloji riskləri elmi mənbələr əsasında qiymətləndirilmişdir.

Açar sözlər: qlobal istiləşmə, albedo effekti, ultra-white boya, istilik adaları, iqlim dəyişikliyi, enerji səmərəliliyi, passiv soyutma.

Аннотация. В статье исследуются экологические проблемы, вызванные глобальным потеплением, в частности, городские острова тепла и лесные пожары. Анализируется потенциал технологии «ультрабелой» краски с высоким эффектом альbedo в борьбе с изменениями климата. Разработанная Университетом Пердью, эта краска отражает 98.1% солнечного света, что позволяет снизить температуру поверхности. В статье на основе научных источников оцениваются энергоэффективность технологии, её применение в градостроительстве, экономические преимущества и возможные экологические риски.

Ключевые слова: глобальное потепление, эффект альbedo, ультрабелая краска, острова тепла, изменение климата, энергоэффективность, пассивное охлаждение.

Giriş. Qlobal istiləşmə müasir dövrün ən ciddi ekoloji problemlərindən biridir. Atmosferdə istixana qazlarının artması nəticəsində Yer kürəsinin orta temperaturu sürətlə yüksəlir. İqlim Dəyişiklikləri üzrə Hökumətlərarası Panel (Intergovernmental Panel on Climate Change) hesabatlarına əsasən, sənaye inqilabından sonra planetin temperaturu təxminən 1.1°C artmışdır və yaxın onilliklərdə bu göstəricinin 1.5°C həddini keçəcəyi gözlənilir. Bu proses buzlaqların əriməsi, quraqlıq, meşə yanğınları və ekstremal hava hadisələrinin artmasına səbəb olur. [1]

İqlim dəyişikliklərinin mühüm nəticələrindən biri şəhər istilik adalarının yaranmasıdır. Şəhərlərdə asfalt və beton səthlər günəş enerjisini udaraq istiliyi saxlayır. Bu səbəbdən şəhər

mərkəzləri kənd ərazilərindən bir neçə dərəcə daha isti olur. Temperaturun yüksəlməsi kondisionerlərə tələbatı artırır, nəticədə enerji sərfiyyatı və karbon emissiyaları yüksəlir. [5]

Müasir dövrdə alimlər qlobal istiləşməyə qarşı yalnız emissiyaların azaldılması deyil, həm də günəş radiasiyasının idarə olunması istiqamətində yeni texnologiyalar hazırlayırlar. Bu sahədə ən maraqlı yeniliklərdən biri yüksək reflektiv xüsusiyyətə malik ultra-ağ boya texnologiyasıdır.

Əsas hissə . Albedo səthin günəş şüalarını əks etdirmə qabiliyyətidir. Açıq rəngli səthlər yüksək albedo əmsalına malik olduğundan daha az qızır, tünd rəngli səthlər isə istiliyi özünə çəkir. Bu xüsusiyyət Yer kürəsinin enerji balansında mühüm rol oynayır. [7]

Purdue Universitetinin alimləri tərəfindən hazırlanmış ultra-ağ boya günəş işığının 98.1%-ni əks etdirə bilir. Boyanın tərkibində müxtəlif ölçülü barium sulfat ($BaSO_4$) hissəciklərindən istifadə olunmuşdur. Bu hissəciklər günəş spektrinin müxtəlif dalğa uzunluqlarını səpələyərək yüksək reflektivlik yaradır. Məhz bu xüsusiyyətinə görə boya Ginnesin Rekordlar Kitabına “ən ağ boya” kimi daxil edilmişdir. [2][3]

Laboratoriya sınaqları göstərmişdir ki, ultra-ağ boya ilə örtülmüş səthlər günorta saatlarında ətraf mühitdən 4–5°C daha sərin qala bilir. Bu texnologiya passiv soyutma prinsipi ilə işlədiyindən əlavə enerji sərf etmir. Binaların dam və fasadlarında tətbiq olunduqda soyutma xərclərini təxminən 30–40% azaltmaq mümkündür. Bu isə həm iqtisadi qənaət, həm də karbon emissiyalarının azalması deməkdir. [3][5]

Yüksək reflektiv səthlərin şəhərsalma sahəsində tətbiqi istilik adalarının təsirini zəiflədə bilər. Bir çox ölkələrdə “cool roofs” və “cool pavements” proqramları çərçivəsində açıq rəngli dam örtükləri və yollar istifadə olunur. Bu yanaşma xüsusilə isti iqlimə malik regionlarda şəhər mikroikliminin stabilləşdirilməsi baxımından əhəmiyyətlidir. [5][8]

Bəzi tədqiqatçılar hesab edirlər ki, Yer kürəsinin səthinin təxminən 0.5–1%-nin yüksək reflektiv ultra-ağ materiallarla örtülməsi qlobal temperatur artımını zəiflətməyə kömək edə bilər. Bu göstərici təxminən 5.1 milyon km^2 əraziyə bərabərdir. Aparılmış hesablamalara əsasən, belə bir sahənin rənglənməsi üçün təxminən 576 milyard litr ultra-ağ boya tələb olunur. Bu isə bəşəriyyət tarixində ən böyük geo-mühəndislik layihələrindən biri hesab edilə bilər. Layihənin həyata keçirilməsi üçün trilyonlarla dollar maliyyə vəsaiti, böyük sənaye infrastrukturu və yüksək həcmdə xammal ehtiyatı tələb olunur. Bununla yanaşı, günəş radiasiyasının kütləvi şəkildə kosmosa qaytarılmasının atmosfer dövrəsinə və ekosistemlərə mümkün təsirləri hələ tam öyrənilməmişdir. [2][3][11]

Bununla yanaşı, texnologiyanın genişmiqyaslı tətbiqi müəyyən problemlər yaradır. Planet səthinin böyük hissəsinin bu materiallarla örtülməsi üçün yüz milyardlarla litr boya və böyük miqdarda xammal tələb olunur. Bundan əlavə, günəş radiasiyasının kütləvi şəkildə kosmosa qaytarılmasının atmosfer və ekosistemlərə mümkün təsiri hələ tam araşdırılmamışdır. Buna görə alimlər bu texnologiyanın ciddi elmi nəzarət altında tətbiq edilməsinin vacibliyini vurğulayırlar. [1][4]

Nəticə Aparılmış təhlil göstərir ki, yüksək albedo əmsalına malik materiallar və ultra-ağ boya texnologiyası qlobal istiləşmə ilə mübarizədə perspektivli vasitələrdən biridir. Bu texnologiya şəhər istilik adalarının təsirini azaltmaq, enerji sərfiyyatını minimuma endirmək və karbon emissiyalarını azaltmaq baxımından mühüm üstünlüklərə malikdir.

Lakin texnologiyanın qlobal miqyasda tətbiqi iqtisadi, logistik və ekoloji problemlərlə müşayiət olunur. Buna görə ultra-ağ boya texnologiyası əsas həll yolu deyil, iqlim dəyişikliklərinə qarşı əlavə dəstək mexanizmi kimi qiymətləndirilməlidir. Bununla belə, “Ağ İnqilab” konsepsiyası gələcəkdə daha dayanıqlı və enerji səmərəli şəhərlərin formalaşdırılması üçün mühüm elmi istiqamətlərdən biri hesab oluna bilər.

Ədəbiyyat siyahısı

1. [Intergovernmental Panel on Climate Change \(IPCC\). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Geneva: IPCC, 2023.](#)
2. [Purdue University News. “World’s Whitest Paint Could Curb Global Warming, Researchers Say.” Purdue University, 2021.](#)
3. [Peoples, J., Li, P., Yao, T., Ruan, X. “A Paint Formulation with High Solar Reflectance and Subambient Radiative Cooling.” *Cell Reports Physical Science*, Vol. 2, Issue 4, 2021.](#)
4. [United Nations Environment Programme \(UNEP\). *Emissions Gap Report 2023*. Nairobi: UNEP, 2023.](#)
5. [Santamouris, M. “Cooling the Cities – A Review of Reflective and Green Roof Mitigation Technologies to Fight Heat Island and Improve Comfort in Urban Environments.” *Solar Energy*, Vol. 103, 2014, pp. 682–703.](#)
6. [NASA Earth Observatory. “The Causes and Effects of Climate Change.” NASA, 2023.](#)
7. [Akbari, H., Levinson, R. “Evolution of Cool-Roof Standards in the United States.” *Advances in Building Energy Research*, Vol. 2, 2008.](#)

UOT: 629.3.018.8:504.054

METAL ƏSASLI ƏYLƏC MATERIALLARININ YEYİLMƏSİ NƏTİCƏSİNDƏ YARANAN HİSSƏCİKLƏRİNİN ƏTRAF MÜHİTƏ TƏSİRİNİN TƏDQIQI

Müəllif: İsmayilzadə Elmira Ceyhun qızı

Müəssisə: Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı

Vəzifə: Tələbə / Elmi dərəcə: Bakalavr / E-poçt: ismayilzadelmira6@gmail.com

Giriş. Məqələdə müasir nəqliyyat sistemlərində metal əsaslı əyləc materiallarının yeyilməsi nəticəsində yaranan mikron və nanometr ölçülü hissəciklərin ətraf mühitə və insan sağlamlığına təsirləri tədqiq olunur. Xüsusilə Bakı şəhərinin intensiv trafik şəraiti kontekstində ağır metal emissiyalarının (mis, qurğuşun, sink) torpaq, su və hava keyfiyyətinə vurduğu zərər elmi faktlarla əsaslandırılır. Tədqiqatda bu ekoloji problemin həlli üçün beynəlxalq təcrübə və Azərbaycanın "Yaşıl şəhər" konsepsiyası çərçivəsində tətbiq oluna biləcək strateji həll yolları təhlil edilir.

Açar sözlər. əyləc sistemləri, metal yeyilməsi, toz hissəcikləri (PM2.5), ağır metallar, ətraf mühitin çirklənməsi, Bakı trafiki, ekoloji monitoring, regenerativ əyləcləmə.

Введение: В данной работе исследуется воздействие микро- и наночастиц, образующихся в результате износа металлосодержащих тормозных материалов, на окружающую среду и здоровье человека в условиях современных транспортных систем. На примере интенсивного дорожного движения в Баку обосновывается вред эмиссий тяжелых металлов (медь, свинец, цинк) для качества почвы, воды и атмосферного воздуха. В исследовании анализируются международный опыт и стратегические пути решения данной экологической проблемы в рамках концепции «Зеленый город» в Азербайджане.

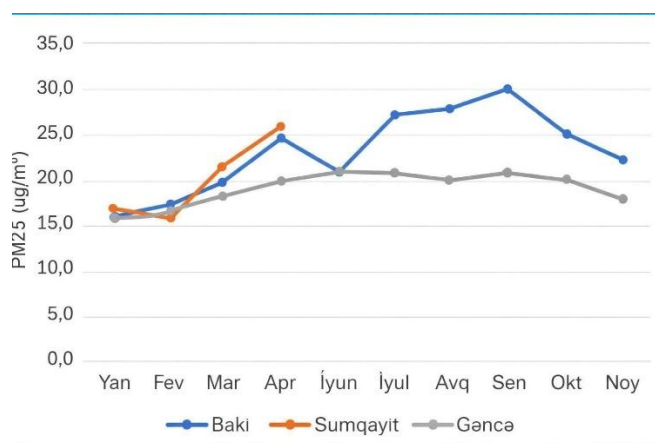
Ключевые слова: тормозные системы, износ металла, пылевые частицы (PM2.5), тяжелые металлы, загрязнение окружающей среды, трафик Баку, экологический мониторинг, регенеративное торможение.

Müasir dövrdə nəqliyyat vasitələrinin sürətlə artması şəhər ətraf mühitinə ciddi ekoloji təzyiq yaradır. Nəqliyyat sistemlərinin ayrılmaz hissəsi olan əyləc sistemlərinin yeyilməsi nəticəsində yaranan toz hissəcikləri hava keyfiyyətinin pisləşməsinə, torpaq və su mənbələrinin çirklənməsinə əhəmiyyətli dərəcədə töhfə verir. Metal əsaslı əyləc materialları — xüsusilə mis, dəmir, sink, qurğuşun və xrom birləşmələri ehtiva edənlər — əyləc tətbiqi zamanı mikron və nanometr ölçülü hissəciklər buraxır. Bu hissəciklər birbaşa atmosfərə daxil olaraq insan sağlamlığına, flora və faunaya zərər verir [1,2].

Azərbaycanda, xüsusilə Bakı şəhərində avtomobil parkının intensiv artımı bu problemi daha da aktuallaşdırmışdır. Son illərdə ölkədə qeydiyyatda olan avtomobillərin sayı 1,4 milyon vahidi keçmiş, Bakı şəhərinin magistral yollarında gündəlik tıxac halları artmışdır. Bu vəziyyət əyləc sistemlərinin daha tez-tez istifadəsinə, deməli daha çox toz emissiyasına səbəb olur [3]. Hazırkı tezis bu sahədə aparılan tədqiqatları ümumiləşdirərək Azərbaycan kontekstini qlobal problemlə əlaqələndirməyi hədəfləyir.

Əyləc yeyilməsindən yaranan toz hissəcikləri (BWDP — Brake Wear Derived Particles) iki əsas mənbədən əmələ gəlir: əyləc diski (rotor) və əyləc bəndi (pad). Disklər adətən çuqun və ya karbon-seramik materiallardan, bəndlər isə fenolik qatran, metalik liflər, abraziv minerallar və doldurucu maddələrin kompozisiyasından hazırlanır. Əyləc tətbiqi zamanı temperatur 300–700 °C-ə çata bilər ki, bu da materialların termomekaniki parçalanmasına gətirib çıxarır [4]. Nəticədə PM10, PM2.5 və ultra-incə PM0.1 fraksiyaları atmosfərə daxil olur.

Tədqiqatlar göstərir ki, qlobal miqyasda yol trafik toz emissiyasının 21%-ə qədər əyləc sistemlərindən qaynaqlanır [5]. Avropa Ətraf Mühit Agentliyinin (EEA) məlumatlarına görə, inkişaf etmiş şəhərlərdə qeyri-egzoz toz emissiyaları artıq egzoz emissiyalarını üstələyir. Xüsusilə mis (Cu), antimon (Sb), barium (Ba) və sink (Zn) kimi elementlər əyləc tozunun kimyəvi marker birləşmələri hesab olunur [6].



Şəkil 2. PM2.5 hava çirklənməsi nəticəsində 2024-cü ildə Bakı, Sumqayıt və Gəncə şəhərlərində 30 yaş və yuxarı əhali arasında ölüm hallarının qiymətləndirilməsi

Əyləc tozunun ən ciddi ekoloji təsiri torpaq və su ekosistemlərinin ağır metallarla çirklənməsidir. Mis yağış suları ilə yuyularaq su axarlarına daxil olur, su orqanizmlərinə — xüsusilə balıqlara — toksik təsir göstərir. Belə ki, suyun mis konsentrasiyası 2–5 µg/L-i keçdikdə semqa

balığının oriyentasiya reflekslərinin pozulduğu müəyyən edilmişdir [7]. Qurğuşun və kadmium birləşmələri torpaqda toplanaraq qida zəncirinə daxil olur. Bakının intensiv trafik zonalarında aparılan yerli tədqiqatlar torpaq nümunələrindəki mis, qurğuşun və sink konsentrasiyalarının icazə verilən normadan 1,5–3 dəfə yüksək olduğunu ortaya qoymuşdur [8].

İnsan sağlamlığına olan riskləri baxımından PM2.5 və PM0.1 fraksiyaları xüsusilə təhlükəlidir. Bu hissəciklər tənəffüs yolları ilə ağciyərin dərin qatlarına qədər nüfuz edərək oksidləşdirici stress yaradır, ürək-damar xəstəliklərinin riskini artırır. Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı (ÜST) bu hissəcikləri 1A qrupu kanserogen kimi qiymətləndirmişdir [9]. Bakı şəhərinin hava keyfiyyəti indeksi (AQI) trafik pik saatlarında tez-tez qeyri-sağlam kateqoriyasına daxil olur [10]. Həmsərhəd ərazilərdə uşaqlarda bronxial astma, allergiya və koqnitiv inkişaf geriliyinin daha yüksək tezliklə rast gəlinədiyi qeyd edilmişdir [11].

Azərbaycanda ekoloji monitorinq sistemi son illərdə əhəmiyyətli inkişaf yolu keçmişdir. Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin 2022–2023-cü illərə aid hesabatlarına görə, Bakı şəhərinin hava keyfiyyəti indeksi ölçüm məntəqələrinin 60%-dən çoxunda normanı aşmışdır. 2021-ci ildə qəbul edilmiş Hava atmosferinin mühafizəsi haqqında Qanunun yenilənmiş redaksiyası nəqliyyat emissiyalarına dair tələbləri gücləndirmişdir [12]. Yaşıl şəhər konsepsiyası çərçivəsində elektrik nəqliyyatının payının 2030-cu ilə qədər 20%-ə çatdırılması hədəflənmişdir [13].

Qlobal miqyasda mis-azsaxlayan əyləc bəndlərinin istifadəyə verilməsi, elektrik avtomobillərinin regenerativ əyləcəmə texnologiyalarından faydalanması əsas texniki həll yolları kimi öndə durur. Avropa İttifaqı 2025-ci ildən yeni satılan avtomobillərdə mis miqdarını 0,5%-dən aşağı saxlayan əyləc bəndlərini məcburi etmişdir [14]. Azərbaycan da müvafiq texniki rəqlamentini tənzimləməlidir. Bakı metrosunun genişləndirilməsi, velosiped infrastrukturunun inkişafı, park-and-ride sistemi strateji prioritetlər sırasında yer almalıdır.

Aparılan tədqiqatlar metal əsaslı əyləc materiallarının yeyilməsindən yaranan toz hissəciklərinin ətraf mühit üçün əhəmiyyətli risk amili olduğunu sübut edir. Bu hissəciklər həm insan sağlamlığına, həm də ekosistemlərin dayanıqlılığına mənfi təsir göstərir. Azərbaycan üçün bu problem Bakı şəhərinin yüksək trafik yükü ilə birlikdə xüsusi aktualıq kəsb edir. Həlli yolları: alternativ əyləc materiallarının standartlaşdırılması, elektrik nəqliyyatının genişləndirilməsi, hava keyfiyyəti monitorinqinin gücləndirilməsi və ekoloji maarifləndirmə proqramları. Bu tədbirlərin həyata keçirilməsi Azərbaycanın beynəlxalq ekoloji öhdəliklərini yerinə yetirməsinə, Yaşıl Azərbaycan konsepsiyasının reallaşmasına töhfə verəcəkdir.

Ədəbiyyat:

1. Grigoratos T., Martini G. (2015). Brake wear particle emissions: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(4), 2491–2504.
2. Kukutschová J., Filip P. (2018). Review of brake wear emissions. *Environmental Engineering and Management Journal*, 17(6), 1275–1302.
3. Azərbaycan Respublikası Dövlət Statistika Komitəsi. (2023). Nəqliyyat sahəsinin statistik göstəriciləri. Bakı.
4. Sanders P.G. et al. (2003). Airborne brake wear debris. *Environmental Science & Technology*, 37(18), 4060–4069.
5. European Environment Agency. (2022). Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) Report. Copenhagen: EEA.
6. Thorpe A., Harrison R.M. (2008). Sources and properties of non-exhaust particulate matter. *Science of the Total Environment*, 400(1–3), 270–282.
7. Baldwin D.H. et al. (2011). Copper-caused olfactory neuron loss in Coho salmon. *Environmental Science & Technology*, 45(16), 7014–7020.
8. Əliyev R.Ə., Hüseynov M.T. (2022). Bakı şəhərinin magistral yolları boyunca torpaq nümunələrinin ağır metal tərkibi. *Azərbaycan Kimya Jurnalı*, 3, 47–56.
9. World Health Organization. (2021). WHO Global Air Quality Guidelines. Geneva: WHO.
10. Azərbaycan Respublikası Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi. (2023). Ölkənin ekoloji vəziyyəti haqqında illik hesabat. Bakı.
11. Calderón-Garcidueñas L. et al. (2020). Hallmarks of Alzheimer disease in Metropolitan Mexico-City infants and children. *FEBS Letters*, 594(3), 589–614.
12. Azərbaycan Respublikası. (2021). Hava atmosferinin mühafizəsi haqqında Qanun (Yenilənmiş redaksiya). Bakı.
13. Azərbaycan Respublikası Nazirlər Kabineti. (2021). Bakı şəhərinin yaşıl inkişaf konsepsiyası 2030. Bakı.
14. European Commission. (2021). Regulation (EU) 2021/535 on type-approval requirements — copper content in brake pads. *Official Journal of the EU*.

ДИНАМИКА ПРОНИКНОВЕНИЯ НЕФТИ В ДИСПЕРСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ЕЁ РОЛЬ В ОБОСНОВАНИИ СРОКОВ МЕХАНИЧЕСКОГО СБОРА ПРИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВАХ

Амерханов Т.Р., Кондратьева Л.В., Елфимов Н.В.

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

г. Железногорск

Аннотация. В статье приведен анализ эффективности механических методов сбора нефти при аварийных разливах на нефтебазах. В ходе проведения исследования был изучен процесс проницаемости нефти в различные дисперсные материалы, такие как песок, гравий, грунт. Рассмотрен характер их взаимодействия с нефтью. Методами гравиметрии и газожидкостной хроматографии определили, насколько углеводороды проникают в глубь дисперсного материала в зависимости от времени и физико-химических характеристик субстрата. Исследование показало, что механический сбор эффективен только в первые часы после разлива нефти по почвенному покрову. При позднем обнаружении разливов нефти, для ликвидации последствий рекомендуется использовать сорбционные технологии.

Ключевые слова: нефтехранилища, механический сбор нефти, дисперсные материалы, проницаемость, хроматография, сорбция.

Abstract. The article provides an analysis of the effectiveness of mechanical methods of oil recovery in case of accidental spills at oil depots. During the study, the process of oil permeability into various dispersed materials, such as sand, gravel, and soil, was studied. The nature of their interaction with oil was considered. Gravimetry and gas-liquid chromatography methods determined how much hydrocarbons penetrate into the depth of the dispersed material depending on the time and physicochemical characteristics of the substrate. The study showed that mechanical collection is effective only in the first hours after an oil spill over the soil cover. In case of late detection of oil spills, it is recommended to use sorption technologies to eliminate the consequences.

Key words: oil storage facilities, mechanical recovery of oil, dispersed materials, permeability, chromatography, sorption.

Введение. Объекты хранения нефти и нефтепродуктов относятся к объектам повышенной опасности. Согласно нормативным требованиям, вокруг них создаются замкнутые обвалования (бетонные стены или земляные валы) высотой не менее 0,2 м выше расчетного уровня разлившейся жидкости, но не менее 1 м для резервуаров объемом до 10 000

м³ и 1,5 м для резервуаров объемом 10 000 м³ и более. Для ограничения распространения разлива дренажные системы выполняют из инертных материалов (гравий, песок). Тем не менее аварии с разливами происходят часто: в 2020 г. в Норильске разрушение резервуара привело к разливу более 20 тыс. тонн нефтепродукта [1].

Эффективность механического сбора нефти при разливах на почвенных и дисперсных субстратах определяется временным фактором, свойствами загрязнителя и морфологией почв. Механический метод наиболее результативен в первые часы аварии, пока нефть сохраняет сплошной слой и не проникла вглубь [2]. С ростом площади разлива эффективность метода снижается, что делает актуальным поиск объективных критериев его применимости.

Материалы и методы исследования. В качестве объектов исследования выбраны дисперсные материалы, типичные для объектов хранения нефтепродуктов: песок, гравий, земля. В качестве загрязнителя использована нефть Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Определение насыпной плотности материалов проводили весовым методом. Пробу каждого исследуемого образца дисперсного материала засыпали в мерный цилиндр объемом 100 см³ без уплотнения, далее проводили взвешивание с точностью до 0,01 г. Насыпную плотность ($\rho_{\text{нас}}$) рассчитывали по формуле 1:

$$\rho_{\text{нас}} = \frac{m_{\text{об}}}{100}, \text{ г/см}^3 \quad (1)$$

где,

$m_{\text{об}}$ – масса образца, г.

Затем проводилось взвешивание цилиндра с образцом ($m_{\text{о/ц}}$). Массу образца находили по формуле 2:

$$m_{\text{об}} = m_{\text{о/ц}} - m_{\text{ц}}, \text{ г} \quad (2)$$

где,

$m_{\text{о/ц}}$ – масса цилиндра с образцом, г.

Для исключения ошибочного измерения и получения некорректных результатов были подготовлены по пять образцов каждого рассматриваемого дисперсного материала, с которыми проводились исследования. Полученный результат составлял полученное среднее

значение [3].

В таблице представлены результаты измерений, для всех исследуемых образцов:

Таблица. Результаты измерений плотности исследуемых образцов

Масса образца, $m_{об}$, г	Объем насыпной, $V_{нас}$, $см^3$	Плотность насыпная, $\rho_{нас}$, $г/см^3$
189,25	100	1,601±0.03
189,15	100	
189,32	100	
190,05	100	
189,17	100	
174.59	100	1.458±0.024
174.51	100	
174.58	100	
174.61	100	
174.57	100	
67.28	100	0.381±0.026
67.47	100	
67.44	100	
67.31	100	
67.35	100	

В таблице представлены результаты измерения насыпной плотности трёх типов дисперсных материалов (песок, гравий, земля), полученные весовым методом. Для каждого материала выполнено пять параллельных определений, на основе которых рассчитаны средние значения и доверительные интервалы.

Результаты и их обсуждение

Наибольшая насыпная плотность зафиксирована у песка – $1,601 \pm 0,03$ г/см³, наименьшая – у земли – $0,381 \pm 0,026$ г/см³, что обусловлено высокой пористостью последней и наличием органических компонентов.

Скорость проникновения нефти в дисперсные материалы определяли в статических условиях (рисунок 1). Образцы массой 100 см³ помещали в цилиндры, вносили 30 мл нефти, глубину проникновения фиксировали каждые 30 секунд. Эксперимент повторяли трижды для каждого материала.



Рисунок 1. Определение скорости проникновения нефти в образце

На основании полученных экспериментальных данных был построен график зависимости скорости проникновения нефти от времени (рисунок 2).

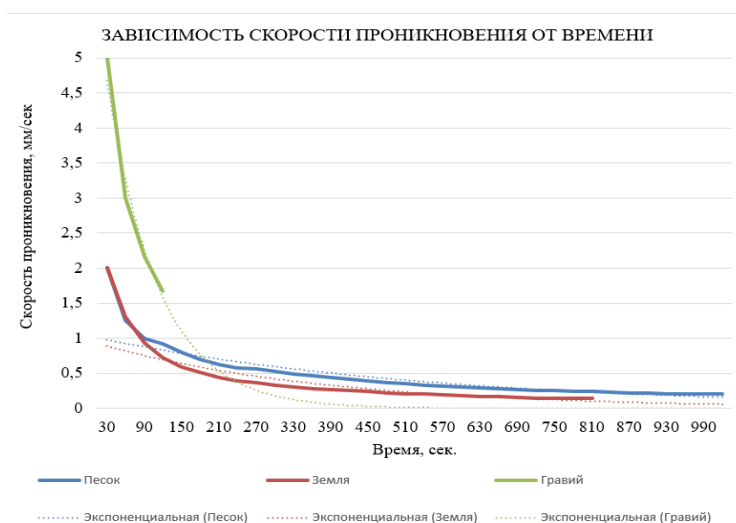


Рисунок 2. Зависимость скорости проникновения нефти в образцы материалов от времени

Представленные зависимости носят нелинейный затухающий характер, что обусловлено снижением градиента капиллярного давления по мере насыщения порового

пространства. Аппроксимация экспериментальных данных выполнена с помощью экспоненциальных трендов, что соответствует классическим моделям капиллярной пропитки пористых сред (закон Уошберна) [4]. Наибольшая начальная скорость проникновения характерна для песка, наименьшая – для земли. Экспоненциальный характер кривых позволяет выделить временной интервал (первые часы), в течение которого механический сбор нефти является эффективным.

Экспериментальные данные показывают значительные различия в кинетике капиллярной пропитки материалов. Максимальная скорость проникновения характерна для песка (высокая проницаемость, низкая сорбционная способность), минимальная – для земли (высокая дисперсность, наличие коллоидных компонентов, удерживающих углеводороды в поверхностном слое). Гравий занимает промежуточное положение.

Для оценки остаточного содержания нефтяных фракций в нижних слоях применяли метод элюэнтной хроматографии. Отбор проб проводили через 2 и 48 часов после внесения нефти, экстракцию – гексаном. Газожидкостную хроматографию выполняли на приборе «Хроматэк-Кристалл 5000» с пламенно-ионизационным детектором. Для определения проникновения компонентов нефти вглубь земли отбирали нижний слой через 2 часа после внесения поллютанта, экстракт вводили в прибор [5].



Рис. 3. Хроматограмма экстракта земли после 2 часов внесения нефти

При расшифровке хроматограмм учитывали, что среднедистиллятные фракции нефти идентифицируются по пикам нормальных алканов в диапазоне от C_{18} до C_{26} , образующих гомологический ряд. Однако на полученной хроматограмме характерные пики ароматических углеводородов отсутствуют, фиксируется лишь пик, соответствующий гексану.

Второй отбор пробы провели через двое суток после добавления нефти в образец. Полученный экстракт был повторно проанализирован на хроматографе. Полученная

хроматограмма представлена на рис. 4.

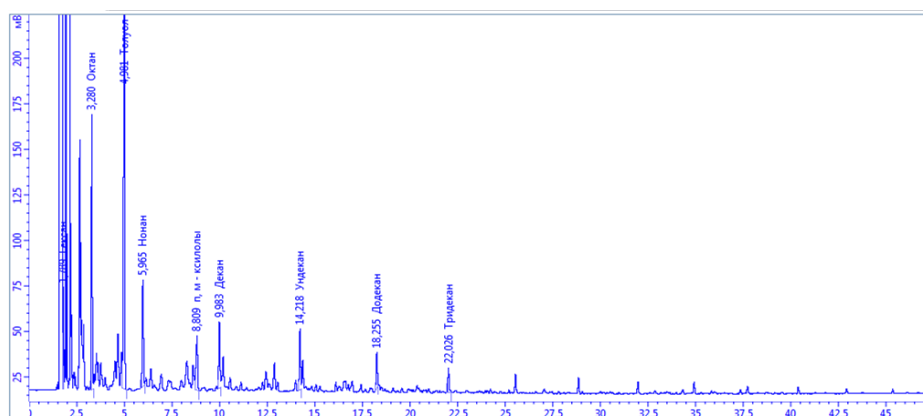


Рис.4. Хроматограмма экстракта пробы образца земли после 2 суток после внесения нефти в образец

Хроматограмма экстракта имеет пики которые расположены на равноудалённом расстоянии, что идентифицируется как «гребенка» алканов, начиная с октана и далее по гомологическому ряду. Интенсивность пиков убывает. Тяжёлые фракции (>C26>C26) не детектируются, что указывает на их задержку в верхних слоях. На хроматограмме также отчётливо видны пики толуола, м-ксилола, п-ксилола и 1,3,5-триметилбензола, что характерно для бензиновых и среднестиллятных фракций нефти. Это подтверждает миграцию лёгких компонентов вглубь земли. При расшифровке учитывалось время удерживания компонентов в колонке.

Заключение

На основании проведённого исследования можно сделать следующие выводы:

1. Наибольшая скорость капиллярного проникновения нефти характерна для песка, наименьшая – для земли. Песок и гравий являются наиболее сложными для ликвидации разливов из-за быстрого заглубления углеводородов.
2. Механический сбор нефти с поверхности дисперсных материалов эффективен только в первые часы после разлива, что подтверждается отсутствием углеводородов в нижних слоях через 2 часа после внесения загрязнителя.
3. Через 48 часов фиксируется миграция лёгких и среднестиллятных фракций вглубь материала, что делает механический сбор малоэффективным без применения сорбционных технологий.

Таким образом, временной фактор является ключевым при выборе метода ликвидации аварийных разливов нефти на объектах хранения.

Литература

1. Разлив дизельного топлива в Норильске//[электронный ресурс] https://ru.wikipedia.org/wiki/Разлив_дизельного_топлива_в_Норильске
2. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды : обзорная информация / Российская академия наук, Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ). - Москва : ВИНТИ, выпуск №5, 2021
3. Хафизова А.А. Мероприятия по сбору и утилизации нефти и нефтепродуктов при аварийных разливах на водной акватории. – Уфа: УГНТУ, 2008. – 19с.
4. Аксельруд Г.А., Альтшулер М.А. Введение в капиллярно-химическую технологию. – М.: Химия, 1983. – 264 с.
5. Мордасов, Д.М. Технические измерения плотности сыпучих материалов: Учеб. пособие/ Д.М. Мордасов, М.М. Мордасов// Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 80 с.

