

İFRAT YÜKSƏK VAKUUM QURĞUSU VƏ VOLFRAM MATERIALININ SƏTHİNDƏ QAZ REAKSİYALARININ TƏDQIQI

¹A.M. HƏŞİMOV, ²S.V. BAYRAMOV, ²L.Ç. SÜLEYMANOVA, ¹K.B. QURBANOV,

¹Z.A. TAĞİYEVA, ¹V.M. HACIYEVA

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

²Mingəçevir Dövlət Universiteti
Az – 4500, Dilarə Əliyeva küç.21.

Fizika, texnika, texnologiya və digər texniki sahələrdə təcrübi elmi-tədqiqat işləri yerinə yetirilərkən, əksər hallarda proseslərin yüksək vakuum şəraitində aparılması tələb olunur. Təqdim olunan məqalədə, yüksək və ifrat yüksək vakuum əldə etməyə imkan verən, vakuum texnikasının müasir elementlərindən istifadə etməklə işlənmiş ifrat yüksək vakuum qurğusunun sxemi, qurğunun texniki imkanları və iş prinsipləri şərh olunmuşdur.

Açar sözləri: vakuum, forvakuum, ifrat yüksək vakuum, titan, qazboşalması, seolit, adsorbsiya.

UOT: 620.1:502.1

Pacs: 541.78.30. – j.74.25.nd

Yüksək və ifrat yüksək vakuum qurğusunun sxemi işlənmiş və şəkil 1-də təqdim olunan təcrübi qurğu hazırlanmışdır.

Təqdim edilən qurğu vastəsilə (10^{-7} – 10^{-8} Pa) tərtibində ifrat yüksək vakuum əldə etmək mümkündür. Vakuum qurğusunun sxemi əsasən, aşağıdakı elementlərdən təşkil olunmuşdur:

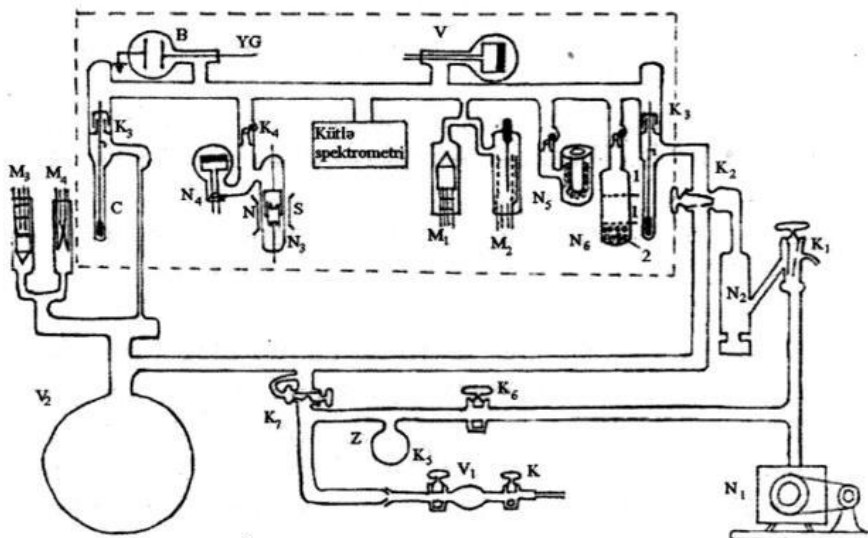
1. N_1 – forvakuum əldə etmək üçün istifadə edilən 2HBP – 5DM markalı mexaniki nasos.
2. N_2 – yüksək vakuum əldə etmək üçün, N – 05 markalı diffuzion nasos.
3. N_3 – yüksək vakuum əldə etmək üçün elektrik qazboşalmasının təsirləri istifadə olunan soyuq katodlu ion nasosu.
4. N_4 – iş prinsipi, vakuum şəraitində titan materialının közdəildməsi vasitəsilə uçurdulan nazik titan təbəqələrinin səthində adsorbsiya olunma proseslərinə əsaslanan, ifrat yüksək vakuum nasosu.
5. N_5 – iş prinsipi, aktivləşdirilmiş seolitlərin səthində adsorbsiya proseslərinə əsaslanan, ifrat yüksək vakuum nasosu.

6. N_6 – iş prinsipi qazboşalmasının təsiri şəraitində seolitlərin səthində adsorbsiya proseslərinə əsaslanan yüksək vakuum nasosu.

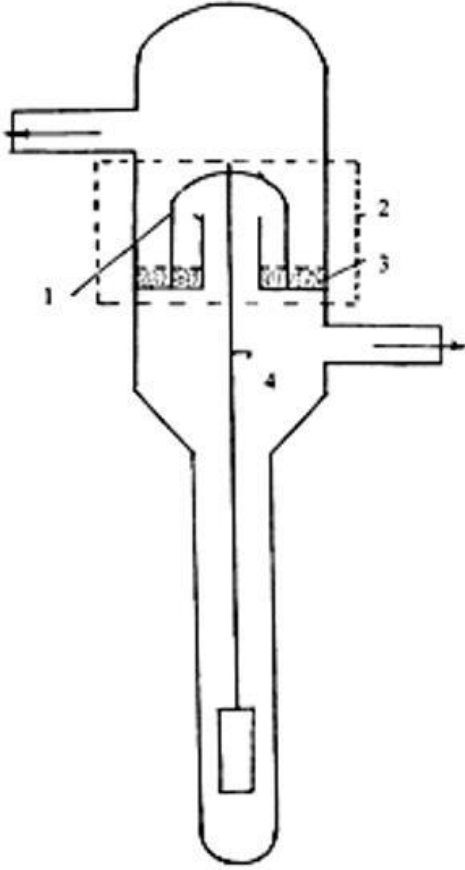
7. Vakuum qurğusunun yüksək vakuum yaradılan hissəsində, K_2 və K_3 kranlarının açıq vəziyyətində, N_2 – diffuzion nasosu vasitəsilə yüksək vakuum əldə etmək mümkün olmuşdur. K_3 – qallium kranı, qurğunun yüksək vakuum yaradılan hissəsini N_1 və N_2 nasoslarından ayırmaqla, karbohidrogen mənşəli yağların izlərinin yüksək vakuum yaradılan hissəyə sızmasının qarşısını alır.

