

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

AZ TÜSTÜLƏNƏN EKOLOJİ AZ ZƏRƏRLİ DİZEL YANACAĞININ ALINMA TEXNOLOGİYALARININ İŞLƏNİB HAZIRLANMASI

İxtisas: 3303.01 – Kimya texnologiyası və mühəndisliyi

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Şəbnəm Yabil qızı Aydınova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2026

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun “Bərpa olunan yanacaq mənbələri” laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

texnika elmləri doktoru, professor
Təranə Aslan qızı Məmmədova

Rəsmi opponentlər:

texnika elmləri doktoru, professor
Muxtar Məmməd oğlu Səmədov
texnika elmləri doktoru, dosent
Nərminə Rüfət qızı Abdullayeva
texnika elmləri doktoru, dosent
Yulduz Böyük Ağa qızı Ramazanova

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən FD 1.17 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:



texnika elmləri doktoru, dosent
Nizami İbrahim oğlu Mürsəlov

Dissertasiya şurasının elmi katibi:

texnika elmləri doktoru, dosent
Zaur Zabil oğlu Ağamalıyev

Elmi seminarın sədri:

texnika elmləri doktoru, dosent
Səyyarə Qulam qızı Əliyeva

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Son illər ətraf mühitin çirklənməsi problemləri getdikcə daha da kəskinləşir və bu, elmi qurumlarla yanaşı sənaye sahəsindən də yeni, ekoloji cəhətdən daha təhlükəsiz texnologiyaların işlənilib hazırlanmasını tələb edir. Ətraf mühitin əsas çirklənmə mənbələrindən biri nəqliyyat sektoru, xüsusilə dizel yanacağından istifadə edən nəqliyyat vasitələridir. Dizel yanacağının yanması prosesi karbon, dəm qazı, azot, kükürd oksidləri və bərk hissəciklərin tullantıları ilə müşayiət olunur və bu da havanın keyfiyyətinin pisləşməsinə və insan sağlamlığı üçün ciddi təhlükələrin yaranmasına səbəb olur¹.

Az tüstülənən, ekoloji cəhətdən təhlükəsiz dizel yanacağının alınma texnologiyalarının işlənilib hazırlanması atmosferə mənfi təsirin əhəmiyyətli dərəcədə azaldılmasına, eyni zamanda nəqliyyat vasitələrinin iqtisadi səmərəliliyinin artırılmasına imkan yaradır. Karbohidrogen xammalının emalı üzrə müasir yanşmaların tətbiqi və yanacaq tərkibinə müxtəlif oksigenli əlavələrin daxil edilməsi nəticəsində minimal zərərli tullantılara malik dizel yanacağının alınması mümkündür və bu da şəhərlərdə ekoloji vəziyyətin yaxşılaşmasına və iqlimə olan mənfi təsirin azalmasına şərait yaradır². Bununla yanaşı, ekoloji cəhətdən təhlükəsiz dizel yanacağının alınması daxiliyanma mühərriklərinin istismar göstəricilərinin yaxşılaşdırılması üçün də yeni imkanlar açır. Belə yanacaq təkcə çirkləndirici maddələrin dərəcəsini azaltmaqla kifayətlənmir, həm də mühərriklərin güc, yanacaq sərfiyyatı və istismar müddəti kimi əsas göstəricilərinin yüksəldilməsinə imkan verir. Bu texnologiyaların tətbiqi daha dayanıqlı və təmiz energetikaya keçiddə əsas rol oynaya bilər və bu da problemin yalnız ekoloji deyil, eyni zamanda iqtisadi baxımdan da mühim olduğunu göstərir.

¹ Маммадова, Т.А. «Зеленая» химия и экологически безопасные топлива / Т.А. Маммадова. - Баку: «Элм», - 2021. - 256 с.

² Романцова, С.В. Состав добавки для улучшения характеристик современного дизельного топлива / С.В.Романцова, С.А.Нагорнов, А.Ю.Корнев // - Иркутск: Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология, - 2019. Т.9, №3, - с. 547-556.

Hazırda dünyada dizel yanacağının keyfiyyətinin yüksəldilməsi və onun zərərli tullantılarının azaldılması istiqamətində çoxsaylı elmi tədqiqatlar aparılmışdır. Bir sıra ölkələrdə dizel yanacağının toksikliyi azaltmağa imkan verən ekoloji cəhətdən təhlükəsiz əlavələr və alternativ komponentlər artıq uğurla tətbiq olunur. Lakin əldə edilmiş nailiyyətlərə baxmayaraq, daha təkmilləşmiş və yüksək effektivliyə malik texnologiyaların yaradılması problemi hələdə qüvvədə qalır. Xüsusilə, dizel yanacağının müxtəlif istismar şəraitləri üçün optimal tərkibinin formalaşdırılması və onun geniş istifadəsinin təmin edilməsi istiqamətində tədqiqatların davam etdirilməsi zəruridir. Bu baxımdan, az tüstülənən, ekoloji az zərərli dizel yanacağının alınma texnologiyalarının işlənilib hazırlanmasına yönəlmiş tədqiqatlar xüsusi aktuallıq kəsb edir.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Tədqiqatın predmetini zavod hidrotəmizlənmiş dizel fraksiyası (ZHDF), qarışıq hidrotəmizlənmiş dizel fraksiyası (DF3), aromatiksizləşmiş zavod hidrotəmizlənmiş dizel fraksiyası (AZHDF), aromatiksizləşmiş qarışıq hidrotəmizlənmiş dizel fraksiyası (ADF3) əsasında ekoloji cəhətdən daha təhlükəsiz aromatiksizləşmiş dizel yanacaqları və onlara əlavə olunan resursartırıcı əlavələr kimi istifadəsi ilə yanaşı, onların fiziki-kimyəvi və istismar xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmağa yönəlmiş günəbaxan, qarğıdalı, soya yağı turşularının oksipropilen efirləri, biodizel (eyni yağ turşuların metil, etil, propil, butil efirləri) efirləri, qliserinin monoasetat efirləri, təbii neft turşularının metil, etil, propil, butil efirləri kimi çoxfunksiyalı oksigenli əlavələr təşkil edir.