УДК 504.06:658.382.3(98)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

А.А. Ступина, д-р техн. наук, профессор,
профессор каф. «Пожарная и аварийно-спасательная техника»,
Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
г. Железногорск, Россия

Т.А. Бурменко,
старший преподаватель,
каф. «Экономическая и финансовая безопасность»,
Сибирский федеральный университет,
г. Красноярск, Россия

Аннотация: Арктическая зона представляет собой хрупкую экосистему, активное освоение месторождений, развитие Северного морского пути и изменение климата делают этот регион крайне уязвимым. Любая чрезвычайная ситуация в этой местности представляет собой масштабную экологическую катастрофу, способную оказывать влияние на всю планету целиком.

Особая опасность заключается в синергии рисков: таяние льдов обнажает старые промышленные отходы, рост судоходства увеличивает вероятность аварий, активное развитие добывающей отрасли приводит к разливам и пожарам. В статье рассматриваются ключевые экологические последствия чрезвычайных ситуаций в Арктике, предложены пути их решения

Annotation: The Arctic zone is a fragile ecosystem; active oil field development, the expansion of the Northern Sea Route, and climate change make this region extremely vulnerable. Any emergency in this area represents a large-scale environmental disaster, potentially impacting the entire planet.

A particular danger lies in the synergy of risks: melting ice exposes old industrial waste, increased shipping increases the likelihood of accidents, and the active development of the mining industry leads to spills and fires. This article examines the key environmental consequences of emergencies in the Arctic and proposes solutions.

Ключевые слова: Арктическая зона, чрезвычайная ситуация, ущерб, техногенная катастрофа, опасность.

The keywords: Arctic zone, emergency, damage, man-made disaster, danger.

Введение Главная особенность Арктики – крайне медленное самовосстановление. Если в средней полосе нефтяное пятно исчезает за 2-3 года за счет активности бактерий, то в арктических почвах этот процесс растягивается на 15-20 лет и более [1].

При сжигании попутного газа на факелах или разливе нефти в атмосферу выбрасывается сажа (черный углерод). Оседая на лед, сажа делает его темнее, снижая отражающую способность (альбедо). Лед начинает таять быстрее. Это создает порочный круг: из-за потепления происходит авария, а авария (пожар, разлив) ускоряет потепление [2].

В советское время в Карском море и заливах Новой Земли затопили ядерные реакторы подводных лодок и тысячи контейнеров с РАО (радиоактивными отходами). Коррозия контейнеров в соленой воде – это «ядерная бомба замедленного действия». При ЧС, например, при падении ледокола или бесконтрольном подъеме затопленного объекта, произойдет выброс цезия-90 и стронция-90, что сделает огромные акватории непригодными для рыболовства на столетия [3].

Пути решения экологических проблем Арктики

Ликвидация последствий ЧС в Арктике стоит в 5-10 раз дороже, чем на материке, поэтому приоритет смещается с *ликвидации* на *предотвращение* и новые технологии.

1. Технологические решения: Роботы и биоинженерия

- подледные дроны и мониторинг:

Традиционные спутники не видят пятна подо льдом. Решением является внедрение автономных подводных аппаратов (АНПА) типа «Морской сканер» или норвежских Eelume. Они патрулируют трубопроводы в режиме 24/7, фиксируя утечки метана и нефти до того, как они перерастут в катастрофу.

- биоремедиация холодными бактериями:

Учеными МГУ и Института биофизики СО РАН выделены штаммы *Psychrobacter* и *Rhodococcus*, которые способны утилизировать нефть при температуре +4°C. В отличие от химического сбора (сорбентов), микробы не создают вторичного загрязнения [4].

- ледовые амфибии:

Для Арктики неэффективны стандартные скиммеры (нефтесборщики), которые забиваются льдом. Решение – роторно-конусные нефтесборщики и амфибии на воздушной подушке (типа «Хиус»), способные собирать нефть с полыньи при толщине льда до 1,5 метра.

2. Инженерная защита от деградации мерзлоты

Поскольку остановить глобальное потепление человечество пока не в силах, нужно адаптировать инфраструктуру:

- **термостабилизация грунта:** установка сезоннодействующих охлаждающих устройств (СОУ) – «холодильников», которые замораживают грунт под фундаментами вокруг резервуаров. Это предотвращает просадку.

- **цифровые двойники мерзлоты:** создание карт термокарстовой опасности на основе нейросетей. Где мерзлота «плывет» – переносить хранилища или усиливать контроль.

3. Правовые и экономические механизмы: принцип «загрязнитель платит»

- **зеленый тариф для Северного завоза:** снижение налогов для компаний, использующих двухкорпусные танкеры и биозащиту на АЭС.

- **запрет на хранение жидкого топлива в одностенных резервуарах** (в Норильске резервуар был построен еще в 1980-х). В 2023 году приняты поправки в закон «Об охране окружающей среды», обязывающие арктические предприятия иметь вторичные обвалования (емкости-ловушки).

- подъем и утилизация «радиационного наследия».

Программа «Чистая Арктика» предусматривают подъем наиболее опасных реакторов в заливе Амбросимова. Технология решения: кессонная защита (строительство подводной стены вокруг объекта) и цементирование активных зон прямо на месте, без подъема на поверхность, чтобы избежать риска разгерметизации при транспортировке.

4. Международное сотрудничество и перспективы

Несмотря на политическую напряженность, экология Арктики – область, где диалог возможен. Арктический совет (даже в приостановленном формате) оставил рабочие группы по реагированию на ЧС (EAGAR).

Путь решения

Создание единой системы «Экологический ШОС» (Станция оперативного слежения). Речь идет о сети датчиков от Мурманска до Аляски, передающих данные в единый центр.

Важно возродить практику совместных учений (как «Баренц-2020»), где отрабатывается схема: «Разлив утечки – перекрытие – применение сорбентов – реабилитация» [5].

Заключение

Экологические последствия ЧС в Арктике носят необратимый характер, если полагаться только на природу. Традиционные методы ликвидации разливов здесь проваливаются из-за холода и льда. Однако современные пути решения уже обретают форму:

- **предотвращение** за счет термостабилизации грунтов и цифрового контроля;
- **биотехнологии** для «холодного» восстановления;
- **экономические санкции** против устаревшей инфраструктуры.

Решение экологических проблем лежит в плоскости перехода от «реагирования на аварию» к «управлению рисками» с помощью науки и инженерии.

Список используемой литературы:

1. Росприроднадзор. Итоги ликвидации последствий аварии на ТЭЦ-3 АО «НТЭК» (г. Норильск) и рекультивация загрязнённых территорий. – М., 2022. – 45 с.
2. AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme). Black Carbon and Methane as Arctic Climate Forcers. – Oslo : AMAP Secretariat, 2021. – 120 p.
3. Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. Радиационно-опасные объекты затопления в Карском море: инвентаризация и сценарии эволюции / под ред. В. К. Гусева. – М. : ИБРАЭ, 2020. – 156 с.
4. Алексеев, А. О. Биоремедиация арктических почв с использованием психрофильных штаммов *Rhodococcus* / А. О. Алексеев, М. В. Чувилин // Биотехнология. – 2021. – № 4. – С. 34–42.
5. Арктический совет. Отчет Рабочей группы по предупреждению, готовности и реагированию на чрезвычайные ситуации (EAGAR): учения «Баренц-2020» и перспективы межгосударственного взаимодействия. – Тромсё : Секретариат Арктического совета, 2021. – 88 с.

LİTIUM BATAREYALARIN REAL VAXT REJİMİNDƏ MONİTORİNQİ VƏ İSTİSMAR MÜDDƏTİNİN OPTİMALLAŞDIRILMASI ÜÇÜN İNTELLEKTUAL QURĞUNUN İŞLƏNMƏSİ

Hacıyeva Fərizə Fərrux qızı
Milli Aviasiya Akademiyası 2132a2
fhaciyeva.81041@student.naa.edu.az

İsmayılov Məhəmmədəli Elçin oğlu
Milli Aviasiya Akademiyası 2132a2
mismayilov.81052@student.naa.edu.az

Hüseynov Abiddin Elşən oğlu
Milli Aviasiya Akademiyası 2132a2
ahuseynov.81042@student.naa.edu.az

Xancanlı Nihat Namiq oğlu
Milli Aviasiya Akademiyası 2132a2
nxancanli.81063@student.naa.edu.az

Həsənli Qurban Məmmədhüseyn oğlu
Milli Aviasiya Akademiyasının Avionika kafedrası
ghasanli@naa.edu.az

Xülasə. Tezisdə litium batareyaların real vaxt rejimində nəzarətini təmin edən intellektual monitoring qurğusu təqdim olunmuşdur. Qurğu batareyanın vəziyyətini müəyyən edir, enerji itkilərini minimuma endirir və istifadəyə yararlılığını qiymətləndirir. Araşdırmada batareya tullantılarının azalması, litium batareyalarının təkrar istifadəsinin optimallaşdırılması və batareyanın istifadə müddətinin uzadılması göstərilmişdir. Sistem həm ekoloji, həm də iqtisadi baxımdan fayda təmin edir və gələcəkdə daha geniş tətbiqlərə malik ola bilər.

Abstract. This thesis presents an intelligent monitoring device that enables real-time supervision of lithium batteries. The device determines the battery's condition, minimizes energy losses, and evaluates its operational usability. The study demonstrates a reduction in battery waste, optimization of lithium battery reuse, and an extension of battery lifespan. The system provides both environmental and economic benefits and has the potential for broader applications in the future.

Аннотация. В данной работе представлено интеллектуальное устройство мониторинга, позволяющее контролировать состояние литиевых батарей в режиме реального времени. Устройство определяет состояние батареи, минимизирует потери энергии и оценивает удобство ее эксплуатации. Исследование демонстрирует сокращение отходов батареи, оптимизацию повторного использования литиевых батарей и увеличение срока службы

батареи. Система обеспечивает как экологические, так и экономические преимущества и имеет потенциал для более широкого применения в будущем.

Açar sözlər. Litium batareya, batareya, istismar müddəti, optimallaşdırma, monitoring qurğusu

Keywords. Lithium battery, battery, service life, optimization, monitoring device

Ключевые слова. Литиевая батарея, аккумулятор, срок службы, оптимизация, устройство мониторинга

Giriş. Müasir texnologiyaların sürətli inkişafı fonunda batareyalar mobil cihazlarda, pilotsuz uçuş aparatlarında (dronlar), elektrik nəqliyyat vasitələrində və sənaye sistemləri kimi müxtəlif sahələrdə əsas enerji mənbəyi kimi mühüm rol oynayır. Batareyaların etibarlı və uzunmüddətli fəaliyyəti enerji sistemlərinin səmərəliliyi, texniki etibarlılığı və ekoloji davamlılığı üçün vacibdir [1].

Buna baxmayaraq, batareyaların istifadəsi zamanı yaranan enerji itkiləri kimi bir sıra problemlər müşayiət olunur. Birdəfəlik batareyalar utilizasiyaya göndərilir, lakin litium batareyalar düzgün idarə olunduqda yenidən istifadə oluna biləcək resurslardır. Mövcud sistemlər isə onların vəziyyətini təhlil etmək və istifadəyə yararlılığını qiymətləndirmək imkanına malik deyil [2].

İstifadəyə yararsız batareyaların səmərəli toplanması və utilizasiyası ekoloji davamlılıq baxımından aktual məsələdir. Bu məqsədlə Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi və “Qırmızı Ürəklər” Fondu 1 may 2022-ci il tarixində “Batareyaları təhvil ver, təbiəti qoru” layihəsinə start vermişdir. Layihə çərçivəsində müxtəlif dövlət qurumları, şirkətlər, marketlər, təhsil müəssisələri, banklar və otellərdə xüsusi təhvil qutuları yerləşdirilmişdir.

Məsələnin qoyuluşu. Hazırda batareyaların real vaxt rejimində iş vəziyyətinin monitoringi və istifadəyə yararlılığının qiymətləndirilməsi həll olunmamış problemdir. İstifadəçilər batareyanın istismar müddətini, enerji itkilərini və səmərəli istifadəyə yararlılığını dəqiq təyin edə bilmir. Nəticədə, birdəfəlik batareyalar tullantıya çevrilir, litium batareyaların isə potensial təkrar istifadəsi düzgün həyata keçirilmir. Bu problemlər həm enerji səmərəliliyinin azalmasına, həm resursların səmərəsiz istifadəsinə, həm də tullantıların artmasına səbəb olur. Bu isə tələb edir ki, batareyaların vəziyyətini real vaxt rejimində göstərən, onların istismar müddətini uzadan və enerji itkilərini minimuma endirən intellektual texnoloji həll yolları tətbiq edilsin [3].

Tezisin məqsədi litium batareyaların vəziyyətini real vaxt rejimində göstərən, onların keyfiyyətini və istifadəyə yararlılığını qiymətləndirən intellektual monitoring qurğusunun layihələndirilməsi və hazırlanmasıdır. Təklif olunan sistem ekoloji və iqtisadi baxımdan davamlılığa töhfə verərək batareyaların istifadəsini optimallaşdırmağa imkan yaradacaq.

Əsas hissə. Hazırkı vəziyyət göstərir ki, litium batareyaların istifadə müddətinin dəqiq müəyyənləşdirilməsi və onların istismar müddətinin optimallaşdırılması üçün real vaxt rejimində monitoring sistemi tələb olunur. Mövcud sistemlər batareyanın vəziyyətini izləməyə imkan vermir və bu da enerji itkilərinə, resursların səmərəsiz istifadəsinə və tullantıların artmasına səbəb olur [4].

Bu problemi həll etmək üçün layihə əsasında hazırlanmış tezis əsas ideyası “batareyanın istismar müddətinin optimallaşdırılması və enerji effektivliyinin artırılması üçün intellektual monitoring qurğusu”dur. Təklif olunan qurğu litium batareyaların vəziyyətini real vaxt rejimində göstərir və onların istifadəyə yararlılığını qiymətləndirir.

Layihənin texniki həlli aşağıdakı komponentlərdən ibarətdir:

1. Sensor modulları: Batareyanın enerji vəziyyətini, cərəyan və gərginlik göstəricilərini ölçən modullar qurğuya inteqrasiya edilir. Bu sensorlar batareyanın yararlılıq göstəricilərini (State of Health, SoH) və enerji yükünü (State of Charge, SoC) dəqiq ölçməyə və nəzarət etməyə imkan verir [5].

2. Mikroprosessor və proqram təminatı: Sensorlardan gələn məlumatlar qurğuda yerləşən mikroprosessor tərəfindən işlənir və təhlil olunur. Bu məlumat əsasında batareyanın istifadəyə yararlı olub-olmaması, enerji itkiləri və istifadə müddətinin proqnozu müəyyən edilir.

3. Vizual göstərici və xəbərdarlıq sistemi: Qurğunun üzərində LED göstəricilər və ya ekran vasitəsilə batareyanın vəziyyəti real vaxtda istifadəçiyə təqdim olunur. Həmçinin kritik vəziyyətlərdə səsli və ya vizual xəbərdarlıq funksiyası mövcuddur.

4. Ətraf mühitə uyğun dizayn: Qurğu həm portativ, həm də davamlı işləyə biləcək şəkildə hazırlanmışdır. Bu, litium batareyaların istifadəsində rahatlıq və təhlükəsizlik təmin edir.

Tezisdə həm ekoloji, həm də iqtisadi faydalar təqdim edilmiş, eyni zamanda enerji itkilərinin azaldılması və batareyanın istismar müddətinin artırılması araşdırılmışdır və qeyd olunmuşdur.

Nəticə. Aparılan tədqiqat göstərir ki, litium batareyaların vəziyyətinin real vaxt rejimində monitoringi enerji səmərəliliyi, ekoloji davamlılıq və resursların optimal istifadəsi baxımından vacibdir. Təklif olunan “batareyanın istismar müddətinin optimallaşdırılması və enerji effektivliyinin artırılması üçün intellektual monitoring qurğusu” həm batareyaların istifadəyə yararlılığını dəqiq qiymətləndirir, həm də onların istifadə müddətini uzadır.

Təqdim olunan tezisdə göstərilmiş layihə vasitəsilə batareya tullantılarının miqdarı azaldılır, litium batareyaların təkrar istifadəsi optimallaşdırılır və enerji itkisi minimuma endirilir. Qurğu istifadəçilərə batareyaların vəziyyətini vizual və səsli xəbərdarlıq sistemi vasitəsilə real vaxt rejimində təqdim etməklə həm texnoloji, həm də ekoloji fayda təmin edir.

Gələcəkdə bu sistemin funksionallığının genişləndirilməsi və müxtəlif növ batareyalara tətbiq olunması mümkündür. Eyni zamanda sistemin mobil tətbiqlərlə inteqrasiyası batareya idarəetməsini daha rahat və əlçatan edəcək.

Ədəbiyyat

1. Hannan, M. A., Lipu, M. S. H., Hussain, A., et al. Real-time monitoring of a lithium-ion battery module to enhance safe operation and lifespan. MDPI Proceedings.
2. Wang, S., Chen, L., et al. Safety and reliability analysis of lithium-ion batteries with real-time monitoring. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
3. Howey, D., Smith, K., et al. Monitoring battery health and safety. Nature Energy.
4. Li, J., Wang, H., et al. Remaining useful life prediction of lithium-ion batteries using deep learning. Scientific Reports.

Zhang, Y., Liu, X., et al. Lithium-ion battery condition monitoring: A frontier in acoustic sensing technology. MDPI.

UOT: 613.62:663.974(479.24)

**ETIOLOGICAL RISK FACTORS AND OCCUPATIONAL DISEASE EXPOSURE
AMONG EMPLOYEES OF A CIGARETTE PRODUCTION ENTERPRISE IN THE
REPUBLIC OF AZERBAIJAN.**

P.M. Veliyev.

*Ph.D. Senior Researcher, Corresponding Member of the International Academy of Sciences
Azerbaijan State Scientific Research Institute of Occupational Safety and Health
“AzDEMTTETI”, Baku, The Republic of Azerbaijan.
E-mail: velperviz@yahoo.com / p.valiyev@azdemtteti.az*

Abstract: Occupational and environmental diseases remain an important public health problem in industrial sectors worldwide. Workers employed in cigarette production facilities are exposed to various harmful factors, including chemical agents, noise, vibration, and unfavorable microclimatic conditions, which may increase the risk of occupational diseases. **Aim:** To assess etiological risk factors and harmful agents contributing to the development of occupational and environmental diseases among employees of a cigarette production enterprise in the Republic of Azerbaijan. **Materials and methods:** The number of technical equipment as presented for estimation of risk exposures of occupational and environmental diseases among employees in cases of activity in cases of cigarette production enterprise activity. The number of technical equipment as presented for estimation of risk exposures of occupational and environmental diseases among employees in cases of activity in cases of cigarette production enterprise activity. **Results:** It was demonstrated obtained abnormal Results related with attestation process at workplaces related with noise, chemical substances, microclimate parameters, vibration, gas measurement, air pollution and light parameters. **Conclusion:** In order to mitigate the exposures process of occupational and environmental diseases in cases of activities among Employees of company medical examination, (including additional payment) for the Staff is recommended to be provided and improvement the work conditions is essential.

Key words: *etiological Harmful occupational risk factors, occupational and environmental diseases, stress, ecological factors.*

Introduction: Occupational and environmental diseases represent a significant group of health disorders associated with exposure to harmful factors in the workplace. In many cases, these diseases are clinically and pathologically similar to non-occupational conditions, which complicates their diagnosis and identification. [1,2,3,4].

Exposure to harmful occupational factors during professional activity can lead to the development of chronic pathological conditions affecting various physiological systems. The

diagnosis of occupational diseases is often challenging because clinical manifestations may not always clearly indicate the relationship between the disease and workplace exposure. [4].

According to international standards, including those established by the **International Labor Organization (ILO)**, an occupational disease is defined as a disease contracted as a result of exposure to risk factors arising from work activity. The recognition and classification of occupational diseases vary between countries, and compensation systems for affected workers differ depending on national legislation. [3,4].

Ensuring adequate protection of workers and proper compensation mechanisms for occupational diseases is an important component of occupational health policy. In many countries, official lists of occupational diseases are periodically revised to include new work-related conditions, such as musculoskeletal disorders, work-related mental health disorders, and diseases associated with exposure to hazardous substances. [3,4].

In this context, studying occupational risk factors in cigarette production enterprises is particularly relevant, as workers may be exposed to a combination of chemical, physical, and environmental hazards. [3,4].

The objects of investigation: The **objects** of this study was to assess etiological risk factors and harmful agents contributing to the development of occupational and environmental diseases among employees of a cigarette production enterprise in the Republic of Azerbaijan.

Materials and Methods: Workplace assessments were carried out using certified technical measurement devices to evaluate occupational exposure levels. Measurements included noise intensity, microclimatic parameters, air pollution, toxic gas concentration, electromagnetic radiation, illumination levels, and other environmental indicators within the production areas.

Table1.

Provided databases of devices for estimation.

<i>Nö</i>	Purpose of devices usage	Type of devices	<i>Place of production</i>
1.	Noise condition testing	Assistant-SIUUV	Russia
2.	Microclimate condition H	Metrel	Slovenia

3.	Electromagnet resting	BE-METR-AT-004	Russia
4.	Pulsimetr-luksimetr	ARGUS	Russia
5.	Air pollution testing	IKP-5	Russia
6.	Gas concentration testing	ФП-34	Russia
7.	Radioaktiv indicator	SOEKS	Russia

Provided databases of devices for estimation. Certificate is presented.

In order to achieve our purpose of investigation, had been used a number of several devices for providing of audit monitoring process in case of cigarette production enterprise work activity such as: “Assistant СИУВ” for noise control, “Metrel” for microclimate control, “BE-METR-AT-004” for electromagnetic condition control, “IKP-5’ for air pollution control, “ARGUS’ for light control and ФП-34, to control of toxic or hazardous carbon monoxide concentration in air.

All obtained Results without calculation accurately were included in “Official Protocol “of the Institute and had been analyzed in detail. This way, officially reliable Results had been provided in detail in our investigation. That also is recommended to be noted, that the equipment was correlated and certificate is presented. The Results were obtained accurately was included and estimated graphically.

So, as a matter of fact, was demonstrated various harmful factors related with cigarette production plant work activity. It is already known, that the harmful factors are able to deteriorate Employees health status and which is actual aspect and very problematic ever time and everywhere.

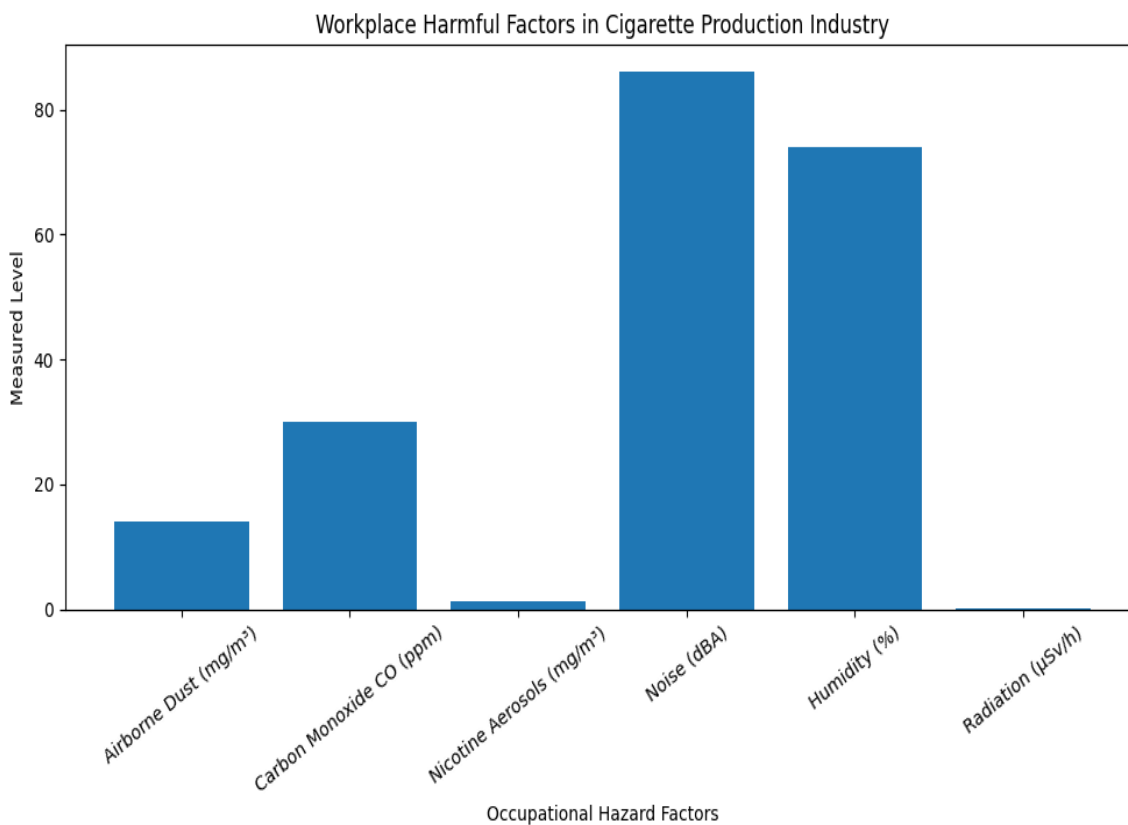
By the Staff of our “Radiation, Sanitary-Hygiene in production " laboratory of State Scientific -Research Institute of Labor Protection and Safety Engineering in detail had been carried out an estimation process of the Harmful occupational risk factors in case of activity of cigarette production enterprise.

It had been carried out an estimation process of the harmful factors by the Staff of our laboratory and included information in the “control Protocol Results”, sooner being calculated by us appointed databases. In (Table 2.) being provided databases of the harmful factors were presented which have harmfully influenced for normal health status of employees.

In (Table 2.) provided databases of the harmful risks factors, had been presented as well as: noise, radiation, electromagnetic factor and microclimate parameters were clear during our audit control procedure.

As a normal Figure for air pollution is 6 mq/m³, but during control attestation process is 13-15mq/m³. It should be noted that, low light factor was demonstrated also for lift operator as harmful factor for visual organ one. (for monitor was estimated-13,2 mq/m³., for Employee responsible for electric problems was estimated -12-14 mq/m³, and for others were being estimated -13-15mq/m³ which is twice more than normally).

Table 2.



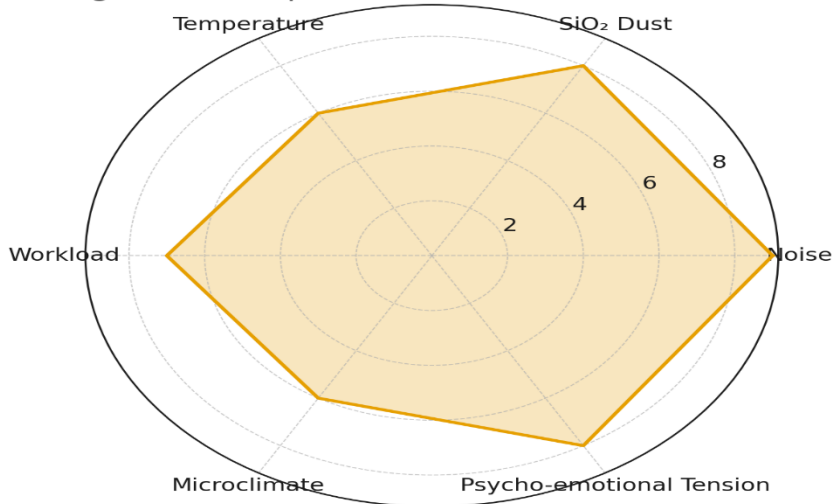
Harmful factor	Percentage
Noise	41.9 %
Humidity	36.0 %
Carbon Monoxide (CO)	14.6 %

Harmful factor	Percentage
Airborne Dust	6.8 %
Nicotine Aerosols	0.6 %
Radiation	0.1 %

Light estimating for lift Employee was 74 LK, but normally is 100LK. which is less than normal. There were no problems with vibration.

So, refer to presented data in (figure 3.) can be estimated the risk factors of employee’s health status deteriorated as well as: for monitor person, Staff of cigarette department and Staff of technical department which is also finally also demonstrated clear.

Figure 3. Composite Risk Profile (Radar Chart)



The acceptable normal rate of noise factor is 80 dBA, but control rate during attestation process was resulted as: department monitor- 82 dBA, temporary Employee 86.2dBA, technology assistant - 61-84dBA, operator -71-83dBA, Employee -73-86dBA and sanitarian service Employee - 72-84dBA, that were resulted abnormal.

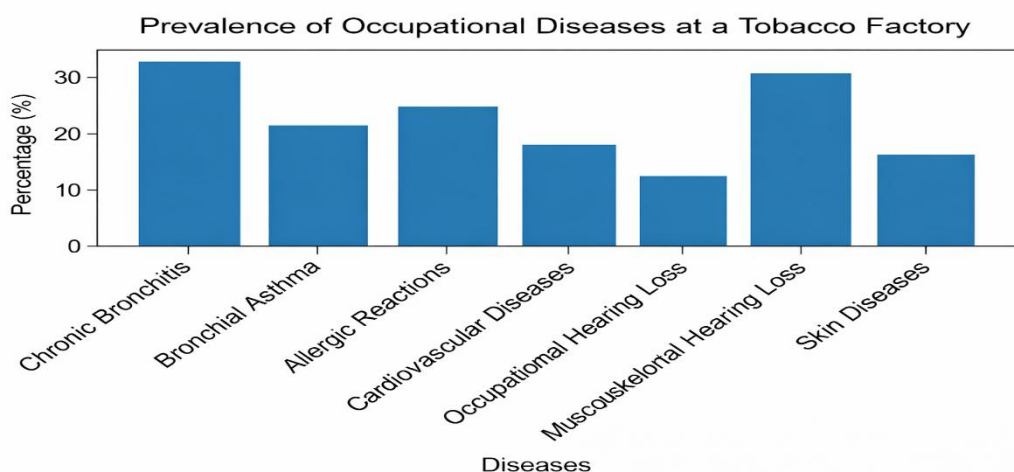
Precisely, noise factor was presented as a matter of fact in case of industrial operations and this study identified the risks of exposure of occupational and environmental diseases of Central Nervous System (mental disorders), cardiac system, ulcer of digestion tract, deterioration of acoustic

organs activity and other chronic disorder complications. We should also remember about long time of duration of existence the above harmful factors, which should be taken into appointment.

About CNS, that should be noted about noise is stressful factor and had been influenced for a long time of duration. It could be resulted with by different deteriorated conditions as nervousness, psychosis, decreasing the ability of activity of persons at the places of job, especially decreasing concentration of listening, vision, thinking, problems with emotional stability and other different chronic disorder complications. [1].

In (Figure 3.) provided databases of the harmful risk factor of microclimate data especially humidity of air at work places: Normal rate was presented-70% but 72-80% more than normal rate for Employees. It should be noted about microclimate parameters, that also can be estimated as the risk factors of employee’s health deterioration such as: for monitor person, Staff of cigarette department and Staff of technical department which is also finally also clear. Precisely microclimate parameters factor was presented as a matter of fact in case of industrial operations and this study identified the risks factors of exposure of occupational and environmental diseases also related with respiratory tract such as: tuberculosis, pneumonia, bronchial asthma and other different complications. We should note about duration of harmful factor, which is also complicated appointed situation for example chronic type of pneumonia, complicated types of tuberculosis, severe type of bronchial asthma condition and others complications [6,7.8].

Table3.



1. Chronic Bronchitis — 27%
2. Bronchial Asthma — 18%
3. Allergic Reactions — 22%

4. Cardiovascular Diseases — 15%
5. Occupational Hearing Loss — 10%
6. Musculoskeletal Disorders — 26%
7. Skin Diseases — 14%

Discussions: This study provides a comprehensive overview of different types of risk etiological factors related with occupational and environmental diseases exposure in cigarette production enterprises in the Republic of Azerbaijan. Provided findings of harmful etiological risk factors are deterioration of worker's health and target for improving of job conditions including additional payment for workers in cigarette enterprise.

Conclusion:

1. According to an agreement 31.08.2021 year T.A.-21/219-09 among Azerbaijan State Scientific-Research Institute of Labor Protection and Safety Engineering of the Ministry of Emergency Situations and cigarette production plant had been provided audit control for appearance of the harmful factors for employee's health status in case of cigarette production industrial operations.

2. During the occupational health audit had been demonstrated several harmful risk factors for employee's health status deteriorated in case of industrial operations and refer the adopted rules of Labor Protection of the Republic of Azerbaijan additional payment for Employees should be paid.

3. It is strongly recommended to organize an additional medical examination, dispensarization during a year for employees of cigarette production plant in order to make clear and mitigate the risks of occupational and environmental diseases exposure and following in future complication.

4. It is vital to improve job conditions, according to the adopted rules of Labor Protection of the Republic of Azerbaijan.

References.

