

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI**

*Əlyazması hüququnda*

**QAZ FAZADAN ÇÖKDÜRMƏ ÜSULU İLƏ KEÇİD  
METALLARLA NANOSTRUKTURLAŞDIRILMIŞ TƏBİİ  
SEOLİTLƏRİN İŞTİRAKI İLƏ MAZUTUN  
HİDROKREKİNQİ PROSESİNİN TƏDQIQI**

İxtisas: 3321.01 – Neft-qaz-daş kömür emalı və texnologiyası

Elm sahəsi: Texnika

İddiaçı: **Aişə Baba qızı Həsənova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş  
dissertasiyanın

**AVTOREFERATI**

**Bakı – 2021**



Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda "Katalitik krekinq və piroliz" laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.


Elmi rəhbər: t.e.d., professor  
**Hikmət Camal oğlu İbrahimov**


Elmi məsləhətçi: t.e.d., dosent  
**Gülbəniz Siyavuş qızı Muxtarova**

Rəsmi opponentlər: t.e.d., dosent  
**Reyhaniyyə Ziya qızı Həsənova**  
t.e.d., professor  
**Nigar Əzizağa qızı Səlimova**  
t.ü.f.d.  
**Rasim Hüseyn oğlu İbrahimov**

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının AMEA Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.17 Dissertasiya Şurası

Dissertasiya şurasının sədri:   
k.e.d., akademik  
**Vaqif Məhərrəm oğlu Abbasov**

Dissertasiya şurasının elmi katibi:   
t.ü.f.d., dosent  
**Zaur Zabil oğlu Ağamalyev**

Elmi seminarın sədri:   
t.e.d., dosent  
**Təranə Aslan qızı Məmmədova**

## **İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI**

**Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi.** Neft emalı sənayesi qarşısında duran ən mühüm məsələlərdən biri ağır neft qalıqlarını emala cəlb etməklə neftin emalını dərinləşdirməkdir. Krekinq prosesi ağır neft qalıqlarının (mazut, qudron) benzin, dizel və digər yüngül məhsullara çevrilməsində istifadə olunan ən mühüm proseslərdən biridir. Neft emalı sahəsində hidrogen mühitində, katalizator iştirakı ilə aparılan proseslər hidrokatalitik proseslərə aiddir.

Neft qalıqlarının zənginləşdirilməsi və sonrakı dərin emalı üçün hidrokatalitik proseslər işləyib hazırlayarkən olduqca çətin problem yaranır. Bu problem xammalın tərkibində olan qatran-asfalt maddələrinin, ağır metal üzvi birləşmələrin, azotlu-kükürtlü heteroatom birləşmələrinin katalizatoru dönməz zəhərləməsi ilə əlaqədardır. Ağır neft qalıqlarının hidrozənginləşdirilməsi üçün tərkibində olan ağır metalların miqdarından asılı olaraq bir neçə texnoloji proseslər tətbiq olunur. Ümumiyyətlə, ağır neft qalıqlarını emal etməzdən əvvəl onların hazırlanma proseslərinin–asfaltsızlaşdırma, hidrokükürdsüzləşdirmə, metalsızlaşdırma və s. aparılması labüddür. Yüksək keyfiyyətli açıq rəngli neft məhsulları almaq üçün ənənəvi hidrokrekinq (HK) prosesləri daha perspektivli olsada, yüksək təzyiqli altında (20-30MPa) aparılır. Buna uyğun olaraq, ağır neft qalıqlarının dərin emal proseslərini apararkən istifadə olunan katalizatorlar daim yeniləşən səthə malik olmalıdır. Beləliklə, yeni katalitik sistemlər tətbiq etməklə, birbaşa, yüksək olmayan təzyiqdə, mazutun HK-ni həyata keçirməyə imkan verən yeni texnologiyanın işlənilməsi hazırlanması olduqca aktualdır.

Ağır neft qalığı olan mazutun müxtəlif keçid metalları ilə CVD (Chemical Vapor Deposition-Qaz fazadan kimyəvi çökdürmə) üsulu ilə nanostrukturlaşdırılmış, suspenzləşdirilmiş yüksəkdispersli təbii seolit katalizatorlarından istifadə etməklə HK-i, ənənəvi katalizatorlar ilə aparılan proseslərlə müqayisədə daha yüksək aktivliyə malik olması və koksun praktiki olaraq reaktorun divarlarına çökməməsi ilə xarakterizə olunur.

Beləliklə, dissertasiya işində mazutun heç bir əlavə hazırlıq proseslərini aparmadan, aşağı təzyiqdə (0,5-4,0MPa) HK vasitəsilə

açıq rəngli neft məhsullarının (benzin və dizel fraksiyalarının) alınması üçün yeni, yüksək aktivliyə malik effektiv katalizatorların sintezi, HK-in gedişinə rejim parametrlərinin (temperatur, təzyiq) və katalizatorun təsirinin öyrənilməsi öz əksini tapmışdır.

**Tədqiqatın obyektı və predmeti.** Dissertasiya işinin əsas tədqiqat obyektı təbii seolitlərin CVD üsulu ilə keçid metallarla nanostrukturlaşdırılması və onların mazutla suspenzləşdirilərək birbaşa, aşağı təzyiqdə HK prosesinin aparılmasından ibarətdir. Tədqiqatın predmeti mazutun suspenzləşdirilmiş nanostrukturlu katalizatorların iştirakı ilə HK-dən benzin və dizel fraksiyalarının alınmasıdır ki, alınan benzin və dizel fraksiyaları əmtəə yanacaqlarına komponent kimi, benzin fraksiyası eyni zamanda piroliz prosesi üçün xammal olaraq tövsiyyə edilir.

**Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri.** Təqdim olunan dissertasiya işinin əsas məqsədi müxtəlif keçid metallarla CVD üsulu ilə təbii seolit katalizatorlarını modifikasiya edərək, onların iştirakı ilə neftin emalını dərinləşdirmək məqsədilə Bakı neftlərindən alınan mazutdan əlavə açıq rəngli neft məhsulları almaq üçün aşağı təzyiq altında (0,5-4,0MPa), birbaşa HK prosesini aparmaq, prosesin gedişinə və eləcə də koksəmələgəlməyə rejim parametrlərinin təsirini tədqiq etməkdən ibarətdir.

Qarşıya qoyulan məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı elmi-tədqiqat məsələləri həll olunmuşdur:

- təbii seolit olan Az-4-ün (şərti olaraq Az-4 adlandırılmışdır) Ni, Mo-lə CVD üsulu ilə modifikasiya edilməsi;
- təbii haloizitin Ni, Mo-lə CVD üsulu ilə modifikasiyasının nanostrukturlaşdırılması;
- keçid metalları ilə müxtəlif üsullarla modifikasiya olunmuş Az-4 və haloizit katalizatorunun strukturunun müxtəlif fiziki-kimyəvi metodlar vasitəsilə tədqiq edilməsi;
- mazutun HK-nə suspenzləşdirilmiş Az-4 və haloizit katalizatorlarının miqdarının təsirinin tədqiqi;
- mazutun HK prosesinə suspenzləşdirilmiş yüksəkdispersli katalizatorların təbiətinin təsirinin tədqiqi;

- mazutun suspenzləşdirilmiş yüksəkdispersli təbii seolitlərin iştirakı ilə HK prosesinə optimal rejim parametrlərinin (temperatur və təzyiq) təsirinin tədqiqi;
- mazutun keçid metallarla nanostrukturlaşdırılmış yüksəkdispersli seolitlərin iştirakı ilə HK prosesinin gedişinə optimal rejim parametrlərinin (temperatur və təzyiq) təsirinin tədqiqi;
- mazutun HK prosesindən alınan koklaşmış katalizator hissəciklərinin fiziki-kimyəvi metodlarla tədqiq edilməsi və koksəmələgəlməyə rejim parametrlərinin təsirinin öyrənilməsi.

**Tədqiqat metodları.** Tədqiqat işində istifadə edilən ilkin xammal və katalizatorların, sintez edilən katalitik sistemlərin və HK məhsullarının fiziki-kimyəvi xassələrini təyin və tədqiq etmək üçün spektral, termiki, qaz-xromatoqrafik (NMR, DTA, SEM, RFM, RFA, İQ, FİA) və digər fiziki-kimyəvi analiz metodlarından istifadə olunmuşdur.

**Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar.** Dissertasiya işində müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar aşağıdakılardır:

- təbii seolit olan Az-4 və haloizitin CVD üsulu ilə keçid metallarla nanostrukturlaşdırılması əsasında yüksək səthi aktiv katalizatorların hazırlanması;
- ilkin və modifikasiya edilmiş katalizatorların tərkib və strukturlarının fiziki-kimyəvi analiz metodları ilə tədqiq edilməsi;
- hazırlanmış katalizatorların iştirakı ilə mazutun HK prosesinin tədqiqi;
- mazutun HK-dən alınan koklaşmış katalizator hissəciklərinin fiziki-kimyəvi analiz üsulları ilə tədqiqi və koksəmələgəlməyə katalizatorun miqdarının, rejim parametrlərinin (temperatur və təzyiq) təsirinin öyrənilməsi.

**Tədqiqatın elmi yeniliyi.** İlk dəfə olaraq:

- CVD üsulu ilə keçid metallarla nanostrukturlaşdırılmış təbii seolit (Az-4 və haloizit) katalizatorları hazırlanmışdır;
- Bakı neftlərindən alınan mazutun yüksəkdispersli təbii seolitlər və onların müxtəlif keçid metallarla modifikasiyalarının iştirakı

ilə HK prosesi Almaniya istehsalı olan, müasir proqram təminatlı, tamamilə avtomatlaşdırılmış, onlayn idarə edilə bilən “Ağır neft qalıqlarının hidrokrekinqi” (SPR-1) qurğusunda aparılmışdır;

- sintez edilmiş suspenzləşdirilmiş yüksəkdispersli seolittərkibli katalizatorların iştirakı ilə yüksək çıxımla alınan açıq rəngli neft məhsullarının (benzin və dizel fraksiyalarının) fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri müqayisəli şəkildə öyrənilmiş və elmi dəlillərlə təsdiqlənmişdir;
- mazutun HK prosesindən alınan kokslaşmış katalizator hissəcikləri fiziki-kimyəvi metodlarla tədqiq edilmişdir;
- təbii seolitlər və onların keçid metallarla modifikasiyasından alınan katalizatorların təbiətinin, miqdarının və eləcə də rejim parametrlərinin (temperatur, təzyiq) koksun əmələgəlməsinə təsiri öyrənilmişdir.

**Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti.** Son onillikdə neft emalı sənayesinin qarşısında duran əsas məqsəd ekoloji təmiz benzin və dizel yanacaqları istehsal etməkdir. Müasir standartlara cavab verən əmtəə məhsullarının alınması məsələlərini katalitik krekinq, hidrokrekinq, visbkrekinq, kokslaşma kimi təkrar emal proseslərindən alınan fraksiyaların yeni emal metodlarının işlənilməsi və istifadəsi vasitəsilə həll etmək olar. Neftin emal dərinliyini artırmaq üçün alınmış elmi nəticələr əsasında katalitik sistemlər işlənməmiş və bu tip katalizatorların iştirakı ilə əlavə açıq rəngli neft məhsulları almaq məqsədilə mazutun HK prosesinin tətbiq edilməsinin perspektivli olması göstərilmişdir. Neft qalıqlarının zənginləşdirilməsi və sonrakı dərin emalı üçün ilkin laborator sınaqları nəticəsində müəyyənləşdirilmişdir ki, mazutun keçid metallarla CVD üsulu ilə nanostrukturlaşdırılmış seolittərkibli katalizatorların iştirakı ilə HK prosesindən yüksək çıxımla benzin və dizel fraksiyası əldə edilmişdir. Alınan benzin və dizel fraksiyasının müxtəlif tətbiq sahələri araşdırılmışdır. Benzin və dizel fraksiyalarının hidrotəmizlənmədən sonra əmtəə yanacaqlarına komponent kimi, alınan qazın NEZ-lərdə yanacaq kimi istifadəsi, qalıq fraksiyasının isə bitum istehsalına yönəldilməsi təklif edilmişdir.

**Aprobasiyası və tətbiqi.** Dissertasiya mövzusu üzrə 27 elmi əsər, o cümlədən 12 məqalə və 15 məruzə tezisi nəşr olunmuşdur. Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı müxtəlif elmi və beynəlxalq konfranslarda məruzə edilmiş və müzakirə olunmuşdur: H.Əliyev anadan olmasının 93, 94, 95-ci ildönümünə həsr olunan Beynəlxalq Elmi Konfranslarda (Gəncə, 2016, 2017, 2018), IX Бакинская Международная Мамедалиевская конференция по нефтехимии (Баку, 2016), N.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-Üzvi Kimya İnstitutunun 80 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika Elmi Konfransı (Bakı, 2016), Международной научно-технической конференции «Нефтехимический синтез и катализ в сложных кондецированных системах», посвященной 100-летнему юбилею ак. Б.К.Зейналова. (Баку, 2017), Prof. S.Ə.Sultanovun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika Elmi-Texniki Konfransı “Yanacaq, yanacaq komponentləri, xüsusi təyinatlı mayelər, yağlar və aşqarlar” (Bakı, 2017), The 21<sup>st</sup> International Conference on Petroleum, Mineral Resources and Development (Saudi Arabia, 2018), 29. Ulusal Kimya kongresi (Türkiyə, 2017), Electronic Processes in Organic and Inorganic Materials (ICEPOM-11) (Ivano-Frankivsk, Ukraine, 2018), 7<sup>th</sup> Rostocker International Conference: “Thermophysical properties for technical thermodynamics” (Germany, 2018), Ak. M.Nağıyevin 110 illiyinə həsr olunmuş “Nağıyev qıraətləri” Elmi Konfransı (Bakı, 2018), Международная научно-практическая конференция “Инновативные перспективы развития нефтепереработки и нефтехимии”, посвященная 110-летию академика В.С.Алиева (Баку, 2018).

Dissertasiya işinə aid 12 elmi məqalə “Processes of petrochemistry and oil refining” (3), “Kimya problemləri” (2), “Azərbaycan Neft Təsərrüfatı” (2), АМЕА Гəncə bölməsi “Xəbərlər Məcmuəsi” (2), “Технологии нефти и газа, “Petroleum Science and Technology”, “Applied Petrochemical Research” jurnallarında nəşr edilmişdir.

Mazutun suspenzlaşdırılmış yüksəkdispersli Az-4-ün iştirakı ilə termokatalitik krekinq prosesi məhsuldarlığı 150 kq/saat olan yarım-



sənaye qurğusunda sınaqdan keçirilmiş və mazutdan 76-87% həcmə açıq rəngli neft məhsulları alınmışdır.

**Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.** Dissertasiya işi AMEA Y. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun 2016-2018-ci illərdə aparılan elmi-tədqiqat işlərinin planına (Dövlət qeydiyyatı № 0113 Az 2039) müvafiq olaraq “Katalitik krekinq və piroliz” laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

**Dissertasiya işinin strukturu və həcmi.** Dissertasiya işi girişdən (11694 işarə), dörd fəsildən (175307 işarə), nəticələrdən (4440 işarə), 171 istinad edilmiş elmi ədəbiyyat siyahısı (30363 işarə), əlavələr, 42 cədvəl, 45 şəkil, 3 qrafik daxil olmaqla 193 səhifə və ümumi 191441 işarə həcmindədir.

Dissertasiyanın giriş hissəsində işin aktuallığı əsaslandırılmış, aparılmış tədqiqatların məqsədi, qarşıya qoyulan məsələlər, işin elmi yeniliyi, praktiki əhəmiyyəti və alınan məqsədyönlü məhsulların tətbiq sahələri təqdim edilmişdir.

Birinci fəsildə – ağır neft qalıqlarının əlavə açıq rəngli neft məhsullarının alınmasında xammal kimi əhəmiyyəti, HK prosesinin dünya miqyasında müasir vəziyyəti, o cümlədən mazutdan alınan məqsədyönlü məhsulların (benzin və dizel fraksiyalarının) xassələri, tətbiq sahələri və əhəmiyyəti geniş şərh olunmuş, mazutun HK-dən əlavə açıq rəngli neft məhsullarının alınması prosesinin müxtəlif mexanizmləri müzakirə edilmiş, bu prosesin qanunauyğunluqları araşdırılmışdır.

İkinci fəsildə – ilkin xammalın və katalitik sistemlərin sintezi üçün istifadə olunan komponentlərin fiziki-kimyəvi xassələri, sintez prosesinin metodikası, istifadə edilən qurğunun işləmə prinsipi, təcrübələrin ümumi aparılma qanunauyğunluqları, ilkin maddələrin və prosesdən alınan məhsulların analiz metodlarından bəhs edilmişdir.

Üçüncü fəsildə – mazutun təbii seolitlər və keçid metallarla nanostrukturlaşdırılmış seolitlərin iştirakı ilə HK prosesinə katalizatorların təsir mexanizmi və prosesdən alınan məhsulların xassələri fiziki-kimyəvi metodlarla xarakterizə edilmişdir.

Dördüncü fəsildə – mazutun təbii seolitlər və keçid metallarla nanostrukturlaşdırılmış seolitlərin iştirakı ilə HK prosesinə

temperatur və təzyiqin təsiri, HK-dən alınan kokslaşmış katalizator hissəciklərinin xassələrinin prosesin aparılma şəraitindən – temperatur, təzyiqdən və eləcə də katalizatorun növündən asılılığı fiziki-kimyəvi metodlarla tədqiq edilmişdir.

Dissertasiya işinin yekununda hər fəsildə istinad olunmuş ədəbiyyat mənbələrinin siyahısı, əsas nəticələr və əlavələr verilmişdir.

**Müəllifin şəxsi iştirakı.** Dissertasiyaya daxil edilmiş əsas məqsədlər, məsələnin qoyuluşu, aparılan tədqiqatların istiqamətləri və onların yerinə yetirilməsi, alınan nəticələrin ümumiləşdirilməsi, təcrübə sınaqlarının aparılması şəxsən müəllif tərəfindən həyata keçirilmişdir.

## İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Neftin emal dərinliyini və motor yanacaqlarının istehsalını artırmaq məqsədilə Bakı neftlərindən alınan mazutun CVD üsulu ilə Ni, Mo-lə nanostrukturlaşdırılmış təbii seolitlərin iştirakı ilə aşağı təzyiqdə (0,5-4,0MPa) HK-dən yanacaq komponentlərinin alınması prosesi tədqiq edilmişdir.

Mazutun nanostrukturlaşdırılmış, yüksəkdispersli suspensiyaya çevrilmiş təbii seolitlərin iştirakı ilə HK-də xammal kimi istifadə olunan Bakı neftlərindən alınan mazutun fiziki-kimyəvi göstəriciləri: sıxlığı- 939,4 kq/m<sup>3</sup>; kükürdün miqdarı- 0,4% küt.; qatranın miqdarı- 10,28% kütlədir.

HK prosesində təbii seolit katalizatorları: Az-4, haloizit və onların Ni, Mo-lə CVD qurğusunda hopdurma və ion mübadilə metodu ilə modifikasiyalarından istifadə edilmişdir [4,7].

Təcrübələr Almaniya istehsalı olan, müasir proqram təminatlı, tamamilə avtomatlaşdırılmış, axar tipli, onlayn idarə edilə bilən “Ağır neft qalıqlarının hidrokrekinqi” (SPR-1) qurğusunda (şəkil 1), 0,5-4,0MPa təzyiqdə, 400-450°C temperaturda, katalizatorun miqdarı 1-5% küt., hidrogenin mazuta nisbəti 500-700 1/1 olmaqla aparılmışdır. Prosesə katalizatorların təbiətinin və miqdarının, rejim parametrlərinin (temperatur, təzyiq) təsiri tədqiq edilmişdir.

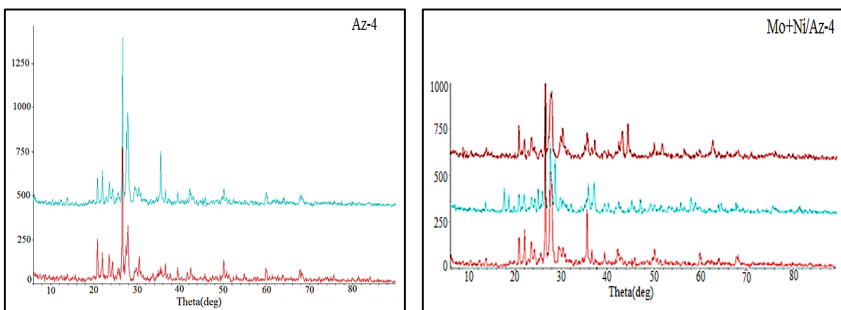
Prosesdən alınan hidrogenizat süzülərək, koklaşmış katalizatorndan ayrılır, maye məhsul atmosfer vakuüm qurğusunda qovularaq q.b.–200°C-benzin, 200-360°C–dizel və > 360°C qalıq fraksiyalına ayrılır. Filtrdə qalan bərk qalıq hissə benzolla yuyulur, qurudulur, yandırılır və koksun çəkisi qravimetrik metoddla təyin olunur.



