

## İSTİLİK ELEKTRİK STANSİYALARININ EKOLOJİ PROBLEMLƏRİNİN HƏLLİ ÜZRƏ YENİ TEXNOLOGİYANIN TƏTBİQİ

<sup>1</sup>A.M. HƏŞİMOV, <sup>1</sup>K.B. QURBANOV, <sup>2</sup>L.Ç. SÜLEYMANOVA, <sup>1</sup>Z.A. TAĞIYEVA,  
<sup>1</sup>S.A. HÜSEYNOVA, <sup>1</sup>V.M. HACIYEVA, <sup>1</sup>S.S. ƏHƏDOVA

<sup>1</sup>AR Elm və Təhsil Nazirliyinin Fizika İnstitutu, Az – 1143, Bakı, pr. H.Cavid 131

[tzenfira@mail.ru](mailto:tzenfira@mail.ru)

<sup>2</sup>Mingəçevir Dövlət Universiteti, Az – 4500, Mingəçevir, Dilarə Əliyeva küç.21

[suleymanovaLC@mail.ru](mailto:suleymanovaLC@mail.ru)

İşdə yüksək gərginlikli elektrik qazboşalmasının təsirlərinə məruz qalan adsorbentlərdən istifadə edərək istilik elektrik stansiyalarının ətraf mühitə gətirdiyi zərərli ekoloji problemlərin azaldılması məqsədli yeni texnologiyanın tədqiqindən əldə edilən nəticələr şərh edilmişdir.

**Açar sözləri:** İstilik elektrik stansiyaları, ekolojiya, elektrik qaz boşalması, adsorbent, təbii qaz, texnologiya, mazut, merkaptan, kükürd.

**UOT:** 536.242.08

İstilik elektrik stansiyalarının ekoloji təmizliyi aşağıdakı faktorlarla əlaqədar olur. Beynəlxalq ekspertlərin gəldikləri nəticələrə əsasən istilik elektrik stansiyalarında yanacaq kimi istifadə olunan təbii yanacaqlar (təbii qaz, karbohidrogen mənşəli mayelər və bərk cisimlər) yanma müddətində ətraf mühitə zərərli maddələrlə kifayət qədər çirkləndirirlər. Digər tərəfdən məlumdur ki, hazırda elektrik enerjisinin sənaye istehsalı 80% təbii yanacaqdan istifadə etməklə əldə olunur. Qeyd olunan vəziyyət istilik elektrik stansiyalarının ekoloji təminatlı istismar olunması üçün yeni texnologiyaların işlənməsi zəruriyyətini irəli gətirir.

İstilik elektrik stansiyalarının istismarı nəticəsində ətraf mühit CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S qazları və atmosferdə konversiya vasitəsi ilə bu qazların əmələ gətirdiyi bir sıra zərərli qaz qarışıqları ilə çirklənmiş olur. Ədəbiyyatda [1] qeyd olunur ki, havanın nisbi rütubəti 60% təşkil etdikdə SO<sub>3</sub> qazının 8%-i H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> buxarına çevrilirsə, rütubət 80% olduqda isə SO<sub>3</sub> qazının 30%-i H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> buxarına çevrilir.

Digər halda, NO<sub>2</sub> qazının atmosferdə dissosiasiyası nəticəsində ikinci reaksiyalar baş verərək ozon qazı yaranır və fotokimyəvi parçalanmanın son nəticəsində karbon oksidi, üzvi aerosol əmələ gəlir. Azot oksidlərinin və karbohidrogenlərinin birgə oksidləşməsi nəticəsində yaranan məhsullar və mümkün olan sonrakı reaksiyaların nəticəsində zərərli təsirlərə malik maddələr əmələ gələrək atmosfer havasını çirkləndirir. Beləliklə, yuxarıda qeyd olunan proseslər və bir sıra digər proseslərin çoxluğu istilik elektrik stansiyası yerləşən ərazinin və onun yaxın ətrafının atmosfer havasına mənfi təsir göstərərək biosferin çirklənməsinə səbəb olur. Yanacaq kimi istifadə olunan təbii qazın tərkibində hidrogen sulfid (H<sub>2</sub>S) mövcudluğu atmosfer havasının olduqca zərərli çirklənməsinə səbəb olur.