1. **О.Н.Русак.** Справочник книга по охране труда. Л.Машиностроение.1989.540с.
- 2.[1] **ILO** - International Labor Organization, P155 - Protocol of 2002 to the Occupational Safety and Health Convention, 1981, 2002. Available at: http://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_INSTRUMENT_ID:312338

3. **ILO** - International Labor Organization, National System for Recording and Notification of occupational and environmental diseases Practical Guide, 2013. Available at:http://www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS_210950/lang--en/index.htm

4.**P.M.Veliev**. Estimation risks of occupational and environmental diseases rate among employees in cases of industrial activity of metallurgical plant. Scientific Herald. The Academy of the Ministry of Emergency Situations. 87-109. ISSN 2957-593.DOI:10.30546/FHNA

5.**Megas I.F., Beier J.P., Grieb G.** The History of Carbon Monoxide Intoxication. *Medicina*. 2021;57:400. doi: 10.3390/medicina57050400. [DOI] [PMC free article] [

6."**Epidemiology of Tuberculosis**". *Epidemiology of chronic disease: global perspectives*. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning. p. 682. ISBN 978-0-7637-8047-0. Archived from the original on 7 February 2024. Retrieved 17 September 2017.

NEFT- QAZ SƏNAYESİNDƏ İSTİXANA EFFEKTİ YARADAN QAZLARIN AZALDILMASI TEXNOLOGİYALARININ TƏDQIQI

Dadaşov Gülyar Aydın oğlu

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

(magistrant)

E-mail: Xacmazdadashov@mail.ru

Xülasə. Neft-qaz sənayesində atmosferə buraxılan istixana qazlarının, xüsusilə karbon qazı və metanın yaranma mənbələri və onların azaldılması yolları məqalədə ətraflı tədqiqi aparılmışdır. Tədqiqat zamanı müasir texnologiyalar – karbonun tutulması və saxlanması, qaz sızmalarının aşkarlanması sistemləri, enerji səmərəliliyi və bərpa olunan enerji inteqrasiyası kimi yanaşmalar müqayisəli şəkildə analiz olunmuşdur. Nəticədə müəyyən edilmişdir ki, kompleks və inteqrasiya olunmuş texnoloji yanaşmalar istixana qazı emissiyalarının əhəmiyyətli dərəcədə azaldılmasına imkan verir və ekoloji təhlükəsizliyin təmin olunmasında mühüm rol oynayır..

Abstract. This article investigates greenhouse gas emissions in the oil and gas industry, focusing on carbon dioxide and methane sources and reduction technologies. Modern approaches such as carbon capture and storage, leak detection systems, energy efficiency improvements, and renewable energy integration are comparatively analyzed. The study concludes that integrated technological solutions significantly reduce emissions and play a crucial role in ensuring environmental sustainability and industrial safety.

Аннотация. В статье исследуются выбросы парниковых газов в нефтегазовой промышленности, включая источники образования углекислого газа и метана, а также технологии их снижения. Проведен сравнительный анализ современных методов, таких как улавливание и хранение углерода, системы обнаружения утечек, повышение энергоэффективности и интеграция возобновляемых источников энергии. Установлено, что комплексное применение данных технологий способствует значительному снижению выбросов и повышению экологической безопасности.

Açar sözlər: istixana qazları, neft-qaz sənayesi, karbon emissiyası, metan sızmaları, ekoloji təhlükəsizlik

Keywords: greenhouse gases, oil and gas industry, carbon emissions, methane leaks, environmental safety.

Ключевые слова: парниковые газы, нефтегазовая промышленность, выбросы углерода, утечки метана, экологическая безопасность.

Giriş. İstixana qazları arasında karbon qazı (CO_2), metan (CH_4) və azot oksidləri (NO_x) xüsusi yer tutur. Bu qazların atmosferdə uzun müddət qalma xüsusiyyəti onların təsir gücünü daha da artırır. Xüsusilə metan qazı qısa müddətli perspektivdə karbon qazı ilə müqayisədə daha yüksək istilik tutma qabiliyyətinə malikdir və bu səbəbdən onun emissiyası daha təhlükəli hesab edilir.

Neft-qaz sənayesi isə bu qazların əsas emissiya mənbələrindən biridir. Bu sənayedə həyata keçirilən kəşfiyyat, qazma, hasilat, nəql və emal prosesləri zamanı böyük həcmdə istixana qazları atmosfərə buraxılır. Qazın məşəldə yandırılması (flaring), texnoloji sızmalar və qazın birbaşa atmosfərə buraxılması kimi proseslər emissiyaların əsas mənbələrini təşkil edir. Bundan əlavə, enerji istehsalı üçün istifadə olunan yanacaq növləri də karbon emissiyalarının artmasına səbəb olur.

Son illərdə beynəlxalq təşkilatlar və dövlətlər tərəfindən iqlim dəyişikliklərinin qarşısının alınması məqsədilə bir sıra tədbirlər həyata keçirilir. Bu tədbirlər çərçivəsində sənaye müəssisələrində emissiyaların azaldılması üçün innovativ texnologiyaların tətbiqi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Neft-qaz sektorunda isə bu istiqamətdə həm texnoloji, həm də idarəetmə baxımından yeni yanaşmalar formalaşmaqdadır.



Şəkil 1. Neft emalı müəssisələrin atmosferin istixana effekti yaradan qazlarla çirklənməsi

Müasir texnologiyalar, o cümlədən “Karbon Saxlama Sistemləri” sistemləri, qaz sızmalarının aşkarlanması və aradan qaldırılması metodları, enerji səmərəliliyinin artırılması və bərpa olunan enerji mənbələrinin tətbiqi istixana qazlarının azaldılması baxımından böyük potensiala malikdir [1].

Bu texnologiyaların tətbiqi yalnız ekoloji problemlərin həllinə deyil, həm də istehsalın səmərəliliyinin artırılmasına və iqtisadi itkilərin azaldılmasına xidmət edir.

Məsələnin qoyuluşu. Neft-qaz sənayesində istixana qazlarının emissiyası müasir dövrdə global ekoloji problemlərin əsas komponentlərindən biri kimi çıxış edir. Bu sənayedə həyata keçirilən bütün əsas texnoloji proseslər – kəşfiyyat, qazma, hasilat, nəql və emal mərhələləri – müxtəlif növ istixana qazlarının yaranmasına səbəb olur. Xüsusilə karbon qazı və metan emissiyaları bu baxımdan daha böyük təhlükə yaradır.

Problemin qoyuluşu ilk növbədə bu emissiyaların mənbələrinin sistemli şəkildə müəyyən edilməsi və onların təsir səviyyəsinin qiymətləndirilməsi ilə bağlıdır. Müxtəlif texnoloji mərhələlərdə yaranan emissiyalar fərqli xüsusiyyətlərə malikdir. Məsələn, hasilat mərhələsində əsasən metan sızmaları müşahidə olunduğu halda, emal mərhələsində karbon qazı emissiyaları üstünlük təşkil edir. Bu isə hər bir mərhələ üçün fərqli yanaşmaların tətbiqini tələb edir.

Mühüm məsələlərdən biri də emissiyaların ölçülməsi və monitorinqi ilə bağlıdır. Müasir şəraitdə emissiyaların dəqiq uçotunun aparılması və real vaxt rejimində izlənməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir[2]. Bu məqsədlə müxtəlif sensor sistemləri, peyk texnologiyaları və rəqəmsal monitorinq vasitələri tətbiq olunur. Lakin bu sistemlərin tətbiqi bütün müəssisələrdə eyni səviyyədə deyil və bu da məlumatların qeyri-dəqiqliyinə səbəb olur. Problemin digər tərəfi mövcud azaldılma texnologiyalarının effektivliyinin qiymətləndirilməsi ilə bağlıdır. Müxtəlif texnologiyalar fərqli şəraitlərdə fərqli nəticələr verir.. Eyni zamanda karbonun tutulması və saxlanması texnologiyaları yüksək effektivlik göstərsə də, onların geniş tətbiqi üçün böyük investisiyalar tələb olunur.

Əlavə olaraq, iqtisadi və texnoloji məhdudiyyətlər də problemin həllini çətinləşdirən əsas amillərdən biridir. Bir çox hallarda müəssisələr üçün ekoloji tədbirlərin həyata keçirilməsi əlavə maliyyə yükü yaradır və bu da texnologiyaların tətbiqini məhdudlaşdırır. Bu baxımdan iqtisadi cəhətdən səmərəli və eyni zamanda ekoloji baxımdan effektiv texnologiyaların seçilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Problemin qoyuluşunda həmçinin normativ-hüquqi və institusional məsələlər də nəzərə alınmalıdır. Beynəlxalq standartlar və ekoloji tələblər sənaye müəssisələrinin fəaliyyətinə ciddi təsir göstərir. Bu tələblərə uyğunlaşmaq üçün müəssisələr yeni texnologiyalar tətbiq etməli və idarəetmə sistemlərini təkmilləşdirməlidirlər.

Əsas hissə. Neft-qaz sənayesində istixana qazlarının azaldılması üçün tətbiq olunan texnologiyalar müxtəlif istiqamətləri əhatə edir və onların hər biri spesifik texniki xüsusiyyətlərə malikdir. Bu texnologiyaların əsas məqsədi emissiya mənbələrini minimuma endirmək, enerji resurslarından səmərəli istifadəni təmin etmək və ətraf mühitə mənfi təsiri azaltmaqdır.

İlk növbədə karbon emissiyalarının azaldılması üçün geniş tətbiq olunan texnologiyalardan biri “Karbon Saxlama” sistemidir. Bu texnologiya sənaye obyektlərində yaranan karbon qazının

tutulmasını, nəqlini və yeraltı geoloji laylarda saxlanmasını nəzərdə tutur[3]. CCS texnologiyası xüsusilə iri neft emalı zavodlarında və elektrik stansiyalarında effektiv şəkildə tətbiq olunur. Bu üsul vasitəsilə karbon emissiyalarının 80-90%-ə qədər azaldılması mümkündür. Lakin bu texnologiyanın tətbiqi yüksək maliyyə və kompleks infrastruktur tələb edir.

Cədvəl 1. İstixana qazlarının azaldılması texnologiyaları

Texnologiya	Tətbiq sahəsi	Üstünlüklər	Çatışmazlıqlar	Effektivlik səviyyəsi
CCS (Karbonun tutulması və saxlanması)	Emal zavodları, enerji stansiyaları	CO ₂ emissiyasını kəskin azaldır	Yüksək maliyyət, mürəkkəb infrastruktur	Çox yüksək
LDAR (Sızmaların aşkarlanması və aradan qaldırılması)	Boru kəmərləri, qazma sahələri	Metan itkilərini azaldır, tez tətbiq olunur	Davamlı monitoring tələb edir	Yüksək
Enerji səmərəliliyi texnologiyaları	Bütün istehsal mərhələləri	Enerji qənaəti və xərclərin azalması	Texniki modernizasiya tələb edir	Orta
Bərpa olunan enerji inteqrasiyası	Platformalar, zavodlar	Ekoloji cəhətdən təmiz enerji	İqlimdən asılılıq	Yüksək

Metan emissiyalarının azaldılması üçün ən effektiv üsullardan biri qaz sızmalarının aşkarlanması və aradan qaldırılması sistemlərinin tətbiqidir. Bu məqsədlə infraqırmızı kameralar, lazer sensorları və avtomatlaşdırılmış monitoring sistemləri istifadə olunur. Bu texnologiyalar sayəsində sızmalar erkən mərhələdə müəyyən edilir və operativ şəkildə aradan qaldırılır. Bu isə həm ekoloji, həm də iqtisadi baxımdan mühüm nəticələr verir.

Başqa bir istiqamət qazın məşəldə yandırılması prosesinin optimallaşdırılmasıdır. Ənənəvi olaraq hasilat zamanı yaranan artıq qaz məşəldə yandırılır ki, bu da böyük həcmdə karbon qazının atmosfərə buraxılmasına səbəb olur. Müasir yanaşmalar isə bu qazın enerji istehsalında istifadə olunmasını və ya emal edilərək kommersiya məqsədilə istifadəsini nəzərdə tutur[4]. Bu yanaşma həm emissiyaların azaldılmasına, həm də əlavə iqtisadi gəlirin əldə olunmasına imkan yaradır.

Enerji səmərəliliyinin artırılması da mühüm rol oynayır. Müasir texnologiyalar vasitəsilə enerji sərfiyyatı optimallaşdırılır, istilik itkiləri azaldılır və istehsal prosesləri daha effektiv idarə olunur. Xüsusilə istilik bərpa sistemləri və yüksək effektiv avadanlıqların tətbiqi bu baxımdan mühüm

əhəmiyyət kəsb edir. Bərpa olunan enerji mənbələrinin neft-qaz sənayesinə inteqrasiyası da perspektivli istiqamətlərdən biridir. Günəş və külək enerjisinin istifadəsi ənənəvi enerji mənbələrindən asılılığı azaldır və karbon emissiyalarını minimuma endirir. Xüsusilə uzaq və dəniz platformalarında bu texnologiyaların tətbiqi enerji təminatının daha dayanıqlı olmasına şərait yaradır.

Bundan əlavə, rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi emissiyaların idarə olunmasında yeni imkanlar yaradır. Süni intellekt və böyük verilənlər (big data) texnologiyaları vasitəsilə emissiya prosesləri analiz edilir və optimallaşdırılır. Bu isə daha dəqiq qərarların qəbul edilməsinə və risklərin azaldılmasına imkan verir.

Nəticə. Araşdırma nəticəsində məlum olmuşdur, istixana qazlarının azaldılması üçün tək bir texnologiyanın tətbiqi kifayət deyil. Ən yüksək effektivlik müxtəlif texnologiyaların inteqrasiyalı şəkildə tətbiqi zamanı əldə olunur. Bu baxımdan CCS, LDAR, enerji səmərəliliyi və bərpa olunan enerji texnologiyalarının birgə istifadəsi optimal həll yolu kimi çıxış edir. Belə kompleks yanaşma həm emissiyaların əhəmiyyətli dərəcədə azaldılmasına, həm də sənayenin dayanıqlı inkişafına imkan verir. Rəqəmsal texnologiyaların və süni intellektin tətbiqi emissiyaların idarə olunmasında yeni imkanlar açır. Real vaxt rejimində monitorinq sistemləri, böyük verilənlərin analizi və proqnozlaşdırma modelləri vasitəsilə emissiya proseslərinin daha dəqiq idarə olunması mümkündür. Bu isə risklərin minimuma endirilməsinə və qərar qəbul etmə prosesinin optimallaşdırılmasına şərait yaradır. Neft-qaz sənayesində istixana qazlarının azaldılması istiqamətində həyata keçirilən tədbirlər yalnız ekoloji problemlərin həllinə deyil, həm də sənayenin iqtisadi səmərəliliyinin artırılmasına xidmət edir. Gələcəkdə bu sahədə daha innovativ, az xərcli və yüksək effektiv texnologiyaların işlənilib hazırlanması və tətbiqi xüsusi əhəmiyyət kəsb edəcəkdir. Eyni zamanda beynəlxalq əməkdaşlığın gücləndirilməsi, normativ-hüquqi bazanın təkmilləşdirilməsi və ekoloji standartların sərtləşdirilməsi bu prosesin daha da sürətləndirilməsinə imkan verəcəkdir.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, Intergovernmental Panel on Climate Change Report.2021.
2. International Energy Agency (IEA). Methane Emissions from Oil and Gas Operations. IEA Publications, Paris.2023.
3. Shahbaz, M., Nasir, M. A., & Roubaud, D. Environmental degradation in the oil and gas sector: CO₂ emissions and mitigation strategies. Journal of Cleaner Production,2023, (252), 119-789.
4. technologies in industrial decarbonization. Energy Reports,2022. (8), 1450–1465.

ƏMƏK MÜHAFİZƏSİ VƏ SƏNAYE TƏHLÜKƏSİZLİYİ SİSTEMİNDƏ RİSKLƏRİN ROLU

Əsgərov Əli Tahir oğlu

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

E-mail: aasgarov03@gmail.com

Xülasə. Məqalədə əmək mühafizəsi və sənaye təhlükəsizliyi sistemində risklərin rolu kompleks şəkildə araşdırılmışdır. Müasir istehsalat şəraitində risklərin düzgün müəyyən edilməsi və qiymətləndirilməsi işçilərin sağlamlığının qorunması və istehsalat qəzalarının qarşısının alınması baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Tədqiqatda risk anlayışının mahiyyəti, növləri və idarə olunma mexanizmləri təhlil edilmiş, riskə əsaslanan yanaşmanın üstünlükləri əsaslandırılmışdır. Həmçinin müxtəlif istehsalat sahələrində risklərin azaldılması istiqamətində tətbiq olunan metod və yanaşmalar sistemləşdirilmişdir.

Abstract. The article examines the role of risk in occupational safety and industrial safety systems in a comprehensive manner. In modern industrial environments, proper identification and assessment of risks are crucial for protecting workers' health and preventing industrial accidents. The study analyzes the essence, types, and management mechanisms of risk, and substantiates the advantages of a risk-based approach. Additionally, methods and approaches used to reduce risks across various industrial sectors are systematized.

Аннотация. В статье комплексно исследуется роль риска в системе охраны труда и промышленной безопасности. В современных производственных условиях правильная идентификация и оценка рисков имеют важное значение для защиты здоровья работников и предотвращения производственных аварий. В работе анализируются сущность, виды и механизмы управления рисками, а также обосновываются преимущества риск-ориентированного подхода. Кроме того, систематизированы методы и подходы к снижению рисков в различных отраслях промышленности.

Açar sözlər: risk, əmək mühafizəsi, sənaye təhlükəsizliyi, risklərin qiymətləndirilməsi, istehsalat təhlükələri.

Keywords: risk, labor protection, industrial safety, risk assessment, industrial hazards.

Ключевые слова: риск, защита труда, промышленная безопасность, оценка рисков, производственные опасности.

Giriş. Müasir sənayeləşmə dövründə istehsalat proseslərinin intensivləşməsi, texnoloji yeniliklərin geniş tətbiqi və istehsal sahələrinin şaxələnməsi əmək mühafizəsi və sənaye təhlükəsizliyi

məsələlərini daha da aktuallaşdırmışdır. Xüsusilə neft-qaz, kimya, energetika, tikinti, dağ-mədən və nəqliyyat kimi yüksək riskli sahələrdə çalışan işçilərin sağlamlığının qorunması və təhlükəsiz əmək şəraitinin təmin edilməsi mühüm sosial-iqtisadi vəzifələrdən biri hesab olunur. İstehsalat mühitində mövcud olan təhlükələr yalnız texniki amillərlə məhdudlaşmır, həm də insan faktoru, təşkilati çatışmazlıqlar və idarəetmə sistemlərinin qeyri-effektivliyi ilə sıx bağlıdır[1]. Bu baxımdan müasir yanaşmalar əmək mühafizəsi sahəsində yalnız normativ qaydalara riayət edilməsini deyil, həm də risklərin qabaqcadan müəyyən edilməsi və idarə olunmasını tələb edir.

Risk anlayışı sənaye təhlükəsizliyinin əsas kateqoriyalarından biri kimi çıxış edir və təhlükəli hadisələrin başvermə ehtimalı ilə onların mümkün nəticələrinin vəhdətini ifadə edir. Əmək mühafizəsi sistemində risklərin düzgün qiymətləndirilməsi iş yerlərində təhlükələrin vaxtında aşkar olunmasına, qəza və xəsarətlərin qarşısının alınmasına, həmçinin istehsalatın davamlı və təhlükəsiz fəaliyyətinin təmin edilməsinə şərait yaradır.

Son illərdə beynəlxalq təcrübədə riskə əsaslanan idarəetmə konsepsiyası geniş yayılmışdır. Bu yanaşma ISO 45001 və ISO 31000 kimi standartlarda öz əksini tapmışdır və müəssisələrdə təhlükəsizlik səviyyəsinin artırılması üçün sistemli metodoloji baza yaradır. Risklərin idarə olunması yalnız təhlükələrin aradan qaldırılmasına deyil, həm də onların təsirinin minimuma endirilməsinə yönəlmiş kompleks tədbirləri əhatə edir.

Məsələnin qoyuluşu. Əmək mühafizəsi və sənaye təhlükəsizliyi sahəsində aparılan tədqiqatlar göstərir ki, istehsalat qəzalarının və peşə xəstəliklərinin əsas səbəblərindən biri risklərin düzgün qiymətləndirilməməsi və ya ümumiyyətlə nəzərə alınmamasıdır. Mövcud praktikada bir çox müəssisələrdə təhlükəsizlik tədbirləri əsasən normativ sənədlərin formal icrasına yönəldilir, lakin real risk faktorlarının kompleks təhlili aparılmır[3].

Problemin əsas mahiyyəti ondan ibarətdir ki, istehsalat proseslərində mövcud olan təhlükələr müxtəlif xarakter daşıyır və onların təsir mexanizmi çoxşaxəlidir. Texniki avadanlıqların nasazlığı, texnoloji proseslərin pozulması, insan amili, iş şəraitinin qeyri-qənaətbəxş olması və idarəetmə sistemlərinin zəifliyi risklərin yaranmasına səbəb olan əsas amillərdir. Bu amillərin hər biri ayrıca və ya kompleks şəkildə istehsalatda təhlükəli vəziyyətlərin formalaşmasına gətirib çıxarır. Bundan əlavə, müxtəlif istehsalat sahələrində risklərin xüsusiyyətləri fərqlidir. Məsələn, neft-qaz sənayesində partlayış və yanğın riski üstünlük təşkil etdiyi halda, tikinti sahəsində hündürlükdən yığılma, dağ-mədən sənayesində isə uçqun və qaz sızması kimi risklər daha aktualdır. Bu fərqliliklər risklərin qiymətləndirilməsi üçün vahid və universal metodologiyanın tətbiqini çətinləşdirir.

Mövcud problemlərdən biri də risklərin qiymətləndirilməsi prosesində müasir metodların yetərinə tətbiq olunmamasıdır. Bir çox hallarda risklər yalnız keyfiyyət göstəriciləri əsasında qiymətləndirilir və kəmiyyət təhlili aparılmır. Bu isə risklərin real səviyyəsinin müəyyən edilməsində

qeyri-dəqiqliyə səbəb olur[3].Digər tərəfdən, təhlükəsizlik mədəniyyətinin zəif inkişafı və işçilərin risklər barədə məlumatlılığının aşağı olması da problemin dərinləşməsinə səbəb olur. İşçilər təhlükəli vəziyyətləri vaxtında müəyyən edə bilmədikdə və ya təhlükəsizlik qaydalarına riayət etmədikdə istehsalat qəzalarının başvermə ehtimalı artır.

Bu baxımdan qarşıya qoyulan əsas məsələ əmək mühafizəsi və sənaye təhlükəsizliyi sistemində risklərin rolunun kompleks şəkildə araşdırılması, risklərin identifikasiyası və qiymətləndirilməsi metodlarının təhlili və onların təkmilləşdirilməsi yollarının müəyyən edilməsidir.Tədqiqat çərçivəsində həm nəzəri yanaşmaların, həm də praktik tətbiqlərin öyrənilməsi, müxtəlif istehsalat sahələri üzrə risklərin müqayisəli təhlili və risklərin effektiv idarə olunması üçün elmi əsaslandırılmış təkliflərin hazırlanması əsas məqsəd kimi müəyyən edilir.

Əsas hissə. Əmək mühafizəsi və sənaye təhlükəsizliyi sistemində risklərin rolu onların istehsalat proseslərinin bütün mərhələlərində təhlükəsizliyin təmin edilməsində əsas vasitə kimi çıxış etməsi ilə müəyyən olunur. Risklər istehsalat mühitində mövcud olan təhlükələrin kəmiyyət və keyfiyyət baxımından ifadəsidir və onların düzgün qiymətləndirilməsi təhlükəsizlik səviyyəsinin obyektiv müəyyən edilməsinə imkan verir.

Əmək müəssisələrində təhlükəsizlik və peşə sağlamlığı sahəsində həyata keçirilən tədbirlər və siyasətlər, ilk növbədə, mövcud risklərin düzgün şəkildə müəyyən olunmasına və səmərəli şəkildə idarə olunmasına əsaslanmalıdır. Bu tədbirlər, əmək təhlükəsizliyi və peşə sağlamlığı sahəsində uğurlu və davamlı nəticələr əldə etmək üçün vacib bir şərtidir. Risklərin müəyyən edilməsi mərhələsində müəssisədəki bütün potensial təhlükələr və risklər diqqətlə araşdırılmalı və sənədləşdirilməlidir. Bu proses, müəssisənin fəaliyyət sahəsi, istifadə olunan texnoloji avadanlıqlar, iş şəraiti, işçilərin peşə hazırlığı və digər amillər nəzərə alınmaqla həyata keçirilməlidir.

Risklərin qiymətləndirilməsi, əmək təhlükəsizliyi və sağlamlığı planlaşdırmasının əsasını təşkil edir. Müəssisədəki hər bir riskin dərəcəsini təyin etmək və onun mümkün təsirlərini anlamaq üçün vacibdir. Bu mərhələ, potensial təhlükələrin və onların törədə biləcəyi zərərlərin analitik qiymətləndirilməsini, ehtimal və təsir dərəcələrinin təyin edilməsini və lazımi tədbirlərin görülməsini təmin edir. Bununla da, risklərin qiymətləndirilməsi, müəssisənin təhlükəsizlik siyasətinin və peşə sağlamlığı tədbirlərinin düzgün və məqsədyönlü şəkildə qurulmasına zəmin yaradır.

Risklərin idarə olunması prosesi bir neçə əsas mərhələdən ibarətdir: təhlükələrin identifikasiyası, risklərin təhlili, qiymətləndirilməsi və nəzarət tədbirlərinin həyata keçirilməsi. Bu mərhələlərin hər biri bir-biri ilə sıx əlaqədədir və kompleks şəkildə həyata keçirildikdə effektiv nəticə verir.Təhlükələrin identifikasiyası mərhələsində istehsalat mühitində mövcud olan bütün potensial təhlükə mənbələri müəyyən edilir. Bu mərhələdə texnoloji proseslərin təhlili, iş yerlərinin

monitorinqi, qəza statistikasının öyrənilməsi və ekspert qiymətləndirməsi kimi üsullardan istifadə olunur.

Risklərin təhlili mərhələsində isə müəyyən edilmiş təhlükələrin başvermə ehtimalı və mümkün nəticələri qiymətləndirilir. Bu zaman risk matrisləri, ehtimal-statistik metodlar və ssenari analizi kimi alətlərdən istifadə olunur. Risk matrisləri risklərin prioritetləşdirilməsinə və daha təhlükəli sahələrin müəyyən edilməsinə imkan yaradır.

Risklərin qiymətləndirilməsi nəticəsində onların qəbul edilə bilən səviyyəsi müəyyən olunur. Qəbul edilməz risklər üçün müvafiq nəzarət tədbirləri hazırlanır və tətbiq edilir. Bu tədbirlər texniki, təşkilati və fərdi mühafizə vasitələrini əhatə edir[4].

Texniki tədbirlərə avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemlərinin tətbiqi, təhlükəsiz avadanlıqların istifadəsi və istehsalat proseslərinin optimallaşdırılması daxildir. Təşkilati tədbirlər isə iş rejiminin düzgün təşkili, işçilərin təlimi və təhlükəsizlik qaydalarına nəzarəti əhatə edir. Fərdi mühafizə vasitələri isə işçilərin birbaşa qorunmasına yönəlmiş vasitələrdir.

Cədvəl 1. İstehsalatda risklərin növləri və idarəetmə tədbirləri

Risk növü	Risk mənbəyi	Mümkün nəticələr	İdarəetmə tədbirləri
Fiziki risklər	Səs-küy, vibrasiya, temperatur	Eşitmə itkisi, yorğunluq, xəsarətlər	İzolyasiya, texniki qoruyucular, normativ nəzarət
Kimyəvi risklər	Zəhərli qazlar, tozlar, maddələr	Zəhərlənmə, tənəffüs xəstəlikləri	Ventilyasiya, fərdi mühafizə vasitələri
Bioloji risklər	Mikroorqanizmlər, viruslar	Yoluxucu xəstəliklər	Dezinfeksiya, gigiyena qaydaları
Erqonomik risklər	Ağır fiziki iş, yanlış iş mövqeyi	Əzələ-skelet problemləri	İş şəraitinin optimallaşdırılması
Psixososial risklər	Stress, iş yükü, iş rejimi	Psixoloji gərginlik, məhsuldarlığın azalması	İş rejiminin tənzimlənməsi, təlimlər

Müasir dövrdə rəqəmsal texnologiyaların inkişafı risklərin idarə olunması sahəsində yeni imkanlar yaradır. Sensor sistemləri, real vaxt monitorinqi və süni intellekt əsaslı analiz alətləri risklərin daha dəqiq qiymətləndirilməsinə və operativ idarə olunmasına şərait yaradır. Bundan əlavə,

təhlükəsizlik mədəniyyətinin formalaşdırılması risklərin azaldılmasında mühüm rol oynayır. İşçilərin təhlükəsizlik qaydalarına riayət etməsi, risklər barədə məlumatlı olması və məsuliyyətli davranışı istehsalatda təhlükəsizliyin təmin edilməsinin əsas şərtlərindən biridir[5]. Risklər əmək mühafizəsi və sənaye təhlükəsizliyi sisteminin ayrılmaz tərkib hissəsidir və onların effektiv idarə olunması istehsalatda təhlükəsizliyin təmin edilməsində həlledici rol oynayır

Nəticə. Əmək mühafizəsi və sənaye təhlükəsizliyi sistemində risklərin rolu istehsalat proseslərinin təhlükəsiz və səmərəli təşkilində həlledici əhəmiyyət daşıyır. Risklərin düzgün müəyyən edilməsi və sistemli şəkildə qiymətləndirilməsi istehsalatda baş verə biləcək qəza və insidentlərin qarşısının alınmasına şərait yaradır. Müasir istehsalat sahələrində mövcud olan texniki, kimyəvi, fiziki, bioloji və psixososial təhlükələr kompleks xarakter daşdığından onların idarə olunması yalnız ənənəvi üsullarla deyil, riskə əsaslanan müasir yanaşmalarla həyata keçirilməlidir. Beynəlxalq standartların və qabaqcıl təcrübələrin tətbiqi risklərin daha obyektiv qiymətləndirilməsinə və təhlükəsizlik səviyyəsinin yüksəldilməsinə imkan verir. Eyni zamanda, risklərin idarə olunmasında texniki və təşkilati tədbirlərlə yanaşı, işçilərin maarifləndirilməsi və təhlükəsizlik mədəniyyətinin formalaşdırılması da mühüm rol oynayır. Rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi risklərin monitorinqini asanlaşdırır və operativ qərarların qəbulunu sürətləndirir. Tədqiqat nəticələri göstərir ki, risklərin kompleks idarə olunması əmək şəraitinin yaxşılaşdırılmasına və istehsalat səmərəliliyinin artırılmasına müsbət təsir göstərir. Bununla yanaşı, müxtəlif istehsalat sahələrində risklərin xüsusiyyətlərinin nəzərə alınması diferensial yanaşmanın tətbiqini zəruri edir. Ümumilikdə, risklərin effektiv idarə olunması əmək mühafizəsi və sənaye təhlükəsizliyi sisteminin dayanıqlı inkişafının əsas şərtlərindən biridir və bu sahədə davamlı təkmilləşdirmə zəruri hesab olunur.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1. International Organization for Standardization (ISO). ISO 45001:2018 – Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use. Geneva, 2018.
2. International Organization for Standardization (ISO). ISO 31000:2018 – Risk management — Guidelines. Geneva, 2018.
3. Bird, F. E., Germain, G. L. Practical Loss Control Leadership in Industrial Operations. International Loss Control Institute, 1996.
4. Əliyev, H. M. Əmək mühafizəsi və istehsalat təhlükəsizliyi. Bakı: Elm, 2019.

TEXNOGEN TƏHLÜKƏLƏR VƏ RİSKLƏRİN FORMALAŞMA MEXANİZMLƏRİ

İsmayilov Üzeyir Şahin oğlu

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

E-mail: ismayilovuzeyir8@gmail.com

Xülasə. Məqalədə texnogen təhlükələrin yaranma səbəbləri sistemli şəkildə təhlil edilmiş, risklərin formalaşma mərhələləri izah olunmuş və onların qiymətləndirilməsi metodları nəzərdən keçirilmişdir. Eyni zamanda risklərin idarə olunması üzrə müasir yanaşmalar araşdırılır və preventiv tədbirlərin əhəmiyyəti vurğulanır. Tədqiqat nəticəsində müəyyən edilir ki, texnogen risklərin effektiv idarə olunması yalnız texniki tədbirlərlə deyil, həm də idarəetmə sistemlərinin təkmilləşdirilməsi, normativ-hüquqi bazanın gücləndirilməsi və insan resurslarının inkişafı ilə mümkün olur. Bundan əlavə, qlobal miqyasda baş verən texnogen qəzaların təhlili göstərir ki, risklərin düzgün qiymətləndirilməməsi və təhlükəsizlik sistemlərinin yetərsizliyi ciddi fəsadlara səbəb ola bilər. Məqalənin əsas məqsədi texnogen təhlükələrin və risklərin formalaşma mexanizmlərini elmi əsaslarla izah etmək və onların azaldılması yollarını müəyyən etməkdir.

