

## ELEKTROENERGETİKANIN EKOLOJİ PROBLEMLƏRİNİN TƏDQIQINDƏ İSTİFADƏ OLUNAN ÜSULLAR VƏ TEXNOLOJİ QURĞULAR

A.M. HƏŞİMOV<sup>1</sup>, K.B. QURBANOV<sup>1</sup>, H.C. HÜSEYNOV<sup>1</sup>,  
L.Ç. SÜLEYMANOVA<sup>2</sup>, S.A. HÜSEYNOVA<sup>1</sup>, V.M. HACIYEVA<sup>1</sup>

1. Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Fizika İnstitutu  
Az-1143, Bakı, H.Cavid prospekti, 131.

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

2. Mingəçevir, Mingəçevir Dövlət Universiteti Az-4500., Dilarə Əliyeva küçəsi, 21.

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

Tədqiqatda elektroenergetikanın ekoloji problemlərinin həllində Fizika İnstitutunda tətbiq edilmiş yeni, innovativ üsullar və texnoloji proseslərin sxemləri şərh olunmuşdur. Məqalədə təbiətin ekoloji durumunu təmin etmək istiqamətində iqtisadi cəhətdən səmərəli, ekoloji baxımından təminatlı elektron-ion texnologiyasına əsaslanan, yeni üsulların, sənaye tullantı suların və qazların zərərli tərkiblərdən təmizlənməsində tətbiq edilməsi tövsiyyə olunmuşdur.

**Açar sözləri:** Kütlə, spektrometr, elektrik qazboşalması, fakel, elektrik yükü, ifrat yüksək vakuum, adsorbent, izolyator.

**UOT:** 631.95

**PACS:** 87.23.-n

Təqdim olunan məqalədə əsas etibarilə energetik sistemlərin ətraf mühitə zərərli təsir göstərən ekoloji amillərin aradan qaldırılması üçün yeni üsulların, texnoloji proseslərin və texniki vasitələrin işlənilməsini, müşahidə olunan fiziki, kimyəvi proseslərin analizini və onların qiymətləndirilməsi məsələlərini əhatə edir [1-4].

Qaz, maye buxarları və qazboşalmalarının təsirinə məruz qalan bərk cisimlərin səthindən və həcmindən, ikinci növ emissiya yolu ilə qopan və vakuuma daxil olan atom və molekulların qeydiyyatını yüksək dəqiqliklə yerinə yetirmək məqsədilə tədqiqatların ifrat yüksək vakuum şəraitində aparılması tələb olunur.

Araşdırma və məşəl növ elektrik qazboşalmalarının təsirini təmin edən reaktorlar və müvafiq elektrik sxemləri təqdim olunmuşdur. Bu zaman qazboşalması reaktorları sorbsiya prosesinin texnoloji qurğusuna daxil edilməsi məqsədli tədqiqatların yerinə yetirilməsi üçün imkan verə bilər.

Qaz qarışıqlarının tərkibinə nəzarət yüksək ayırdetmə qabiliyyətinə, yüksək həssaslığa və geniş kütlə diapazonuna malik MSX-4 markalı, uçuş müddətli kütlə-spektrometri vasitəsilə əldə oluna bilər. Uçuş müddətli kütlə-spektrometrinin çevikliyi yüksək sürətlə reallaşan qaz reaksiyalarını qeydə almaq imkanı vermiş olar.

Sənaye tullantı sularının və mazut maddəsinin təmizlənməsi üçün bir sıra texnoloji qurğular hazırlanaraq tədqiqatlarda istifadə edilə bilər.

Qaz və maye yanacaqlardan istifadə edən istilik elektrik stansiyalarının istismarının faydalı iş əmsalını artırmaq məqsədilə yanma prosesinə məşəl elektrik qazboşalmasının təsirini təmin etmək olar.

### İfrat yüksək vakuum qurğusu.

Məlumdur ki, müxtəlif atom və molekullardan təşkil olunmuş qaz qarışıqları olan qapalı həcmdə qazboşalmalarının təsiri ilə qaz molekullarında dissosiasiya, həyəcənlanma, ionlaşma, rekombinasiya və konver-

siya vasitəsilə sürətli qaz reaksiyalarının reallaşması mümkündür. Bu halda ilkin qazın tərkibində nəzərəcar-pacaq dəyişikliklər müşahidə oluna bilər. Bu halların qarşısını almaq və məqsədli tədqiqatların təmizlik dərəcəsini təmin etmək üçün tədqiqatların ifrat yüksək vakuum şəraitində yerinə yetirilməsi tələb olunur. Bu məqsədlə, vakuum texnikasının son nailiyyətlərindən istifadə edərək şəkil 1-də təqdim olunmuş ifrat yüksək vakuum qurğusundan istifadə edilməsi təklif olunur.

Şəkil 1-də şərh olunan vakuum qurğusu, əsasən, aşağıdakı elementlərdən təşkil edilmişdir: ifrat yüksək vakuum seolit adsorbentinin səthində adsorbisiya prosesinə əsaslanan nasos; soyuq katodlu qazboşalmalarının təsiri ilə Titan materialının tozlanması nəticəsində daxili səthlərdə əmələgələn nazik Titan təbəqələrinin adsorbisiya prosesləri hesabına əldə edilməsinə əsaslanan nasos. Vakuum qurğusu, eyni zamanda mexaniki-forvakuum və diffuzion nasoslari, həm də vakuum şəraitində, Titan materialının közərdilmə yolu ilə uçurulan Titan tozunun əmələ gətirdiyi nazik titan təbəqələrinin adsorbisiya qabiliyyətinə əsaslanan ifrat yüksək vakuum nasosu ilə təchiz edilmişdir. Vakuum qurğusunun ifrat yüksək vakuum yaradılan hissəsinin hər iki tərəfdən qallium kranları vasitəsilə mexaniki və diffuzion nasoslarından əlaqəsini kəsmək mümkündür. Beləliklə, karbohidrogen mənşəli yağların buxarlarının qurğunun ifrat yüksək vakuum yaradılan hissəsinə daxil olmasının qarşısı alınmışdır. Qallium kranları, eyni zamanda qurğunun üst hissəsinin 350–400°C temperaturu vasitəsilə qazsızlaşdırılmasına imkan verir.