İstilik elektrik stansiyalarında ehtiyat yanacaq kimi istifadə olunan mazut maddəsinin kükürd birləşmələrindən təmizlənməsi, stansiyaların tullantı sularının xlorid, sulfat və karbohidrogen mənşəli maddələrdən təmizlənməsi də stansiyaların ekoloji məsələlərinin tərkib hissəsidir. Sənaye tullantı sularının təmizlənmədən təbii su hövzələrinə və yaxud torpaq sahələrinə atılması

floranın məhv olmasına və torpaq sahələrinin duzlaşmasına səbəb olur.

Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə alaraq istilik elektrik stansiyalarının ətraf mühitə zərərli təsirlərinin qarşısını almaq üçün tətbiq edilən kompleks tədbirlər aşağıdakı məsələlərin həllini təmin etməlidir.

- İstilik elektrik stansiyalarının tüstü qazlarının tərkibindəki zərərli qazların miqdarı zərərsiz həddə çatdırılmalıdır;

- Tərkibində kükürd birləşmələri olan qaz və maye yanacaq yanma prosesindən əvvəl etibarlı dərəcədə təmizlənməlidir;

- Tullantı sular xlorid, sulfat, karbohidrogen mənşəli maddələrdən və sairə zərərli komponentlərdən təmizlənməlidir.

Yuxarıda qeyd olunan birinci bənd üzrə məsələlərin həlli adətən molekulyar süzgeçlər, katalizatorlar monoetanolamin və sairə kimyəvi maddələrdən istifadə olunan təmizləyici qurğular tətbiq etməklə yerinə yetirilir.

İkinci bənd üzrə təmizləmə tədbirləri çox saylı olaraq yanacağın kükürd birləşmələrindən təmizlənməsinə yönəldilir ki, bu da öz növbəsində yanma effektivliyini yüksəltməklə yanaşı ətraf mühitin qorunmasına xidmət edir. Qeyd etmək lazımdır ki, bu bənd üzrə tətbiq olunan üsullar əksər hallarda iqtisadi cəhəddən səmərəsiz olur və bu üsulların təkmilləşdirilməsinə ehtiyac duyulur. Bu halda daha effektiv üsulların işlənilməsi zəruriyyəti meydana çıxır. İstilik elektrik stansiyalarının tullantı sularının təmizlənməsində, yüksək təmizlik dərəcəsi təmin edən yeni üsulların işlənilməsi və tətbiq olunmasının zərurliyi müvafiq texniki ədəbiyyatda vurğulanır. Stansiyanın yerləşdiyi ərazinin 3000 m<sup>2</sup> sahəsinin olmasının zərurliyi, yüksək gərginlikli elektrik veriliş xətlərinin yaratdığı elektromaqnit sahəsinin mövcudluğu da ekoloji problemlərdəndir.

Enerji istehsalı sahəsi dünya dövlətlərində sənayenin əsas istehsal sahəsi olduğundan enerji sistemlərinin ekoloji problemlərinin yeni texnologiyalar tətbiq etməklə həlli günün aktual məsələləri sırasına daxil olur.

Texnoloji proseslərin təkmilləşdirilməsi energetika sistemlərinin ətraf mühitə zərərli təsirlərini azaltmağa imkan verir, ancaq qeyd etmək lazımdır ki,

maksimal effektiv işləyən elektrik stansiyaları ətraf mühitə, qəbul olunmuş normalardan artıq zərərli qazların atılması, su hövzələrinə, torpağa, flora və faunaya mənfi təsirlər göstərən tullantı suların axıdılmasına səbəb olur.

Ədəbiyyatda [2-12], qeyd olunur ki, CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S və digər zərərli qazların atmosfərə atılması və bu qazlar vasitəsilə atmosferdə baş verən heterogen kimyəvi reaksiyaların mövcudluğu ekoloji problemləri yaradan əsas səbəblərdir. Bu səbəbdən elektrik stansiyalarının ekoloji problemlərinin həlli üçün yeni texnoloji proseslərin işlənilib tətbiq edilməsi zəruriyyəti irəli gəlir. Beləliklə istilik elektrik stansiyalarının istismarı təbiəti mühafizə tədbirlərini həyata keçirmədən mümkünsüz hesab olunur.