Abstract. The article systematically analyzes the causes of technogenic hazards, explains the stages of risk formation, and considers methods for their assessment. At the same time, modern approaches to risk management are examined and the importance of preventive measures is emphasized. The study results show that effective management of technogenic risks is possible not only through technical measures, but also through the improvement of management systems, strengthening of the regulatory and legal framework, and the development of human resources. In addition, the analysis of technogenic accidents occurring on a global scale shows that improper assessment of risks and inadequacy of safety systems can lead to serious consequences. The main purpose of the article is to explain the mechanisms of formation of technogenic hazards and risks on a scientific basis and to identify ways to reduce them.

Аннотация. В статье систематически анализируются причины техногенных опасностей, объясняются этапы формирования риска и рассматриваются методы его оценки. Одновременно рассматриваются современные подходы к управлению рисками и подчеркивается важность превентивных мер. Результаты исследования показывают, что эффективное управление техногенными рисками возможно не только посредством технических мер, но и путем совершенствования систем управления, укрепления нормативно-правовой базы и развития человеческих ресурсов. Кроме того, анализ техногенных аварий,

происходящих в глобальном масштабе, показывает, что ненадлежащая оценка рисков и неадекватность систем безопасности могут привести к серьезным последствиям. Главная цель статьи – научное обоснование механизмов формирования техногенных опасностей и рисков и определение путей их снижения.

Açar sözlər: texnogen təhlükə, risk, sənaye qəzaları, təhlükəsizlik, risklərin idarə olunması

Keywords: technogenic hazard, risk, industrial accidents, safety, risk management

Ключевые слова: техногенная опасность, риск, промышленные аварии, безопасность, управление рисками.

Giriş. Texnogen təhlükələr müasir cəmiyyətin inkişafı ilə sıx bağlı olan və getdikcə daha aktual xarakter alan problemlərdən biridir. İnsan fəaliyyətinin genişlənməsi, sənayeləşmənin sürətlənməsi, urbanizasiya proseslərinin intensivləşməsi və yeni texnologiyaların tətbiqi nəticəsində texniki sistemlərin sayı və mürəkkəbliyi artmışdır. Bu isə öz növbəsində potensial təhlükə mənbələrinin çoxalmasına və risklərin daha geniş miqyasda yayılmasına səbəb olmuşdur. Xüsusilə iri sənaye müəssisələri, nəqliyyat şəbəkələri, enerji sistemləri və kimyəvi istehsal sahələri yüksək risk zonaları kimi qiymətləndirilir.

Texnogen təhlükələr yalnız lokal səviyyədə deyil, qlobal miqyasda da ciddi problemlər yarada bilər[1]. Tarixdə baş vermiş böyük sənaye qəzaları göstərir ki, bir obyektin sıradan çıxması geniş ərazilərə təsir edə və uzunmüddətli ekoloji, iqtisadi və sosial nəticələrə səbəb ola bilər. Bu baxımdan texnogen təhlükələrin öyrənilməsi və onların qarşısının alınması müasir elmin və idarəetmənin əsas istiqamətlərindən birinə çevrilmişdir. Texnogen risklərin mahiyyəti onların ehtimal xarakterli olması ilə bağlıdır. Yəni hər bir texniki sistem müəyyən ehtimalla nasazlıq göstərə və qəza vəziyyəti yarada bilər. Bu ehtimal isə müxtəlif amillərdən asılı olaraq dəyişir. Texniki avadanlıqların vəziyyəti, istismar şəraiti, işçi heyətin peşəkarlıq səviyyəsi və idarəetmə sisteminin effektivliyi risk səviyyəsinə birbaşa təsir göstərir. Buna görə də risklərin düzgün qiymətləndirilməsi və idarə olunması üçün kompleks yanaşma tələb olunur.

Müasir dövrdə texnogen təhlükələrin idarə olunması yalnız texniki tədbirlərlə məhdudlaşmır. Bu proses eyni zamanda təşkilati, hüquqi və sosial aspektləri də əhatə edir. Risklərin azaldılması üçün normativ sənədlərin hazırlanması, təhlükəsizlik standartlarının tətbiqi, işçi heyətin mütəmadi təlimi və monitorinq sistemlərinin qurulması vacib hesab olunur. Bundan əlavə, informasiya texnologiyalarının inkişafı risklərin modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması imkanlarını genişləndirmişdir.

Texnogen təhlükələrin öyrənilməsi sahəsində aparılan tədqiqatlar göstərir ki, risklərin formalaşması təsadüfi deyil, müəyyən qanunauyğunluqlara əsaslanır. Bu qanunauyğunluqların aşkar

edilməsi və təhlili risklərin idarə olunmasında mühüm rol oynayır. Xüsusilə sistemli yanaşma texnogen təhlükələrin bütün mərhələlərini – yaranma, inkişaf və nəticə mərhələlərini əhatə etməyə imkan verir. Məqalədə texnogen təhlükələrin və risklərin formalaşma mexanizmləri geniş şəkildə təhlil olunur. Məqsəd bu sahədə mövcud nəzəri yanaşmaları ümumiləşdirmək, əsas amilləri müəyyənləşdirmək və risklərin azaldılması üçün effektiv yollar təklif etməkdir. Eyni zamanda texnogen təhlükələrin idarə olunması sahəsində beynəlxalq təcrübə nəzərə alınaraq, müasir metodların tətbiqinin əhəmiyyəti vurğulanır.

Məsələnin qoyuluşu. Müasir texnoloji inkişaf mərhələsində texnogen təhlükələrin və risklərin artması cəmiyyət qarşısında duran ən mühüm problemlərdən biri kimi çıxış edir. Sənayeləşmənin genişlənməsi, iri istehsal komplekslərinin yaranması, enerji resurslarının intensiv istifadəsi və mürəkkəb texniki sistemlərin tətbiqi potensial təhlükə mənbələrinin sayını əhəmiyyətli dərəcədə artırmışdır[2]. Bu isə öz növbəsində texnogen risklərin düzgün qiymətləndirilməsi və idarə olunması məsələsini daha da aktual edir. Lakin mövcud yanaşmaların bir çoxunda risklərin formalaşma mexanizmləri kifayət qədər sistemli şəkildə araşdırılmır və bu da praktik tədbirlərin effektivliyini azaldır.

Problemin əsas mahiyyəti ondan ibarətdir ki, texnogen təhlükələr çoxamilli və kompleks xarakter daşıyır. Onların yaranması yalnız bir səbəbdən deyil, müxtəlif texniki, təşkilati, sosial və ekoloji amillərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində baş verir. Məsələn, hər hansı sənaye obyektində baş verən qəza təkcə texniki nasazlıqla deyil, eyni zamanda insan səhvi, idarəetmə boşluqları və xarici mühit təsirləri ilə əlaqəli ola bilər. Bu səbəbdən texnogen risklərin öyrənilməsi zamanı sistemli və integrativ yanaşmanın tətbiqi zəruri hesab olunur. Digər mühüm problem risklərin qiymətləndirilməsi metodlarının məhdudluğu ilə bağlıdır. Ənənəvi yanaşmalar əsasən statistik məlumatlara əsaslanır, lakin bu məlumatlar hər zaman real vəziyyəti tam əks etdirmir. Xüsusilə nadir, lakin böyük miqyaslı qəzaların proqnozlaşdırılması çətinlik yaradır. Bu isə təhlükəsizlik tədbirlərinin planlaşdırılmasında qeyri-müəyyənlik yaradır və potensial risklərin düzgün idarə olunmasına mane olur.

Bununla yanaşı, insan faktorunun rolu da problemin qoyuluşunda xüsusi yer tutur. Müasir texniki sistemlərin mürəkkəbliyi artdıqca insanın qərar qəbuletmə prosesində rolu daha da əhəmiyyətli olur. Operator səhvləri, psixoloji gərginlik, təlim səviyyəsinin aşağı olması və təhlükəsizlik mədəniyyətinin yetərinə inkişaf etməməsi texnogen risklərin artmasına səbəb olur. Bu baxımdan insan faktorunun nəzərə alınması və onun idarə olunması məsələsi xüsusi aktualıq kəsb edir. Eyni zamanda, global iqlim dəyişiklikləri və təbii fəlakətlərin artması texnogen obyektlər üçün əlavə risklər yaradır. Zəlzələlər, daşqınlar və digər təbii hadisələr texniki infrastruktura təsir edərək qəzaların baş vermə ehtimalını artırır. Bu isə texnogen və təbii risklərin qarşılıqlı əlaqəsini daha da gücləndirir və kompleks risk idarəetmə sistemlərinin yaradılmasını tələb edir.

Cədvəl 1. Texnogen təhlükələrin əsas növləri və xarakteristikası.

№	Təhlükə növü	Yaranma səbəbi	Təsir sahəsi	Nəticələr
1	Sənaye qəzaları	Avadanlıq nasazlığı, texniki səhvlər	Zavodlar, istehsalat sahələri	Partlayış, yanğın, insan itkisi
2	Kimyəvi təhlükələr	Zəhərli maddələrin sızması	Ətraf mühit, insan sağlamlığı	Zəhərlənmə, ekoloji çirklənmə
3	Radiasiya təhlükələri	Nüvə obyektlərində qəza	Geniş ərazilər	Şüalanma, uzunmüddətli xəstəliklər
4	Nəqliyyat qəzaları	İnsan səhvi, texniki nasazlıq	Yollar, hava və dəniz məkanları	Yaralanma, ölüm, iqtisadi zərər
5	Enerji sistem qəzaları	Şəbəkə yüklənməsi, texniki nasazlıq	Elektrik və enerji infrastrukturu	Enerji kəsintisi, iqtisadi itkilər

Məsələnin qoyuluşu texnogen təhlükələrin və risklərin formalaşma mexanizmlərinin kompleks şəkildə öyrənilməsini, onların qarşılıqlı əlaqələrinin müəyyənləşdirilməsini və effektiv idarəetmə metodlarının işlənilib hazırlanmasını əhatə edir. Məqsəd yalnız mövcud riskləri təhlil etmək deyil, həm də gələcəkdə baş verə biləcək təhlükələrin qarşısını almaq üçün elmi əsaslı yanaşmalar təqdim etməkdir.

Əsas hissə. Texnogen təhlükələrin və risklərin formalaşma mexanizmləri çoxşaxəli və mərhələli proses kimi xarakterizə olunur. Bu proses müxtəlif amillərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində formalaşır və müəyyən ardıcılıqla inkişaf edir. Ümumilikdə bu mexanizmi daha dərinləndirən başa düşmək üçün onu ayrı-ayrı komponentlər üzrə təhlil etmək məqsədəuyğundur[3].

İlk növbədə, texnogen təhlükələrin əsasını təşkil edən texniki amillər nəzərdən keçirilməlidir. Müasir sənaye sistemləri yüksək texnoloji səviyyəyə malik olmaqla yanaşı, mürəkkəb struktura sahibdir. Bu sistemlərdə istifadə olunan avadanlıqların köhnəlməsi, materialların yorulması, istehsalat proseslərində baş verən nasazlıqlar və layihələndirmə səhvləri potensial təhlükə mənbələri kimi çıxış edir. Texniki sistemlərin etibarlılığının aşağı düşməsi qəza ehtimalını artırır və risklərin formalaşmasına zəmin yaradır.

İkinci mühüm komponent insan faktorudur. İnsan fəaliyyəti texnogen sistemlərin ayrılmaz hissəsidir və bir çox hallarda risklərin əsas səbəbi kimi çıxış edir. Operatorların səhv qərarları, diqqətsizlik, təlim səviyyəsinin kifayət qədər olmaması və təhlükəsizlik qaydalarına əməl edilməməsi qəza hallarının baş verməsinə səbəb olur. Bundan əlavə, insanın psixoloji vəziyyəti, stress səviyyəsi və iş şəraiti də risklərin formalaşmasına təsir göstərir. Bu baxımdan insan faktorunun idarə olunması üçün xüsusi təlim proqramlarının hazırlanması və təhlükəsizlik mədəniyyətinin formalaşdırılması vacibdir.

Üçüncü komponent təşkilati amillərlə bağlıdır. İdarəetmə sistemindəki çatışmazlıqlar, nəzarət mexanizmlərinin zəifliyi, qərar qəbul etmə prosesindəki səhvlər və informasiya axınının düzgün təşkil edilməməsi texnogen risklərin artmasına səbəb olur. Effektiv idarəetmə sistemi risklərin vaxtında aşkar edilməsinə və onların qarşısının alınmasına imkan verir. Əks halda, kiçik nasazlıqlar böyük qəzalarla nəticələnə bilər.

Texnogen risklərin formalaşma mexanizmi müəyyən mərhələlərdən ibarətdir. Birinci mərhələdə potensial təhlükə mənbəyi yaranır. Bu, texniki nasazlıq, insan səhvi və ya xarici təsir nəticəsində baş verə bilər. İkinci mərhələdə təhlükə aktivləşir və proses nəzarətdən çıxmağa başlayır. Üçüncü mərhələdə zərərverici təsir yayılır və daha geniş sahəni əhatə edir. Sonuncu mərhələdə isə nəticələr – insan itkisi, maddi ziyan və ekoloji fəsadlar meydana çıxır.

Risklərin qiymətləndirilməsi bu mexanizmin əsas elementlərindən biridir. Risk adətən ehtimal və nəticənin ağırlıq dərəcəsinin hasilinə əsasən müəyyən edilir[4]. Bu məqsədlə müxtəlif metodlardan istifadə olunur: statistik analiz, riyazi modelləşdirmə, ekspert qiymətləndirməsi və simulyasiya üsulları. Müasir dövrdə informasiya texnologiyalarının inkişafı risklərin daha dəqiq qiymətləndirilməsinə və proqnozlaşdırılmasına imkan yaradır.

Risklərin idarə olunması isə kompleks yanaşma tələb edən prosesdir. Bu proses risklərin identifikasiyası, təhlili, qiymətləndirilməsi və azaldılması mərhələlərini əhatə edir. Preventiv tədbirlər, texniki modernləşmə, təhlükəsizlik standartlarının tətbiqi və işçi heyətin mütəmadi təlimi risklərin minimuma endirilməsində mühüm rol oynayır.

Nəticə. Aparılan təhlillər göstərir ki, texnogen təhlükələr və risklərin formalaşması mürəkkəb və çoxamilli proses olub, texniki, insan və təşkilati faktorların qarşılıqlı təsiri nəticəsində meydana çıxır. Müasir sənaye və texnologiyaların inkişafı bu risklərin miqyasını artırmaqla yanaşı, onların idarə olunmasını daha da aktuallaşdırır. Tədqiqat nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, risklərin effektiv idarə olunması üçün onların vaxtında identifikasiyası, düzgün qiymətləndirilməsi və qabaqlayıcı tədbirlərin həyata keçirilməsi vacibdir. Eyni zamanda təhlükəsizlik mədəniyyətinin formalaşdırılması, müasir texnologiyaların tətbiqi və idarəetmə sistemlərinin təkmilləşdirilməsi

texnogen qəzaların qarşısının alınmasında mühüm rol oynayır. Beləliklə, kompleks və sistemli yanaşma texnogen risklərin minimuma endirilməsinin əsas şərtidir.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1. Əliyev, R.Ə. Texnogen təhlükəsizlik və risklərin idarə olunması. Bakı: Elm nəşriyyatı, 2018.
2. Иванов, В.П. Техногенные риски и безопасность промышленных систем. Москва: Наука, 2017.
3. Kaplan, S., Garrick, B.J. "On the Quantitative Definition of Risk." Risk Analysis, 2021, Vol. 1(1), pp. 11–27.
4. Aven, T. Risk Analysis: Assessing Uncertainties Beyond Expected Values. Wiley, 2015.

RENTGEN NƏZARƏT SISTEMLƏRİNDƏ QIDALARA ŞÜALANMANIN TƏSİRİ VƏ YARANAN RISKLƏRİN TƏHLİLİ

Milli Aviasiya Akademiyası

Tələbə: Seyidova Aysun

aysunseyidova2004@gmail.com

Xülasə. Məqalədə aviasiya təhlükəsizliyində tətbiq olunan X-ray (rentgen) nəzarət-baxış sistemlərinin terror aktları, partlayışlar və texnogen fəvqəladə halların qarşısının alınmasındakı strateji əhəmiyyəti araşdırılır. Brüssel hava limanı hadisəsi və ICAO-nun Doc 8973 sənədi fonunda, uçuşdan əvvəl yük və qida məhsullarının skanerlənməsinin vacibliyi əsaslandırılır. Tədqiqatda rentgen şüalarının (ionlaşdırıcı radiasiya) insan sağlamlığına, hüceyrə və DNT strukturuna təsirləri ilə yanaşı, sistem nasazlıqları və operator səhvlərindən qaynaqlanan radioloji risklər təhlil edilir. Eyni zamanda, rentgen şüalanmasının qida məhsullarındakı mikroorqanizmlərin metabolizmini zəiflətmək, mikrobioloji yükü azaltmaq və saxlama müddətini uzatmaq kimi qoruyucu funksiyaları tədqiq olunur. Nəticə olaraq, həm radiasiya, həm də bioloji təhlükəsizliyin təmin edilməsi üçün daimi texniki monitorinqin aparılması, personalın təlimi və rentgen sistemlərinə süni intellekt əsaslı avtomatlaşdırılmış aşkarlama alqoritmlərinin inteqrasiya edilməsi təklif olunur.

Açar sözlər. Aviasiya təhlükəsizliyi, x-ray nəzarət sistemləri, fəvqəladə halların idarə olunması, ionlaşdırıcı radiasiya, qida təhlükəsizliyi, mikrobioloji risklər, süni intellekt.

Краткое содержание. В статье исследуется стратегическое значение рентгеновских систем досмотра, применяемых в авиационной безопасности для предотвращения террористических актов, взрывов и техногенных чрезвычайных ситуаций. На примере теракта в аэропорту Брюсселя и на основе документа ИКАО Doc 8973 обосновывается необходимость предполетного досмотра грузов и продуктов питания. В работе анализируются радиационные риски, возникающие из-за сбоев оборудования или ошибок операторов, а также воздействие ионизирующего излучения на здоровье человека, клеточную структуру и ДНК. Одновременно с этим рассматривается защитная функция рентгеновского излучения, способного подавлять метаболизм микроорганизмов в продуктах питания, снижать микробиологическую нагрузку и продлевать срок их хранения.

Ключевые слова. Авиационная безопасность, системы рентгеновского досмотра, управление чрезвычайными ситуациями, ионизирующее излучение, безопасность пищевых продуктов, микробиологические риски, искусственный интеллект.

Aviasiya təhlükəsizliyində istifadə olunan X-ray nəzarət-baxış sistemləri yalnız yoxlama vasitəsi deyil, həm də müvafiq fəvqəladə halların qarşısının alınmasında əsas risk idarəetmə alətidir. Bu qurğular vasitəsilə partlayıcı maddələrin, silahların və təhlükəli obyektlərin vaxtında aşkarlanması terror aktları, partlayışlar və kütləvi təhlükə yaradan hadisələrin qarşısını alır. Eyni zamanda, sistemlərin nasazlığı, operator səhvləri və ya şüalanmanın nəzarətsiz yayılması halları radiasiya təhlükəsi və texnogen fəvqəladə hallar riski yarada bilər. Xüsusilə, qida və yük yoxlanışı zamanı nəzarətsiz proseslər qida təhlükəsizliyi böhranına və əhali sağlamlığı üçün risklərə səbəb ola bilər. Buna görə də X-ray texnologiyaları erkən aşkarlama, monitorinq, avtomatik xəbərdarlıq və risklərin minimuma endirilməsi funksiyaları ilə fəvqəladə halların idarə olunması sisteminin mühüm tərkib hissəsidir.

2016-cı ildə Belçikanın Brüssel şəhərində yerləşən hava limanında baş verən partlayış hadisəsi aviasiya təhlükəsizliyi sahəsində ciddi fəvqəladə hal kimi qeydə alınmışdır. Terrorçular partlayıcı maddələri hava limanına daxil edərək, terminal daxilində partlatmış və nəticədə çoxsaylı insan tələfatı və yaralanma halları baş vermişdir. Bu hadisə rentgen qurğularının vacibliyini ortaya qoyan hadisələrdən biri olaraq qeyd edilir.

ICAO-nun Doc 8973 sənədinə əsasən, hər bir yük və ya material, o cümlədən qida məhsulları, uçuşdan əvvəl potensial təhlükə mənbəyi kimi qiymətləndirilir və X-ray və digər nəzarət texnologiyaları ilə baxışdan keçirilməlidir. Qida məhsullarının yoxlanılması zamanı radiasiya təhlükəsizliyi aspektləri xüsusi əhəmiyyət daşıyır, çünki aeroportlarda istifadə olunan görüntüləmə və skanerləmə texnologiyalarında ionlaşdırıcı radiasiya mənbələrinin tətbiqi radioloji xarakterli fəvqəladə halların potensial mənbəyi kimi qiymətləndirilir. Bu cür hallarda avadanlığın nasazlığı, kalibrləmənin pozulması və ya nəzarətsiz şüalanma işçilərin və sərnəşinlərin sağlamlığı üçün təhlükə yaradan fəvqəladə vəziyyətlərə səbəb ola bilər. Bu baxımdan, Beynəlxalq Atom Enerjisi Agentliyi tərəfindən müəyyən edilmiş təhlükəsizlik tövsiyələrinə riayət olunması radiasiyanın məhdudlaşdırılması, daimi monitorinq, texniki nəzarət və personalın təlimi fəvqəladə halların qarşısının alınması, risklərin azaldılması və operativ idarə olunması sisteminin əsas tərkib hissəsi kimi çıxış edir.

Radiasiya elektromaqnit və ionlaşdırıcı hissəciklər şəklində yayılan enerji olub, insan orqanizminin hüceyrə və toxumalarına ciddi təsir göstərə bilər və bu səbəbdən radioloji fəvqəladə halların əsas zədələyici amillərindən biri hesab olunur. İonlaşdırıcı radiasiya molekulyar səviyyədə, xüsusilə DNA strukturlarında zədələnmələr yaradaraq, kütləvi şüalanma hallarında mutasiyalar, hüceyrə ölümü və sağlamlıq üçün genişmiqyaslı təhlükələrə səbəb ola bilər. Radiasiyanın təsir gücü onun dozası, növü və ekspozisiya müddətindən asılı olaraq, dəyişir və yüksək doza zamanı fəvqəladə vəziyyətlərdə insanların həyatı üçün birbaşa risk yaradır. Hüceyrə səviyyəsində baş verən apoptoz, nekroz və genetik dəyişikliklər xüsusilə sürətlə bölünən toxumalarda daha ağır nəticələrə gətirib çıxarır ki, bu da radiasiya qəzaları zamanı zərərin miqyasını artırır. Bu baxımdan, radiasiya yalnız ani təsir deyil, həm də post-

fövqəladə mərhələdə risk yaradan amil kimi qiymətləndirilir. Rentgen şüalanması elektromaqnit spektrin yüksək enerjili hissəsinə aid olub, qısa dalğa uzunluğu və yüksək nüfuzetmə qabiliyyəti ilə xarakterizə olunur. Bu şüalar insan sağlamlığına və qida məhsullarına təsir göstərə bilən ionlaşdırıcı radiasiya mənbəyi sayılır və fövqəladə hallar zamanı kütləvi şüalanma risklərinin qiymətləndirilməsində mühüm rol oynayır. Fövqəladə hallarda, məsələn, radiasiya qəzaları, sənaye sızıntıları və ya terror aktları zamanı qida məhsulları rentgen şüalanmasına məruz qala bilər. Rentgen şüaları qida məhsullarının daxilindəki müxtəlif sıxlıqlı komponentləri fərqləndirməyə imkan verdiyindən, təhlükəli və ya kontaminantlı obyektlərin aşkarlanmasında istifadə edilir. Hər bir məhsulun tərkibi su, protein, karbohidrat, fermentlər, DNT və minerallar şüalanmaya həssasdır və bu səbəbdən risk analizi və təhlükəsizlik yoxlamaları fövqəladə hallar zamanı xüsusi əhəmiyyət daşıyır.

Müasir rentgen nəzarət sistemləri yüksək enerji fotonlardan istifadə edərək qida məhsullarının daxili strukturunu vizualizasiya edir və təhlükəli obyektlərin və ya zəhərli maddələrin aşkar edilməsinə imkan yaradır. Bu texnologiya insan faktorundan asılılığı azaldır və fövqəladə hallarda sürətli reaksiya, kütləvi zərərin qarşısının alınması və təcili təxliyə əməliyyatlarının səmərəliliyini artırır. Məhsulların tərkibi və şüalanmaya qarşı həssaslığı nəzərə alınmaqla, fövqəladə hallar zamanı risklərin idarə olunması və təhlükəsizlik tədbirlərinin planlaşdırılması mümkün olur. Rentgen şüaları mikroorqanizmlərin hüceyrə və DNT səviyyəsində biokimyəvi dəyişikliklər yaratmaq qabiliyyətinə malikdir və bu, onların metabolizmini zəiflədərək çoxalma sürətini azaldır, qida məhsullarının xarab olma prosesini yavaşladır və saxlanma müddətini uzadır. Şüalanmanın gücü və təsir müddəti mikroorqanizmlərin növündən və mühit şəraitindən asılıdır. Aşağı dozalı şüalanma tam sterilizasiya yaratmasa da, mikrobioloji yükü azaldır, yüksək doza və uzun müddətli şüalanma isə hüceyrələrin ölümünü sürətləndirir. Quru məhsullarda su fəaliyyəti az olduğundan mikroorqanizmlər yavaş çoxalır və şüalanma onların metabolizmini pozur. Təzə meyvə və tərəvəzlərdə rütubət və qida elementləri sayəsində mikroorqanizmlər sürətlə çoxalır. Rentgen şüaları bu sürəti azaldır, bəzi mikroorqanizmləri isə məhv edir. Hava nəqliyyatında qida məhsullarının yük və baqaj yoxlamasında rentgen qurğuları həm təhlükəli obyektlərin aşkarlanmasına, həm də mikrobioloji risklərin azalmasına kömək edir və beynəlxalq daşımalar zamanı əlavə təhlükəsizlik faktorudur.

Nəticə. Aviasiya təhlükəsizliyində tətbiq olunan X-ray nəzarət-baxış sistemləri texnogen fövqəladə halların qarşısının alınmasında və risklərin idarə olunmasında mühüm rol oynayır. Bu sistemlər həm təhlükəli obyektlərin, partlayıcı maddələrin və zəhərli maddələrin vaxtında aşkarlanmasını təmin edir, həm də qida məhsullarında mikrobioloji riskləri azaldaraq təhlükəsiz daşınmanı dəstəkləyir. Rentgen şüalarının mikroorqanizmlərə təsiri onların metabolizmini zəiflədir, çoxalma sürətini azaldır və məhsulların saxlanma müddətini uzadır. Bu isə fövqəladə hallarda qida

təhlükəsizliyi baxımından əlavə qoruyucu amil kimi çıxış edir. Eyni zamanda, nasazlıq və operator səhvləri radiasiya riskini artırma biləcəyindən, texniki nəzarət, daimi monitorinq və personalın təlimi fəvqəladə hallar zamanı təhlükəsizliyin təmin edilməsində zəruri şərtlərdir. Bütün bunları nəzərə alaraq, avtomatlaşdırılmış aşkarlama alqoritmləri, yəni məhsulların daxili strukturunun və təhlükəli obyektlərin daha dəqiq aşkar edilməsi üçün süni intellekt və avtomatik analiz sistemlərinin inteqrasiya edilməsi məqsədəuyğundur. Risklərin monitorinqi və qiymətləndirilməsi fəvqəladə hallar zamanı radiasiya və mikrobioloji risklərin daimi monitorinqi aparılmalı, potensial təhlükələrə qarşı qabaqlayıcı tədbirlər planlaşdırılmalıdır.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı

1. International Civil Aviation Organization (ICAO). Aviation Security Manual (Doc 8973). Montreal: ICAO, 2022.
2. International Air Transport Association (IATA). Artificial Intelligence and X-ray Screening Systems in Civil Aviation. Montreal: IATA, 2023.
3. International Air Transport Association (IATA). Hold Baggage Security Procedures. Montreal: IATA, 2024.
4. Cargo plane bomb plot: Scanners can detect PETN explosive. The Guardian, 2010. Available at: <https://www.theguardian.com/world/2010/nov/01/petn-explosive-airport-cargo-scanners>
5. European Civil Aviation Conference (ECAC). Doc 30 — Part I: Facilitation (13th ed.). Paris: ECAC, 2023. Available at: <https://www.scribd.com/document/716913524/ECAC-Doc-30-Part-I-Facilitation-13th-edition-13-Dec-2023>
6. International Atomic Energy Agency (IAEA). Radiation Safety Guidance for Security Screening at Ports, Airports and Other Checkpoints. Vienna: IAEA.
7. International Atomic Energy Agency (IAEA). Safety Guide on X-ray Generators and Related Screening Equipment (GSR Part 3). Vienna: IAEA.

MEŞƏ QIRILMASININ BIOLOJİ MÜXTƏLİFLİYƏ TƏSİRİ

Zəkiyev N.T.

DİN Daxili Qoşunlarının Hərbi İnstitutu, İctimai Təhlükəsizlik Və İdarəetmə

Annötasiya Təqdim olunan işdə meşə ekosistemlərinin Yer kürəsində bioloji müxtəlifliyin saxlanılmasındakı əvəzolunmaz rolu və qlobal meşə qırılmasının yaratdığı ciddi ekoloji fəsadlar araşdırılır. Mətnə yaşayış mühitinin dağıdılması, meşələrin parçalanması (meşə-ada nəzəriyyəsi) və növ məhv olma sürətinin artması kimi kritik problemlər təhlil edilir. Meşə itkisinin endemik növlərə vurduğu zərbə, ekosistemdəki domino effekti və iqlim dəyişikliyi ilə qarşılıqlı əlaqəsi işıqlandırılır. Sonda bu qlobal böhranın qarşısını almaq üçün beynəlxalq strategiyalar (REDD+, FSC), meşə koridorlarının yaradılması və dayanıqlı istehlak formaları kimi effektiv həll yolları və mühafizə tədbirləri təklif olunur.

Açar sözlər: meşə qırılması, bioloji müxtəliflik, ekosistem, yaşayış mühitinin parçalanması, iqlim dəyişikliyi, endemik növlər, REDD+, ekoloji tarazlıq.

Аннотация В представленной работе рассматривается незаменимая роль лесных экосистем в сохранении биоразнообразия на планете и анализируются серьезные экологические последствия глобального обезлесения. В тексте исследуются такие критические проблемы, как разрушение среды обитания, фрагментация лесов (теория лесных островов) и ускорение темпов вымирания видов. Осмысливается угроза, которую несет уничтожение лесов для эндемичных видов, а также возникающий эффект домино в экосистемах и его взаимосвязь с изменением климата. В заключение предлагаются эффективные пути решения и меры охраны для предотвращения этого глобального кризиса, включая международные стратегии (REDD+, FSC), создание лесных коридоров и переход к устойчивым моделям потребления.

Ключевые слова: обезлесение, биоразнообразие, экосистема, фрагментация среды обитания, изменение климата, эндемичные виды, REDD+, экологический баланс.

Giriş. Meşələr, Yer kürəsinin ən mürəkkəb və zəngin ekosistemləri arasında yer alır. Planetin quru sahəsinin təxminən 31 faizini əhatə edən meşələr, bioloji müxtəlifliyin saxlanılmasında əvəzolunmaz rol oynayır. Dünya üzərindəki bütün bitki və heyvan növlərinin 80 faizindən çoxu məhz meşə ekosistemlərinə bağlıdır. Lakin sürətlə artan əhali, genişlənən kənd təsərrüfatı sahələri, sənaye fəaliyyəti və qeyri-qanuni ağac kəsmə kimi amillər meşə örtüyünün sürətlə azalmasına səbəb olmaqdadır.

Dünya Təbiəti Mühafizə Fondunun (WWF) məlumatlarına görə, hər il dünya üzrə 10 milyona yaxın hektar meşə sahəsi məhv edilir. Bu sürətlə davam edərsə, tropik meşələrin böyük hissəsi bu əsrin sonuna qədər yox olacaq. Meşə qırılması yalnız ağacların kəsilməsi deyil, eyni zamanda onlarla birlikdə milyonlarca növün yaşayış mühitinin, qidalanma zəncirinin və ekoloji balansın pozulması deməkdir. Bu tezis işi meşə qırılmasının bioloji müxtəlifliyə göstərdiyi təsirləri müxtəlif aspektlərdən araşdırır. [1]

Bioloji müxtəlifliyin əsas təhdidlərindən biri yaşayış mühitinin dağıdılmasıdır. Meşə ekosistemləri yüzlərlə il ərzində formalaşır və bu mürəkkəb sistemin yenidən bərpası onilliklərlə, bəzən isə yüzilliklər tələb edir. Hər hansı bir meşə sahəsinin qırılması həmin ərazidə yaşayan onlarla, hətta yüzlərlə növün populyasiyasını məhv edir. Parçalanma effekti olaraq adlandırılan bu proses zamanı böyük meşə massivləri kiçik adacıqlara bölünür. Bu adacıqlarda yaşayan heyvanlar, xüsusilə böyük əraziyə ehtiyac duyan iri məməlilər, ovlanmaq, reproduksiya problemi yaşamaq və genetik müxtəlifliyin azalması ilə üzləşir.