8. Şəkil 2-də qallium kranının sxemi təqdim edilmişdir.

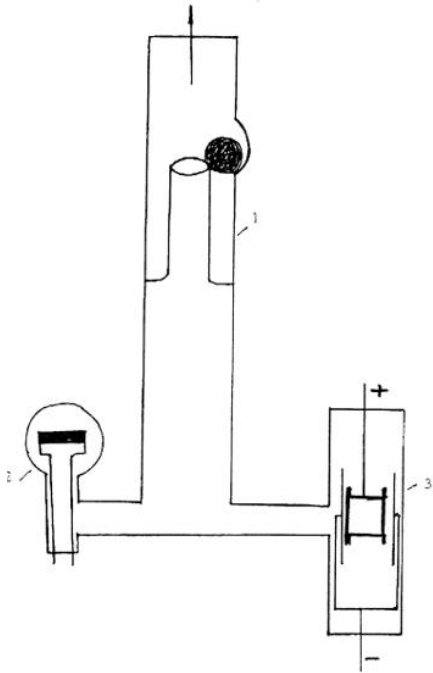
Qallium kranında, ərimə temperaturu kiçik olan, qalliumdan istifadə edilmişdir. Kranda qallium 2 həcmində yerləşdirilir və 1 şüşə silindri maye halında olan qalliuma daxil olaraq, kranı bağlı vəziyyətə gətirir. Kranı açıq vəziyyətə gətirmək üçün, elektromaqnit vasitəsilə şüşə silindr yuxarı hissəyə qaldırılır və 4 qarmağından asılır. Qallium bəzi hallarda bərkidikdə, onu 3 qızdırıcısı vasitəsilə maye halına gətirmək olur.



Şəkill. Yüksək və ifrat yüksək vakuum qurğusunun sxemi.



Şəkil 2. Qallium kranının sxemi: 1 – şüşə silindr; 2 – qallium yerləşdirilən həcm; 3 – qızdırıcı; 4 – qarmaq.



Şəkil 3. N₃, N₄ nasoslarının və kürəvi tıxacın açıq vəziyyəti: 1 – kürəvi tıxac, 2 – közərdilmə üsulu ilə uçurulan titan nasosu, 3 – soyuq katodlu ion nasosu.

Qallium kranı vakuum qurğusunda ifrat yüksək vakuum almaq məqsədilə qurğunun 350–400°S tempe-

raturalara qədər qızdırılmasına imkan verir. Şəkil 2-də qallium kranının bağlı vəziyyəti nümayiş etdirilmişdir. N₃, N₄, və N₅ nasosları sxemin yüksək vakuum hissəsinə K₄ tıxacı vasitəsilə birləşdirilmişdir. K₄ tıxacı metal kürədən ibarət olub, təzyiqli fərqləri kiçik olan həcmi bir-birindən ayırır. Metal kürənin vəziyyəti maqnit vasitəsilə dəyişdirilir. Sürtgü yağlarının olmaması və iş prinsipinin sadəliyi kürəvi tıxacın müsbət cəhəti hesab edilir. Kürəvi tıxac da yüksək vakuum qurğusunun qızdırılmasına imkan verir. Şəkil 3-də N₃, N₄ nasosları və kürəvi tıxacın açıq vəziyyəti təqdim edilmişdir.

N₅ – seolit nasosu iki divarlı Dyuar qabından ibarət olaraq daxili həcmi vacuum kamerası əmələ gətirir. Daxili silindrin səthi nikel məftildən hazırlanmış 2 toru ilə əhatə olunmuşdur. Tor ilə şüşə divar aralığında seolit kristalları yerləşdirilir. Daxili silindrin xarici səthi, həcmə maye azot daxil etməklə, soyudularaq seolit kristallarının soyudulması əldə edilir, bu da seolit səthində qaz molekullarının intensiv adsorbsiyasına səbəb olur.

Vakuum qurğusunun yüksək vakuum olan hissəsində təzyiqli LM – 2 markalı M₁ manometri, ifrat yüksək vakuum isə M₂ – Bayard – Alpert manometri vasitəsilə ölçülmüşdür.

Kütlə - spektrometri, hidrogen və digər qaz atomlarının generatoru (V) və yüksək gərginlikli reaktor (B) qurğunun yüksək vakuum olan hissəsinə birləşdirilmişdir.