Təqdim olunan işdə AMEA Fizika İnstitutunun "Yüksək gərginliklərin fizikası və texnikası" laboratoriyasının elmi proqramlarına daxil olan aşağıdakı tədqiqatlar yerinə yetirilmişdir:

- Adsorbentlərin səthinin, elektrik qazboşalmalarının təsirləri vasitəsilə, modifikasiyası, sorbsiya proseslərinin idarə olunması, qaz və mayələrin təmizlənməsinin yeni texnologiyalarının işlənməsi, reagentlərin aktivasiyası, adsorbsiya və desorbsiya proseslərinə güclü elektrik sahələrinin və qazboşalmalarının təsirlərinin tədqiqi.

Tədqiqatlarda müəyyən edilmişdir ki, elektrik qazboşalmalarının təsirlərinə məruz qalan adsorbentlərin sorbsiya qabiliyyətlərində dəyişikliklər müşahidə olunur. Bu təsirlərdən adsorbentlərdə bir sıra qazlara qarşı adsorbsiya qabiliyyətinin yüksəlməsi, digər qazlara qarşı neytrallıq hallarının yaranması müşahidə edilmişdir. Qeyd olunan haldan istifadə edərək adsorbentlərin tətbiq olunma sahəsini genişləndirmək imkanlarını əldə etmiş oluruq. Elektrik qazboşalmalarının təsirləri şəraitində adsorbsiya proseslərinin mexanizmlərinin öyrənilməsi və sürətli qaz reaksiyalarının qeydə alınması adsorbsiya proseslərinin idarə olunmasına imkan verir.

İstilik elektrik stansiyalarının tullantı qazlarının təmizlənməsi prosesində, qazların tərkib hissəsində mövcud olan zərərli təşkeildicilərin zərərsizləşdirilməsi nəzərdə tutulur.

İstilik elektrik stansiyalarının ətraf mühitə yaydığı tullantı qazların böyük həcmi, ətraf mühitin təmizlənməsi texnoloji prosesinin optimallaşdırılmasını tələb edir. Bununla əlaqədar olaraq, işdə aşağıdakı proseslərin optimallaşdırılması nəzərdə tutulmuşdur:

- Adsorbentlərin seçilməsi;
- Adsorbentin işləmə prosesinin kinetikasi;
- Elektrik qazboşalmalarının təsir rejimləri;
- Adsorbentin regenerasiya prosesi.

Müxtəlif xassələrə malik adsorbent çoxluğu arasından təmizlənməsi tələb olunan qazın tərkibindən (adsorbentlərin qiymətini nəzərə alaraq) və regenerasiya rejimlərinin şərtlərindən asılı olaraq adsorbent dəqiqliklə seçilməlidir. Məsələn, seolitlər yüksək udma qabiliyyətinə malik adsorbentdir, ancaq qeyd etmək lazımdır ki, onun regenerasiyası yüksək temperatur tələb etdiyindən (400-700°C) istismar xərcləri yüksək olur.

İşdə adsorbentlərin elektroaktivasiyası onlara arakəsməli qazboşalmalarının təsiri vasitəsilə yerinə yetirilmişdir. Qaz mühitinin tərkibinin dəyişməsinə MSX-4 markalı kütlə spektrometri vasitəsilə nəzarət edilmişdir. Tədqiqatların yüksək dəqiqliklə yerinə yetirilməsini təmin etmək məqsədilə kütlə spektrometrinin analizator hissəsində ion nasosları tətbiq edərək,  $5 \cdot 10^{-6}$  Pa tərtibində ifrat yüksək vakuum əldə edilmişdir.