Tədqiqatın obyektı ekoloji təhlükəsizlik baxımından, yuxarıda qeyd olunan dizel fraksiyaları əsasında hazırlanmış və tərkibində müxtəlif miqdarlarda sintez olunmuş oksigenli birləşmələr olan kompaundlardır.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Dissertasiya işinin məqsədi - H. Əliyev adına NEZ-də istehsal olunan dizel fraksiyaları və ikinci emal məhsulları (katalitik krekinqin yüngül qazoylu (KKYQ) və koklaşmanın yüngül fleqması (KYF)) əsasında ekoloji cəhətdən daha təhlükəsiz, az tüstülənən dizel yanacaqlarının alınması üsullarının işlənilib hazırlanmasıdır.

Qarşıya qoyulmuş məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı vəzifələr

yerinə yetirilmişdir:

- N-metilpirrolidon və anilinformiat, morfolinformiat, N-metilpirrolidonium hidrosulfat kimi bir sıra ion mayelərindən istifadə etməklə dizel fraksiyalarının aromatiksizləşməsi üsullarının müqayisəli tədqiqatları aparılmışdır;
- alınmış aromatiksizləşmiş dizel fraksiyalarının fiziki-kimyəvi xassələri tədqiq edilmişdir;
- günəbaxan, qarğıdalı, soya bitki yağı turşuları, kerosin fraksiyalarının təmizlənməsi prosesindən alınan neft turşuları və C₁-C₄ sadə spirtləri və qliserin əsasında oksigenli birləşmələr sintez edilmişdir;
- alınmış oksigenli birləşmələr hidrotəmizlənmiş və aromatiksizləşmiş dizel fraksiyaları ilə 5-20%-li kompaundlar hazırlanmaqla resursartırıcı, aşınmaya qarşı əlavələr, həmçinin yanma modifikatorları kimi tədqiq edilmişdir.

Tədqiqat metodları. Təqdim olunan dissertasiya işində ilkin və alınmış dizel yanacaqlarının, həmçinin onlara qatılan əlavələrin fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqi üçün müvafiq FOCT və ASTM standartlarından, eləcə də İQ-spektroskopiya üsulundan istifadə edilmişdir. Dizel yanacaqları nümunələrinin yanması zamanı ayrılan tüstü qazlarının tərkibinin tədqiqi «TESTO-350M» qaz analizatorunun köməyi ilə aparılmışdır.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

- ZHDF-in, düzqovulma dizel fraksiyasının (DDF) və tərkibində 15% KKYQ və 15% KYF olan qarışıq düzqovulma dizel fraksiyasının (DF2) fiziki-kimyəvi xassələri öyrənilmişdir;
- DF2-nin hidrotəmizlənməsi prosesi aparılmış və alınmış DF3-ün fiziki-kimyəvi xassələri öyrənilmişdir;
- ZHDF-in və DF3-ün N-metilpirrolidon və anilinformiat, morfolinformiat, N-metilpirrolidonium hidrosulfat kimi ion mayələrinin iştirakı ilə 20 kHz tezlikli ultrasəsli kavitasiya tətbiq etməklə ekstraksiya üsulu ilə aromatiksizləşməsi metodları tədqiq edilmiş və nəticədə alınmış AZHDF-in və ADF3-ün fiziki-kimyəvi xassələri öyrənilmişdir;
- günəbaxan, qarğıdalı, soya yağı turşularının oksipropilen efirləri, biodizel (eyni yağ turşuların metil, etil, propil, butil efirləri)

efirləri, qliserinin monoasetat efirləri, təbii neft turşularının metil, etil, propil, butil efirlərinin alınması üsulları işlənib hazırlanmış və onların fiziki-kimyəvi xassələri öyrənilmişdir;

- ZHDF, DF3, AZHDF və ADF3 əsasında, tərkibinə 5-20% küt. miqdarında günəbaxan, qarğıdalı, soya yağı turşularının oksipropilen efirləri, biodizel (eyni yağ turşuların metil, etil, propil, butil efirləri) efirləri, qliserinin monoasetat efirləri, təbii neft turşularının metil, etil, propil, butil efirləri əlavə edilməklə yanacaq kompaundları hazırlanmış və onların fiziki-kimyəvi xassələri öyrənilmişdir;

- alınmış oksigenli birləşmələr hidrotəmizlənmiş və aromatiksizləşmiş dizel fraksiyaları üçün resursqoruyucu, aşınmaya qarşı əlavələr və yanma modifikatorları kimi tədqiq edilmişdir;

- az tüstülənən ekoloji az zərərli dizel yanacağının alınmasının texnoloji sxemi işlənib hazırlanmışdır.