Tədqiqatlar göstərir ki, meşə sahəsinin 50 faiz azalması növ müxtəlifliyinin 10 faiz itirilməsinə, sahənin 90 faiz azalması isə növ sayının yarıya enməsinə gətirib çıxarır. Bu hal, meşədə nəzəriyyəsi kimi tanınan ekoloji konsepsiya ilə izah edilir. Xüsusilə Braziliya Amazoniyasında, Konqo hövzəsində və Cənub-Şərqi Asiyanın tropik meşə zonalarında bu proses ən kritik həddə çatmışdır.

Müasir dövrdə növ məhv olma sürəti təbii sürətin 100-1000 dəfəsindən çoxdur. Bu fəlakətin əsas səbəblərindən biri məhz meşə qırılmasıdır. Meşələrdə yaşayan müxtəlif növlər bir-biri ilə sıx əlaqədədir: hər bir növün yox olması digər növlərin həyatını da birbaşa təsir altına alır. Məsələn, müəyyən bir meyvə ilə qidalanaraq toxumları yayan quş növünün məhv olması həmin ağac növünün yayılmasını dayandıra bilər. Bu domino effekti bütün ekosistemi sarsıdır.

Ən ağır nəticələrindən biri isə endemik növlərə olan təsirdir. Endemik növlər yalnız müəyyən bir coğrafi ərazidə yaşayan, başqa heç bir yerdə rast gəlinməyən növlərdir. Bu növlər üçün yaşayış mühitinin məhv edilməsi, ölüm hökmü kimidir. Dünya Təbiəti Mühafizə İttifaqının (IUCN) məlumatlarına görə, hazırda 40.000-dən çox növ nəslə kəsilmə təhlükəsi altındadır. Bunların böyük əksəriyyəti meşə sakinləridir. Borneo adasındakı orangutanlar, Sumatranın pələngləri bu qrupun ən tanınmış nümayəndələridir. [2]

Meşə qırılması yalnız birbaşa növ itkisinə səbəb olmur, eyni zamanda iqlim dəyişikliyinə sürətləndirir ki, bu da bioloji müxtəliyə ikinci bir böyük zərbə vurur. Meşələr dünyadakı karbon tutucularının ən mühümüdür. Tropik meşələr xüsusilə böyük miqdarda karbon saxlayır. Onların

qırılması həm saxlanılan karbonu atmosfərə buraxır, həm də yeni karbon udma imkanını aradan qaldırır. Beynəlxalq Enerji Agentliyinin hesablamalarına görə, meşə qırılması qlobal karbon emissiyalarının 10-15 faizinə qədərini təşkil edir.

Meşə itkisi nəticəsində artan temperatur, yağış rejimlərinin dəyişməsi, quraqlıqların tez-tez baş verməsi canlıların əvvəllər uyğunlaşdığı şəraitdən kəskin şəkildə fərqli bir mühit yaradır. Buna uyğunlaşa bilməyən növlər isə ya köç etmək, ya da məhv olmaq məcburiyyətindədir. Hazırda yaşanan iqlim dəyişikliyi sürətinin yüksəkliyi isə bir çox növün uyğunlaşma imkanını aşır.

Meşə qırılmasının bioloji müxtəlifliyə təsirlərini azaltmaq üçün müxtəlif beynəlxalq strategiyalar mövcuddur. BMT-nin REDD+ (Azaldılmış Emissiyalar vasitəsilə Meşəsizləşmənin Qarşısının Alınması) proqramı inkişaf etməkdə olan ölkələrə meşələrini qorumaq üçün maliyyə həvəsləndiriciləri təklif edir. Bu mexanizm həm karbon emissiyasını azaldır, həm də bioloji müxtəlifliyi qoruyur. Bütün dünyada milli parklar və qoruqların sayının artırılması, meşə koridorlarının yaradılması parçalanmış yaşayış aralarında növlərin hərəkətinə imkan tanıyır. [3]

Yerli icmaların meşə idarəçiliyinə cəlb edilməsi, dayanıqlı meşəçilik sertifikatlaşdırması (FSC), ağacları qorumaq üçün mühüm vasitələr sırasındadır. Bununla yanaşı, istehlakçı davranışlarının dəyişdirilməsi — xüsusilə meşə qırılmasına gətirib çıxaran soya, palma yağı, mal əti kimi məhsulların daha az istehlakı — qlobal tələbi azaldacaq.[4]

Nəticə. Meşə qırılması bioloji müxtəlifliyə qarşı ən güclü təhdidlərdən biri olaraq qalmaqda davam edir. Yaşayış mühitinin dağıdılması, növ məhv olması, ekoloji tarazlığın pozulması və iqlim dəyişikliyi kimi bir-biri ilə bağlı proseslər birgə təsir göstərərək krizi dərinləşdirir. Lakin bilinçli siyasət qərarları, beynəlxalq əməkdaşlıq, texnoloji yeniliklər və fərdi məsuliyyət bu prosesi ləngitmək, hətta geri çevirmək üçün güclü alətlər təqdim edir.

Meşələr yalnız ağaclar toplusu deyil, milyonlarla növün evi, insanın içdiyi suyun, udduğu havanın, yeməli bitkilərinin mənbəyidir. Bioloji müxtəlifliyin qorunması isə insanlığın özünün gələcəyi üçün vacib bir şərtidir. Bu sahədə atılan hər addım, planetimizin həyat dəstəkləyici sistemlərini qorumaq üçün bir töhfədir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. WWF. (2022). Living Planet Report 2022. Gland, Switzerland
https://assets.worldwildlife.org/www-prd/documents/3dsbullakz_lpr_2022_full_report.pdf
2. IUCN. (2023). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2023.
<https://www.iucnredlist.org/>

3. FAO. (2020). Global Forest Resources Assessment 2020. Rome: FAO.
https://www.globallandscapesforum.org/publication/global-forest-resources-assessment-2025/?gad_source=1&gad_campaignid=20539468254&gbraid=0AAAAAoeYiP1ZmOupEc2Jo3rDBTMcjTj0g&gclid=Cj0KCQjwv-LOBhCdARIsAM5hdKdMcqItTKiA8PruMQ6gaHNLk6XZ9OhZp_H6FZGjcXLpOJKFVtD1cxsaAqGcEALw_wcB
4. Wilson, E.O. (2016). Half-Earth: Our Planet's Fight for Life.
<https://eowilsonfoundation.org/eowbf-archive/half-earth-our-planets-fight-for-life/>
5. IPBES. (2019). Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services.
<https://www.ipbes.net/global-assessment>

UOT 669:621.928.9:504.064

METALLURGIYA MÜƏSSİSƏLƏRİNDƏ QAZ-TOZ TUTUCU SİSTEMLƏRİN TƏTBİQİ VƏ ƏTRAF MÜHİTİN MÜHAFİZƏSİNDƏ ROLU

Bayramov Amin Azər

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Açar sözlər: qaz-toz tutucu qurğular, metallurgiya, toz emissiyası, filtrasiya, sənaye ekologiyası, hava çirklənməsi

Metallurgiya sənayesi atmosfərə buraxılan toz və qaz tullantılarının miqdarına görə ətraf mühitə ən çox təsir göstərən sahələrdən biridir. Əridilmə prosesləri zamanı yüksək temperatur şəraitində metal buxarları, oksidlər və xırda dispers toz hissəcikləri əmələ gəlir. Bu hissəciklərin nəzarətsiz şəkildə atmosfərə buraxılması havanın çirklənməsinə, insan sağlamlığı üçün təhlükəli şəraitin yaranmasına və ekoloji tarazlığın pozulmasına səbəb olur.

Metallurgiya müəssisələrində yaranan toz əsasən dəmir oksidləri, karbon birləşmələri və digər zərərli komponentlərdən ibarət olur. Bu tullantılar uzun müddət havada qalaraq tənəffüs yolları vasitəsilə insan orqanizminə daxil ola bilir və müxtəlif xəstəliklərin yaranmasına şərait yaradır. Bununla yanaşı, toz hissəcikləri torpaq və su hövzələrinə çökərək ekosistemlərə də mənfi təsir göstərir.

Bu problemlərin qarşısını almaq məqsədilə metallurgiya sənayesində qaz-toz tutucu qurğular geniş tətbiq olunur. Bu qurğuların əsas funksiyası istehsalat zamanı soba və istehsal sahələrindən çıxan qaz-toz qarışığı ventilyasiya sistemləri vasitəsilə sorularaq filtrasiya bölməsinə yönləndirilir. Burada qaz axını xüsusi torba tipli filtrlərdən keçərək təmizlənir. Toz hissəcikləri filtr səthində toplanır və sonradan bunkerlərə ötürülür, təmizlənmiş hava isə atmosfərə buraxılır.

Müasir qaz-toz tutucu sistemlər xırda dispers hissəciklərin əksərini tutur, atmosfərə atılan toz miqdarını azaldır, istehsal sahələrində sanitariya şəraitini yaxşılaşdırır və ətraf mühitə mənfi təsiri minimuma endirir. Toplanmış tozun bir hissəsi isə təkrar emala qaytarıla bilər, buda resurslardan səmərəli istifadəni təmin edir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Məmmədov A.H. Sənaye ekologiyası. Bakı: Elm nəşriyyatı, 2021.
2. Rəhimov R.Ə. Metallurgiya prosesləri və avadanlıqları. Bakı: Təhsil nəşriyyatı, 2020.
3. Əliyev S.K. Hava mühitinin mühafizəsi texnologiyaları. Bakı: Elm, 2019.

UOT: 666.94:504.054

SEMENT İSTEHSALI ZAMANI YARANAN CO₂ EMISSİYASI VƏ ONUN AZALDILMASI STRATEGİYALARI

Mehdiyev Cavidan Məhəmməd oğlu

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Annotasiya: Tədqiqat işində sement sənayesinin qlobal CO₂ emissiyalarındakı payı və bu emissiyaların azaldılması üçün tətbiq olunan müasir strategiyalar təhlil edilir. Kalsinasiya prosesinin kimyəvi xüsusiyyətləri, klinker nisbətinin azaldılması, alternativ yanacaq növlərindən istifadə və Karbon Tutma və Saxlama (CCS) texnologiyalarının effektivliyi araşdırılır. Eyni zamanda, Azərbaycanda COP29 fonunda tikinti sektorunda "yaşıl" texnologiyalara keçid perspektivləri və Qarabağın yenidənqurma prosesində aşağıkarbonlu sement istehsalının strateji əhəmiyyəti qiymətləndirilir.

Açar sözlər: *sement istehsalı, CO₂ emissiyası, karbon izi, klinker, kalsinasiya, dayanıqlı tikinti, karbon tutma (CCS), alternativ yanacaq.*

Аннотация: В исследовательской работе анализируется доля цементной промышленности в глобальных выбросах CO₂ и рассматриваются современные стратегии по их сокращению. Изучаются химические особенности процесса кальцинации, эффективность снижения клинкерного фактора, использование альтернативных видов топлива и технологий улавливания и хранения углерода (CCS). Также в контексте проведения COP29 в Азербайджане оцениваются перспективы перехода строительного сектора на «зеленые» технологии и стратегическое значение производства низкоуглеродистого цемента в процессе восстановления Карабаха.

Ключевые слова: *производство цемента, выбросы CO₂, углеродный след, клинкер, кальцинация, устойчивое строительство, улавливание углерода (CCS), альтернативное топливо.*

Sement sənayesi qlobal CO₂ emissiyasının 7–8%-ni təşkil edərək tikinti sektorunun ən böyük karbon mənbəyinə çevrilmişdir. Dünya miqyasında hər il 4,1 milyard tondan çox sement istehsal edilir. 1 kq sement klinkerinin istehsalı zamanı orta hesabla 0,8–0,9 kq CO₂ atmosfərə buraxılır. Bu rəqəmin 60%-i kimyəvi proseslərdən, 40%-i isə yanacağın yandırılmasından qaynaqlanır.

Sement istehsalındakı emissiyaların əsas mənbəyi kalsinasiya prosesidir. Bu prosesdə əhəng daşı (CaCO₃) yüksək temperaturda — 850–1450°C arasında — parçalanaraq kalsium oksidinə (CaO) və CO₂-yə çevrilir. Bu kimyəvi reaksiya ümumi emissiyaların 50–60%-ni təşkil edir və texnoloji baxımdan azaldılması ən çətin hissədir. Qalan emissiyalar isə sobaların qızdırılması üçün istifadə

edilən kömür, təbii qaz və alternativ yanacaqların yandırılmasından, həmçinin elektrik enerjisi istehlakından və nəqliyyat əməliyyatlarından yaranır.

Emissiyaların azaldılmasına yönəlmiş bir neçə strategiya mövcuddur. Klinker nisbətinin azaldılması bu sahədə ən effektiv üsullardan biri sayılır. Sənaye yan məhsulları olan uçucu kül, yüksək soba sürpüzü tozu və silika dumanı klinkerə qismən substitut kimi tətbiq edilərək emissiyaları 30–50% azalda bilər. Yanacaq əvəzetməsi çərçivəsində isə soba kömürü əvəzinə sənaye tullantıları, biomüsurə və təbii qazdan istifadə edilir; bu yanaşma bəzi müəssisələrdə alternativ yanacağın payını 40–60%-ə çatdırmışdır. Karbon tutma və saxlama (CCS) texnologiyaları isə zavodlardan buraxılan CO₂-ni tutaraq yeraltı qatlarda saxlayır; Avropa Sement Sənayesi Birliyi bu texnologiyaları 2050-ci ilə qədər sektorun karbon neytral olması üçün əsas alət kimi qiymətləndirir.

Azərbaycan 2030-cu ilə qədər emissiyaları 35% azaltma hədəfini bəyan etmişdir. COP29-un 2024-cü ildə Bakıda keçirilməsi fonunda tikinti materialları sənayesindəki şirkətlər də yaşıl texnologiyalara keçidə sövq edilmişdir. Qarabağın yenidən qurulmasında sement istehsalına tələbat sürətlə artdığından, aşağıkarbonlu sement texnologiyalarının tətbiqi strateji əhəmiyyət kəsb edir. Bununla belə, yerli sement zavodlarında alternativ bağlayıcı materialların tətbiqi hələlik məhdud olaraq qalır. SOCAR-ın mövcud infrastrukturunu isə CCS texnologiyasının sement sənayesi ilə inteqrasiyasına perspektiv yaradır.

Sement istehsalında CO₂ emissiyalarının tam aradan qaldırılması kalsinasiya prosesinin kimyəvi qaçılmazlığı səbəbindən mürəkkəb olaraq qalır. Lakin klinker nisbətinin azaldılması, alternativ yanacaqlar və CCS texnologiyalarının birləşdirilməsi ilə kompleks yanaşma tətbiq edilərsə, sement sənayesinin karbon izi əhəmiyyətli dərəcədə azaldıla bilər. Azərbaycan bu sahədə həm beynəlxalq öhdəlikləri, həm də daxili yenidənqurma ehtiyacları baxımından innovativ sement texnologiyalarını prioritetləşdirməlidir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. International Energy Agency (IEA). (2023). Cement – Tracking Progress Report. Paris: IEA.
2. Habert, G. et al. (2020). Environmental impacts and decarbonization strategies in the cement and concrete industries. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1, 559–573.
3. GlobeNewswire. (2025, March 27). Azerbaijan Construction Industry Report 2025.
4. Lothenbach, B., Scrivener, K., & Hooton, R.D. (2011). Supplementary cementitious materials. *Cement and Concrete Research*, 41(12), 1244–1256.

NEFT TULLANTILARINDAKI TƏBİİ RADİONUKLİDLƏRİN ƏTRAF MÜHİTDƏ MİQRASİYASININ GİGIYENİK ASPEKTLƏRİ

Səmədov Ş.X., Fətullayeva S.F., Qadaşova İ.İ.

Azərbaycan Tibb Universiteti, Qidalanma və tibbi ekologiya kafedrası

Açar sözlər: torpaq, bitki örtüyü, effektiv aktivlik, radionuklidlər, anbarlar parkı.

Ключевые слова: почва, растительный покров, эффективная активность, радионуклиды, резервуарный парк.

Tədqiqatın aktuallığı. Hazırda ətraf mühit obyektlərini müxtəlif mənşəli amillərlə çirkləndirən mənbələrin idarə olunması və ekoloji tarazlığın qorunub saxlanması profilaktik təbabətin qlobal problemlərindən hesab olunur [1;2]. Neft-qaz sənayesi ətraf mühitin neft karbohidrogenləri tullantıları, ağır metallarla yanaşı tərkibində təbii radioaktiv maddələr (^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K və s.) olan minlərlə kubmetr neft şlamı və lay suları ilə çirklənməsinə səbəb olur [3]. Nəticədə həmin radionuklidlərin və onların parçalanma məhsullarının müxtəlif yollarla insan orqanizminə daxil olmasına əlverişli şərait yaranır. Belə problemlər hazırda neft ölkəsi kimi tanınan Azərbaycan Respublikası üçün də mühüm aktuallıq kəsb edir[6].

Актуальность исследования. В настоящее время управление источниками загрязнения объектов окружающей среды факторами различного происхождения и сохранение экологического равновесия рассматриваются как одни из глобальных проблем профилактической медицины [1;2]. Нефтегазовая промышленность является источником загрязнения окружающей среды не только нефтяными углеводородами и тяжелыми металлами, но и тысячами кубометров нефтешламов и пластовых вод, содержащих природные радиоактивные вещества (^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K и др.) [3]. В результате создаются благоприятные условия для поступления этих радионуклидов и продуктов их распада в организм человека различными путями. Данная проблема также актуальна для Азербайджанской Республики как страны с развитой нефтяной промышленностью [6].

Tədqiqatın məqsədi. Hazırkı tədqiqat işinin əsas məqsədi hasil olunmuş xam neftin toplandığı rezervuarlar parkı ətrafında və parkdan 50-100 -ə qədər məsafədə yerləşmiş xidməti işçilərin istirahəti üçün nəzərdə tutulan birmərtəbəli inzibati binanın həyətyanı sahəsində torpağın radiasiya fonunu, eləcə də torpaqda və həyətyanı sahədə əkilmiş bostan tərəvəz məhsullarında təbii radionuklidlərin xüsusi effektiv aktivliyini təyin edib, gigiyenik cəhətdən qiymətləndirməkdən ibarətdir.

Tədqiqatın material və metodları. Anbarlar parkı ətrafında və inzibati binanın həyətyanı sahəsində radiasiya fonu CPII-68-01 markalı radiometrlə, torpaqda və tərəvəz məhsullarında təbii radionuklidlərin (^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K) xüsusi effektiv aktivliyi isə MKC-AT1315 markalı qamma-beta-spektrometrlə təyin olunmuşdur.

Tədqiqatın nəticələri. Torpaq və bitki nümunələrinin götürülməsi, müayinəyə hazırlanması və aktivliyinin ölçülməsi, bu sahədə hazırda qüvvədə olan müvafiq təlimata uyğun olaraq aparılmışdır. Alınan nəticələrin müqayisəli təhlili üçün kontrol ərazi kimi neft mədənlərindən və tullantılardan uzaq olan həyətyanı və öyrüş sahəsi götürülmüşdür. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, anbarlar parkının ətrafında müayinə aparılan bütün istiqamətlərdə torpağın və bitki örtüyünün radiasiya fonunun səviyyəsi müvafiq olaraq 21,8-40,5 mkR/saat və 18,2-34,6 mkR/saata qədər dəyişir ki, bu da kontrolla müqayisədə 2,5–4,2 dəfə yüksəkdir. 5-10 sm dərinlikdən götürülmüş torpaq və səthi bitki örtüyü nümunələrində təbii radioizotopların xüsusi effektiv aktivliyini təyininə də eyni tendensiya müşahidə olunmuşdur. Belə ki, kontrolla nisbətən xüsusi effektiv aktivliyin səviyyəsi götürülmüş torpaq nümunələrində 1,4-2,3; yabani bitki nümunələrdə isə təxminən 2,5 dəfə yüksək olmuşdur. Anbarlar parkının cənub-şərq istiqamətində yerləşmiş inzibati binanın həyətyanı sahəsinin də ümumi radiasiya fonunun səviyyəsi 23,6-29,1 mkR/saat; 5-10 sm dərinlikdən götürülmüş torpaq nümunələrində radionuklidlərin xüsusi effektiv aktivliyi 569,7-681,7 Bk/kq, həyətyanı sahədə yetişdirilmiş bostan tərəvəz məhsullarından: keşnişdə-126,5 Bk/kq, şüyüddə-178,2 Bk/kq, göy soğanda-134,8 Bk/kq və çuğundurda- 198,7 Bk/kq həddində olmuşdur. Bu nəticələr kontrol göstəricilərlə müqayisədə 1,5-2,5 dəfə yüksəkdir. Anbarlar parkı ətrafında torpaqda və yabani bitki örtüyündə, həmçinin inzibati binanın həyətyanı sahəsinin torpağında və bostan-tərəvəz məhsullarında həm ümumi radiasiya fonunun, həm də radionuklidlərin xüsusi effektiv aktivliyinin kontrolla nisbətən belə yüksək olmasının səbəbini həmin ərazilərə parkdakı çənlərin yuyulub təmizlənməsi zamanı tullantıların axıdılması (maye və çöküntü şlamın), həmçinin bu tullantıların tərkibindəki radionuklidlərin bir hissəsinin atmosfer yağıntıları ilə yuyularaq həyətyanı sahələri çirkləndirməsinin nəticəsi kimi izah etmək olar [4;5].

Nəticə. İsti iqlim zonasına aid Azərbaycan Respublikasında yüksək temperaturun təsirindən torpağın qızması (xüsusən, ilin isti fəsillərində) radioaktiv elementlərin parçalanma məhsullarının (radon, toron və aktinon kimi radioaktiv qazlar) yaşayış zonasına qədər yayılma riskini artırır. Odur ki, tədqiqat işinin nəticələrinə görə anbarlar parkının ətrafındakı ərazini (50-100 m-ə qədər) qismən təhlükəli zona hesab etməklə, torpaqda, bitki örtüyündə, heyvani məhsullarda və yaxınlıqdakı yaşayış evlərinin həyətyanı sahələrində yetişdirilən ərzaq məhsullarında neft tullantılarında tapılan təbii radionuklidlərin və onların parçalanma məhsullarının (Po-210, Po-214, Po-218, Pb-206, Pb-210, Pb-

214 və s.), mənzillərdə radon qazının səviyyəsi öyrənilməli və ətraf mühitin təhlükəli çirklənmələrinin azaldılması məqsədilə tədbirlər hazırlanmaqla yanaşı yaşayış məntəqəsi əhalisinin sağlamlıq vəziyyətinin öyrənilməsi istiqamətində də tədqiqatlar dərinləşdirilməlidir.

Ədəbiyyat

1. Ашрапов У.Т., Садиков И.И., Нестеров В.П. Радиационный мониторинг естественных радионуклидов на объектах предприятий нефтегазодобычи и долговременное хранение радиоактивных отходов, содержащих естественные радионуклиды. *Uzbek Journal of physics*, Vol.21 (№ 4), 2019, pp.255-264.
2. Васильев А. В., Ермаков В. В., Щербаков Д. Е. Методика экспериментальных исследований нефтесодержащих отходов с повышенной радиоактивностью как объекта экологического риска. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, м.25, № 4, 2023, с. 171-178.
3. Гаевая Е.В. Оценка радиационной опасности буровых шламов и возможность их использования для рекультивации нарушенных земель / Е.В. Гаевая, С.С. Тарасова // *Вестник Евразийской науки*. – 2023. -Т 15. -№ 2. – URL:<https://esj.today/PDF/42NZVN223>.
4. Перевошиков Р.Д., Перевошикова А.А., Меньшикова Е.А. Влияние добывающих и топливно-энергетических предприятий на радиационный фон территорий. *Радиационная гигиена*. 2023, 16 (4); 70-83. URL: <https://doi.org/10/21514/1998-426X-2023-16-4-70-83>.
5. Пучков А.В., Яковлев Е.Ю., Дружинина А.С., Дружинина С.В. Радиоактивность нефтешлама: первые результаты исследований территории большеземельской Тундры. *Журнал Успехи современного естествознания*.-2022.-№ 10-с.75-80.
6. Самедов Ш.Х., Фатуллаева С.Ф. О влиянии нефтяных отходов на радиоактивность открытых водоемов Апшеронского полуострова. Сборник материалов международной научно-практической конференции «Здоровье и окружающая среда», 5-6 декабря 2024 г., г.Минск, с.81-82.

FÖVQƏLADƏ HALLARDA DƏYƏN ZƏRƏRİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİNİN METODOLOJİ ƏSASLARI

*Şahpələngova Bəyim Şaban qızı, Hacbalayeva İlkanə Xəyal qızı, Rəhimova Seylan Nəriman qızı
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı şəh., Azadlıq prospekti, 34*

E-mail: hacibalayevailkane130@gmail.com

Xülasə. Fövqəladə hallardan dəyən zərəri qiymətləndirərkən təsərrüfat fəaliyyətinin mənfi təsirindən dəyən iqtisadi itkilərin analizi üçün mövcud normativ bazalara etibar etmək lazımdır. Müxtəlif növ fövqəladə halların ərazi resipiylərinə və əhalinin sağlamlığına təsirinin hərtərəfli başa düşülməsi vacibdir. Beləliklə, hər hansı bir fövqəladə hal, su və hava hövzələrinin çirklənməsi, kənd təsərrüfatı torpaqlarının və meşə təsərrüfatı sahələrinin istifadədən çıxarılması və ya keyfiyyətinin pisləşməsi, istirahət obyektlərinə və ətraf mühit Fondunun obyektlərinə təsir, əsas vəsaitlərin dəyərinin itirilməsi, həyat üçün təhlükə və əhalinin sağlamlığının itirilməsi ehtimalını nəzərdə tutur. Fövqəladə halların sosial-iqtisadi tədqiqi faktiki xərclər əsasında iqtisadi zərərin hərtərəfli qiymətləndirilməsinə imkan verməlidir. Müvafiq metodologiya həmçinin iqtisadi səmərəliliyin hesablanması, büdcə və büdcədən kənar fondların fövqəladə halların qarşısının alınması tədbirlərinə zəruri investisiyaların ayrılmasının əsaslandırılmasını, habelə sadələşdirilmiş prosedurlardan istifadə etməklə dəymiş ziyanı operativ qiymətləndirmək imkanlarını özündə əks etdirməlidir. Bu məqalədə mövcud hüquqi çərçivələrə əsaslanaraq təbii və texnogen fövqəladə halların qiymətləndirilməsi üçün metodoloji yanaşmalar araşdırılmışdır. Fövqəladə halların qarşısının alınması və nəticələrinin aradan qaldırılması ilə məşğul olan nazirlik və idarələrin mütəxəssislərinə yönəlmiş, faktorial və resipient zərərlərinə əsaslanan fövqəladə halların kompleks analizi sistemi təklif olunmuşdur.

Abstract. When assessing damage from emergencies, it is necessary to rely on the existing regulatory framework for the analysis of economic losses from the negative impact of economic activity. It is important to have a comprehensive understanding of the impact of various types of emergencies on territorial recipients and public health. Thus, any emergency involves the possibility of pollution of water and air basins, the withdrawal of agricultural lands and forestry areas from use or deterioration of their quality, impact on recreational facilities and objects of the Environmental Fund, loss of value of fixed assets, threat to life and loss of public health. The socio-economic study of emergencies should allow for a comprehensive assessment of economic damage based on actual costs. The appropriate methodology should also reflect the calculation of economic efficiency, justification of the allocation of necessary investments from budgetary and extra-budgetary funds for

emergency prevention measures, as well as the possibility of operational assessment of damage caused using simplified procedures. This article examines methodological approaches for assessing natural and man-made emergencies based on existing legal frameworks. A comprehensive system of emergency analysis based on factorial and recipient damages is proposed, aimed at specialists of ministries and departments involved in the prevention and elimination of emergency consequences.

Аннотация. При оценке ущерба от чрезвычайных ситуаций необходимо опираться на существующую нормативную правовую базу для анализа экономических потерь от негативного воздействия хозяйственной деятельности. Важно иметь комплексное представление о воздействии различных видов чрезвычайных ситуаций на территориальных реципиентов и здоровье населения. Так, любая чрезвычайная ситуация предполагает возможность загрязнения водного и воздушного бассейнов, вывода из эксплуатации или ухудшения качества сельскохозяйственных угодий и лесных массивов, воздействие на объекты рекреационного назначения и экологического фонда, потерю стоимости основных фондов, угрозу жизни и здоровью населения. Социально-экономическое обоснование чрезвычайных ситуаций должно позволять комплексно оценивать экономический ущерб на основе фактических затрат. Соответствующая методология должна также отражать расчет экономической эффективности, обоснование выделения необходимых инвестиций из бюджетных и внебюджетных средств на мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций, а также возможность оперативной оценки причиненного ущерба по упрощенным процедурам. В данной статье рассматриваются методические подходы к оценке чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на основе существующей нормативной правовой базы. Предлагается комплексная система анализа чрезвычайных ситуаций на основе факторных и реципиентных ущербов, ориентированная на специалистов министерств и ведомств, участвующих в предупреждении и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Açar sözlər: koloji risk, fəvqəladə hallar, faktorial zərər, resipiyent zərəri, ümumi zərər, birbaşa zərər, dolayı zərər, maddi xərclər, fəvqəladə hallardan dəyən zərərin hesablanma üsulları, metodoloji əsaslandırma.

Keywords: ecological risk, emergencies, factorial damage, recipient damage, total damage, direct damage, indirect damage, material costs, methods of calculating damage from emergencies, methodological justification.

Ключевые слова: экологический риск, чрезвычайные ситуации, факториальный ущерб, реципиентный ущерб, совокупный ущерб, прямой ущерб, косвенный ущерб,

материальные затраты, методика расчета ущерба от чрезвычайных ситуаций, методическое обоснование.

Giriş

İstənilən metodoloji inkişafın uğurlu praktiki tətbiqi üçün tənzimləyici terminologiyanın dəqiq müəyyən edilməsi vacibdir. Bu halda aşağıdakı terminlər tətbiq edilir [1], [2],[3],[4],[5]:

- fəvqəladə vəziyyət – qəza, fəlakət, təbii fəlakət, epidemiya, epizootiya, pifototiya, böyük yanğın və ya dağıdıcı silahların tətbiqi nəticəsində insan və maddi tələfatla nəticələnən və ya nəticələnə bilən obyekt və ya ərazidə insanların yaşayış və əmək şəraitinin pozulması;

- potensial təhlükəli obyekt – radioaktiv, kimyəvi, yanğın və partlayıcı təhlükəli maddələrin və bioloji agentlərin istehsal edildiyi, emal edildiyi, saxlandığı və ya daşındığı obyekt, habelə fəvqəladə vəziyyət üçün real təhlükə yaradan hidrotexniki və nəqliyyat qurğuları və nəqliyyat vasitələri;

- fəvqəladə halların təsnifatı – fəvqəladə halların xarakterindən asılı olaraq siniflərə və yarımsiniflərə bölündüyü sistem

- fəvqəladə halların təsnifat əlamətləri – fəvqəladə halın fəvqəladə hal kimi qiymətləndirilməsinə imkan verən texniki və ya digər keyfiyyət xarakteristikaları. Yerli tənzimləmə sistemi fəvqəladə halları aşağıdakılara görə təsnif edir:

a) baş vermə sahəsinə görə;

b) sənaye mənsubiyyətinə görə;

c) fəvqəladə halın baş verməsi və inkişafı ilə əlaqəli hadisələrin və proseslərin xarakterinə görə;

d) potensial nəticələrin miqyasına görə;

d) fəvqəladə vəziyyətin nəticələrinin aradan qaldırılması üçün yerləşdirilən qüvvə və vasitələrin həcminə görə;

e) fəvqəladə halın miqyasının mürəkkəbliyi və nəticələrinin şiddətinə görə.

İlk üç meyar fəvqəladə hallar qrupunu (kriteriya a), fəvqəladə hal tipini (meyar b) və fəvqəladə hal növünü (meyar b, c) müəyyənləşdirir. c – d meyarları fəvqəladə halları onların ərazi əhatə dairəsi və potensial nəticələrinə görə sahəyə xas yerli, regional və milli kimi təsnif etməyə imkan verir.

Faktorial zərər əsas təsir amillərinə görə vurulan zərərin hərtərəfli iqtisadi qiymətləndirilməsini əks etdirir. Bunlara aiddir:

- atmosfer havasının çirklənməsi (A_f);
- yerüstü yeraltı suların çirklənməsi (S_f);
- Yer səthinin və torpaqların çirklənməsi (T_f).