Müxtəlif qazları tədqiqat sistemində daxil etmək üçün xüsusi quruluşa malik sistem hazırlanmışdır və bu sistem şlif vasitəsilə vakuum qurğusu ilə əlaqələndirilmişdir. Tədqiq edilən qaz V₁ həcmində yığılır və K₅ kranı vasitəsilə müəyyən qədər qaz vakuum sistemində daxil edilir (bu halda K₆ kranı bağlı vəziyyətdə olmalıdır). K₇ kranı vasitəsilə tədqiq olunan qazdan bir hissə götürərək V₂ həcmində daxil edilir. V₂ həcmində əvvəlcədən 10⁻³ – 10⁻⁴ Pa təzyiqində vakuum əldə edilir. V₂ həcmində təzyiqli M₃ və M₄ monometrləri vasitəsilə ölçülür. V₂ həcmi, qurğunun müxtəlif hissələrində təzyiqləri fərqli yaratmaq üçün, sxemə daxil edilmişdir. K₈ – qallium kranının açıq vəziyyətində tədqiq olunan qaz S kapilyarı vasitəsilə ölçü aparılan hissəyə sızır. Qazın sızmasını dayandırmaq üçün K₈ kranı bağlı vəziyyətə gətirilir.

Vakuum qurğusunun daxili divarlarını qazsızlaşdırmaq məqsədilə, qurğu 350–400°S temperaturda 2 saat ərzində, vakuum şəraitində, qızdırılır. Sistemdəxili qazların tərkibinə, MSX – 4 markalı kütlə - spektrometri vasitəsilə nəzarət edilir.

Vakuum sxeminə daxil olan elementlərin metal hissələrini qazsızlaşdırmaq üçün, yüksək tezlikli induksiya sobasından istifadə edilmişdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, vakuum texnikasının müasir tələblərini nəzərə alaraq, yüksək keyfiyyətli materiallardan istifadə etməklə hazırlanmış və sxemi şəkil 1-də təqdim olunan qurğu vasitəsilə, tədqiqat həcmində 10⁻⁷–10⁻⁸ Pa tərtibində ifrat yüksək vakuum almaq mümkün olmuşdur.

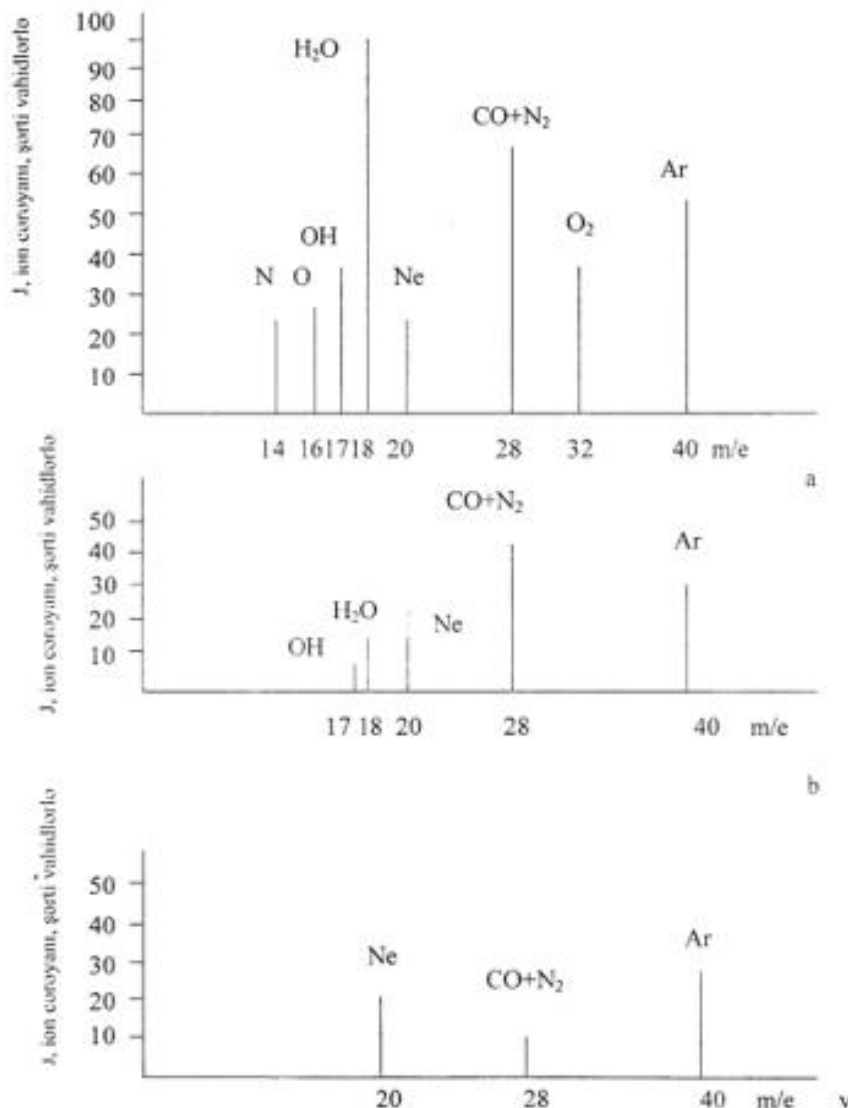
Həmçinin, qaz mühitinin tərkibinin və bu tərkibin qaz boşalmalarının təsirləri şəraitində dəyişməsinin tədqiqi təcrübələrində, təcrübə həcmlərinə, tədqiq olunan qaz mühiti, və ya digər nümunələr daxil edilməzdən əvvəl həmin həcmdə ifrat yüksək vakuumun

alınmasının da mühüm əhəmiyyət kəsb etdiyini qeyd etmək lazımdır. Belə ki, ifrat yüksək vakuum halı, təcrübələrin aparılmasının təmizlik (dəqiqlik) dərəcəsinin yüksək olmasının və tədqiqatlardan alınmış nəticələrin birqiymətli izah olunmasının vacib şərtidir.

TƏDQIQAT REJİMLƏRİNƏ UYGUN HALLARDA TƏCRÜBƏ SİSTEMİNDƏ QAZ MÜHİTİNİN TƏRKİBİNİN TƏDQIQI.

Tədqiqatlarda istifadə edilən, şəkil 1-də nümayiş etdirilən, vakuum qurğusuna daxil olan N₁, N₂, N₃, N₄ və N₅ vakuum aqreqləri vasitəsilə təcrübə həcm-

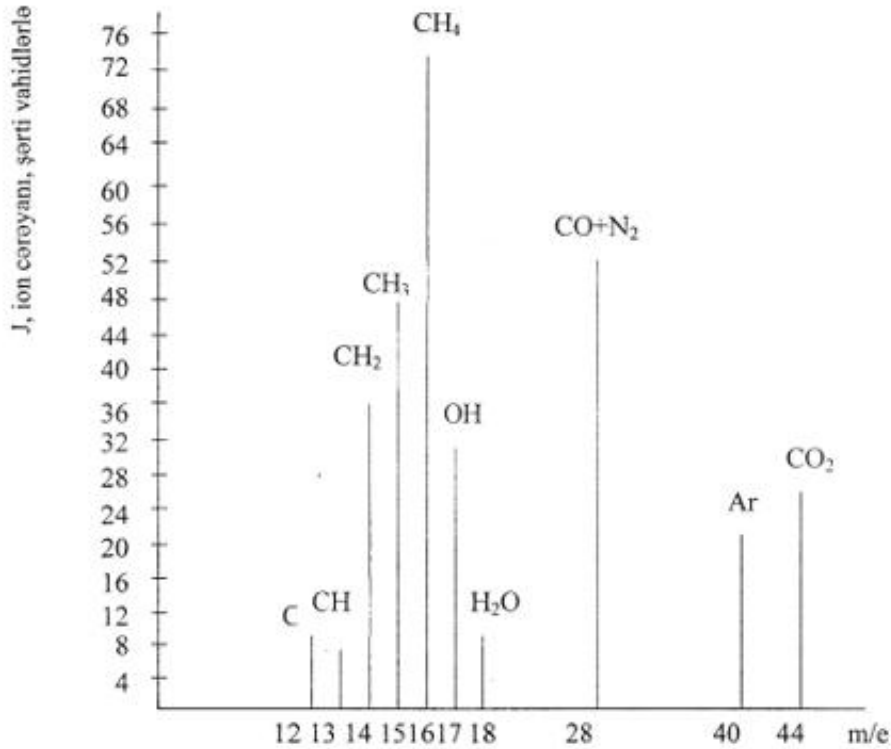
lərində (1-10⁻⁷) Pa tərtiblərində yüksək və ifrat yüksək vakuum əldə etmək mümkün olmuşdur. Ifrat vakuum əldə etmək üçün, qurğunun yüksək vakuum hissəsi 3 saat ərzində 350°S temperaturla qızdırılaraq, N₁ və N₂ aqreqləri vasitəsilə qazsızlaşdırılmışdır. Növbəti əməliyyatda maye azot temperaturu tətbiq etməklə digər N₃, N₄ və N₅ vakuum aqreqləri vasitəsilə sistemdə ifrat yüksək vakuum əldə edilmişdir. Sistem qızdırılmaqdan əvvəl təzyiqin 10⁻⁴ Pa qiymətində, qızdırıldıqdan sonra isə təzyiqin 10⁻⁴ Pa, 10⁻⁵ Pa və 10⁻⁷ Pa qiymətlərində qeydə alınmış spektqramlar şəkil 4a,b,v – də nümayiş etdirilmişdir.



Şəkil 4. Vakuum sistemində təzyiqin a – 10⁻⁴ Pa, b – 10⁻⁵ Pa, v – 10⁻⁷ Pa tərtib qiymətlərində qeydə alınmış kütlə spektrləri.

Qeyd etmək lazımdır ki, müxtəlif iş rejimlərində qeydə alınmış kütlə-spektrogramlarının təhlilindən məlum olur ki, sistemdə daima karbon, hidrogen, karbohidrogen birləşmələrinin atom və molekulları mövcud olur və bu atom və molekullar sistemdə gedən proseslərdə iştirak edirlər. Bunu nəzərə alaraq, işdə hidrogen və metan qazlarının spektri tədqiq edilmişdir. Şəkil 5-də metan qazının kütlə spektri təqdim olunmuşdur.

Səyriyən elektrik qazboşalmasının təsirləri nəticəsində bu mühitdə də nəzərə çarpacaq dərəcədə tərkib dəyişiklikləri qeydə alınır. Qeyd etmək lazımdır ki, yüksək və ifrat yüksək vakuum şəraitində qalıq qazlar mühitinin yüksək həssaslığa malik olması aydın şəkildə müşahidə olunur və qarşıya qoyulan məsələdən asılı olaraq, tədqiqat mühitinin tərkibinin aşkar edilməsi və tənzimlənməsi elmi-tədqiqat işlərinin yerinə yetirilməsində mühüm əhəmiyyət kəsb edir.



Şəkil 5. Metan qazının kütlə spektqramı.

SƏYRİYƏN QAZBOŞALMASI ŞƏRAİTİNDƏ VOLFRAM MATERIALININ SƏTHİNDƏ QAZ REAKSIYALARININ TƏDQIQI

Məlumdur ki, volfram materialı elektrovakuum, plazma elektronika, radioelektronika cihazlarının hazırlanmasında geniş tətbiq olunur. Bununla əlaqədar olaraq, közərdilmiş volfram lentinin səthində reallaşan proseslərin tədqiqi mühüm elmi-praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Davamiyyətli zaman müddətində və bu günə qədər volfram materialı elektrovakuum cihazlarının közərdilən katodlarının hazırlanmasında geniş tətbiq olunur. Volframın geniş sənaye tətbiqi bu materialı xarakterizə edən mühüm kəmiyyətlərin təcrübələrdə mövcud olan bütün hallarda geniş öyrənilməsinə tələb edir. Bu baxımdan közərdilmiş volfram lentinin səthində, elektrik qazboşalmalarının təsiri şəraitində müxtəlif qazların adsorbsiya və desorbsiya olunması proseslərinin tədqiqi elmi maraq və praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Yuxarıda qeyd edilənlərlə əlaqədar olaraq, işdə, közərdilmiş volfram lentinin səthində oksigen qazının karbon oksidinə və hidrogenin karbohidrogen birləşmələrinə konversiyasının lentin temperaturundan asılılığı tədqiq edilmişdir.

Qeyd edilən təcrübələri aparmaq üçün vakuum sistemində $P=10^{-6}$ Pa təzyiq əldə edildikdən sonra sistemə $P=1$ Pa təzyiqinə qədər oksigen qazı daxil edilmişdir. Təcrübələr qapalı sistemdə səyriyən qazboşalmalarının təsir etdiyi və etmədiyi hallarda aparılmışdır.

Tədqiqatlarda volfram nümunəsi olaraq, uzunluğu $\ell=6$ sm. Eni $a=0,3$ sm və qalınlığı $d=3 \cdot 10^{-3}$ sm olan lent götürülmüşdür.

Sistemə oksigen daxil edilərkən, oksigen və CO molekullarına uyğun maksimumların amplitudları küt-

lə spektqramında qeydə alınmışdır. Növbəti mərhələdə volfram lenti közərdildikdən sonra O_2 və CO molekullarına uyğun maksimumların amplitudları təkrar qeydə alınmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, volfram lenti közərdildikdən sonra CO molekuluna uyğun olan maksimumun amplitudu O_2 molekuluna nəzərən kəskin olaraq artır. Bu təcrübi fakt volfram lentinin səthində, O_2 molekulunun CO molekuluna konversiya etməsi prosesinin reallaşmasına dəlalət edir (şəkil 7).

Konversiya prosesinin volfram lentinin temperaturundan asılılığının tədqiqindən alınmış nəticələr şəkil 8-də təqdim edilmişdir.

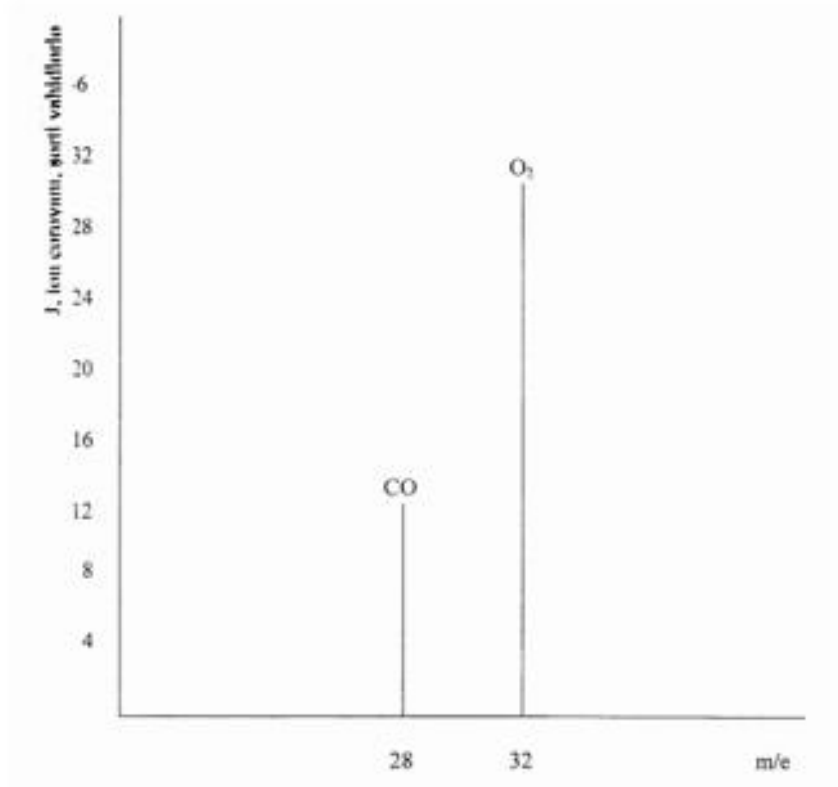
Şəkildən görüldüyü kimi, volfram lentin temperaturu yüksəldikcə konversiya prosesinin intensivliyi artır və temperaturun $1800^\circ K$ qiymətindən sonra konversiya prosesinin sürəti nəzərə çarpacaq dərəcədə yüksəlir.

Ədəbiyyat məlumatlarından [1 -5] məlum olur ki, elektrik qazboşalmalarının təsiri adsorbsiya-desorbsiya proseslərinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Adsorbsiya proseslərinə tətbiq edilən ciddi tələblər bu proseslərin yeni inkişafını təmin edən tədqiqatların aparılmasının zəruriliyini müəyyənləşdirərək, texnoloji prosesin yerinə yetirilməsi zamanı prosesə birbaşa təsir vasitələrinin işlənməsi üsullarının hazırlanmasının vacibliyini aşkar edir. Belə təsir vasitələrindən biri olaraq, elektrik sahələrinin və qazboşalmalarının təsirlərindən istifadə edilməsi adsorbsiya proseslərinin idarə olunmasında məqsədəuyğun hesab edilir.

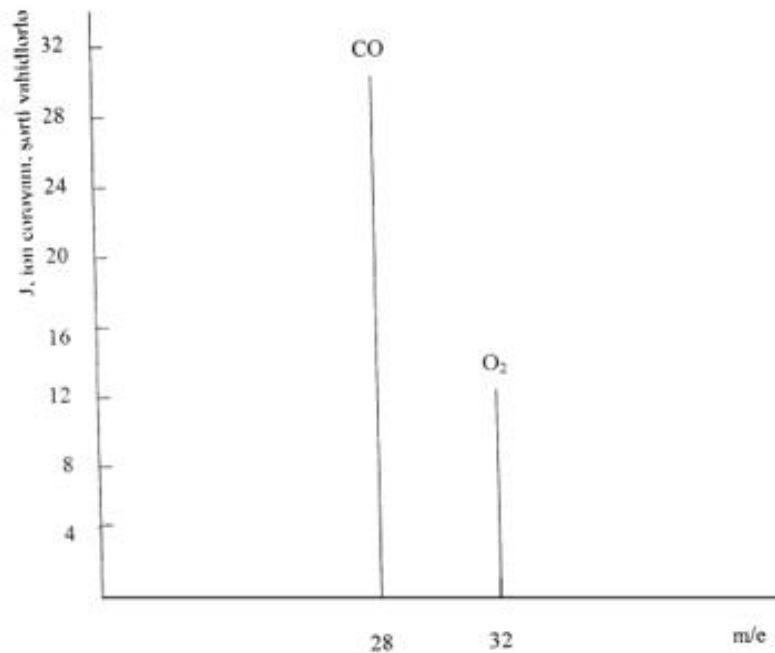
Vakuum qurğusuna daxil edilmiş elektrovakuum cihazlarının volframdan hazırlanmış katodları yüksək vakuum şəraitində közərdildikdə, və yaxud volfram materialının səthinə səyriyən elektrik qazboşalması vasitəsilə təsir etdikdə qeydə alınmış kütlə spektqramından məlum olur ki, həcmdə karbon atomları əmələ

gəlir. Bu proses volfram materialının tərkibində mövcud olan karbon atomlarının desorbsiya prosesinə uğraması ilə izah edilir. Təcrübələrdə közərdilmiş volfram lentin səthində hidrogen, oksigen və digər atom və

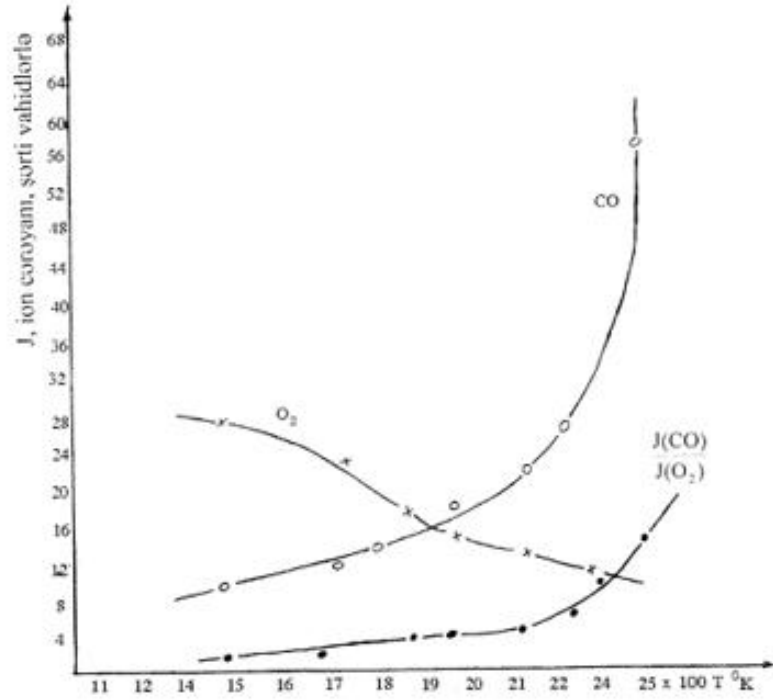
molekulların adsorbsiya olunması müşahidə edilir. Volfram materialının bu xüsusiyyətlərindən istifadə edərək, təcrübələrdə volframdan hidrogen generasiya edən element kimi istifadə edilmişdir.



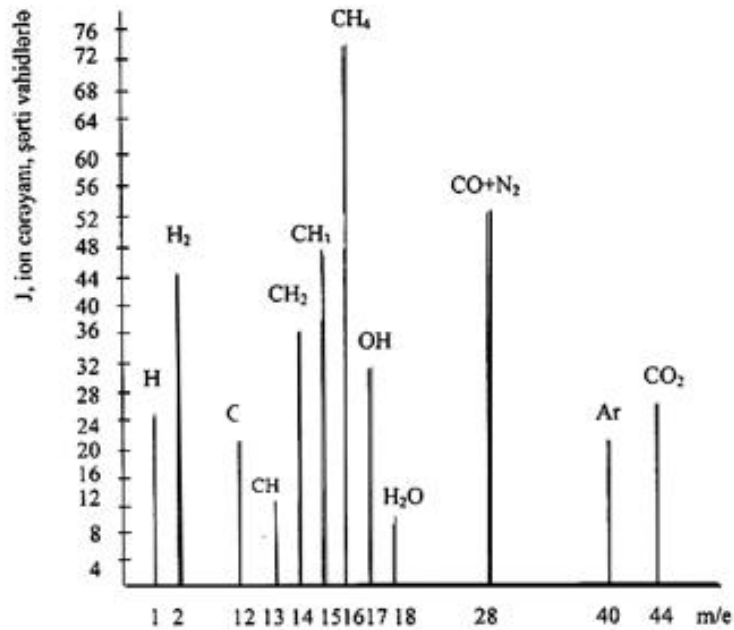
Şəkil 6. Sistemə oksigen daxil edilərkən oksigen və CO qazlarının miqdarını nümayiş etdirən kütlə spektrogramı.



Şəkil 7. Volfram lenti közərdildikdən sonra, O₂ və CO qazlarının miqdarının dəyişməsinə nümayiş etdirən kütlə spektrogramı.



Şəkil 8. Volfram lentinin səthində oksigen qazının CO qazına konversiya prosesinin lentin temperaturundan asılılığı.



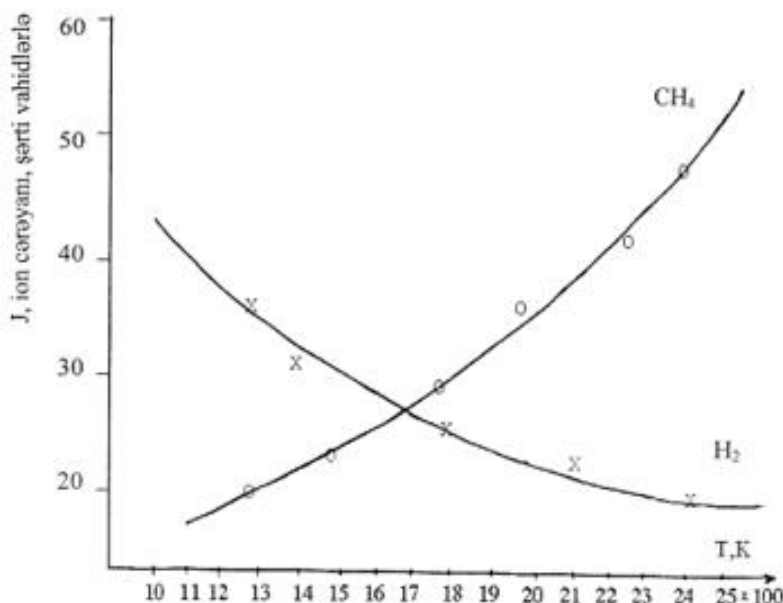
Şəkil 9. Hidrogen molekulunun karbohidrogen birləşmələrinə çevrilməsini qeydə alan kütlə spektrogramı.

Belə ki, müəyyən ölçülərə malik olan volfram lenti hidrogen atmosferində közərdilib–soyulduqdan sonra onu tədqiqat qurğusuna daxil edərək təkrar közərtməklə həcmə hidrogen atom və molekulları daxil etmək mümkün olmuşdur. Şərh edilən üsuldən istifadə edərək, yüksək vakuum şəraitində sistemə hidrogen atom və molekulları daxil edərək, həcmdə hidrogen molekulunun karbohidrogen birləşmələri əmələ gətirməsi prosesləri tədqiq edilmişdir.

Şəkil 9-da hidrogen molekulunun karbohidrogen birləşmələrinə çevrilməsini qeydə alan kütlə spektrogramı nümayiş etdirilir.

Spektrogramdan görüldüyü kimi, hidrogen molekulunun generasiyası həcmdə CH, CH₂, CH₃, CH₄ kimi karbohidrogen birləşmələri əmələ gətirir.

Beləliklə, tədqiqat həcmində, sistem daxili elementlərin iş rejimində, səthdə və həcmdə reallaşan adsorbsiya – desorbsiya, mövcud qaz reaksiyalarının və digər səthi və həcmi proseslərin, kütlə spektrometri vasitəsilə qeydə alınması, sistemdəki qaz mühitini başlanğıc halda xarakterizə edərək, qarşıya qoyulan məsələlərin həllindən, alınmış nəticələrin mexanizmlərinin aydınlaşdırılmasına imkanlar yaradır.



Şəkil 10. Səyriyən qazboşalması şəraitində H₂ molekulunun CH₄ – metan qazına konversiyası.

Alınmış nəticələr yüksək və ifrat yüksək vakuum şəraitində səthlərdə və həcmdə sürətli elektron – ion proseslərinin mövcudluğunu sübut edir. Bu proseslər, əsasən həcmdə olan yüklü zərrəciklərin sərbəst qaçış yolunun kifayət qədər olması səbəbindən, yüksək enerjilərə malik olması ilə izah edilə bilər.

Aparılmış təcrübələrdən məlum olur ki, ümumiyyətlə yüksək vakuum şəraitində, tədqiqat sisteminin həcmindəki qaz mühiti və səthlərdə reallaşan proseslər xarici təsirlərə qarşı çox həssas olurlar.

Tədqiqatların davamı bu istiqamətdə aparılaraq, sistemə səyriyən qazboşalması təsir etdikdə təcrübələrin aparılmasında digər parametrlərin eyniliyini təmin etməklə, yuxarıda nəticələri şərh edilən təcrübələr təkrar olaraq yerinə yetirilərək müqayisəli şəkildə, qazboşalmasının maraq dairəsində olan proseslərə təsiri tədqiq edilmişdir.

Səyriyən elektrik qazboşalması iki paralel müstəvi volfram katodları və bunların arasında yerləşdirilən nikeldən hazırlanmış silindrik anod sisteminə əldə edilmişdir. İfrat yüksək vakuum şəraitində ionlaşma prosesinin mövcudluğunu təmin etmək üçün sistem aksial maqnit sahəsində yerləşdirilmişdir. Belə ki, tətbiq edilən qurğu, təzyiğin $P=10^{-6}$ Pa qiymətlərində də ionlaşma prosesinin təsirlərini təmin edir.

Şəkil 10-da səyriyən qazboşalmasının təsiri şəraitində H₂ molekulunun CH₄ – metan qazına konversiyası prosesini xarakterizə edən nəticələr təqdim olunur.

Şəkildən görünür ki, səyriyən qazboşalmasının təsiri nəticəsində konversiya prosesləri volfram lentinin yüksək temperatur oblastının aşağı qiymətlərindən etibarən kəskin olaraq artır.

Qeyd etmək lazımdır ki, közərdilmiş volfram lentinin səthində müşahidə edilən proseslərin materiala təsirləri volframın elektrofiziki xüsusiyyətlərində mühüm dəyişikliklərə səbəb ola bilər ki, bu da öz növbəsində, volfram katodların is rejimlərinə və istismar müddətinə təsir edə bilər. Belə ki, alınmış nəticələrin katod elektronikasına sahəsi üçün əhəmiyyəti müəyyən edilmişdir.

Volfram lentinin səthində baş verən proseslərin tədqiqində tətbiq edilən üsullardan istifadə edərək, işin davamında səyriyən elektrik qazboşalmalarının təsiri şəraitində, vakuum qurğusuna daxil edilmiş digər materialların da səthində reallaşan proseslərin tədqiqi mühüm elmi-praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Qeyd etmək lazımdır ki, qaz mühitinin tərkibinin və bu tərkibin qazboşalmalarının təsirləri şəraitində dəyişməsinin tədqiqi təcrübələrində, təcrübə həcmində, tədqiq olunan qaz mühiti və ya digər nümunələr daxil edilməzdən əvvəl həmin həcmdə ifrat yüksək vakuumun alınması mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, ifrat yüksək vakuum halı, təcrübələrin aparılmasının təmizlik (dəqiqlik) dərəcəsinin yüksək olmasının və tədqiqatlardan alınmış nəticələrin birqiyəmli izah olunmasının vacib şərtidir.

- [1] Л.Н. Розанов. Вакуумная техника, 3-е изд. Москва, ВШ, 2007, 391с.
- [2] S.Q. Əsəqrov, M.N. Ağayev, G.M. Sadiqzadə. Vakuum texnikasının əsasları, Bakı, 2008, 156s.
- [3] В.И. Иванов. Вакуумная техника: учеб. пособие, спб. Университет ИТМО, 2016, 129с.

- [4] В.А. Ланис, Л.Е. Левина. Практическая основы техники вакуумных испытаний, 2013, 215с.
- [5] А.Беркин, А.Василевский. Физические основы вакуумной техники 2022, 84с.

**A.M. Hashimov, Sh.V. Bayramov, L.Ch. Suleymanova,
K.B. Gurbanov, Z.A. Tagieva, V.M. Gadzhieva**

**ULTRA-HIGH VACUUM INSTALLATION AND INVESTIGATION OF GAS REACTIONS ON THE
SURFACE OF TUNGSTEN**

Conducting experimental scientific research in the field of physics and engineering, in many cases it is necessary to study gas reactions on the surface of tungsten in high and ultrahigh vacuum. To achieve this goal, using modern elements of vacuum technology, an ultra-high vacuum installation has been developed and assembled, technical capabilities and operating principles of both individual units and the entire circuit are described.

**А.М. Гашимов, Ш.В. Байрамов, Л.Ч. Сулейманова,
К.Б. Гурбанов, З.А. Тагиева, В.М. Гаджиева**

**СВЕРХВЫСОКОВАКУУМНАЯ УСТАНОВКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОВЫХ РЕАКЦИЙ НА
ПОВЕРХНОСТИ ВОЛЬФРАМА**

Проведение экспериментальных научных исследовательских работ в области физики и техники, во многих случаях требует изучения газовых реакций на поверхности вольфрама в высоком и сверхвысоком вакууме. Для реализации поставляемой цели, используя современные элементы вакуумной техники, разработана и собрана сверх высоко-вакуумная установка, описаны технические возможности и принципы работы как отдельных узлов, так и всей схемы.

Qəbul olunma tarixi: 20.09.2022