Tədqiqatın elmi yeniliyi:

- ilk dəfə olaraq ZHDF-in və DF3-ün N-metilpirrolidon və anilinformiat, morfolinformiat, N-metilpirrolidonium hidrosulfat kimi ion mayeləri ilə 20 kHz tezlikli ultrasəs dalğaları təsirində, proses müddəti 5 dəqiqə olmaqla ekstraksiya üsulu ilə aromatiksizləşməsi aparılmış və nəticədə tərkibində kükürdün və aromatik karbohidrogenlərin miqdarı azaldılmış AZHDF və ADF3 alınmışdır;

- ilk dəfə olaraq günəbaxan, qarğıdalı, soya yağı turşularının oksipropilen efirləri, biodizel (eyni yağ turşuların metil, etil, propil, butil efirləri) efirləri, qliserinin monoasetat efirləri, təbii neft turşularının metil, etil, propil, butil efirləri 5-20% küt. miqdarında alınmış aromatiksizləşmiş dizel fraksiyalarına çoxfunksiyalı əlavələr kimi istifadəsi təklif edilmişdir;

- ilk dəfə olaraq aromatiksizləşmiş dizel fraksiyaları əsasında alınmış yanacaq kompaundlarının ekoloji göstəricilərinə oksigenli birləşmələrin təsiri tədqiq edilmişdir;

- müəyyən edilmişdir ki, alınmış oksigenli birləşmələr dizel yanacaqlarına çoxfunksiyalı əlavələr, yəni resursqoruyucu, aşınmaya qarşı əlavələr və yanma modifikatorları kimi istifadə oluna bilər.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Aparılmış tədqiqatların nəticələri neft emalı sənayesində, avtomobil nəqliyyatı sahəsində, alternativ yanacaqların istehsalında və ekoloji

monitorinqdə geniş tətbiq oluna bilər. Bu da dizel mühərriklərinin zərərli tullantıların toksikliyinin azaldılması və yanacağın ekoloji göstəricilərinin yaxşılaşdırılması ilə bağlı aktual məsələlərin həllinə imkan yaradır.

Çap olunmuş elmi əsərlər. Dissertasiya mövzusu üzrə respublika və beynəlxalq konfranslarda, simpoziumlarda müzakirə olunmuş 24 tezis və 8 elmi məqalə dərc edilmişdir. Elmi məqalələr “Xəbərlər məcmuəsi”, “Processing of Petrochemistry and Oil Refining”, “Вестник технологического университета”, “Нефтегазовое дело”, “Научный журнал Российского газового общества”, “Elmi xəbərlər”, “Нефтегазохимия” jurnallarında nəşr olunmuşdur.

Aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya işinin əsas nəticələri respublika və beynəlxalq konfranslarda və simpoziumlarda dinlənilmiş və müzakirə edilmişdir; Akademik Ə.M. Quliyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş “Müxtəlif təyinatlı üzvi maddələr və kompozision materiallar” mövzusunda Respublika elmi konfransı (Bakı, 2022), Ümummilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 99-cı ildönümünə həsr olunmuş “Kimya və kimya mühəndisliyində dayanıqlı inkişaf” mövzusunda tələbə və gənc tədqiqatçıların III Beynəlxalq elmi konfransları (Bakı, 27-29 aprel 2022), Ümummilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 99-cu ildönümünə həsr olunmuş “Ekologiya və torpaqsünaslıq elmləri XXI əsrdə” mövzusunda III Respublika elmi konfransı (Bakı, 11-12 may 2022), Ümummilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 99-cu ildönümünə həsr olunmuş “Kimya və kimya texnologiyası” mövzusunda doktorant, magistrant və gənc tədqiqatçıların Respublika elmi konfransı (Bakı, 18-19 may 2022), Межвузовский международный конгресс «Высшая школа: Научные исследования» (Москва, 16 февраля 2023), Bakı və region gənclərinin I elmi konfransı (Bakı, 20 aprel 2023), Ümummilli lider H. Əliyevin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş “Dayanıqlı kimya və kimya mühəndisliyinə doğru: daha yaxşı bir dünya qurmaq üçün yeniliklər” mövzusunda tələbə və gənc tədqiqatçıların IV Beynəlxalq elmi konfransı (Bakı, 2-3 may 2023), Ümummilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 100 illiyinə həsr olunmuş “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi

konfransı (Gəncə, 5-6 may 2023), Akademik S.M. Əliyevin anadan olmasının 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Neft kimyası, polifunksional monomerlər, oliqomerlər və polimerlərin sintezi” mövzusunda konfrans (Bakı, 23 iyun 2023), Akademik A.H. Əzizovun 80 illik yubileyinə həsr olunmuş “Metalkompleks və metalüzvi kataliz, (so)oliqomer, (so)polimerlərin sintezi və tədqiqi” mövzusunda konfrans (Bakı, 15 noyabr 2023), Ümummilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 100-cü ildönümünə həsr olunmuş “Davamlı inkişaf strategiyası: Qlobal trendlər, milli təcrübələr və yeni hədəflər” mövzusunda II Beynəlxalq elmi konfransı (Mingəçevir, 8-9 dekabr 2023), Neft kimyası və kimya texnologiyası kafedrasının 80 illiyinə həsr olunmuş “Kimya və kimya texnologiyasında müasir yanaşmalar” mövzusunda Respublika elmi konfransı (Bakı, 14 dekabr 2023), Ümummilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 101-ci ildönümünə həsr olunmuş “Dayanıqlı kimya və kimya mühəndisliyinə doğru” mövzusunda tələbə və gənc tədqiqatçıların V Beynəlxalq elmi konfransı (Bakı, 23-25 aprel 2024), Üzvi maddələr və yüksəkmolekullu birləşmələrin texnologiyası kafedrasının yaranmasının 60 illiyinə həsr olunmuş “Makromolekullu birləşmələr texnologiyasının müasir problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfrans (Bakı, 25-26 aprel 2024), Ümummilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 101 illiyinə həsr olunmuş “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfransı (Gəncə, 3-4 may 2024), Ümummilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 101-ci ildönümünə həsr olunmuş “Heydər Əliyev müasir Azərbaycanın xilaskarı və qurucusudur” mövzusunda Respublika elmi konfransı (Mingəçevir, 3-4 may 2024), Akademik M.Ə. Məmmədyarovun 100 illik yubileyinə həsr olunmuş “Neft kimyasının və yağların texnologiyasının müasir problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfransı (Bakı, 26-27 sentyabr 2024), XXII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, посвященный 190-летию Д.И. Менделеева и 300-летию основания Российской академии наук (Сириус, 7-12 октября 2024), BDU-nun 105 və Ekoloji kimya kafedrasının 20 illiyinə həsr olunmuş “Ekoloji kimya və ətraf mühitin mühafizəsinin müasir problemləri” mövzusunda Respublika elmi konfransı (Bakı, 27-28 noyabr 2024),

Akademik S.C. Mehdiyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş “Monomerlər və neft kimyasının müasir problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfransı (Bakı, 19-20 dekabr 2024).

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədliyəv adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun “Bərpa olunan yanacaq mənbələri” laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

İddiaçının şəxsi rolu. Aparılmış tədqiqatlarda işin məqsəd və istiqamətlərinin müəyyən edilməsi, təcrübələrin aparılması, həmçinin əldə edilmiş nəticələrin təhlili və ümumiləşdirilməsi iddiaçıya məxsusdur.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi. Dissertasiya işi 209 səhifədən, girişdən, 88 cədvəl və 18 şəkilin daxil olduğu 4 fəsildən, nəticələrdən, 220 adda ədəbiyyat siyahısından, cədvəlsiz, şəkilsiz və ədəbiyyat siyahısız 192527 işarədən, o cümlədən giriş hissəsi - 13854, I fəsil - 63539, II fəsil - 33173, III fəsil - 55422, IV fəsil - 24197, nəticələr - 2337 işarədən ibarətdir.

Girişdə işin aktuallığı, predmeti və obyekt, məqsədi və vəzifələri, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar, elmi yenilik, nəticələrin aprobasiyası, tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti təqdim olunmuşdur.

Birinci fəsildə dizel yanacağına və onun yanma məhsullarına qoyulan müasir tələblər, bu tələblərə uyğun dizel yanacaqlarının alınmasının əsas üsulları, həmçinin xammal mənbələri və istehsal metodları üzrə yerli və xarici ədəbiyyatın icmal, nəzərdən keçirilmişdir.

İkinci fəsildə istifadə olunan dizel fraksiyalarının fiziki-kimyəvi xassələri, DF2-nin hidrotəmizlənməsi prosesi, həmçinin ZHDF-in və DF3-ün N-metilpirrolidon və anilinformiat, morfolinformiat, N-metilpirrolidonium hidrosulfat kimi ion mayeləri ilə həm adi şəraitdə, həm də ultrasəs dalğaları təsirində ekstraksiya üsulu ilə aromatisizləşməsi təqdim edilmiş, həmçinin günəbaxan, qarğıdalı, soya yağı turşularının oksipropilen efirləri, biodizel (eyni yağ turşuların metil, etil, propil, butil efirləri) efirləri, qliserinin

monoasetat efirləri, təbii neft turşularının metil, etil, propil, butil efirləri kimi oksigenli birləşmələrin alınma üsulları göstərilmiş və onların fiziki-kimyəvi xassələri öyrənilmişdir. Az tüstülənən ekoloji az zərərli dizel yanacağıının alınmasının texnoloji sxemi təqdim olunmuşdur.

Üçüncü fəsildə tərkibinə alınmış oksigenli birləşmələrin 5-20% küt. miqdarında əlavə edilməsi ilə dizel fraksiyaları əsasında ekoloji az zərərli dizel yanacaqlarının alınması nəzərdən keçirilmiş, onların fiziki-kimyəvi xassələri öyrənilmiş, həmçinin oksigenli birləşmələrin alınmış yanacaq kompaundları üçün resursqoruyucu və aşınmaya qarşı əlavələr kimi qiymətləndirilməsi aparılmışdır.

Dördüncü fəsildə oksigenli birləşmələrin dizel fraksiyalarının yanma modifikatorları kimi tətbiqi üzrə nəticələr təqdim edilmiş, onların alınmış yanacaq kompaundlarının yanması zamanı ayrılan tüstü qazların tərkibində olan zərərli tullantıların miqdarına təsiri öyrənilmiş, həmçinin müqayisəli təhlili aparılmışdır.

Dissertasiya işi əsas nəticələrlə və istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı ilə yekunlaşır.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

1. İstifadə olunan dizel fraksiyalarının keyfiyyət göstəriciləri və təmizlənmə üsulları

İlk növbədə ilkin xammal kimi DDF, KKYQ, KYF və ZHDF istifadə olunmuşdur. Tərkibinə 15% KKYQ və 15% KYF əlavə olunan DDF əsasında DF2 hazırlanmışdır. İstifadə olunan dizel fraksiyalarının fiziki-kimyəvi xassələri cədvəl 1-də göstərilmişdir. Məlumatlardan göründüyü kimi, DF2-nin və ZHDF-in tərkibində kükürdün miqdarı müvafiq olaraq 0,1120% və 0,0030%, aromatik karbohidrogenlərin miqdarı isə 32% və 16% təşkil edir.

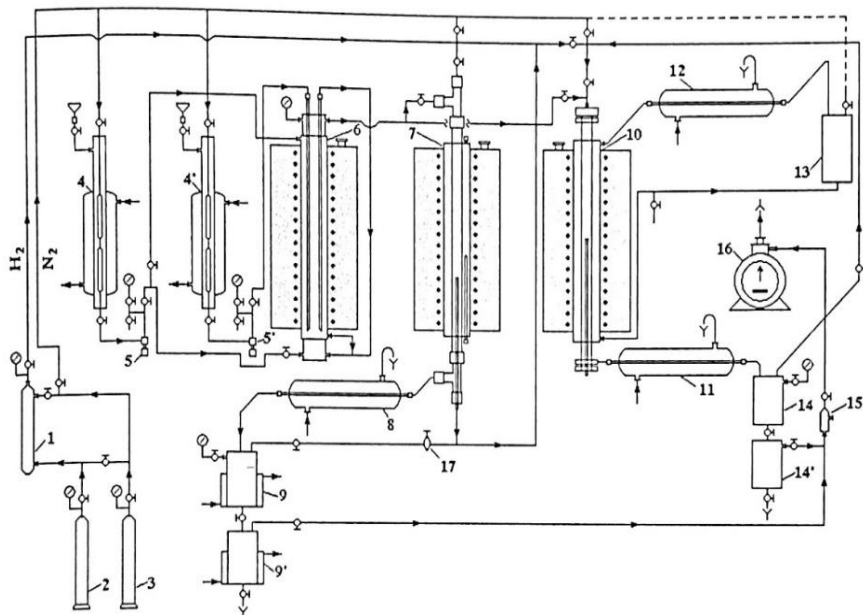
Cədvəl 1

İstifadə olunan dizel fraksiyalarının fiziki-kimyəvi xassələri

Göstəricilər	Avro-5	DDF	KKYQ	KYF	DF2	ZHDF
Kinematik özlülük, mm ² /s, 20°C, çox olmamalı	2,0-6,0	3,25	4,68	4,78	3,70	3,48
Sıxlıq, kq/m ³ , 20°C, çox olmamalı	860,0	850,2	858,5	847,8	852,5	846,8
Fraksiya tərkibi, %						
50 % qovulur	280	278	252	210	275	280
90 % qovulur	350	342	288	262	343	345
96 % qovulur	360	355	322	288	356	355
Donma temperaturu, °C, çox olmamalı	-10 (-35)*	-34	-37	-12	-37	-35
Bulanma temperaturu, °C, çox olmamalı	-25 (-10)*	-27	-	-	-28	-25
Alışma temperaturu qapalı tiqlə, °C, az olmamalı	55	71	66	66	60	65
Yod ədədi, q J ₂ /100 q, çox olmamalı	6	0,16	9,5	-	1,5	0
Kükürdün miqdarı, %, çox olmamalı	0,0010	0,045	0,23	0,31	0,1120	0,0030
Turşuluq, mq KOH/100 q, çox olmamalı	5	0,02	5,4	6,2	1,8	0,81
Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, %	-	21,3	67,0	32,0	32,0	16,0
Setan ədədi, az olmamalı	51	45	40	40	41	46
Yeyilmə ləkəsinin diametri, mm	0,460	0,502	0,412	0,428	0,465	0,696

Axar tipli laboratoriya qurğusunda DF2-nin hidrotəmizlənməsinin texnoloji sxemi şəkil 1-də verilmişdir.

İlkin xammal - DF2 - ölçü qabı 4-dən nasos 5 vasitəsilə qarışdırıcının aşağı girişinə verilir. Xammal qarışdırıcıda 80°C -yə qədər qızdırılır və yuxarı girişdən çıxaraq orta təzyiqli hidrogenləşmə reaktoruna daxil olur. Katalizator və doldurucu qatlarla yüklənmiş reaktor 7-də yuxarı hissədən hidrogenin eyni vaxtda verilməsi ilə birlikdə qızdırma prosesi başlanır. Xammalın verilməsindən əvvəl katalizator 2-3 saat ərzində $370-400^{\circ}\text{C}$ temperaturda, H_2 axınında əvvəlcədən aktivləşdirilir, bundan sonra xammal nasosu 5 işə salınır. Katalitik zonada temperatur $330-350^{\circ}\text{C}$ səviyyəsində saxlanılır, sistemin təzyiqi 3,0-3,5 MPa, axının həcm sürəti isə $0,5-1,0 \text{ saat}^{-1}$ təşkil edir, hansı ki separatorlar 9' və 14'-dən sonra quraşdırılmış drossel ventili 15 vasitəsilə tənzimlənir.



Şəkil 1. DF2-nin hidrotəmizlənməsinin laboratoriya qurğusunun texnoloji sxemi. 1 - qaz kollektoru; 2, 3 - qaz balonları; 4, 4' - xammal ölçü qabları; 5, 5' - dozator nasosları; 6 - qarışdırıcı-qızdırıcı; 7, 10 - orta və yüksək təzyiqli reaktorlar; 8, 11, 12 - soyuducular; 9, 9' - separatorlar-soyuducular, orta təzyiqli reaktor; 13 - damcıtutan; 14, 14' - separatorlar; 15 - təzyiqi tənzimləyən klapın; 16 - qaz sayğacı; 17 - drossel ventili.

Reaktorlar 7 və 10 orta və yüksək təzyiq (7,0 MPa-ya qədər) və temperaturlarda karbohidrogenlərin hidrogenləşməsi üçün nəzərdə tutulub və tələb olunan rejimə uyğun olaraq paralel və ya fərdi sistemə qoşula bilirlər. Bu zaman katalizat soyuducular 8 və 11-dən keçərək separatorlar 9, 9' və ya 14, 14'-də toplanır. Ayrılan hidrogen ilkin hidrogen xəttinə qaytarılır və qismən drossel ventili 15 və qaz sayğacı 16-dan atmosfərə buraxılır. Maye məhsullar separatorlar 9' və 14'-də toplanır.

İkinci mərhələnin keçirilməsi lazım gəldikdə, ventil 17 qapalı olduqda katalizat reaktor 7-dən reaktor 10-a daxil olur, sonra reaksiya məhsulları soyuducu 11-dən keçərək separatorlar 14, 14'-ə daxil olur. Qaz halındakı məhsullar qaz saatları 16-dan götürülür, maye məhsullar isə separator 14'-dən boşaldılır.

Laboratoriya qurğusunun sınağı, dizel distillatının sərbəst halda zavod şəraitində (temperatur 330-350°C, HR-538 katalizatorunda sistem təzyiqi 3,3-3,5 MPa (katalizator yüklənməsi 18 q), xammalın kütlə verilmə sürəti 0,5 saat⁻¹) hidrotəmizlənməsi aparılmaqla və əldə olunan nəticələrin zavod şəraitində alınan nəticələr ilə müqayisə edilərək həyata keçirilib (cədvəl 2).

Cədvəl 2

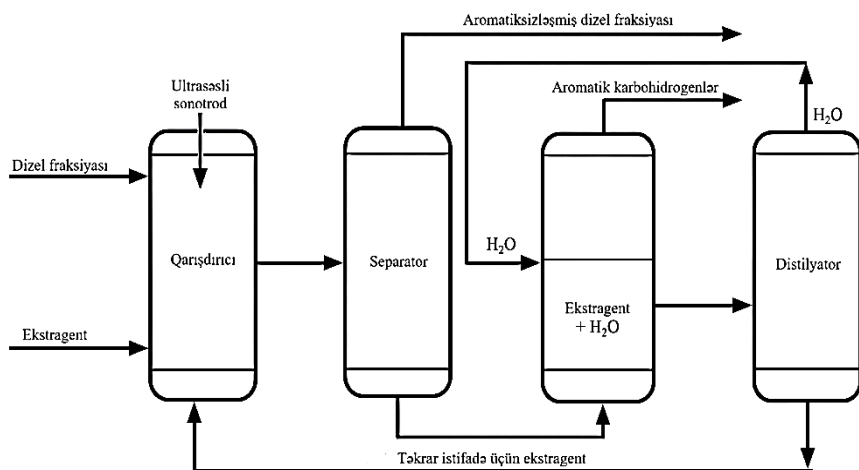
DF2-nin hidrotəmizlənmədən əvvəl və sonra fiziki-kimyəvi xassələri

Göstəricilər	Avro-5	DF2	DF3
Kinematik özlülük, mm ² /s, 20°C, çox olmamalı	2,0-6,0	3,70	3,32
Sıxlıq, kq/m ³ , 20°C, çox olmamalı	860,0	852,5	842,8
Fraksiya tərkibi, %			
50 % qovulur	280	275	276
90 % qovulur	350	343	345
96 % qovulur	360	356	358
Donma temperaturu, °C, çox olmamalı	-10 (-35)*	-37	-31
Bulanma temperaturu, °C, çox olmamalı	-25 (-10)*	-28	-21
Alışma temperaturu qapalı tiqldə, °C, az olmamalı	55	60	62
Yod ədədi, q J ₂ /100 q, çox olmamalı	6	1,5	1,0
Kükürdün miqdarı, %, çox olmamalı	0,0010	0,1120	0,0033
Turşuluq, mq KOH/100 q, çox olmamalı	5	1,8	0,95
Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, %	-	32,0	25,0
Setan ədədi, az olmamalı	51	41	44
Yeyilmə ləkəsinin diametri, mm	0,460	0,465	0,500

Cədvəl 2-dən göründüyü kimi, hidrotəmizlənmədən sonra DF3-ün tərkibində kükürdün miqdarı 0,1120%-dən 0,0033%-ə qədər, aromatik karbohidrogenlərin miqdarı isə 32%-dən 25,0%-ə qədər azalmışdır.

N-metilpirrolidon və anilinformiat, morfolinformiat, N-metilpirrolidonium hidrosulfat kimi bir sıra ion mayelərindən ekstragent kimi istifadə etməklə ZHDF-in və DF3-ün ekstraksiya üsulu ilə aromatisizləşməsi aparılmışdır. Proses həm adi şəraitdə 25°C otaq temperaturunda 1-2 saat müddətində, həm də ilkin qarışığın 20 kHz tezlikli ultrasəs dalğalarına 5 dəqiqə ərzində məruz qalması ilə ultrasəsli kavitasiya şəraitində aparılmışdır.

Şəkil 2-də dizel fraksiyalarının ekstraksiya üsulu ilə aromatisizləşməsinin texnoloji blok-sxemi təqdim edilmişdir.



Şəkil 2. Dizel fraksiyalarının ekstraksiya üsulu ilə aromatisizləşməsinin texnoloji blok-sxemi

Şəkil 2-dən göründüyü kimi, qarışdırıcıda dizel fraksiyası 20 kHz tezlikli ultrasəs dalğalarının təsiri altında ekstragentlə qarışdırılır və nəticədə dizel fraksiyasının tərkibində olan aromatik karbohidrogenlər ekstragentə keçir. Daha sonra separatora aromatisizləşmiş dizel fraksiyası (üst qat) aromatik karbohidrogenlərin həll olduğu ekstragentdən (alt qat) ayrılır.

Separatorun yuxarı hissəsindən aromatisizləşmiş dizel fraksiyası ayrıldıqdan sonra, aşağı hissəsindən ekstragentin aromatik karbohidrogenlərlə qarışığı su ilə yuyulma mərhələsinə verilir. Su ilə yuyulmadan sonra ekstragentin sulu məhlulu sudan ayrılmaq üçün distilyatora daxil olur, susuzlaşdırılmış ekstragent isə yenidən aromatisizləşmə prosesi üçün qarışdırıcıya daxil olur.

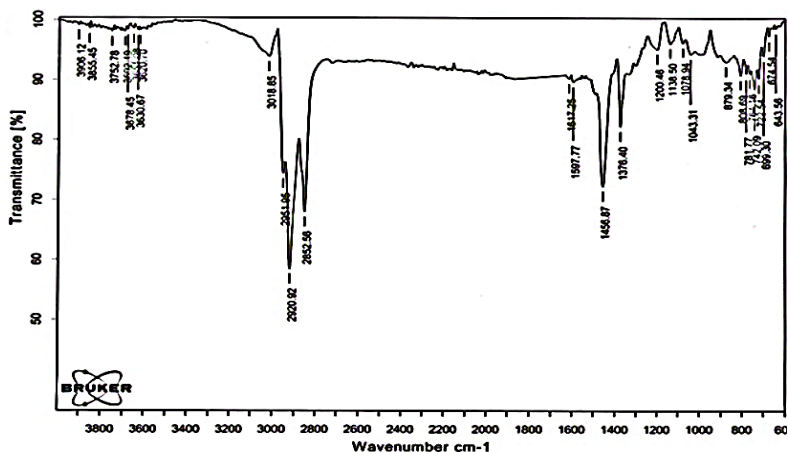
Aromatisizləşmədən sonra alınmış AZHDF-in və ADF3-ün fiziki-kimyəvi xassələri cədvəl 3-də göstərilmişdir. Təqdim edilmiş məlumatlardan göründüyü kimi, aromatisizləşmədən sonra AZHDF-in və ADF3-ün tərkibində kükürdün miqdarı 0,0010%-ə qədər azalır və kükürdsüzləşmə dərəcəsi müvafiq olaraq 67% və 70%, aromatik birləşmələrin miqdarı isə müvafiq olaraq 0,3% və 5%-ə qədər azalır və aromatisizləşmə dərəcəsi 98% və 80% təşkil edir.