Məsələnin qoyuluşu

Qəbul edilən zərər fəvqəladə halların təsirinə məruz qalan şəxslərə dəyən faktiki zərərin iqtisadi qiymətləndirilməsini əks etdirir. Bunlara aşağıdakılardan dəyən zərərlər daxildir:

- əhəlinin həyat və sağlamlığının itirilməsi (Θ_r);
- əsas vəsaitlərin, əmlakın və məhsulların məhv edilməsi və zədələnməsi (M_r);
- kənd təsərrüfatı torpaqlarının geri alınması və ya pisləşməsi (R_k/il);
- meşə təsərrüfatı məhsulları və qurğularının itirilməsi (R_m/il);
- balıqçılıq itkiləri (P_b/il);
- istirahət resurslarının məhv edilməsi və ya pisləşməsi (R_{rec});
- təbiət qoruy fondlarına dəyən zərərlər (P_{tqf}).

Fəvqəladə hallardan dəyən zərərin (Z) hesablanmasını aşağıda göstərilən ümumi düsturdan istifadə etməklə aparılması təklif olunur:

$$Z = [A_f + S_f + T_f] + [\Theta_r + M_r + P_{k/t} + P_m + P_b + P_{rek} + P_{tqf}] \quad (1)$$

Fəvqəladə halların qruplarından və növlərindən asılı olaraq, lokallaşdırılmış qəbul edilən zərər və hər bir amil üzrə dəyən zərərlərin xarakterik dəstləri, eləcə də zərərli təsirin təhlükəsi və ərazi miqyasına əsasən onların hesablanması qaydası müəyyən edilmişdir. Fəvqəladə halların təsnifatı "Fəvqəladə Halların Model Təsnifatçısı"na əsaslanır. Müxtəlif qrup və tipli fəvqəladə hallardan dəyən zərərin hesablanması proseduruna daha ətraflı nəzər salaq. [6]

Texnogen xarakterli fəvqəladə halların əsas növlərinə nəqliyyat qəzaları, yüksək zəhərli, radioaktiv və bioloji cəhətdən təhlükəli maddələrin buraxılması (buraxılma təhlükəsi) ilə müşayiət olunan yanğınlar və partlayışlar, binaların qəfil uçması, elektrik şəbəkələrinin sıradan çıxması, çirkab sularının təmizlənməsi qurğularının sıradan çıxması və hidrodinamik qəzalar daxildir. Hər bir fəvqəladə hal tipi və növü üçün yerli zərərlərin xülasəsini vermək üçün standart forma hazırlanmışdır. Gəlin nəqliyyat qəzalarının vurduğu zərəri nəzərdən keçirək:

$$Z = \Theta_r + M_r + [A_f + S_f + T_f] \quad (2) \quad [7]$$

Birinci termin həmişə mövcuddur və qəzada iştirak edən nəqliyyat vasitələrinə; qəzanın baş verdiyi yola; daşınan əmlaka və məhsullara; tikililərə, binalara, kommunal xidmətlərə və fəvqəladə hal zonasındakı əmlaka birbaşa dəyən ziyanı əhatə edir. Həyata və sağlamlığa dəyən ziyan (ikinci termin) qəzada insanlar xəsarət aldıqda hesablanır. Digər terminlər (faktorial zərərlər) qəzanın müvafiq ərazilərə zərərli və ya zəhərli maddələrin buraxılması ilə nəticələndiyi hallarda hesablanır. Qəza nəticəsində zərərli maddələrin əhəmiyyətli dərəcədə tullantıları olduqda, çirklənmənin üstünlük təşkil etdiyi ərazidən asılı olaraq əvvəlcə lokal faktorial zərərlər hesablanır.

Sənaye müəssisələrində, nəqliyyatda, rabitədə, sosial, mədəni və yaşayış obyektlərində baş verən yanğınlar və partlayışlar zərərin hesablanması üçün aşağıdakı proseduru tələb edir:

$$Z = \Theta_r + M_r + A_f \quad (3)$$

Birinci komponent — maddi obyektlərin zədələnməsi və məhv edilməsindən dəyən zərər — həmişə mövcuddur. Obyektlərin və əmlakın siyahısı bu tip hər bir fəvqəladə halın spesifik xüsusiyyətlərindən asılıdır. İkinci komponent, insanlar xəsarət aldıqda hesablanır. Hava çirklənməsindən dəyən zərər, potensial nəticələrinin miqyasına əsasən yerli və ya regional fəvqəladə hallar kimi təsnif edilən çox böyük yanğınlar və partlayışlar halında hesablanır.

Faktor zərərlərindən və resipient zərərlərindən ən azı biri Θ_r və M_r həmişə mövcud olur. Digər resipientlərə dəyən zərərlər müvafiq resipientlərin fəvqəladə hal zonasında olmasına əsasən hesablanır. Əgər fəvqəladə hal ərazi əhatə dairəsinə və potensial nəticələrinə əsasən regional və ya milli kimi təsnif edilirsə, bütün yerli ziyanlar hesablanmalıdır. Bina və tikililərin qəfil çökməsi zərərin kifayət qədər sadələşdirilmiş qiymətləndirilməsini tələb edir:

$$Z = \Theta_r + M_r \quad (4) \quad [8]$$

Kommunal həyat təminatı sistemlərindəki qəzalar nəticəsində dəyən zərər aşağıdakı ifadənin köməyi ilə hesablanır

$$Z = \Theta_r + M_r [S_f + T_f] \quad (5)$$

Çirkləndirici maddələrin kütləvi şəkildə buraxılması ilə nəticələnən kanalizasiya sistemindəki qəzalar zamanı faktorlara xas zərərlər (üçüncü və dördüncü şərtlər) baş verə bilər. Çirkab su təmizləyici qurğulardakı qəzalar üçün zərərlər (1) ümumi standart ifadədən istifadə edilərək hesablanır, çünki demək olar ki, bütün növ yerli zərərlər baş verə bilər.

Sənaye qaz təmizləyici qurğulardakı qəzalar zamanı hava çirklənməsi baş verir, sənaye çirkab su təmizləyici qurğularda baş verən qəzalar zamanı isə səth və yeraltı sular, torpaq və yer səthi çirklənir, heyvandarlıq və ya quşçuluq fermaları və komplekslərindəki çökmə gölməçələrində isə yerüstü və yeraltı sular çirklənir. Sonuncu halda, balıqçılıq sahələrinə də ziyan dəyə bilər. Müvafiq resipientlər fəvqəladə halların təsir zonasında olduqda, hər alıcıya düşən digər zərərlər hesablanır. Regional və milli fəvqəladə hallar üçün bütün növ yerli zərərlər mütləq hesablanır.

Hidrodinamik qəzalardan yaranan zərərin hesablanması aşağıda göstərilən ifadənin koməyi ilə həyata keçirilir:

$$Z = \Theta_r + M_r + P_{k/t} + P_m + P_b + P_{rek} + P_{tqf} + S_s \quad (6) \quad [9]$$

İlk iki komponent əsas komponentlərdir və adətən ümumi zərərin əksəriyyətini təşkil edir. Qalan, resipient lokal zərərlər fəvqəladə hal zonasında (daşqın zonası, yüksək su zonası və ya su altında qalmış zona) yerləşdikdə hesablanır. Sonuncu zərər növü - səth və yeraltı suların çirklənməsindən - fəvqəladə hal zonasında təhlükəli, zəhərli və ya çirkləndirici maddələr saxlayan qurğular dağıdılsa və bu maddələr su hövzələrinə sızılıbsa hesablanır.

Əsas hissə

Təbii fəvqəladə hallar geoloji, meteoroloji və hidroloji təhlükələr, meşə və çöl yanğınları, taxıl tarlaları yanğınları və yanan faydalı qazıntılar olan yerlərdə baş verən yeraltı yanğınlarla əlaqəlidir. Geofiziki və geoloji təhlükələr (zəlzələlər, vulkan püskürmələri, sürüşmələr, sellər, uçqunlar, aşınmalar və s.) üçün zərər ümumi standart (1) ifadəsindən istifadə edilərək hesablanır. Bu tip müxtəlif növ fəvqəladə hallar demək olar ki, bütün növ yerli zərərlərə səbəb ola bilər. Zərərin hesablanması proseduru təhlükənin spesifik təbiətindən və miqyasından asılıdır [12].

Meteoroloji təhlükələr (fırtınalar, güclü yağışlar, güclü qar uçqunu, şiddətli buz, şiddətli şaxta, həddindən artıq isti, duman, quraqlıq, şaxta və s.) aşağıdakı zərərin hesablanmasını tələb edir:

$$Z = M_r + \Theta_r + P_{k/t} + P_m \quad (7)$$

(7) ifadəsində göstərilənlərə əlavə olaraq, baş verən təhlükəli hadisələr digər növ fəvqəladə hallara (qəzalar, yanğınlar, daşqınlar və s.) səbəb olarsa, digər növ yerli zərərlər də yarana bilər.

Hidroloji təhlükələr (daşqınlar, su basmalar, buz tıxacları və buz bəndləri, güclü tufan və s.) üçün zərər (6) ifadəsinə əsasən hesablanır. Prosedur və hesablama detalları hidrodinamik qəzalarla əlaqəli fəvqəladə hallar üçün olduğu kimidir [9].

Dəniz hidroloji təhlükələr (güclü dalğalar, dəniz səviyyəsində əhəmiyyətli dəyişikliklər, liman çöküntüləri və s.) zamanı dəyən zərər (4) ifadəsinə əsasən hesablanır. Zərərin hesablanması proseduru təhlükəli hadisənin spesifik təbiətindən və miqyasından asılıdır.

Meşə yanğınları, çöl və taxıl tarlaları yanğınları və yanar faydalı qazıntılarla əlaqəli yeraltı yanğınlar nəzərə alındıqda, zərərin qiymətləndirilməsinin aşağıda göstərilən prosedurunun təklif etmək məsləhətdir:

$$Z = M_r + P_{k/t} + P_m + \Theta_r + P_{rek} + P_{iqf} + [A_f] \quad (8) \quad [10]$$

İlk üç termin demək olar ki, həmişə mövcuddur. Yerdə qalan resipient yerli zərərlər, müvafiq resipientlər fəvqəladə hal zonasında olduqda hesablanır. Hava çirklənməsindən dəyən zərər yalnız regional və ya milli fəvqəladə hallar kimi təsnif edilən ən böyük yanğınlar baş verdiyi zaman hesablanır.

Daha sonra tibbi və bioloji fəvqəladə hallardan dəyən zərərin hesablanmasını nəzərdən keçirək. Bu zərər növünə əsasən yoluxucu xəstəliklər və insanların zəhərlənməsi daxildir ki, bunun üçün zərər əhalinin sağlamlığının və həyatının itirilməsi kimi hesablanır ($Z = \Theta_r$). [11]

Yoluxucu xəstəliklər və kənd təsərrüfatı heyvanlarının kütləvi zəhərlənməsi, eləcə də kənd təsərrüfatı bitkilərinə xəstəliklərdən dəyən zərər üçün ümumi zərər kənd təsərrüfatı məhsullarının itirilməsi və az istehsalı səbəbindən dəyən birbaşa və dolay zərərlərin cəmi kimi hesablanır ($Z = M_r$).

Azərbaycanın Fəvqəladə Hallar Nazirliyinin tənzimləyici sənədləri ekoloji fəvqəladə hallardan dəyən zərəri ayrıca müəyyən etməyə imkan verir. Ekoloji fəvqəladə hallar torpaq şəraitində, atmosferin tərkibində və xüsusiyyətlərində, hidrosferdə və biosferin vəziyyətində dəyişikliklərlə əlaqələndirilə bilər. Torpaq şəraitindəki dəyişikliklərdən (litosfer, torpaqlar, landşaftlar) dəyən zərəri qiymətləndirərkən aşağıdakı hesablama prosedurundan istifadə etmək məsləhətdir:

$$Z = P_{k/t} + P_m + P_{rek} + M_r + \Theta_r + [S_f + T_f] \quad (9)$$

Atmosferin və hidrosferin tərkibində və xüsusiyyətlərində dəyişikliklərdən dəyən ziyanın qiymətləndirilməsi üsulunu nəzərdən keçirək.

Atmosferin tərkibində və xüsusiyyətlərində dəyişikliklər:

$$Z = [A_f] + \Theta_r + P_{rek} + P_{iqf} \quad (10)$$

Hidrosferin tərkibində və xüsusiyyətlərində dəyişikliklər:

$$Z = [S_f] + P_{k/t} + P_b + P_{rek} + P_{tqf} \quad (11)$$

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, hər bir fəvqəladə hal tipi və növü, ərazi əhatə dairəsinin miqyasından və potensial nəticələrindən asılı olaraq, özünəməxsus əsas amillərə və resipientlərə xas yerli zərərlər dəstinə malikdir. Hər bir yerli zərər zərərli təsirlərin xüsusiyyətlərindən və müvafiq resipientin reaksiyasından asılı olaraq ayrı-ayrı üsullarla hesablanmalıdır. İstehsal məqsədləri üçün əsas vəsaitlərin məhv edilməsi və zədələnməsindən dəyən zərərin qiymətləndirilməsi nümunəsindən istifadə edərək bu üsulun tətbiqini nəzərdən keçirək (yerli resipient zərərinin tərkib hissələrindən biri M_r). İstehsal məqsədləri üçün əsas vəsaitlərin məhv edilməsi və zədələnməsindən dəyən ümumi zərər birbaşa (F_b) və dolaylı (F_d) zərərlərdən ibarətdir [12]:

$$F_{üm.} = F_b + F_d \quad (12)$$

Birbaşa zərər, istehsal məqsədləri üçün istifadə edilən binaların, qurğuların, tikililərin, maşınların, avadanlıqların və digər əsas vəsait növlərinin tamamilə və ya qismən məhv edilməsindən və ya zədələnməsindən dəyən zərərdir. Əsas vəsaitlərin tam və ya qismən məhv edilməsindən birbaşa zərər, amortizasiya nəzərə alınmaqla, onların qalıq dəyərinin, yəni balans dəyərinin itirilməsinə əsasən hesablanır. Əsas vəsaitlərə dəyən zərərdən birbaşa zərər aşağıdakı kimi hesablanır:

1. Müvafiq aktivlərin təmiri, bərpası və tam bərpası üçün minimum zəruri xərclərə əsasən

$$F_B = \sum_{i=1}^n (\Delta P^i \times K_a^i) + P_{min} \quad (13)$$

burada ΔP^i - müvafiq indeksləşdirmə əmsalları nəzərə alınmaqla, tam və ya qismən məhv olma səbəbindən i -ci tip əsas istehsal vəsaitlərinin balans dəyərinin azalması;

K_a^i - i -ci tip əsas istehsal vəsaitləri üçün amortizasiya əmsalı; n - qismən və ya tamamilə məhv edilmiş əsas istehsal vəsaitlərinin növlərinin sayı; P_{min} - fəvqəladə vəziyyətdə zədələnmiş istehsal müəssisələrinin tam fəaliyyətini bərpa etmək üçün tələb olunan minimum təmir və digər xərclərdir.

2. Obyektə ayrılmaz əmlak kompleksi kimi dəymiş zərərin hesablanmasına əsasən (Dövlət Əmlak Fondu metodologiyasına uyğun olaraq) .

$$F_b = \Delta B_{tsk} = (1 - \alpha) \times [O_o + B_{ki} + U_{qi} + B_{mi} + (Z_z + F_a - K_p)] \quad (14)$$

burada ΔB_{tsk} - bütün əmlak kompleksinin dəyəri;

α - bütün əmlak kompleksinə dəyən zərəri nəzərə alan əmsal (0-dan 1-ə qədər);

O_o - istifadəyə yararlı standart amortizasiya olunmuş əsas vəsaitlərin məbləği ilə artırılmış əsas vəsaitlərin balans (qalıq) dəyəri; B_{ki} - yarımçıq kapital qoyuluşlarının dəyəri; U_{qi} - quraşdırılmamış avadanlığın dəyəri; B_{mi} - uzunmüddətli maliyyə investisiyalarının dəyəri; Z_z - valyuta balansına daxil olan ehtiyatların və xərclərin dəyəri; Z_z - maliyyə aktivlərinin dəyəri; K_p - kreditor borclarıdır.

Amortizasiyaya məruz qalmayan aktivlər istisna olmaqla, əsas vəsaitlərin balans (qalıq) dəyəri aşağıdakı ifadənin köməyi ilə hesablanır:

$$O_o = O_n (1 - p_i \times a)^{M_i} \quad (15)$$

burada O_n – balans dəyəri (əsas vəsaitin qalıq dəyəri və ya mühasibat uçotu qeydlərinin qurulduğu vaxtdakı dəyər); p_i – dəyəri i -ci dövrün amortizasiya silinməsi dərəcəsinə endirmək üçün əmsal; i – əmsalın dəyişməz qaldığı dövrün sayı; a - əsas vəsait üçün rüblük amortizasiya dərəcəsi əmsalı; M_i – i -ci dövr üçün tam rüb əməliyyatlarının sayıdır.

Quraşdırılmamış avadanlığın bərpa edilə bilən dəyəri aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$U_{qi} = U_n + K_i \quad (16)$$

Burada U_n , quraşdırılmamış avadanlığın alış qiymətləri ilə dəyəri; K_i – milli valyutanın tətbiqi ilə əlaqədar müəyyən göstəricilərin müəyyən edilməsi, onların əsaslı tikinti üzrə statistik hesabatlarda əks olunması üçün Azərbaycan Statistika Nazirliyi və Dövlət Əmlak Fondu tərəfindən müəyyən edilmiş indeksləşdirmə əmsalıdır.

Dövrə kapitalının dəyəri köçürmə balansına uyğun olaraq kreditor borclarının dəyəri ilə azaldılır. Kreditor borclarının dəyəri dövriyyə kapitalının məbləğindən çox olarsa, zərərin miqdarı aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$F_b = \Delta B_{tsk} = (1 - \alpha) \times (O_o + B_{ki} + U_{qi} + B_{mi}) \quad (17)$$

Dolaylı zərər əsas vəsaitlərin məhv olması və ya zədələnməsi və istehsalın itirilməsi nəticəsində yaranan zərər kimi müəyyən edilir. Bu zərər istehsal müəssisələrinin son məhsulları tərəfindən əlavə edilən orta dəyər əsasında hesablanır.

$$F_b = \sum_{i=1}^n \Delta Q^i \times (C^i - B_m^i) \quad (18)$$

burada C_i – i -ci növ istehsal olunmamış məhsulun vahidi üçün orta topdansa satış qiyməti; B_m^i – i -ci növ istehsal olunmamış məhsulun vahidini istehsal etmək üçün tələb olunan xammalın, materialların və aralıq məhsulların orta ümumi qiyməti; n – istehsal olunmamış məhsul növlərinin

sayı; ΔQ^i – əsas vəsaitlərin məhv olması və ya zədələnməsi səbəbindən istehsal olunmamış i-ci növ məhsulun həcmidir:

$$\Delta Q^i = (Q_0^i - Q_1^i) \times \tau \quad (19)$$

burada Q_0^i – fəvqəladə vəziyyətdən əvvəl i-ci növ məhsulun orta gündəlik (aylıq, rüblük, illik) həcmi; Q_1^i – fəvqəladə vəziyyətdən sonra i-ci növ məhsulun orta gündəlik (aylıq, rüblük, illik) həcmi; τ – zərərin və dağıntıların aradan qaldırılması və məhsuldarlığın standart səviyyələrə qaytarılması üçün tələb olunan vaxtdır.

Beləliklə, fəvqəladə hallardan dəyən zərərin qiymətləndirilməsi üçün təklif olunan prinsiplər faktiki zərərin qiymətləndirilməsi, fəvqəladə hallara cavab tədbirləri üçün zəruri maddi xərclərin müəyyən edilməsi və fəvqəladə halların baş verməsinin və inkişafının qarşısının alınması tədbirlərinə investisiyaların əsaslandırılması üçün təsirli bir vasitəyə çevrilə bilər. Bu da Azərbaycan Respublikasında fəvqəladə halların proqnozlaşdırılması və qarşısının alınmasının keyfiyyətini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırmağa və ekoloji risk səviyyəsini azaltmağa imkan verə bilər.

Nəticə

Bu məqalədə mövcud hüquqi çərçivələrə əsaslanaraq təbii və texnogen fəvqəladə halların qiymətləndirilməsi üçün metodologiya işlənib hazırlanmışdır. Fəvqəladə halların qrupları və növləri, eləcə də zərərli təsirin təhlükəsi və ərazi miqyası nəzərə alınaraq fəvqəladə hallardan dəyən yerli zərərlərin xülasəsini vermək üçün standart forma hazırlanmışdır. Təbii və texnogen fəvqəladə hallar nəticəsində, həmçinin də, kommunal həyat təminatı sistemlərində baş verən qəzalar zamanı dəyən hər bir yerli zərər zərərli təsirlərin xüsusiyyətlərindən və müvafiq resipientin reaksiyasından asılı olaraq ayrı-ayrı üsullarla hesablanmışdır. İstehsal məqsədləri üçün əsas vəsaitlərin məhv edilməsi və zədələnməsindən dəyən ümumi zərərin miqdarının da hesablanması həyata keçirilmişdir.

Beləliklə, fəvqəladə halların qiymətləndirilməsi üçün təklif olunan prinsiplər faktiki zərərin qiymətləndirilməsi, fəvqəladə hallara cavab üçün zəruri maddi xərclərin müəyyən edilməsi və fəvqəladə halların baş verməsinin və inkişafının qarşısının alınması tədbirlərinə investisiyaların əsaslandırılması üçün təsirli bir vasitəyə çevrilə bilər. Bu, fəvqəladə halların proqnozlaşdırılması və qarşısının alınmasının keyfiyyətini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırma və ekoloji riskləri azalda bilər [13].

ӘДӘБИҮҮАТ

1. Зазулинский В.Д. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях. – М.: Экзамен, 2006. – 254 с.
2. Баринов А.В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них. – М.: Владос, 2003. – 496 с.
3. Сычев Ю.Н. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 224
4. Михайлов В.А. Безопасность жизнедеятельности / В.А. Михайлов [и др.] Велби; 2007. – 608 с.
5. Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. 4-е изд. – М.: Академия, 2007. – 336 с.
6. Коткин, П. Н. Основания возбуждения уголовных дел, связанных с возникновением или угрозой возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного и социального характера / П. Н. Коткин // Российский следователь.—2008.— № 21.— URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=СЛ&n=33109#0774706389649569> (дата обращения 19.02.2020).
7. Михайлова Л.А. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и социального / Под ред. Л.А. Михайлова. – СПб. Питер, 2008. – 235 с.
8. Hong-Yun Yang, Xiao-Dong Zhou, Li-Zhong Yang, Tao-Lin Experimental Studies on the Flammability and Fire Hazards of Photovoltaic Modules Zhang Materials, 2015 [Electronic resource]. URL: <http://www.mdpi.com/1996-1944/8/7/4210/htm> (дата обращения 5.05.2021).
9. Бычкова, М. А. Состояние и задачи упорядочения выплат компенсаций в связи с потерей жизни / М. А. Бычкова. // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право.— 2014.— № 2.—С. 112—113.— URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-i-zadachi-uporyadocheniya-vyplat-kompensatsiy-v-svyazi-s-poterey-zhizni/viewer> (дата обращения 19.02.2020).
10. Просветов Р.Е., Картавец В.А. Мероприятия по защите населения при стихийных бедствиях // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2012. №1 (3). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/meropriyatiya-po-zaschitenaseleniya-pri-stihiynyh-bedstviyah> (дата обращения: 10.05.2021).

11. Широков Ю. А. Экологическая безопасность на предприятии: учеб. пособие / Ю. А. Широков. Санкт-Петербург: Лань, 2017. 360 с. (Учебники для вузов).
12. Громов, В. Г. Правонарушения в сфере защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций / В. Г. Громов, А. Н. Макеев // Современное право.— 2011.— № 4.— С. 116—119.
13. Шафиков, А. М. Государство как публичный субъект правоотношений с участием граждан, пострадавших от техногенных катастроф / А. М. Шафиков, М. С. Сагандыков // Вестник ЮУрГУ. Серия: Право.— 2014.— Т. 14, № 1.

ELEKTRİKLİ AVTOMOBİLLƏRDƏ BATAREYA YANGINLARININ İDARƏ EDİLMƏSİ ÜÇÜN QAPALI DÖVRƏLİ SOYUTMA SİSTEMİNİN TƏDQIQI

Milli Aviasiya Akademiyası

Aviasiya təhlükəsizliyi kafedrasının baş müəllimi Nadir Xalıqov

Xəyalə Zeynalova

zeynalovaxayala02@gmail.com

Annotasiya Bu məqalədə elektrikli avtomobillərdə litium-ion batareya yanğınlarının yaranma mexanizmləri, onların idarə olunması çətinlikləri və bu sahədə innovativ texnoloji həll yolları araşdırılır. Xüsusilə “termal qaçış” prosesinin fiziki və kimyəvi əsasları təhlil edilərək, ənənəvi yanğınsöndürmə metodlarının məhdudiyətləri müəyyən edilir. Məqalədə iki fərqli yanaşma təqdim olunur: birincisi, yanmaqda olan batareyadan enerjinin digər sağlam batareyaya ötürülməsi ideyası, ikincisi isə qapalı dövrəli soyutma və filtrasiya əsasında işləyən mobil qurğunun tətbiqidir. Təklif olunan qurğu suyun toplanması, soyudulması və yenidən istifadəsi prinsipi ilə işləyərək davamlı və effektiv soyutma təmin edir. Sistem həm yanğının söndürülməsi, həm də avtomobilin təhlükəsiz daşınması üçün optimal həll kimi qiymətləndirilir. Tədqiqat nəticələri göstərir ki, bu yanaşma həm ekoloji, həm də texniki baxımdan yüksək səmərəliliyə malikdir.

Açar sözlər: Elektrikli avtomobil, litium-ion batareya, termal qaçış, yanğın təhlükəsizliyi, qapalı dövrəli soyutma, enerji transferi, batareya idarəetmə sistemi, innovativ texnologiya.

Аннотация В данной статье исследуются механизмы возникновения пожаров литий-ионных аккумуляторов в электрических автомобилях, сложности их управления, а также инновационные технологические решения в данной области. Особое внимание уделено анализу физических и химических основ процесса «теплового разгона» (thermal runaway), а также выявлению ограничений традиционных методов пожаротушения. В статье представлены два различных подхода: первый — идея передачи энергии от горящего аккумулятора к другому исправному аккумулятору, второй — применение мобильного устройства, работающего на основе замкнутого цикла охлаждения и фильтрации. Предлагаемое устройство функционирует по принципу сбора, охлаждения и повторного использования воды, обеспечивая непрерывное и эффективное охлаждение. Система рассматривается как оптимальное решение как для тушения пожара, так и для безопасной транспортировки автомобиля. Результаты исследования показывают, что данный подход обладает высокой эффективностью как с экологической, так и с технической точки зрения.

Ключевые слова: электрический автомобиль, литий-ионный аккумулятор, тепловой разгон, пожарная безопасность, замкнутая система охлаждения, передача энергии, система управления батареями, инновационные технологии.

Giriş Son illərdə elektrikli avtomobillərin sürətli inkişafı nəqliyyat sektorunda mühüm dönüş yaratmışdır. Xüsusilə Tesla, BYD və Hyundai kimi şirkətlərin innovativ texnologiyaları elektromobillərin geniş yayılmasına səbəb olmuşdur. Bununla yanaşı, litium-ion batareyaların istifadəsi yeni təhlükəsizlik problemlərini də gündəmə gətirmişdir.

Ən ciddi problemlərdən biri batareya yanğınlarıdır. Bu yanğınlar klassik yanğınlardan fərqli olaraq daxili kimyəvi reaksiyalar nəticəsində baş verir və idarə olunması olduqca çətindir. Xüsusilə “termal qaçış” prosesi batareya hüceyrələrinin zəncirvari şəkildə qızmasına və yanmasına səbəb olur. Mövcud yanğınsöndürmə metodları (su, köpük, CO₂ və s.) bu tip yanğınlarda tam effektiv deyil. Buna görə də daha innovativ və texnoloji yanaşmalara ehtiyac yaranır. Bu məqalədə məhz bu problemi həll etmək üçün yeni yanaşmalar təklif olunur və onların elmi əsasları izah edilir.

Ədəbiyyat İcmalı

Litium-ion batareyaların təhlükəsizliyi ilə bağlı aparılan tədqiqatlar göstərir ki, yanğınlərin əsas səbəbi daxili qısa qapanma və temperaturun nəzarətsiz artmasıdır. Müxtəlif elmi mənbələrdə “termal qaçış” prosesi batareyanın kritik temperatur həddini keçməsi nəticəsində baş verən ekzotermik reaksiyalar kimi təsvir edilir.

Batareya idarəetmə sistemləri (BMS) bu riskləri azaltmaq üçün temperatur, gərginlik və cərəyanı izləyir. Lakin qəza və ya mexaniki zədələnmə hallarında bu sistemlərdə kifayət etmir.

Müasir tədqiqatlarda yanğınlərin söndürülməsi üçün aşağıdakı üsullar araşdırılmışdır:

- intensiv su ilə soyutma;
- batareyanın su konteynerinə yerləşdirilməsi;
- xüsusi yanğın örtükləri.

Lakin bu metodların əsas çatışmazlığı enerji və resurs israfı, eləcə də davamlı soyutmanın təmin olunmamasıdır.

Metodologiya

Bu tədqiqat çərçivəsində iki əsas yanaşma nəzərdən keçirilmişdir.

1. Enerji transferi yanaşması

Bu yanaşmada yanmaqda olan batareyanın enerji mənbəyi kimi istifadə olunaraq onun enerjisinin başqa sağlam batareyaya ötürülməsi nəzərdə tutulur. Prinsip etibarilə bu, adi şarj prosesinə bənzəyir, lakin enerji mənbəyi xarici elektrik şəbəkəsi deyil, zədələnməmiş batareyanın özüdür.

Bu metod nəzəri baxımdan maraqlı və innovativ yanaşma olsa da, yüksək temperatur, qeyri-sabit gərginlik və daxili kimyəvi reaksiyalar səbəbindən praktik tətbiqi riskli hesab olunur.

2. Qapalı dövrəli soyutma qurğusu (əsas yanaşma)

Təklif olunan əsas sistem mobil və qapalı dövrəli soyutma mexanizminə əsaslanır.

Sistemin əsas komponentləri:

- toplama qabı (recovery pan),
- filtrasiya sistemi,
- istilik dəyişdirici (heat exchanger),
- nasos sistemi,
- püskürtmə modulu,
- ehtiyat su tankı,
- xüsusi deşici nozzle-lar.

İş prinsipi:

1. Su avtomobilin üzərinə pükürdülür;
2. Axan maye alt hissədə toplanılır;
3. Filtrasiyadan keçir;
4. Soyudulur;
5. Yenidən sistemə ötürülür.

Bu dövr fasiləsiz şəkildə davam edir.

Nəticələr

Aparılan nəzəri və texniki analizlər göstərirki:

- Qapalı dövrəli sistem su sərfiyyatını kəskin azaldır;
- Davamlı soyutma təmin olunur;
- Termal qaçış prosesinin yayılması məhdudlaşdırılır;
- Sistem avtomobilin daşınması zamanı da işləyə bilər;
- Ekoloji çirklənmə minimuma endirilir;
- Yanğın sonrası alovlanma riski azalır.

Enerji transferi yanaşması isə nəzəri cəhətdən mümkün olsa da, praktik tətbiq üçün əlavə texnoloji inkişaf tələb edir.

Müzakirə Təklif olunan qapalı dövrəli sistem mövcud yanğınsöndürmə metodları ilə müqayisədə daha effektivdir. Ənənəvi üsullarda suyun böyük hissəsi itirilir və soyutma qeyri-sabit olur. Bu isə batareyanın yenidən alovlanmasına səbəb olur.

Yeni sistem isə:

- enerjini idarə edir,
- temperaturu stabil saxlayır,
- prosesi nəzarət altına alır.

Bundan əlavə, sistemin mobil olması onu real hadisə yerlərində istifadəyə daha uyğun edir. Bu yanaşma xüsusilə elektromobillərin artan istifadəsi fonunda gələcək üçün perspektivli hesab olunur.

Nəticə və Təvsiyələr. Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, elektrikli nəqliyyat vasitələrində litium-ion batareya yanğınlarının qarşısının alınması və effektiv idarə olunması üçün qapalı dövrəli soyutma sistemlərinin tətbiqi ən optimal və innovativ mühəndislik həllidir. Bu sistem, batareya bloklarında istilik qaçışını (thermal runaway) erkən mərhələdə məhdudlaşdıraraq davamlı və stabil soyutma rejimi təmin edir. Eyni zamanda, soyuducu agentin qapalı dövriyyəsi resurslardan səmərəli istifadəyə imkan yaradır, ətraf mühitə atılan zərərli maddələrin miqdarını azaldır və qəza şəraitində nəqliyyat vasitəsinin təhlükəsiz təxliyəsinə (daşınmasını) təmin edir.