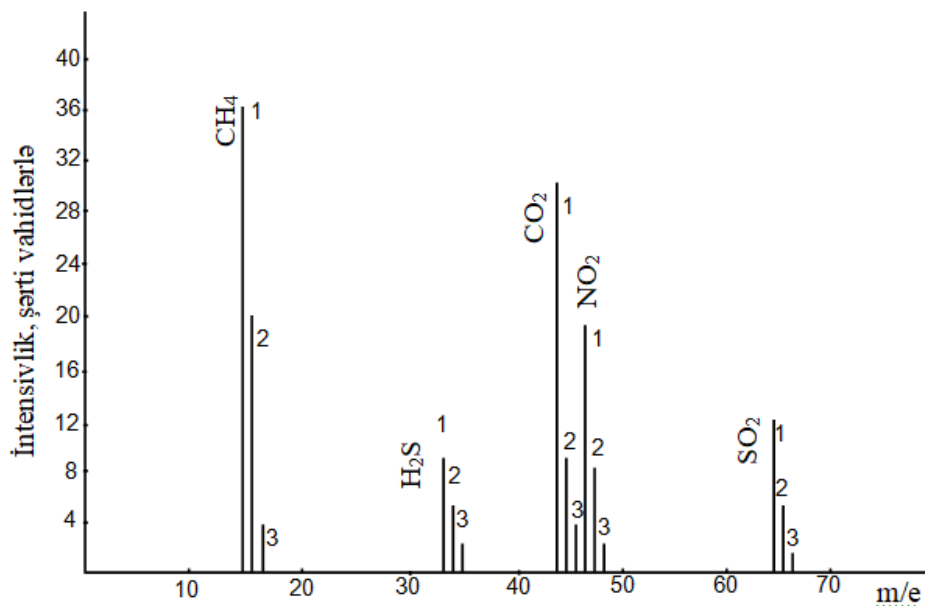
Tədqiqat obyektini olaraq, tərkibində 8% (həcmi) CO<sub>2</sub>, 5% (həcmi) NO<sub>2</sub>, 3% həcmi SO<sub>2</sub> və 2% (həcmi) H<sub>2</sub>S qazları olan CH<sub>4</sub> – təbii qazdan istifadə edilmişdir. Təcrübələrdə Na<sub>x</sub>+CaA adsorbent qarışığı tətbiq olunmuşdur. Adsorbent vakuum şəraitində 5 saat ərzində 450°C temperaturda qızdırıldıqdan sonra onların bir hissəsi əlavə olaraq arakəsməli elektrik qazboşalması vasitəsilə 10 dəqiqə ərzində emal olunmuşdur. Təbii qazın aşqarlardan təmizlənməsi iki üsulla yerinə yetirilmişdir: elektrik qazboşalmalarının təsirinə məruz qalan adsorbentlərlə və yalnız istilik təsirlərinə məruz qalan adsorbentlərlə.

Atmosferə atılan qaz kütləsi adsorbentdən keçərək CH<sub>4</sub> qazının azot, kükürd, karbon dioksidlərindən və H<sub>2</sub>S qazlarından təmizlənməsi prosesi baş verir, CH<sub>4</sub> qazı isə atmosferdə məşəl vasitəsilə ləğv edilir. Adsorbent doyma halına çatdıqda ona regenerasiya prosesi tətbiq edilir.