Vakuum qurğusunda yüksək vakuum LM-2 markalı, ifrat yüksək vakuum isə Bayard-Alpert manometri vasitəsilə ölçülməlidir.

Kütlə-spektrometri, müxtəlif qaz atomlarının generatoru və yüksəkgərginlikli reaktor qurğunun ifrat yüksək vakuum olan hissəsinə daxil edilmişdir.

Müxtəlif qazları tədqiqat sistemində daxil etmək üçün xüsusi quruluşa malik sistem şlif vasitəsilə vakuum qurğusu ilə əlaqələndirilmişdir. Qurğunun müxtəlif hissələrində təzyiq fərqi yaratmaq üçün sistemə  $V_2$  həc-

mi daxil edilmişdir. Qaz nümunəsi müəyyən kiçik həcmə malik kran vasitəsilə  $V_2$  həcminə ötürülür və kapillyar vasitəsilə qallium kranın açıq vəziyyətində, kütləspektrometrinin analizatoruna daxil olur.

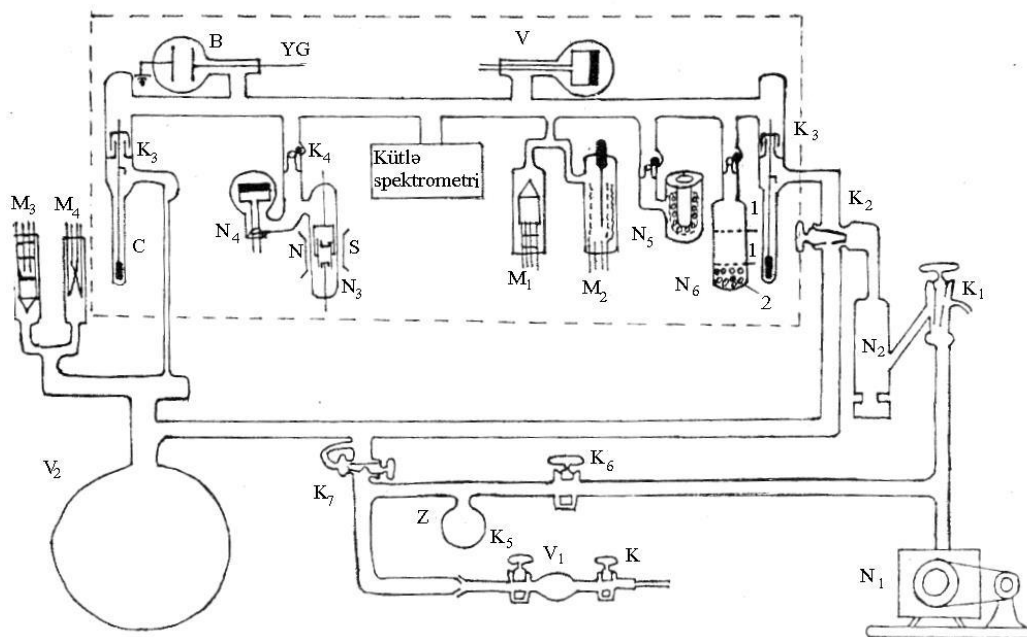
Vakuüm qurğusunun metal hissələrinin qazsızlaşdırılması yüksək tezlikli induksiya sobası vasitəsilə yerinə yetirmək olar. İfrat yüksək vakuüm əldə etmək məqsədilə qurğu, vakuüm şəraitində 3 saat müddətində,  $300^{\circ}\text{C}$  temperaturda qızdırılmalıdır.

İfrat yüksək vakuümün əldə edilməsi, müxtəlif qaz reaksiyalarının baş verməsinin qarşısını almaqla

bərabər, eyni zamanda tədqiqat nəticələrinin birqiyətli izah olunmasını təmin etmiş olur.

Vakuüm qurğusuna daxil edilmiş metal kürə tıxacı vasitəsilə təzyiqli fərqi kiçik olan hissələri əlaqələndirməyə və əlaqəni kəsməyə imkan verir. Kürənin vəziyyətini kənardan elektromaqnit vasitəsilə dəyişmək olar. Tıxacda sürtgü yağlarının tətbiq edilməməsi və iş prinsipinin sadəliyi onun müsbət cəhətini təşkil edir.

Qurğuya daxil edilmiş vakuüm elementlərinin düzgün seçilməsi və vakuüm nasoslarının kifayət qədər sorma sürətinə malik olması sayəsində 30 dəqiqə ərzində ifrat yüksək vakuüm əldə etmək mümkün olar.



Şəkil 1. İfrat yüksək vakuüm qurğusu.  $N_1$  – 2HBP-5 DM markalı mexaniki forvakuüm nasosu;  $N_2$  – N-05 markalı diffuzion nasos;  $N_3$  – Nord-100 markalı soyuq katodlu ion nasosu;  $N_4$  – titan səthində adsorbsiya prinsipi əsasında işləyən ifrat yüksək vakuüm nasosu;  $N_5$  – maye azot temperaturunda seolitin səthində adsorbsiya prinsipi əsasında işləyən ifrat yüksək vakuüm nasosu;  $N_6$  – maye azot temperaturu tətbiq etmədən, qazboşalmalarının təsiri şəraitində seolitin səthində adsorbsiya prinsipi əsasında işləyən vakuüm nasosu;  $K_1$ - $K_7$  – müxtəlif növ vakuüm kranları; B – yüksək gərginlikli reaktor; Y – sistemə müxtəlif qaz atomlarını daxil edən generator; C – kapilyar;  $V_1$ ,  $V_2$  – xüsusi təyinatlı həcmələri;  $M_1$ - $M_4$  – manometr lampaları.

Yuxarıda qeyd olunan əməliyyatlar hesabına şərh olunan qurğu vasitəsilə tədqiqat aparılan həcmərdə  $10^{-6}$ - $10^{-7}$  Pa tərtibində ifrat yüksək vakuüm əldə etmək mümkün olar. Bu halda kütlə-spektrometri ilə, sistemdə atmosfer havasını təşkil edən qazların izi, əsasən, istifadə edilən üsullarla sorulmayan arqon (Ar) qazı mövcud ola bilər.

### Uçuş müddətli kütlə-spektrometri

Elektronika, ion optikası və vakuüm texnikasının son nailiyyətləri əsasında qurulmuş kütlə-spektrometrləri maddələrin kimyəvi element və izotop tərkibini öyrənmək üçün ən müasir analiz üsuludur. Müxtəlif növ kütlə-spektrometrlərinin ümumi cəhətləri – tədqiq edilən maddənin ionlarını əldə etmək, onları kütləsinə görə ayırd etmək və ion cərəyanlarını qeydə almaqdan ibarətdir.

Kütlə-spektrometriya üsulu qazboşalmalarının tədqiqində, güclü elektrik sahələrinin və qazboşalmala-

rının, elektron-ion bombardmanı təsirinə məruz qalan bərk cisimlərin səthində reallaşan fiziki-kimyəvi proseslərin, ikinci ion hadisələrinin, maddə tərkibinin öyrənilməsində, qaz qarışıqlarında parsial təzyiqli təyin edilməsində, ekoloji problemlərin həllində, vakuüm texnikasında geniş tətbiq olunan müasir üsuldur.

Qaz və mayələrin tərkib dəyişmələrini qeydə almaq məqsədilə müxtəlif kütləyə malik ionları uçuş müddətinə görə ayırd edən MSX-4 markalı kütlə-spektrometrindən istifadə etmək olar. Cihazın ətalətsiz işləməsi yüksək sürətlə reallaşan qaz reaksiyalarını qeydə almağa imkan verir.

Şəkil 2-də cihazın blok sxemi təqdim olunmuşdur.

Cihaz, radiotexniki qurğu, verici və vakuüm sistemindən təşkil olunub. Radiotexniki qurğu 7 blokdan ibarətdir. Cihazın vericisi, ion mənbəyi (blok 12), ionların qəbuledicisi, dreyf borusu, impuls generatoru (blok 10), gücləndirici (blok 8)-dən təşkil olunmuşdur. Şəkil 2-dən görüldüyü kimi, ion mənbəyi, 2 katod, 1 fokuslayıcı, 3 idarəedicilə elektrod, 4 ionlaşdırıcı, 5 ion

qəbuledici və 6, 7, 8 torlarından ibarətdir. Katoddan çıxan elektronlar 1, 3 və 4 elektrod sistemi vasitəsilə fokuslanaraq, müstəvi paralel şüa şəklində, 6 və 7 torları ilə əhatə olunan ionlaşma həcminə daxil olur. Elektronların təsiri nəticəsində tədqiq olunan qazda ionlaşma prosesi gedir və əmələ gəlmiş ionlar 6 və 7 ekvipotensial tor sistemi arasında toplanır. İon mənbəyinin 6 toruna verilən itələyici impuls ion dəstəsini 7 və 8 torları arasındakı sürətləndirici aralığa və sonra dreyf sahəsinə keçirirlər. İon seli dreyf məsafəsində  $m/e$ -nin qiymətinə görə kütlə piklərinə ayrılır.

Vericidə, dreyf məsafəsi 1200 mm olan metal bordan keçdikdən sonra ionlar, elektrostatik linza vasitəsilə, elektron çoxaldıcısının qəbuledici elektroduna yığılır və onun çıxışında siqnal gücləndirilərək, indikator blokunun (blok 3) elektron-şüa borusunun şaquli meyletdirici lövhələrinə verilir.

Cihazın, müxtəlif rejimlərdə işləməsini idarə etmək üçün tələb olunan zaman nisbəti və impuls gərginliklər sinxronlaşdırıcıda (blok 1) tənzimlənir. Sinxron-

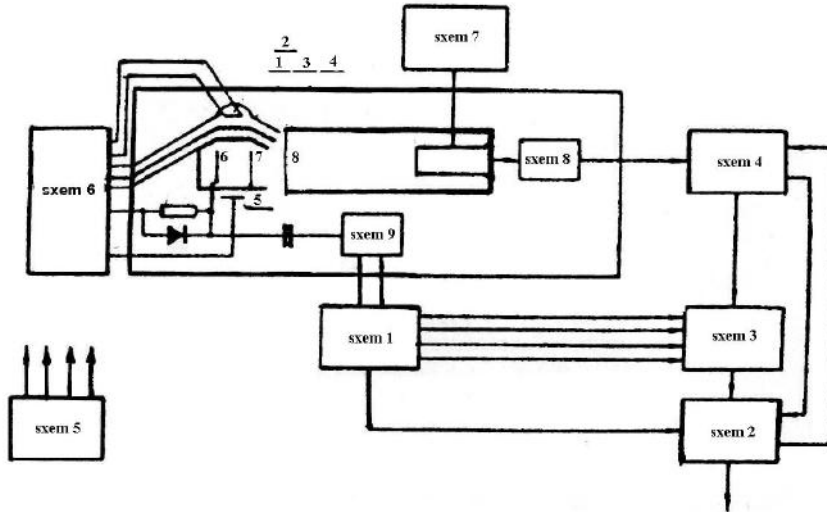
laşdırıcı, vericini tələb olunan parametrlərə uyğun impulslarla təmin edir.

Radiotexniki qurğunun bütün lampalarının anod, ekran, tor və digər elementlərinə gərginlik, blok 5-də yerləşən mənbədən, elektron çoxaldıcısının diodlarına isə blok 7-dən verilir.

MSX-4 markalı kütlə-spektrometrinin işləmə prinsipi, müxtəlif kütləyə malik olan ionların, müxtəlif zaman fasilələrində kollektora çatmasına əsaslanır. Qeyd olunan uçuş müddəti aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$t = L \cdot \sqrt{\frac{M}{2eU}} \quad (1)$$

burada,  $t$  – ionun uçuş müddəti;  $L$  – ionun keçdiyi dreyf məsafəsi;  $M$  – ionun kütləsi;  $U$  – sürətləndirici gərginlik;  $e$  – elektronun yüküdür.



Şəkil 2. Kütlə-spektrometrinin blok-sxemi.

Kütlə-spektrometri  $13,3 - 13,3 \cdot 10^{-8}$  Pa təzyiqliq intervalında işləyərək, 1-600 atom kütlə vahidinə malik olan ionları qeydə ala bilir. Cihazın kütlə üzrə ayırıcı qabiliyyəti 100 atom kütlə vahidi təşkil edir. Kütlə-spektrometrinin arqon qazı üzrə həssaslığı  $5 \cdot 10^{-5} \frac{A}{Pa}$  qədərdir.

Cihazın vericisi, dreyf borusunda təzyiqliq  $1,33 \cdot 10^{-4}$  Pa qiymətindən çox olmadığı halda,  $400^{\circ}C$ -yə qədər qızdırıla bilər.

Ədədi qiymətcə, eyni kütləyə malik olan ionları (məsələn,  $N_2$  və  $CO$  molekullarının ionları) fərqləndirə bilməməsi kütlə-spektrometrinin mənfə cəhəti hesab edilir. Belə hallarla rastlaşdıqda, təcrübələrin şərtləri, rejimi, tədqiqat obyektinin növü, kimyəvi birləşmənin əmələgəlmə ehtimalı və digər parametrləri nəzərə alınaraq, spektrdə mübahisəli maksimumları bu və ya digər adlı iona aid etmək olur.

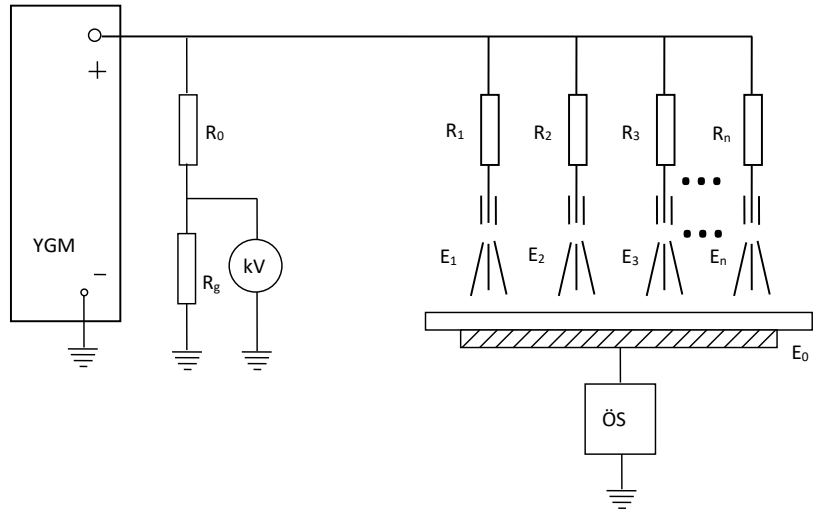
### Yüksəkgərginlikli elektrik qurğuları və texnoloji sxemlər

Ədəbiyyatda aktivləşdirici olaraq yüksəkgərginlikli elektrik qazboşalmalarının təsirindən istifadə olunmuşdur. Qazboşalmalarının müxtəlif növlərinin aktivləşdirici təsiri tədqiq edilən məsələlərdə sınaqdan keçirilərək tac, məşəlsəkilli və arakəsməli növlərinin daha təbiiyönümlü və effektiv təsirə malik olması qeydə alınmışdır. Axırınıcı nəzərə alaraq tədqiqatlarda məşəl və arakəsməli qazboşalmalarının təsirlərinin təbiiq olunması təklif olunur.

Məşəlsəkilli elektrik qazboşalması yaradan qurğunun elektrik sxemi şəkil 3-də təqdim olunmuşdur. Burada, YGM – dəyişən yüksək (5-140 kV) gərginliklərin verilməsini təmin edən qida mənbəyi,  $R_0$ ,  $R_g$  – yüksək gərginlikləri ölçmək üçün gərginlikbölmə və eyni zamanda sızma müqavimətləridir ( $R_0+R_g=100-500M\Omega$ ). Məşəl qazboşalması əmələgətirən elementlər  $R_1, R_2, \dots, R_n$  tormozlayıcı müqa-

vimətlərindən təşkil olunmuşdur.  $E_1, E_2, \dots, E_n$  – məşəl qazboşalması əmələgətirən elektrodlardır. Məşəl əmələgətirən elektrodlar eyniölçülü sivri uca malik dielektrik örtüklü, yüksək ərimə temperaturu malik molibden

materialından hazırlanır. Elektrodların dielektrik örtüyü kiçikdiametrlı farfor borularından hazırlanır.  $R_1, R_2, \dots, R_n$  müqavimətlərinin 10-15 Mq Om qiymətlərində məşəl qazboşalması əldə etmək mümkün olmuşdur.



Şəkil 3. Məşəl qazboşalmasının elektrik dövrəsi. YGM – yüksəkərginlikli qida mənbəyi;  $R_0, R_g$  – gərginlikbölən müqavimətlər;  $R_1, R_2, \dots, R_n$  – tormozlayıcı müqavimətlər;  $E_1, E_2, \dots, E_n$  – qazboşalması əmələgətirən elektrodlar.

Təcrübələrdə tətbiq edilən məşəl qazboşalmasını xarakterizə edən parametrlər cədvəl 1-də təqdim olunmuşdur.

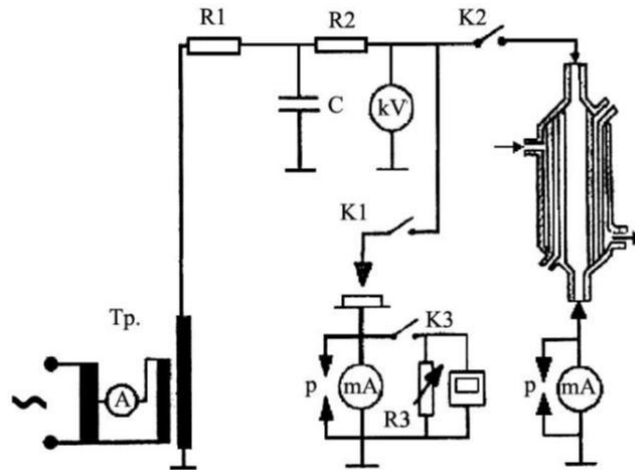
Cədvəl 1  
Məşəl qazboşalmasının elektrik parametrləri

| Tətbiq olunan gərginlik, kV | Məşəl boşalmasının cərəyan şiddəti, mA | Tac boşalmasının cərəyan şiddəti, mA |
|-----------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|
| 25                          | 140                                    | 40                                   |
| 30                          | 170                                    | 48                                   |

Qeyd etmək lazımdır ki, tormozlayıcı müqavimətlərin kiçik qiymətlərində (0,5-5 Mq Om) və gərginliyin qiyməti məşəl qazboşalmasının dayanıqlı rejimindən yüksək olduqda hər iki halda qazboşalması aralığında

qığılıcı növ boşalma müşahidə oluna bilər. Təcrübələrdə dəyişən gərginliyin müsbət yarımperiodunda – dayanıqlı məşəl qazboşalması, mənfi yarımperiodunda isə aralıqda tac boşalması müşahidə oluna bilər.

Tədqiqatlarda istifadə edilən arakəsməli elektrik qazboşalması ozonator qurğusu vasitəsilə əldə etmək olar. Şəkil 4-də ozonator qurğusunun elektrik sxemi təqdim edilmişdir. Ozonator qurğusu müxtəlif diametrə malik iki koaksial yerləşdirilmiş şüşə silindrdən təşkil olunmuşdur. Qazboşalması aralığı 4 mm təşkil etmişdir. Kiçikdiametrlı silindrin daxilinə yüksəkərginlikli elektrod yerləşdirilir. Böyükdiametrlı silindrin çöl səthi torpaqlanmış elektrodlarla örtülür. Qazboşalması aralığına adsorbent yerləşdirilərək boşalmanın təsiri vasitəsilə aktivləşdirmək olar.



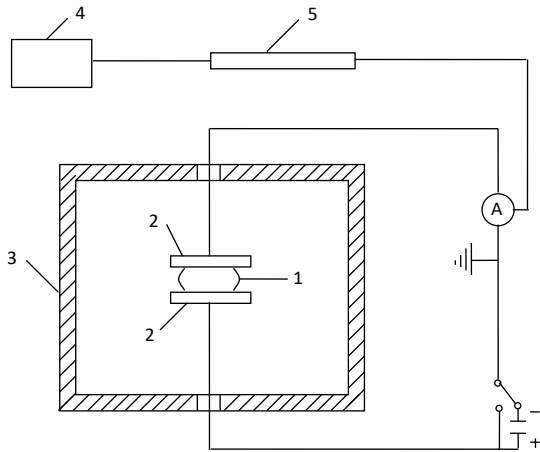
Şəkil 4. Arakəsməli elektrik qazboşalmasının sxemi.

Sxemə – qida mənbəyi olaraq, yüksək gərginlik transformatoru, qazboşalması reaktoru (ozonator), milliampmetr, boşaldıcılar və digər müvafiq elementlər daxil edilir.

Qazboşalmalarının təsirinə məruz qalan adsorbentlərdə elektrik yüklü vəziyyətin əmələ gəlməsi termostimullaşdırılmış cərəyanların ölçülməsi üsulu vasitəsilə təyin etmək olar. Termostimullaşdırılmış relaksasiya üsulu polimer və digər dielektrik materiallarda elektrik yüklü vəziyyətin tədqiqində geniş istifadə olunur.

Termostimullaşdırılmış relaksasiya üsulu aşağıdakıdakından ibarətdir. Tədqiq edilən nümunə müəyyən müddət qazboşalmasının təsirinə məruz qaldıqdan sonra şəkil 5-də təqdim edilən elektrik sxemində elektrodlar arasında sıxılaraq cərəyan qeyd edən cihaza qapanaraq zamanın və temperaturun funksiyası olaraq boşalma cərəyanı qeyd alınır.

Təcrübələrin blok-sxemi şəkil 5-də təqdim olunmuşdur.



Şəkil 5. Nümunələrdə elektrik yüklü vəziyyətlərin tədqiqi qurğusu. 1 – nümunə; 2 – elektrod; 3 – termostat; 4 – temperatur tənzimləyicisi; 5 – ikikoordinatlı potensiometr.

Tədqiqat nümunəsi temperatur qurğusunun elektrodları arasında yerləşdirilir. Sonra nümunə ölçü cihazı vasitəsilə əlaqələndirilir və temperatur sabit 2°C/dəq. sürətilə nümunənin qızdırılması prosesi başlanır. Nü-

munənin qızdırılması otaq temperaturundan başlanaraq 500°C-yə qədər davam etdirilir.

Müşahidə olunan cərəyan şiddəti ENDİM markalı ikikoordinatlı potensiometr vasitəsilə qeyd alınır. Temperaturun xətti yüksəldilməsi xüsusi elektron qurğusu vasitəsilə təmin edilir.

Cərəyan şiddətinin temperaturdan asılılığı materialın elektrofiziki xassələrini xarakterizə edən bir sıra maksimumlara malik olur. Termostimullaşmış cərəyan şiddətinin zamandan asılılıq ayrışının əhatə etdiyi sahə nümunədən relaksasiya etmiş elektrik yüklərinin cəminin ədədi qiymətinə uyğun olur. Elektrik yüklərinin cəmi  $I(t)$  ayrışının qrafiki inteqrallanması vasitəsilə tapılır, yəni ayrışının əhatə etdiyi sahənin ədədi qiymətinin tapılmasına gətirilir. Bunun üçün sahə bütünlüklə müəyyən kiçik hissələrə bölünür (bu hissələr kiçik olduqca dəqiqlik yüksək olur).

Yüklərin cəmi, bir kiçik hissənin yükünün  $Q_{kl}$  hissələrin sayına vurmaqla tapılır:

$$Q = Q_{hs} \cdot N_{hs}$$

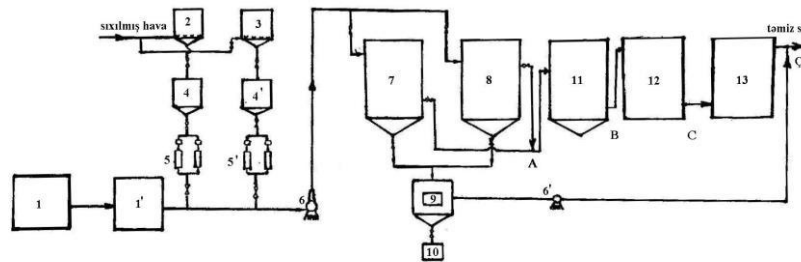
$Q_{hs}$  - potensiometrin  $x$ ,  $y$  oxları üzrə miqyas əmsallarının hissənin xətti ölçülərinə olan hasilinə bərabərdir. Belə ki,

$$Q_{hs} = M_t \cdot M_j \cdot x_t \cdot y_j$$

Beləliklə, elektrik qazboşalmalarının təsirinə məruz qalan adsorbentlərdə elektrik yüklü vəziyyətin əmələgəlmə və bu yüklərin ədədi qiymətlərini müəyyən etmək imkanına malik olur.

Enerjidaşıyıcıları olan təbii qazın və mazut mədəsinin, eyni zamanda enerji sistemlərinin tullantı sularının və tüstü qazlarının təmizlənməsi proseslərinin tədqiq edilməsində adsorbentlərin yuxarıda qeyd olunan üsullarla aktivləşdirilməsinin tətbiq edilməsi nəzərdə tutulur.

Şəkil 6-da energetika sistemlərinin tullantı sularının təmizlənməsinin tədqiqi üzrə təcrübə qurğunun blok sxemi təqdim olunmuşdur. Şəkildən görüldüyü kimi təmizləyici qurğu fiziki və kimyəvi üsullara əsaslanaraq, suyun çirklənmə dərəcəsi asılı olaraq həm hissə-hissə, həm də tam qoşulma imkanına malikdir.

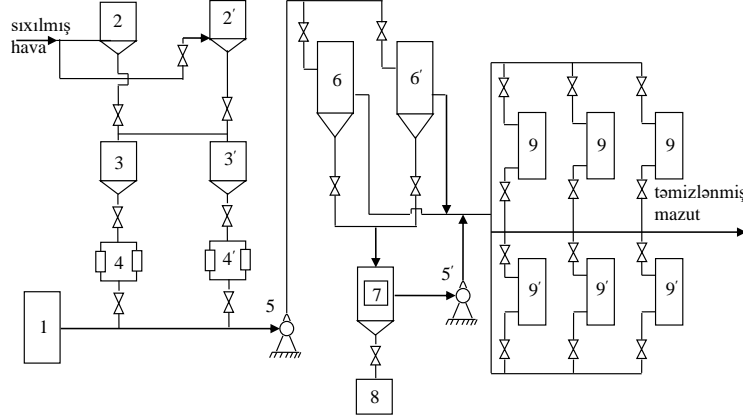


Şəkil 6. Su təmizləyici texnoloji qurğunun blok sxemi. 1,1' – təbii çökdürmə həcmləri; 2 – kimyəvi məhlulun hazırlanma həcmi; 3 – çökdürücü məhlulun hazırlanma həcmi; 4,4' – məhlulların qarışdırılması üçün həcmlər; 5,5' – miqdar tənzimləyici nasoslar; 6,6' – mərkəzdənqaçma nasosları; 7,8 – çökmə həcmləri; 9 – vakuum-filtr; 10 – quru qalıqın toplanması üçün həcm; 11 – ozonator qurğusu; 12 – məşəl qazboşalması qurğusu; 13 – adsorbent-filtr.

Şəkil 7-də təqdim olunan analogi qurğu vasitəsilə enerji- daşıyıcısı olan mazut maddəsinin kükürd birləşmələrindən təmizlənməsinin tədqiqatını yerinə yetirmək olar.

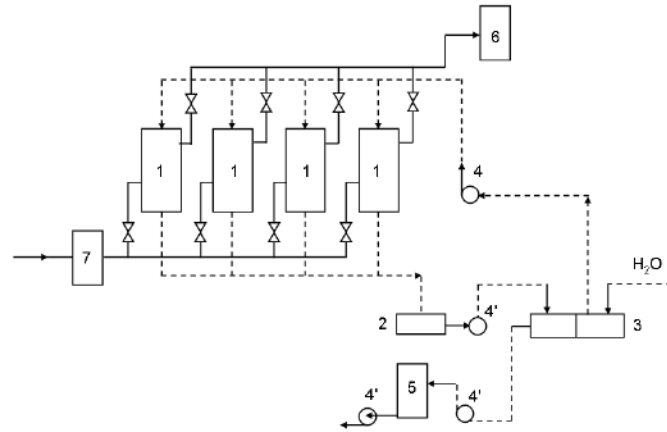
Mazut maddəsi 1 həcmindən, mərkəzdənqaçma

nasosları vasitəsilə, məhlul ilə birlikdə 6,6' həcməsinə verilir. Reagent vasitəsilə təmizləmə prosesi yerinə yetirildikdən sonra mazut 9 həcmində adsorbsiya üsulu ilə kükürd birləşmələrindən və məhlulun qalıqlarından son təmizləmə prosesindən keçirilir.



Şəkil 7. Mazut maddəsinin kükürd birləşmələrindən təmizlənməsinin texnoloji qurğusunun blok-sxemi.

- 1 – ilkin çökdürmə həcmi; 2,2' – reagentlərin hazırlanma həcmələri; 3,3' – məhlulların qarışdırılması üçün həcmələri; 4,4' – miqdar tənzimləyici nasoslar; 5,5' – mərkəzdənqaçma nasosları; 6,6' – çökmə həcmələri; 7 – mərkəzdənqaçma qurğusu; 8 – çöküntünün toplanması üçün həcm; 9,9' – adsorbsiya üsulu reaktorları.



Şəkil 8. İstilik elektrik mərkəzinin tullantı qazlarının təmizlənməsi üzrə texnoloji qurğunun sxemi.

- 1 – adsorber qurğuları; 2 – çökdürücü həcm; 3 – su və turşu məhlulu həcmi; 4,4' – nasoslar; 5 – çökdürücü həcm; 6 – qazın çıxış borusu; 7 – toz hissəciklərin filtri.

Şəkil 8-də verilmiş texnoloji qurğu vasitəsilə istilik elektrik mərkəzinin tullantı qazlarının azot, kükürd və karbon-dioksiddən təmizlənməsi proseslərini aparmaq olar. Stansiyanın tullantı qazlarının böyük həcmi təmizləmə prosesinin optimal üsullarla aparılmasını tələb edir.

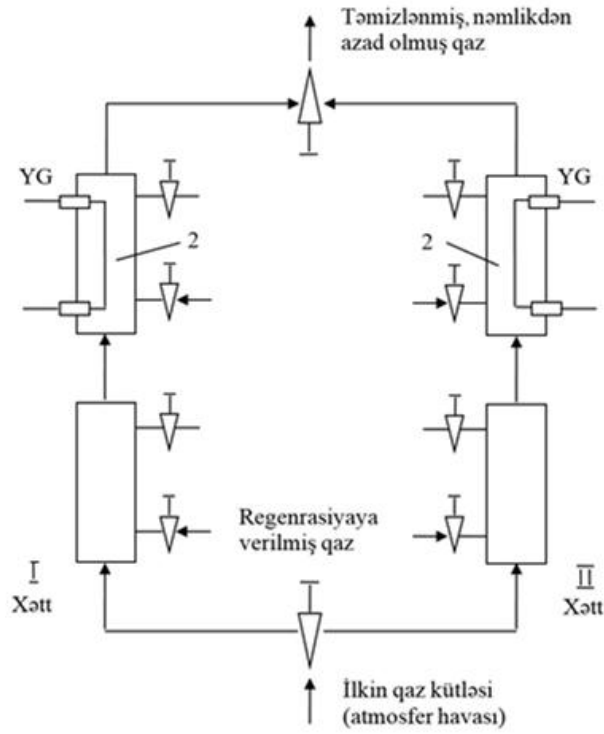
Tətbiq olunan adsorbent seçilməsi, udulma prosesinin kinetikasi, adsorbent regenerasiya prosesini xarakterizə edən və bir-birilə əlaqədar olan məsələlərin düzgün seçimi təmizləmə prosesinin effektivliyinin yüksəlməsinə səbəb olur.

Şəkil 9-da atmosfer havasının karbon-dioksit və rütubətdən təmizlənməsinin tədqiqində istifadə edilən qurğunun sxemi verilmişdir. Şəkil 10-da tac boşalması tətbiq edilən reaktor, şəkil 11-də isə arakəsməli elektrik qazboşalması tətbiq edilən adsorber verilmişdir.

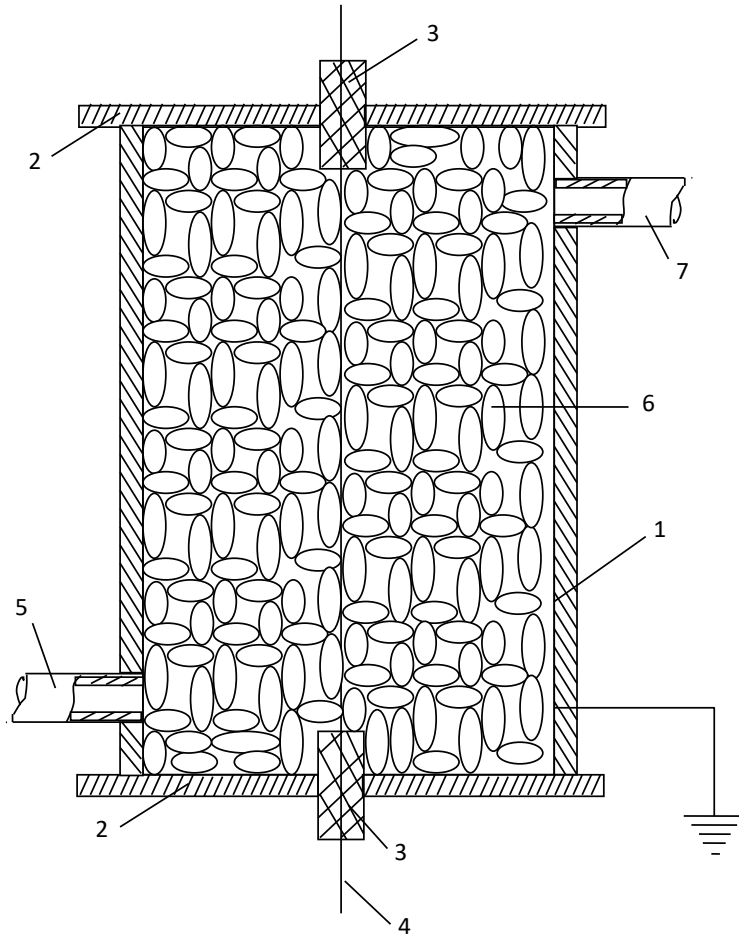
Qurğu iki xətdən ibarətdir. Hər bir xəttə 2 ədəd adsorber qoşulmuşdur, I adsorberdə CaA markalı seolit, II adsorberdə KSM-5 markalı silikagel yerləşdirilmişdir.

Hər iki adsorber qızdırılaraq (seolit-400°C, silikagel-200°C) regenerasiya prosesi yerinə yetirilir. Təmizlənen qaz sistemə daxil edilərək hər iki adsorberdə adsorbentlərlə təmasa gətirilir, II adsorberdə, eyni zamanda qazboşalmalarının təsirinə məruz qalır.

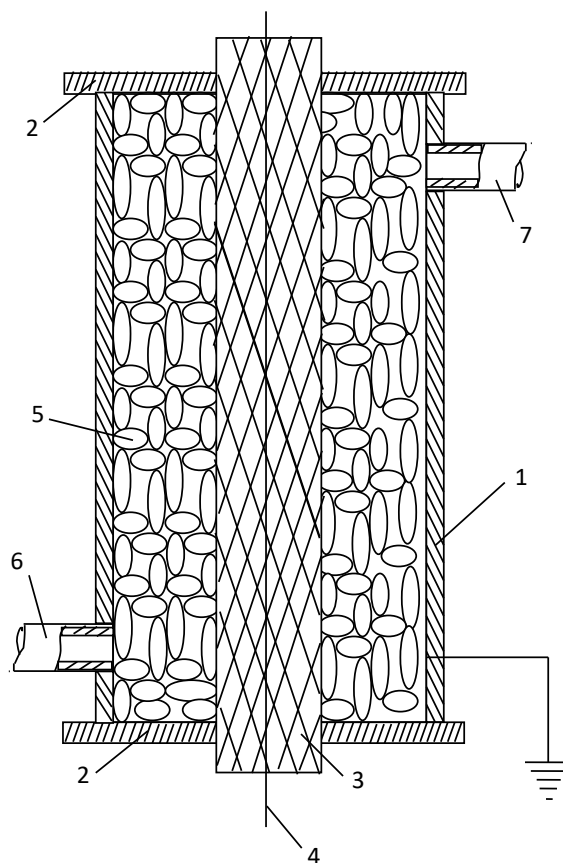
İstilik qazanlarında yanacaq yandırılması prosesinə güclü elektrik sahələrinin və qazboşalmalarının təsirlərini tədqiq etmək üçün odluq qurğusu layihələndirilmişdir. Odluq qurğusunun sxemi şəkil 12-də təqdim edilmişdir. Qurğunun iynəvari elektrodları ilə onun gövdəsi arasına gərginlik verdikdə boşalma aralığında məşəlsəkilli qazboşalması yaranır.



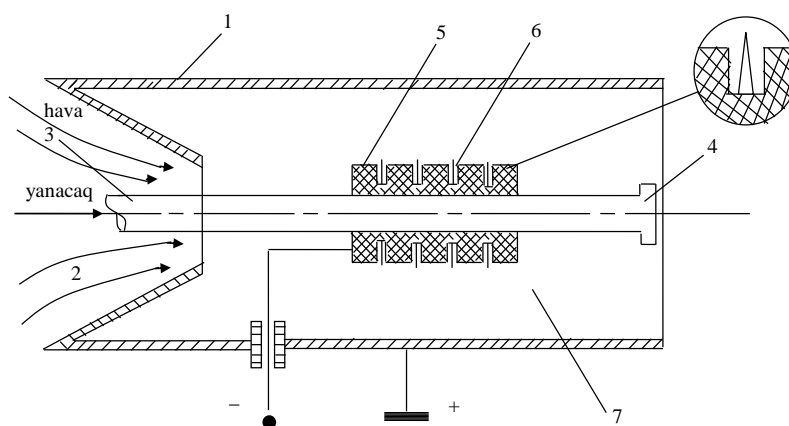
Şəkil 9. İki xətli qaz təmizləmə qurğusunun sxemi. I – birinci təmizləmə xətti; II – ikinci təmizləmə xətti; 1 – CaA seoliti yerləşən adsorber; 2 – KSM-5 markalı silikagelin yerləşdiyi və qazboşalması təsirini yaradan adsorber; YG – yüksək gərginlik.



Şəkil 10. Tac boşalması tətbiq edən adsorberin sxemi. 1 – metal korpus; 2 – flanslar; 3 – dielektrik keçid izolyatorları; 4 – tac əmələgətirən elektrod; 5 – qazın daxilolma sistemi; 6 – adsorbent; 7 – qazın çıxış sistemi.



Şəkil 11. Arakəsməli boşalma tətbiq edən adsorberin sxemi. 1 – silindrik korpus; 2 – flaneslər; 3 – dielektrik materialdan silindrik izolyator; 4 – yüksəkqərginlikli elektrod; 5 – adsorbent; 6 – qazın daxilolma sistemi; 7 – qazın çıxış sistemi.



Şəkil 12. Təcrübi odluq qurğusu. 1 – metal boru; 2 – konusvari havaötürən; 3 – yanacaqötürən; 4 – tozlandırıcı başlıq; 5 – dielektrik; 6 – iynəvari elektrodlar; 7 – boşalma aralığı.

Odluq qurğusu metal borudan 1, girişdəki 2 konusvari havaötürən, 3 yanacaqötürən, 4 tozlandırıcı başlıqdan ibarət olaraq yanacaqötürən borunun üstünə üzərində 20 ədəd dəlik açılmış silindrik dielektrik yerləşdirilmişdir. Bu dəliklərdən, uc tərəfi dielektrikin səthindən 1-2 mm çıxan iynəvari elektrodlar yerləşdirilmişdir. İynəvari elektrodlar mənfi, odluq qurğusunun metal gövdəsi isə müsbət elektrod olmalıdır.

Beləliklə, məqalədə elektroenergetika sistemlərinin ekoloji problemlərinin həlli istiqamətində elmi-tədqiqat işlərinin yerinə yetirilməsində, yuxarıda qeyd olunan üsullar və texnoloji qurğulardan istifadə edərək sistemli, çoxsaylı tədqiqat işlərini apararaq təbiət və cəmiyyətin ekoloji təhlükəsizliyinin təminatına qismən də olsa töhfə vermək olar.



- [1] K.M. Abdullayev, R.K. Məmmədov, Y.İ. Lətifov. Enerji ehtiyatları, elektrik enerjisi istehsalı və ətraf mühit. II cild. Bakı: Zaman-3, 2007, 407s.
- [2] В.И. Вернадский. Биосфера. Мысли и наброски. Сб. научных работ Вернадского В.И. М.: Изд. Дом "Ноосфера", 2001, 244 с.
- [3] М.И. Рустамов, В.М. Аббасов, Т.А. Мамедова, Н.Н. Пириев. Экономические проблемы земли и альтернативные источники энергии. Баку: Элм, 2008, с. 717
- [4] А.М. Гашимов, Г.Дж. Гусейнов, К.Б. Гурбанов. К решению экологических вопросов энергетических систем. Беларусь. Респ. Минск, Энергетика, 2010, №4, с. 30-35

**A.M. Hashimov, K.B. Gurbanov, H.J. Huseynov, L.Ch. Suleymanova,  
S.A. Huseynova, V.M. Hajiyeva**

**TECHNOLOGICAL SCHEMES AND METHODS FOR STUDYING ENVIRONMENTAL  
PROBLEMS OF THE POWER INDUSTRY**

The paper presents new, innovative methods and schemes of technological processes used at the Institute of Physics in solving environmental problems in the electric power industry. The article recommends the use of new methods based on cost-effective, electron-ion technologies in the purification of industrial wastewater and gases from harmful substances in order to ensure the ecological state of nature.

**A.M. Гашимов, К.Б. Гурбанов, Г.Дж. Гусейнов, Л.Ч. Сулейманова,  
С.А. Гусейнова, В.М. Гаджиева**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**

В работе приведены новые, инновационные методы и схемы технологических процессов, применяемых в Институте Физики при решении экологических проблем электроэнергетики. В статье рекомендуется применять новые методы, основанные на экономически эффективных, электронно-ионных технологиях, при очистке промышленных сточных вод и газов от вредных веществ с целью обеспечения экологического состояния природы.