Təvsiyələr Aparılmış elmi-tədqiqat işinin praktiki əhəmiyyətini artırmaq məqsədilə növbəti mərhələlərdə aşağıdakı istiqamətlərin reallaşdırılması tövsiyə olunur:

Pilot sınaqların keçirilməsi: Təklif olunan qapalı dövrəli soyutma sisteminin laboratoriya şəraitindən real istismar mühitinə keçirilməsi və prototip üzərində pilot layihə kimi sınaqdan çıxarılması;

Sənaye inteqrasiyası: Sistemin müasir elektrikli avtomobil platformalarına adaptasiyası məqsədilə aparıcı avtomobil istehsalçılarının texniki standartları ilə uzlaşdırılması imkanlarının araşdırılması;

Ağıllı idarəetmənin tətbiqi: İntensiv istilik dəyişmələrini anlıq qeydə almaq üçün sistemə yüksək həssaslığa malik sensorlar şəbəkəsinin və süni intellektə əsaslanan avtomatik idarəetmə modullarının (BMS - Batareya İdarəetmə Sistemi) inteqrasiya edilməsi.

İstinadlar

1. Goodenough, J. B. (2010). Lithium-Ion Batteries: Fundamentals and Applications.
2. Spotnitz, R. (2003). Simulation of lithium-ion battery abuse tolerance.
3. Feng, X., He, X. (2018). Thermal runaway mechanism of lithium-ion battery.
4. International Energy Agency (IEA). (2022). Global EV Outlook.
5. Wang, Q. (2019). Fire safety of lithium-ion batteries.
6. European Commission. (2023). Battery Safety Standards.

UOT: 656.71:502.174.3:620.92

HAVA LİMANLARINDA KARBON EMİSSİYALARININ AZALDILMASI ÜZRƏ İNTEQRƏ OLUNMUŞ YAŞIL ENERJİ MODELİ: QLOBAL YANAŞMA VƏ AZƏRBAYCAN HAVA LİMANLARI ÜÇÜN TƏTBİQ KONSEPSİYASI

Tələbə: Qönçə Şıxəliyeva, qr.2233aT, MAA.

theshkalyefha@gmail.com

Rəhbər: Nazim Nağıyev, MAA.

nkhaligov@naa.edu.az

Giriş və problemin təsviri. Müasir ekoloji böhranın mərkəzində dayanan qlobal iqlim dəyişiklikləri nəqliyyatın müxtəlif sahələrində, xüsusilə aviasiya sektorunda strateji yenilənməni zəruri edir. Beynəlxalq hesabatlar nəzərə alındıqda, aviasiya sektorunun qlobal karbon emissiyalarındakı payı 2-3% təşkil etsə də, artım dinamikasına görə 2050-ci ilə qədər bu göstərici digər sahələrdə müqayisədə həlledici risk faktoruna çevrilə bilər. Bu kontekstdə hava limanları yalnız tranzit məkan deyil, genişmiqyaslı enerji istehlakına malik kompleks infrastruktur obyektləri kimi qiymətləndirildikdə, problemin miqyası daha aydın görünür.

Mövcud elmi yanaşmalar göstərir ki, genişmiqyaslı hava limanlarının fəaliyyəti üçün tələb olunan illik enerji istehlakı bəzi hallarda orta ölçülü şəhərlərin enerji balansı ilə müqayisə oluna biləcək şəkildədir. Xüsusilə, terminal komplekslərindəki iqlimləndirilmə (HVAC), işıqlandırma sistemləri və yerüstü texniki xidmət texnikasının fəaliyyəti emissiya zəncirinin əsas halqalarını təşkil edir. Bu isə o deməkdir ki, karbon emissiyaları izinin azaldılması üçün eləcə hava gəmilərinin mühərrik texnologiyası deyil, həmçinin hava limanının strukturunda enerji idarəetmə sistemi köklü şəkildə dəyişikliklərə məruz qalmalıdır.

Bu zərurətdən formalaşan “Yaşıl hava limanı” kompleks modeli, yalnız bərpa olunan enerji mənbələrinin tətbiqi deyil, həmçinin rəqəmsal idarəetmə sistemlərinin inteqrasiyası vasitəsilə enerji effektivliyinin maksimallaşdırılmasını hədəfləyir. Son illərdə xüsusilə sürətli inkişafı ilə fərqlənən Azərbaycan hava limanları - “Azərbaycan 2030: Sosial-İqtisadi İnkişafa dair Milli Prioritetlər” sənədində vurğulanan təmiz mühit və yaşıl artım hədəfləri çərçivəsində - öz aviasiya şəbəkəsilə regiondakı nəqliyyat qovşağı mövqeyini möhkəmləndirməklə yanaşı, paralel olaraq ekoloji öhdəliklər və dayanıqlı inkişafı baxımından yeni çağırışlar formalaşdırır. Tədqiqat işinin aktuallığı ölkəmizin aviasiya sahəsində karbon emissiya risklərinin elmi-nəzəri əsaslarla qiymətləndirilməsi və yerli şəraitə uyğun yaşıl enerji konsepsiyasının işlənilib hazırlanması ehtiyacından qaynaqlanır.

Material və metodlar. 1. Hava limanının əsas enerji istehakı komponentlərindən olan terminal kompleksləri, iqlimləndirmə, işıqlandırma sistemi, yərüstü xidmət texnikası və köməkçi infrastruktur obyektləri üzrə analitik təhlillər aparılmışdır. Bu komponentlər əsas götürülərək enerji sərfiyyatı göstəriciləri (E_i) və müvafiq emissiya faktorları (EF_i) əsasında inteqrə olunmuş riyazi model qurularaq ümumi karbon emissiyaları kəmiyyət baxımından hesablanmışdır.

$$CO_2 = \sum_{i=1}^n E_i \cdot EF_i$$

2. Enerji strukturunun optimallaşdırılması, emissiya səviyyələrinin müqayisəli təhlili üçün çoxmeyarlı qərar qəbul etmə yanaşmaları və genetik alqoritm əsaslı modelləşdirmə metodları tətbiq edilmişdir. Yekun etibarilə minimum emissiya və maksimum enerji effektivliyi təmin edən hibrid enerji sistemləri, yəni bərpa olunan enerji, şəbəkə və enerji saxlanması ən əlverişli model olaraq seçilmişdir.

3. Bundan əlavə, günəş radiasiyası, enerji yüklənməsi profilləri və texniki uyğunluq göstəriciləri əsasında fotovoltaiq sistemlərin tətbiqi modelləşdirilmişdir. Eyni zamanda ağıllı enerji idarəetmə sistemləri və yərüstü xidmət texnikasının elektriklişdirilməsi ssenariləri simulyasiya edilərək karbon emissiyalarında baş verən dəyişikliklər kompleks şəkildə təhlil olunmuşdur.

Alınan nəticələr və onların müzakirəsi. Aparılmış modelləşdirmə və müqayisəli təhlillər göstərmişdir ki, hava limanlarında inteqrə olunmuş yaşıl enerji modelinin tətbiqi nəticəsində ümumi karbon emissiyalarının 28–45% intervalında azaldılması mümkündür. Xüsusilə bərpa olunan enerji mənbələrinin (əsasən günəş enerjisinin) tətbiqi ümumi elektrik enerjisi tələbatının orta hesabla 20–35%-ni kompensasiya etməklə emissiyaların əhəmiyyətli dərəcədə azalmasına səbəb olur.

Enerji effektiv texnologiyaların tətbiqi (LED işıqlandırma, yüksək effektiv HVAC sistemləri və avtomatlaşdırılmış idarəetmə platformaları) nəticəsində enerji istehlakında əlavə olaraq 15-25% azalma müşahidə olunur ki, bu da dolaylı karbon emissiyalarının azalmasına birbaşa təsir edir. Ağıllı enerji idarəetmə sistemlərinin tətbiqi isə pik yüklənmə dövrlərində enerji sərfiyyatını optimallaşdıraraq ümumi sistem effektivliyini 10-18% artırır.

Yərüstü xidmət texnikasının elektriklişdirilməsi üzrə aparılan ssenari analizlərindən bu nəticəyə gəlmək olur ki, ənənəvi dizəl əsaslı sistemlərlə müqayisədə karbon emissiyalarının 30-50%-ə qədər azaldılması mümkündür. Eyni zamanda, hibrid enerji sistemlərinin tətbiqi nəticəsində enerji təminatının sabitliyi artır və uzunmüddətli əməliyyat xərclərində 12-20% azalma əldə olunur.

Beynəlxalq təcrübə ilə müqayisə göstərir ki, Böyük Britaniyada yerləşən iri hava limanı üzrə aparılmış tədqiqatlarda da oxşar nəticələr əldə edilmiş və enerji idarəetmə strategiyalarının tətbiqi

yekununda ümumi emissiyalarda 30%-ə yaxın azalma qeydə alınmışdır. Bu işə təqdim olunan modelin real tətbiq imkanlarını və etibarlılığını bir daha sübut edir.

Yekun etibarilə, təklif olunan inteqrə olunmuş yaşıl enerji modeli yalnız ekoloji baxımdan deyil, həm də iqtisadi və texnoloji baxımdan səmərəli həll kimi çıxış edir. Bu modelin Azərbaycan hava limanlarında mərhələli şəkildə tətbiqi yaxın perspektivdə karbon emissiyalarının əhəmiyyətli dərəcədə azaldılmasına, enerji səmərəliliyinin yüksəldilməsinə və ölkənin aviasiya sektorunda davamlı inkişafın təmin olunmasına imkan verə bilər.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı

1. International Civil Aviation Organization (ICAO). (2025). ICAO Environmental Report 2025: Aviation and Environment. [Envreport2025_104.pdf](#)
2. Abreu, M., & Lopes, J. P. (2024). Airports: Energy and Sustainability Perspectives. ResearchGate. [\(PDF\) Airports—Energy and Sustainability Perspectives](#)
3. Li, X., et al. (2025). Optimization of Integrated Energy Systems for Sustainable Airport Operations. Scientific Reports, Nature. <https://www.nature.com/articles/s41598-025-12438-0>
4. Zhang, Y., & Wang, L. (2024). Decarbonization Pathways for Aviation Infrastructure: A Systematic Review. Frontiers in Energy Research. [Frontiers | An adaptive energy management strategy for airports to achieve carbon neutrality by 2050 via waste, wind, and solar power](#)
5. Smith, J., & Harrison, R. An assessment of sustainable energy management at a major United Kingdom-based hub airport: A case study of London Gatwick Airport. International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB). [\(PDF\) An Assessment of Sustainable Energy Management at a Major United Kingdom Based Hub Airport: A Case Study of London Gatwick Airport](#)

İQLİM DƏYİŞİKLİKLƏRİNİN AVIASİYAYA TƏSİRİ

Milli Aviasiya Akademiyası

Qubatova Ülviyyə MAA

e-mail: qubatovaulviyye2107@gmail.com

Annotasiya. İqlim dəyişiklikləri son illərdə qlobal miqyasda ətraf mühitin strukturuna, ekosistemlərin davamlılığına və iqtisadi fəaliyyətlərə ciddi təsir göstərir. Aviasiya sahəsi bu dəyişikliklərdən birbaşa və dolaylı yolla təsirlənən sektorlar arasında xüsusi yer tutur. Qlobal istiləşmə, ekstremal hava hadisələrinin artması və hava şəraitinin qeyri-sabitliyi təyyarələrin uçuş planlamasına, yanacaq sərfiyyatına və sərnişin təhlükəsizliyinə mənfi təsir göstərir. Aviasiya sənayesi həm də iqlim dəyişikliklərinə səbəb olan qlobal karbon emissiyalarının əhəmiyyətli mənbələrindən biridir.

Açar sözlər: qlobal istiləşmə, aviasiya sənayəsi, külək şəraiti, hava limanları uçuş təhlükəsizliyi oksigen maskaları yangın söndürmə avadanlıqları yanacaq səmərəliliyi hava sıxlığı

Giriş. Beynəlxalq Hava Nəqliyyatı Assosiasiyasının hesabatlarına görə, aviasiya sektoru qlobal istixana qazı emissiyalarının təxminən 2-3%-ni təşkil edir. Bu vəziyyət həm sənayenin məsuliyyətini, həm də iqlim dəyişikliklərinə adaptasiya strategiyalarının əhəmiyyətini artırır. İqlim dəyişikliklərinin təsirlərinin təhlili və uyğun idarəetmə strategiyalarının inkişaf etdirilməsi yalnız ekoloji baxımdan deyil, həm də iqtisadi və texnoloji baxımdan vacibdir. Artan temperatur və ekstremal hava hadisələri təyyarələrin eniş və qalxış məsafələrinə, marşrut optimizasiyasına və aviasiya infrastrukturuna təsir edir. Həmçinin, dəniz səviyyəsinin yüksəlməsi və güclü fırtınalar hava limanlarının yerləşdiyi sahələrdə təhlükəsizlik risklərini artırır.

Metodologiya. Qlobal istiləşmə təyyarələrin aerodinamik performansına birbaşa təsir göstərir. Havanın sıxlığı temperatur artdıqca azalır və bu da qalxış üçün tələb olunan məsafəni artırır. Bu vəziyyət, xüsusilə yüksək temperaturun müşahidə olunduğu tropik və subtropik bölgələrdə təyyarələrin təhlükəsiz qalxış və eniş qabiliyyətini məhdudlaşdırır. Son illərdə tornado, qasırğa, sel və qar fırtınaları kimi ekstremal hadisələrin intensivliyi və tezliyi artıb. Bu hadisələr uçuş planlamasına ciddi təsir göstərir, gecikmələr və ləğvlər yaradır, həmçinin sərnişin və ekipaj təhlükəsizliyi üçün risklər formalaşdırır. İqlim dəyişiklikləri aviasiyanın yanacaq səmərəliliyinə də təsir göstərir. Sıx hava şəraiti və təyyarə yolunda dəyişən külək şərtləri yanacaq sərfiyyatını artırır. Eyni zamanda, artan karbon emissiyaları qlobal istiləşməyə təsir göstərir və sektorun dayanıqlı inkişaf strategiyalarını formalaşdırmaq zərurətini artırır. Dəniz səviyyəsinin yüksəlməsi və daşqın riskləri

hava limanlarının yerləşdiyi sahələrdə infrastruktur təhlükəsizliyinə mənfi təsir göstərir. Buna uyğun olaraq, hava limanlarının tikinti və modernləşdirilməsi layihələrində iqlim risklərinin nəzərə alınması vacibdir.

İqlim dəyişiklikləri aviasiyanın yanacaq səmərəliliyinə də təsir göstərir. Sıx hava şəraiti və təyyarə yolunda dəyişən külək şərtləri yanacaq sərfiyyatını artırır. Eyni zamanda, artan karbon emissiyaları qlobal istiləşməyə təsir göstərir və sektorun dayanıqlı inkişaf strategiyalarını formalaşdırmaq zərurətini artırır. Dəniz səviyyəsinin yüksəlməsi və daşqın riskləri hava limanlarının yerləşdiyi sahələrdə infrastruktur təhlükəsizliyinə mənfi təsir göstərir. Buna uyğun olaraq, hava limanlarının tikinti və modernləşdirilməsi layihələrində iqlim risklərinin nəzərə alınması vacibdir. İqlim dəyişiklikləri aviasiya sənayesinə çoxşaxəli təsir göstərir. Temperatur artımı, ekstremal hava hadisələrinin sıxlığı, yanacaq sərfiyyatı və infrastruktur riskləri sektoru adaptasiya və dayanıqlı inkişaf strategiyalarının tətbiqinə məcbur edir. Bu mənada, iqlim dəyişikliklərinə qarşı effektiv tədbirlər yalnız ekoloji və iqtisadi baxımdan deyil, həm də sərnişin və ekipaj təhlükəsizliyinin təmin edilməsi baxımından vacibdir.

Müasir təyyarələrdə sərnişin və ekipaj təhlükəsizliyini təmin etmək üçün müxtəlif təhlükəsizlik qurğuları quraşdırılıb. Avtomatik uçuş kontrol sistemləri (autopilot və fly-by-wire) külək sürətinin və istiqamətinin ani dəyişməsi, tufan və qasırğa şəraitində təyyarənin sabitliyini qoruyur. Radar və hava məlumat sistemləri real vaxtda hava şəraitini izləyir, buludlar, yağış, fırtına və digər təhlükəli hava hadisələrini aşkarlayır. De-icing və anti-icing sistemləri temperaturun düşməsi və buzlanma şəraitində qanad və mühərrik hissələrini qoruyur. Fövqəladə enmə və sərnişin təhlükəsizlik avadanlıqları, o cümlədən xilasetmə qayıqları, sürətli eniş çarxları, oksigen maskaları və yangınsöndürmə sistemləri sərnişinlərin və ekipajın təhlükəsizliyini təmin edir. Elektron uçuş məlumat sistemləri isə təyyarənin mühərrik, yanacaq və elektrik sistemlərini real vaxtda izləyərək fövqəladə vəziyyətlərdə pilotu xəbərdar edir. Fövqəladə hallar üzrə ən çox istifadə olunan sistemlər oksigen maskaları, evacuation slides, yangınsöndürmə avadanlıqları, mayak və fənərlər, eləcə də ACARS (Aircraft Communication Addressing and Reporting System) daxildir. Bu sistemlər ekstremal hava hadisələri, texnogen qəzalar və digər fövqəladə hallarda həyati əhəmiyyət kəsb edir.

Aviasiya sektoru iqlim dəyişikliklərinə qarşı adaptasiya tədbirləri görməlidir. Bu tədbirlər arasında iqlim proqnozları əsasında uçuş marşrutlarının optimizasiyası, yeni yanacaq növlərinin istifadəsi və yanacaq səmərəliliyinin artırılması, eləcə də hava limanlarında daşqın və fırtına risklərinin azaldılması üçün infrastrukturun gücləndirilməsi daxildir. İqlim dəyişiklikləri aviasiya sənayesinə çoxşaxəli təsir göstərir. Temperatur artımı, ekstremal hava hadisələrinin sıxlığı, yanacaq sərfiyyatı və infrastruktur riskləri sektoru adaptasiya və dayanıqlı inkişaf strategiyalarının tətbiqinə

məcbur edir. Bu mənada, iqlim dəyişikliklərinə qarşı effektiv adaptasiya tədbirləri yalnız ekoloji və iqtisadi baxımdan deyil, həm də sərnişin və ekipaj təhlükəsizliyinin təmin edilməsi baxımından vacibdir.

Nəticə olaraq, İqlim dəyişiklikləri aviasiya sənayesinə çoxşaxəli təsir göstərir. Temperatur artımı, ekstremal hava hadisələrinin sıxlığı, yanacaq sərfiyyatı və infrastruktur riskləri sektoru adaptasiya və dayanıqlı inkişaf strategiyalarının tətbiqinə məcbur edir. Bu mənada, iqlim dəyişikliklərinə qarşı effektiv tədbirlər yalnız ekoloji və iqtisadi baxımdan deyil, həm də sərnişin və ekipaj təhlükəsizliyinin təmin edilməsi baxımından vacibdir. Gələcəkdə aviasiya sənayesində dayanıqlılığını təmin etmək üçün yeni texnologiyaların tətbiqi, karbon emissiyalarının azaldılması və hava limanlarının iqlimə davamlı dizaynının prioritetləşdirilməsi zəruridir. Eyni zamanda, uçuş planlamasında iqlim proqnozlarının daha geniş tətbiqi, yanacaq sərfiyyatının optimallaşdırılması və sərnişin təhlükəsizliyinin qorunması üçün risk analizi sistemlərinin gücləndirilməsi vacibdir.

Təklif olaraq, aviasiya sektoru üçün iqlim dəyişikliklərinə uyğun integrativ idarəetmə platformasının yaradılması tövsiyə olunur. Bu platforma real vaxtda hava məlumatlarını izləyərək uçuş marşrutlarını optimallaşdırır, yanacaq sərfiyyatını azaldır və ekstremal hava hadisələrinə qarşı operativ tədbirlər görməyə imkan verəcək. Belə bir sistem, həm sektorun iqtisadi səmərəliliyini artıracaq, həm də sərnişin və ekipaj təhlükəsizliyini maksimum səviyyədə təmin edəcəkdir.

İstinadlar

1. Gössling, S., & Higham, J. (2020). Climate change and aviation: Impacts and mitigation strategies. *Journal of Sustainable Tourism*, 28(5), 686–703.
2. International Air Transport Association (IATA). (2021). *Annual Review 2021: Aviation and Climate Change*. Montreal: IATA Publications.
3. Lee, D. S., et al. (2021). The impact of climate change on air transport operations. *Transportation Research Part D*, 92, 102723.
4. Schäfer, A. W., et al. (2019). Technological, economic, and environmental aspects of aviation and climate change. *Energy Policy*, 129, 1–12.
5. IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press.

Ekoloji hüquqpozmaların təhlili və onların qarşısının alınması yolları

Abdullayev Eşqin Səbuhi oğlu

*Azərbaycan Respublikası DİN-in Polis Akademiyası
Bakı şəhəri, Şüvəlan qəsəbəsi, Almaz İldırım küçəsi 3.
E-mail: esqinabdullayev396@gmail.com*

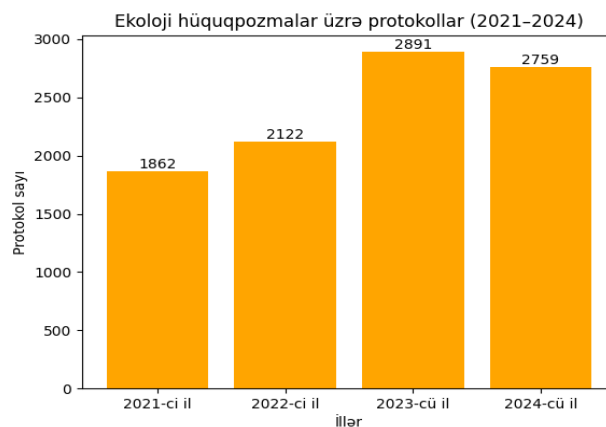
Açar sözlər: ekoloji hüquqpozmalar, ətraf mühit, qanunvericilik, ekoloji polis

Keywords: environmental crimes, environment, legislation, environmental police

Ключевые слова: экологические правонарушения, окружающая среда, законодательство, экологическая полиция

Giriş: Ekoloji hüquqpozmalar dedikdə, ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində mövcud qanunvericiliyin pozulması ilə bağlı olan hərəkət və ya hərəkətsizliklər başa düşülür. Ekoloji hüquqpozmaların əsas növlərinə atmosferin çirkləndirilməsi, su ehtiyatlarının zərər görməsi, torpaqların deqradasiyası, meşələrin qanunsuz qırılması və bioloji müxtəlifliyin məhv edilməsi daxildir.

Ekoloji hüquqpozmaların yaranma səbəbləri çoxşaxəlidir. Bunlara hüquqi nəzarətin zəifliyi, normativ hüquqi aktların tam və düzgün tətbiq olunmaması, iqtisadi maraqların ekoloji tələblərdən üstün tutulması, əhəlinin ekoloji bilik səviyyəsinin aşağı olması və müasir texnologiyaların kifayət qədər tətbiq edilməməsi daxildir. Son statistik göstəricilərə əsasən ekoloji hüquqpozmalarda ümumi artım tendensiyası müşahidə olunur. Belə ki, 2021-ci illə müqayisədə 2023-cü ildə kəskin artım qeydə alınmış, 2024-cü ildə isə müəyyən azalma müşahidə olunsada göstərici əvvəlki illərlə müqayisədə yüksək olaraq qalır.



1. Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi tərəfindən 2021-2024-cü illər üzrə ekoloji hüquqpozmalarla bağlı tətbiq edilən protokolların sayı

Bu cür ekoloji hüquqpozmaların qarşısının alınması üçün kompleks tədbirlərin həyata keçirilməsi zəruridir. İlk növbədə, ekoloji qanunvericiliyin təkmilləşdirilməsi və onun icrasına ciddi nəzarətin təmin olunması vacibdir. Məsələn, qüvvədə olan Azərbaycan Respublikası İXM-nin 233 və 253-cü maddələrinin kriminallaşdırılması zəruridir, çünki mövcud inzibati məsuliyyət tədbirləri bəzi hallarda hüquqpozucular üçün çəkindirici təsir yaratmır. Bu baxımdan, hüquqpozuntularına görə tətbiq olunan cərimə və sanksiyaların daha sərt müəyyən edilməsi yolu ilə bu növ hüquqpozmaların sayı tədricən azala bilər. Bununla yanaşı, dövlət orqanları tərəfindən mütəmadi monitorinqlər aparılmalı və hüquqpozmalar vaxtında aşkar edilərək preventiv tədbirlər görülməklə aradan qaldırılmalıdır.

Müasir dövrdə meşə örtüyünün qanunsuz qırılması kimi ekoloji hüquqpozmalarla mübarizədə rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi xüsusi aktualıq kəsb edir. Hazırda Azərbaycan Respublikasının Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi tərəfindən istifadəyə verilmiş “EkoRadar” mobil tətbiqi mühüm təşəbbüs olsa da, o, əsasən fərdi vətəndaş monitorinqinə əsaslandığı üçün genişmiqyaslı və əlçatmaz ərazilərdə qanunsuz fəaliyyətlərin tam əhatə olunmasında yetərsiz qalmaqdadır. Beynəlxalq təcrübədə, xüsusilə Braziliya və ABŞ-da tətbiq olunan “DETER”, “PRODES”, “Global Forest Watch” və “EPA” kimi sistemlər göstərir ki, peyk və real vaxt monitorinq mexanizmləri daha yüksək effektivliyə malikdir. Belə ki, müasir peyk sistemləri vasitəsilə əldə edilən yüksək keyfiyyətli görüntülər süni intellekt alqoritmləri tərəfindən analiz edilir, meşə örtüyündəki dinamik dəyişikliklər avtomatik müəyyənləşdirilir və operativ tədbirlərin həyata keçirilməsi üçün dərhal bildiriş göndərilir. Bu sistemin tətbiqi ilə yanaşı, xüsusilə ABŞ kimi ölkələrin təcrübəsində istifadə olunan “ekoloji polis” nəzarət orqanlarının yaradılması hüquqpozmalara operativ müdaxilə imkanını artırır və qanunsuz fəaliyyətlərin erkən mərhələdə aşkarlanmasını təmin edir. Eyni zamanda, ixtisaslaşmış əməkdaşların fəaliyyəti nəticəsində ekoloji nəzarət daha peşəkar və səmərəli şəkildə həyata keçirilir. Bu institut qanunvericiliyin real icrasını gücləndirir, çünki nəzarət və sanksiya mexanizmləri daha çevik və təsirli formada tətbiq olunur. Davamlı nəzarət hüquqpozucular üçün çəkindirici təsir yaradır və tədricən hüquqpozmaların sayında azalma baş verir.

Sözgedən mexanizmlərin milli qanunvericilik sisteminə mərhələli şəkildə inteqrasiyası və ardıcıl tətbiqi ekoloji təhlükəsizliyin təmin olunması baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu məqsədlə, mövcud qanunvericilik aktlarına (məsələn, “Ətraf mühitin mühafizəsi haqqında” Qanuna) müvafiq dəyişiklik və əlavələr edilməli, ekoloji nəzarət mexanizmlərinin təkmilləşdirilməsi, yeni nəzarət

institutlarının hüquqi statusunun müəyyənləşdirilməsi və onların fəaliyyət istiqamətlərinin normativ qaydada tənzimlənməsi təmin olunmalıdır.

Nəticə: Hesab edirik ki, ekoloji hüquqpozmaların qarşısının alınması üçün qanunvericiliyin təkmilləşdirilməsi, yeni nəzarət institutlarının yaradılması və müasir texnologiyaların tətbiqi zəruridir. Xüsusilə peyk və real vaxt monitorinq sistemlərinin tətbiqi, eləcə də ixtisaslaşmış ekoloji polis institutunun yaradılması ekoloji təhlükəsizliyin təmin olunmasına mühüm töhfə verə bilər.

Ədəbiyyat:

1. Massachusetts General Laws, Chapter 21A, 90B, 131.
2. Müəlliflər kollektivi. (2021). *Azərbaycan Respublikası Cinayət Məcəlləsinin kommentariyası II Hissə* (s. 416–424). Bakı: Hüquq Yayım Evi.
3. Azərbaycan Respublikası *İnzibati Xətalər Məcəlləsi*. Bakı: Hüquq Yayım Evi.
4. Azərbaycan Respublikası Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi. (2021–2024). *Görülmüş işlərlə bağlı illik hesabat materialları*. (s. 9-10).
5. Mauerhofer, V. (2016). Environmental enforcement in the United States: Role of federal and state agencies. *American Journal of Environmental Enforcement*, 8(3), 99–129.
6. Azərbaycan Respublikası. *Ətraf mühitin mühafizəsi haqqında Qanun*. Bakı 1993. № 678-IQ
7. World Resources Institute. (2023). *Global Forest Watch: Monitoring forests in near real-time*.
8. National Institute for Space Research (INPE). (2023). *DETER: Real-time deforestation detection system in the Brazilian Amazon*.

UOT: 556.18:502.131.1(479.24)

QLOBAL VƏ REGIONAL SU PROBLEMLƏRİ: AZƏRBAYCAN ÜZRƏ MÖVCUD VƏZİYYƏT VƏ DAVAMLI İDARƏETMƏ YANAŞMALARI

Əliyev Tural Azər oğlu

aliyevvtural7@gmail.com

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası

Açar sözlər. Su ehtiyatları, su qıtlığı, iqlim dəyişikliyi, su çirklənməsi, davamlı inkişaf, Azərbaycan, transsərhəd çaylar, su idarəçiliyi, damcı suvarma, su itkisi, ekosistemlər, su təhlükəsizliyi, kənd təsərrüfatı, SCADA sistemləri, təkrar su istifadəsi

Xülasə. Məqalədə qlobal və regional səviyyədə su ehtiyatlarının azalması və çirklənməsi problemi geniş şəkildə təhlil edilmişdir. Qlobal statistika göstərir ki, şirin su ehtiyatları məhduddur və dünya əhalisinin əhəmiyyətli hissəsi artıq su qıtlığı ilə üzləşir. İqlim dəyişikliyi, əhali artımı, qeyri-səmərəli su istifadəsi və yeraltı suların həddindən artıq istismarı bu problemin əsas səbəbləri kimi təqdim olunur.

Azərbaycan nümunəsində isə su ehtiyatlarının böyük hissəsinin transsərhəd mənbələrdən asılı olduğu və adambaşına düşən su miqdarının aşağı səviyyədə olduğu vurğulanır. Eyni zamanda, çayların sululuğunun azalması və su itkilərinin yüksək olması ölkədə su təminatı problemini daha da kəskinləşdirir.

Məqalədə müasir texnologiyaların – ağıllı suvarma sistemləri, IoT əsaslı monitorinq, suyun təkrar istifadəsi və rəqəmsal idarəetmə platformalarının tətbiqinin əhəmiyyəti qeyd olunur. Bununla yanaşı, infrastrukturun yenilənməsi, ekoloji siyasətin gücləndirilməsi, maarifləndirmə və beynəlxalq əməkdaşlıq kimi tədbirlər problemin həlli yolları kimi irəli sürülür.

Giriş. Su həyatın əsas mənbələrindən biri olmaqla yanaşı, ekosistemlərin davamlılığını təmin edən ən vacib təbii resursdur. Lakin XXI əsrdə su ehtiyatlarının azalması və çirklənməsi həm qlobal, həm də regional səviyyədə ciddi problemə çevrilmişdir. Beynəlxalq təşkilatların məlumatlarına görə, dünya əhalisinin sürətli artımı, iqlim dəyişiklikləri və sənayeləşmə suya olan tələbatı kəskin şəkildə artırır. Azərbaycan da su ehtiyatları baxımından məhdud ölkə kimi bu qlobal tendensiyalardan təsirlənir.

Qlobal miqyasda su ehtiyatlarının vəziyyəti son illərdə daha ciddi narahatlıq doğurmağa başlayıb. Aparılan araşdırmalar göstərir ki, Yer kürəsində mövcud olan suyun cəmi təxminən 2.5%-i şirin sudur və onun da böyük hissəsi buzlaqlarda və yeraltı qatlarda yerləşdiyi üçün istifadəyə tam əlçatan deyil. Hazırda dünya üzrə 2 milyarddan çox insan təhlükəsiz içməli suya çıxış problemi yaşayır.

Mütəxəssislərin proqnozlarına görə, 2050-ci ilə qədər dünya əhalisinin yarıdan çoxu su qıtlığı yaşanan ərazilərdə yaşayacaq. Eyni zamanda qlobal su istifadəsinin əsas hissəsi kənd təsərrüfatının payına düşür və bu sahədə böyük həcmdə su sərf olunur. Çirklənmiş su isə hər il milyonlarla insanın xəstələnməsinə səbəb olur. Bütün bu göstəricilər su böhranının artıq qlobal təhlükəyə çevrildiyini göstərir.

Su ehtiyatlarının azalmasının əsas səbəblərindən biri iqlim dəyişiklikləridir. Qlobal istiləşmə nəticəsində yağıntı rejimi dəyişir, quraqlıq dövrləri artır və bu da çaylarda su səviyyəsinin azalmasına gətirib çıxarır. Bu problem həm dünyada, həm də Azərbaycanda özünü açıq şəkildə göstərir.