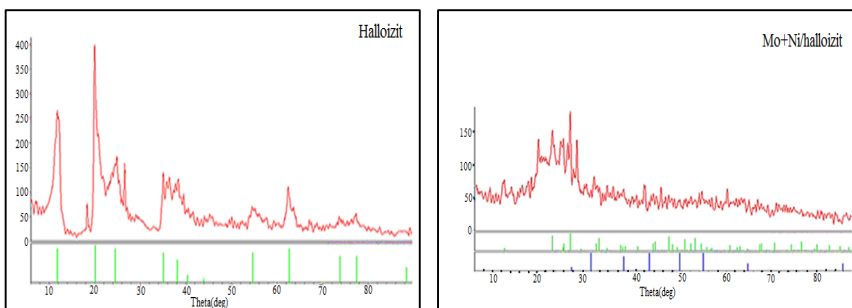
Şəkil 1. SPR-1 qurğusunun təsviri

İlkin və modifikasiya olunmuş katalizatorların element, faza və struktur tərkibi, termiki parametrləri RFM, RFA, İQ və TQA/DTA metodları ilə, prosesdən alınan fraksiyaların karbohidrogen (KH) tərkibi FİA, NMR üsulu ilə, eyni zamanda benzin fraksiyasının fərdi və qrup KH tərkibi Perkin Elmer firmasının “Auto System” xromatografi ilə təyin edilmişdir [7].

Təbii seolitlər (Az-4, haloizit) və onların Ni, Mo-lə modifikasiya olunmuş nümunələrinin RF spektrlərinə əsasən baza hissə olan seolitlər və onların əsasında modifikasiya olunmuş formalara aid olan piklər göstərilir. X-ray analizi ilə baza və modifikasiya olunmuş seolit sətində metalların əsasən oksid şəklində yerləşdiyi təsdiq olunmuşdur (şəkil 2-3).



Şəkil 2. Az-4 və Mo+Ni/Az-ün RF spektri



Şəkil 3. Haloizit və Mo+Ni/haloizin RF spektri

Şəkil 3-də intensiv piklər  $2\theta=20^\circ$ ,  $2\theta=24,5^\circ$ ,  $2\theta=35,02^\circ$  və  $2\theta=54,6^\circ$  bucaqlarında müəyyən edilmişdir<sup>1</sup>. Modifikasiya olunmuş haloizitin RF spektrində  $2\theta=20^\circ$ -də müşahidə olunan intensiv pik  $\text{SiO}_2$  kristallik fazasının əmələ gəldiyini göstərir. Burada struktur dəyişiklikləri RF spektrindən aydın görünür. Nümunədə təbii haloizitə xas olan piklərin intensivliyinin azalması və  $2\theta=29^\circ$ ,  $34^\circ$ ,  $47^\circ$ -də molibden alüminat fazası,  $2\theta=26^\circ$ -də alümosilikat fazası qeydə alınmışdır.

<sup>1</sup> Астапова, Е.С., Павлов, С.С. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ модифицированного нанопорошками металлов цеолита семейства пентасил // Физико-математические науки, Москва:-2011. №4(23),-с. 31-38.

## Mazutun suspenzləşdirilmiş yüksəkdispersli Az-4 katalizatorunun iştirakı ilə HK prosesinə katalizatorun miqdarının təsirinin tədqiqi

Mazutun HK-i Az-4 ilə 400-450°C, 0,5-4,0MPa-da aparılmış, prosesinin gedişinə katalizatorun miqdarının təsiri tədqiq edilmiş (cədvəl 1), alınan məhsulların keyfiyyət göstəriciləri cədvəl 2-də verilmişdir [13, 17]. Cədvəl 1-dən göründüyü kimi, mazutun katalizatorsuz HK-dən 43,21% açıq rəngli neft məhsulları alınır, sistemə 1% Az-4 əlavə etdikdə çıxım 49,4%, katalizatorun miqdarı 2,5% olduqda 57,58% kütlə təşkil edir. Prosesə 5% Az-4 əlavə etdikdə isə açıq rəngli neft məhsullarının çıxımında cüzi artım müşahidə olunduğu üçün (59,01%) katalizatorun miqdarının 2,5% götürülməsi məqsədəuyğundur.

Cədvəl 1

Mazutun HK-ə katalizatorun miqdarının təsiri və prosesin material balansı;  $P_{H_2} = 0,5\text{MPa}$ ,  $t = 440^\circ\text{C}$

Göstəricilər	Kat-suz	Az-4 1%	Az-4 2,5%	Az-4 5%
Məhsulların çıxımı,% kütlə:				
Qaz C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub>	14,2	13,3	9,2	8,1
q.b.-200°C	18,5	22,66	27,46	28,32
Fr.200-360°C	24,71	26,74	32,12	33,69
Σfr.<360°C	43,21	49,4	57,58	59,01
Qalıq>360°C	35,79	32,2	30,22	30,09
Koks	6,8	5,1	3	2,8

Cədvəl 2-dən göründüyü kimi HK-i 2,5% Az-4 iştirakı ilə apardıqda prosedən alınan benzin fraksiyasının KH tərkibində i-parafinlərin miqdarı 28,42-dən 38,53%-ə, naftenlər 10,39-dan 15,44%-ə qədər artır, parafinlər 38,86-dan 35,01%-ə, aromatik KH 8,77-dən 3,83%-ə, olefinlər 13,56-dan 7,19%-ə qədər, kükürdün

miqdarı 0,10-dan 0,05%-ə qədər azalır. Benzinin oktan ədədi 63-70 p-dir. Katalizatorun miqdarı 2,5% olduqda alınan dizel fraksiyasında kükürdün miqdarı 0,41-dən 0,13%-ə qədər azalır.

Cədvəl 2

Mazutun HK-dən alınan məhsulların keyfiyyət göstəricilərinə Az-4-ün miqdarının təsiri (0,5MPa, 440°C)

Göstəricilər	Katalizatorlar		
	Kat-suz	Az-4 1%	Az-4 2,5%
Benzin fraksiyası			
Sıxlığı 20°C, kq/m <sup>3</sup>	740,1	732,1	721
KH tərkibi			
Parafin	38,86	34,38	35,01
i-parafin	28,42	35,23	38,53
Olefin	13,56	11,52	7,19
Naften	10,39	14,31	15,44
Aromatik	8,77	4,56	3,83
Oktan ədədi (təd.üs.)	63	69	70
Kükürd, % küt.	0,10	0,07	0,05
Yod ədədi, q J <sub>2</sub> /100 q	24	18	11,1
Dizel fraksiyası			
Sıxlığı 20°C, kq/m <sup>3</sup>	867,4	854,2	836,7
Fak. qatran, mq/100 ml	16	14	12
Kükürd, % küt.	0,41	0,17	0,13
Yod ədədi, q J <sub>2</sub> /100q	23	20	18
Donma tem., °C	-22	-25	-25
Setan ədədi	50	51,4	53,5

### Mazutun HK prosesinə müxtəlif üsullarla modifikasiya edilmiş Az-4-ün təsirinin tədqiqi

Proses 430°C və 4,0MPa-da aparılmışdır. Mazutun hopdurma və ion mübadilə metodları ilə Ni və Mo-lə modifikasiya edilmiş Az-4 iştirakı ilə HK-nin nəticələri cədvəl 3-də verilmişdir [2].

Mazutun HK-ə katalizatorların təsiri və prosesin material balansı  
(4,0MPa, 430°C)

Kat-un miqdarı (2,5%)	Məhsulların çıxımı, % küt:					
	Qaz C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub>	Benzin q.b.-200°C	Fr. 200-360°C	Σfr. <360°C	Qalıq >360°C	Koks
Kat-suz	12	16	31	47	35	6
Az-4	10	26	28	54	30,2	5,8
Hopdurma metodu ilə modifikasiya olunmuş Az-4						
Ni/Az-4	9	23,5	33,4	56,9	28,9	5,2
Mo/Az-4	8	22,6	35,3	57,9	29,3	4,8
Mo+Ni/Az-4	7	32	28	60	28,5	4,5
İon mübadilə metodu ilə modifikasiya olunmuş Az-4						
Ni/Az-4	8	28,12	27,77	55,89	30,81	5,3
Mo/Az-4	8	28,65	30	58,65	29,35	4
Mo+Ni/Az-4	6	34,45	32,31	66,76	23,64	3,6

Alınan nəticələrin analizi göstərir ki, açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı katalizatorlardan asılı olaraq dəyişir. Belə ki, mazutun katalizatorsuz HK-dən 47%; 2,5% Az-4 əlavəsiylə 54%; hopdurma və ion mübadilə metodları ilə Ni və Mo-lə ayrı-ayrılıqda modifikasiya edilmiş Az-4 istifadə edildikdə uyğun olaraq 56,9 və 55,89; 57,9 və 58,65%; hər iki metalın birgə modifikasiyasından alınan katalizatorun istifadəsi ilə açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı isə uyğun olaraq 60 və 66,76% kütlə təşkil edir. Göründüyü kimi metalların ayrı-ayrılıqda modifikasiyasından alınmış katalizatorla alınan nəticələr bir-birindən çox fərqlənir. Hər iki metalın birgə modifikasiyasından alınan katalizatorla isə açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı əhəmiyyətli dərəcədə artır.

İon mübadilə metodu ilə hazırlanmış katalizatorla nəticələrin daha yüksək olması bu metodla modifikasiya olunmuş Az-4-ün səthində Mo və Ni metallarının hopdurma metodu ilə modifikasiya olunmuş Az-4-ə nisbətən daha çox paylanmasına əsaslanır. Bu zaman benzin fraksiyasının çıxımı 2 dəfə artaraq, uyğun olaraq, 32 və 34,45% kütlə

təşkil edir, koksun çıxımı 6%-dən 4,5 və 3,6%-ə, qazın çıxımı 12%-dən 7 və 6%-ə qədər azalır.

Cədvəl 4

Mazutun HK-dən alınan məhsulların keyfiyyət göstəricilərinə katalizatorların təsiri (4,0MPa, 430°C)

Göstəricilər	Katalizatorlar (2,5%)			
	Kat-suz	Az-4	Mo+Ni/Az-4 (hop.met.)	Mo+Ni/Az-4 (ion müb.met.)
Benzin fraksiyası				
Sıxlığı 20°C, kq/m <sup>3</sup>	731,2	721,4	701,4	713,1
KH tərkibi:				
Parafin	41,82	29,99	32,02	30,45
i-parafin	28,95	34,48	44,95	46,31
Olefin	12,99	11,22	6,04	5,1
Naften	7,19	18	11,06	13
Aromatik	9,05	6,31	5,93	5,14
Oktan ədədi (təd.üs.)	64	69	71	71
Kükürd, % küt.	0,09	0,06	0,05	0,05
Yod ədədi, qJ <sub>2</sub> /100q	23,4	18,7	11,9	12
Dizel fraksiyası				
Sıxlığı 20°C, kq/m <sup>3</sup>	861,4	837,5	835,1	833,1
Fak. qatran,mq/100ml	15	12	11	8
Kükürd, % küt.	0,4	0,16	0,11	0,12
Yod ədədi, q J <sub>2</sub> /100q	22	21	18	14
Donma tem., °C	-25	-25	-30	-30
Setan ədədi	49	51	54	54,3

Cədvəl 4-dən görüldüyü kimi prosesi katalizatorsuz apardıqda HK-dən alınan benzin fraksiyasının tərkibində izo-parafinlər 28,95%, doymamış KH 12,99% təşkil edərkən, prosesi hopdurma və ion mübadilə metodu ilə modifikasiya edilmiş Mo+Ni/Az-4-lə apardıqda izo-parafinin miqdarı uyğun olaraq 44,95 və 46,31%-ə qədər artır, olefinlərin miqdarı 6,04 və 5,1%-ə qədər azalır, oktan ədədi 71 p təşkil edir.



Benzin fraksiyasının tərkibində kükürdün miqdarı 0,09-dan 0,05%-ə qədər azalır, dizel fraksiyasında isə kükürdün miqdarı 0,4-dən 0,11 və 0,12%-ə qədər azalır. Benzin fraksiyasının tərkibində izoquruluşlu KH-in miqdarının artması, doymamış və aromatik KH-in miqdarının azalması modifikasiya edilmiş Az-4-ün tərkibindəki Mo və Ni-in təsiri ilə izah oluna bilər. Başqa sözlə, keçid metallarının təsiri ilə hidrogenləşmə və izomerləşmə reaksiyalarının daha intensiv getməsi ehtimal olunur.

### **Mazutun keçid metallarla modifikasiya edilmiş yüksəkdispersli suspensləşdirilmiş Az-4-ün iştirakı ilə HK prosesinə rejim parametrlərinin təsirinin tədqiqi**

HK-ə temperaturun təsiri 1,0MPa-da 400-450°C temperatur intervalında, təzyiğin təsiri 440°C-də 0,5-4,0MPa təzyiç intervalında öyrənilmişdir [16,19].

Cədvəl 5

Mazutun Mo+Ni/Az-4-ün iştirakı ilə HK-ə temperaturun təsiri və prosesin material balansı (1,0MPa, 2,5% katalizator).

Göstəricilər	Temperatur, °C			
	400°C	430°C	440°C	450°C
Məhsulların çıxımı, % küt:				
Qaz -C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub>	4,84	7	8	16
Benzin q.b.-200°C	7,47	32	30	20
Fr. 200-360°C	19,6	28	33	35
Σfr.<360°C	27,07	60	63	55
Qalıq >360°C	66,25	28,5	24	23
Koks	1,84	4,5	5	6

Cədvəl 5-dən göründüyü kimi temperatur 400°C-dən 440°C-ə qədər artdıqda açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı 27,07-dən 63% kütləyə qədər artır. Bu zaman qazın çıxımı 4,84-dən 8%-ə; benzin fraksiyasının çıxımı 7,47-dən 30%-ə; dizel fraksiyasının çıxımı 19,6-dan 33%-ə, koksun miqdarı 1,84-dən 5% kütləyə qədər artır. Temperaturun sonrakı 450°C-yə artımında açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı 63-dən 55%-ə qədər azalır, qazın miqdarı isə 8-

dən 16%-ə qədər artır. Yəni krekinq prosesi daha dərin gedir. HK zamanı temperaturun dəyişməsi alınan benzin və dizel fraksiyasının KH tərkibinə də təsir edir

Cədvəl 6

Mazutun Mo+Ni/Az-4-ün iştirakı ilə HK-dən məhsulların keyfiyyət göstəricilərinə temperaturun təsiri (1,0MPa, 2,5% katalizator)

Göstəricilər	Temperatur, °C		
	430°C	440°C	450°C
Benzin fraksiyası			
Sıxlığı 20°C, kq/m <sup>3</sup>	708,2	705,2	703,5
KH tərkibi:			
Parafin	30,2	29,16	31,4
i-parafin	45,08	47,0	41,62
Olefin	6,4	5,0	5,5
Naften	12,2	14,64	15,84
Aromatik	6,3	4,2	5,64
Oktan ədədi (təd.üs.)	71	70,5	70
Kükürd, % küt.	0,05	0,045	0,04
Yod ədədi, q J <sub>2</sub> /100 q	12.1	10	11
Dizel fraksiyası			
Sıxlığı 20°C, kq/m <sup>3</sup>	836,7	838,0	841,7
Fak.qatran, mq/100 ml	10	12	11
Kükürd, % küt.	0,12	0,10	0,09
Yod ədədi, q J <sub>2</sub> /100 q	20	18	17
Donma tem., °C	-30	-28	-30
Setan ədədi	51	52	54

Cədvəl 6-dan görüldüyü kimi temperatur 440°C-ə qədər yüksəldikdə benzin fraksiyasının tərkibində izo-parafinlərin miqdarı artır, aromatik KH və olefinlərin miqdarı azalır, oktan ədədi 70,5 p təşkil edir.

Temperaturun sonrakı 450°C-yə artımında isə aromatik KH və olefinlərin miqdarı artır, başqa sözlə, dehidrogenləşmə prosesi gedir. Temperatur artdıqca krekinq reaksiyasının sürəti hidrogenləşmə reaksiyasının sürətindən daha tez artır. Buna görə də prosesi 440°C-

də aparmaq məqsədə uyğundur. Mazutun Mo+Ni/Az-4 iştirakı ilə HK gedişinə təzyiğin təsiri tədqiq edilmişdir [3].

Cədvəl 7

Mazutun Mo+Ni/Az-4-ün iştirakı ilə HK-ə təzyiğin təsiri və prosesin material balansı (440°C, 2,5% katalizator)

Göstəricilər	Təzyiq, MPa		
	0,5MPa	2,0MPa	4,0MPa
Məhsulların çıxımı, % küt:			
Qaz C <sub>1</sub> –C <sub>4</sub>	7	8	8
Benzin q.b.-200°C	32	32,2	33,2
Fr. 200-360°C	28	28,8	30,8
Σfr. <360°C	60	61	64
Qalıq >360°C	28,5	27,5	25
Koks	4,5	3,5	3

Cədvəl 7-dən göründüyü kimi təzyiq 0,5MPa-dan 4,0MPa-ya qədər yüksəldikdə açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı 60-dan 64%-ə qədər artır, koksun miqdarı isə 4,5-dən 3% kütləyə qədər azalır.

Təzyiğin 0,5MPa-dan 4,0MPa-ya qədər artması nəticəsində benzin fraksiyasında aromatik KH-in miqdarı 6,3-dən 5,1%-ə qədər, olefinlərin miqdarı 6,4-dən 4,5%-ə qədər azalır, izo-parafinlərin miqdarı 45,08-dən 46,11%-ə qədər artır. Dizel fraksiyasında kükürdün miqdarı 0,12-dən 0,08 %-ə qədər azalır.

### **Mazutun HK-ə yüksəkdispersli nanostrukturlu haloizitin təsirinə tədqiqi**

Mazutun təbii haloizit və CVD qurğusunda Mo, Ni-lə hopdurma, ion mübadilə metodu ilə modifikasiya edilmiş haloizitin iştirakı ilə 4,0MPa və 430°C -də HK prosesi tədqiq edilmişdir [9, 12].

Nəticələrdən görünür ki, açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı katalizatorlardan asılı olaraq dəyişir (cədvəl 8). Belə ki, mazutun katalizatorsuz HK-dən 47%, sistemə 2,5% haloizit əlavəsiylə 53,04% açıq rəngli neft məhsulları alınır ki, bu zaman benzinin

çıxımı 16-dan 25,74%-ə qədər artır. Prosesi hopdurma və ion mübadilə metodları ilə modifikasiya edilmiş Ni/halloizit və Mo/halloizitlə apardıqda açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı uyğun olaraq 54,44 və 57,63%; 59,62 və 62,05%, Mo+Ni/halloizitlə isə uyğun olaraq 65,82 və 83% kütlə təşkil edir. Bu zaman benzin fraksiyasının çıxımı 2 dəfəyə qədər artaraq 29-33% kütlə təşkil edir.

Cədvəl 8

Mazutun müxtəlif katalizatorların iştirakı ilə HK-ə katalizatorların təsiri və prosesin material balansı (4,0MPa, 430°C)

Kat-un miqdarı (2,5%)	Məhsulların çıxımı, % küt:					
	Qaz C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub>	Benzin Q.b.-200°C	Fr. 200-360°C	Σfr. <360°C	Qalıq >360°C	Koks
Kat-suz	12	16	31	47	35	6
Halloizit	10	25,74	27,30	53,04	31,46	5,5
Hopdurma metodu ilə modifikasiya olunmuş halloizit						
Ni/halloizit	9,12	26,12	28,32	54,44	31,19	5,25
Mo/halloizit	9	26,85	30,78	57,63	28,28	5,09
Mo+Ni/halloizit	8,09	29,01	36,81	65,82	21,09	5
İon mübadilə metodu ilə modifikasiya olunmuş halloizit						
Ni/halloizit	9,12	29,45	30,17	59,62	28,26	3
Mo/halloizit	8	30,82	31,23	62,05	26,15	3,8
Mo+Ni/halloizit	6	33,06	49,94	83	8,9	2,1

Cədvəl 9-dan göründüyü kimi prosesi katalizatorsuz apardıqda alınan benzin fraksiyasının tərkibində izo-parafinlər 29,71%, olefinlər 12% təşkil edərkən, prosesi hopdurma və ion mübadilə metodu ilə modifikasiya edilmiş Mo+Ni/halloizitlə apardıqda izo-parafinlərin miqdarı uyğun olaraq 38,54 və 45,49%-ə qədər artır, olefinlərin miqdarı 7,35 və 4,72 %-ə qədər azalır, oktan ədədi 68,5-71 p təşkil edir. Benzin fraksiyasının tərkibində kükürdün miqdarı 0,1-dən 0,05 və 0,04%-ə qədər azalır, dizel fraksiyasında isə kükürdün miqdarı 0,3-dən 0,23 və 0,18%-ə qədər azalır.

Mazutun HK-dən alınan məhsulların keyfiyyət göstəricilərinə  
katalizatorların təsiri (4,0MPa, 430°C)

Göstəricilər	Katalizatorlar (2,5%)			
	Kat-suz	Halloizit	Mo+Ni/ halloizit (hop.met.)	Mo+Ni/ halloizit (ion mü.met.)
Benzin fraksiyası				
Sıxlığı 20°C, kq/m <sup>3</sup>	725,2	712,8	708,2	709,5
KH tərkibi:				
Parafin	42,98	25,61	25,95	30,69
i-parafin	29,71	32	38,54	45,49
Olefin	12	9,24	7,35	4,72
Naften	6,51	18,16	19,76	12,41
Aromatik	8,8	14,99	8,4	6,69
Oktan ədədi (təd.üs.)	63	65	68,5	71
Kükürd, % küt.	0,1	0,08	0,05	0,04
Yod ədədi, q J <sub>2</sub> /100 q	24,2	19,3	12,1	8
Dizel fraksiyası				
Sıxlığı 20°C, kq/m <sup>3</sup>	856,2	838,0	836,7	839,7
Fak. qatran, mq/100ml	16	12	10	8
Kükürd, % küt.	0,3	0,25	0,23	0,18
Yod ədədi, q J <sub>2</sub> /100q	20	18	17	15
Donma tem., °C	-20	-25	-30	-25
Setan ədədi	51	53	54	54

Beləliklə, ion mübadilə metodu ilə modifikasiya olunmuş halloizitlə açıq rəngli neft məhsullarının çıxımının çox olması və eləcə də alınan benzin fraksiyasının tərkibində izo-quruluşlu doymuş KH miqdarının artması, doymamış və aromatik KH miqdarının azalması halloizit kristallarının səthində Mo və Ni metallarının hopdurma metodu ilə modifikasiya olunmuş nümunəyə nisbətən çox paylanması və keçid metallarının təsiri ilə mazutun HK prosesində hidrogenləşmə və izomerləşmə reaksiyalarının daha intensiv getməsinə əsaslanır.

## Mazutun Mo, Ni -lə modifikasiya edilmiş nanoözlü haloizitin iştirakı ilə HK gedişinə rejim parametrlərinin təsirinin tədqiqi

Mazutun Mo+Ni/halloizitin iştirakı ilə HK gedişinə temperaturun təsiri 1,0MPa təzyiqdə 400-450°C temperatur intervalında, təzyiqin təsiri 440°C-də 0,5-4,0MPa təzyiq intervalında tədqiq edilmişdir.

Cədvəl 10-dan görüldüyü kimi temperaturu 400°C-dən 440°C-yə qədər artdıqda açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı 28,25-dən 64,56% kütləyə qədər artır. Bu zaman qaz, benzin, dizel, koksun çıxımı uyğun olaraq, 4,91-dən 9,45%-ə; 8,25-dən 31,02%-ə; 20-dən 33,54%-ə; 1,63-dən 4,73% kütləyə qədər artır.

Cədvəl 10

Mazutun Mo+Ni/halloizitin iştirakı ilə HK-ə temperaturun təsiri və prosesin material balansı; (1,0MPa, 2,5% katalizator)

Göstəricilər	Temperatur, °C			
	400°C	430°C	440°C	450°C
Məh.çixımı, % küt:				
Qaz C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub>	4,91	6,81	9,45	15,43
q.b.-200°C	8,25	32,46	31,02	21,12
Fr.200-360°C	20	29,02	33,54	35
Σfr.<360°C	28,25	61,48	64,56	56,12
Qalıq >360°C	65,21	29,02	21,26	20,35
Koks	1,63	2,69	4,73	8,1

Temperatur 440°C-dən 450°C-ə qədər artırıldıqda isə açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı 64,56-dən 56,12%-ə qədər azalır, koksun çıxımı isə 4,73-dən 8,10%-ə qədər artır ki, bu da krekinq prosesinin daha dərin getməsi ilə izah olunur.

Temperaturun dəyişməsi alınan məhsulların keyfiyyət göstəricilərinə də təsir edir (cədvəl 11). Belə ki, temperatur 430°C-dən 440°C-ə qədər yüksəldikdə benzinin tərkibində aromatik KH 6,55-dən 4,91%-ə qədər azalır, 450°C-yə qədər artdıqda isə 5,95%-ə qədər artır. Bu zaman krekinq reaksiyasının sürəti hidrogenləşmə reaksiyasının sürətini qabaqlayır.

Mazutun Mo+Ni/halloizitin iştirakı ilə HK-dən alınan məhsulların keyfiyyət göstəricilərinə temperaturun təsiri (1,0MPa, 2,5% katalizator)

Göstəricilər	Temperatur, °C		
	430°C	440°C	450°C
Benzin fraksiyası			
Sıxlığı 20°C, kq/m <sup>3</sup>	744,2	722,8	713,2
KH tərkibi:			
Parafin	29,88	36,05	25,99
i-parafin	41,45	44,91	51,09
Olefin	8	6,01	4,98
Naften	14,12	8,12	11,99
Aromatik	6,55	4,91	5,95
Oktan ədədi (təd.üs.)	69	70,13	73
Kükürd, % küt.	0,08	0,05	0,04
Yod ədədi, q J <sub>2</sub> /100q	16,3	13	7,3
Dizel fraksiyası			
Sıxlığı 20°C, kq/m <sup>3</sup>	873,6	852,2	848,3
Fak.qatran, mq/100ml	14	13	12
Kükürd, % küt.	0,29	0,14	0,06
Yod ədədi, q J <sub>2</sub> /100q	19	8,9	12
Donma tem., °C	-30	-29	-30
Setan ədədi	54	53	54

Temperatur 430°C-dən 450°C-yə qədər artdıqda benzin fraksiyasının tərkibində izoparafinlərin miqdarı 41,45-dən 51,09%-ə qədər artır, olefinlərin miqdarı 8-dən 4,98%-ə qədər azalır və benzinin oktan ədədi 73 p təşkil edir. Benzin fraksiyasının tərkibində kükürdün miqdarı 0,08-dən 0,04% kütləyə, yod ədədi 16,3-dan 7,3 q J<sub>2</sub>/100 q-a qədər azalır. Dizel fraksiyasının tərkibində qatranın, kükürdün miqdarı və yod ədədi azalır.

Mazutun Mo və Ni ilə ion mübadilə metodu ilə modifikasiya edilmiş halloizitin iştirakı ilə HK-ə təzyiğin təsirinin nəticələri cədvəl 12-də verilmişdir. Təzyiq 0,5MPa-dan 4,0MPa-ya qədər

artdıqda  $\Sigma$ fr.<360°C fraksiyasının çıxımı 59,3-dən 66%-ə qədər artır, koksun çıxımı 4-dən 2%-ə qədər azalır.

Təzyiqin dəyişməsi alınan məhsulların keyfiyyət göstəricilərinə də təsir edir. Təzyiq 0,5MPa-dan 4,0MPa-ya qədər artdıqda alınan benzin fraksiyasının tərkibində aromatik KH miqdarı 7-dən 3,5%-ə qədər, doymamış KH miqdarı 6,02-dən 2,11%-ə qədər azalır, izoparafınlərin miqdarı 41-dən 45%-ə qədər artır, kükürdün miqdarı 0,075- dən 0,0421 % kütləyə qədər azalır, benzinin oktan ədədi 76 p təşkil edir.

Cədvəl 12

Mazutun Mo+Ni/halloizitin iştirakı ilə HK-ə təzyiqin təsiri və prosesin material balansı; t=440°C, 2,5% katalizator

Göstəricilər	Təzyiq, MPa		
	0,5MPa	2,0MPa	4,0MPa
Məhsulların çıxımı, % küt:			
Qaz C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub>	6,8	8,9	9,4
q.b.-200°C	29,3	31,5	32
Fr. 200-360°C	30	32,5	34
$\Sigma$ fr. <360°C	59,3	64	66
Qalıq >360°C	29,9	24	22,6
Koks	4	3,1	2

Beləliklə, mazutun təbii seolitlər və modifikasiya olunmuş katalizatorlarının iştirakı ilə HK üzrə aparılan tədqiqatlardan belə nəticə çıxarmaq olar ki, prosesi aşağı təzyiqdə (0,5MPa) apardıqda daha çox benzin fraksiyası, nisbətən yuxarı təzyiqdə (4,0MPa) apardıqda isə daha çox dizel fraksiyası alınır. Məqsəddən asılı olaraq təzyiq və temperaturu tənzimləməklə istənilən məhsulun yüksək çıxımını əldə etmək mümkündür.

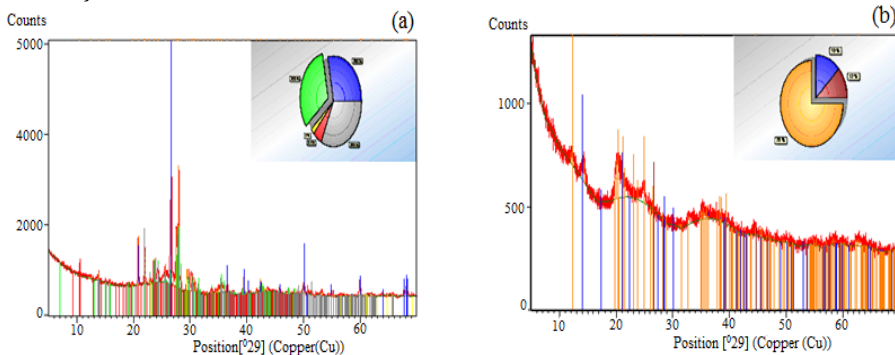
Təqdim etdiyimiz dissertasiya işində mazutun təbii seolitlər və onların keçid metalları ilə nanostrukturlaşdırılmış formalarının iştirakı ilə HK aparılaraq əlavə açıq rəngli neft məhsullarının alınmasının və neftin emal dərinliyinin artırılmasının mümkünlüyü göstərilmişdir. Mazutun HK-dən alınan benzin və dizel fraksiyaları hidrotəmizləmədən sonra əmtəə yanacaqlarına komponent kimi,



benzin fraksiyası eyni zamanda piroliz prosesinə xammal kimi, alınan qaz NEZ-də yanacaq kimi istifadə edilə bilər, qalıq fraksiyasını isə bitum istehsalına yönəltmək olar.

### Mazutun HK-dən alınan koklaşmış katalizator hissəciklərinin fiziki-kimyəvi metodlarla tədqiqi

Mazutun HK-dən alınan koklaşmış katalizator hissəcikləri katalizatorun miqdarı və növündən, prosesin temperaturu və təzyiqindən asılı olaraq fiziki-kimyəvi metodlarla – rentgen faza (RFA), derivatoqrafik (TQA/DTA) analiz üsulları ilə tədqiq edilmişdir.



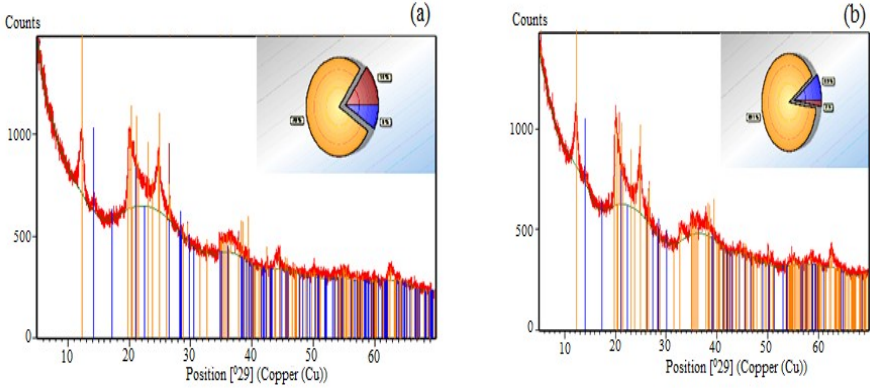
Şəkil 4. a) 1% Az-4; b) 1% haloizit əlavəsiylə alınan koklaşmış katalizator hissəciklərinin difraktoqramı

Müəyyən edilmişdir ki, HK-i 1%-li Az-4 ilə apardıqda 29°; 49° bucaq intervalında ( $d=3,033\text{Å}$ ;  $1,850\text{Å}$ ) və 1%-li haloizit ilə alınan koksun difraktoqramlarında 44° bucaq intervalında ( $d=2,031\text{Å}$ ) dispersləşmiş karbona aid enli pik müşahidə olunur<sup>2</sup> (şəkil 4).

Prosesə 2,5% Az-4 və haloizit əlavə olunduqda koksun miqdarının artması ilə difraktoqramlarda onların kristallik dərəcəsinin artması müşahidə olunur. Az-4-lə alınan katalizator hissəciklərində 42°; 44° bucaq intervalında ( $d=2,131\text{Å}$ ;  $2,035\text{Å}$ ), haloizit əlavəsiylə alınan katalizator hissəciklərində 44° ( $d=2,032\text{Å}$ )

<sup>2</sup> Иверонова, В. И. Теория рассеяния рентгеновских лучей / В. И. Иверонова, Г. П. Ревкевич -Москва: Изд. МГУ, -1978. -248 с.

bucaqda karbon fazasına aid siqnallar qeydə alınmıŒıdır (Œakil 5).

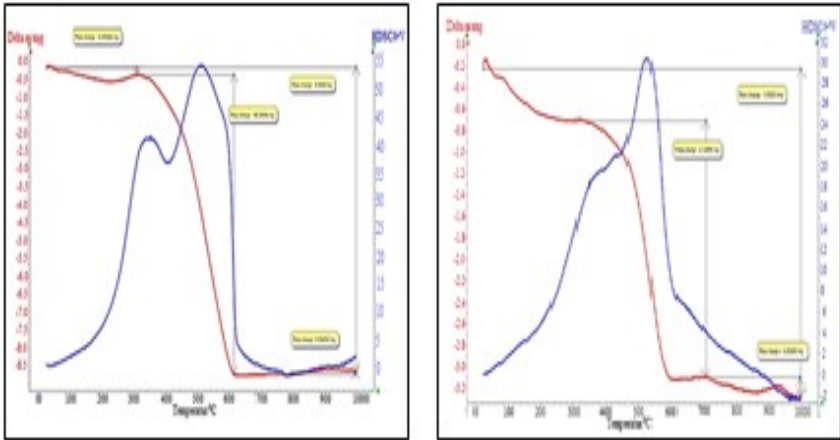


Œakil 5. a) 2,5% Az-4; b) 2,5% haloizit əlavəsiylə alınan kokslaŒmıŒ katalizator hissəciklərinin difraktoqramı

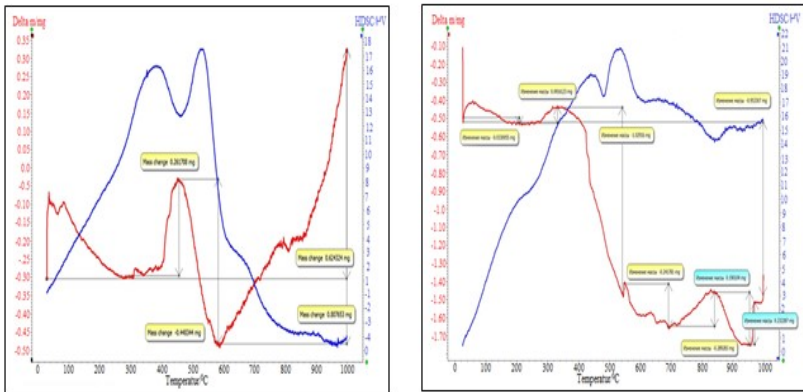
Derivatoqrafik analizlər ilə temperaturun koksəmələgəlməyə təsiri  yr nildiyl  zaman müəyyən edilmiŒdir ki, temperatur 400 C-dən 430 C -y  qədər artdıqda yüksək temperaturda yanan koksun miqdarı artır. Katalizatorun üzərində əmələ gələn koks aktiv mərkəzləri təcrid edir və onun aktivliyini azaldır. Temperaturun artırılması ilə adsorbsiyanın və reaksiya sürətinin artması baŒ verir və bununla yanaŒı, koksun miqdarı artır.

Temperatur 430 C-dən 450 C-y  qədər artdıqda aŒağı temperaturda yanan koksa aid olan pikin hündürlüyü azalır, 2-ci pikin hündürlüyü artır. Yəni, yüksək temperaturda yanan koks aŒağı temperaturda yanan koksa nisbətən artır (Œakil 6-7) [5]. Œakil 6-da modifikasiya olunmamıŒ Az-4 və haloizitin iŒtitakı ilə ( $t=430^\circ\text{C}$ ,  $P_{H_2}=1,0\text{MPa}$ ) mazutun HK-dən alınan kokslaŒmıŒ katalizator hissəciklərinin DTA spektrində 350 v  520 C-də 2 pik m Œahid  olunur. Bunların hər ikisi koksa aid pikdir. Temperatur artdıqca g cl  ekzoefekt izlənilir. Burada 0,15 mq qədər  eki artımı m Œahid  olunur ki, burada Az-4 və haloizitin tərkibindəki metallardan birinin oksidl Œdiyl  ehtimal olunur. 180 C-y  qədər koksun üzərindəki üzvi birl Œm l rin yanması prosesi gedir. 340 C -

də başlayan və 400-410°C-yə qədər davam edən endoeffekt ekzoeffektə dönür və ekzoeffekt 400°C-dən 620°C-yə qədər davam edir. Bu da həmin temperaturlarda koksun yanmasının intensivləşdiyi ilə izah olunur. 760-780°C-də yüksək temperaturda yanan qalıq koks müşahidə olunur.



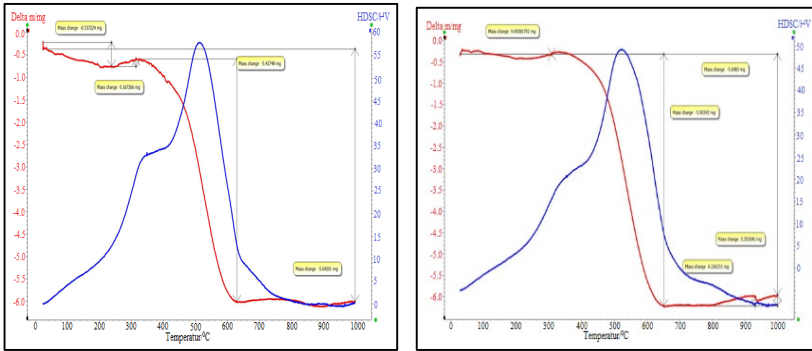
Şəkil 6. Mazutun Az-4 və haloizitin iştirakı ilə HK-dən alınan koklaşmış katalizator hissəciklərinin DTA spektri



Şəkil 7. Mazutun Mo+Ni/Az-4 və Mo+Ni/halloizitin iştirakı ilə HK-dən alınan koklaşmış katalizator hissəciklərinin DTA spektri

Şəkil 7-də Mo+Ni/Az-4 və Mo+Ni/halloizitin iştirakı ilə mazutun HK-dən alınan koklaşmış katalizator hissəciklərinin DTA spektrinə əsasən katalizatorlar termiki stabildir. Metallarla modifikasiya olunmuş katalizatorlarla prosesi apardıqda Az-4 və halloizitlə aparılan təcrübəyə nisbətən koks daha az əmələ gəlir. Bunun səbəbi katalizatorun səthindəki dəyişikliklərdir və metalların katalizatorun aktivliyinə təsiri ilə izah olunur. Buradan belə ümumiləşdirmə aparmaq olar ki, Az-4 və halloizitin səthi geniş olduğundan həm mikroporlarda, həm mezaporlarda koks əmələgəlmə daha intensivdir. Metallarla modifikasiya edildikdə isə səthdə dəyişikliklər baş verdiyindən koks əmələgəlmə qismən azalır.

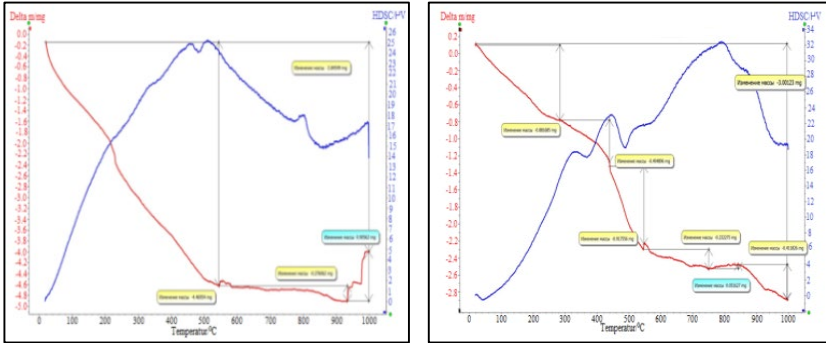
Temperatur və təzyiqin koksəmələgəlməyə təsiri öyrənilmədiyi zaman müəyyən edilmişdir ki, HK-də temperatur 400°C-dən 430°C-yə qədər artdıqda yüksək temperaturda yanan koksun miqdarı artır. Temperatur 430°C-dən 450°C-yə qədər artdıqda aşağı temperaturda yanan koksaid olan pikin hündürlüyü azalır, 2-ci pikin hündürlüyü artır. Yəni yüksək temperaturda yanan koks aşağı temperaturda yanan koksə nisbətən artır (şəkil 8).



Şəkil 8. Mazutun 400°C və 450°C; 1,0MPa-da Mo+Ni/Az-4 iştirakı ilə HK-dən alınan koklaşmış katalizator hissəciklərinin DTA spektri

Prosesin təzyiqi 0,5MPa-dan 4,0MPa-ya qədər artırıldıqda koksun çıxımı azalır. 0,5MPa təzyiqdə alınan koksun DTA spektrindən görünür ki, 570°C-dən yuxarı temperaturda yanan koksda kütlə

azalması müşahidə olunur. Kütlə azalması koksun tərkibindəki karbon hissəciklərinin qrafitləşdirilmiş koks növlərinə çevrilməsi ilə əlaqədardır. Eyni zamanda koksun yanması daha aşağı temperaturalarda gedir (şəkil 9).



Şəkil 9. Mazutun 0,5MPa və 4,0MPa; 440°C -də Mo+Ni/halloizitin iştirakı ilə HK-dən alınan kokslaşmış katalizator hissəciklərinin DTA spektri

Mazutun təbii seolitlərin iştirakı ilə HK-dən alınan koksun miqdarı temperatur 400°C-dən 450°C-yə qədər yüksəldikdə (1,0MPa) artır, keçid metalları ilə modifikasiya edilmiş təbii seolitlərin iştirakı ilə aparılan HK-dən alınan koksun miqdarı isə modifikasiyasız katalizatorla aparılanla müqayisədə azalır. Bununla da təcrübələrdən əldə etdiyimiz qanunauyğunluqlar fiziki-kimyəvi metodlarla da təsdiq edilmişdir.

Mazutun təklif edilən qalıqsız HK texnologiyası mövcud texnologiyalarla müqayisədə bir sıra üstünlüklərə malikdir: adi HK-dən (20-30MPa) fərqli olaraq, daha aşağı təzyiq (0,5-4,0MPa) altında gedir, xammalın ilkin hazırlanması proseslərinə (vakuum altında qovulma, demetallaşma, hidrokükürdsüzləşdirmə, asfatsızlaşdırma) ehtiyac yoxdur, xüsusi bahalı katalizatorlar əvəzinə təbii seolitlərdən istifadə edilir. Bu sadalanan faktorlar kapital və istismar xərclərinin, enerji təchizatının azaldılmasına gətirib çıxarır və təklif etdiyimiz prosesin iqtisadi cəhətdən sərfəli olduğunu göstərir.

## NƏTİCƏLƏR

1. Mazutun yüksəkdispersli yerli təbii seolit olan Az-4-ün və suspenzləşdirilmiş nanostrukturulu haloizitin iştirakı ilə heç bir əlavə hazırlıq proseslərini aparmadan birbaşa HK prosesi aparılmış, optimal şəraitdə (0,5MPa, 440°C, katalizatorun miqdarı 2,5% olmaqla) uyğun olaraq 57,58 % açıq rəngli neft məhsulları alınmışdır [13, 14].
2. Mazutun hopdurma və ion mübadilə metodları ilə Ni və Mo-lə modifikasiya edilmiş Az-4 katalizatorunun iştirakı ilə HK prosesi aparılmış və katalizatorun təbiətinin HK-ə təsiri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, optimal şəraitdə (430°C, 4,0MPa) mazutun katalizatorsuz HK-dən 47%; 2,5% Az-4 əlavəsiylə 54%; hopdurma və ion mübadilə metodları ilə Ni və Mo-lə ayrı-ayrılıqda modifikasiya edilmiş Az-4 istifadə edildikdə uyğun olaraq 56,9 və 55,89; 57,9 və 58,65%; hər iki metalın birgə modifikasiyasından alınan katalizatorun istifadəsi ilə açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı uyğun olaraq 60,0 və 66,76% kütlə təşkil edir. İon mübadilə metodu ilə hər iki metalın birgə modifikasiyasından hazırlanmış katalizatorla nəticələrin daha yüksək olması bu metodla modifikasiya olunmuş Az-4 kristallarının səthi təbəqəsində Mo və Ni elementlərinin hopdurma metodu ilə modifikasiya olunmuş Az-4-ə nisbətən daha çox paylanması əsaslanır [2, 17].
3. Mazutun Mo+Ni/Az-4-ün iştirakı ilə HK-ə rejim parametrlərinin təsiri tədqiq edilmiş və müəyyən edilmişdir ki, temperaturu 400°C-dən 440°C-ə qədər artırıqda (1,0MPa təzyiqdə) açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı 27,07-dən 63% kütləyə qədər artır. Bu zaman qazın çıxımı 4,84-dən 8%-ə; benzin fraksiyasının çıxımı 7,47-dən 30%-ə; dizel fraksiyasının çıxımı 19,6-dən 33% kütləyə qədər artır. Temperatur 440°C-ə qədər yüksəldikdə benzin fraksiyasının tərkibində izoparafınlərin miqdarı artır, aromatik KH və olefinlərin miqdarı azalır, oktan ədədi 70,5 p təşkil edir. Müəyyən edilmişdir ki, təzyiq 0,5MPa-dan 4,0MPa-ya qədər yüksəldikdə (440°C temperaturda) açıq rəngli neft

məhsullarının çıxımı 60-dən 64%-ə qədər artır. Təzyiqin 0,5MPa-dan 4,0MPa-ya qədər (440°C temperaturda) artması nəticəsində benzin fraksiyasında aromatik KH miqdarı 6,3-dən 5,1%-ə qədər, olefinlərin miqdarı 6,4-dən 4,5%-ə qədər azalır, izo-parafinlərin miqdarı 45,08-dən 46,11%-ə qədər artır. Dizel fraksiyasında kükürdün miqdarı 0,12 -dən 0,08%-ə qədər azalır [3, 19].

4. Mazutun təbii haloizit və CVD qurğusunda keçid metallarla (Mo, Ni) hopdurma, ion mübadilə metodu ilə modifikasiya edilmiş haloizitin iştirakı ilə HK prosesi aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, optimal şəraitdə (4,0MPa, 430°C) sistemə 2,5% haloizit katalizatorunun əlavəsiylə 53,04% açıq rəngli neft məhsulları alınır. Prosesi hopdurma və ion mübadilə metodları ilə modifikasiya edilmiş Ni/haloizit və Mo/haloizitlə apardıqda açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı uyğun olaraq 54,44 və 57,63%; 59,62 və 62,05% kütlə, Mo+Ni/haloizit istifadə etdikdə isə uyğun olaraq 65,82 və 83% kütlə təşkil edir. Bu zaman benzin fraksiyasının çıxımı 2 dəfəyə qədər artaraq 29-33% kütlə təşkil edir [10, 12].
5. Mazutun Mo+Ni/haloizitin iştirakı ilə HK gedişinə rejim parametrlərinin təsiri tədqiq edimiş və müəyyən edilmişdir ki, temperatur 400°C-dən 440°C-yə qədər artdıqda (1,0MPa təzyiqdə) açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı 28,25-dən 64,56% kütləyə qədər artır. Təzyiq 0,5MPa-dan 4,0MPa-ya qədər artırıldıqda açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı 59,3-dən 66%-ə qədər artır.

Temperatur və təzyiqin dəyişməsi alınan məhsulların keyfiyyət göstəricilərinə də təsir edir. Temperatur 430°C-dən 450°C-yə qədər artdıqda benzin fraksiyasının tərkibində izoparafinlərin miqdarı 41,4-dən 51,09%-ə qədər artır, olefinlərin miqdarı 8,0-dən 4,98%-ə qədər azalır və benzinin oktan ədədi 73 p. təşkil edir. Dizel fraksiyasının tərkibində qatranın, kükürdün miqdarı və yod ədədi azalır.

Təzyiq 0,5MPa-dan 4,0MPa-ya qədər artırıldıqda alınan benzin fraksiyasının tərkibində olan aromatik və doymamış KH, kükürdün miqdarı azalır, izoparafinlərin miqdarı artır, benzinin

oktan ədədi 71 p. təşkil edir. Dizel fraksiyasının tərkibində qatranın, kükürdün miqdarı və yod ədədi azalır [9, 11].

6. Mazutun HK-dən alınan kokslaşmış katalizator hissəcikləri prosesdən əvvəl və sonra fiziki-kimyəvi (derivatoqrafik, RFA, SEM, TQA/DTA) analiz üsulları ilə tədqiq edilmiş, koksəmələgəlməyə katalizatorun, temperaturun və təzyiğin təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, temperatur 400°C-dən 430°C-yə qədər yüksəldikdə (1,0MPa) hidrokrekinq prosesindən alınan koksun miqdarı artır, keçid metalları ilə modifikasiya edilmiş təbii seolit katalizatorunun iştirakı ilə aparılan HK prosesində əmələ gələn koksun miqdarı modifikasiyasız katalizatorla aparılanla müqayisədə azalır, təzyiğin 0,5MPa-dan 4,0MPa-ya qədər artırması zamanı koksəmələgəlmə azalır [5].
7. Mazutun Az-4-ün iştirakı ilə termokatalitik krekinq prosesi məhsuldarlığı 150 kq/saat olan yarım-sənaye qurğusunda sınaqdan keçirilmiş, 76-87% həcmə açıq rəngli neft məhsulları alınmışdır.

### **Dissertasiyanın nəticələri aşağıdakı elmi əsərlərdə əks olunmuşdur:**

1. Abbasov, V.M. Influence of temperature to the hydrocracking of mazut in the presence of a suspended aluminosilicates catalyst / V.M. Abbasov, G.S. Mukhtarova, F.A. Babayeva, A.B.Hasanova, A.A.Aliyeva // Processes of Petrochemistry and Oil Refining (PROR), -Baku: -2017. vol.18, No1, -p.13-17.
2. Muxtarova, G.S. Mazutun suspenzlaşdırılmış yerli alümosilikatın iştirakı ilə hidrokrekinq prosesinin tədqiqi / G.S. Muxtarova, A.B. Həsənova, X.T. Eyyubova, H.C.İbrahimov, V.M. Abbasov // Kimya Problemləri, -Bakı: -2017. №2 (15), -s.153-161.
3. Abbasov, V.M. Mazutun suspenzlaşdırılmış alümosilikat katalizatorunun iştirakı ilə hidrokrekinq prosesinə təzyiğin təsiri / V.M. Abbasov, H.C. İbrahimov, G.S. Muxtarova,



- A.B.Həsənova, R.İ.Hüseynova // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, -Bakı: -2017. №7-8, -s.52-55.
4. Мухтарова, Г.С. Исследование процесса гидрокрекинга мазута в присутствии наноструктурированного методом CVD переходными металлами природного цеолита / Г.С. Мухтарова, З.М. Ибрагимова, А.Б. Гасанова, Х.Д. Ибрагимов, В.М. Аббасов // АМЕА Гəncə bۆlməsi “Xəbərлər Məcmuəsi”, -Gəncə: -2018. №2(72), -s.64-69.
  5. Mukhtarova, G.S. Investigation of coked particles of hydrocracking process of mazout in the presence of natural aluminosilicate / G.S. Mukhtarova, A.B. Hasanova, A.D. Guliyev, M.E. Huseynova, L.A. Mahmudova, A.E. Alizada, H.J. Ibrahimov, V.M. Abbasov // Processes of Petrochemistry and Oil Refining (PPOR), -Baku: -2018. vol.19, №2, -p.206-210.
  6. Мухтарова, Г.С. Исследование процесса гидрокрекинга мазута в присутствии наноструктурированного переходными металлами галлоизита / Г.С. Мухтарова, З.М. Ибрагимова, А.Б. Гасанова, Х.Д.Ибрагимов, В.М.Аббасов // Технологии Нефти и Газа Научно-технологический журнал, -Москва: -2018. №5<sup>(118)</sup>, -с.9-14.
  7. Muxtarova, G.S. Mazutun hidrokrekinqi prosesində istifadə edilən keçid metalları ilə modifikasiya olunmuş haloizit katalizatorlarının fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqi / G.S. Muxtarova, A.B. Həsənova, S.F. Əhmədbəyova, A.D. Quliyeva, H.C. İbrahimov, V.M. Abbasov // Kimya Problemləri, Bakı: -2018. №4(16), -s.537-543.
  8. Zaki, T. Slurry-phase catalytic hydrocracking of mazut (heavy residual fuel oil) using Ni-bentonite / T.Zaki, G.S. Mukhtarova, A.M. Al-Sabahg, F.S. Soliman, M.A. Betiha, T. Mahmoud, M. Abd El-Raouf, N.Kh. Afandiyeva, A. Alizade, A.B. Hasanova, V.M. Abbasov // Petroleum Science and Technology, -USA: -2018. vol.36, №19, -p.1559-1567.
  9. Abbasov, V.M. Modifikasiya olunmuş haloizitin iştirakı ilə mazutun hidrokrekinqi / V.M. Abbasov, H.C. İbrahimov, G.S.

- Muxtarova, A.B. Həsənova, B.M.Əliyev, A.E. Əlizadə // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, -Bakı: -2019. №8, -s.42-44.
10. Hasanova, A. Hydrocracking process of fuel oil using halloysite modified by diferent methods / A. Hasanova, A. Alizade, R. Ahmadova, G.Mukhtarova, V.Abbasov // Applied Petrochemical Research, Springer, -Germany: -2019. vol. 9, ISSUE 3-4, -p.199-209.
  11. Həsənova, A.B. Təbii seolit tərkibli katalizatorların iştirakı ilə ağır neft qalıqlarının katalitik emal üsulları // -Gəncə: AMEA Gəncə bölməsi “Xəbərlər Məcmuəsi”, -2019. №3(77), -s.102-110.
  12. Hasanova, A.B. Investigation of hydrocracking process of fuel oil in the presence of halloysite modified by ion-exchange method // -Baku: Processes of Petrochemistry and Oil Refining (PROR), -2019. vol.20, №.4, -p.449-457.
  13. Muxtarova, G.S., Quliyev, A.D., Həsənova, A.B., Əfəndiyeva, N.X., Qasımova, Z.A., İbrahimov, H.C., Abbasov, V.M. Təbii seolit tərkibli katalizatorun iştirakı ilə ağır neft qalıqlarının hidrokrekinqi // Ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş “Müasir biologiya və kimyanın aktual problemləri” beynəlxalq elmi konfrans, -Gəncə: -12-13 may, -2016, V hissə, -s.36-39.
  14. Мухтарова, Г.С., Гасанова, А.Б., Эфендиева, Н.Х., Эюбова, Х.Т., Ибрагимов, Х.Д., Аббасов, В.М. Гидрокрекинг тяжелых нефтяных остатков с природным суспендированным катализаторам // IX Бакинская международная Мамедалиевская конференция по нефтехимии, -Баку: -4-5 октября, -2016, -с.159.
  15. Muxtarova, G.S., Həsənova, A.B., Əfəndiyeva, T.X., Eyyubova, X.T., İbrahimov H.C., Abbasov V.M. Mazutun suspenzləşdirilmiş təbii seolittərkibli katalizatorun iştirakı ilə hidrokrekinq prosesi // AMEA M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-Üzvi Kimya İnstitutunun 80 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika Elmi Konfransının materialları, -Bakı:-15-16 noyabr, -2016, -s.190-191.

16. Abbasov, V.M., İbrahimov, H.C., Muxtarova, G.S., Həsənova, A.B., Əfəndiyeva, X.T., Əfəndiyeva, T.X. Mazutun suspenzləşdirilmiş alümosilikat katalizatorunun iştirakı ilə hidrokrekinq prosesinə təzyiğin təsiri // Тезисы докладов Международной научно-технической конференции «Нефтехимический синтез и катализ в сложных конденсированных системах», посвященной 100-летнему юбилею академика Б.К.Зейналова, -Баку: -29-30 июня, -2017, -с.152.
17. Abbasov, V.M., İbrahimov, H.C., Muxtarova, G.S., Həsənova, A.B., Hüseynova, R.İ., Əfəndiyeva, N.X. Mazutun suspenzləşdirilmiş yerli alümosilikatın iştirakı ilə hidrokrekinq prosesinin tədqiqi // Professor S.Ə.Sultanovun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş respublika elmi-texniki konfransı “Yanacaq, yanacaq komponentləri, xüsusi təyinatlı mayelər, yağlar və aşqarlar” Məruzələrin tezisləri, - Bakı: -3oktyabr, -2017, -s.9.
18. Mukhtarova, G., Abbasov, V., İbrahimov, H., Hasanova, A., Hüseynova, R. Infulunce of Temperature to The Hydrocracking of Mazout in The Presence of a Suspended Aluminosilicates Catalyst // 29.Ulusal Kimya Kongresi, Bildiri Özetleri Kitabı, -Ankara, Türkiyə: -10-14 eylül, -2017, -s.149.
19. Muxtarova, G.S., Həsənova, A.B., Əfəndiyeva, N.X., Qasımova, Z.A., İbrahimov, H.C., Abbasov, V.M. Mazutun suspenzləşdirilmiş alümosilikat katalizatorunun iştirakı ilə hidrokrekinq prosesinə temperaturun təsiri // Ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 94-cü ildönümünə həsr olunmuş “Müasir təbiət elmlərinin aktual problemləri” beynəlxalq elmi konfrans, -Gəncə: -04-05 may, -2017, I hissə, s.113-115.
20. Mukhtarova, G.S., Gasimova, Z.A., Afəndiyeva, T.Kh., Hasanova, A.B., İbrahimov, H.C., Abbasov, V.M. Infulunce of regime Parameters to the Hydrocracking Process of Mazout in the Presence of Modified aluminosilicates Catalyst // Abstract Book The 21<sup>st</sup> International Conference

- on Petroleum, Mineral Resources and Development, -Saudi Arabia, -20-22 february, -2018, -p.23.
21. Muxtarova, G.S., Həsənova, A.B., Məlikli, S.R., İbrahimov, H.C., Abbasov, V.M. Müxtəlif metodlarla modifikasiya olunmuş haloizitin iştirakı ilə mazutun hidrokrekinq prosesinin tədqiqi // Тезисы докладов Международная научно-практическая конференция «Инновативные перспективы развития нефтепереработки и нефтехимии», посвященная 110-летию академика В.С.Алиева,-Баку: -2018, -с.76.
  22. Muxtarova, G.S., Həsənova, A.B., İsmayılov, E.H., Hüseynova, R.İ., İbrahimov, H.C., Abbasov, V.M. Ağır neft qalıqlarının hidrokrekinqdən istifadə olunan katalizatorların fiziki-kimyəvi metodlarla tədqiqi // AMEA Kataliz və Qeyri-üzvi kimya İnstitutu Akademik M.Nağıyevin 110 illiyinə həsr olunmuş “Nağıyev qıraətləri” elmi konfransının materialları, -Bakı:-2018, -s.130.
  23. Həsənova, A.B., Muxtarova, G.S., Quliyev, A.D., Qasımova, G.F., İbrahimov, H.C. Hidrokrekinq prosesində istifadə edilən Mo, Ni, Co metal birləşmələri ilə modifikasiya olunmuş haloizitin fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqi // AMEA Kataliz və Qeyri-üzvi kimya İnstitutu Akademik M.Nağıyevin 110 illiyinə həsr olunmuş “Nağıyev qıraətləri” elmi konfransının materialları, -Bakı: -2018, -s.212.
  24. Muxtarova, G.S., Həsənova, A.B., Əfəndiyeva, N.X., İsmayılov, E.H., İbrahimov, H.C., Abbasov, V.M. Mazutun hidrokrekinqi prosesində istifadə edilən keçid metalları ilə modifikasiya olunmuş təbii alümosilikatların fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqi // Ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 95-ci ildönümünə həsr olunmuş Beynəlxalq elmi konfrans, - Gəncə: -04-05 may, -2018, -s.289-290.
  25. Muxtarova, G.S., Həsənova, A.B., İbrahimov, H.C., Abbasov, V.M. Mazutun qaz fazadan kimyəvi çökdürmə üsulu ilə keçid metallarıyla modifikasiya olunmuş alümosilikatın iştirakı ilə hidrokrekinqi prosesinə rejim parametrlərinin təsirinə tədqiqi // Ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 95-ci

ildönümünə həsr olunmuş Beynəlxalq elmi konfrans, - Gəncə:  
-04-05 may, -2018, I hissə, -s.291-293.

26. Mukhtarova, G.S., Hasanova, A.B., Ibrahimov, H.C., Abbasov, V.M. Investigation the hydrocracking process of mazut in the presence of suspended aluminosilicate catalyst // XI International Conference “Electronic Processes in Organic and Inorganic Materials (ICEPOM-11), -Ukraine:-May 21-25, -2018, -p.181.
27. Abbasov, V., Ibrahimov, H., Mukhtarova, G., Hasanova, A., Alizade, A. Influence of temperature to the hydrocracking process of mazout in the presence of a modified halloysite // 7th Rostocker International Conference: Thermophysical Properties for Technical Thermodynamics”, -Rostock, Germany: -26-27 July, -2018, -p.20.





Dissertasiyanın müdafiəsi «21» may 2021-ci il tarixində saat 10<sup>00</sup>-da AMEA Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.17 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1025, Bakı, Xocalı prospekti, 30

Dissertasiya ilə AMEA Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları AMEA Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat «19» aprel 2021-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.



Çapa imzalanıb: 16.04.2021

Kağızın formatı: A5

Həcm: 38461

Tiraj:100