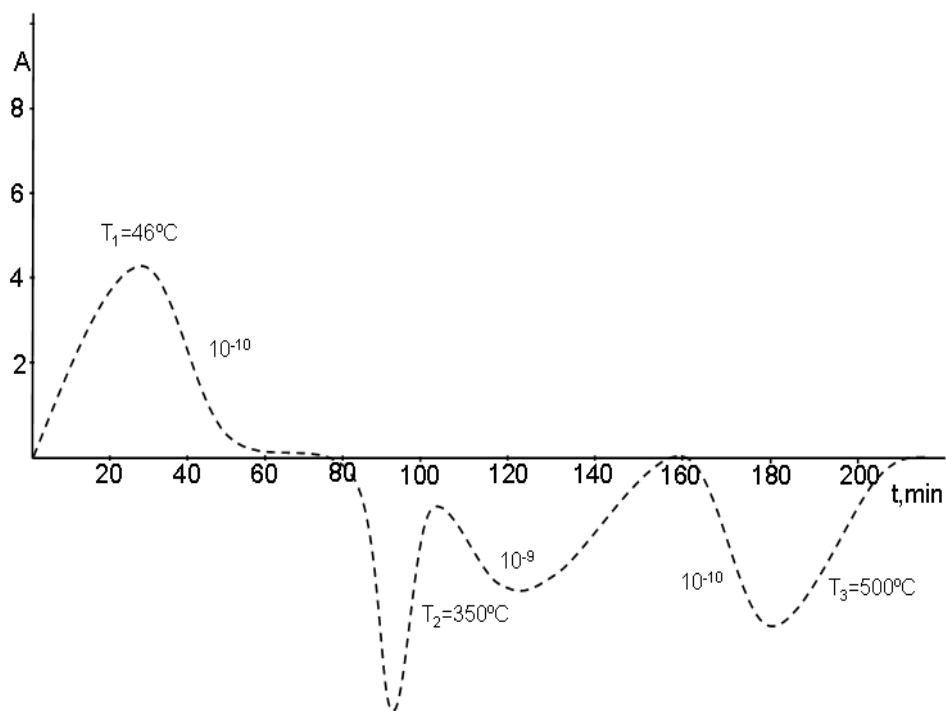
Şəkil 1-də adsorbentin adsorbsiya qabiliyyətini nümayiş etdirən təsribi nəticələr təqdim edilmişdir. Şəkil 1-dən görüldüyü kimi, adsorbentlərin elektrik qazboşalması vasitəsilə işlənməsi adsorbsiya prosesinin effektivliyinin nəzərə çarpacaq dərəcədə yüksəlməsinə səbəb olur.

Adsorbsiya proseslərinin effektivliyinin yüksəlməsinin səbəbini müəyyənləşdirmək məqsədilə, qazboşalmalarının təsirlərinə məruz qalan adsorbentlər tədqiq edilmişdir. Elektrik təsirlərinə məruz qalan adsorbentlərdən termostimullaşmış cərəyanlar qeydə alınmışdır. Şəkil 2-də arakəsməli elektrik qazboşalmalarının təsirlərinə məruz qalan adsorbentlərin termostimullaşma zamanı adsorbentlərin cərəyan-zaman diaqramı verilmişdir. Şəkil 2-dən görüldüyü kimi spektrdə 3 maksimum qeydə alınmışdır. Spektr:–alçaq temperaturlu maksimum (~46°C) və yüksək temperaturlu maksimumlarla (350°C, 500°C) xarakterizə olunur. Spektrdə birinci maksimuma müvafiq elektrik yükü  $Q_1 = 4 \cdot 10^{-7} Kl$ , ikinci maksimuma müvafiq elektrik yükü  $Q_2 = 6 \cdot 10^{-6} Kl$  və üçüncü– $Q_3 = 2 \cdot 10^{-7} Kl$  təşkil edir. Qeyd etmək lazımdır ki, təcrübələrin çoxsaylı təkrarlanması zamanı alınan nəticələr eynilik təşkil etmişdir. Sonrakı təcrübələrdə müəyyən edilmişdir ki, qazboşalmanın adsorbentlərə bir dəqiqəlik təsiri də kifayət edir ki, onlarda yuxarıda göstərilən miqdarlarda elektrik yükləri toplansın və bu da öz növbəsində adsorbsiya proseslərinin effektivliyinin yüksəlməsinə səbəb olur.

Qeyd etmək lazımdır ki, analoji təcrübələr silika-gel və təbii seolit-klinoptilolit adsorbentlərindən istifadə edərək yerinə yetirilərkən adsorbsiya proseslərinin effektivliyinin qazboşalmalarının təsirlərindən yüksəlməsi müşahidə olunmuşdur.



Şəkil 1. Təbii qazın azot, kükürd, karbon dioksidlərdən və H<sub>2</sub>S qazından təmizlənməsi prosesinin kütləspektroqramı.  
 1- İlkin qaz kütləsinin tərkibi;  
 2- Termoaktivləşdirilmiş adsorbentlərlə təmizlənmə;  
 3- Termo və elektrik təsirlə aktivləşdirilmiş adsorbentlərlə təmizlənmə.