Əhali artımı və urbanizasiya da suya olan tələbatı sürətlə artırır. Şəhərlərin genişlənməsi və insanların sayının çoxalması ilə birlikdə su istehlakı daha yüksək səviyyəyə çatır. Azərbaycanda da xüsusilə iri şəhərlərdə suya tələbatın artdığı müşahidə olunur.

Digər vacib problemlərdən biri su resurslarından qeyri-səmərəli istifadədir. Azərbaycanda suyun əsas istehlakçısı kənd təsərrüfatıdır. Mövcud su ehtiyatlarının böyük hissəsi bu sahədə istifadə edilsə də, köhnə və səmərəsiz suvarma sistemləri səbəbindən ciddi su itkiləri yaranır. Bəzi hallarda istifadə olunan suyun təxminən yarısı itkiyə gedir.

Yeraltı su ehtiyatlarının həddindən artıq istifadəsi də risk yaradan amillərdəndir. Bir çox ölkələrdə olduğu kimi Azərbaycanda da yeraltı suların normadan artıq istismarı onların tükənmə ehtimalını artırır və gələcəkdə su təminatı üçün əlavə problemlər yarada bilər. Azərbaycan üzrə su ehtiyatlarının mövcud vəziyyəti

Azərbaycanın illik su ehtiyatları **təxminən 30–32 milyard m³** təşkil edir. Bu ehtiyatların yalnız **30%-i ölkə daxilində formalaşır**, qalan hissəsi isə transsərhəd çaylardan asılıdır.

Adambaşına düşən su ehtiyatı **3000 m³-dən aşağıdır**, bu isə beynəlxalq göstəricilərə görə su qıtlığı riski deməkdir. İqlim dəyişiklikləri və quraqlıq dövrləri bu vəziyyəti daha da ağırlaşdırma bilər.

Yerüstü su ehtiyatları

Azərbaycanın su ehtiyatları Cənubi Qafqazın digər ölkələri ilə müqayisədə məhduddur və bütöv regiondakı su ehtiyatının yalnız 15 %-ni əhatə edir.

Ölkənin yerüstü su ehtiyatlarının mənbələrini çaylar, göllər, su anbarları və buzlaqlar təşkil edir. Yerüstü su ehtiyatları əsasən çaylarda cəmlənmişdir. Çay sularının ehtiyatlarının 67-70%-i qonşu ölkələrin ərazisində, qalanı isə (yerli axım) ölkəmizin daxili çaylarında formalaşır. Çay sularının

ümumi təbii ehtiyatları 28,5-30,5 km³, qonşu ölkələrdən transsərhəd çaylarla daxil olan su ehtiyatları 19,0-20,5km³, yerli axım 9,5-10,0km³ təşkil edir.

Quraqlıq illərdə su ehtiyatları 22,6-27,0 km³-ə qədər azalır. Müvafiq olaraq, bu suların 17,1–14,3 km³ transsərhəd çaylarına aiddir. Kür və Araz çaylarının su ehtiyatları qonşu ölkələrin ərazisində istifadəsi nəticəsində 20%-ə qədər azaldılır. Bu da ölkədə su çatışmazlığının artmasına gətirib çıxarır (ildə təqribən 4-5 km³) və Azərbaycanda su tələbatının ödənilməsində çətinlik yaradır.

Son 33 ildə yerli çaylarda 1991-2023-cü illərdə sululuğun 1961-1990-cı illərlə müqayisəli 5,0 %-dən 21,2 %-dək, Transsərhəd çaylarda isə 9,1%-dən 21%-dək azalmışdır.

Müasir texnologiyalar, xüsusən kənd təsərrüfatında **damcı və yağmurlama suvarma sistemləri**, su itkisini 40-60% azaldır. Ağıllı sensorlar torpaq nəmliyini izləyir, IoT cihazları sızmaları anında aşkarlayır və təkrar emal sistemləri çirkab sularını yenidən istifadəyə qaytarır. Bu yeniliklər suyun səmərəli idarə olunmasını və qənaətini təmin edir.

Su itkisinin qarşısını almaq üçün əsas müasir yanaşmalar:

- **Ağıllı Suvarma Sistemləri:** Kənd təsərrüfatında torpağın nəm səviyyəsini sensorlar vasitəsilə ölçən və yalnız ehtiyac olduqda su verən avtomatlaşdırılmış damcı suvarma sistemləri tətbiq edilir.
- **IoT və Sızma Aşkarlama:** Boru kəmərlərindəki təzyiq və axın sürətini monitorinq edən ağıllı sensorlar (IoT) sızmaları dərhal aşkar edərək su itkisinin qarşısını alır.
- **Suların Təkrar İstifadəsi (Reclamation):** Məişət və sənaye çirkab sularının təmizlənərək əkinçilikdə və ya məişətdə təkrar istifadəsi (təmizləmə texnologiyaları) şirin su ehtiyatlarına qənaət edir.
- **Su Anbarlarının Müasirləşdirilməsi:** Taxtakörpü və Şəmkirçay kimi yeni su anbarlarının və kanal sistemlərinin tikilməsi suyun çatdırılmasında itkiləri minimuma endirir.
- **Desalinizasiya (Dəniz suyunun şirinləşdirilməsi):** Xəzər dənizi kimi alternativ mənbələrdən istifadə etməklə şirin su təminatını artırmaq üçün texnoloji layihələr icra olunur.

Bu tədbirlər su ehtiyatlarından səmərəli istifadəni təmin edir və itkiləri minimuma endirir.

Azərbaycanda su ehtiyatlarının idarə edilməsi 2020-2025-ci illərdə “e-su.az” və SCADA kimi rəqəmsal infrastruktur layihələri, suyun səmərəli istifadəsi siyasəti və maarifləndirmə tədbirləri ilə su

stressi riskini 80%-dən (yüksək) 40-60%-ə (orta) salmağı hədəfləyir. Yeni strateji yanaşma, infrastruktur modernizasiyası və su qənaəti mədəniyyətinin formalaşdırılmasına əsaslanır.

Su Ehtiyatı Siyasəti və İdarəetmə

- **Milli Strategiya:** "Su ehtiyatlarından səmərəli istifadəyə dair Milli Strategiya" su qıtlığının qarşısının alınması üçün kompleks tədbirləri nəzərdə tutur.
- **İnstitusional İslahatlar:** Su təsərrüfatında vahid idarəetmə sistemi qurulur, "Elektron su təsərrüfatı"na keçid təmin edilir.
- **Qanunvericilik:** Su resurslarının qorunması, çirklənmənin qarşısının alınması və sudan səmərəli istifadəni tənzimləyən qanunlar gücləndirilir.

İnfrastrukturun Müasirləşdirilməsi

- **Rəqəmsallaşma:** Su obyektlərində, çaylarda və anbarlarda SCADA sistemləri və E-su.az vasitəsilə 59 hidroloji məntəqədə monitoring aparılır, sayğacları genişləndirilir.
- **Yenidənqurma:** İşğaldan azad edilmiş ərazilərdə (Füzuli, Ağdam, Şuşa və s.) müasir su şəbəkələri, subartezian quyuları və tullantı sutəmizləyici qurğular inşa edilir.
- **Alternativ Mənbələr:** Tullantı sularının təkrar emalı və dəniz suyunun şirinləşdirilməsi layihələri gündəmdədir.

Azərbaycanın su ehtiyatları məhduddur və adambaşına düşən su payı Cənubi Qafqazda ən aşağı səviyyədədir. Qonşu ölkələrdən gələn transsərhəd çayların sululuğunun azalması (1991-2023-cü illərdə 21%-dək) səbəbindən yerli su resurslarının idarə olunması kritik əhəmiyyət kəsb edir.

Su çirklənməsi: qlobal və lokal yanaşma

Qlobal vəziyyət

- Dünyada tullantı sularının **təxminən 80%-i təmizlənmədən təbiətə buraxılır**
- Hər il milyonlarla ton plastik tullantı su hövzələrinə düşür
- Su çirklənməsi nəticəsində hər il milyonlarla insan həyatını itirir və ya xəstələnir

Azərbaycan üzrə vəziyyət

- Sənaye və məişət tullantıları su hövzələrinin çirklənməsinə səbəb olur
- Kür və Araz çaylarında bəzi ərazilərdə suyun keyfiyyəti normativlərdən aşağıdır

- Təmizlənməmiş tullantı sularının bir hissəsi birbaşa su hövzələrinə axıdılır

Su ehtiyatlarının azalması və çirklənməsi həm qlobal, həm də lokal səviyyədə ciddi nəticələrə səbəb olur. Ən böyük problemlərdən biri içməli su çatışmazlığının getdikcə daha geniş yayılmasıdır. Su qıtlığı insanların gündəlik həyatına birbaşa təsir göstərməklə yanaşı, sağlamlıq üçün də ciddi risklər yaradır. Çirklənmiş su müxtəlif xəstəliklərin yayılmasına səbəb olur və milyonlarla insanın həyat keyfiyyətini aşağı salır.

Bu problem kənd təsərrüfatına da mənfi təsir edir. Su çatışmazlığı məhsuldarlığın azalmasına, torpaqların keyfiyyətinin zəifləməsinə və ərzaq təhlükəsizliyi riskinin artmasına gətirib çıxarır. Eyni zamanda ekosistemlər zərər görür, biomüxtəliflik azalır və təbii tarazlıq pozulur. Bütün bunlar nəticə etibarilə sosial və iqtisadi problemlərin daha da dərinləşməsinə səbəb olur.

Azərbaycanda isə su təminatı problemi xüsusilə kənd yerlərində daha qabarıq hiss edilir. Bəzi regionlarda mövsümi su çatışmazlığı müşahidə olunur və bu vəziyyət həm əhalinin gündəlik tələbatına, həm də kənd təsərrüfatına təsir göstərir.

Problemin həlli üçün su resurslarının daha səmərəli idarə olunması vacibdir. Müasir texnologiyaların, xüsusilə damcı suvarma sistemlərinin tətbiqi su itkisini azaltmağa və sudan daha qənaətlə istifadə etməyə imkan verir. Bununla yanaşı, tullantı sularının təmizlənməsi üçün müasir qurğuların sayının artırılması vacib hesab olunur. Köhnə su infrastrukturlarının yenilənməsi və itkilərin minimuma endirilməsi də əsas prioritetlərdən biridir.

Ekoloji siyasətin gücləndirilməsi, dövlət nəzarətinin artırılması və qanunvericilik mexanizmlərinin daha effektiv tətbiqi su ehtiyatlarının qorunmasına kömək edə bilər. Eyni zamanda cəmiyyətdə suya qənaət mədəniyyətinin formalaşdırılması və maarifləndirmə tədbirlərinin genişləndirilməsi mühüm rol oynayır. Azərbaycan üçün regional əməkdaşlıq da xüsusi əhəmiyyət daşıyır, çünki ölkənin su ehtiyatlarının böyük hissəsi transsərhəd çaylarla bağlıdır. Buna görə də qonşu ölkələrlə birgə idarəetmə və əməkdaşlıq su təhlükəsizliyinin təmin olunması baxımından vacibdir.

Nəticə. Su ehtiyatlarının azalması və çirklənməsi artıq həm qlobal, həm də milli təhlükə xarakteri daşıyır. Dünya statistikasına bu problemin miqyasını açıq şəkildə göstərir, Azərbaycan üzrə göstəricilər isə onun lokal təsirlərini təsdiqləyir. Bu səbəbdən su ehtiyatlarının qorunması üçün kompleks və davamlı tədbirlərin həyata keçirilməsi zəruridir. Yalnız bu halda gələcək nəsillər üçün təhlükəsiz və dayanıqlı su təminatı mümkün olacaqdır.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Birləşmiş Millətlər Təşkilatı (BMT). (2023). *World Water Development Report*. New York: United Nations.
2. UNESCO. (2022). *The United Nations World Water Development Report: Groundwater*. Paris: UNESCO Publishing.
3. World Health Organization (WHO). (2023). *Drinking-water fact sheets and global water statistics*. Geneva: WHO.
4. FAO (Food and Agriculture Organization). (2021). *Water for Sustainable Agriculture*. Rome: FAO.
5. Azərbaycan Respublikası Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi. (2022). *Su ehtiyatlarının idarə olunması üzrə illik hesabat*. Bakı.
6. Azərbaycan Dövlət Su Ehtiyatları Agentliyi. (2023). *Ölkənin su balansı və su təsərrüfatı vəziyyəti*. Bakı.
7. IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.
8. UNEP (United Nations Environment Programme). (2021). *Freshwater Pollution and Global Water Quality Issues*. Nairobi: UNEP.
9. Məmmədov, R. (2020). *Azərbaycanın su ehtiyatları və onların idarə edilməsi*. Bakı: Elm nəşriyyatı.
10. Hüseynov, A. (2019). *Ekologiya və ətraf mühitin mühafizəsi*. Bakı: Təhsil Nəşriyyatı.
11. <https://eco.gov.az/az/fealiyyet-istiqametleri/hidrometeorologiya/yerustu-su-ehdiyatlari>

HAVA GƏMİLƏRİNİN DEZİNFEKSIYASINDA İSTİFADƏ OLUNAN MADDƏLƏRİN TİTAN VƏ ALÜMİNİUM ELEMENTLƏRİNDƏ YARATDIĞI KORROZIYA AKTİVLİYİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Nəriman Cavadov, Nərmin Əsgərova

narminn.askerovaa@gmail.com

Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı

Xülasə. Müasir aviasiyada sərnişin və heyət təhlükəsizliyini təmin etmək məqsədilə hava gəmilərinin daxili və xarici səthlərinin mütəmadi dezinfeksiyası məcburi xarakter daşıyır. Lakin dezinfeksiyaedici maddələrin tərkibindəki aktiv kimyəvi komponentlər təyyarə konstruksiyasının əsasını təşkil edən alüminium və titan ərintiləri ilə reaksiyaya girərək korroziya proseslərini sürətləndirə bilər. Bu tədqiqatda müxtəlif dezinfeksiyaedici qrupların (alkoqol əsaslı, xlor tərkibli, dördlü ammonium birləşmələri və hidrogen-peroksid) titan (Ti-6Al-4V) və alüminium (Al 2024 / Al 7075) elementləri üzərindəki korroziya aktivliyi elektrokimyəvi və kütlə itkisi metodları ilə qiymətləndirilmişdir. Nəticələr göstərir ki, alüminium ərintiləri xlor və peroksid mühitində yüksək piting korroziyasına məruz qaldığı halda, titan elementləri daha yüksək passivlik nümayiş etdirir, lakin spesifik turş mühitlərdə hidrogen kövrəkliyi riski daşıyır.

Abstract. Regular disinfection of aircraft interior and exterior surfaces is mandatory to ensure the safety of passengers and crew in modern aviation. However, the active chemical components in disinfectants may react with aluminium and titanium alloys that form the basis of aircraft construction, accelerating corrosion processes. In this study, the corrosion activity of various disinfectant groups (alcohol-based, chlorine-containing, quaternary ammonium compounds, and hydrogen peroxide) on titanium (Ti-6Al-4V) and aluminium (Al 2024 / Al 7075) elements was evaluated using electrochemical and mass loss methods. Results show that aluminium alloys are subject to high pitting corrosion in chlorine and peroxide environments, while titanium elements exhibit higher passivity, but carry the risk of hydrogen embrittlement in specific acidic environments.

Аннотация. В современной авиации регулярная дезинфекция внутренних и внешних поверхностей воздушных судов является обязательным требованием для обеспечения безопасности пассажиров и экипажа. Однако активные химические компоненты дезинфицирующих средств могут вступать в реакцию со сплавами алюминия и титана, составляющими основу конструкции самолёта, ускоряя процессы коррозии. В данном

исследовании коррозионная активность различных групп дезинфицирующих средств (на основе спирта, содержащих хлор, четвертичных аммониевых соединений и перекиси водорода) оценивалась на элементах из титана (Ti-6Al-4V) и алюминия (Al 2024 / Al 7075) с применением электрохимических методов и метода потери массы. Результаты показывают, что алюминиевые сплавы подвергаются высокой питтинговой коррозии в хлоридной и пероксидной среде, тогда как элементы из титана демонстрируют более высокую пассивность, однако несут риск водородного охрупчивания в специфических кислых средах.

Açar sözlər: aviasiya, korroziya, titan, alüminium, dezinfeksiyaedici maddələr, elektrokimyəvi kinetika.

Key words: aviation, corrosion, titanium, aluminium, disinfectants, electrochemical kinetics.

Ключевые слова: авиация, коррозия, титан, алюминий, дезинфицирующие средства, электрохимическая кинетика.

Giriş. Hava nəqliyyatı qlobal miqyasda patogenlərin (virus və bakteriyaların) yayılmasında ən sürətli kanallardan biridir. Bu səbəbdən Beynəlxalq Mülki Aviasiya Təşkilatı (ICAO) və Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı (WHO) tərəfindən hava gəmilərinin dövrü olaraq dezinfeksiya və dezinfeksiyası tələb olunur. Bununla belə, hava gəmisini mühəndisliyi baxımından tətbiq olunan hər bir kimyəvi maddə struktur bütövlüyünə zərər verməməlidir.

Müasir laynerlərin (məsələn, Boeing 787, Airbus A350 və s.) çəkisini azaltmaq və möhkəmliyini artırmaq üçün füzelyaj, qanadlar, bərkidici elementlər və şassi sistemlərində alüminium (Al) və titan (Ti) ərintilərindən geniş istifadə olunur. Dezinfeksiya maddələrinin tətbiqi zamanı bu metalların səthindəki təbii passiv oksid təbəqəsi (Al_2O_3 və TiO_2) kimyəvi hücumla məruz qalır. Bu məqalədə, sözügedən dezinfeksiyaların yaratdığı korroziya riskləri və onların mexanizmləri analiz edilir.

Məsələnin Qoyuluşu. Tədqiqatın əsas məqsədi aviasiyada geniş tətbiq olunan dörd əsas dezinfeksiyaedici qrupun — alkoqol əsaslı, xlor tərkibli, dördlü ammonium birləşmələri (QAC) və hidrogen-peroksid sistemlərinin — iki kritik konstruksiya materialına (Ti-6Al-4V titan ərintisi və Al 2024/7075 alüminium ərintiləri) göstərdiyi korroziya təsirinin kəmiyyət baxımından qiymətləndirilməsidir. Məsələ aşağıdakı suallara cavab tapmağı tələb edir:

- Hansı dezinfeksiyaedici qrup alüminium üçün daha yüksək korroziya riski yaradır?
- Titan elementləri bütün dezinfeksiyaedici mühitlərə qarşı tam davamlıdır mı?

- Beynəlxalq aviasiya standartlarına (AMS 1452, Boeing D6-7127) uyğun olmayan maddələr hansılardır?

Əsas Hissə. Korroziya aktivliyini başa düşmək üçün əvvəlcə hər iki metalın struktur xüsusiyyətlərinə nəzər salmaq lazımdır.

Alüminium Ərintiləri (2xxx və 7xxx seriyası). Aviasiyada ən çox istifadə olunan alüminium ərintiləri Al-Cu (2024) və Al-Zn-Mg-Cu (7075) sistemləridir. Bu materiallar yüksək xüsusi möhkəmliyə malikdirlər. Alüminium havada sürətlə korroziyaya davamlı bir oksid təbəqəsi yaradır:



Lakin bu oksid təbəqəsi pH göstəricisi 4.0-dan aşağı və 8.5-dən yuxarı olan mühitlərdə qeyri-sabitdir və asanlıqla parçalanır. Bu vəziyyət alüminium ərintilərini turş xarakter daşıyan dezinfeksiyaedicilərin bilavasitə hücumuna məruz qoyur.

Titan Ərintiləri (Ti-6Al-4V). Titan, xüsusilə mühərrik hissələrində, şassilərdə və yüksək gərginliyə məruz qalan bərkidicilərdə istifadə olunur. Titanın səthindəki TiO₂ (rutil və ya anataz) təbəqəsi kimyəvi cəhətdən son dərəcə inertdir və əksər aqressiv mühitlərə qarşı alüminiumdan qat-qat dözümlüdür. Lakin titan xlorid ionlarının varlığında və spesifik gərginlik korroziyası (SCC – Stress Corrosion Cracking) şəraitində zəiflik göstərə bilər.

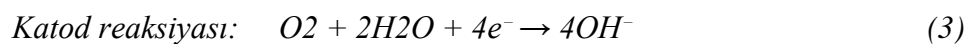
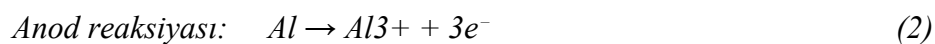
Dezinfeksiyaedici Maddələrin Kimyəvi Tərkibi və Təsnifatı

Hava gəmilərində tətbiq olunan dezinfeksiyaedicilər əsasən dörd qrupa bölünür:

- Alkoqol əsaslı maddələr: %60–70 dərəcəli izopropanol (IPA) və ya etanol. Ümumiyyətlə kokpit və elektronika panellərində istifadə olunur.
- Xlor tərkibli birləşmələr: Natrium-hipoxlorit (NaOCl). İnfeksiya ocaqlarının lokal təmizlənməsində istifadə edilir, lakin güclü oksidləşdiricidir.
- Dördlü Ammonium Birləşmələri (QAC): Benzalkonium-xlorid əsaslı mayelər. Kabin daxili oturacaqlar və plastik səthlər üçün geniş tətbiq olunur.
- Oksigen əsaslı (Peroksid) sistemlər: Hidrogen-peroksid (H₂O₂) aerozolları. "Quru duman" texnologiyası ilə bütün kabinin dezinfeksiyasında istifadə edilir.

Alüminium Elementlərdə Korroziya Aktivliyi. Alüminium, dezinfeksiyaedici maddələrin tərkibindəki nəmlik və ion konsentrasiyasına qarşı son dərəcə həssasdır.

Piting (nöqtəvi) korroziyası: Xlor tərkibli dezinfeksiyaedici (NaOCl) tətbiq edildikdə, Cl⁻ ionları alüminiumun Al₂O₃ passiv təbəqəsinə nüfuz edir. Lokal olaraq təbəqə dağılır və nöqtəvi çuxurlar (pitlər) yaranır. Elektrokimyəvi reaksiyalar aşağıdakı kimidir:



Qalvanik korroziya: Əgər dezinfeksiyaedici maye təyyarənin gövdəsində fərqli metalların (məsələn, alüminium panellə titan pərçimin birləşdiyi yer) arasına sızarsa, maye elektrolit rolunu oynayır. Bu zaman potensiallar fərqi görə alüminium anod kimi çıxış edərək sürətlə dağılır. Bu risk xüsusilə uzun müddət saxlanan və tam silinməyən dezinfeksiya məhlullarında artır.

Titan Elementlərdə Korroziya Aktivliyi. Titan dezinfeksiyaedicilerin əksəriyyətinə qarşı otaq temperaturunda tam davamlıdır. Lakin bəzi təhlükəli mexanizmlər mövcuddur:

Hidrogen kövrəkliyi (Hydrogen Embrittlement): Turş mühit yaradan və ya hidrogen-peroksid tərkibli bəzi dezinfeksiyaedicilər titan səthində atomar hidrogen (H) ayrılmasına səbəb ola bilər. Azad hidrogen titan qəfəsinin daxilinə diffuziya edərək titanium-hidrid (TiH₂) fazası yaradır:



Bu faza olduqca kövrəkdir və uçuş zamanı vibrasiya və gərginlik altında titanın qəfil çatlamasına — kövrək dağılmaya — səbəb ola bilər. Buna görə titan elementlərinin turş dezinfeksiyaedicilərə məruz qalması ciddi mikrostruktur risk yaradır.

Eksperimental Qiymətləndirmə Metodologiyası. Dezinfeksiya maddələrinin effektivliyini və zərərsizliyini yoxlamaq üçün aviasiyada ASTM G31 (kütlə itkisi ilə korroziya testi) və ASTM G59 (elektrokimyəvi polyarizasiya) standartları tətbiq olunur. Cədvəl 1-də müxtəlif material-dezinfeksiyaedici kombinasiyaları üçün ölçülmüş korroziya sürətləri və risk səviyyələri verilmişdir.

Cədvəl 1. Müxtəlif dezinfeksiyaedicilərin korroziya aktivliyi göstəriciləri

Material	Dezinfeksiyaedici Maddə	Korroziya Sürəti (mm/il)	Korroziya Tipi	Risk Səviyyəsi
Alüminium 2024	Natrium-hipoxlorit (%5)	0.45	Piting (Nöqtəvi)	Yüksək
Alüminium 2024	İzopropil Alkoqol (%70)	0.01	Ümumi korroziya	Aşağı
Alüminium 7075	Hidrogen-peroksid (%3)	0.12	Səth korroziyası	Orta

Material	Dezinfeksiyaedici Maddə	Korroziya Sürəti (mm/il)	Korroziya Tipi	Risk Səviyyəsi
Titan Ti-6Al-4V	Natrium-hipoxlorit (%5)	< 0.001	Yoxdur (Passiv)	İnert
Titan Ti-6Al-4V	Turş tərkibli dezinfeksiyaedicilər	0.005	Hidrogen diffuziyası	Orta (Mikrostruktur risk)

Potensiodinamik polyarizasiya ayrılərinin analizi göstərir ki, alüminium xlorid əsaslı dezinfeksiyaedicilər ilə təmasda olduqda korroziya potensialı (Ecorr) mənfi tərəfə (aktiv zonaya) sürüşür. Titanda isə korroziya cərəyan sıxlığı (Icorr) demək olar ki, dəyişməz qalır ki, bu da onun güclü passivasiya qabiliyyətini sübut edir.

Aviasiya Sənayesi Standartları. Hər hansı bir dezinfeksiyaedici maddənin hava gəmisində tətbiq edilməsi üçün o, mütləq AMS 1452 (hava gəmisində daxili təmizləyiciləri üçün korroziya standartı) və ya Boeing D6-7127 spesifikasiyalarına cavab verməlidir. Bu standartlar çərçivəsində materiallar 168 saat ərzində mayeyə batırılaraq sınaqdan keçirilir. Alüminium elementlərdə heç bir pitting və çəki itkisi qeydə alınmamalıdır.

Korroziyadan Mühafizə və Preventiv Tədbirlər. Dezinfeksiyanın mənfi təsirlərini minimuma endirmək üçün aşağıdakı mühəndislik həlləri tətbiq olunmalıdır:

- İnhibitorların əlavə edilməsi: Dezinfeksiyaedici maddələrin tərkibinə alüminiumun korroziyasını tormozlayan silikatlar və ya üzvi amin qruplu inhibitorlar əlavə edilməlidir. Bu, reaktiv ionların metal səthi ilə birbaşa təmasını azaldır.
- Anodlaşdırma (Anodizing): Alüminium səthlər xrom turşusu (CAA) və ya kükürd turşusu (SAA) ilə anodlaşdırılaraq süni olaraq qalınlaşdırılmış oksid təbəqəsi ilə qorunmalıdır.
- Qalıqların təmizlənməsi: Dezinfeksiyaedici maddə tətbiq edildikdən və təsir müddəti bitdikdən sonra səthlər mütləq distillə olunmuş su və ya quru mikrofibr bezlərlə silinərək qurudulmalıdır. Bu tədbirə əməl edilmədikdə maye küncələrdə və pərçim aralarında yığılaraq yarıq korroziyası (crevice corrosion) törədə bilər.

Nəticə. Hava gəmilərinin dezinfeksiyasında istifadə olunan maddələrin titan və alüminium elementlərdə yaratdığı korroziya aktivliyinin qiymətləndirilməsi aşağıdakı əsas elmi nəticələri ortaya qoyur:

- Tədqiqatın elmi yeniliyi: Müxtəlif dezinfeksiyaedici qrupların aviasiya strukturlarının iki əsas metalına — Ti-6Al-4V və Al 2024/7075-ə — göstərdiyi elektrokimyəvi təsirin müqayisəli analizi aparılmış, xlor əsaslı maddələrin alüminium üçün ən yüksək korroziya riski yaradan qrup olduğu müəyyən edilmişdir.
- Tətbiqi əhəmiyyəti: Nəticələr aviasiya şirkətlərinin dezinfeksiya protokollarını AMS 1452 standartlarına uyğunlaşdırmasına və korroziya monitorinqi sistemlərinin qurulmasına əsas verir.
- Əsas nəticələr: Alüminium ərintiləri (xüsusilə Al 2024) xlor tərkibli dezinfeksiyaedicilər ilə 0.45 mm/il korroziya sürəti nümayiş etdirərək yüksək risk qrupuna daxildir. Titan Ti-6Al-4V isə natrium-hipoxlorit mühitində 0.001 mm/ildən az korroziya sürəti göstərərək inert qalır, lakin turş dezinfeksiyaedicilər zamanı hidrogen kövrəkliyi nəzarətsiz qala bilər.

Aviasiya şirkətləri dezinfeksiya protokollarını seçərkən yalnız antimikrobiyal effektivliyi deyil, eyni zamanda materialşünaslıq meyarlarını və beynəlxalq AMS standartlarını əsas götürməli, korroziya monitorinqlərini mütəmadi həyata keçirməlidirlər.

İstifadə Olunmuş Ədəbiyyat

1. ASTM G31-72. Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals. ASTM International, 2004.
2. ASTM G59-97. Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements. ASTM International, 2014.
3. Boeing Document D6-7127. Approved Cleaning Compounds. The Boeing Company, 2019.
4. AMS 1452C. Cleaning Compound, Aircraft Surface. SAE International, 2020.
5. Scully J.R., Glantz D.A. "Corrosion of Aluminium Alloys in Aviation Environments". Corrosion Science, vol. 62, pp. 215–228, 2022.
6. Lütjering G., Williams J.C. Titanium. 2nd ed. Springer, Berlin, 2020.

MƏQALƏLƏRİN TƏRTİBİ QAYDALARI

1. Əlyazma A4 (210x297mm) formatlı, yuxarı və aşağıdan 25 mm, soldan və sağdan 20 mm boş yer saxlamaqla çap olunur. Əlyazmanın həcmi 8-10 səhifədən çox olmamalıdır.

2. Hər bir məqalədə UOT indekslər göstərilməlidir.

3. Məqalə üç dildə-azərbaycan, rus və ingilis dillərində çap oluna bilər. Məqalədə xülasə 3 dildə verilməlidir. Açar sözlər üç dildə-Azərbaycan, rus və ingilis dillərində verilməlidir.

4. Məqalənin mətni azərbaycan dilində, Times New Roman versiyasında 12 şrift ilə, bir intervalla yığılmalıdır.

5. Tənlilər və düsturlar mətndən bir boş sətirlə ayrılmalıdır.

6. Düsturları, ardıcıl olaraq, sətirin sağ tərəfində dairəvi mötərizələrdə yerləşdirilmiş ərəb rəqəmləri ilə nömrələmək lazımdır.

7. Məqalənin nəticələrində, elm sahəsinin və məqalənin xarakterinə uyğun olaraq, işin elmi yeniliyi, tətbiqi əhəmiyyəti, iqtisadi səmərəsi və alınan əsas nəticələr aydın şəkildə verilməlidir.

8. Məqalənin sonunda verilən ədəbiyyat siyahısı istinad olunan ədəbiyyatların mətndə rast gəlinədiyi ardıcılıqla verilməlidir. Onlara istinad [1] və ya [1, s.95] kimi işarə olunmalıdır. Ədəbiyyat siyahısında son 5-10 ilin elmi məqalələrinə, monoqrafiyalarına və s. istinadlara üstünlük verilməlidir.

9. Məqalədə müəllif(lər)in işlədiyi müəssisə və onun ünvanı, müəllifin elektron poçt ünvanı göstərilməlidir.

10. Əlyazmalar 2 nüsxədə və elektron variantda təqdim olunur.

Əlyazmada aşağıdakı ardıcılıq gözlənilməlidir:

• UOT indeks (qalın, 11 ölçü, böyük hərflərlə, məqalənin yuxarısında, sol hissədə abzasdan yazılmalı);

• məqalənin adı (qalın, 12 ölçü, böyük hərflərlə yazılmalı, UOT indekslə məqalənin adı arasında iki interval buraxılmalıdır);

• müəllif(lər)in soyadı, adı, atasının adı (qalın, 12 ölçü, kiçik hərflərlə yazılmalı, məqalənin adı ilə müəllif(lər)in soyadı arasında bir interval buraxılmalıdır);

• təşkilatın adı, ünvanı, E-mail (12 ölçü, kursiv, kiçik hərflərlə yazılmalı, müəllif(lər)in soyadı ilə təşkilatın adı, ünvanı, E-mail arasında bir interval buraxılmalıdır);

• **Xülasə**

• **Abstract**

• **Аннотация**

• **Açar sözlər**

• **Key words**

• **Ключевые слова**

• **Giriş**

• **Məsələnin qoyuluşu**

• **Əsas hissə**

• **Nəticə**

• **İstifadə olunmuş ədəbiyyat**

Kompüter yığıcı və dizayn:

Elmi-tədqiqat şöbəsinin kompüter operatoru
R. Rzayeva

Çapa imzalanmışdır:

Formatı:

Həcmi:

Sifariş:

Miqdarı: