



ISSN 1028-8546

Volume XVII, Number 2

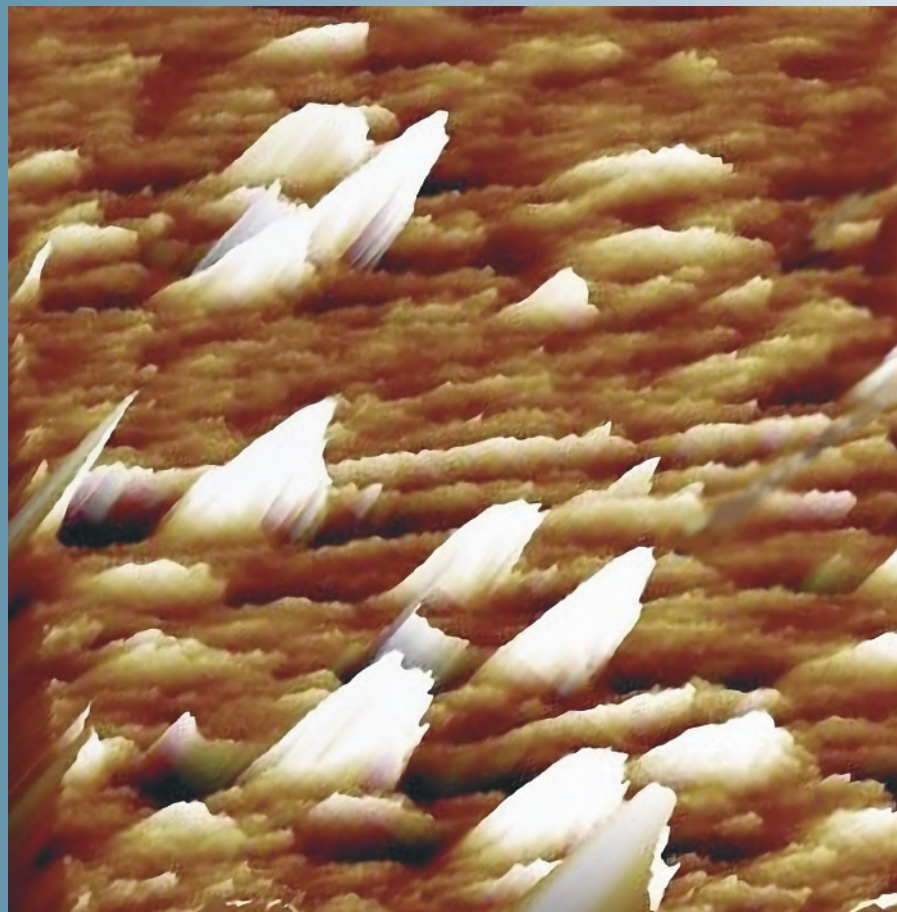
Section: Az

June 2011

Azerbaijan Journal of Physics

Fizika

www.physics.gov.az



G.M. Abdullayev Institute of Physics
Azerbaijan National Academy of Sciences
Department of Physical, Mathematical and Technical Sciences

Azerbaijan Journal of Physics

Fizika

*G.M.Abdullayev Institute of Physics
Azerbaijan National Academy of Sciences
Department of Physical, Mathematical and Technical Sciences*

HONORARY EDITORS

Arif PASHAYEV

Mahmud KERIMOV

EDITORS-IN-CHIEF

Arif HASHIMOV
Chingiz QAJAR

SENIOR EDITOR

Talat MEHDIYEV

INTERNATIONAL REVIEW BOARD

Ivan Scherbakov, Russia
Kerim Allahverdiyev, Turkey
Mehmet Öndr Yetiş, Turkey
Gennadii Jablonskii, Buelorussia
Rafael Imamov, Russia
Vladimir Man'ko, Russia
Eldar Salayev, Azerbaijan
Dieter Hochheimer, USA
Victor L'vov, Israel
Vyacheslav Tuzlukov, South Korea
Majid Ebrahim-Zadeh, Spain

Firudin Hashimzadeh, Azerbaijan
Anatoly Boreysho, Russia
Mikhail Khalin, Russia
Hasan Bidadi, Tebriz, East Azerbaijan, Iran
Mamed Emin Shahtakhtinski, Azerbaijan
Maksud Aliyev, Azerbaijan
Bahram Askerov, Azerbaijan
Vali Huseynov, Azerbaijan
Javad Abdinov, Azerbaijan
Bagadur Tagiyev, Azerbaijan
Tayar Djafarov, Azerbaijan

Natiq Atakishiyev, Mexico
Talat Mehdiyev, Azerbaijan
Nazim Mamedov, Azerbaijan
Emil Guseynov, Azerbaijan
Ayaz Bayramov, Azerbaijan
Tofiq Mammadov, Azerbaijan
Salima Mehdiyeva, Azerbaijan
Shakir Naqiyev, Azerbaijan
Rauf Guseynov, Azerbaijan
Almuk Abbasov, Azerbaijan
Yusif Asadov, Azerbaijan

TECHNICAL EDITORIAL BOARD

senior secretary Elmira Akhundova, Narmin Babayeva, Nazli Guseynova,
Sakina Aliyeva, Nigar Akhundova, Elshana Tarlanova

PUBLISHING OFFICE

33 H.Javid ave, AZ-1143, Baku
ANAS, G.M.Abdullayev Institute of Physics

Tel.: (99412) 439-51-63, 439-32-23
Fax: (99412) 447-04-56
E-mail: joph@physics.ab.az; jophphysics@gmail.com
Internet: www.physics.gov.az/journals

It is authorized for printing: 06.30.2011

Published at: "**ŞƏRQ-QƏRB**"
17 Ashug Alesger str., Baku
Typographer :Aziz Gulaliyev

Sent for printing on: __ 07.2011
Printing approved on: __ 07.2011
Physical binding: _____
Number of copies: _____200
Order: _____

ENERGETİKA SİSTEMLƏRİNİN EKOLOJİ PROBLEMLƏRİNİN HƏLLİNDƏ ELEKTROFİZİKİ PROSESLƏR

A.M. HƏŞİMOV, K.B. QURBANOV, H.C. HÜSEYNOV

AMEA akademik H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu,
Az-1143, Bakı, H.Cavid prospekti, 33.

Güclü elektrik sahəsinin və elektrik qazboşalmalarının təsirlərindən istifadə edərək, adsorbsiya proseslərinin tətbiqi vasitəsilə energetika sistemlərinin ekoloji problemlərinin həlli üzrə təcrübi tədqiqatlar yerinə yetirilərək, müəyyən edilmişdir ki, qazboşalmalarının təsirləri nəticəsində adsorbsiya proseslərinin effektivliyi nəzərə cərpacaq dərəcədə yüksəlir. Tədqiqatların nəticələri əsasda təbii qazın, sənaye tullantı suların, mazut maddəsinin aşqarlardan təmizlənməsi üzrə yeni effektiv texnoloji proseslər təklif olunmuşdur. Məqalədə eyni zamanda atmosferin ozon qatına təsir edən amillərin araşdırılması, qapalı sistemlərdə atmosfer mühitinin tənzimlənməsinə dair nəticələr, odluq qurğularının effektiv istismarına dair təkliflər və müvafiq texnoloji proseslər verilmişdir.

Açar sözlər: energetika, ekolojiya

UOT: 620.9:502.1

Energetikanın, kimya sənayesinin və dünya ölkələrinin digər xalq təsərrüfat sahələrinin inkişafı XX əsrin sonunda bir sıra həlli tələb olunan ekoloji problemləri əmələ gətirmişdir. Bunların sırasına yer kürəsinin ozon qatının zəifləməsi, qlobal istiləşmə və turşu tərkibli yağışların yağmasını mühüm məsələlər kimi daxil etmək olar. Dünyavi əhəmiyyət kəsb edən bu məsələlərin həlli üzrə inkişaf etmiş ölkələrin elmi mərkəzləri mükəmməl elmi-tədqiqat işləri apararaq, qeyd olunan ekoloji problemlərin həllinə çalışırlar [1].

Ədəbiyyatda [2-4] qeyd olunur ki, ozon qatının zəifləməsinə səbəb olan istehsal sahələrinin, Vena konvensiyasına (1985-ci il) və Monreal Protokoluna (1987-ci il) əsaslanaraq, məhdudlaşdırılması və yaxud tam dayandırılması ilə yaxın 50-70 il ərzində yerin ozon qatı bərpə oluna bilər. Qeyd etmək lazımdır ki, ozon qatı yerin flora və faunasını günəşin ultrabənövşəyi şüalanmasından mühafizə etməsi ilə yanaşı eyni zamanda yerin infraqırmızı şüalanmasının da qarşısını alır. Təsərrüfat sahələrindən ətraf mühitə atılan NO, metan, CO və digər birləşmələr yerin ozon qatının zəifləməsinə səbəb olur.

Turşu tərkibli yağışlar davamiyyətli illər ərzində ətraf mühitin lokal və regional çirkləndiriciləri hesab olunurlar. Bunun səbəbi istehsal sahələrindən ətraf mühitə yayılan kükürd və azot oksidləridir. Bu tullantıların çox hissəsi istilik elektrik stansiyalarının istismarı zamanı əmələ gəlir. Odur ki, kükürd və azot oksidlərinin zərərsizləşdirilməsi mühüm tədqiqat istiqaməti olaraq günün aktual problemləri sırasına daxildir [5,6].

Metan qazının yanacaq kimi istifadə edilməsi ekoloji baxımdan tələbləri təmin edir. Metan qazının tərkibində H₂S və kükürdün digər birləşmələri mövcud olarsa qazın yandırılmazdan əvvəl təmizlənməsi vacib məsələdir. Təbii qazın istehsalı və nəqli proseslərində atmosfer mühitinə yayılması atmosferdə bir sıra kimyəvi qaz reaksiyalarının reallaşmasına səbəb olur, odur ki, metan qazının atmosfer mühitində monitorinqi mühüm əhəmiyyət kəsb edir [7].

Yuxarıda qeyd edilənləri nəzərə alaraq, təqdim olunan işdə elektrik qazboşalmalarının təsiri şəraitində reallaşan adsorbsiya proseslərinin tətbiqi vasitəsilə energetikanın ekoloji problemlərinin həlli istiqamətində tədqiqat işləri yerinə yetirilmişdir.

İşdə əsas məqsəd olaraq, ətraf mühitin mühafizəsi istiqamətində energetika sistemlərinin ətraf mühitə zərərli

təsirlərinin araşdırılması, enerji istehsalı sahələrinin tullantı qazlarının, sularının və enerji daşıyıcılarının tərkib hissəsinin zərərli maddələrdən təmizlənməsinin effektiv üsullarının işlənilməsi, yeni üstün göstəricilərə malik, iqtisadi səmərəli, ekoloji təminatlı texnoloji proseslərin elmi əsaslarının inkişaf etdirilməsindən ibarətdir.

Yuxarıda qeyd olunan məqsədlərə nail olmaq üçün aşağıdakı məsələlərin həllinə baxılmışdır:

- Təbii qazın tərkib hissəsinin H₂S molekulundan təmizlənməsi;
- Mazut yanacağının kükürd birləşmələrindən təmizlənməsi;
- Tüstü qazlarının SO_x, NO_x, CO, CO₂ qazlarından təmizlənməsinin yeni üsullarının işlənilməsi;
- Atmosferin ozon qatına təsir edən amillərin təcrübi tədqiqi;
- Sənaye tullantı sularının effektiv təmizlənməsi məqsədilə yeni texnoloji proseslərin işlənilməsi;
- Elektrik qazboşalmalarının təsirləri şəraitində adsorbsiya – desorbsiya proseslərinin tədqiq edilməsi;
- Adsorbentlərin səthində reallaşan elektron – ion proseslərinin araşdırılması;
- Materiallarda elektrik yüklü vəziyyətlərin əmələ gəlməsinin qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi.

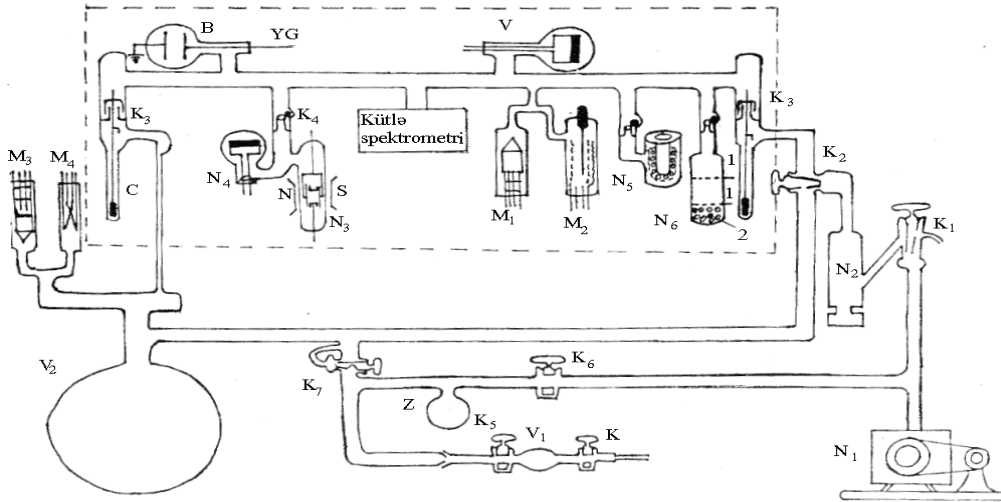
Qarşıya qoyulan məsələləri həll etmək üçün tədqiqat üsulu olaraq, əsasən, MSX-4 markalı kütlə - spektrometridən istifadə edilmişdir. Materialların elektrik yüklü vəziyyətləri və digər xassələrinin tədqiqi laboratoriyanın əməkdaşları tərəfindən işlənilmiş və hazırlanmış təcrübi qurğularda yerinə yetirilmişdir. Tədqiqatlarda yüksək təmizlik dərəcəsi əldə etmək üçün və qaz reaksiyalarını məhdudlaşdırmaq məqsədilə təcrübələr $P \sim 10^{-6} - 10^{-7}$ Pa ifrat-yüksək vakuum şəraitində yerinə yetirilmişdir. Tədqiqatlar ətraf mühitə zərərli təsir göstərən CH₄, H₂S, CO, CO₂, NO_x, SO_x və müxtəlif qaz qarışıqlarından ibarət mühitlərin atmosfer mühitindən təmizlənməsi və yaxud həmin qazların sənaye obyektləri tərəfindən atmosfərə atılmasının qarşısının alınması istiqamətində yerinə yetirilmişdir.

İşdə KCM markalı silikagel, klinoptilolit və NaX markalı seolitlərdən istifadə edərək elektrik qazboşalmalarının təsirləri şəraitində adsorbsiya–desorbsiya prosesləri tədqiq edilmişdir.

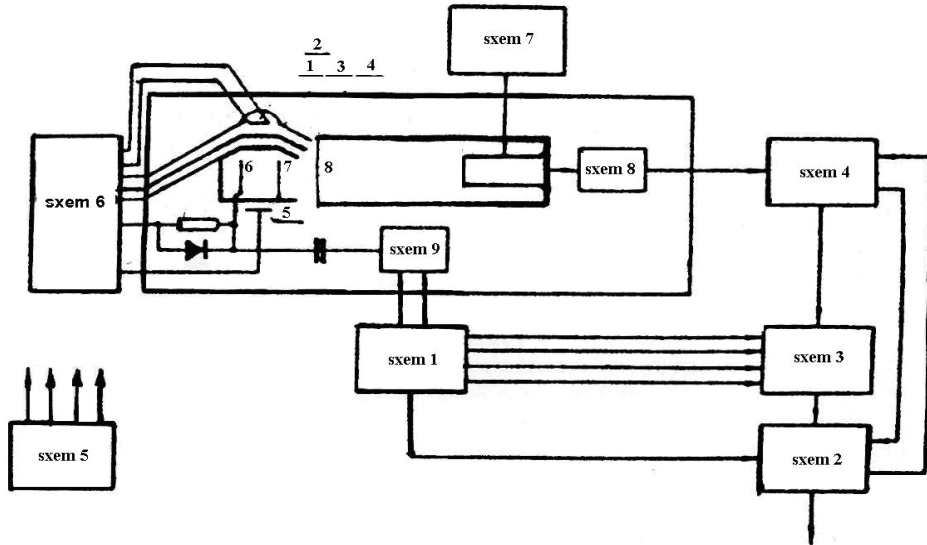
Şəkil 1-də tədqiqatlarda istifadə edilən ifrat yüksək vakuum qurğusunun sxemi təqdim edilmişdir. Qurğuda vakuum texnikasının müasir elementlərini tətbiq edərək 10^{-6} - 10^{-7} Pa tərtibində vakuum əldə etmək mümkün olmuşdur. Qurğu, bu və ya digər tətbiq edilən qazın bəsitliyini böyük dəqiqliklə təmin etməyə imkan vermişdir.

Şəkil 2-də müxtəlif kütləyə malik olan ionları dreyf məsafəsində uçuş müddətinə görə fərqləndirən MSX

markalı kütlə-spektrometrinin blok sxemi təqdim olunmuşdur. Kütlə-spektrometri ətalətsiz işləyərək, qaz tərkibində yüksək sürətli dəyişmələri qeydə alaraq, istənilən zaman kəsiyində qaz tərkibinin qeydə alınmasına imkan vermişdir. Kütlə-spektrometri $13,3$ - $13,3 \cdot 10^{-8}$ Pa təzyiqlik intervalında işləyərək 1 - 600 atom kütlə vahidlərinə malik olan ionları qeydə ala bilər.



Şəkil 1. İfrat yüksək vakuum qurğusu.



Şəkil 2. Kütlə spektrometrinin blok-sxemi.

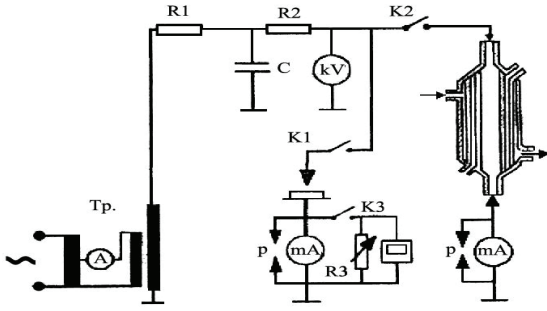
İşdə aktivləşdirici təsir olaraq yüksək gərginlikli elektrik qazboşalmalarının təsirlərindən istifadə olunmuşdur. Qazboşalmalarının müxtəlif növlərinin aktivləşdirici təsirləri tədqiq edilən məsələlərdə sınaqdan keçirilərək tac, məşəl şəkilli və arakəsməli növlərinin daha tətbiqyönümlü və effektiv təsirlərə malik olması qeydə alınmışdır. Şəkil 3 və şəkil 4-də müvafiq olaraq arakəsməli və məşəl şəkilli qazboşalmasının elektrik dövrləri təqdim olunmuşdur.

Tədqiqatların ilkin mərhələsində qazboşalmasının təsirləri vasitəsilə aktivləşdirilmiş adsorbentlərdən istifadə edərək təbii qazın tərkibinin bir sıra aşqarlardan təmizlən-

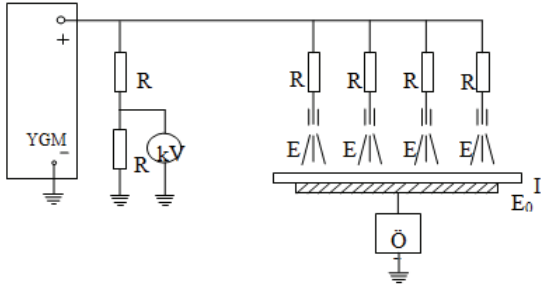
məsi prosesləri tədqiq edilərək elektroaktivasiyanın adsorbsiya prosesinin effektivliyinin nəzərə çarpacaq dərəcədə yüksəlməsinə səbəb olduğu müəyyən edilmişdir.

Əldə edilən nəticəni izah etmək məqsədilə növbəti mərhələdə elektrik qazboşalmalarının təsirlərinə məruz qalan adsorbentlər tədqiq edilərək müəyyən olunmuşdur ki, elektrik təsirləri nəticəsində adsorbentlərin səthində və həcmində elektrik yükləri toplanır və adsorbent elektrik yüklü vəziyyətə keçir. Qazboşalmalarının təsirlərinə məruz qalan adsorbentlərdən termostimullaşmış cərəyanlar qeydə alınmışdır.

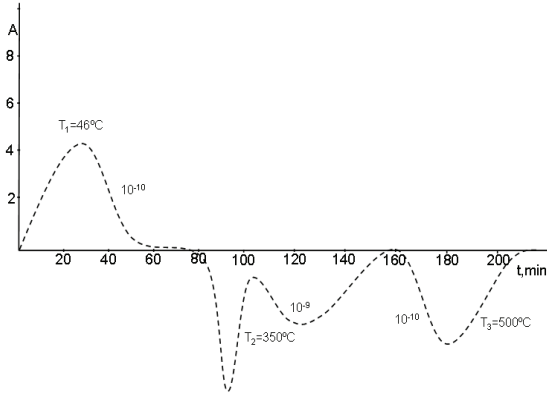
Şəkil 5-də 10 dəqiqə müddətində arakəsməli elektrik qazboşalmalarının təsirlərinə məruz qalan NaX seolitinin termostimullaşmış spektri təqdim olunmuşdur.



Şəkil 3. Arakəsməli elektrik qazboşalması sxemi. Sxemə qida mənbəyi olaraq yüksək gərginlik transformatoru, qazboşalması reaktoru (ozonator), milliampermetr, boşaldıcılar və digər müvafiq elementlər daxil edilmişdir.



Şəkil 4. Məşəl qazboşalması elektrik dövrəsi. YGM – yüksək gərginlikli qida dövrəsi; R_0, R_g – gərdinlik bölmə müqavimətləri; R_1, R_2, \dots, R_n – tormozlayıcı müqavimətlər; E_1, E_2, \dots, E_n – qazboşalması əmələ gətirən elektrodlar.



Şəkil 5. Seolit adsorbentinin termostimullaşmış cərəyan əyrisi.

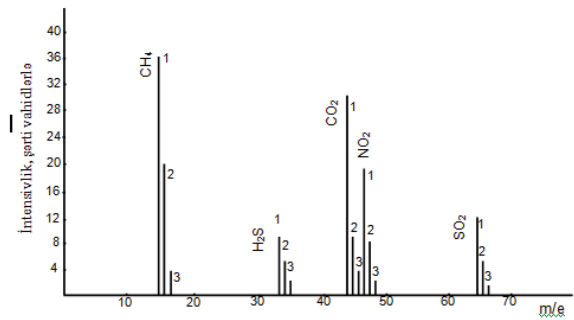
Şəkil 5-dən görüldüyü kimi spektrdə üç maksimum qeydə alınmışdır. Spektr:–alçaq temperaturlu maksimum ($\sim 46^\circ\text{C}$) və yüksək temperaturlu maksimumlarla (350°C , 500°C) xarakterizə olunur. Spektrdə birinci maksimuma müvafiq elektrik yükü $Q_1=4 \cdot 10^{-7}\text{Kl}$, ikinci maksimuma müvafiq elektrik yükü $Q_2=6 \cdot 10^{-6}\text{Kl}$ və üçüncü – $Q_3=2 \cdot 10^{-7}\text{Kl}$ təşkil edir. Qeyd etmək lazımdır ki, təcrübələrin çoxsaylı təkrarlanmasından alınan nəticələr eynilik təşkil etmişdir. Sonrakı təcrübələrdə müəyyən edilmişdir ki, qazboşalması 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 olmuşdur.

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

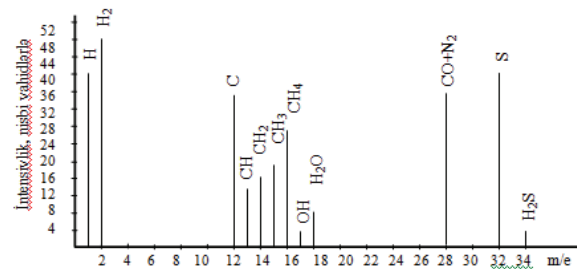
Spektrdə yüksək temperaturlu maksimumların qeydə alınması elektrik yüklərinin adsorbent həcminə müəyyən dərinliyə diffuziya etməsini təsdiq edir.

Şəkil 6-da təbii qazın H_2S , CO_2 , NO_2 və SO_2 qazlarından qazboşalmalarının təsirləri ilə aktivləşdirilmiş, adsorbentlə təmizlənməsi üzrə aparılan təcrübələrin nəticələri verilmişdir. Kütlə-spektroqramından görünür ki, qazboşalmalarının təsirləri adsorbent adına qabiliyyətinin kifayət qədər yüksəlməsinə səbəb olmuşdur.



Şəkil 6. Təbii qazın azot, kükürd, karbon dioksidlərindən və H_2S qazından təmizlənməsi prosesinin kütlə-spektroqramması. 1- İlkin qaz kütləsinin tərkibi; 2- Termoaktivləşdirilmiş adsorbentlərlə təmizlənmə; 3- Termo və elektrik təsiri ilə aktivləşdirilmiş adsorbentlərlə təmizlənmə.

Təbii qazın tərkibinin hidrogensulfiddən təmizlənməsi qaz sənayesinin mühüm məsələsi olduğundan təcrübələr CH_4 qazının H_2S qazından bəsit şəkildə təmizlənməsi tədqiq edilmişdir. Təcrübələrin nəticələri şəkil 7-də təqdim edilmişdir.



Şəkil 7. "CH₄+H₂S" qaz qarışığının tərkib dəyişikliklərini əks etdirən kütlə-spektroqramı

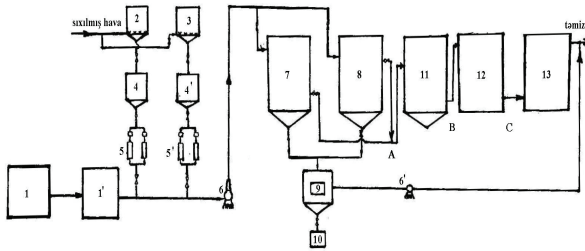
Tədqiqat işində sənaye istehsal sahələrinin tullantı sularının təmizlənməsinin tədqiqi məqsədilə texnoloji qurğu layihələndirilmiş, hazırlanmış və müxtəlif tərkibli tullantı suların təmizlənməsi prosesləri vastəsilə sınaqdan keçirilmişdir. Texnoloji qurğu mexaniki, fiziki, kimyəvi təmizləyici sistemlərdən təşkil olunmuşdur.

Şəkil 8-də qurğunun prinsipial sxemi təqdim olunmuşdur.

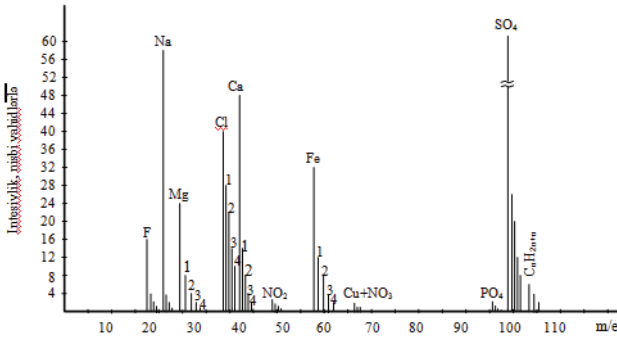
Tədqiqatlarda sənaye tullantı su nümunələri olaraq istilik elektrik stansiyasının, Mingəçevir "İzolit" şirkətinin tullantı suları və laboratoriya şəraitində hazırlanmış bu və ya digər maddələrlə aşqarlanmış sulardan istifadə olunmuşdur. Qurğunun iş prinsipi təbii çökmə, kimyəvi çökdürmə, adsorbsiya prosesi və elektrik qazboşalmalarının təsirlərinə əsaslanır.

Cədvəl 1-dən görüldüyü kimi istilik elektrik stansiyalarının tullantı sularının tərkibində müxtəlif duzlar, qələvi, turşu, metal birləşmələri, karbohidrogen tərkibli yağlar və digər qarışıqlar mövcud olur.

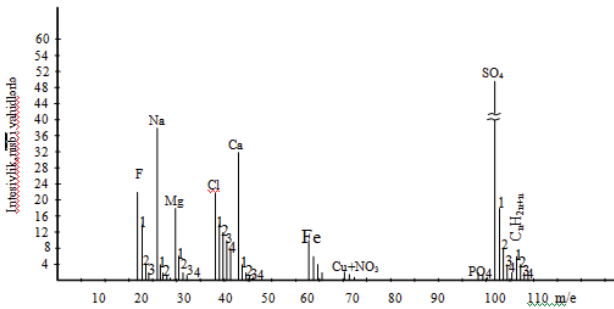
Texnoloji qurğunun A, B, C, Ç çıxışlarından qəbul olunmuş su nümunələrinin kütlə-spektrometri vasitəsilə tədqiqindən alınan nəticələr şəkil 9 və şəkil 10-də təqdim olunmuşdur.



Şəkil 8. Su təmizləyici texnoloji qurğunun blok sxemi



Şəkil 9. İstilik elektrik stansiyasının tullantı sularının təmizlənməsi üzrə nəticələr.



Şəkil 10. Mingəçevir "İzolit" zavodunun tullantı sularının təmizlənməsi üzrə nəticələri

Tədqiqatların nəticələrindən məlum olur ki, qazboşalmalarının adsorbentlərə təsiri nəticəsində adsorbentlərdə cəmlənən elektrik yükləri onlarda əlavə adsorbsiya mərkəzlərinin yaranmasına səbəb olaraq adsorbsiya proseslərinin effektivliyinin yüksəlməsi ilə nəticələnir. Digər tərəfdən qazboşalmalarının su maddəsinə təsiri nəticəsində çirkləndiricilərin dissosiasiya prosesinə uğraması, çirkləndirici maddələrin atom və molekullarının həyəcanlanması, ionlaşması onların elektrik neytral vəziyyətdən elektrik aktiv vəziyyətə gətirilməsi öz növbəsində adsorbsiya prosesinin effektivliyinin yüksəlməsinə səbəb olur.

Təmizləyici qurğuda ozon qazının təsirlərinin təbii təmizləyici qurğunun yüksək effektivliyini təmin etmiş olur. Qeyd etmək lazımdır ki, laboratoriya şəraitində hazırlanmış, müxtəlif çirkləndirici maddələri olan su nümunələrinin təbii təmizləyici qurğuda istifadə olunan kimyəvi reagentlərin və adsorbentlərin seçilməsini müəyyən etməyə imkan verir.

Tədqiqatın növbəti mərhələsində laboratoriya şəraitində tərkibində xlor, sulfat turşuları, NaOH, KOH qələviləri, xrom və Fe₂O₃ maddələri olan su nümunəsi hazırlanmış və suyun bu maddələrdən təmizlənməsi prosesi tədqiq edilmişdir.

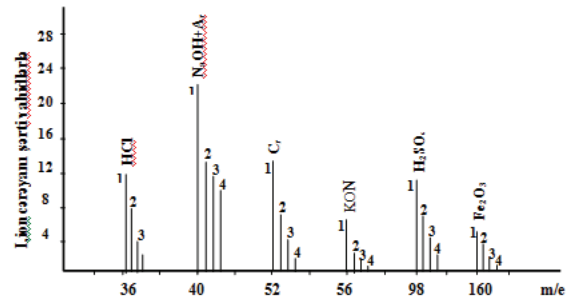
Təmizləyici qurğunun A, C, Ç hissələrindən götürülmüş suyun tərkibinin tədqiqindən alınmış nəticələr şəkil 11-də verilmiş kütlə-spektrogramında təqdim olunmuşdur.

Kütlə-spektrogramından görüldüyü kimi təbii çökdürmə və kimyəvi üsullardan sonra (A hissəsindən götürülmüş su nümunələri) suyun çirkləndiricilərdən 40-60% təmizlənməsi müşahidə olunduğu halda, qurğunun bütün hissələrinin işə salınması halında (çıxışda) su çirkləndiricilərdən tam şəkildə təmizlənməmiş olur.

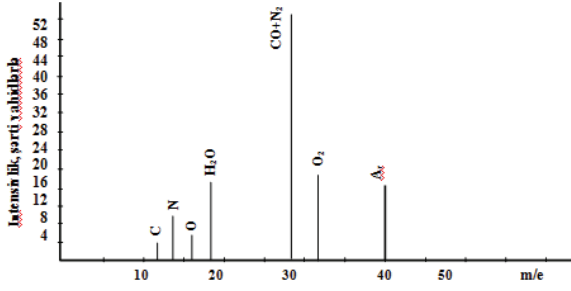
Beləliklə, işdə yerinə yetirilən çoxsaylı təcrübələr göstərmişdir ki, mürəkkəb tərkibə malik suyun təmizlənməsi, təklif olunan təmizləmə texnologiyasının imkanları daxilindədir. Nisbətən bəsit tərkibə malik suların təmizlənməsi qurğunun yalnız bu və ya digər hissəsinin işə qoşulması vasitəsilə daha sadə və iqtisadi səmərəli şəkildə aparıla bilər. Bütün hallarda təmizləmə üsulunun seçimi təcrübələrin aparılması vasitəsilə müəyyən edilməlidir.

İşdə arakəsməli elektrik qazboşalması CO qazına təsiri təcrübə olaraq tədqiq edilmişdir.

Təcrübələrdə elektrik təsir vasitəsi olaraq ozonator modelindən istifadə edilmişdir. Ozonatorun qazboşalması aralığında $P=7 \cdot 10^{-6} Pa$ qiymətində təzyiq əldə etdikdən sonra qazboşalması aralığı atmosfer təzyiqinə qədər CO qazı ilə doldurulmuşdur. Qazboşalması aralığının qaz tərkibi şəkil 12-də nümayiş etdirilən kütlə-spektrogramında verilmişdir.

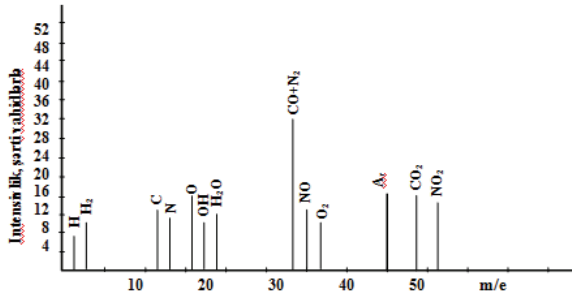


Şəkil 11. Laboratoriya şəraitində hazırlanmış müxtəlif çirkləndirici təşkilətilərə malik su nümunəsinin təmizlənməsini əks etdirən kütlə-spektrogramı
1- İlkin suyun tərkibi
2- Qurğunun A hissəsindən olan suyun tərkibi
3- Qurğunun C hissəsindən olan suyun tərkibi
4- Çıxışdan olan suyun tərkibi



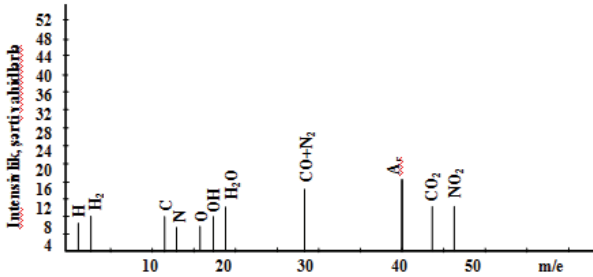
Şəkil 12. Sistemdə karbon oksidinin kütlə-spektroqramı.

Kütlə-spektroqramından görüldüyü kimi sistemdə karbon oksidindən əlavə olaraq atmosfer havasının qalıq qazlarının atom və molekullarında özünə yer almışdır. Bu mühitə arakəsməli elektrik qazboşalması vasitəsilə təsir etdikdə, qaz mühitinin tərkibində baş verən dəyişikliklər şəkil 13-də verilmiş kütlə-spektroqramında əks olunmuşdur. Spektroqramdan görüldüyü kimi qazboşalmasının təsiri nəticəsində molekulların dissosiasiyaya uğraması və qaz reaksiyalarının reallaşması nəticəsində sistemdə yeni CO₂, NO, NO₂ kimi molekulların əmələ gəlməsi və ümumiyyətlə mühitdə kəmiyyət və keyfiyyət dəyişmələri müşahidə olunur.

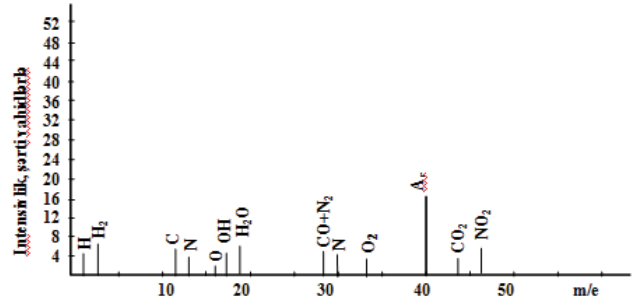


Şəkil 13. Qazboşalmanın təsiri nəticəsində qaz mühitində baş verən dəyişiklikləri əks etdirən kütlə spektroqramı.

Tədqiqatlar nəticəsində, seolit və silikagel cütliyünü adsorbsiya prosesində tətbiq etməklə atmosfer havasının CO, CO₂, NO, NO₂ qazlarından kifayət qədər effektiv təmizlənməsinə nail olunmuşdur. Elektrik qazboşalmasının parametrlərini, qazın dinamik rejimdə axın sürətini, təzyiqi və qurğunun digər parametrlərini tənzimləməklə adsorbsiya-desorbsiya proseslərini optimallaşdırmaq mümkün olmuşdur. Prosesin nəticələrini əks etdirən kütlə-spektroqramları şəkil 14 və şəkil 15-də təqdim olunmuşdur.



Şəkil 14. Atmosfer havasının CO, CO₂, NO, NO₂ qazlarından, adsorbsiya üsulu ilə təmizlənməsinin kütlə-spektroqramı



Şəkil 15. Arakəsməli elektrik qazboşalmasının təsiri şəraitində atmosfer havasının CO, CO₂, NO, NO₂ qazlarından, adsorbsiya üsulu ilə təmizlənməsinin kütlə-spektroqramı

Adsorbsiya proseslərində tətbiq olunan məsəməli adsorbentlər əsasən kimyəvi tərkibi, strukturu, müxtəlif qaz atom və molekullarına qarşı həssaslıqları, digər parametrləri və xüsusiyyətləri ilə fərqlənilir. Texnoloji proseslərdə tətbiq olunan adsorbentlərdə, prosesin məhsuldarlığından, adsorbsiya olunan qaz və ya mayenin xüsusiyyətlərindən asılı olaraq, müəyyən zamandan sonra doyma halı müşahidə olunur və bu halda adsorbenti yenidən aktivləşdirmək üçün desorbsiya prosesinin aparılması zəruriyyəti irəli gəlir. Desorbsiya prosesini xarakterizə edən əsas xüsusiyyətlər, prosesin qısa zamanda aparılması, adsorbentin əvvəlki aktiv vəziyyətə tam şəkildə qaytarılması, desorbsiya üsulunun iqtisadi səmərəliliyi və sairə bu kimi parametrlərdir.

"Adsorbsiya-desorbsiya" prosesləri sənaye tullantı suların, məişətdə istifadə olunan suların, karbohidrogen mənşəli mayelərin, yağların, təbii və digər qazların təmizlənməsi və sairə bu kimi proseslərdə geniş istifadə olunduğundan bu proseslər əsasında hazırlanmış texnologiyaların təkmilləşdirilməsi, yeni texnologiyaların işlənilməsi, proseslərin idarə olunma mexanizmlərinin müəyyənləşdirilməsi, iqtisadi səmərəliliyinin təminatı günün aktual məsələləri sırasına daxil edilir.

Müasir texnoloji proseslərdə desorbsiya prosesi adsorbentlərin təmiz su vasitəsilə yuyulması, adsorbentlərə, bu və ya digər üsulla, müvafiq yüksək temperaturların təsiri vasitəsilə yerinə yetirilir. İstifadə olunan adsorbentlərin miqdarı az olan halda, prosesin effektivliyini yüksəltmək məqsədilə temperatura təsirləri qapalı həcmələrdə vakuüm şəraitində aparılır.

Qeyd etmək lazımdır ki, yuxarıda göstərilən üsullar ümumən qəbul olunmuşdur, sənayenin tələblərinə kifayət qədər cavab verir, lakin adsorbentlərin əvvəl adsorbsiya olunmuş atom və molekullardan tam şəkildə azad olumasını təmin etmir və əksər hallarda prosesin yerinə yetirilmə müddətləri qaneədicidir.

Təqdim olunan işdə desorbsiya prosesinin, prinsip etibarlı ilə yeni texnologiyası və bu texnologiyanın tədqiqindən alınmış nəticələr verilmişdir.

Tədqiqatlarda yataqları Respublikanın ərazisində yerləşən, təbii seolit-klinoptilolitdən istifadə edilmişdir. Diametri 2-3 mm olan klinoptilolit dənələri seçilərək 400°C temperaturda 4 saat müddətində, vakuüm şəraitində regenerasiya prosesinə məruz qaldıqdan sonra həmin adsorbentlərdə, tərkibində 5% həcmi H₂S molekulu olan metan qazı atmosferində, doyma halına qədər, adsorbsiya prosesi aparılmışdır. Adsorbentin doyma halı kütlə-

spektrində H₂S molekuluna müvafiq maksimumun əmələ gəlməsilə müəyyənləşdirilmişdir. Təcrübelərdə regenerasiya qazı olaraq rütubətdən azad olmuş və 400°C temperaturada malik azot qazından istifadə olunmuşdur. Təcrübənin növbəti mərhələsində, adsorbent arakəsməli elektrik qazboşalması əmələ gətirən reaktorun qazboşalması aralı-

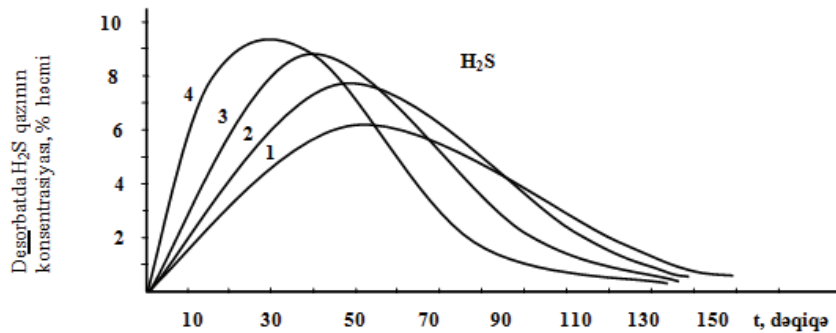
ğında yerləşdirilərək, elektrik qazboşalması təsir etmədiyi halda və qazboşalmasının elektrik sahə intensivliyinin müxtəlif qiymətlərinə uyğun təsiri olan hallarda adsorbentin regenerasiya prosesi yerinə yetirilmişdir. Regenerasiya qazının temperaturu 400°C təşkil etmişdir.

Cədvəl

Tullantı suların təmizlənməsi üzrə nəticələr

№	Su maddəsinin təşkilədiciləri	elektrik stansiyasının №1-4	"şirkətin tullantı suları"	Müxtəlif mərhələlərdə suyun təmizlənməsi №1				Müxtəlif mərhələlərdə suyun təmizlənməsi №2			
				1	2	3	4	1	2	3	4
1	kalsium, mq/l	86,2	62,5	20,4	12,6	6,3	<1	8,4	3,2	2,7	<0,2
2	maqniyum, mq/l	42	12,7	9,8	4,5	2	<0,5	4,3	1,1	0,5	<0,1
3	natrium+kaliyum, mq/l	183	52	10,6	3,2	1,4	<0,01	3,4	2,1	0,1	<0,01
4	sulfatlar, mq/l	354	158	1278	93	60	40,5	50,7	30,2	28,4	<20
5	xloridlər, mq/l	75	37	60,8	56,4	44,3	39,7	22,5	19,8	19,8	18,3
6	ammonium birləşmələri, mq/l	400	150	120	30,8	20,4	<1,0	20,8	16,3	16,0	<0,6
7	nitratlar, mq/l	1,3	1,0	0,5	0,3	0,3	<0,2	0,4	0,1	0,1	<0,1
8	Nitritlər, mq/l	0,42	0,1	0,19	0,19	0,19	<0,1	0,06	0,01	0,01	<0,01
9	ümumi qələvilik, mq/l	3,5	2,7	2,2	1,9	1,6	<1	1,4	0,8	0,3	0,1
10	ümumi codtuluq, mq ekv./l	24,2	11,8	10,8	8,2	3,2	0,23	2,9	1,4	0,8	0,16
11	neft məhsulları, mq/l	12	8	3,5	2,6	2,0	0	1,6	0,4	0,4	0
12	fosfatlar, mq/l	1÷4	0,5÷2	0,8	0,5	0,5	<0,3	0,2	0,1	0,1	0
13	fenollar, mq/l	1,2	0,8	0,58	0,42	0,3	0,001	0,23	0,1	0,1	0,001
14	asılıqan şəkilli qarışıqlar, mq/l	1,8	1,4	0,4	0,2	0,2	0	0,2	0,2	0,1	0
15	kimyəvi O ₂ -nin sərfinə görə üzvi qarışıqlar, mq/l	2.400	980	730	300	120	<20	200	75	47	<10
16	Bioloji O ₂ -nin sərfinə görə üzvi qarışıqlar, mq/l	1060	640	130	60	60	<10	50	30	22	<5
17	dəmir, mq/l	58	20,5	8,7	3,5	3,5	<1	4	2,3	1	0
18	mis, mq/l	0,8	0,3	0,2	0,1	0,1	0,01	0,1	0	0	0
19	İonların cəmi mq/l	6.150	575	2.340	650	140	0	240	62	10	0
20	quru qalıq, mq/l	6.032	486	300	240	240	86	130	70	70	30

Desorbsiya olunmuş H₂S qazının regenerasiya qazında konsentrasiyanın dəyişməsi şəkil 16-da təqdim olunmuşdur.



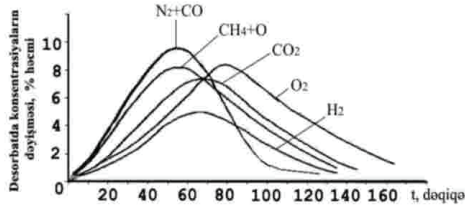
Şəkil 16. Desorbsiya olunmuş H₂S qazının regenerasiya qazında konsentrasiyanın dəyişməsi. 1.Qazboşalmasının təsir etmədiyi hal. 2. E = 40 kV/sm.3. E = 50 kV/sm. 4. E = 60 kV/sm.

Şəkil 16-da verilmiş nəticələrin araşdırılmasından məlum olur ki, elektrik qazboşalmasının gücünün yüksəlməsi desorbsiya prosesinin daha qısa zamanda və daha tam şəkildə reallaşmasına səbəb olur. Elektrik qazboşalmasının prosesə təsir etmədiyi hala müvafiq 1 və maksim-

mal güclə təsir etdiyi hala müvafiq 4 əyrilərinin müqayisəsindən məlum olur ki, elektrik qazboşalmasının təsiri desorbsiya prosesinin kinetikasına əhəmiyyətli təsir göstərərək prosesin dərinliyini 45% həcmi yüksəltdi.

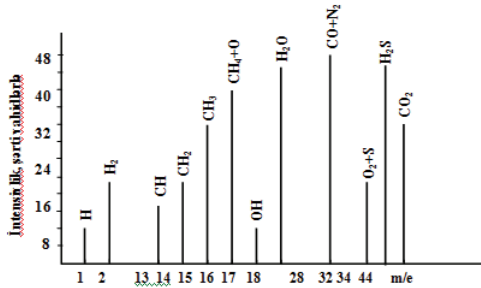
Qeyd etmək lazımdır ki, analogi nəticələr desorbsiya olunan hər bir qaz halında müşahidə edilmişdir.

Şəkil 17-də elektrik qazboşalmalarının təsiri şəraitində müxtəlif qazların desorbsiya prosesini xarakterizə edən nəticələr təqdim olunmuşdur.



Şəkil 17. Qazboşalmalarının təsiri şəraitində ($E=60kV/sm$) müxtəlif qazların desorbsiyası zamanı regenerasiya qazında konsentrasiyalarının dəyişməsi. Re generasiya qazının temperaturu, $t=400^{\circ}C$ təşkil etmişdi.

Tədqiqatlarda regenerasiya qazının tərkibinin təşkil edicilərini müəyyənləşdirmək üçün MSX-4 markalı, uçuş müddətli kütlə-spektrometrindən istifadə edilmişdir. Şəkil 18-də adsorbentdən CH_4+H_2S qaz qarışığının elektrik qazboşalmasının təsiri şəraitində desorbsiya prosesini xarakterizə edən kütlə-spektroqramı verilmişdir.



Şəkil 18. Desorbsiya prosesinin kütlə-spektroqramı ($E=60kV/sm$)

Kütlə-spektroqramından görüldüyü kimi CH_4 və H_2S qazları eyni zamanda onların təşkil ediciləri şəklində də desorbsiya prosesinə uğramış olurlar. Əlavə olaraq adsorbentdən CO , CO_2 , OH , H_2O molekullarının desorbsiyası müşahidə olunur. Desorbsiya proseslərinin tədqiqatlarına dair çoxsaylı təcrübələrdən alınmış nəticələrin araşdırılmasından məlum olur ki, elektrik qazboşalmalarının desorbsiya proseslərinə təsir mexanizmi bir proseslə məhdudlaşmayaraq aşağıda qeyd olunan bir sıra fiziki-kimyəvi proseslərlə xarakterizə olunur:

- Elektrik qazboşalmalarının adsorbentlərə təsiri nəticəsində adsorbentlərdə lokal qızma halı mümkün olur;
- Qazboşalmasının təsirləri adsorbentin məsamələrinin səthi üzrə atom və molekulların adsorbentdən kənara diffuziya prosesi sürətlənir;
- Qazboşalmalarının təsiri nəticəsində desorbant molekullarının dissosiasiyaya uğrayaraq, təşkil edici atomlara parçalanması;
- Qazboşalmalarının təsiri ilə atom və molekulların adsorbentlə hidrogen, ion, kovalent və digər əlaqələrinin qırılması: - atom və molekulların sistemdə bağlı halından həll olunmuş hala keçməsi;

- Qazboşalmalarının təsirləri nəticəsində adsorbentin səthindən ikinci növ ion emissiyası prosesinin mövcudluğu.

Beləliklə yuxarıda qeyd olunan proseslərin reallaşması son nəticədə desorbsiya prosesinin intensivliyinin yüksəlməsinə səbəb olur.

Tədqiqatların nəticələri adsorbsiya üsulu ilə karbohidrogen mənşəli qazların, mayelərin, sənaye tullantı sularının və digər istehsalat sahələrinin ekoloji problemlərinin həllində mühüm əhəmiyyət kəsb edə bilər.

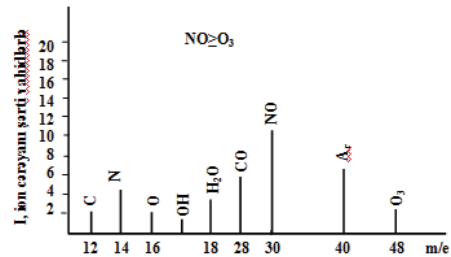
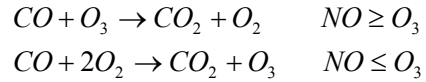
Təqdim olunan işdə ozon üzrə yüksək məhsuldarlığa malik elektron-ion texnologiyasına daxil olan ozonator qurğusu layihələndirilmiş və onun müvafiq hesabatı verilmişdir. Ozonator üzrə işlənmiş layihə və hesabat ozon qazı üzrə müxtəlif məhsuldarlığa malik ozonatorların hazırlanmasında baza sənədi kimi istifadə oluna bilər.

Dissertasiya işində atmosferin ozon qatına təsir edən amillərin təcrübi tədqiqatları yerinə yetirilmişdir. Bu məqsədlə CO mühitində NO qazının konsentrasiyasından asılı olaraq O_3 molekulun miqdarının dəyişməsi tədqiq edilmişdir.

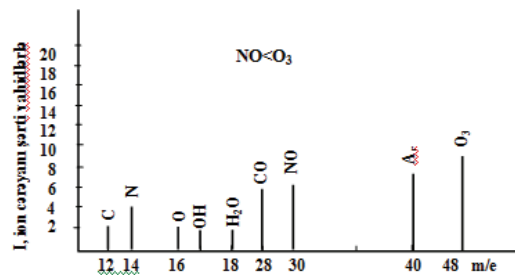
Tədqiqatların nəticələri şəkil 19 və şəkil 20-də təqdim olunmuşdur.

Tədqiqatlarda müəyyən edilmişdir ki, NO qazının konsentrasiyası O_3 qazının konsentrasiyasından çox olduqda CO qazı O_3 molekulunu parçalayaraq sistemdə ozon qazının miqdarını kəskin olaraq azaldır, NO qazının konsentrasiyası O_3 qazının konsentrasiyasından az olduqda isə CO qazı sistemdə əlavə ozon molekulasının yaranmasına səbəb olur şəkil 20.

Bu halda sistemdə reallaşan kimyəvi qaz rəaksiyalarının son nəticəsi aşağıdakı kimi ifadə olunur:



Şəkil 19. Sistemdə $NO \geq O_3$ şərti daxilində qaz mühitinin tərkibini əks etdirən kütlə spektri.



Şəkil 20. Sistemdə $NO < O_3$ şərti daxilində qaz mühitinin tərkibini əks etdirən kütlə spektri

Beləliklə tədqiqatların nəticələri əsasında atmosferdə ozon qazının miqdarının dəyişməsinə həlledici əhəmiyyət kəsb edən enerji sistemlərinin ətraf mühitə tullantı qazlarının təsirlərinin müəyyənləşdirilməsinə nail olunmuşdur.

İstilik elektrik stansiyalarında, istilik mərkəzlərində və digər müvafiq sənaye və kommunal-məişət təsərrüfatlarında istifadə olunan odluq qurğularının effektivliyini, faydalı iş əmsalını və yanma prosesinin ekoloji tələblərini təmin etmək məqsədilə hazırda müxtəlif imkanlardan istifadə olunur.

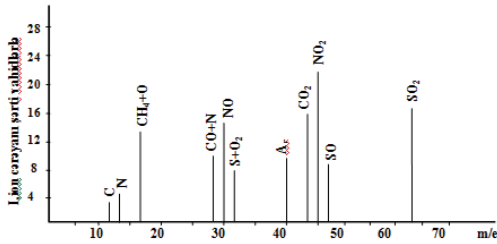
İşdə maye və qaz yanacaqdan istifadə olunan odluq qurğularında yanma prosesinə qazboşalması vasitəsilə təsir edərək, yanma prosesinin tüstü qazlarının effektiv təmizlənməsinə baxılmışdır.

Odluq qurğusunda yanma prosesinin ekoloji problemlərinin həlli ilə əlaqədar olaraq təcrübələr aşağıdakı hallarda yerinə yetirilmişdir:

- Odluq qurğusuna verilən atmosfer havasına yanmadan əvvəl məşəl şəkilli elektrik qazboşalması vasitəsilə təsir göstərərək;
- Yanmada istifadə edilən hava-təbii qaz yanacağına qazboşalması vasitəsilə təsir göstərilən və eyni zamanda alova elektrik sahəsi ilə təsir göstərilən hal;

Yuxarıda qeyd olunan variantlar üzrə təcrübələr yerinə yetirilərkən tüstü qazlarının tərkibinə kütlə-spektrometri vasitəsilə nəzarət edilmişdir.

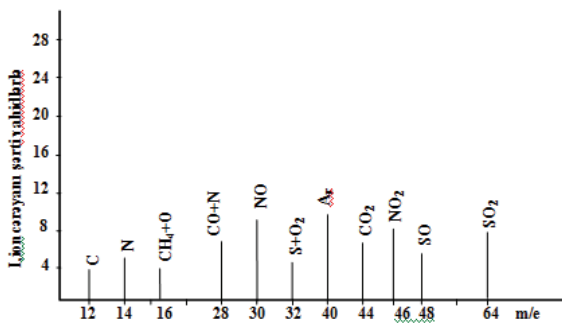
Təbii qaz-hava yanacağından istifadə edərək, elektrik təsirləri edilmədən yanma prosesinin tüstü qazlarının tərkibini əks etdirən kütlə-spektrogramı şəkil 21-də verilmişdir.



Şəkil 21. Yanma prosesinin tüstü qazlarının kütlə-spektrogramı

Şəkiləndə görüldüyü kimi tüstü qazlarının tərkibində ətraf mühitə zərərli təsir göstərən qazlar müşahidə olunur.

Təcrübələrin növbəti mərhələsi odluq qurğusuna verilən havanın yanmadan əvvəl məşəl şəkilli qazboşalması vasitəsilə təsir göstərərək davam etdirilmişdir. Şəkil 22-də təcrübədən qeydə alınmış kütlə-spektrogramı verilmişdir.

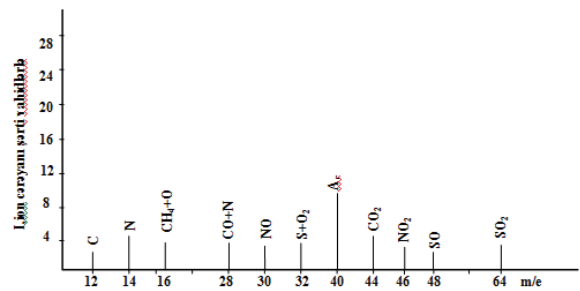


Şəkil 22. Odluq qurğusuna ionlaşmış hava verildikdə qazların kütlə-spektrogramı.

Şəkiləndə görüldüyü kimi odluq qurğusuna ionlaşmış hava daxil edildikdə tüstü qazlarında CH₄-metan qazının miqdarı kəskin azalır ki, bu da yanacağın effektiv yanmasını təsdiq etməklə eyni zamanda metan qazının atmosferdə digər qazlarla reaksiyaya girərək ekoloji duruma zərər gətirməsinin qarşısını alır. Spektrogramda digər zərərli qazların da miqdarının azalması müşahidə olunur.

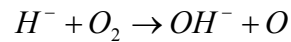
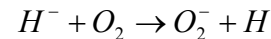
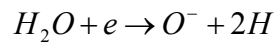
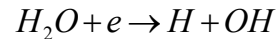
Təcrübələrdə yanma prosesində istifadə edilən atmosfer havası təbii qaz yanacağına qazboşalması vasitəsilə təsir etdikdə və eyni zamanda alovun özünə elektrik sahəsi ilə təsir edilən hallarda tədqiqatlar yerinə yetirilmişdir. Bu halda elektrik təsirlərinin yanma prosesinin effektivliyinin yüksəlməsini və ekoloji duruma mənfi təsir göstərən amillərin azalmasını təsdiq edən nəticələr müşahidə olunmuşdur.

Bu tədqiqatların nəticələri şəkil 23-də verilmiş kütlə-spektrogramında təqdim olunmuşdur.



Şəkil 23. Yanacağı məşəlqazboşalması vasitəsilə və alova elektrik sahəsi ilə təsir edildikdə çıxışdakı qaz tərkibini əks etdirən kütlə-spektrogramı.

Qazboşalmasının yanacağı və elektrik sahəsinin alova təsirləri halında, yanacağın tam yanmasına səbəb, su buxarlarının dissosiasiyası nəticəsində yanmanın əlavə aktiv mərkəzlərinin əmələ gəlməsidir. Su buxarının dissosiasiyası elektrik sahəsinin, elektronların və temperaturun eyni zamanda təsiri ilə reallaşır. Kütlə-spektrogramlarının araşdırılmasından elektrik təsirləri nəticəsində aşağıdakı reaksiyaların mümkünlüyü məlum olur;



Həcmdə H, O, OH kimi yanmanın aktiv mərkəzlərinin yaranması sonradan yanma prosesinin zəncirvari reaksiyasının gedişini və həcmi təmin etmiş olur. Eyni zamanda tüstü qazlarının tərkibində mövcud olan NO qazının konsentrasiyasının azalması atmosferdə əlavə ozon (O₃) qazının əmələ gəlməsinə səbəb olur ki, bu da öz növbəsində atmosferdə ozon qatının güclənməsinə gətirir.

Qazboşalmalarının yanma prosesinə təsirləri nəticəsində tüstü qazlarının tərkibində OH və HO₂-nin radikalalarının əmələ gəlməsi, tərkibdə katalizator əhəmiyyəti daşıyaraq tüstü qazlarının tərkibində mövcud olan sulfidlərin oksidləşməsinə səbəb olur və bununla da qazların zərərli sulfid birləşmələrindən təmizlənməsini təmin etmiş olur. Bu üsulla atmosferdə turşu tərkibli yağıntıları

zəiflətməyə nail olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, qazboşalmalarının təsirləri nəticəsində atmosferdə CH₄ və CO qazlarının konsentrasiyasının azalması eyni zamanda bu qazların mövcudluğu şəraitində gedən reaksiyalarda atmosferdə OH radikallarının azalmasının da qarşısı alınır.

Qeyd etmək lazımdır ki, günəşin ultrabənövşəyi şüalarının təsirləri şəraitində müxtəlif sənaye sahələrinin üstü qazlarının müxtəlifliyi atmosferdə müxtəlif konsentrasiyalara malik qaz tərkibi yaradır ki, bu da öz növbəsində konversiya mexanizmi vasitəsilə reallaşan sürətli qaz reaksiyalarına səbəb olur. Nəticədə atmosferdə müxtəlif tərkibli zərərli birləşmələr müşahidə olunur ki, bu da ekoloji durumun tənzimlənməsində yeni effektiv üsulların işlənməsini, kompleks tədbirlərin tətbiq olunmasını tələb edir.

Beləliklə tədqiqatların nəticələri əsasında təsdiq olunur ki, məşəl şəkilli elektrik qazboşalmasının təsirlərindən istifadə edərək odluq qurğularında yanma prosesinin effektivliyini yüksəltməklə yanaşı eyni zamanda odluq qurğularının ekoloji təminatlı istismarını həyata keçirmək olar. Yanacaqın və üstü qazlarının qaz tərkibindən asılı olaraq elektrik qazboşalmasının bu və ya digər təsir halını tətbiq etmək olar.

Tədqiqatların nəticələri Neft-qaz, neft kimyası, energetika, su hazırlığı təsərrüfatı və digər müvafiq sənaye sahələri üçün əhəmiyyət kəsb edir.

-
- [1] *K.M. Abdullayev, R.K. Məmmədov, Y.İ. Lətifov.* Enerji ehtiyatları. Elektrik enerjisi istehsalı və ətraf mühit, II cild. Bakı, "Zaman-3", 2007.
- [2] *H.Ф. Еланский, О.И. Смирнова.* Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 1997. Т. 33. №5. с.597-611.
- [3] *Е.А. Кадышевич, Н.Ф.Еланский.* Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 1993. Т. 29 №3. с.346-352
- [4] *И.К. Ларин.* Изв. РАН. Энергетика. 1996, №6. с.24
- [5] *А.Н.Ермаков, Г.А.Поскребышев, А.П.Пурмаль.* Изв. РАН. Энергетика. 1996. №6. с.30-40.
- [6] *Ю.А. Израэль, И.М. Назаров, А.Я. Пресман и др.* Кислотные дожди. Ленинград: // Гидрометеоиздат, 1983, с.206.
- [7] *И.К. Ларин, А.А. Угаров.* Климатический прогноз на 2000-2010 годы и роль атмосферных химических процессов I. Оценка возможного глобального потепления в XXI веке. Химическая физика. 2002

А.М. Гашимов, К.В. Курбанов, Г.Дж. Гусейнов

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В настоящей работе приведены результаты исследования процессов очистки природного газа и жидкостей углеводородной природы употребляющихся в качестве горючего материала в производстве электроэнергии. В этой связи рассмотрены следующие вопросы: активация и модифицирование поверхности адсорбентов различными воздействиями, в частности с помощью электрического разряда; управление сорбционными процессами; интенсификация процессов очистки газов и жидкостей; активация реагентов; изучение адсорбционных и десорбционных процессов происходящих в условиях воздействия электрических разрядов.

A.M. Gashimov, K.B. Kurbanov, G.J. Guseynov

ELECTROPHYSICAL PROCESSES IN ECOLOGICAL PROBLEM SOLUTION OF POWER SYSTEMS

The investigation results of purification processes of natural gas and hydrocarbon nature liquids, which are used in the capacity of combustible material in the power generation, are given in the present work. According to this fact the following questions: activation and modification of adsorbent surfaces by different influences, in particular, by electric charge; the control of sorption processes; intensification of gas and liquid process purification; reagent activation; study of adsorption and desorption processes taking place in the conditions of electric charge influence, are considered.

Qəbul olunma tarixi: 04.05.2011

TƏMƏL PRİNSİPLƏRDƏN β -GaS KRİSTALI ÜÇÜN HAL TƏNLIYI PARAMETRLƏRİNİN TƏYİNİ

Z.A. CAHANGİRLİ*, H.S. ORUCOV, N.T. MƏMMƏDOV

AMEA akademik H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu, Az-1143, Bakı, H.Cavid prospekti, 33.

e-mail: cahanzakir@yahoo.com

Təməl prinsiplərdən ABINIT proqramlar paketi və LAPW metodu istifadə olunmaqla tam enerjinin minimuma gətirilməsi yolu ilə β -GaS laylı yarımkəçirici üçün kristal quruluşu optimizasiya olunmuşdur. Bu kristalın Murnaghan və Birch-Murnaghan hal tənliklərinin bütün parametrləri təyin edilmişdir. Hesablamadan alınmış və Murnaghan hal tənliyinə görə təyin edilmiş qiymətlər əsasında tam enerjinin həcmdən asılılığı əyrisi qurulmuşdur.

Açar sözlər: ABINIT, LAPW, Murnaghan, Birch-Murnaghan hal tənlikləri
UOT: 6166 Dk; 6320 Dj

Fonon spektrləri kristalların strukturları, faza keçidləri zamanı struktur dəyişmələri və atomlararası qarşılıqlı təsir haqqında infomasiya daşdığından onların eksperimental və nəzəri tədqiqi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Qeyd etmək lazımdır ki, ion və qəfəs relaksasiyasının dəqiq təyin edilməsi qəfəs dinamikasının korrekt hesablanması üçün vacibdir. Kristalda kimyəvi rəbitənin, elektron və fonon strukturlarının müfəssəl tədqiqi üçün kristal qəfəsin parametrlərinin – qəfəs sabitlərinin və elementar qəfəsdə atomların koordinatlarının optimallaşdırılmış qiymətini hesablamaq aktual məsələdir.

Təqdim olunan məqalədə əvvəlcə WIEN2k proqramlar paketi [1] ilə LAPW metodu [2] tətbiq olunmaqla β -GaS laylı birləşməsi üçün təməl prinsiplərdən tam enerjinin minimuma gətirilməsi yolu ilə kristalın tarazlıq halı hesablanaraq quruluş parametrləri təyin edilmiş (bax, cədvəl II.3.), sonra Murnaghan [3] və Birch-Murnaghan [4] hal tənliklərinin parametrləri (həcmi deformasiya modulu - B_0 , onun təzyiqlə görə birinci tərtib törəməsi B'_0) təyin edilmişdir. Qəfəs parametrlərinin optimizasiyası həmçinin ABINIT proqramlar paketi [5,6] vasitəsilə normanı qoruyan Hartwigsen-Goedecker-Hutter (HGH [7] və Troullier-Martins (TM) [8] ion psevdopotensiallarından istifadə olunmaqla Funksional Sıxlıq Həyəcanlaşma Nəzəriyyəsinin [9] Lokal Sıxlıq Yaxınlaşmasında [10] yerinə yetirilmişdir. Korelyasiya effektləri Ceperley-Alder-Perdew-Zunger [11] sxemi üzrə nəzərə alınmışdır. Dalğa funksiyalarının ayrılışında enerjiləri 40 Ha-ni aşmayan müstəvi dalğalardan istifadə olunmuşdur. Brilluen zonası üzrə inteqrallama $8 \times 8 \times 4$ bölgülərlə Monkhorst-Pack sxem ilə aparılmışdır. Tarazlıq strukturu qəfəs parametrlərinə nəzərən tam enerjinin, atom koordinatları isə Helmann-Feynman qüvvələrinin minimizasiyası vasitəsilə təyin edilmişdir. Minimizasiya prosesi qüvvələrin modulunun $|\vec{F}| < 10^{-7}$ Ha/Bohr şərtini ödənməsinə qədər davam etmişdir. Kristal qəfəsin parametrləri təyin edilərkən elementar qəfəsin həcmnin dəyişməsi $\pm 8\%$ təşkil etmişdir.

β -GaS yarımkəçirici kristalı S-Ga-Ga-S ardıcılığı ilə düzülmüş bir-birilə zəif əlaqədə olan dörd atom müstəvilərindən ibarətdir [12]. Lay daxilində hər bir metal atomu üç halkogen və bir metal atomları ilə tetraedrik əhatə olunmuşdur və onlarla ion-kovalent kimyəvi rəbitəsi əmələ gətirir. β -GaS monokristalı qrup simmetriyası D_{6h}^4 olan heksaqonal struktura malikdir. Elementar qəfəs hər

biri iki formula vahidindən təşkil olunmuş iki laydan ibarətdir. İnversiya əməliyyatı layın birini digərinə keçirir. Atomlar standart 4(f) Uaykopf vəziyyətində yerləşir.

Məlumdur ki, kristala xaricdən hər hansı bir qüvvə ilə təzyiqlə göstərildikdə o deformasiyaya uğrayır. Bu zaman onun qəfəs parametrləri, atom koordinatları və uyğun olaraq elektron buludunun paylanması dəyişikliyə uğrayır. Deformasiyaların böyük qiymətlərində kristalın tarazlıq halını almaq üçün ionların və həmçinin elektron buludunun yenidən paylanmasını hesablamalarda nəzərə almaq lazım gəlir. Ona görə təzyiqlə (deformasiyanın) verilmiş qiymətində bu parametrlərin təyin edilməsi aktual məsələdir.

Tam enerjinin həcmə görə (sabit entropiyada) törəməsi vasitəsilə təzyiqlə

$$P = - \left(\frac{\partial E}{\partial V} \right)_S \quad (1)$$

təzyiqlə həcmə görə (sabit temperaturda) törəməsi vasitəsilə isə həcmi deformasiya modulunu təyin edək,

$$B = -V \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_T \quad (2)$$

Həcmi deformasiya modulunun təzyiqlə görə törəməsi

$$B' = \left(\frac{\partial B}{\partial P} \right)_T \quad (3)$$

təzyiqlə kiçik dəyişməsinə görə təyin edilir. Əgər $B' = B'_0$ olduğunu qəbul etsək, onda $B = B_0 + B'_0 P$ olacaq, burada B_0 $P=0$ qiymətində həcmi deformasiya modulunun qiymətidir. Beləliklə, həcmnin dəyişməsinə təzyiqlə dəyişməsilə aşağıdakı şəkildə ifadə etmək olar:

$$\frac{dV}{V} = - \frac{dP}{B_0 + B'_0 P} \quad (4)$$

(4) ifadəsini inteqrallasaq nəticədə alarıq:

$$P(V) = \frac{B_0}{B'_0} \left(\left(\frac{V_0}{V} \right)^{B'_0} - 1 \right) \quad (5)$$

Bu ifadədən isə

$$V(P) = V_0 \left(1 + B'_0 \frac{P}{B_0} \right)^{-1/B'_0} \quad (6)$$

tapırıq, burada V_0 - kristalın elementar özəyinin tarazlıq həcmidir.

Məlumdur ki, kristal üçün tam enerjinin həcmdən

$$E(V) = E_0 + \left[\frac{B_0 V}{B'_0} \left(\frac{V_0/V}{B'_0 - 1} + 1 \right) - \frac{B_0 V}{B'_0 - 1} \right] \frac{1}{14703.6}, \quad (7)$$

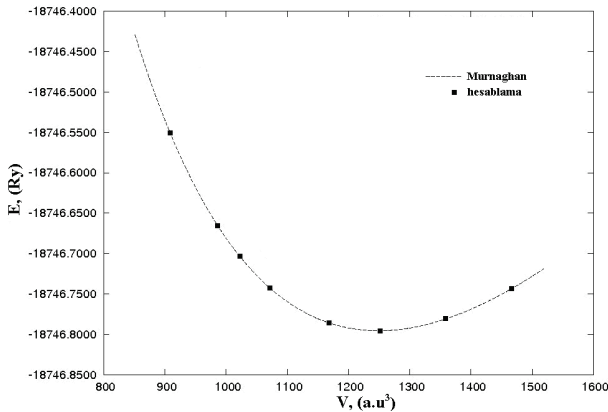
Birch-Murnaghan hal tənliyi [4] isə

$$E(V) = E_0 + \frac{9 \cdot V_0 B_0}{16} \left\{ \left[\left(\frac{V_0}{V} \right)^{\frac{2}{3}} - 1 \right]^3 B'_0 + \left[\left(\frac{V_0}{V} \right)^{\frac{2}{3}} - 1 \right]^2 \left[6 - 4 \left(\frac{V_0}{V} \right)^{\frac{2}{3}} \right] \right\} \frac{1}{147036} \quad (8)$$

şəklində ifadə olunur. Təzyiğin həcmdən asılılığı:

$$P(V) = \frac{3B_0}{2} \left[\left(\frac{V_0}{V} \right)^{\frac{7}{3}} - \left(\frac{V_0}{V} \right)^{\frac{5}{3}} \right] \left\{ 1 + \frac{3}{4} (B'_0 - 4) \left[\left(\frac{V_0}{V} \right)^{\frac{2}{3}} - 1 \right] \right\} \quad (9)$$

Şəkil 1.-də laylı kristalı üçün LAPW metodu ilə hesablamalardan alınmış və Murnaghan hal tənliyinə görə təyin edilmiş tam enerjinin həcmdən asılılıq qrafiki verilmişdir.



Şəkil 1. β -GaS üçün tam enerjinin həcmdən asılılığı.

Şəkildən görüldüyü kimi hesablamalardan alınmış və həm Murnaghan, həm də Birch-Murnaghan hal tənliyinə görə təyin edilmiş tam enerjinin həcmdən asılılıq əyriyələri böyük dəqiqliklə üst-üstə düşür.

Cədvəl 1.-də Hellman-Feynman qüvvələrinin minimizasiyası vasitəsi ilə kristalın daxili vəziyyətini təyin edən parametrləri relaksasiya edərək hesablanmış tam enerjinin elementar özəyinin həcmindən asılılığına görə, habelə Murnaghan və Birch-Murnaghan hal tənliklərini fiksasiya etməklə hesablanmış V_0 , B_0 və B'_0 parametrləri verilmişdir. Elementar qəfəsdə atom koordinatlarının və kristal qəfəsin parametrlərinin hesablanmış qiymətləri

(cədvəl 2.) ədəbiyyatda verilən [12] qiymətlərlə yaxşı uzlaşır. Qeyd etmək lazımdır ki, alınan nəticələr gələcəkdə β -GaS kristalının fonon spektrinin hesablanması, deformasiyanın elektron və optik xassələrə təsirinin tədqiq olunmasında istifadə oluna bilər.

Cədvəl 1.

β -GaS üçün Murnaghan və Birch-Murnaghan hal tənliklərini ödəyən parametrlər.

Parametr	β -GaS	
	Murnaghan	Birch-Murnaghan
V_0 (a.u.)	1249.0274	1247.7238
E_0 (Ry)	-18746.795672	-18746.795810
B_0 (GPa)	50.1190	50.7100
B'_0	3.0121	3.2547

Cədvəl 2.

β -GaS -in ABINIT və LAPW metodları ilə hesablanmış qəfəs parametrləri

Qəfəs parametrləri	LAPW	ABINIT		Eksp. [12]
		HGH	TM	
a, Å	3.463	3.485	3.425	3.587
c, Å	15.254	15.261	15.155	15.492
z (Ga)	0.172	0.172	0.172	0.171
z (S)	0.6028	0.6023	0.6031	0.6016

- [1] K. Schwarz, P. Blaha, G.K.H Madsen. Computer Physics Communications, 2002, v.147, p.71-76.
 [2] K. Schwarz. and P. Blaha. Quantum Mechanical Computations at the Atomic Scale for Material

Sciences. WCCM V, Vienna, Austria, July 7-12, 2002, ISBN 3-9501554-0-6.

- [3] F.D. Murnaghan. The Compressibility of Media under Extreme Pressures. Proceedings of the

- National Academy of Sciences, 1944, v.30, p.244-247.
- [4] *F. Birch*. Physical Review, 1947, v.71, p.809-824.
- [5] *X. Gonze, J.M. Beuken, R. Caracas et al.* Comput. Mater. Sci., 2002, v.25, p.478-492.
- [6] The ABINIT code is a common project of the Universite Catholique de Louvain, Corning Incorporated, and other contributors (<http://www.abinit.org>).
- [7] *C. Hartwigsen, S. Goedecker, and J. Hutter*. Phys. Rev. B, 1998, v.58, N7, p.3641-3662.
- [8] *N. Troullier and J. Martins*. Phys. Rev. B, 1991, v.43, p.1993-2006.
- [9] *P. Hohenberg, W. Kohn*. Phys. Rev., 1964, v.136, p.B864-B871.
- [10] *W. Kohn W. and L. Sham*. Phys. Rev., 1965, v.140, p.A1133-A1138.
- [11] *J.Perdew and A. Zunger*. Phys. Rev. B, 1981, v.23, p.5048-5078.
- [12] *T.J. Wieting, J.L. Verble*. Phys.Rev. B, 1972, 5, p.1473

З.А. Джахангирли, Г.С. Оруджев, Н.Т. Мамедов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЙ β -GaS ИЗ ПЕРВЫХ ПРИНЦИПОВ

Используя расчеты из первых принципов в рамках пакет-программ ABINIT и LAPW, минимизацией полной энергии, оптимизирована кристаллическая структура слоистого полупроводника β -GaS. Определены все параметры уравнений Мурнагана и Бирч-Мурнагана, описывающих равновесное состояние этой кристаллической структуры. На основе данных, полученных из расчетов и из уравнения состояния Мурнагана, построен график зависимости полной энергии от объема.

Z.A. Jahangirli, H.S. Orudzhov, N.T. Mamedov

CALCULATION OF THE EQUATION OF STATES OF THE β -GaS FROM FIRST PRINCIPLES

Minimizing total energy, the crystal structure of layered semiconductor β -GaS was optimized using first principle calculations within ABINIT and LAPW program packages. All parameters of Murnaghan and Birch-Murnaghan equations defining the equilibrium state of the crystal structures are determined. Using results received from calculations and from the equation of states of Murnaghan, the dependence of total energy from volume is drawn.

Qəbul olunma tarixi: 04.05.2011

Rb_{0,95}Cs_{0,05}NO₃ MONOKRİSTALINDA III→II POLİMORF ÇEVRİLMƏNİN KİNETİKASI

V.İ. NƏSİROV, A.F. HƏZİYEVƏ, Y.Q. ƏSƏDOV, R.C. ALİYEVƏ

Azərbaycan MEA akademik H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu, Az-1143, Bakı, H.Cavid prospekti, 33

Optik mikroskopiya üsulu ilə Rb_{0,95}Cs_{0,05}NO₃ monokristallarında III→II polimorf çevrilmənin kinetikası tədqiq olunaraq II modifikasiya kristalının böyümə sürətinin temperaturdan $v = (-0,375\Delta T + 0,465\Delta T^2 - 0,0019\Delta T^3) \cdot 10^{-2}$ sm/san funksional asılılığı müəyyən olunmuşdur. Alınan nəticələr əsasında III→II çevrilmənin aktivləşmə enerjisi hesablanaraq $E_{III \rightarrow II} = 124,7$ kC/mol alınmışdır.

Açar sözlər: polimorf çevrilmə, modifikasiya, morfologiya
UOT: 544 344

Məlumdur ki, otaq temperaturundan ərimə temperaturuna kimi ($T_{er} = 587$ K) rubidium nitratda dörd polimorf modifikasiya mövcuddur. Otaq temperaturunda IV modifikasiya kristalı P31 simmetriyalı romboedrik qəfəsə malik olub, qəfəs parametrləri $a = 10,48$ Å, $c = 7,45$ Å [1]-dir. $T > 437$ K temperaturda romboedrik IV-modifikasiya $Pm\bar{3}m$ simmetriyalı, $a = 4,35$ Å parametrlı kubik modifikasiyaya [2], $T > 492$ K temperaturda həmin kubik modifikasiya $Pm\bar{3}m$ simmetriyalı $a = 5,48$ Å, $c = 10,71$ Å parametrlı romboedrik modifikasiyaya [3] və nəhayət $T > 546$ K temperaturda bu romboedrik modifikasiya da öz növbəsində $Fm\bar{3}m$ simmetriyalı və $a = 7,32$ Å parametrlı kubik modifikasiyaya çevrilir [4]. Rubidium nitratda baş verən bu çevrilmələr enantiotropdur. Başqa sözlə desək, nümunə soyudularkən həmin ardıcılıqla əks çevrilmələr baş verir.

Seziyum nitratda isə otaq temperaturundan ərimə temperaturuna kimi ($T_{er} = 687$ K) iki polimorf modifikasiya mövcuddur. Otaq temperaturunda o, P3/m (II modifikasiya) simmetriyalı, $a = 10,87$ Å, $b = 7,76$ Å parametrlı rombik psevdotriqonal qəfəsdə kristallaşır [5]. $T > 434$ K temperaturda bu qəfəs Pa3 simmetriyalı, $a = 8,98$ Å parametrlı kub qəfəsə (I modifikasiya) çevrilir [6]. Bu maddədə də baş verən polimorf çevrilmə enantiotropdur.

[7,8]-də rubidium və seziyum nitrat kristallarında polimorf çevrilmələr zamanı kristal böyümələrinin morfologiyası tədqiq olunmuş, təcrübələr nəticəsində həmin kristallarda yeni x-modifikasiyanın mövcudluğu müəyyən edilmişdir. Eyni zamanda rubidium və seziyum nitrat kristallarında polimorf çevrilmələrin mexanizminin ümumi qanunauyğunluqlara malik olduğu müəyyən olunmuşdur.

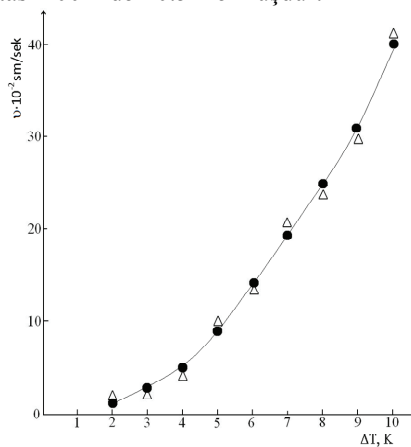
[9]-a görə kifayət qədər yüksək təzyiqlərdə rubidium nitratın yüksək temperaturu II və I modifikasiyaları sıradan çıxır və yüksək temperatur modifikasiyası kimi kristalda III modifikasiya qalır. [10]-a görə isə seziyum nitratın rubidium nitratdakı bərk məhlulunda seziyum duzlarının ~25mol% konsentrasiyasında da I və II modifikasiyalar aradan çıxır.

Molekulyar-dinamik modelləşdirmə ilə rubidium və seziyum nitrat kristallarında quruluş faza çevrilmələri tədqiq olunmuş [11], RbNO₃-CsNO₃ sisteminin faza diaqramı qurulmuş [12], habelə rubidium nitratda IV↔III↔II↔I polimorf çevrilmələri zamanı qarşılıqlı çevrilən modifikasiyalar arasında kristalloqrafik istiqamət əlaqələri araşdırılmışdır [13].

Təqdim olunan bu iş seziyum nitratın rubidium nitratda bərk məhlullarında polimorf çevrilmələrin mexaniz-

minin tədqiqinə həsr olunmuş tədqiqat işlərinin davamı olub [14-15], işdə Rb_{0,95}Cs_{0,05}NO₃ monokristallarında III→II polimorf çevrilmənin kinetikasının tədqiqinin nəticələri verilmişdir.

Təcrübələr [16]-da verilən metodika üzrə aparılmış, III→II çevrilməsi zamanı II-modifikasiya kristalın böyümə sürəti temperaturdan asılı olaraq böyüyən kristalın eyni (hkl) üzündə ölçülmüşdür. Təcrübələr zamanı ölçüləri 1x0.5x15mm olan nümunələrdən istifadə olunmuş, ölçmələr müxtəlif temperaturalarda kristalın seçilmiş müxtəlif hissələrində aparılmışdır. Kristal istilik izolyatoru vasitəsilə örtülərək ölçmələr zamanı temperatur sabit saxlanılmışdır. Nümunənin temperatur zamanı temperatur sabit saxlanılan termocüt vasitəsilə ölçülmüşdür. Temperatur ölçmələrinin xətası 100K-də ~0.5K olmuşdur.



●-empirik
△- eksperimental
Şəkil 1.

Təcrübə zamanı okulyar toru vasitəsilə kristalda 1mm uzunluqlu hissə ayrılaraq və temperatur $T_1 = T_0 + \Delta T_1$ -ə qaldırılmışdır. Burada T_0 - II və III modifikasiya kristalları arasında tarazlıq temperaturu, ΔT_1 isə temperatur yubanmasıdır. Rb_{0,95}Cs_{0,05}NO₃ kristallar üçün II və III modifikasiyalar arasında tarazlıq temperaturu $T_0 = 550 \pm 1$ K-dir. Kristalda III→II çevrilməsinə sürəti ölçüldükdən sonra temperaturu $T_2 = T_0 + \Delta T_2$ -yə qaldırılmışdır, haradakı $\Delta T_2 > \Delta T_1$ -dir. Yenidən III→II çevrilmənin sürəti ölçülmüş və bu qaydada proses davam etdirilmişdir. Beləliklə, ardıcıl olaraq kristalın eyni üzünün böyümə sürətini temperaturdan asılı olaraq ölçülmüşdür. Dörd kristalda aparılmış ölçmələrin nəticələri ən kiçik kvadratlar metodu ilə işlənərək III→II polimorf çevrilməsi zamanı

II-modifikasiya kristalının böyümə sürətinin temperaturdan $v = (-0.375\Delta T + 0.465\Delta T^2 - 0.0019\Delta T^3) \cdot 10^{-2} \text{ sm/san}$ funksional asılılığı müəyyən edilmişdir. Burada, irəlində qeyd etdiyimiz kimi $\Delta T = T_{\text{cev}} - T_0$ -dir. T_{cev} - polimorf çevrilmə temperaturu, T_0 - tarazlıq temperaturudur.

Təcrübi nəticələr cədvəl 1-də verilmişdir. Qrafikdən görünür empirik düsturdan və təcrübədən alınan nəticələr bir-biri ilə kifayət qədər yaxşı uzlaşır.

Şəkil 1-də isə II-modifikasiya kristalının böyümə sürətinin temperatur asılılığı üçün təcrübədən və empirik düsturdan alınan nəticələrin qrafiki verilmişdir.

Cədvəl 1.

Rb_{0,95}Cs_{0,05}NO₃ kristallarında III→II çevrilməsi zamanı II-modifikasiya kristalının böyümə sürətinin temperatur asılılığı üçün alınan təcrübi nəticələr.

$\Delta T, K$	$\frac{1}{T_0 \Delta T} \cdot 10^{-4} K^{-2}$	$\bar{v}_{\text{təc}} \times 10^{-2} \text{ sm/san}$	$\bar{v}_{\text{emp}} \times 10^{-2} \text{ sm/san}$	$\ln v$
3	6.06	2.95	3.008	-3.503
4	4.5	4.36	5.818	-2.844
5	3.6	10.8	9.512	-2.352
6	3.03	13.58	14.079	-1.960
7	2.59	21.32	19.508	-1.634
8	2.27	24.48	25.787	-1.355
9	2.02	30.7	32.904	-1.111
10	1.8	41.64	40.85	-0.845

Cədvəl 1-dən görünür ki, ΔT artdıqca Rb_{0,95}Cs_{0,05}NO₃ kristallarında III→II polimorf çevrilmənin sürəti də böyüyür. Eyni zamanda tədqiq olunan bərk məhlulda bu sürət təmiz rubidium nitratdakından böyükdür. Belə ki, RbNO₃-də $\Delta T=8K$ -də $v = 5.215 \frac{\text{sm}}{\text{san}}$ olduğu halda [8] Rb_{0,95}Cs_{0,05}NO₃-də bu sürət $v = 24.48 \frac{\text{sm}}{\text{san}}$, yəni ~5 dəfə böyük olmuşdur. Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, RbNO₃-də Rb¹⁺ ionlarının Cs¹⁺ ionları ilə qismən əvəz olunması III→II çevrilməsinin sürətinin artmasına səbəb olur.

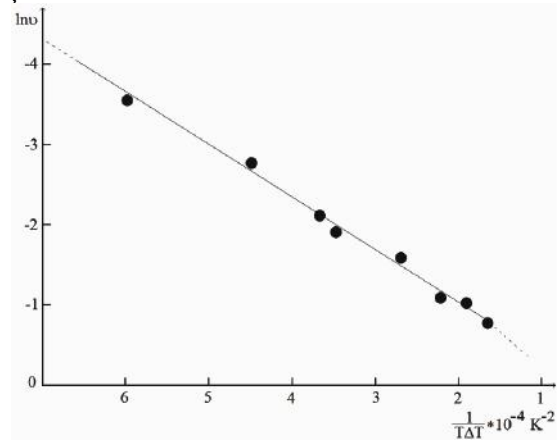
Təcrübi nəticələr Folmerin maye fazadan ikiözlü rüseyimli böyümə üçün verdiyi düsturla yaxşı uzlaşır [17]:

$$v = k_1 \exp\left(-\frac{k_2}{T_0}\right) \exp\left(-\frac{k_3}{T_0 \Delta T}\right)$$

Bu düsturu polimorf çevrilmə zamanı kristal böyüməsinə tətbiq etdikdə k_2 - molekulların ana kristaldan yeni böyüyən kristal səthinə keçməsi üçün lazım olan enerji həddini nəzərə alan sabit olub $k_2 = \frac{E}{R}$ -dir. Burada E - 1mola düşən aktivləşmə enerjisi, R - universal qaz sabitidir. T_0 - modifikasiyalar arasında tarazlıq temperaturu, ΔT - temperatur yubanması olacaqdır. $k_1 = Bvd$, burada v - molekulların rəqs tezliyi, d -atomlararası məsafə, B - ana kristaldan böyüyən kristal səthinə keçən molekulların sayı, k_3 - kristalın ikiözlü rüseyiminin yaranmasına sərf olunan enerjidir.

Şəkil 2-də $\ln v$ -nin $\frac{1}{T_0 \Delta T}$ -dən asılılığı verilmişdir.

Qrafikdən göründüyü kimi bu asılılıq xəttidir. Yəni təcrübi nəticələr bir düz xətt üzərindədir. Qrafikdən $k_3=6122 \text{ dər}^2$ və $k_2=15011 \text{ dər}$ təyin edilərək Rb_{0,95}Cs_{0,05}NO₃ kristallarında III→II polimorf çevrilmənin aktivləşmə enerjisi hesablanmış və $E = 124.7 \frac{\text{kC}}{\text{mol}}$ alınmışdır.



Şəkil 2.

Müqayisə üçün qeyd edək ki, rubidium nitratda III→II çevrilmənin aktivləşmə enerjisi $E = 114.38 \frac{\text{kC}}{\text{mol}}$ -dur. Deməli rubidium nitratda Rb¹⁺ ionları ilə qismən izomorf əvəzedilməsi III→II polimorf çevrilmənin aktivləşmə enerjisinin böyüməsinə səbəb olmuşdur.

[1] R.N.Brown, A.C.Mclaren. Acta Cryst., 15, 977, 1962.
 [2] R.N.Brown, A.C.Mclaren. Proc.Roy.Soc. A266, 239, 1962.
 [3] U. Korhonen. Ann. Acad. Sci. Fennical, A1, 37, 1951.

[4] L.Pauling, J.Sherman. Z.Krist. Kristalgeom, 84, 213, 1933.
 [5] C.Finback, O.Hassel. Z.Physik. 5, 460, 1937.
 [6] U.Korhonen. Ann. Acad. Sci. Fennical., A1, 150, 1953.
 [7] B.İ. Насиров., Ч.М.Алекперов, Ф.Г.Маггеррамова. Изв.Пед.Унив. 1995, Т.1-2, с.70.

Rb_{0,95}Cs_{0,05}NO₃ MONOKRİSTALINDA III→II POLİMORF CEVRİLMƏNİN KİNETİKASI

- [8] Ч.М. Алекперов, В.И. Насиров, Ф.Г. Магерамова, Ю.Г. Асадов. Препринт №4, ИФАН Азербайджана, 1990, с.38.
- [9] B.Cleaver, J.F.Williams. J.Phys.Chem. Sol., 29, 877, 1968.
- [10] E.S.Schlemper, W.C.Hamilton. J. Phys.Chem. Sol., 45, 4498, 1966.
- [11] J.Lin, C.Duan, M. Ossowski, W. Mei, R. Smith, J. Hardy. J.Sol.State Chem.2001,v.60, №1,p.222
- [12] E.A.Secco, R.A. Secco. J.Phys and Chem. of Solids 2002, v.63, p.433.
- [13] M. Shamsuzzohe, B.W. Lucas. Canad. J. Chem., 1988, v.66, p.819.
- [14] А.Ф.Хазиева, Ю.Г.Асадов, В.И.Насиров. Докл. НАН Азерб., 65,№2, 66, 2009
- [15] В.И.Насиров, А.Ф.Хазиева, Ю.Г.Асадов. Изв. НАН Азерб. 29, №5, 157, 2009
- [16] Ю.Г.Асадов, В.И.Насиров. Изв. РАН Кристаллография, 5, 991, 1972
- [17] M.Volmer. Kinetik der phasen, Drezden and Leipsig, v.3, p.38, 1939.

В.И.Насиров, А.Ф.Хазиева, Ю.Г.Асадов, Р.Дж.Алыева

КИНЕТИКА III→II ПОЛИМОРФНОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ В МОНОКРИСТАЛЛАХ Rb_{0,95}Cs_{0,05}NO₃.

Методом оптической микроскопии измерена скорость роста кристаллов II-модификации от температуры при превращении III→II в монокристаллах Rb_{0,95}Cs_{0,05}NO₃. Показано, что скорость роста II-модификации в зависимости от температуры при превращении III→II описывается эмпирической формулой $v=(-0,375\Delta T+0,465\Delta T^2-0,0019\Delta T^3)\cdot 10^{-2}$ см/сек. Вычислена энергия активации процесса III→II превращение, которая равна $E=124.7$ кДж/мол.

V.I.Nasirov, A.F.Hazieva, Yu.G.Asadov, R.C.Alieva

KINETICS OF THE POLYMORPHIC III→II TRANSITION IN Rb_{0,95}Cs_{0,05}NO₃ SINGLE CRYSTALS

The growth rate of the II-modification optical microcopy have been measured as a function of the temperature during the III→II transition in Rb_{0,95}Cs_{0,05}NO₃ single crystals. It was found that the growth rate of the II-modification during the III→II transition is described by the empirical equation: $v=(-0,375\Delta T+0,465\Delta T^2-0,0019\Delta T^3)\cdot 10^{-2}$ sm/sec. Calculated activation energy for the III→II transition, which is equal.

Qəbul olunma tarixi: 18.05.2011

SAMUX RAYONUNDAN GÖTÜRÜLMÜŞ NEFT NÜMUNƏSİNİN REOLOJİ VƏ TERMİK XASSƏLƏRİ

E.A. MƏMMƏDOV, B.G. PAŞAYEV*, M.A. HÜSEYNOV, İ.E. QƏDİMQULUYEV

Azərbaycan Texniki Universitetinin

“Neft və neft məhsullarının istilik-fiziki xassələrinin tədqiqi” E.T.L.

**Bakı Dövlət Universitetinin Fizika Problemləri İnstitutu*

Neftoil.az@rambler.ru

İşdə Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin normal atmosfer təzyiqində müxtəlif gərginlik və temperaturalarda özlülük əmsalı və müxtəlif temperaturalarda sıxlığı təcrübi təyin edilmişdir. Təcrübi nəticələr əsasında özlü axının aktivləşmə parametrləri və istidən genişlənmə əmsalı hesablanmış, bu parametrlərin temperatur asılılıqlarında müşahidə olunan qanunauyğunluqlar müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: Neft, özlülük, özlü axının aktivləşmə parametrləri

PACS: 89.30.Aj, 82.60.Lf, 66.20.Ej, 06.30.Dr

Müasir dövrdə dünyanın global problemlərindən biri də enerji resurslarından ekoloji və iqtisadi səmərəli istifadə etmək yollarının öyrənilməsidir. Dünyada maye yanacaqların istehsalına olan tələbatlar getdikcə artır. Bu baxımdan neft ölkələri sırasına daxil olan respublikamızın müxtəlif regionlarında tapılan neftin fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqi olduqca zəruridir [1].

İşdə qarşıya qoyulan məqsəd normal atmosfer təzyiqində Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin müxtəlif gərginlik və temperaturalarda özlülük əmsalını və müxtəlif temperaturalarda sıxlığını təcrübi təyin etmək, təcrübi nəticələr əsasında özlü axının aktivləşmə parametrlərini ($\Delta G_{\eta}^{\#}$, $\Delta H_{\eta}^{\#}$, $\Delta S_{\eta}^{\#}$) və istidən genişlənmə əmsalını (α_p) təyin etmək, bu parametrlərin temperatur asılılıqlarında müşahidə olunan qanunauyğunluqları müəyyənləşdirmək olmuşdur.

Mayələrin özlülüüyü, laminar axın prosesində lay-lararası molekulların qarşılıqlı təsirləri nəticəsində bir layın qonşu layın axmasına göstərdiyi müqaviməti xarakterizə edir. Mayələrin özlülüüyü mayeni təşkil edən molekulların quruluşundan və kimyəvi tərkibindən asılıdır. Bu səbəbdən neft və neft məhsullarının özlülük əmsalının tədqiqi olduqca vacibdir. İşdə özlülük əmsalı fırlanma viskozimetri ilə ölçülmüşdür.

İstifadə olunan fırlanma viskozimetri R_1 və R_2 radiusa malik h hündürlüklü iki koaksial silindrdən ibarətdir. Maye halında olan neft nümunəsi bu silindrlərin arasında yerləşdirilir. Xarici silindr fırlandıqda sürüşmə deformasiyası alınır. Deformasiyanın sürəti olaraq

$$\dot{\gamma} = \frac{d\gamma}{dt} = \frac{d}{dt} \frac{\varphi R_1}{R_2 - R_1} \quad (1)$$

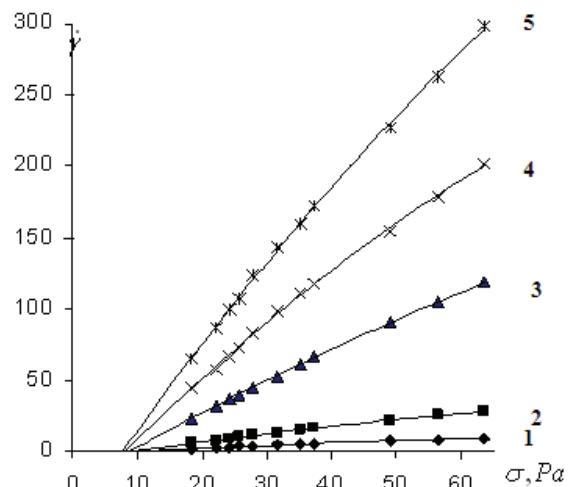
kəmiyyəti götürülür, φ - xarici silindrin dönmə bucağıdır.

Fırlanmaya səbəb olan mexaniki gərginlik (σ) diskret yüklər vasitəsi ilə yaradılır və

$$\sigma = \frac{mg}{2\pi R_1 h} \quad (2)$$

düsturu ilə təyin olunur. m - yükün kütləsi, g - sərbəst düşmə təcilidir.

İşdə qeyd olunan metodun köməyi ilə Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin bəzi reoloji xassələri-axının baş verdiyi kritik gərginlik, həmçinin plastik və zahiri özlülüklər təyin edilmişdir. Bu kəmiyyətlərin qiymətləri neftin axın əyrisindən alınır (şəkil 1). Qeyd edək ki, axın əyrisi dedikdə sürüşmə deformasiyasının sürətinin neftə tətbiq olunan mexaniki gərginlikdən asılılığı - $\dot{\gamma}(\sigma)$ nəzərdə tutulur.



Şəkil 1. Normal atmosfer təzyiqində Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin müxtəlif temperaturalarda axın əyrisi 1-293,15 K, 2-303,15 K, 3-313,15 K, 4-323,15 K, 5-333,15 K

Axın əyrisinin təhlili göstərir ki:

1) axın astana xarakteri daşıyır, yəni tətbiq olunan gərginliyin müəyyən bir qiymətindən sonra neft axmağa başlayır;

2) axın əyrisi müəyyən bucaq əmsalına malik olan düz xətdən ibarətdir: yəni neftə Bingham «bərk cismi» kimi baxmaq olar. Xatırladaq ki, Binqam mayesinin axın əyrisi

$$\sigma = \eta_p \dot{\gamma} + \sigma_0 \quad (3)$$

tənliyi ilə təsvir olunur. Burada σ_0 neftin axmasının astana gərginliyi (neftin qırılma gərginliyi), η_p isə plastik özlülük adlanır.

Cədvəl 1-də normal atmosfer təzyiqində Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin müxtəlif temperaturalarda astana gərginliyi (σ_0) və 18,39 Pa gərginlikdə plastik özlülüğü (η_p) verilmişdir.

Cədvəl 1

Normal atmosfer təzyiqində Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin müxtəlif temperaturalarda astana gərginliyi (σ_0) və 18,39 Pa gərginlikdə plastik özlülüğü (η_p)

T, K	293.15 K	303.15 K	313.15 K	323.15 K	333.15 K
σ_0 , Pa	9,91	9,06	8,78	8,23	7,59
η_p , mPa·san	4,807	1,586	0,408	0,229	0,167

Cədvəl 1, və şəkil 1-dən görünür ki, σ_0 temperaturun artması ilə azalır. Yəni temperatur artdıqca σ_0 sifıra yaxınlaşır ($\sigma_0 \rightarrow 0$). Bunu onunla izah etmək olar ki, yuxarı temperaturalarda tədqiq etdiyimiz neft özünü Binqam mayesi kimi yox Nyuton mayesi kimi aparacaq.

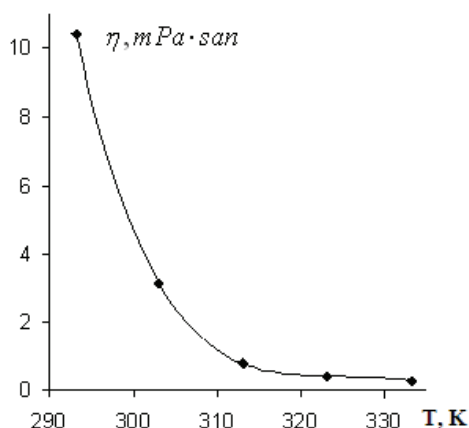
$$\eta = \frac{\sigma}{\dot{\gamma}} \quad (4)$$

nisbəti isə zahiri özlülük və ya struktur özlülüğü adlanır. Cədvəl 2-də Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin müxtəlif temperatur və gərginliklərdə struktur özlülüğünün qiymətləri verilmişdir.

Cədvəl 2

Normal atmosfer təzyiqində Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin müxtəlif gərginlik və temperaturalarda özlülüğü (η , mPa·san).

σ , Pa	293.15 K	303.15 K	313.15 K	323.15 K	333.15 K
18,39	10,423	3,127	0,782	0,414	0,285
22,01	8,646	2,785	0,693	0,382	0,253
24,24	7,869	2,667	0,663	0,364	0,242
25,64	7,564	2,564	0,642	0,353	0,240
27,87	7,290	2,480	0,623	0,337	0,226
31,49	7,022	2,362	0,598	0,321	0,220
35,11	6,873	2,282	0,571	0,318	0,219
37,34	6,845	2,259	0,560	0,317	0,217
49,04	6,843	2,256	0,544	0,316	0,216
56,29	6,842	2,254	0,540	0,315	0,214
63,53	6,841	2,252	0,537	0,315	0,213

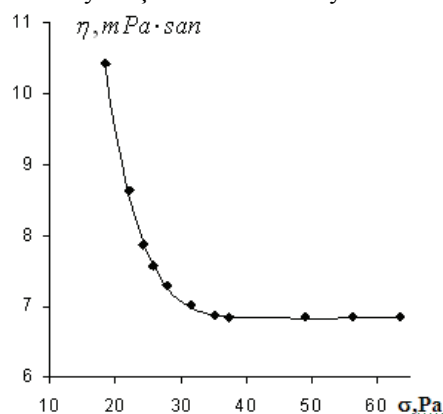


Şəkil 2. Normal atmosfer təzyiqində Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin 18,39 Pa gərginlikdə struktur özlülüğünün temperaturdan asılılığı.

Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin struktur özlülüğünün 18,39 Pa gərginlikdə temperaturdan asılılığı şəkil 2-də, 293,15 K temperaturda gərginlikdən asılılığı isə şəkil 3-də göstərilmişdir.

Gözlənilirdiyi kimi gərginlik artdıqca özlülük azalır (axın asanlaşır) və böyük gərginliklərdə özlülüğün qiyməti sabit bir qiymətə yaxınlaşır. Özlülüğün bu qiyməti

ən kiçik Nyuton özlülüğü (η_{∞}) adlanır. Özlü mayelərdə müşahidə olunan ən böyük Nyuton özlülüğü bizim qrafikdə görünür, çünki σ_0 -dan kiçik gərginliklərdə axın olmadığından özlülüğü ölçmək mümkün deyil.

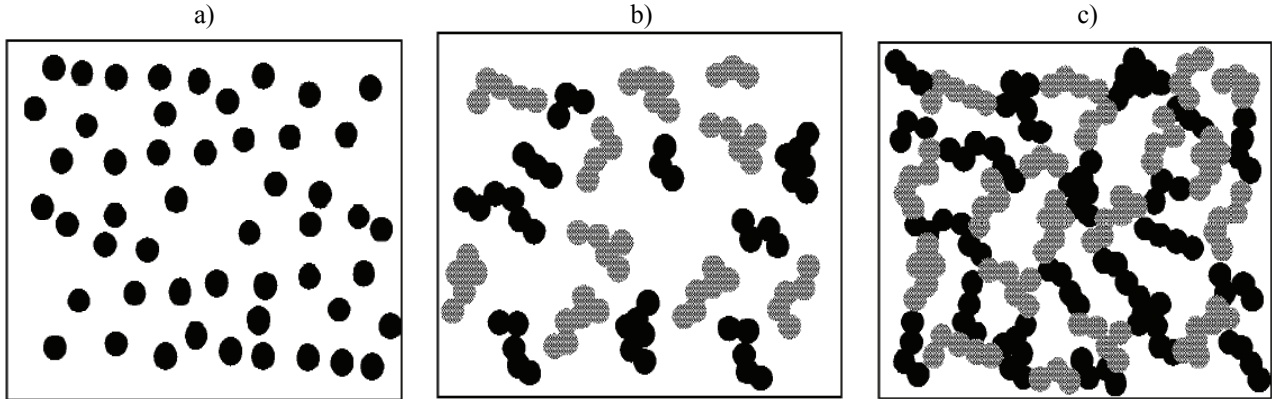


Şəkil 3. Normal atmosfer təzyiqində Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin 293,15 K temperaturda struktur özlülüğünün gərginlikdən asılılığı.

Alınan nəticələri izah etmək üçün neftə kolloid sistem kimi baxaq. Kiçik konsentrasiyalarda neftin tərkibin-

dəki kolloid hissəciklər bir-birindən uzaq məsafələrdə yerləşdiyindən zəif qarşılıqlı təsirdə olurlar (şəkil 4 a)). Konsentrasiyanın artması ilə bu hissəciklər arasındakı məsafə kiçilir və onlar arasındakı zəif qarşılıqlı təsir hissə-

ciklərin birləşərək assosiatlar yaratmasına səbəb olur (şəkil 4 b)). Daha böyük konsentrasiyalarda assosiatlar bir-birinə o qədər yaxınlaşır ki, öz aralarında birləşərək vahid fəza toru əmələ gətirir (şəkil 4 c)) [2].



Şəkil 4. Kolloid sistemin hissəciklərinin konsentrasiyasından asılı olaraq sistemdə mövcud olan müxtəlif mikrostruktur

Neftin dönməyən deformasiyası (axması) ona tətbiq olunan gərginliyin qiyməti müəyyən kritik həddi (σ_0) aşdıqda qeyd olunan struktur elementlərinin bir-birinə nəzərən dönməyən yerdəyişməsi, yəni fəza torunun qismən və ya tam dağılması ilə izah olunur.

Mayelərin özlülüyü kimi sıxlığı da mayeni təşkil edən molekulların quruluşundan və kimyəvi tərkibindən asılıdır. Bu səbəbdən neft və neft məhsullarının sıxlığının da tədqiqi olduqca vacibdir. İşdə neftin sıxlığı piknometr ilə ölçülmüşdür.

Cədvəl 2

Normal atmosfer təzyiqində Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin müxtəlif temperaturlarda sıxlığı.

T, K	293.15	298.15	303.15	308.15	313.15	318.15	323.15	328.15	333.15
$\rho, \frac{kg}{m^3}$	1000.1	995.3	989.5	984.1	978.4	972.6	966.8	960.2	953.9

İşdə təcrübənin xətası özlülülük əmsalı (η) üçün 1-2%, sıxlıq (ρ) üçün isə 0.05-0.07% olmuşdur.

XX əsrin axırlarından [3, 4] məlum olmuşdur ki, özlülüyün

$$\eta = \eta_0 \exp\left(\frac{\Delta G_\eta^\ddagger}{RT}\right) = \eta_0 \exp\left(\frac{\Delta H_\eta^\ddagger - T\Delta S_\eta^\ddagger}{RT}\right) \quad (5)$$

düsturuna daxil olan və özlü axının aktivləşmə parametrləri adlanan ΔG_η^\ddagger , ΔH_η^\ddagger və ΔS_η^\ddagger kəmiyyətlərinin hesablanması və alınan nəticələrin təhlili mayenin (və ya məhlulun) strukturu haqqında informasiya almağa imkan verir. Özlü axının aktivləşmə parametrləri hər hansı xarici təsir (temperatur, təzyiq, konsentrasiya və s.) nəticəsində mayədə yaranan enerji və struktur dəyişmələrini müəyyənləşdirməyə imkan verir. Özlü axın prosesini xarakterizə edən aktivləşmə parametrləri mayenin axın zamanı (G_a , H_a , S_a) və ilkin sükunət haldakı (G_s , H_s , S_s) uyğun termodinamik parametrlərin fərqi bərabərdir.

$$\begin{aligned} \Delta G_\eta^\ddagger &= G_a - G_s \\ \Delta H_\eta^\ddagger &= H_a - H_s \\ \Delta S_\eta^\ddagger &= S_a - S_s \end{aligned} \quad (6)$$

Qeyd edək ki, mayələrdə özlü axının aktivləşmə Gibbs enerjisi (ΔG_η^\ddagger) verilmiş təzyiq və temperaturda axın zamanı görülən işdir. Özlü axının aktivləşmə entalpiyası (ΔH_η^\ddagger) axın prosesini enerji baxımından xarakterizə edir, yəni ΔH_η^\ddagger verilmiş təzyiq və temperaturda suyu axın halına gətirmək üçün sərf olunan tam enerjidir. Özlü axının aktivləşmə entropiyası (ΔS_η^\ddagger) mayədə yaranan struktur dəyişmələrini xarakterizə edir. Məlumdur ki, maye nə qədər strukturlu olsa entropiya (S_s) bir o qədər kiçik olur və axın zamanı dəyişməsi daha böyük olur və əksinə.

Normal atmosfer təzyiqində Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin özlü axınının aktivləşmə parametrlərinin müxtəlif gərginlik və temperaturlarda qiymətləri cədvəl 3-də, 18.7 Pa gərginliyə temperaturdan asılılıqları 1-3 sayılı şəkillərdə, istidən genişlənmə əmsalının temperaturdan asılılığı isə cədvəl 4 və şəkil 4-də göstərilmişdir. Özlü axınının aktivləşmə parametrlərinin və istidən genişlənmə əmsalının hesablanması metodları [5] işində verilmişdir.

Cədvəl 3

Müxtəlif gərginlik və temperaturlarda Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin özlü axının aktivləşmə parametrləri

T, K	293.15 K	303.15 K	313.1 5 K	323.1 5 K	333.1 5 K
$\Delta G_{\eta}^{\neq}, \frac{kC}{mol}$					
18,39	18,77	16,40	13,37	12,12	11,50
22,01	18,31	16,11	13,06	11,90	11,17
24,24	18,09	16,00	12,94	11,77	11,05
25,64	17,99	15,90	12,86	11,69	11,02
27,87	17,90	15,82	12,78	11,57	10,85
31,49	17,81	15,70	12,67	11,44	10,79
35,11	17,76	15,61	12,55	11,41	10,77
37,34	17,75	15,59	12,50	11,41	10,74
49,04	17,74	15,58	12,43	11,40	10,73
56,29	17,74	15,58	12,41	11,39	10,70
63,53	17,74	15,58	12,39	11,38	10,69
$\Delta H_{\eta}^{\neq}, \frac{kC}{mol}$					
18,39	120,05	94,95	71,45	49,40	28,74
22,01	119,32	94,34	70,99	49,10	28,39
24,24	118,80	93,97	70,78	48,90	28,23
25,64	118,50	93,63	70,52	48,71	28,17
27,87	118,07	93,35	70,31	48,56	27,97
31,49	117,75	93,00	69,99	48,32	27,86
35,11	117,37	92,75	69,76	48,20	27,84
37,34	117,17	92,52	69,57	48,01	27,75
49,04	116,62	92,05	69,24	47,74	27,67
56,29	116,26	91,92	69,08	47,68	27,59
63,53	116,06	91,75	68,99	47,63	27,56
$\Delta S_{\eta}^{\neq}, \frac{C}{K \cdot mol}$					
18,39	345,5	259,1	185,5	115,4	51,8
22,01	344,6	258,1	185,0	115,1	51,7
24,24	343,6	257,2	184,7	114,9	51,6
25,64	342,9	256,4	184,1	114,6	51,5
27,87	341,7	255,7	183,7	114,5	51,4
31,49	340,9	255,0	183,0	114,1	51,3
35,11	339,8	254,5	182,7	113,8	51,2
37,34	339,2	253,8	182,3	113,3	51,1
49,04	337,3	252,3	181,4	112,5	50,9
56,29	336,1	251,8	181,0	112,3	50,7
63,53	335,4	251,3	180,7	112,2	50,6

Cədvəl 4

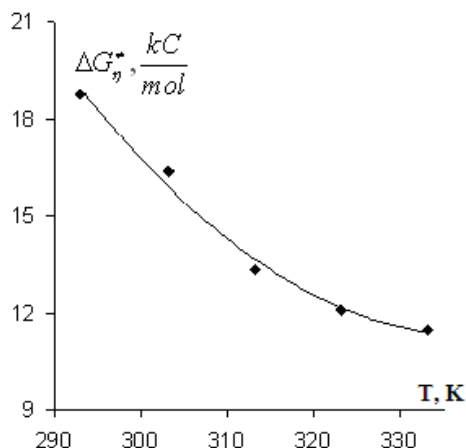
Normal atmosfer təzyiqində Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin müxtəlif temperaturlarda istidən genişlənmə əmsalı.

T, K	293.15	298.15	303.15	308.15	313.15	318.15	323.15	328.15	333.15
$\alpha_p \cdot 10^3, K^{-1}$	1,030	1,062	1,097	1,136	1,177	1,222	1,270	1,322	1,377

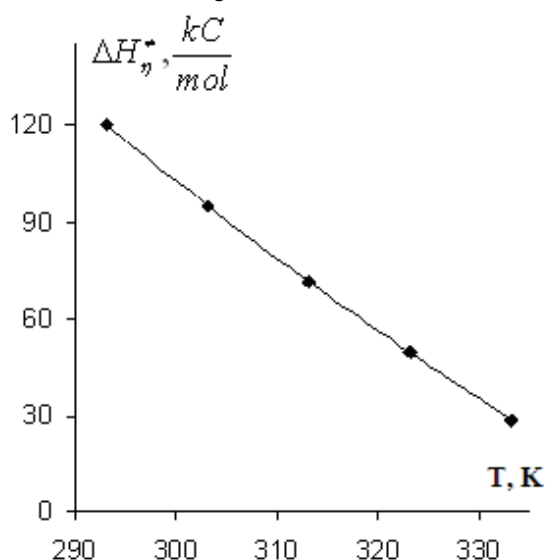
Qeyd edək ki, müxtəlif gərginliklərdə özlü axının aktivləşmə parametrlərinin temperaturdan asılılığı eyni xarakterə malik olduğundan işdə yalnız 18,39 Pa gərginliyə uyğun asılılıqlar verilmişdir. Cədvəl 3 və şəkil 5, 6, 7-dən görüldüyü kimi, normal atmosfer təzyiqində Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsi üçün özlü axının aktivləşmə parametrləri temperaturun artması ilə

azalırlar. Temperatur artdıqca neft molekullarının istilik hərəkəti artır, molekullar arasındakı rabitə zəifləyir, neftin axını asanlaşır. Bütün bunlar yekunda temperaturun artması ilə ΔG_{η}^{\neq} -nin qiymətinin azalmasına səbəb olur. Temperaturun artması ilə neftin sükunət halının entalpiya-

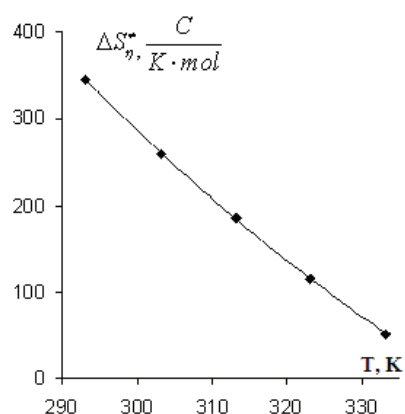
sı (H_s) və entropiyası (S_s) artır. $\Delta H_\eta^\# > 0$, $\Delta S_\eta^\# > 0$ olması və temperatur artdıqca onların azalması onu göstərir ki, bütün temperaturalarda $H_a > H_s$ və $S_a > S_s$ şərtləri ödənilir, lakin temperaturun artması ilə onların fərqi azalır.



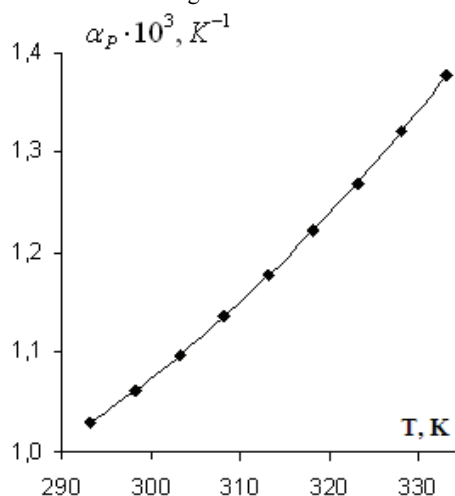
Şəkil 5. Normal atmosfer təzyiqində Samux payonundan götürülmüş neft nümunəsinin 18,39 Pa gərginlik-ə özlü axının aktivləşmə entalpiyasının temperaturdan asılılığı.



Şəkil 6. Normal atmosfer təzyiqində Samux payonundan götürülmüş neft nümunəsinin 18,39 Pa gərginlik-ə özlü axının aktivləşmə Gibbs enerjisinin temperaturdan asılılığı.



Şəkil 7. Normal atmosfer təzyiqində Samux payonundan götürülmüş neft nümunəsinin 18,39 Pa gərginlik-ə özlü axının aktivləşmə entropiyasının temperaturdan asılılığı.



Şəkil 8. Normal atmosfer təzyiqində Samux payonundan götürülmüş neft nümunəsinin istidən genişlənmə əmsalının temperaturdan asılılığı.

Cədvəl 4 və şəkil 8-dən görünür ki, normal atmosfer təzyiqində Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin istidən genişlənmə əmsalı (α_p) temperaturun artması ilə artır. Molekulyar səviyyədə bunu onunla izah etmək olar ki, temperaturun artması ilə neft molekullarının lokal nizamlı struktur yaratmaq meyli azalır. Doğrudan da təcrübə göstərir ki, temperaturun artması ilə neftin sıxlığı azalır (cədvəl 2), yəni neft molekulları arasındakı məsafə artır, nəticədə α_p temperaturun artması ilə artır.

[1] E.A.Məmmədov, M.A. Hüseyinov. Maye yanaqclarının istilik-fiziki xassələri. Monoqrafiya, Bakı-2004.
 [2] Saad A. Khan, Joseph R.Royer, and Srinivasa R.Raghavan. Reology: Tools and Methods. Department of Chemical Engineering North Carolina State University. 1997. p.31-46.
 [3] Я.И. Френкель. Кинетическая теория жидкостей. Издательство «Наука» Ленинградское отделение. Ленинград 1975, с.221-235.

[4] С. Глестон, К. Лейдлер, Г. Эйринг. Теория абсолютных скоростей. М.: Изд-во иностр. лит., 1948. 600 с.
 [5] E.A. Məmmədov, M.A. Hüseyinov, B.G. Paşayev, T.P. Musayev. Lay suyunun sıxlığının və dinamik özlülük əmsalının təcrübə tədqiqi. Azərbaycan Texniki Universiteti, Fizika-Texnika, CİLD VIII (30), №2, 2009, s.6-10.

Э.А. Мамедов, Б.Г. Пашаев, М.А. Гусейнов, И.Э. Гадимгулиев

**РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕФТНЕГО
ОБРАЗЕС, ВЗЯТОГО САМУХСКОГО РАЙОНА**

В работе экспериментально определены коэффициент вязкости при различных температурах и напряжениях, а также плотность при разных температурах нефти, взятого из Самухского районе. На основе экспериментальных результатов вычислены активационные параметры вязкого течения и коэффициент теплового расширения. Определены закономерности, наблюдаемые температурных зависимостях этих параметров.

E.A. Mammadov, B.G. Pashayev, M.A. Huseynov, I.E. Qadimquliyev

**REOLOGICAL AND THERMAL PROPERTIES OF OIL
SAMPLE BROUGHT FROM SAMUKH DISTRICT**

The viscosity coefficients of Samukh oil at various stresses and temperatures, as well as density at various temperatures and normal atmospheric pressure are experimentally determined. There were calculated the activation parameters of viscous flow and thermal expansion coefficient from these date. The regularities observed in temperature dependence of these parameters are established.

Qəbul olunma tarixi: 23.05.2011

TlIn_{1-x}Dy_xS₂ BƏRK MƏHLULLARININ ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİ

A.M. ƏHMƏDOVA, H.İ. ZEYNALOV, M.M. ZƏRBƏLİYEV¹
R.L. MƏMMƏDOVA²

¹ Sumqayıt Dövlət Universiteti Az – 5008, Sumqayıt şəh., 43 kv-1

² AMEA akad. H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu, Az-1143, Bakı, H.Cavid prospekti, 33.

TlInS₂-TlDyS₂ sistemi ərintilərinin elektrofiziki xassələri tədqiq edilmişdir. TlInS₂-TlDyS₂ sistemində 10 mol% həllolma oblastı müəyyən edilmişdir. Bərk məhlullar ilkin üçqat birləşmə TlInS₂ qəfəsi əsasında tetraqonal sinqoniyada kristallaşır. Tədqiq olunmuş bərk məhlulların elementar qəfəs parametrləri tərkibdə TlDyS₂-nin nisbi miqdarı artdıqca artır, qadağan olunmuş zonanın eni isə azalır. TlInS₂-TlDyS₂ sistemi bərk məhlullarında elektrik keçiriciliyinin və Holl əmsalının xarakteri müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: TlInX₂- (X-Se, Se, Te), bərk məhlul, elektrik keçiriciliyi.

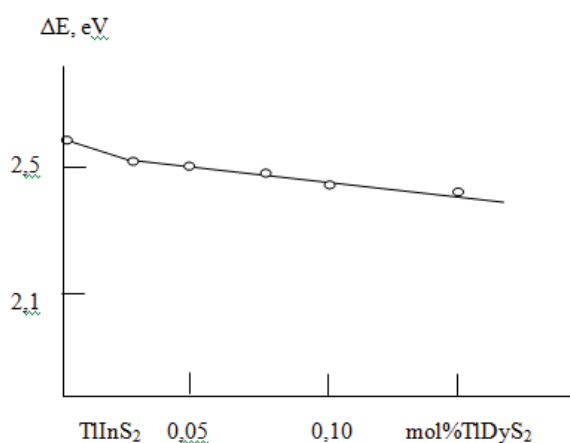
UOT: 537.311.322

TlInX₂- (X-Se, Se, Te) tip üçqat yarımkeçirici birləşmələrinin çevirici xassəyə, yüksək tenzo- və fotohəssaslıq əmsallarına, yüksək ərimə temperaturuna, termiki cəhətdən möhkəmliyə malik olması bu tip yarımkeçiricilərin termo-elektrik xassələrinin tədqiqinə böyük maraq doğurur.

Ədəbiyyatda [1-4] göstərilmişdir ki, TlInX₂ və TlLnX₂ (Ln-Ce, Pr, Nd) birləşmələrinin qarşılıqlı təsiri nəticəsində yeni dördqat Tl₂InLnS₄ birləşmələri əmələ gəlir və TlInX₂ birləşməsi əsasında geniş həllolma oblastı müşahidə olunur.

Təqdim olunan işdə TlInS₂-TlDyS₂ sistemi ərintilərinin bərk məhlullarının elektrofiziki xassələri tədqiq edilmişdir.

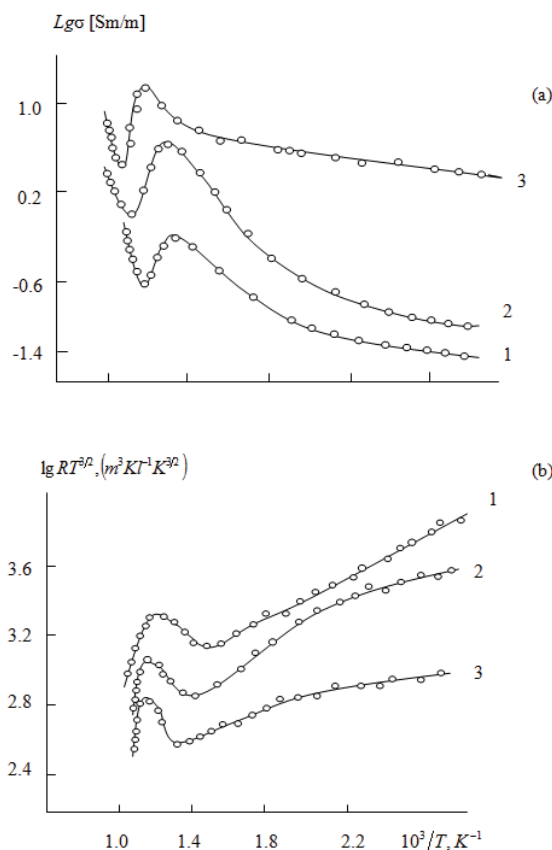
Ədəbiyyatdan [2-5] məlum olan metodika əsasında sintez yerinə yetirilmiş və müəyyən hallarda TlInX₂-TlLnX₂ sistemi ərintilərinin fiziki- kimyəvi, elektrofiziki və istilik fiziki xassələri öyrənilmişdir. İndiki işimizdə tədqiqat obyektini TlIn_{0,98}Dy_{0,02}S₂, TlIn_{0,95}Dy_{0,05}S₂, TlIn_{0,90}Dy_{0,10}S₂ bərk məhlullarıdır.



Şəkil 1. TlIn_{1-x}Dy_xS₂ bərk məhlullarında qadağan zonasının tərkibdən asılılığı.

TlInS₂-TlDyS₂ sistemi ərintilərinin sintezi 2 mərhələdə aparılmışdır. Birinci mərhələdə ilkin elementlər içərisində ~ 0,01 Pa-dək vakuumdək havası çıxarılmış yüksək keyfiyyətli kvarts ampulalara doldurularaq, qabaqcadan 1100 K temperaturada qızdırılmış sobaya daxil edilir. Ampulanın bir ucu sobadan kənar qalır və reaksiya bitənə qədər müntəzəm olaraq soyudulur. Bu şəraitdə ampu-

lanın sobada saxlanma müddəti tədqiq olunan tərkibdən asılıdır. Disproziyumun miqdarı artdıqca ampulanın sobada saxlanma müddəti 3 saatdan 4 saata qədər artır. Sonra sintez olunan maddə ampula ilə birlikdə sobaya daxil edilir və tədricən otaq temperaturuna qədər soyudulur. Sintezin ikinci mərhələsində maddə dolu ampula 1200-1300 K “tablama” temperaturda 48-60 saat soba daxilində saxlanılır. Bu rejimdə alınmış nümunələr özünəməxsus rəngdə, bircins və sıx formalaşmış şəkildə olunur.



Şəkil 2. TlIn_{1-x}Dy_xS₂ bərk məhlullarında elektrik keçiriciliyi (a) və Holl əmsalının (b) temperatur asılılığı. Əyriylər: x=1-0,02, 2-0,05, 3-0,10

TlInS₂-TlDyS₂ sistemi ərintilərinin rentgenofaza analizi RKD-57,3 kamerasında CuK_α – şüalanmasında Debay-Şerrer metodu ilə aparılmışdır. Rentgenoqramma-

nın analizi 0,01-0,05mm xəta ilə İZA-2 komparatoru vasitəsilə həyata keçirilmişdir. Xətlərin intensivliyi vizual olaraq onballı şkala ilə təyin olunmuşdur. Rentgenoqramın analizi nəticəsində müəyyən olundu ki, tədqiq olunan nümunələr hamısı tetroqonal sinqoniyada kristallaşırlar [4].

Tərkibdə indium atomlarını qismən disprozium atomları ilə əvəz etdikcə həll olma oblastında elementar qəfəs parametrləri (0-10 mol% TlDyS₂) Veqard qaydasına müvafiq additiv olaraq artır. Bu onunla əlaqədardır ki, TlInS₂ kristallik qəfəsində ion radiusu 0,81Å olan üçqavalentli In atomlarını, ion radiusu daha böyük olan (0,908Å) Dy atomları əvəz edir [4,5].

TlIn_{1-x}Dy_xS₂ (x=0,02;0,05;0,10) bərk məhlullarının elektrik keçiriciliyinin (σ), Holl əmsalının (R_H) temperaturdan asılılığı tədqiq edilmişdir.

Bərk məhlulların $lg\sigma=f(10^3/T)$ asılılığından yüksək temperatur oblastının meylinə əsasən qadağan olunmuş zonanın eni təyin edilmiş və onun tərkibdən asılılığı qurulmuşdur (şəkil 1). Göründüyü kimi, indium atomlarını qismən disprozium atomları ilə əvəz etdikcə qadağan olunmuş zonanın eni azalır. TlInS₂-TlDyS₂ sistemi ərintiləri bərk məhlullarında qadağan olunmuş zonanın eninin azalması və elementar qəfəs parametrlərinin böyüməsini belə izah etmək olar: TlInS₂-də valent zona əsas etibarilə ilə kükürdün 3p səviyyəsi və qismən indiumun 5p5s səviyyəsi

və talliumun 6p- səviyyəsi, keçirici zona isə indiumun – 5p5s səviyyəsi və talliumun 6p- səviyyəsi hesabına yaradılmışdır.

Indium atomlarının qismən disprozium atomları ilə əvəz olunmasında sonuncunun valent elektronları kollektivləşmiş hala keçir, bu isə qəfəsdə güclü elektron qarşılıqlı təsiri yaradaraq, onun deformasiyasına səbəb olur. Bununla əlaqədar olaraq TlInS₂-dən onun əsasında bərk məhlullara keçdikcə valent zonanın daha da yüksək enerji səviyyəsinə müəyyən yerdəyişməsi baş verir. Bu yerdəyişmə kükürdün 3p- səviyyəsinin disproziumun daha yüksək enerjili 4f- səviyyəsilə örtülməsinə gətirib çıxarır. Beləliklə, elementar qəfəs parametrləri artır, qadağan olunmuş zonanın eni isə kiçilir. Bütün bunların nəticəsi olaraq, TlInS₂-TlDyS₂ sisteminin bərk məhlullarının elektrik keçiriciliyinin və Holl əmsalının temperatur asılılığı mürəkkəb xarakterə malikdir. Şəkil 2-dən göründüyü kimi elektrik keçiriciliyi TlIn_{1-x}Dy_xS₂ (x=0,02; 0,05; 0,10) bərk məhlulları üçün uyğun olaraq ~710, 715, 770 K temperaturlarına kimi artmaqda davam edir. Temperaturun sonrakı artmasında σ azalır və minimum qiymət alaraq yenidən artır (məxsusi keçiricilik oblasti). Elektrik keçiriciliyinin bu cür mürəkkəb xarakteri aşqar səviyyələrdən olan keçidlərin həmin temperaturlarda artıq “tükənməsi” ilə əlaqədardır.

- [1] *M.M.Zarbaliev. Явление переноса заряда и тепла в системах TlInSe₂(Se,Te₂) - TlInSe₂(Se₂,Te₂)* Дисс.на соиск. уч. степ. докт. физ.-мат.наук. Баку,2001,-284с.
- [2] *H.İ.Zeynalov, S.C.Məmmədov, M.M.Qurbanov, A.M.Əhmədova.* TlInS₂-TlDyS₂ sistemi ərintilərinin elektrofiziki xassələri.AMIU. Materiallar fizikasının müasir problemlərinə həsr olunmuş II Respublika Elmi-praktiki konfransının materialları 2009 s.53-55.
- [3] *M.M.Zarbaliev, Ə.G.Məmədov, A.M.Axmədova, G.İ.Zeynalov.* Теплопроводность твердых

растворов TlIn_{1-x}Dy_xTe₂ Российская А.Н. Неорг.мат.2007 №12 с.1432.

- [4] *M.M. Zarbaliev, H.Ф. Гахраманов, А.М. Ахмедова, А.Б. Магеррамов.* Твердые растворы замещения в системе TlInSe₂ - TlYbSe₂, Te₂). Известия АН Азерб. Респуб.серия физ.-мат. и тех. наук. 2010 № 5 с. 149-155.
- [5] *H.İ. Zeynalov* “TlInS₂-TlDyS₂ sistemi bərk məhlullarının elektrik keçiriciliyində anomaliya” III Respublika konfransının materialları BDU 2009 s.121-124.

A.M.Akhmedova, G.I.Zeynalov, M.M.Zarbaliev, R.L. Mammadova

THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF SOLID SOLUTION TlIn_{1-x}Dy_xS₂

In this research work there have been shown the electrophysical properties of alloys TlInS₂-TlDyS₂. In the system TlInS₂ – TlDyS₂ the solubility up to 10 mol% TlDyS₂ is found. Solid solutions become to crystallize in the tetragonal system on the base of compound triple TlInS₂. The unit cell parameters increase, while the bandgap of these alloys decreases linearly with increasing content TlDyS₂ in the samples. Established the nature of the electrical conductivity and Hall coefficient in the solid solutions.

A.M. Axmedova, G.İ.Zeynalov, M.M.Zarbaliev, P.Л. Мамедова

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ TlIn_{1-x}Dy_xS₂

Исследованы электрофизические свойства сплавов системы TlInS₂-TlDyS₂. Обнаружена область растворимости в системе TlInS₂-TlDyS₂ до 10 mol% TlDyS₂. Твердые растворы кристаллизуются в тетрагональной сингонии на основе исходного тройного соединения TlInS₂. Параметры элементарной ячейки увеличиваются, а ширина запрещенной зоны указанных твердых растворов линейно уменьшается по мере роста относительного содержания TlDyS₂ в составе образцов. Установлены характер электропроводности и коэффициента Холла в твердых растворах.

Qəbul olunma tarixi: 23.05.2011

AQAR GELİNİN KALIUM HİDROKSİDİN DURU SULU MƏHLULUNDA İONLARIN HİDRATLAŞMASINA TƏSİRİ

E.Ə. MƏSİMOV, H.F. ABBASOV

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Problemləri İnstitutunun

“Bioloji Sistemlər Fizikası” şöbəsi

hakimabbasov@yahoo.com

İşdə KOH + su və aqar geli + KOH sistemlərinin sındırma əmsalının KOH-ın konsentrasiyasından asılılığı refraktometrik metodla tədqiq edilmişdir. Lorens- Lorens tənliyindən istifadə etməklə alınan nəticələr əsasında ionların hidratasiya ədədini təyin etməyə imkan verən model təklif olunmuşdur və aqar gelinin ionların hidratlaşmasına təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, aqar geli ionların hidratasiya təbəqəsini dağılmaqdan qoruyur.

Key words: polarization, refractive index, water solution, hydration number polyarizasiya, sındırma əmsalı, sulu məhlul, hidrotasiya ədədi

PACS: 77.22.Ej, 64.75.Bc, 31.70.Dk, 61.20.Qg.

Məhlulların refraksiyası bir çox hallarda məhlulların strukturu barədə, məhlullardakı ionların solvatasiyası haqqında informasiya daşıyır. Optik tezliklərdə dipol və ionlar elektrik sahəsini izləyə bilmədiyindən mühitin polyarizasiyasında əsas rolu yalnız elektronlar oynayır və bu halda Lorens-Lorens tənliyi tətbiq olunur.

Optik tezliklərdə kalium hidroksidin sulu məhlulu üçün Lorens-Lorens tənliyini aşağıdakı kimi yazmaq olar [1-3]:

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = \frac{N_{su} \alpha_{su}}{3} + \frac{N_{K^+} \alpha_{K^+}^*}{3} + \frac{N_{OH^-} \alpha_{OH^-}^*}{3} + \frac{N_{KOH} \alpha_{KOH}}{3} \quad (1)$$

burada, n baxılan məhlulun sındırma əmsalı, α_{su} , α_{K^+} , α_{OH^-} və α_{KOH} uyğun olaraq, su molekullarının, K^+ və OH^- ionlarının və neytral KOH molekullarının polyarlaşma əmsalları, N_{su} , N_{K^+} , N_{OH^-} , N_{KOH} uyğun olaraq, məhlulun vahid həcmindəki sərbəst su molekullarının, K^+ və OH^- ionlarının və neytral KOH molekullarının sayıdır.

Bu tənliyin sağ tərəfində birinci hədd sərbəst su molekullarının, ikinci hədd məhlulda dissosiasiyaya uğramış K^+ ionlarının, üçüncü hədd OH^- ionlarının, dördüncü hədd dissosiasiyaya uğramamış neytral KOH molekullarının məhlulun polyarizasiyasına verdiyi payları əks etdirir.

KOH-ın dissosiasiya dərəcəsini β ilə işarə edərək K^+ , OH^- ionlarının və KOH molekullarının məhlulun vahid həcmindəki sayını KOH-ın məhluldakı c konsentrasiyası ilə ifadə etmək olar:

$$N_{K^+} \approx N_{OH^-} = \frac{\beta c \rho N_A}{M_{KOH}} \quad (2)$$

$$N_{KOH} = (1 - \beta) \frac{c \rho N_A}{M_{KOH}}$$

Burada, ρ - məhlulun sıxlığı, N_A - Avogadro sabiti, M_{KOH} - KOH-ın molyar kütləsidir. Təmiz su üçün (1) tənliyi aşağıdakı şəkli alır:

$$\frac{n_{su}^2 - 1}{n_{su}^2 + 2} = \frac{N_{su}^0 \alpha_{su}}{3} \quad (3)$$

(2) və (3) düsturlarını (1) – də nəzərə alaraq:

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = \frac{n_{su}^2 - 1}{n_{su}^2 + 2} + \frac{c \rho N_A}{3 M_{KOH}} [\beta \alpha_{K^+}^* + \beta \alpha_{OH^-}^* + (1 - \beta) \alpha_{KOH}] \quad (4)$$

Duru sulu məhlullarda KOH tam dissosiasiyaya uğradığından $\beta \approx 1$ götürmək olar və (4) aşağıdakı şəkli düşər:

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = \frac{n_{su}^2 - 1}{n_{su}^2 + 2} + \frac{c \rho N_A \alpha_{su}}{3 M_{KOH}} \left(\frac{\alpha_{K^+}^*}{\alpha_{su}} + \frac{\alpha_{OH^-}^*}{\alpha_{su}} \right) \quad (5)$$

Birinci yaxınlaşmada hidratlaşmış ionun polyarlaşma əmsalını həmin ionun radiusunun kubu ilə mütənasib götürmək olar və hidratlaşmış ionun həcmnin hidratlaşmamış ionun həcmi ilə hidrat təbəqəsinin həcmnin cəmi-nə bərabər olduğunu nəzərə alsaq:

$$V_h \approx V_i + hV_{su}, \alpha_{K^+}^* \sim r_{K^+}^{*3} \approx r_{K^+}^3 + h_1 r_{su}^3, \alpha_{OH^-}^* \sim r_{OH^-}^{*3} \approx r_{OH^-}^3 + h_2 r_{su}^3, \alpha_{su} \sim r_{su}^3 \quad (6)$$

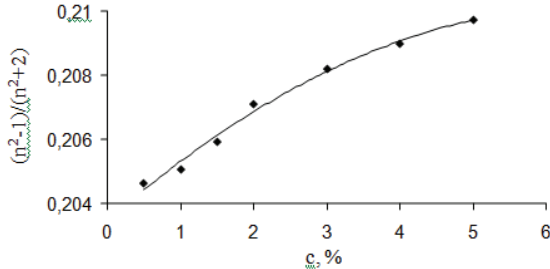
$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = \frac{n_{su}^2 - 1}{n_{su}^2 + 2} + \frac{c\rho N_A \alpha_{su}}{3M_{KOH}} \left[\left(\frac{r_{K^+}}{r_{su}} \right)^3 + \left(\frac{r_{OH^-}}{r_{su}} \right)^3 + h_1 + h_2 \right] \quad (7)$$

(7) tənliyi əsasında $(n^2-1)/(n^2+2)$ nisbətinin c -dən asılılığından qrafikin $tg\phi$ bucaq əmsalına görə məhlulda KOH -ın müxtəlif konsentrasiyalarında K^+ və OH^- ionlarının hidrat ədədlərinin cəmini təyin etmək olar:

$$tg\phi = \frac{\rho N_A \alpha_{su}}{3M_{KOH}} \left[\left(\frac{r_{K^+}}{r_{su}} \right)^3 + \left(\frac{r_{OH^-}}{r_{su}} \right)^3 + h_1 + h_2 \right] \quad (8)$$

$$h_1 + h_2 = \frac{3M_{KOH} tg\phi}{\rho N_A \alpha_{su}} - \left(\frac{r_{K^+}}{r_{su}} \right)^3 - \left(\frac{r_{OH^-}}{r_{su}} \right)^3 \quad (9)$$

Kalium hidroksidin duru sulu məhlullarının sındırma əmsallarının $0 \leq c \leq 5\%$ konsentrasiya intervalında KOH -ın konsentrasiyasından asılılığı refraktometrlə ölçülmüşdür. Alınan nəticələr $(n^2-1)/(n^2+2)$ - c koordinatlarında şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. KOH + su sistemi üçün $(n^2-1)/(n^2+2)$ nisbətinin KOH -ın konsentrasiyasından asılılığı

Şəkildən görüldüyü kimi KOH -ın müəyyən konsentrasiyasınadək ($c \approx 2\%$) bu asılılıq xətti xarakter daşıyır, bu konsentrasiyadan başlayaraq isə əyrinin meyli azalır. Bunu onunla izah etmək olar ki, kiçik konsentrasiyalarda ($c \approx 2\%$) kalium hidroksid ionlara tam dissosiasiya edir və bu ionların konsentrasiyaları az olduğundan onlar ideal

alarıq.

Burada V_h, V_i, V_{su} hidratlaşmış ionun, hidratlaşmamış ionun və su molekulunun həcmliyi, h_1 və h_2 K^+ və OH^- ionlarının hidrat ədədləri, $r_{K^+}, r_{OH^-}, r_{su}$ hidratlaşmamış K^+ və OH^- ionlarının və su molekulunun radiuslarıdır, $r_{K^+}^*, r_{OH^-}^*$ hidratlaşmış K^+ və OH^- ionlarının radiuslarıdır. (6) düsturunu (5) – da nəzərə alsaq:

qazda olduğu kimi qarşılıqlı təsirdə olmurlar. Buna görə də hidrat təbəqəsinin qalınlığı və bu hidratlaşmış ionların polyarlaşma əmsalları göstərilən konsentrasiyaya qədər sabit qalır və (8) – dən görüldüyü kimi baxılan oblastda qrafikin bucaq əmsalı konsentrasiyadan asılı olmur. Konsentrasiyanın sonrakı artımında hidratlaşmış ionların radiusları c -dən asılı olaraq dəyişir: bu halda ionlar sıxlaşdıqından onların bir-biri ilə qarşılıqlı təsiri güclənir, ionların hidrat təbəqələri dağılmağa başlayır, onların radiusları $r_{K^+}^*, r_{OH^-}^*$ azalır, şəkil (1)-də qrafikin meyli ($tg\phi$) azalır.

$c \approx 2\%$ konsentrasiyadan başlayaraq qarşılıqlı təsirin güclənməsi və sulu məhlulun strukturunun dəyişməsi kalium hidroksidin baxılan duru sulu məhlullarının alçaq tezlikli dielektrik spektroskopiyası metodu ilə apardığımız tədqiqat nəticəsində təsdiq edilmişdir [4,5].

(9) düsturuna daxil olan bir sıra parametrlərin ədəbiyyatdan [6-11] götürülmüş qiymətlərini nəzərə almaqla $r_{K^+} = 133 \text{ pm}, r_{OH^-} = 140 \text{ pm}, r_{su} = 140 \text{ pm}, \alpha_{su} = 1.45 \cdot 10^{-30} \text{ m}^3$

şəkil 1 – dən qrafikin bucaq əmsallarına görə K^+ və OH^- ionlarının hidratasiya ədədlərinin cəmi KOH – ın müxtəlif konsentrasiyalarında təyin edilmişdir:

$c < 2\%$, $tg\phi = 0.1644$ konsentrasiya intervalında $h_{K^+} + h_{OH^-} \approx 29.81$;

$2\% < c < 3\%$, $tg\phi = 0.111$ konsentrasiya intervalında $h_{K^+} + h_{OH^-} \approx 19.57$;

$3\% < c < 4\%$, $tg\phi = 0.08$ konsentrasiya intervalında $h_{K^+} + h_{OH^-} \approx 13.59$;

$4\% < c < 5\%$, $tg\phi = 0.0723$ konsentrasiya intervalında alınır $h_{K^+} + h_{OH^-} \approx 12.1$ $h_{K^+} + h_{OH^-} \approx 12.1$.

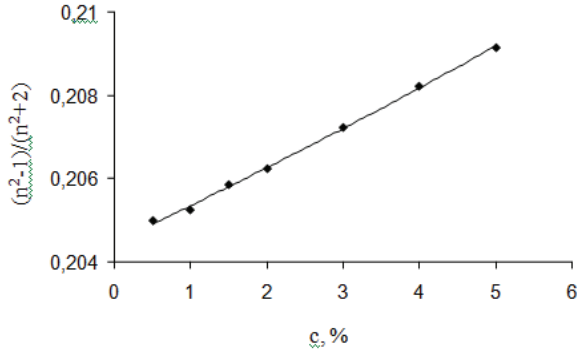
Aqar geli + KOH sistemi üçün Lorens-Lorens tənliyini yazsaq alırıq:

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = \frac{N_{su} \alpha_{su}}{3} + \frac{N_{K^+} \alpha_{K^+}^*}{3} + \frac{N_{OH^-} \alpha_{OH^-}^*}{3} + \frac{N_{KOH} \alpha_{KOH}}{3} + \frac{N_{aqar} \alpha_{aqar}}{3} \quad (10)$$

Burada tənliyin sağ tərəfində axırıncı hədd aqar makromolekullarının yaratdığı polyarizasiyanı xarakterizə edir və α_{aqar} aqar makromolekulunun polyarlaşma əm-

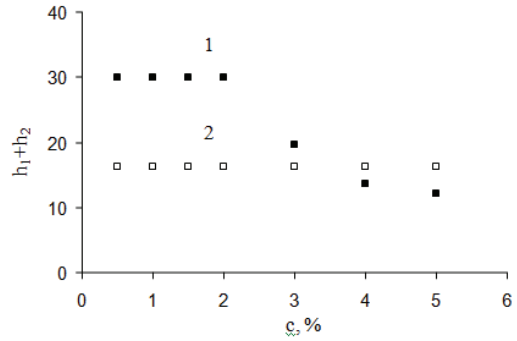
salı, N_{aqar} məhlulun vahid həcmindəki aqar makromolekullarının sayıdır.

Aqar geli +KOH su sisteminin sındırma əmsallarının $0 \leq c \leq 5\%$ konsentrasiya intervalında KOH -in konsentrasiyasından asılılığı refraktometrlə ölçülmüşdür. Alınan nəticələr $(n^2-1)/(n^2+2) - c$ koordinatlarında şəkil 2-də göstərilmişdir.



Şəkil 2. Aqar geli + KOH + su sistemi üçün $(n^2-1)/(n^2+2)$ nisbətinin KOH -in konsentrasiyasından asılılığı

Şəkildən görüldüyü kimi kalium hidroksidin sulu məhlulunda aqar gelinin (0,5%) iştirakı qrafikin bucaq əmsalının $0 \leq c \leq 5\%$ konsentrasiya intervalında KOH -in konsentrasiyasından asılılığını aradan qaldırır. Bunu aqar geli torunun hidratlaşmış K^+ və OH^- ionlarını əhatə edərək konsentrasiya artdıqda belə onları dağılmaqdan qoruması ilə izah etmək olar. Bu halda şəkil 2-də qrafikin bucaq əmsalına görə hesablanmış cəm $h_{K^+} + h_{OH^-} \approx 16.1$, ($tg\phi = 0.093$) qiymətini alır.



Şəkil 3. KOH + su (1) və aqar geli + KOH + su (2) sistemlərində K^+ və OH^- ionlarının hidratasiya ədədlərinin cəminin KOH -in məhluldakı konsentrasiyasından asılılığı

K^+ və OH^- ionlarının hidratasiya ədədlərinin cəminin KOH -in məhluldakı konsentrasiyasından asılılığı şəkil 3-də göstərilmişdir. Burada (1) əyrisi KOH +su sisteminə, (2) əyrisi 0.5% aqar geli + KOH sistemlərinə aiddir. Görüldüyü kimi aqar gəlidə K^+ və OH^- ionlarının hidratasiya ədədlərinin cəmi təxminən 16-ya bərabərdir və baxılan konsentrasiya diapazonunda dəyişməz qalır. KOH +su sistemində isə baxılan cəm 30 -dan 12 -yə qədər azalır. Aqar geli torunun ionları "sararaq" onların hidrat təbəqələrini ionların qarşılıqlı təsiri zamanı dağılmaqdan qoruması gəlin, ümumiyyətlə, təbəbətdə, texnikada stabiləşdirici kimi istifadəsini bir daha əsaslandırır.

- | | |
|---|--|
| <p>[1] П.Т.Орешкин. Физика полупроводников и диэлектриков, М.: «Высшая школа», 1977, с. 448.</p> <p>[2] C.J.F. Bottcher, P Bordewijk. Theory of Electric Polarization., Elsevier, Amsterdam, 1992</p> <p>[3] Г.С. Ландсберг. Оптика, гл. ред. физ-мат. лит., М.: Наука 1976, с. 926.</p> <p>[4] Э.А. Масимов, Х.Ф. Аббасов. Abs. XVI Inter. Conf. Chem. Thermodynamics in Russia, v.1, Suzdal, 2007, p. 3S-239-3S-240</p> <p>[5] Э.А. Масимов, Х.Ф. Аббасов. «Структурные изменения разбавленных водных растворов полиэтиленгликоля», XV Всероссийская конф. «Структура и динамика молекулярных систем», Яльчик, 2008</p> | <p>[6] Л. Полинг, Общая химия, пер. с англ., М., 1974, с. 683.</p> <p>[7] Дж Кемпбел. Современная общая химия, пер. с англ., т. 1, М., 1975</p> <p>[8] Э. Картмелл, Г.В.А. Фулз, Валентность и строение молекул, пер. с англ., М., 1979. В. Г. Дашевский.</p> <p>[9] Г. Б. Бокий. Кристаллохимия, 3 изд., М., 1971</p> <p>[10] М.М. Балданов и др. Неэмпирический расчет сольватных чисел ионов в растворах. ДАН СССР, 1989, т.308, №1. с.106-110.</p> <p>[11] М.М. Балданов, Д.М. Балданова, С.Б. Жигитова, Б.Б. Танганов. К проблеме радиусов гидратированных ионов. Доклады АН ВШ России, 2006, Вып.2, с.32-37.</p> |
|---|--|

Э.А. Масимов, Х.Ф. Аббасов

ВЛИЯНИЕ АГАРНОЙ ГЕЛИ НА ГИДРАТАЦИЮ ИОНОВ В РАЗБАВЛЕННОМ ВОДНОМ РАСТВОРЕ КАЛИЯ ГИДРОКСИДА

В работе была исследована зависимость показателя преломления системы КОН + вода и агарная гель + КОН от концентрации КОН. Была предложена модель позволяющая определить число гидратации ионов на основе результатов полученных использованием уравнения Лоренца-Лоренца и изучено влияние агарной гели на гидратацию ионов в растворе. Установлено, что агарная гель защищает гидратную оболочку ионов от разрушения.

E.A. Masimov, H.F. Abbasov

INFLUENCE OF AGAR GELS ON THE HYDRATION OF IONS IN DILUTED WATER SOLUTION OF POTASSIUM HYDROXIDE

In this paper we studied the dependence of the refractive index of KOH + water and Agar gel + KOH from the concentration of KOH. A model was proposed which allows to determine the number of ion hydration on the basis of the results obtained using the Lorenz-Lorenz equation and the influence of agar gels on the hydration of ions in solution was studied. It was established that the Agar gel protects the hydration shell of ions from destruction.

Qəbul olunma tarixi: 23.05.2011

T.Ş. Əfəndiyev, V.M. Katarkeviç, Ç.O. Qacar, R.Ə. Kərəməliyev

DİODLA DOLDURULAN BƏRK CİSİM MİKROLAZER İLƏ HƏYƏCANLAŞDIRILAN PİKOSANİYƏLİ PAYLANMIŞ ƏKS RABİTƏLİ BOYA LAZERİ

Diodla doldurulan Nd:LSB bərk cisim mikrolazerinin ($\lambda = 531$ nm) subnanosaniyə şüalanması ilə ($\tau_{0,5} \approx 0.5$ ns) həyəcanlandırılan kompakt, yüksək stabil, dalğa uzunluğu dəyişilə bilən pikosaniyəli paylanmış əks rabitəli (PƏR) boya lazeri sisteminin yaradılması haqqında məlumat verilib. PƏR- lazerinin fəal mühiti rodamin 6G- nin etanol məhlulu ($C = 2 \times 10^{-4}$ M, həyəcanlandırma zonasının uzunluğu $L_{PƏR} \sim 12$ mm) və doldurma astana qiymətindən 2.25 dəfə böyük olduqda tək ($\tau_{0,5} \sim 55$ ps; $P \sim 2.4$ kVt) spektral məhdud ($\Delta\nu_{0,5} \cdot \tau_{0,5} \sim 0.4$) pikosaniyə impulsları yaranır. Doldurma impulslarının enerji stabilliyi 0.4% olduqda, PƏR-lazerinin şüalandırıldığı tək pikosaniyəli impulsların enerji stabilliyi $\sim 1\%$ -dən böyük olmur.

**V.Z. Zubialeviç, E.V. Lutsenko, M.S. Leanenia, E.V. Muravitskaya, G.P. Yablonskii, A.M. Paşayev,
B.H. Tağıyev, O.B. Tağıyev, S.A. Abuşov**

NADİR TORPAQ ELEMENTLƏRİ İLƏ AŞQARLANMIŞ (Ba,Ca)Ga₂(S,Se)₄ HALKOGENİD YARIMKEÇİRİCİLƏRİNİN LÜMINESSENT XASSƏLƏRİ

Eu və/və ya Ce ilə aşqarlanmış $(Ba,Ca)Ga_2(S,Se)_4$ halogenid yarımkeçiricilərinin fotoluminesent xassələri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, barium və kalsium tioqallatlarının lüminessensiyaları selenqallatlarından daha effektivdir. Yevropium və seriumla aşqarlanmış $(Ba,Ca)Ga_2(S,Se)_4$ yarımkeçiriciləri 10 - 300 K diapazonunda lüminessensiya xarakteristikaları yüksək temperatur stabilliyi göstərilir. Eu və/və ya Ce ilə aşqarlanmış tioqallatlar və selenqallatlar 10^4 W/cm² aşmayan həyəcanlanma səviyyələrində FL effektivliyinin əhəmiyyətli artmasını nümayiş etdirirlər. FL effektivliyinin azalmasının mexanizmi kimi elektronların nadir torpaq ionlarının həyəcanlanmış halından matrisin keçirici zonasına de - həyəcanlanması və onların sonrakı şüalanmasız rekombinasiyası təklif edilir.

İlk dəfə olaraq Er - Yb cütünün antistoks lüminessensiyası barium tioqallatda alınmışdır. Otaq temperaturunda antistoks lüminessensiyasının effektivliyinin həyəcanlandırıcı şüalanmanın güc sıxlığından asılılığı 0.5 - 125 W/cm² (976nm) diapazonunda tədqiq edilmişdir.

O.B. Abdinov, F.T. Xəlil-zadə, S.S. Rzayeva

ELEKTROZƏİF QARŞILIQLI TƏSİRLƏRİN $SU(3)_C \times SU(3)_L \times U(1)$ MODELİ VƏ ELEKTRİK YÜKÜNÜN KVANTLANMASI

Elektrozəif qarşılıqlı təsirin $SU(3)_C \times SU(3)_L \times U(1)$ modeli çərçivəsində fotonun məxsusi funksiyasına və anomaliaların ixtisarı şərtlərinə əsaslanaraq, zərrəciklərin elektrik yüklərinin kvantlanması həyata keçirilmişdir. Hiqqs və fermion sahələrinin hiperyüklərinin ixtiyari qiymətlərində kalibrəmə bozonlarının kütlələri, neytral sahələrin məxsusi funksiyaları və lepton və kvarkların kalibrəmə bozonları ilə qarşılıqlı təsirləri üçün ifadələr hesablanmışdır. Fermionların elektrik yükləri və elektrik yüklərinin kvantlanması gətirən şərtlər üçün ifadələr tapılmışdır. Göstərilmişdir ki, Higgs sahələri zərrəciklərin elektrik yüklərinin "formalaşmasında" və elektrik yüklərinin kvantlanmasında təsirə malikdir.

**R. Jabbarov, N. Musayeva, S. Abdullayeva, F. Scholz, T. Wunderer,
P. Benalloul, C. Barthou, C. Laurent**

InGaN DİOD STRUKTURUNUN VƏ AĞ İŞIQ DİODU ÜÇÜN İKİ RƏNGLİ İŞIQLANMAYA MALİK $(Ca_{1+x-y}Eu_y)Ga_2S_{4+x}$ LÜMİNOFORUNUN YETİŞDİRİLMƏSİ

Təqdim olunan işdə səfir altlığın c -müstəvisi üzərində InGaN işıq diodu strukturunun yetişdirilməsi və fosfor çevirici ağ işıq diodunun yaradılması üçün ikirəngli fosforun hazırlanması haqqında məlumat verilmişdir. Onların optik xassələri tədqiq olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, baxmayaraq ki, temperatur sönməsi baş verir, otaq temperaturunda lüminessent ayrılma qızdırılmadan öncə və sonra demək olar ki, eynidir, bu isə onu göstərir ki, termik sönmə bərpa olunandır və ya termik deqradasiya yoxdur. Bu fosfor çevirici ağ işıq diodunun yaradılması üçün çox vacibdir, çünki işıq diodunun iş prosesində davamlı olaraq istilik ayrılır.

M.A. Mahmudova, N.Z. Cəlilov

YbBi₂Te₄ VƏ YbBi₄Se₇ OPTİK SPEKTRLƏRİ

İşdə YbBi₂Te₄ və YbBi₄Se₇ polikristallik nümunələrində işıq enerjisinin 1-6eV intervalında nümunələrin səthinə normal düşən işığın əksolunma əmsalı $R(E)$ ölçülmüşdür. Ölçülən əksolunma əmsalının qiymətləri əsasında Kramers-Kroniq münasibətlərinin köməyi ilə onların optik parametrləri: optik keçiriciliyi $\epsilon_2 E$, halların əlaqəli sıxlıqlarının inteqral funksiyası $\epsilon_2 E^2$, dielektrik sabiti $\epsilon_{0,eff}(E)$, $\epsilon_2 - \gamma$ ə görə valent elektronlarının effektiv sayı $n_{ef}(E)$, həmçinin

həcmi – $\text{Im}g \varepsilon^{-1}$ və səthi $-\text{Im}g(1 + \varepsilon)^{-1}$ elektron itkilərinə görə enerjinin E verilmiş qiymətinə qədər olan elektronların effektiv sayı təyin edilmişdir.

T.C. İbrahimov, G.M. Bayramov, A.R. İmaməliyev

MAYE KRİSTAL XIRDA ZƏRRƏCİKLƏR SİSTEMİNDƏ KLARK – LAQERVOLL EFFEKTİNİN TƏDQIQI

Qeyri mezogen xıral əlavəli maye kristalların (MK) üçkomponentli qarışığı əsasında hazırlanan və seqnetoelektrik xassələrinə malik C^* smektiki işlənilib hazırlanmışdır. Elektrooptik effektlərə cavabdeh olan fiziki parametrlər təyin olunmuşdur. Həm təmiz, həm də Al_2O_3 -ün xırda mərkəzi simmetrik zərrəcikləri və seqnetoelektrik $SrTiO_3$ əlavəli C^* smektikdə Klark – Laqervoll effekti tədqiq edilmişdir.

Göstərilmişdir ki, $MK+Al_2O_3$ özəyin zaman xarakteristikaları təmiz MK özəyə nisbətən bir qədər pis olur. Bu onunla əlaqədardır ki, Al_2O_3 xırda zərrəciklərinin əlavə edilməsi ilə seqnetoelektrik maye kristalın fırlanma özüllüyü artır. Eyni zamanda $MK+SrTiO_3$ özəyində Klark – Laqervoll effektinin zaman xarakteristikaları təmiz MK özəyin zaman xarakteristikalarından üstün olur, belə ki, təhrif olunmuş UP haldan DOWN hala keçid, DOWN haldan UP-hala keçidə nisbətən daha az enerji dəf etmək tələb olunur.

Z.A. Cahangirli, K. Mimura, K. Wakita, Y. Shim, G. S. Orucov, N.T. Məmmədov

TIFeSe₂ KRİSTALININ FERROMAQNİT FAZADA ELEKTRON ZONA QURULUŞU

TIFeSe₂ kristalının zona quruluşu Birləşmiş Müstəvi Dalğalar yaxınlaşmasında tam-potensial metodu ilə sıxlıq funksionalı yaxınlaşmasında ümumiləşmiş qradient aproksimasi ilə hesablanmışdır. Göstərilmişdir ki, TIFeSe₂ kristalında kimyəvi rəbitə dəmir atomunda lokallaşmış 3d-elektronları ilə əlaqədar metallik rəbitə təşkil edir.

Ə.Ş. Abdinov, R.F. Babayeva, R.M. Rzayev

QALLİUM MONOSELENİDİ KRİSTALLARINDA İŞİĞİN YÜKDAŞIYICILARIN YÜRÜKLÜYÜNƏ TƏSİRİ

Temperaturun $T=77\div 350$ K intervalında təmiz və qadolonium atomları ilə aşqarlanmış qallium monoselenidi (p-GaSe) kristallarında yükdaşıyıcıların yürüklüyünə spektrin müxtəlif oblastlarından (məxsusi və aşqar udma oblastlarından) olan işığın təsiri tədqiq olunmuşdur.

Müəyyən olunmuşdur ki, bu kristallarda işığın təsiri altında yürüklüyün temperaturdan asılılığının nəinki qiyməti, hətta gedişi də dəyişir. Bundan başqa qalıt yürüklük effekti də müşahidə olunur. Bütün bu hadisələr nəinki təmiz kristalların qaranlıq xüsusi müqavimətindən və aşqarlanmış kristallarda aşqarın miqdarından, həmçinin işığın spektral tərkibindən də asılıdır.

Qeyd olunur ki, hər iki qrup kristallarda işığın yürüklüyə təsiri sərbəst enerji zonalarının potensial relyefinin optik düzlənməsi (dreyf çəpərlərinin optik silinməsi) ilə əlaqədardır.

S.B. Kazımova, A.S. Həsənova, E.Ç. Səidov

CH₃CH₂OH MOLEKULUNUN TRANS – KONFORMERİNİN QADAĞAN OLUNMUŞ KEÇİDLƏRİ

Bu işdə etil spirti molekulunun trans-konformerinin fırlanma spektri tədqiq olunmuş və 72 qadağan olunmuş keçid identifikasiya edilmişdir. Fırlanma spektri Vatsonun A reduksiyalı fırlanma hamiltonianı ilə təsvir olunmuşdur. Molekulun spektroskopik parametrləri dəqiqləşdirilmişdir.

L.İ. Vəliyeva, E.Z. Əliyev

ALLATOSTATİN-4 NEYROPEPTİDİNİN FƏZA QURULUŞU

Nəzəri konformasiya analizi üsulu ilə allatostatınlər ailəsinə mənsub allatostatın-4 neyropeptidinin fəza quruluşu tədqiq edilmiş və konformasiya enerjisinin miqdarı qiymətləndirilməsi hesabına bu molekulun dayanıqlı halları müəyyən olunmuşdur.

A.Ş. Qəhrəmanov, F.K. Ələsgərov, K.Ş. Qəhrəmanov

A₂^VB₃^{VI} SİSTEMLƏRİNDƏ LAYLAR ARASI NANOBYEKTİLƏRİN FRAKTAL HƏNDƏSƏSİ

Laylı kristallarda laylar arasındakı nanoobyektlərin morfolojiyası Veyerstrass və Van-der-Varenden funksiyaları ilə müqayisəsi verilir. Nanostrukturlaşmış $A_2^V B_3^{VI}$ obyektin morfoloji analizi belə funksiyalarını nəzərə alaraq keçirilib.

C.Hasani Bərbəran, Q.H. Hüseynov, R.B. Vəliyev, Ə.B. Məhərrəmov

Ga_{0,83}In_{0,83}Fe_{0,34}S₃ – ÜN KRİSTAL QURULUŞU

Ga_{0,83}In_{0,83}Fe_{0,34}S₃ tərkibli bərk məhlul sintez edilmiş, uzunmüddətli tablama üsulu ilə monokristallar göyərdirilmişdir. Rentgenquruluş analizi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, alınan kristallar heksaqonal quruluşa malikdir. Onun qəfəs sabitləri: a=3,7813 c=12,1888Å, fəza qr. P3m1. z=1,33, V=151,04 Å³ P_{rent.}=3,84 qr/sm³. Aparılan quruluş analizi nəticəsində atomların koordinatları, atomlararası məsafələr, koordinasiya ədədləri və quruluş tipi müəyyən edilmişdir.

T.Z. Quliyeva, E.A. Ağayeva, Q.M. Eyvazova, N.N. Lebedeva

YÜKSƏK SİLİSIUMLU SEOLİT-KLİNOPTİLOLİTİN İNFRAQIRMIZI SPEKTROSKOPİK TƏDQIQI

Təqdim olunan işdə Azərbaycanın ərazisində olan təbii seolit- klinoptilolitın udulmaspektrləri ölçülmüşdür. İQ spektrlər Varian-3600 FT-İR spektrofotometrində geniş tezlik intervalında (4000-400 cm⁻¹) çəkilmişdir. Udulma zolaqlarının identifikasiyası onların ədəbiyyatdan məlum qiymətlərlə yaxşı uşaşmasını aşkar etdi.

N.Z. Cəlilov

MÜXTƏLİF ŞƏRAİTLƏRDƏ ALINMIŞ SELENİN OPTİK SPEKTRLƏRİ

İşdə amorf (massiv), nazik təbəqə və polikristal şəkildə olan selenin səthə normal düşən 1÷6 eV enerji intervalında olan işığın əksətmə əmsalı $R(E)$ ölçülmüşdür. Kramers-Kroniq metodu ilə onun optik parametrləri, dielektrik funksiyaları təyin edilmişdir. Göstərilmişdir ki, selen nümunələrin müxtəlif şəraitlərdə hazırlanması atomların konfigurasiyasında yaxın nizamın dəyişməsinə səbəb olur. Bu da öz növbəsində elektron quruluşunu dəyişir, nəticə etibarilə bu materialların optik parametrləri dəyişir.

N.Z. Cəlilov, Q.M. Dəmirov

TERMİK İŞLƏMƏNİN Bi₂Te₃- Bi₂Se₃ ENERJİ İNTERVALINDA NAZİK TƏBƏQƏLİ NÜMUNƏLƏRİNİN OPTİK PARAMETRLƏRİNİN SPEKTRLƏRİNƏ TƏSİRİ

İşdə Bi₂Te₃- Bi₂Se₃ n və p – tip termik işlənməyən və işlənən nümunələrində səthə normal düşən işığın 1÷6 eV intervalında əks olma spektrləri ölçülmüşdür. Kramers – Kroniq metodu ilə $R(E)$ əsasında onların optik parametrləri və optik keçidlərinin qiymətləri təyin edilmişdir. Göstərilmişdir ki, termik işləmə nəticəsində optik parametrlərinin və elektron keçidlərinin qiymətləri dəyişir.

V.Ə. Tanrıverdiyev, V.S. Tağıyev

DÜZBUCAQLI FERROMAQNİT NANOMƏFTİLDƏ SPİN HƏYƏCANLANMALARININ MİKROSKOPİK NƏZƏRİYYƏSİ

Ferromagnit nanoməftildə spin həyəcanlanmaları Qrin funksiyası metodu ilə tədqiq olunur. Ferromagnit nanoməftilin müxtəlif spinləri üçün Qrin funksiyasının ifadəsi tapılıb. En kəsiyi kvadrat olan nanoməftil modeli seçilib. Alınmış nəticələr parametrlərin seçilmiş qiymətlərində kəmiyyətə təsvir olunub.

S.T. Əzizov

ƏYT ŞÜALANMANIN UDULMA ÖRTÜYÜ

Məqalədə canlı orqanizmlərin ən yüksək tezliklərin (ƏYT) zərərli təsirdən müdafiəsi üçün istifadə oluna bilən, işlənmiş qalıq və çox vaxt xoşagəlməz elektromagnit şüalanmasını istifadə edən kompozit materialların əsasında verilmiş tezlikli elektromagnit şüalanmasının udularının yaradılmasına aiddir.

MÜNDƏRİCAT

1.	Energetika sistemlərinin ekoloji problemlərinin həllində elektrofiziki proseslər A.M. Həşimov, K.B. Qurbanov, H.C. Hüseynov	3
2.	Təməl prinsiplərdən β -GaS kristali üçün hal tənliyi parametrlərinin təyini Z.A. Cahangirli, H.S. Orucov, N.T. Məmmədov	12
3.	$Rb_{0,95}Cs_{0,05}NO_3$ monokristalında III \rightarrow II polimorf çevrilmənin kinetikası V.İ. Nəsirov, A.F. Həziyeva, Y.Q. Əsədov, R.C. Ahyeva	15
4.	Samux rayonundan götürülmüş neft nümunəsinin reoloji və termik xassələri E.A. Məmmədov, B.G. Paşayev*, M.A. Hüseynov, İ.E. Qədimquluyev	18
5.	TlIn _{1-x} DyS ₂ bərk məhlullarının elektrik keçiriciliyi A.M. Əhmədova, H.İ. Zeynalov, M.M. Zərbəliyev, R.L. Məmmədova	24
6.	Aqar gelinin kalium hidroksidin duru sulu məhlulunda ionların hidratlaşmasına təsiri E.Ə. Məsimov H.F. Abbasov	26
7.	Annotasiyalar	30



www.physics.gov.az