Şəkil 2. Seolit tərkibli adsorbentin termostimullaşmış cərəyan əyrisi.

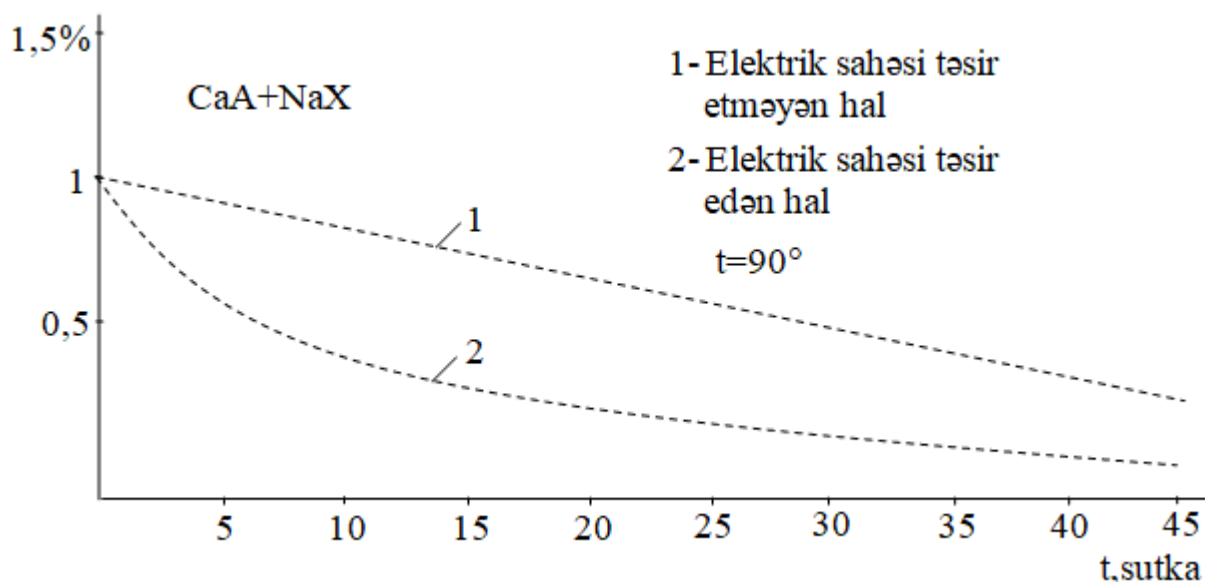
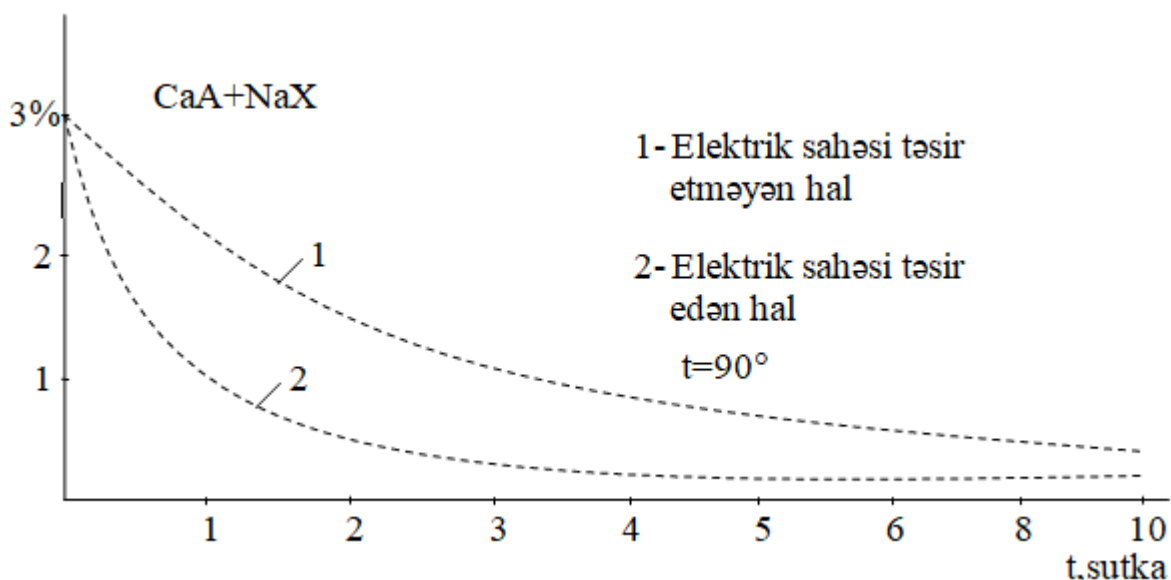
Elektrik təsirləri arakəsməli qazboşalması vastəsilə həyata keçirilmişdir. Elektrik qazboşalması  $u=10kV$  gərginliklə əldə edilmiş və 10 dəqiqə müddətində adsorbentlərə təsir etmişdir. Nümunə otaq temperaturundan 600°C temperatürə qədər qızdırılmışdır.

Tədqiqatlarda əldə edilmiş nəticələrdən istifadə edərək istilik elektrik stansiyalarında yanacaq kimi istifadə edilən mazut maddəsinin təmizlənməsində də istifadə edilmişdir. Mazutun ətraf mühiti kükürlü qazlarla çirkləndirən əsas mənbə hesab olunur. Mazutun kükürd tərkibi 0,5-3% həcmi tərtibində olur. Neft məhsullarının, o cümlədən mazut maddəsinin kükürd

birləşmələrindən təmizlənməsi olduqca mürəkkəb məsələdir. Mazut maddəsinin özlülüyünün yüksək olması, təmizləmə proseslərinin yüksək temperaturlarda və yaxud həlledicilərin əlavə edilməsi ilə aparılmasını tələb edir.

Təcrübi tədqiqatlardan məlum oldu ki, mazut maddəsinin kükürlü birləşmələrdən təmizlənməsində dinamik rejimə nisbətən statik rejim daha effektiv nəticələr verir.

Mazutun reaksiya qabiliyyətinin az olması adsorbsiya prosesinin kiçik sürətlə getməsinə səbəb olmuşdur.



Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, mazut maddəsinin və eyni zamanda neft məhsullarının kükürd birləşmələrindən təmizlənməsi, kükürd birləşməsinin tərkibindən asılıdır. Məsələn, mazutun merkaptan birləşmələrindən təmizlənmə prosesi müvəffəqiyyətlə yerinə yetirildiyi halda karbonun kükürd oksidindən təmizlənmə prosesi çətin əldə edilir. Təcrübələrdən müəyyən edilmişdir ki, adsorbsiya prosesinə elektrik qazboşalmalarının təsirləri karbohidrogen mənşəli neft məhsullarının kükürlü birləşmələrdən təmizlənmə dərəcəsinin artmasına və adsorbsiya prosesinin sürətlənməsinə səbəb olur. Adsorbentlərin bu və ya digər zərərli aşqarlara həssaslığını nəzərə alaraq təcrübələrdə adsorbentlərin qarışığından istifadə edilmişdir.

Şəkil 3 və şəkil 4-də mazut maddəsinin kükürd birləşmələrindən təmizlənməsinin kinetikasını xarakterizə edən asılılıqlar təqdim olunmuşdur.

Təqdim olunan şəkillərdəki nəticələrin müqayisəsindən görünür ki, merkaptan tərkibli kükürd birləşməsi karbonun kükürd oksidinə nəzərən daha tez adsorbsiya olunur və təmizlənmə dərəcəsi yüksək olur.

Qeyd etmək lazımdır ki, istilik elektrik stansiyalarının ətraf mühitə böyük həcmərdə zərərli tullantı qazlarını yaymağı səbəbindən bu qazların təmizlənməsi məqsədilə yeni effektiv üsulların işlənilməsi və tətbiqi günün tələblərindən irəli gəlir. İşdə yerinə yetirilən tədqiqatların nəticələrindən məlum olur ki, təmizlənmə proseslərində güclü elektrik sahələrinin və elektrik qazboşalmalarının təsirlərindən istifadə etmək perspektivli istiqamətdir. Elektrik təsirlərinə məruz qalan adsorbentlərin adsorbsiya qabiliyyətlərinin nəzərə çarpacaq dərəcədə yüksəlməsi öz təsdiqini tapmışdır.

- [1] *K.M. Abdullayev, R.K. Məmmədov, Y.İ. Lətifov.* Enerji ehtiyatları, elektrik enerjisi istehsalı və ətraf mühit, II cild. Bakı: Zaman-3, 2007, 407 s.
- [2] *K.M. Abdullayev, M.M. Ağamalıyev, R.H. Mətmədbəyova.* İstilik energetikasında su hazırlığı texnologiyaları və su təchizatı, I cild. Bakı: Zaman-3, 2007, 395 s.
- [3] *A.N. Ермаков, Г.А. Поскребышев, А.П. Пурмаль.* Формирование кислотных дождей и пути их предотвращения. Изв. РАН. Энергетика, 1996, №6, с.30-40.
- [4] *И.К. Ларин.* Атмосферный озон как фактор глобальной экологии. Изв. РАН. Энергетика, 1996, №6, с. 24.
- [5] *И.К. Ларин, А.А. Угаров.* Климатический прогноз на 2000-2100 годы и роль атмосферных химических процессов II. Роль атмосферных химических процессов. Химическая физика, 2002.
- [6] *А.К. Пикаев.* Международный Симпозиум "Применение ионизирующего излучения для охраны окружающей среды, Pacificchem 2000", Химия высоких энергий. 2001, т. 35, № 4, с.317.
- [7] *M. Williams.* 2012, Climate change: information kit, Geneva: the United Nations Environment Programme (UNEP) and the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).
- [8] The potential for application of CO<sub>2</sub> capture and storage in EU oil refineries, 2022, Scientific Figure on ResearchGate: [https://www.researchgate.net/figure/EU-large-stationary-sources-of-CO2- fig2\\_287283848](https://www.researchgate.net/figure/EU-large-stationary-sources-of-CO2- fig2_287283848)
- [9] A review of carbon dioxide capture and sequestration and the Kyoto Protocol's clean development mechanism and prospects for Southern Africa, 2022, Scientific Figure on Research Gate: [https://www.researchgate.net/figure/Worldwide-large-stationary-CO2-sources -emitting -more-than-01-Mt-CO2-per-year- Source\\_tbl1\\_298948878](https://www.researchgate.net/figure/Worldwide-large-stationary-CO2-sources -emitting -more-than-01-Mt-CO2-per-year- Source_tbl1_298948878)
- [10] *D. Grant, D. Zelinka and M. Stefania.* 2021, Reducing CO<sub>2</sub> emissions by targeting the world's hyper-polluting power plants. Environ. Res. Lett. 16.
- [11] Europa (2022) Greenhouse gas emission intensity of electricity generation in Europe. <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>
- [12] IEA (2022) Defying expectations, CO<sub>2</sub> emissions from global fossil fuel combustion are set to grow in 2022 by only a fraction of last year's big increase. <https://www.iea.org/news/defying-expectations-co2-emissions-from-global-fossil-fuel-combustion-are-set-to-grow-in-2022-by-only-a-fraction-of-last-year-s-big-increase>

**A.M. Гашимов, К.Б. Гурбанов, Л.Ч. Сулейманова, З.А. Тагиева,  
С.А. Гусейнова, В.М. Гаджиева, С.С. Ахадова**

### **ПРИМЕНЕНИЕ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЬ (ТЭЦ)**

В данной работе интерпретируются результаты, полученные при исследовании новой технологии, направленной на снижение вредных экологических проблем, приносимых в окружающую среду тепловыми электростанциями с использованием адсорбентов, подвергающихся воздействию высоковольтного электрического газового разряда.

**A.M. Gashimov, K.B. Gurbanov, L.CH. Suleymanova, Z.A. Tagiyeva, S.A. Huseynova,  
V.M. Hajiyeva, S.S. Akhadova**

### **APPLICATION OF NEW TECHNOLOGY TO SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS COMMON POWER PLANT**

In that work interprets the results obtained from the study of a new technology aimed at reducing harmful environmental problems brought into the environment by thermal power plants using adsorbents exposed to high-voltage electric gas discharge.