

# AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

*Əlyazması hüququnda*

## **İON-MAYE EKSTRAKSİYA ÜSULU İLƏ DİZEL DİSTİLLATININ AROMATİKSİZLƏŞMƏ VƏ KÜKÜRDSÜZLƏŞMƏ PROSESİNİN TƏDQIQI**

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

Elm sahəsi: Kimya

İddiaçı: **Səbinə Arif qızı Seyidova**

fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi  
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

### **AVTOREFERATI**

**Bakı – 2020**

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun "Polifunksional monomerlər və oliqomerlər" laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

**Elmi rəhbərlər:**

-k.e.d., professor

**Minavər Cəfər qızı İbrahimova**

-t.e.d., dosent

**Səyyarə Qulam qızı Əliyeva**

**Rəsmi opponetlər:**

-k.e.d., professor

**Pərvin Şamxal qızı Məmmədova**

-k.e.d., professor

**İbrahim Qərib oğlu Məmmədov**

-k.e.d., dosent

**Rəvan Abdullətif oğlu Rəhimov**

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu nəzdində fəaliyyət göstərən ED1.16 Dissertasiya Şurası

Dissertasiya şurasının sədri:

k.e.d., akademik

**Vaqif Məcid oğlu Fərzəliyev**



Dissertasiya Şurasının elmi katibi:

k.e.d., professor

**Minavər Cəfər qızı İbrahimova**



Elmi seminarın sədri:

k.e.d., professor

**Çingiz Qnyaz oğlu Rəsulov**



## **İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI**

**Mövzunun aktuallığı.** XXI əsrdə bəşəriyyətin üzləşdiyi ən global problemlərdən biri ətraf mühitin qorunması problemidir. Bununla əlaqədar “yaşıl” kimyanın tələblərinə cavab verən ekoloji zərərsiz istehsal və emal proseslərinin, o cümlədən neft emalının təşkili aktual əhəmiyyət kəsb edir.

Respublika iqtisadiyyatının əsasını təşkil edən neft emalı sənayesinin inkişafı neft emalı prosesinin dərinləşməsi ilə yanaşı istehsal olunan neft məhsullarının, ilk növbədə müxtəlif təyinatlı yanacaq və yağın həcmnin və keyfiyyət göstəricilərinin yüksəlməsi ilə müəyyən olunur. İstehsal olunan yanacaqlar sırasında dizel yanacağı xüsusi yer tutur. Belə ki, yük maşını, dəmir yol nəqliyyat vasitələri, kənd təsərrüfatı texnikasını əhatə edən mövcud avtoparkların həcmnin artması, bütün dünya miqyasında olduğu kimi, respublikamızda da dizel yanacağının istehsal həcmnin artması ilə bir başa bağlıdır. 2018-ci ildə respublikamızda 1 milyon 956,3 min ton dizel yanacağı istehsal olunmuşdur<sup>1</sup>. Statistikanın verdiyi məlumata görə 2019-cu ilin yanvar-fevral aylarında respublikada neft məhsullarının istehsalı ötən ilin eyni dövrü ilə müqayisədə 0,2% artmış və 461,136 milyon ton, o cümlədən, dizel yanacağı istehsalı 3.4% artaraq 339,4 min ton olmuşdur<sup>2</sup>.

Dizel yanacağına olan tələbatın artması ilə yanaşı onun keyfiyyət göstəricilərinə olan tələbatın da artdığı müşahidə edilir. Əsasən dizel yanacağının tərkibində kükürlü birləşmələrin, aromatik karbohidrogenlərin, xüsusi ilə də politsiklik aromatik karbohidrogenlərin miqdarına ciddi məhdudiyət qoyulur ki, bu da bu karbohidrogenlərin yanma məhsullarının toksiki olması ilə bağlıdır.

Dizel yanacağının keyfiyyət göstəricilərinin yaxşılaşdırılması əsasən hidrotəmizləmə, hidrogenləşmə, adsorbsiya və həmçinin ekstraksiya üsulu ilə təmizləməyə əsaslanır.

Hidrogenləşməyə əsaslanan üsullar bahalı katalizatorların tətbiqini, böyük miqdarda hidrogenin məsrəfini, prosesin sərt

---

<sup>1</sup>Azərbaycan Energetikası: (statistik məcmuə) / tərt.ed. V.Məmmədov – Bakı: 9 №-li kiçik müəssə, – 2018. – 160 s.

<sup>2</sup>URL: <http://interfax.az/view/760611>

şəraitdə- yüksək temperatur və təzyiq şəraitində həyata keçirilməsini tələb edir. Adsorbsiya üsulu yalnız tərkibində az miqdarda kükürlü birləşmələr saxlayan dizel distillatının təmizlənməsində effektivdir. Dizel distillatının ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi prosesi digər üsullardan yumşaq şəraitdə, yüksək temperatur olmayan və atmosfer təzyiqində sadə texnologiya üzrə həyata keçməsi ilə fərqlənir. Lakin ekstraksiya prosesində istifadə edilən üzvi həlledicilər- fenol, furfurool, sulfolan, N-metilpirrolidon, morfolin və s. toksiki olmaları, korroziyaya qarşı aktivlik, çox da yüksək olmayan seçiciliklə xarakterizə olunurlar. Bu isə yeni, daha effektiv və ekoloji səmərəli ekstraksiya üsulunun işlənilib hazırlanması məsələsini tədqiqatçıların qarşısında həllini tələb edən problem kimi qoyur.

Bu baxımdan dizel distillatının ekoloji zərərsiz həlledicilərdən ekstragent kimi istifadə etməklə təmizləmə üsullarının işlənilib hazırlanması elmi və praktiki maraq doğurur.

**İşin məqsədi.** Dissertasiya işinin məqsədi H.Əliyev adına Bakı Neft Emalı Zavodunda istehsal olunan müxtəlif tərkib dizel distillatlarının ion-maye ekstraksiya üsulu ilə seçici təmizlənməsi avropa standartlarına cavab verən yüksək keyfiyyətli dizel yanacağına alınma şəraitinin işlənilib hazırlanması ilə müəyyən olunur. Bu məqsədlə qarışqa və sirkə turşusu əsasında sintez edilmiş ion-maye tərkiblərdən seçici həlledici kimi istifadə etməklə dizel distillatlarının:

- birbaşa qovulma dizel distillatı və ondan ayrılmış dar fraksiyaların;
- hidrotəmizləmədən sonra alınan dizel distillatının;
- birbaşa qovulma dizel distillatının neftin koklaşma və ya katalitik krekinq prosesində alınan yüngül qazoyl fraksiyası ilə komponentlərin 70:30 həcmi nisbətində kompaundlaşmasından alınan dizel distillatı qarışığının ekstraksiya üsulu ilə aromatsizləşmə və kükürdsüzləşmə prosesləri tədqiq olunmuşdur;
- ion-maye ekstraksiya üsulunun effektivliyini müəyyən etmək üçün texniki-iqtisadi hesablamalar aparılmışdır.

**Tədqiqat metodları.** Yerinə yetirilmiş tədqiqatlarda müasir analiz üsullarından: İQ-, UB-, lüminesensiya və xromatomass

spektroskopiya, qəbul edilmiş standart analiz üsullarından geniş istifadə olunmuşdur.

**Dissertasiya işində aşağıda qeyd edilmiş müddəalar müdafiəyə çıxarılmışdır:**

- ion-maye ekstraksiya şəraitinin- temperaturun, ekstragentin götürülmüş xammala nisbətinin, komponentlərin kontakt müddətinin dizel yanacağıının çıxımı və keyfiyyət göstəricilərinə təsiri;
- ion-maye ekstragentin təbiətinin, yəni kation-anion kombinasiyasının yanacağıın ekstraksiya üsulu ilə təmizlənmə prosesinin effektivliyinə təsiri;
- ion-maye ekstraksiya üsulu ilə lazımsız komponentlərin kənarlaşdırılmasına dizel distillatının fraksiya tərkibinin təsiri;
- birbaşa qovulma dizel distillatının tərkibinə neftin ikinci emal məhsullarını əlavə etməklə alınan qarışığın ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsinin tədqiqi;
- dizel distillatının səmərəli təmizlənməsi prosesi üçün effektiv ion-maye ekstragentin seçiminin əsaslandırılması.

**İşin elmi yeniliyi.** İlk dəfə olaraq seçici həlledici kimi ekoloji zərərsiz ətraf mühiti çirkəndirməyən “yaşıl” kimya reagenti sayılan ion-maye tərkiblərdən istifadə etməklə dizel distillatının ekstraksiya üsulu təmizlənmə prosesi həyata keçirilmiş və ion-maye ekstraksiya üsulunun effektiv və məqsədyönlü olması müəyyən edilmişdir.

H.Əliyev adına Bakı Neft Emalı Zavodundan alınmış, qaynama temperaturu 185-364°C intervalında olan hidrotəmizlənmiş dizel distillatının praktiki olaraq tam aromatiksizləşmə şəraiti işlənilib hazırlanmışdır. Yanacaqda kükürlü birləşmələrin qalıq miqdarı 130 ppm təşkil etmişdir.

Qaynama temperaturu 191-350°C intervalında olan birbaşa qovulma dizel distillatının ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənmə prosesi tədqiq olunmuş, setan ədədi göstəricisi 51 olan (götürülmüş distillatın setan ədədi- 45) yanacağıın alınma şəraiti müəyyən edilmişdir.

Birbaşa qovulma distillatının Enqler qurğusunda distilləsi ilə alınmış, qaynama temperaturu 191-250°C, 250-300°C və 300-345°C olan fraksiyaların seçici həlledici kimi N-metilpirrolidonasetat

tərkibli ion-mayesindən istifadə etməklə ekstraksiya üsulu təmizləmənin mümkün və səmərəli olması müəyyənləşdirilmişdir.

Birbaşa qovulma dizel distillatından ayrılmış tərkibdə aromatik karbohidrogenlərin və kükürlü birləşmələrin miqdarı ilə fərqlənən qaynama temperaturu 191-300°C və 300°C-ən yuxarı fraksiyaların ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənmə şəraitini müəyyən edilmişdir. Qeyd edilmiş fraksiyaların ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsindən alınan rafinatların kompaundlaşdırılması ilə tərkibində aromatik karbohidrogenlərin miqdarı 3% kütlə, kükürlü birləşmələrin qalıq miqdarı 348 ppm olan ekoloji zərərsiz dizel yanacağı alınır.

Birbaşa qovulma dizel distillatı və neftin ikinci emal proseslərin məhsulları ilə qarışıqlarının ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsindən avropa standartlarının tələblərinə cavab verən dizel yanacağının alınma şəraiti işlənib hazırlanmışdır.

#### **Dissertasiya işinin praktiki əhəmiyyəti:**

- dizel distillatının təklif olunan ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi ekoloji zərərsiz üsulla keyfiyyəti yaxşılaşmış dizel yanacağı alınmasını təmin edir;
- kombinə edilmiş üsulla, yəni hidrotəmizlənmiş dizel distillatının ion-maye ekstraksiya üsulu ilə yenidən təmizlənməsinin effektiv olduğu göstərilmiş, tərkibindən aromatik karbohidrogenlər praktiki olaraq tam kənarlaşdırılmış dizel yanacağının alınma şəraiti işlənib hazırlanmışdır.
- birbaşa qovulma dizel distillatı və neftin ikinci emal məhsulu olan, koklaşma prosesində alınan yüngül qazoyl fraksiyası sirkə turşusu və N-metilpirrolidon əsasında alınmış ion-maye tərkiblə ekstraksiya üsulu ilə təmizlənmə prosesinin tətbiqindən alınan səmərənin ildə 52 mln AZN olduğu hesablanmışdır.
- aparılmış tədqiqatların praktiki əhəmiyyəti ion-maye ekstragentin asan regenerasiya olunma və eyni effektlə təkrar istifadəsinin mümkünlüyü ilə də müəyyən olunur.

Yerinə yetirilmiş tədqiqatlardan alınmış nəticələr müxtəlif təyinatlı neft fraksiyalarının ekoloji zərərsiz ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi proseslərinin işlənib hazırlanmasında tətbiq oluna bilər.

**İşin aprobeşiyası:** Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıda

qeyd edilmiş respublika və beynəlxalq elmi konfranslarda məruzə və müzakirə edilmişdir: International conference on thermophysical and mechanical properties of advanced materials (Cesme-Izmir, 2014); Республиканская научно-практическая конференция, посвященная 100-летию академика С.Д.Мехтиева (Баку, 2014); Müasir biologiya və kimyanın aktual problemləri elmi-praktik konfrans (Gəncə, 2015); “XXI əsrdə ekologiya və torpaqsünəşlik elmlərin aktual problemləri” IV Respublika elmi konfransı (Bakı, 2015); XII Международная научно-практическая конференция «Advances in Science and Technology» (Москва, 2018); Международная научно-практическая конференция «Иновативные перспективы развития нефтепереработки и нефтехимии», посвященная 110-летию академика В.С.Алиева (Баку, 2018); Akademik Murtuza Nağıyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş “Nağıyev qıraətləri” Beynəlxalq konfransı (Bakı, 2018); Beynəlxalq elmi konfrans “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” (Gəncə, 2018); Dedicated to the 96<sup>th</sup> Anniversary of the National leader of Azerbaijan, Heydar Aliyev «III International scientific conference of young researchers»(Baku, 2019); Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistrant və gənc tədqiqatçıların «Kimyanın Aktual Problemləri» XIII Beynəlxalq Elmi Konfrans (Bakı, 2019); Международная научная конференция «Актуальные проблемы современной химии», посвященная 90-летию ИХХП имени академика Ю.Г.Мамедалиева (Баку, 2019); Kimya texnologiyası və mühəndisliyinin innovativ inkişaf perspektivləri Beynəlxalq elmi konfrans (Sumqayıt, 2019); Radiation and chemical safety problems «Internation Scientific-Practical» Conference (Baku, 2019).

**Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.** Təqdim edilmiş dissertasiya AMEA NKPI 16/2016 sayılı elmi-tədqiqat iş proqramı üzrə aparılmış tədqiqatları əks etdirir (Dövlət qeydiyyat № 0106Az00017,2016-2019-cu illər)

**Dərc olunmuş elmi əsərlər:** Dissertasiya işinin nəticələri 28 elmi əsərdə, o cümlədən respublika və beynəlxalq miqyaslı jurnallarda 14 məqalə və 14 tezisdə dərc olunmuşdur.

**İddiaçının şəxsi payı.** İddiaçı dissertasiyada qarşıya qoyulan məsələlərin həlli, tədqiqatların təcrübi icrası, alınan nəticələrin təhlili və məqalələrin, dissertasiyanın yazılışı ilə bağlı hər bir mərhələdə məsul icraçıdır.

**Dissertasiya işinin quruluşu və həcmi.** Dissertasiya işi 165 səhifəlik kompüter mətnində öz əksini tapmışdır: giriş – 7 səh., dörd fəsil, ədəbiyyat icmalı – 30 səh., təcrübələrin aparılma üsulları- ikinci fəsil- 14 səh., aparılmış tədqiqatların müzakirəsi (üçüncü və dördüncü fəsillər) –74 səh., nəticələr – 2 səh., 272 istinadı əks etdirən ədəbiyyat siyahısından – 32 səh., 32 cədvəl və 25 şəkindən ibarətdir. Dissertasiyanın həcmi –175290 işarə (şəkilləri, cədvəlləri və ədəbiyyat siyahısını istisna etməklə).

Girişdə dissertasiya işində yerinə yetirilmiş tədqiqatların aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi və həllini tələb edən məsələlər, işin elmi yeniliyi, praktiki əhəmiyyəti əks olunmuşdur.

Birinci fəsildə keyfiyyəti yaxşılaşmış dizel yanacağıın alınması üsullarına və yanacağın, o cümlədən dizel distillatının tərkibindən arzuolunmaz komponentlərin ekstraksiya üsulu ilə kənarlaşdırılmasına dair məlum tədqiqatların ədəbiyyat icmalı verilmişdir.

İkinci fəsildə tədqiqatlarda istifadə olunan xammalın- tərkibcə fərqlənən dizel distillatlarının və ekstragent kimi istifadə edilmiş ion-maye tərkiblərin əsas fiziki-kimyəvi göstəriciləri, birbaşa qovulma dizel distillatı və koklaşmada alınan yüngül qazoyl qarışığının istifadə edilmiş ekstragentlərdə kritik həll olma temperaturunun təyininin nəticələri verilmişdir.

Üçüncü fəsildə ion-maye ekstraksiya üsulu ilə hidrotəmizlənmiş dizel distillatının və həmçinin birbaşa qovulma dizel distillatı və ondan ayrılmış dar fraksiyaların qarışığa və sirkə turşusu əsasında sintez edilmiş ion-maye tərkiblərlə təmizlənməsi prosesinin optimal şəraitinin müəyyən edilməsi istiqamətində aparılmış tədqiqatlar əks olunmuşdur. Xammal kimi istifadə edilmiş dizel distillatı və alınmış rafinatların İQ- və UB-spektral analizlərinin nəticələri verilmişdir.

Dördüncü fəsildə birbaşa qovulma dizel distillatı və neftin ikinci emal məhsulları qarışığının N-metilpirrolidonasetat tərkibli



ion-mayesi ilə ekstraksiya prosesinin nəticələri, birbaşa qovulma dizel distillatının neftin koklaşma prosesində alınan yüngül qazoyl fraksiyası ilə qarışığının ion maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsinin iqtisadi səmərəsinin qiymətləndirilməsi şərh olunmuşdur.

Nəticələrdə yerinə yetirilmiş tədqiqatlardan alınmış əsas nəticələr əks olunmuşdur.

## **İŞİN ƏSAS MƏZMUNU**

Mövcud ekoloji durumu yaxşılaşdırmaq üçün son vaxtlar neft emalı sənayesi qarşısında duran ən mühüm məsələlərdən biri keyfiyyətli dizel yanacağına istehsalını təşkil etməkdir. “Yaşıl” kimya prinsiplərinə cavab verən, ekoloji zərərsiz ion maye (İM) tərkiblərdən ekstraqent kimi istifadə etməklə dizel distillatının ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi bu məsələnin həllinin perspektiv istiqamətlərindən biri sayılır [1,25]. Bu istiqamətdə aparılmış tədqiqatlarda müxtəlif fraksiya tərkibli dizel distillatlarının ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsində seçici həll edici kimi anion-kation kombinasiyası ilə fərqlənən ion-maye tərkiblərdən – N-metilpirrolidonformiat, N-metilpirrolidonasetat və morfolin-formiatdan istifadə edilmişdir. Ekstraqent kimi istifadə edilmiş İM tərkiblər məlum üsulla, komponentlərin bərabər molyar nisbətində 50-60°C temperaturda, 2-3 saat müddətində qarşılıqlı təsir reaksiyasından sintez edilmişdir. Sintez edilmiş İM tərkiblərin quruluşu İQ-, NMR- spektral analiz üsulu ilə təsdiqlənmiş, əsas fiziki-kimyəvi göstəriciləri təyin edilmişdir [4,6].

Aparılmış tədqiqatlarda müxtəlif amillərin, o cümlədən ion-maye ekstraksiya üsulu ilə dizel distillatının təmizlənmə şəraitinin (temperatur, komponentlərin nisbəti və kontakt müddəti), xammal kimi istifadə edilmiş dizel distillatlarının fraksiya tərkibinin və ion-maye tərkibin kation-anion kombinasiyasının ekstraksiya prosesinin səmərəliyinə təsiri araşdırılmışdır [5,7,9,13,14,17,27].

### **Hidrotəmizlənmiş dizel fraksiyasının ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi**

Qaynama temperaturu 185-364°C intervalında, tərkibində aromatik karbohidrogenlərin (AK) miqdarı 16% kütlə, kükürdli birləşmələrinin (KB) miqdarı 311 ppm olan hidrotəmizlənmiş dizel

distillatının (HDD) ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi– seçici həlledici kimi sirkə turşusu və N-metilpirrolidon (İM-1), qarışqa turşusu və N-metilpirrolidon (İM-2) və həmçinin qarışqa turşusu və morfolin əsasında (İM-3) sintez edilmiş İM tərkiblərdən istifadə etməklə həyata keçirilmişdir.

Xammal kimi götürülmüş HDD ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi prosesinin optimal şəraiti ekstragentin (İM-1) xammala nisbətinin, ekstraksiya temperaturu və komponentlərin kontakt müddətinin rafinatın çıxımına və keyfiyyət göstərcilərinə təsirini araşdırmaqla müəyyən edilmişdir (cədv.1). Dizel distillatının ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi prosesi bir mərhələdə və mərhələli olaraq həyata keçirilmişdir [3,8,9,10,12,15].

**Cədvəl 1**

**Hidrotəmizlənmiş dizel fraksiyasının N-metilpirrolidonasetat tərkibli ion mayesi ilə ekstraksiya üsulu ilə təmizlənmə şəraitindən asılılığı**

No	İM : HDD nisbəti	Temperatur, °C	Komponentlərin kontakt müddəti, saat	Rafinatın çıxımı, % kütlə	Aromatiksizləşmə dərəcəsi, % kütlə	Kükürdsüzləşmə dərəcəsi, % kütlə	$d_4^{20}$ , kq/m <sup>3</sup>	$n_D^{20}$	Kinematik özlülük, 20°C-də, mm <sup>2</sup> /s	Setan ədədi
1	1:1	60	3	88,80	62,5	59,9	838	1,4659	5,35	49
2	2:1	60	3	81,34	75,0	54,7	832	1,4634	5,53	51
3	3:1	60	3	73,20	75,0	50,9	829	1,4615	5,8	52
4	1:1	20-25	3	89,00	56,2	53,1	836	1,4639	5,23	50
5	2:1	20-25	3	82,00	81,2	56,6	832	1,4633	5,40	51
6	2:1	20-25	1	80,50	100	58,2	831	1,4616	5,40	52
7	2:1	20-25	0,5	79,60	100	51,5	832	1,4615	5,34	51
8	Mərhələli 1,5:1 1,5:1	60 -	1,5 1,5	80 70,4	- 75,0	- 59,2	- 832	- 1,4634	- 5,38	- 51

Müəyyən edilmişdir ki, HDD ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi prosesi bir mərhələdə, ion maye ekstragentin üç dəfə artıq götürülmüş miqdarında, 60°C temperaturda və komponentlərin 3 saat kontakt müddətində həyata keçirildikdə, analoji şəraitdə

mərhələli olaraq, iki mərhələdə ion maye ekstraksiya üsulu ilə müqayisədə rafinatın çıxımı nisbətən yüksək olub 70,4% kütləyə qarşı 73,2% kütlə təşkil edir. Qeyd edilmiş şəraitdə ən yaxşı nəticə ion-maye ekstragentin distillata iki dəfə artıq miqdarında əldə edilmişdir. Belə ki, bu zaman alınan rafinatın çıxımı yüksək olub 81,34% kütlə təşkil edir.

İM ekstragentin HDD-ya iki dəfə artıq kütlə nisbətində (2:1) ekstraksiya temperaturunu 60°C-dən 20-25°C kimi və komponentlərin kontakt müddətini 3 saatdan 1 saata kimi azaltdıqda götürülmüş dizel fraksiyasının kükürdsüzləşmə dərəcəsi 58%, kükürlü birləşmələrin qalıq miqdarı 130 ppm (ASTM D-4294) təşkil edir. Bu şəraitdə xammalın tərkibindən praktiki olaraq aromatik karbohidrogenlərin tam kənarlaşdırılması əldə edilir (QOST 6994-74). Rafinatın çıxımı 80,5% kütlə təşkil edir.

Qeyd edilmiş şəraitdə ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənmədən sonra dizel distillatının fiziki-kimyəvi göstəricilərinin təyini, alınan rafinatın setan ədədi, sıxlıq, kinematik özlülük kimi göstəricilərinə görə Avro-5-in standart tələbinə cavab verdiyini, KB qalıq miqdarına görə isə daha yüksək nəticənin əldə edildiyi, Avro-3-ün tələblərini belə iki dəfə üstələdiyini göstərir.

Müəyyən edilmiş optimal şəraitdə HDD-nın ion maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi prosesi ekstragent kimi İM-2 və İM-3-dən istifadə etməklə həyata keçirilmişdir. Bu halda dizel distillatının tərkibindən AK kənarlaşdırılma dərəcəsi nisbətən aşağı olmuşdur. Belə ki, ekstragent kimi İM-2 tərkibdən istifadə etdikdə distillatın aromatsızlaşma dərəcəsi – 62,5% kütlə, İM-3 tərkibdən istifadə etdikdə cəmi 25% təşkil etmişdir (cədv. 2).

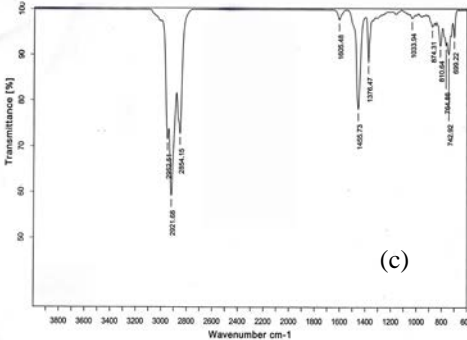
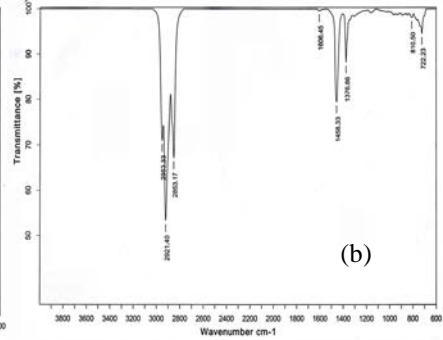
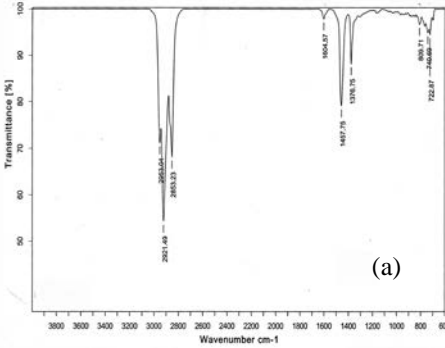
Xammal kimi götürülmüş HDD və İM-1 tərkibli ekstraksiya üsulu ilə təmizlənmədən alınmış rafinatın karbohidrogen qrup tərkibi İQ- və UB-spektral analiz üsulları ilə tədqiq olunmuşdur. Şəkil 1-dən görüldüyü kimi HDD və alınmış rafinatın İQ-spektrləri identik udulma zolaqları ilə xarakterizə olunurlar. Lakin bununla yanaşı rafinatın İQ-spektrlərində 1605  $\text{sm}^{-1}$  sahəsində, benzol halqasına xas C-C rabitəsini əks etdirən udma zolağının intensivliyinin azalması müşahidə edilir. Alınmış ekstraktın İQ-spektrində isə əksinə qeyd edilmiş, udma zolağının intensivliyinin artması müşahidə edilir ki, bu da götürülmüş dizel distillatının ion maye ekstraksiya üsulu ilə seçici

təmizlənməsinə dəlalət edir [19].

## Cədvəl 2

### Hidrotəmizlənmiş dizel distillatının ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi prosesinin səmərəliyini ion mayesinin tərkibindən asılılığı

İon mayesi	İM: HTDD nisbəti	Temperatur, °C	Kontakt müddəti, saat	Rafinatın çıxımı, % kütlə	Aromatik karbohidrogenlərin qalıq miqdarı, % kütlə	Kükürdün qalıq miqdarı, ppm	$d_{420}^{20}$ , kq/m <sup>3</sup> ,	$n_D^{20}$	Kinematik özlülük, 20°C-də, mm <sup>2</sup> /s	Setan ədədi
ИЖ-2	2:1	20-25	1	80,5	0	130	831	1,4616	5,40	52
ИЖ-3	2:1	20-25	1	83,0	6	114	832	1,4618	5,51	51
ИЖ-1	2:1	20-25	1	92,5	12	161	833	1,4663	5,47	51



**Şəkil 1. HDD (a) və onun ion maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsindən alınan rafinat (b) və ekstraktın (c) İQ-spektrləri**

UB- spektral analizin nəticələrinə görə rafinatda AK qalıq miqdarı götürülmüş distillat ilə müqayisədə (18,82% kütlə) təxminən 30 dəfə azalaraq 0,62% təşkil edir. Yəni dizel distillatının tərkibindən kanserogen AK 96,8% kənarlaşdırılmışdır (cədv. 3) [26].

**Cədvəl 3**

**Hidrotəmizlənmiş dizel fraksiyası və onun ion maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsindən alınan rafinatın UB-spektral analizinin nəticələri**

Nümunələr	Nümunələrin molekulyar kütləsi	Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, % kütlə				
		Benzol törəmələri	Naftalinlər	Fenantrenlər	Antrasenlər	Aromatik karbohidrog. ümumi miqdarı
HDD	208	8,54	6,37	3,46	0,45	18,82
Rafinat	192	0,47	0,15	—	—	0,62

**Birbaşa qovulma dizel distillatı və ondan ayrılmış dar fraksiyaların seçici həlledici kimi ion maye tərkiblərdən istifadə etməklə ekstraksiya üsulu ilə zənginləşdirilməsi**

Tədqiqatların sonrakı mərhələsində qaynama temperaturu 191-350°C intervalında olan, tərkibində AK miqdarı 12% kütlə, KB 983 ppm olan birbaşa qovulma dizel fraksiyasının (BDF) İM-1 və İM-3-ən seçici həlledici kimi istifadə etməklə ion maye ekstraksiya üsulu ilə təmizləmə prosesi araşdırılmışdır [2,13,16,17,18,22].

BDF komponentlərin bərabər kütlə nisbətində, 20-25<sup>0</sup>C temperaturda 1 saat kontakt müddətində İM-3-lə iki mərhələli ekstraksiya üsulu ilə təmizlənmə prosesində alınan rafinatda AK qalıq miqdarı 5% kütlə, KB isə 483 ppm (rafinatın çıxımı 87,5% kütlə) təşkil edir. Analoji şəraitdə prosesi ekstragent kimi İM-1-ən istifadə etməklə həyata keçirildikdə isə alınan rafinatda AK qalıq miqdarı 4%, KB 420 ppm (rafinatın çıxımı 84,08% kütlə) təşkil edir. Yəni alınmış nəticələri götürülmüş hər iki ion mayesinin BDF eyni

seçicilik qabiliyyətinə malik olduğuna dəlalət edir.

BDF-ən Enqler qurğusunda distillə yolu ilə ayrılmış, qaynama temperaturu  $191-300^{\circ}\text{C}$  intervalında olan dizel distillatı fraksiyası (tərkibində AK miqdarı 10% kütlə, KB miqdarı 828 ppm) və qaynama temperaturu  $300^{\circ}\text{C}$ -dən yuxarı olan fraksiyanın (AK– 16% kütlə, KB – 1535 ppm) analoji şəraitdə ekstragent kimi İM-1 istifadə etməklə ekstraksiya üsulu ilə seçici təmizlənməsi prosesi həyata keçirilmişdir. Bu fraksiyaların ion maye ekstragent ilə iki mərhələli təmizlənməsindən alınan rafinatların kompaundlaşdırılması ilə tərkibində AK qalıq miqdarı 3% kütlə, KB miqdarı 348 ppm təşkil edəndizel yanacağı alınır [27].

Beləliklə alınmış dizel yanacağı aromatik və kükürdli birləşmələrinin miqdarına görə avropa standartlarına cavab verir.

### **Birbaşa qovulma dizel distillatının neftin ikinci emal məhsulları ilə qarışığının ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi**

Son vaxtlar dizel yanacağı istehsalında xammal bazasını genişləndirmək məqsədi ilə prosesə neftin ikinci emal mihşullarının cəlb edilməsi ənənəsi müşahidə edilir. Bunu nəzərə alaraq birbaşa qovulma dizel distillatı və koklaşma prosesində alınan yüngül qazoyl (KYQ) və ya katalitik krekinq prosesində alınan yüngül qazoyl (KKYQ) fraksiyası ilə komponentlərin müvafiq olaraq 70:30 həcm nisbətində qarışıqlarının ion maye ekstraksiya üsulu ilə seçici təmizlənməsi prosesi tədqiq olunmuşdur [20]. Dizel distillatı qarışığının tərkibindən lazımsız komponentləri kənarlaşdırmaq məqsədi ilə ekstragent kimi İM-1 tərkibdən istifadə edilmişdir. Tərkibində 16% kütlə AK və 1265 ppm KB olan BDF və KYQ qarışığının ion maye ekstraksiya üsulu ilə təmizləmə prosesində alınan rafinatın çıxımına və keyfiyyət göstəricilərinə müxtəlif faktorların təsiri tədqiq olunmuşdur (cədv.4) [22,23].

Müəyyən edilmişdir ki, ion maye ekstragentin təmizləməyə götürülmüş dizel distillatı qarışığına görə miqdarı artdıqca AK və KB distillatdan kənarlaşdırılma dərəcəsi yüksəlir. Belə ki,  $20-25^{\circ}\text{C}$  ekstraksiya temperaturunda, komponentlərin 1 saat kontakt müddətində götürülmüş dizel distillatı qarışığını ion maye ekstragentin iki dəfə artıq miqdarı ilə ekstraksiya prosesində 75,57% kütlə çıxımla alınan rafinat AK 6% kütlə qalıq miqdarı ilə

xarakterizə olunur. KB rafinatda qalıq miqdarı isə cəmi 364 ppm təşkil edir. Qeyd edilmiş şəraitdə komponentlərin kontakt müddətini 2 saata kimi artırıqda alınan rafinatda yalnız KB qalıq miqdarı cüzi dəyişmiş olur və 362 ppm təşkil edir.

İon maye ekstragentin dizel distillatına görə götürülmüş miqdarını artırıqca (3:1 kütlə) rafinatda AK qalıq miqdarı 5% kimi azalır və aromatsızlaşma dərəcəsi 68,75% təşkil edir. Rafinatın tərkibində KB miqdarı 343 ppm olmaqla kükürdsüzləşmə dərəcəsi 72,88%-ə çatır. Lakin bu zaman rafinatın çıxımının qismən azalması müşahidə edilir (76,57% kütləyə qarşı 71,6% kütlə). Bu isə ion maye ekstragentin miqdarı artırıqca seçiciliyin azalmasına dəlalət edir. Ekstraksiya temperaturunu 60°C -yə kimi artırıqda götürülmüş dizel distillatı qarışığının lazımsız komponentlərdən –AK və KB təmizlənmə dərəcəsi praktiki olaraq dəyişmir.

Birbaşa qovulma dizel distillatı və KYQ qarışığını hər bir mərhələdə distillata görə bərabər kütlə miqdarında İM-1 ilə 20-25°C temperaturda, komponentlərin hər mərhələdə 1 saat kontakt müddətində mərhələli ekstraksiya üsulu ilə təmizlədikdə rafinatda AK qalıq miqdarı birinci mərhələdən sonra – 10% kütlə, ikinci mərhələdən sonra isə 8% kütlə təşkil edir. Başqa sözlə dizel distillatı qarışığının aromatsızlaşma dərəcəsi 50% təşkil edir. Qeyd etmək lazımdır ki, mərhələli ekstraksiya prosesində distillatın kükürdsüzləşmə dərəcəsi yüksək olur (74,3% kütlə) və alınan rafinatda KB qalıq miqdarı 325 ppm, rafinatın çıxımı 75,6% təşkil edir (cədv. 4).

Alınmış nəticələrə əsaslanaraq qeyd edilmiş dizel distillatı qarışığının mərhələli ekstraksiya prosesi birinci mərhələdə ion maye ekstragentin distillata görə iki dəfə artıq, ikinci mərhələdə isə bərabər kütlə miqdarında həyata keçirilmişdir.

Cədvəl 4-dən görüldüyü kimi bu halda artıq bir mərhələdə seçici təmizləmədə dizel distillatı qarışığının AK nisbətən yüksək təmizlənmə dərəcəsi əldə edilir və rafinatda aromatkanın qalıq miqdarı 6% kütlə təşkil edir. İkinci mərhələ ekstraksiya prosesindən sonra 72,3% kütlə çıxımla alınan rafinatda aromatkanın qalıq miqdarı 5% kütlə, KB 285 ppm təşkil edir

Beləliklə, yerinə yetirilmiş sistemli tədqiqatlar əsasında müəyyən edilmişdir ki, BDF və neftin ikinci emal məhsulu olan,

koklaşmada alınan yüngül qazoyl fraksiyası qarışığını 20-25°C temperaturda, komponentlərin 1 saat kontakt müddətində ekstragentin distillata görə iki dəfə artıq götürülmüş miqdarı ilə ekstraksiya üsulu ilə avropa standartlarının tələblərinə cavab verən dizel yanacağı almaq mümkündür.

#### Cədvəl 4

### Birbaşa qovulmuş dizelin koklaşmanın və katalitik krekin qüngül qazoylları qarışıqlarının əsasında alınmış rafinatların xarakteristikası

İM : dizel distillatı qarışığı, kütlə nisbəti	Temperatur, °C	Kontakt müddəti, saat	Rafinatın çıxımı, % kütlə	Rafinatda		$d_{4}^{20}$ , kq/m <sup>3</sup> ,	$n_D^{20}$	Kinematik özlülük, 20°C mm <sup>2</sup> /s	Setan ədədi
				aromatik karbohidrogenlərin qalıq miqdarı, % kütlə	Kükürdüli birləşmələrin qalıq miqdarı, ppm				
1:1	20-25	1	84,10	10	484	829,2	1,4618	5,44	52
2:1	20-25	1	76,57	6	364	822,6	1,4554	5,11	54
2:1	20-25	2	74,35	6	362	822,8	1,4559	5,11	54
3:1	20-25	1	71,60	5	343	821,9	1,4553	5,11	55
2:1	60	0,5	79,68	8	387	823,8	1,4597	5,12	54
2:1	60	1	75,25	7	368	823,1	1,4583	5,12	54
2:1	60	2	74,18	6	371	827,7	1,4556	5,12	53
Mərhələ I 1:1	20-25	1	84,4	10	486	-	-	-	-
Mərhələ II 1:1		1	75,6	8,0	325	826	1,4604	5,20	53
Mərhələ I 2:1	20-25	1	78,5	6,0	373	-	-	-	-
Mərhələ II 1:1		1	72,3	5,0	285	820	1,4586	4,97	55
2:1*		1	62,34	6,0	313	837	1,4662	5,20	50

Qeyd: \* BDF və KKYQ qarışığının ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsinin nəticələri



Tərkibində AK miqdarı 29% kütlə, KB miqdarı 1132 ppm olan birbaşa qovulma dizel distillatı və neftin katalitik krekinq prosesində alınan yüngül qazoyl fraksiyası qarışığının ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizləmə prosesi müəyyən edilmiş optimal şəraitdə həyata keçirilmiş və 62,34% kütlə çıxımla aromatikləşmə dərəcəsi 79,3% (AK qalıq miqdarı- 6% kütlə) və kükürdsüzləşmə dərəcəsi 72,4% (KB qalıq miqdarı 313 ppm) olan dizel yanacağı alınmışdır. Setan ədədi 23-dən 50-yə kimi yüksəlir.

Alınmış nəticələr təmizləməyə götürülmüş dizel distillatında AK miqdarı çox olduqda onların eyni şəraitdə ion maye ekstraksiya üsulu ilə yanacağın tərkibindən kənarlaşdırılma dərəcəsinin yüksək olduğuna dəlalət edir.

Tədqiqatlarda istifadə edilmiş İM-1 tərkibin sintezində amin komponenti kimi neft fraksiyalarının ekstraksiya üsulu ilə sənaye miqyasında təmizlənməsində tətbiq olunan üzvi həlledici N-metilpirrolidondan (NMP) istifadə edildiyini nəzərə alaraq qeyd edilmiş dizel distillatı qarışıqlarının ekstraksiya prosesi seçici həlledici kimi N-metilpirrolidondan istifadə etməklə də həyata keçirilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, BDF-nin KKYQ ilə qarışığını ekstraqent kimi N-metilpirrolidondan istifadə etməklə, analoji şəraitdə (ekstraqentin distillata nisbəti 2:1 kütlə, ekstraksiya temperaturu 20-25°C, komponentlərin kontakt müddəti 1 saat) təmizlədikdə rafinatın çıxımı ion-maye ekstraksiya prosesi ilə müqayisədə çox aşağı olur, 62,34% kütləyə qarşı 54,43% kütlə. Bununla yanaşı qeyd etmək vacibdir ki, alınmış rafinatda qalıq AK (8% kütlə) və KB miqdarı (392 ppm) nisbətən yüksək olub sirkə turşusu və NMP əsasında sintez edilmiş ion maye tərkibli müqayisədə, distillat qarışığının aromatikləşmə dərəcəsi 79,3% kütləyə nisbətən 72,5% kütlə, kükürdsüzləşmə dərəcəsi isə 72,4% kütləyə qarşı cəmi 65,4% təşkil edir.

BDF tərkibinə koklaşmada alınan yüngül qazoylu əlavə etməklə alınan qarışığı N-metilpirrolidondan ekstraqent kimi istifadə edərək təmizlədikdə də yüksək həll etmə qabiliyyəti və aşağı seçicilik müşahidə edilir. Bu zaman rafinatın çıxımı ion-maye tərkibli (İM-1) ekstraksiya üsulu ilə təmizləməyə nisbətən aşağı olub

76,57%-ə qarşı 61% kütlə, rafinatda aromatik karbohidrogenlərin qalıq miqdarı 7%, kükürlü birləşmələrin işə 398 ppm təşkil edir. Bu halda qarışıq distillatın aromatisizləşmə dərəcəsi ion-maye ilə ekstraksiya üsulu ilə müqayisədə aşağı olub 62,5% kütləyə qarşı 56,25% kütlə, kükürdsüzləşmə dərəcəsi 72,2%-ə qarşı 68,46% kütlə təşkil edir [7,14].

BDF və KYQ əsasında komponentlərin 70:30 həcm nisbətində hazırlanmış dizel distillatı qarışığının seçici həlledici kimi İM-1 tərkib və N-metilpirrolidondan istifadə etməklə ekstraksiya üsulu ilə təmizləmə prosesində AK və KB paylanma əmsallarının qiymətləri hesablanmış və müəyyən edilmişdir ki, qeyd edilmiş tərkib dizel distillatı qarışığının ion-maye tərkiblə ekstraksiyasın prosesində AK ( $K_A=8,46$ ) və KB ( $K_S=10,35$ ) paylanma əmsalları bu distillatın N-metilpirrolidonla təmizləmə prosesindəki müvafiq göstəricilərlə ( $K_A=4,45$ ,  $K_S=5,47$ ) müqayisədə təxminən iki dəfə yüksəkdir[24].

Dizel distillatının neftin ikinci emal məhsulları ilə qarışıqlarının ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi prosesindən alınmış nəticələr müasir analiz üsulları –İQ, -UB, luminesent və xromatogramma spektral analiz üsulları ilə bir daha təsdiq olunmuşdur. Belə ki, götürülmüş dizel distillatı qarışığı, alınmış rafinat və ekstraktın İQ-spektral analizi əsasında İM-1-ən ekstrakt kimi istifadə etməklə alınmış rafinatın tərkibində AK qalıq miqdarının N-metilpirrolidonla təmizləmədən alınmış rafinata nisbətən aşağı olduğu müəyyən edilmişdir.

Xammal kimi götürülmüş dizel distillatı nümunələrinin və bu distillatları ekstraksiya üsulu ilə təmizləmədən alınmış rafinatların UB spektral analizlərinin nəticələri də BDF tərkibinə neftin ikinci emal məhsulları KYQ və ya KKYQ əlavə etməklə alınmış distillat qarışıqlarının və onlar əsasında alınmış rafinatların müxtəlif karbohidrogen qrup tərkibinə malik olduqlarına dəlalət edir [11,14].

Belə ki, BDF və KYQ dizel distillatı qarışığının tərkibində monotsiklik AK miqdarı (9,96% kütlə), dizel distillatının tərkibinə eyni miqdarda 30% kütlə KKYQ əlavə etməklə alınmış distillat qarışığının tərkibindəkinə (3,7% kütlə) nisbətən üç dəfə çoxdur. Bununla yanaşı qeyd etmək lazımdır ki, KYQ əlavə etməklə alınmış dizel distillatı qarışığının tərkibində AK ümumi miqdarı, KKYQ

əlavə etməklə alınmış distillat qarışığına nisbətən təxminən iki dəfə çoxdur. Bundan əlavə KKYQ əsasında alınmış dizel distillatı qarışığı bitsiklik (11,2% kütlə) və tritsiklik AK, o cümlədən antrasen sırası karbohidrogenlərinin miqdarının nisbətən çox (7,7% kütlə) olması ilə fərqlənir.

Dizel distillatları qarışıqlarının və bu tərkiblərin ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənmədən alınan rafinatların UB-spektral analizinin nəticələrinin müqayisəsi ekstraksiya prosesində KKYQ əlavə etməklə alınmış dizel distillatı qarışığında AK ümumi miqdarının 31,3%-dən 8,6%-ə kimi, KYQ-ə əlavə etməklə alınmış dizel distillatında isə 16,6% kütlədən 8,84%-ə kimi azaldığını göstərir (cədv.5). Bundan əlavə ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənmədə KYQ əlavə etməklə alınan dizel distillatı qarışığının tərkibindən bitsiklik AK, KKYQ əlavə etməklə hazırlanmış dizel distillatı qarışığından isə tritsiklik AK - fenantrenlər təmamilə kənarlaşmış olur.

BDF və KYQ fraksiyası əsasında alınmış dizel distillatı qarışığının ekstraksiyasında alınmış rafinatda bitsiklik AK qalıq miqdarı-3,6% kütlə, kənarlaşma dərəcəsi 25% kütlə, fenantrenlərin qalıq miqdarı 1,3% kütlə, dizel distillatından kənarlaşma, dərəcəsi isə 27,78% kütlə təşkil edir. KKYQ fraksiyasını əlavə etməklə alınmış dizel distillatını NMP-la seçici təmizlədikdə isə distillatın bitsiklik karbohidrogenlərdən təmizlənmə dərəcəsi 26,78% (qalıq miqdarı-8,2% kütlə), tritsiklik AK təmizlənmə dərəcəsi -90,25%, o cümlədən fenantrenin kənarlaşdırılma dərəcəsi -88,73% kütlə, antrasenlərin -91,95 kütlə % təşkil edir.

Götürülmüş dizel distillatı və alınan rafinatın karbohidrogen qrup tərkibi haqqında daha geniş məlumat almaq məqsədi ilə birbaşa qovulma dizel distillatına koklaşmanın yüngül qazoyl fraksiyasını əlavə etməklə hazırlanmış dizel distillatı və bu tərkibin ion maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənmədən alınmış rafinat luminesensiya analiz üsulu ilə də tədqiq olunmuşdur (şəx. 2).

Göstərilmişdir ki, götürülmüş dizel distillatı qarışığını və alınan rafinatı həyacanlandırdıqda benzol, naftalin və fenantren sırası AK luminesens maksimumlarının intensivliyi müvafiq olaraq 8,0; 10,0 və 3,2 dəfə azalır. İon-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənmiş distillatın

spektrində antrasen, 1,2-benzan-trasen, 3,4 benzfenantren və pirene müvafiq luminesens maksimumları müşahidə olunmur.

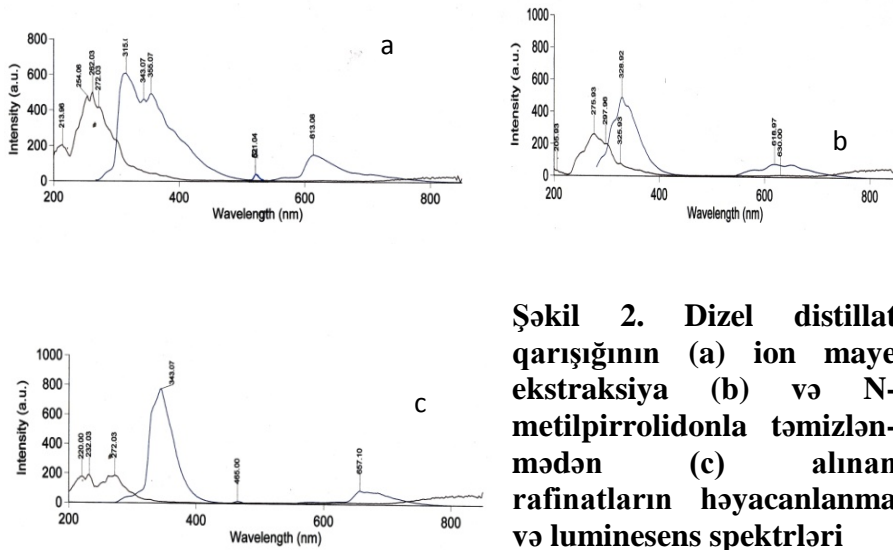
Dizel distillatı qarışığının N-metilpirolidonla təmizlənməsindən alınan rafinat nümunəsinin luminesens spektrində naftalin və fenantrenə xas luminesens maksimumları müşahidə olunur, ion-maye tərkiblə təmizlənmiş nümunənin spektrində isə naftalinə xas luminesens maksimum müşahidə edilmir.

Alınmış nəticələr dizel distillatı və koklaşmanın yüngül qazoylu qarışığının ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsində ion-maye tərkibin daha yüksək seçiciliklə ilə xarakterizə olunmasına dəlalət edir.

### Cədvəl 5

**Birbaşa qovulma dizel distillatı və katalitik krekinq yüngül qazoylu və ya koklaşma yüngül qazoylu qarışıqlarının və bu distillatların ion-maye tərkiblə təmizlənmədən alınan rafinatların UB- spektral analizlərinin nəticələri**

Nümunələr	Molekul kütləsi	Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, % kütlə					
		Benzol törəmələri	Naftalimlər	Fenantrenlər	Antrasenlər	1,2-benzpipen 3,4 benzantrasen, piren	aromatik karbohidrog. ümumi miqdarı
BDF+KKYQ	227,5	3,7	11,2	8,7	7,7	izləri	31,3
İM-1-lə təmizlənmiş rafinat	195,01	1,1	7,1	—	0,4	—	8,6
NMP-la təmizlənmiş rafinat	197,56	1,3	8,2	0,98	0,62	—	11,1
BDF+KYQ	205	9,96	4,8	1,8	—	izləri	16,6
İM-1-lə təmizlənmiş rafinat	179,7	8,4	—	0,44	—	—	8,84
NMP-la təmizlənmiş rafinat	180,8	4,8	3,6	1,3	—	—	9,7



**Şəkil 2. Dizel distillat qarışığının (a) ion maye ekstraksiya (b) və N-metilpirrolidonla təmizlənmədən (c) alınan rafinatların həyəcənlanma və luminesens spektrləri**

Birbaşa qovulma dizel distillatı və koklaşmanın yüngül qazoylu qarışığının və bu dizel distillatı qarışığının ion maye ekstragentlə və NMP-la seçici təmizlənməsindən alınan rafinatın karbohidrogen qrup tərkibli xromatomass spektroskopik analiz üsulu ilə də tədqiq olunmuşdur[28]. Xromato-mass spektral analizinin nəticələri dizel distillatı qarışığının ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsinin səmərəli olduğunu göstərir. Belə ki, BDF və KYQ fraksiyası qarışığının ion maye və N-metilpirrolidonla ekstraksiya üsulu təmizlənməsindən alınmış rafinat nümunələrinin xromato-mass spektral analizi əsasında onların karbohidrogen qrup tərkiblərinin müxtəlif olduğu müəyyən edilmişdir: ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənmədən alınmış rafinat nümunəsinin tərkibində AK qalıq miqdarı N-metilpirrolidonla ekstraksiyadan alınmış rafinatla müqayisədə aşağı olan 5,69% kütləyə qarşı 3,57% təşkil edir. İon maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənmədə distillatda mono- və bitsiklik AK miqdarı 10,73% kütlədən 3,37% kütləyə kimi, yəni 3,18 dəfə azalır. N-metilpirrolidondan ekstragent kimi istifadə etməklə təmizlənməmiş distillatın tərkibində isə mono- və bitsiklik AK miqdarı cəmi 1,89 dəfə azalmış olur. Aparılan tədqiqatlar götürülmüş ekstragentin təbiətindən asılı olmayaraq təmizlənmədən alınmış

yanacağıın tərkibində tri- və tetratsiklik AK qalmadığı müəyyən edilmişdir.

Məlumdur ki, neft fraksiyalarının ekstraksiya üsulu ilə seçici təmizlənməsi prosesində götürülmüş həlledicinin rəqenerasiyası və təkrar istifadəsi məsələsi vacibdir. Bunu nəzərə alaraq yerinə yetirilmiş tədqiqatlar əsasında alınmış ekstrakt məhlulunun üzərinə bu məhlula görə 30% miqdarında suyun əlavə edilməsi və alınan ion-mayesinin sulu məhlulunu distillə etməklə tam eyni effektivlə təkrar istifadəyə yararlı ion-maye ekstragenti rəqenerasiya şəraiti müəyyən edilmişdir.

Dizel distillatların ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsindən alınan ekstraktlarının beton üçün plastikləşdirici əlavənin alınmasında xammal kimi istifadəsi öyrənilmişdir.

Keyfiyyət göstəriciləri yaxşılaşmış dizel yanacağıının ion-maye ekstraksiya üsulu ilə alınması prosesinin iqtisadi səmərəliliyi hidrozənginləşdirmə prosesi ilə müqayisəli sürətdə hesablanmış və ion-maye ekstraksiya ildə 52 mln AZN mənfəət müəyyən edilmişdir [21].

## NƏTİCƏLƏR

1. Müxtəlif tərkib dizel fraksiyalarının ekoloji zərərsiz ion-maye tərkib- N-metilpirrolidonasetatdan seçici həlledici kimi istifadə etməklə ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsindən keyfiyyət göstəriciləri yaxşılaşmış dizel yanacağıının alınma şəraiti işlənilib hazırlanmışdır [4,5,6,13,16,17,22,25].
2. Müəyyən edilmişdir ki, dizel distillatını təmizləmə üsullarının, o cümlədən hidrotəmizləmə və ion-maye ekstraksiya üsullarının birgə tətbiqi ilə praktiki olaraq tərkibindən aromatik karbohidrogenlər tam kənarlaşdırılmış, kükürlü birləşmələrin qalıq miqdarı 130 ppm olan dizel yanacağı almaq olar [3,8,9,10,12,15,19,26].
3. Birbaşa qovulma dizel distillatından ayrılmış, qaynama temperaturu 191-300°C intervalında və 300°C-ən yuxarı olan fraksiyaların ikimərhələli ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi və alınan rafinatların kompaundlaşmasının səmərəli olduğu müəyyən edilmişdir. Bu üsulla alınan dizel yanacağı əsas

fiziki-kimyəvi göstəricilərini, o cümlədən aromatik karbohidrogenlərin- (3% kütlə) və kükürlü birləşmələrin qalıq miqdarına- (348 ppm) görə avropa standartlarının tələblərinə cavab verir [2,18,27].

4. Dizel yanacağına xammal bazasını genişləndirmək məqsədilə ilə birbaşa qovulma dizel distillatının neftin ikinci emal məhsulları: koklaşmada və ya katalitik krekinq prosesində alınan yüngül qazoyl fraksiyası ilə komponentlərin 70:30% həcm nisbətində alınan dizel distillatı qarışıqlarının ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi şəraiti müəyyən edilmişdir [22,23,24].
5. Birbaşa qovulma dizel distillatı və koklaşmanın yüngül qazoylu qarışığını ion-maye ekstragentin distillata görə iki dəfə artıq götürülmüş miqdarı ilə, 20-25°C temperaturda, komponentlərin 1 saat kontakt müddətində ekstraksiyasından 76,57% çıxımla alınan dizel yanacağına aromatiksizləşmə dərəcəsi- 62,5%, kükürdsüzləşdirmə dərəcəsi- 71,3% təşkil edir. Alınan nəticələr birbaşa qovulma dizel distillatının ekstraksiya prosesinə neftin ikinci emal məhsullarını əlavə etməklə dizel yanacağına həcmi artırmaqla yanaşı ekoloji zərərsiz dizel yanacağına alınmasının mümkün olduğunu göstərir [7,11,14,20].
6. Birbaşa qovulma dizel distillatı və katalitik krekinqin yüngül qazoyl əsasında alınan distillat qarışığının ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsində də analoji müsbət nəticə müşahidə edilmişdir. Qeyd edilmiş dizel distillatı qarışığının ekstraksiya üsulu ilə təmizlənmədən aromatik karbohidrogenlərin qalıq miqdarı 6% kütlə və kükürlü birləşmələrin miqdarı 313 ppm olan dizel yanacağına alınmasının mümkün olması müəyyən edilmişdir [7,14].
7. İlk dəfə olaraq xromato-mass spektral analiz üsulu ilə birbaşa qovulma dizel distillatı və koklaşmanın yüngül qazoyl fraksiyası qarışığının və bu qarışığın ion-maye tərkib və sənaye miqyasında tətbiq tapmış, N-metilpirrolidonla seçici təmizlənməsindən alınan rafinatların karbohidrogen qrup tərkibləri tədqiq olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, ion-maye ekstraksiya üsulu təmizləmə daha səmərəlidir və alınan dizel yanacağına tərkibində aromatik karbohidrogenlərin qalıq miqdarı N-metilpirrolidonla təmizlə-

mədən alınan dizel yanacağı ilə müqayisədə 1,6 dəfə az olub 5,69% kütləyə qarşı 3,57% təşkil edir [28].

8. Birbaşa qovulma dizel distillatı və koklaşmada alınan yüngül qazoyl fraksiyası qarışığının ion-maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsindən dizel yanacağının alınması prosesinin hesablanmış iqtisadi səmərəsi ildə 52 mln AZN təşkil edir [21].

## **DISSERTASIYA İŞİNİN ƏSAS MƏZMUNU AŞAĞIDAKI ELMİ ƏSƏRLƏRDƏ DƏRC EDİLMİŞDİR**

1. Əzizov, A.H. Yağ və yanacaq fraksiyalarının ion maye əsaslı ekstragentlərlə ekstaksiyası / A.H.Əzizov, M.C.İbrahimova, R.B.Məmmədov [və b.] // Kimya problemləri jurnalı, – Bakı: – 2012. № 1, – s. 65-78.
2. Abbasov, V.M., İbrahimova, M.D., Afandiyeva, L.M., Nagiyev, V.A., Seidova, S.A. Catalytic oxidant of dearomatized diesel fraction in liquid phase by extraction method // International conference on thermophysical and mechanical properties of advanced materials, – Cesme-Izmir: – 12-15 june, – 2014, – p.67.
3. Нагиев, В.А., Ибрагимова, М.Д., Азизов, А.Х., Сеидова, С.А., Эфендиева, Л.М., Абдуллаева, Х.А. Селективная очистка дизельного дистиллята с использованием в качестве экстрагента ионно-жидкостного состава на основе N-метилпирролидона и муравьиной кислоты // Республиканская научно-практическая конференция, посвященная 100-летию академика С.Д.Мехтиева, – Баку: – 2-3 декабря, – 2014, – с.13.
4. İbrahimova, M.C., Əzizov, A.H., Nağıyev, V.Ə., Paşayeva, Z.N., Əbdüləliyev, Ə.M., Seyidova, S.Ə., Abdullayeva, X.Ə. Qarışqa və sirkə turşusu əsasında yeni tərkib ion mayələrinin sintezi və həll edici kimi tədqiqi // Müasir biologiya və kimyanın aktual problemləri elmi-praktik konfrans, – Gəncə: – II hissə, 5-6 may, – 2015, – s. 145-148.
5. Ибрагимова, М.Д., Нагиев, В.А., Ахмедова, С.А., Абдулалиев, А.М., Абдуллаев, Х.А. Зависимость



- деароматизации дизельного дистиллята от природы ионожидкостного состава // “XXI əsrdə ekologiya və torpaqşunaslıq elmlərinin aktual problemləri” IV Respublika elmi konfransı, – Bakı: – 7-8 may, – 2015,– s.60-61.
6. Ибрагимова, М.Д. Синтез ионных жидкостей на основе муравьиной и уксусной кислоты и физико-химические методы их исследования / Ибрагимова М.Д., Нагиев В.А., Пашаева З.Н. [и др.] // Journal of Qafqaz University, Chemistry and Biology, – Баку: – 2016. № 1-2, – с. 101-107.
  7. Сеидова, С.А. Экологически чистое дизельное топливо, полученное методом ионно-жидкостной экстракционной очистки / С.А. Сеидова, Г.Д.Гусейнов, В.А. Нагиев [и др.] // Journal of Baku Engineering University, Chemistry and Biology, – Баку: – 2017. № 2, – с. 98-105.
  8. Сеидова, С.А., Ибрагимова, М.Д., Халилов, А.Б., Гусейнов Г.Дж., Нагиев В.А., Алиева С.Г. Экстракционная облагораживание нефтяных фракций с использованием ионной жидкости в качестве селективного растворителя // XII Международная научно-практическая конференция «Advances in Science and Technology», –Москва: – 31 января, – 2018, – с. 29.
  9. Ibragimova, M.D. Improvement of quality of the hydropurified diesel fuel by ion-liquid extraction / M.D.Ibragimova, S.G.Aliyeva, S.A.Seidova [et.al.] // International Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS), – Tamil Nadu: – 2018, 4 (5), – p.91-94.
  10. Ibrahimova, M.J. Selective purification of the oil fractions with use of ionic liquid as extractant on the basis of N-methylpyrrolidone / M.J. Ibrahimova, V.M.Abbasov, S.G.Aliyeva [et.al.] // Processes of Petrochemistry and Oil-Refining, – Баку: – 2018. №3, – p. 302-314.
  11. Ибрагимова, М.Д., Алиева, С.Г., Сеидова, С.А., В.А.Нагиев, Джафарова, Р.А., Гусейнов, Г.Дж., Абдуллаева, Х.А., Йолчуева, У.Дж., Кулиева, Э.М. УФ- спектральный анализ рафинатов экстракционной очистки дизельной фракции // Международная научно-практическая конференция

- «Инновативные перспективы развития нефтепереработки и нефтехимии», посвященная 110-летию академика В.С.Алиева, – Баку: – 9-10 октября, – 2018, – с. 23.
12. Ибрагимова, М.Д., Алиева, С.Г., Нагиев, В.А., Халилов, А.Б., Сеидова, С.А., Гусейнов, Г.С., Гулиева Э.М., Гусейнова С.Ш. Селективная очистка нефтяных фракций ионно-жидкостной экстракцией // *Akademik Murtuza Nağıyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş “Nağıyev qıraətləri” elmi konfransı*, – Bakı: – 30-31 oktyabr, – 2018, – s.81.
  13. Ибрагимова, М.Д., Алиева, С.Г., Нагиев, В.А., Сеидова, С.А., Гусейнов, Г.Д., Халилов, А.Б., Гусейнова, С.А., Гусейнова, С.Ш., Гулиева, Э.М., Балакишиева, С.А. Получение дизельных топлив ионно-жидкостной экстракционной очисткой // *Beynəlxalq elmi konfrans “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri”*, – Gəncə: I hissə, – 4-5 may, – 2018, – s. 265-268.
  14. Ибрагимова, М.Д. Исследование структурно-группового состава рафината и экстракта, полученных деароматизацией смеси прямогонной дизельной фракции с продуктами вторичной переработки нефти / М.Д. Ибрагимова, С.А.Сеидова, Г.Дж. Гусейнов [и др.] // *Нефтепереработка и нефтехимия*, – Москва: – 2018. №8, – с.14-20.
  15. Сеидова, С.А. Оптимизация процесса ионно-жидкостной экстракционной очистки дизельной фракции / С.А.Сеидова, М.Д.Ибрагимова, Ф.М.Велиева [и др.] // *Sumqayıt Dövlət Universiteti “Elmi xəbərlər”* – Sumqayıt: – 2018. Cild 18, №4, – s. 32-38.
  16. Ibrahimova, M.J. Extraction ennoblement of diesel fuel and the close-cut fractions on its basis / M.J.Ibrahimova, S.A.Seyidova, S.G.Aliyeva [et.al.] // *Azerbaijan Chemical Journal*, – Baku: – 2018. № 4, – p. 60-68.
  17. Ибрагимова, М.Д. Сравнительные результаты селективной очистки дизельного топлива ионными жидкостями на основе муравьиной и уксусной кислот / М.Д. Ибрагимова, С.А.Сеидова, В.А. Нагиев [и др.] // *Azərbaycan Texnologiya Universiteti “Elmi xəbərlər”*, – Gəncə: – 2019. № 1(28), – s.4-10.

18. Ибрагимова, М.Д., Алиева, С.Г., Сеидова, С.А., Гусейнов, Г.Д., Нагиев, В.А. Политова, А. Абдуллаева, Х.А. Деароматизация и обессеривание дизельного дистиллята ионно-жидкостной экстракцией // Dedicated to the 96<sup>th</sup> Anniversary of the National leader of Azerbaijan, Heydar Aliyev «III International scientific conference of young researchers», – Баку: –20-30 апреля,– 2019,– с.148-151.
19. Ибрагимова, М.Д., Алиева, С.Г., Сеидова, С.А., Гусейнов, Г.Дж., Ахмедбекова, С.Ф., Гулиева, Э.М. Комбинированный процесс получения деароматизированного и обессериванного дизельного топлива // Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistrant və gənc tətqiqatçıların «Kimyanın Aktual Problemləri» XIII Beynəlxalq Elmi Konfrans, – Bakı: – 15-16 may,– 2019,– s.73-74.
20. Ибрагимова, М.Д. Моделирование процесса ионно-жидкостной экстракционной очистки прямогонной дизельной фракции и легкого газойля коксования / М.Д.Ибрагимова, С.А.Сеидова, Ф.М.Велиева [и др.] // Нефтехимия и нефтепереработка, – Москва: – 2019. №9, – с.13-15.
21. Сеидова, С.А., Аскерзаде, С.М., Ибрагимова М.Д., Алиева, С. Г., Джавадова, М.Н., Гусейнов, Г.Дж., Гусейнова, С.Ш., Гулиева, Е.М., Худиева, И.А. Техничко-экономическая оценка процесса ионно-жидкостной экстракционной очистки дизельной фракции с N-метилпирролидонацетатом // Международная научная конференция «Актуальные проблемы современной химии», посвященная 90-летию ИНХП имени академика Ю.Г.Мамедалиева, – Баку: – 2-4 октября, – 2019,– с.51.
22. Сеидова, С.А. Успешный прорыв ионной жидкости в процесс экстракционной очистки дизельного дистиллята // Международная научная конференция « Актуальные проблемы современной химии», посвященная 90-летию ИНХП имени академика Ю.Г.Мамедалиева, – Баку: – 2-4 октября, – 2019, –с.68.

23. Seyidova, S.A., Əliyeva, S.Q., Quliyeva, E.M. Dizel distillatının perspektiv seçici təmizlənmə istiqamətləri // Kimya texnologiyası və mühəndisliyinin innovativ inkişaf perspektivləri Beynəlxalq elmi konfrans, – Sumqayıt: – 28-29 noyabr, – 2019, – s.231-232.
24. Seyidova, S.A. Justification of high efficiency of ionic liquid in the process of extraction cleaning of diesel fraction // – Baku: Processes of Petrochemistry and Oil-Refining,– 2019.№ 3, – p. 291-296.
25. Сеидова, С.А. Экстракционные методы очистки моторного топлива // – Иваново: Химия и химическая технология,– 2019. №10, – с.30-39.
26. Seidova, S.A., İbrahimova M.D., Aliyeva S.G., Yolciyeva U.C. Combined method of treatment of the diesel fraction // Radiation and chemical safety problems « Internation Scientific-Practical» Conference, – Baku: –2019, – 5-6 november, – p. 250-252.
27. Ибрагимова, М.Д. Ионно-жидкостная экстракционная очистка дизельных фракций с различным содержанием ароматических и сернистых соединений / М.Д.Ибрагимова, С.А.Сеидова, С.Г.Алиева [и др.] // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация, – Воронеж: – 2019. №4, – с.26-32.
28. İbrahimova, M.J. Group hydrocarbon composition of the mixture of straight-run diesel fraction with light gas oil coking before and after purification of ionic liquid extraction / M.J.Ibrahimova, V.M.Abbasov, S.A.Seyidova [et.al.] // Processes of Petrochemistry and Oil-Refining,– Baku: – 2019. №4, – p. 433-439.





Dissertasiyanın müdafiəsi 27 02 2020 il tarixində saat 10<sup>00</sup> AMEA akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu nəzdində fəaliyyət göstərən ED1.16 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Bakı şəhəri, Xocalı prospekti, 30. AZ 1025

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

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları [www.nkpi.az](http://www.nkpi.az) rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 24 02 2020 il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 23.01.2020

Kağızın formatı: A5

Həcm: 40093

Tiraj: 30