Cədvəl 3
Dizel fraksiyalarının aromatisizləşmədən əvvəl və sonra fiziki-kimyəvi xassələri

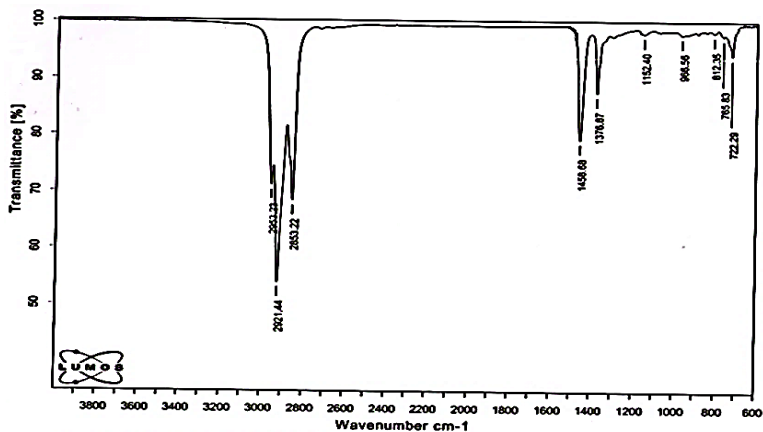
Göstəricilər	Avro-5	Hidrotəmizlənmiş dizel fraksiyaları		Aromatisizləşmiş dizel fraksiyaları	
		ZHDF	DF3	AZHDF	ADF3
Kinematik özlülük, mm ² /s, 20°C, çox olmamalı	2,0-6,0	3,48	3,32	3,00	2,88
Sıxlıq, kq/m ³ , 20°C, çox olmamalı	860,0	846,8	842,8	842,2	840,5
Fraksiya tərkibi, %					
50 % qovulur	280	280	276	280	275
90 % qovulur	350	345	345	336	338
96 % qovulur	360	355	358	350	355
Donma temperaturu, °C, çox olmamalı	-10 (-35)*	-35	-31	-15	-12
Bulanma temperaturu, °C, çox olmamalı	-25 (-10)*	-25	-21	-5	-2
Aləşma temperaturu qapalı tiqlə, °C, az olmamalı	55	65	62	70	66
Yod ədədi, q J ₂ /100 q, çox olmamalı	6	0	1,0	0	1,1
Kükürdün miqdarı, %, çox olmamalı	0,0010	0,0030	0,0033	0,0010	0,0010
Turşuluq, mq KOH/100 q, çox olmamalı	5	0,81	0,95	0,20	0,35
Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, %	-	16,0	25,0	0,3	5
Setan ədədi, az olmamalı	51	46	44	50	48
Yeyilmə ləkəsinin diametri, mm	0,460	0,696	0,500	0,791	0,825

ZHDF-in tərkibində aromatik karbohidrogenlərin mövcudluğu və onların AZHDF-in tərkibindən çıxarılması şəkil 3-də (a, b) göstərilən İQ spektrləri ilə təsdiqlənir.

ZHDF-in İQ spektrində (a) aşağıda göstərilən udma zolaqları müşahidə olunmuşdur: 674, 699, 722, 764, 781, 808, 879, 1034 sm^{-1} - əvəzlənmiş benzol halqasının C-H-rabitəsinin və doymamış karbohidrogenlərin $-\text{CH}=\text{C}$ -qrupunun deformasiya rəqsləri; 1043, 1078, 1138, 1200 sm^{-1} - C-O-rabitə; 1376, 1456 sm^{-1} - $-\text{CH}_3$, $-\text{CH}_2$ və $-\text{CH}$ -qruplarının deformasiya rəqsləri; 2852, 2920, 2951 sm^{-1} - $-\text{CH}_3$, $-\text{CH}_2$ və $-\text{CH}$ -qruplarının C-H-rabitəsinin valent rəqsləri; 3018 sm^{-1} - $-\text{HC}=\text{C}$ -qrupunun C-H-rabitəsinin valent rəqsləri; 1597, 1617 sm^{-1} - aromatik halqanın $-\text{HC}=\text{C}$ -qrupunun C=C-rabitəsi.



a)



b)

Şəkil 3. Aromatiksizləşmədən əvvəl və sonra ZHDF-in (a) AZHDF-in (b) İQ spektrləri

AZHDF-in İQ spektrində (b) isə bu udma zolaqları müşahidə olunmuşdur: 722 sm^{-1} - -CH_2 -qrupunun C-H-rabitəsinin riyazi rəqsləri; 812 və 966 sm^{-1} - C-H-rabitəsi; 1152 sm^{-1} - C-O-rabitəsi; 2853 , 2921 , 2953 sm^{-1} - -CH_3 , -CH_2 və -CH -qruplarının C-H-rabitəsinin valent rəqsləri; 1376 , 1458 sm^{-1} - -CH_3 , -CH_2 və -CH -qruplarının C-H-rabitəsinin deformasiya rəqsləri. Aromatik karbohidrogenlərə uyğun piklər müşahidə olunmur.

Şəkil 3-dən göründüyü kimi, ZHDF-in İQ spektrində aromatik karbohidrogenlərə uyğun piklər $1597,77$ və $1617,25\text{ sm}^{-1}$ sahəsində müşahidə olunduğu halda, AZHDF-in İQ spektrində bu sahədə həmin piklər müşahidə olunmur, bu da ZHDF-in demək olar ki, tam aromatisizləşməsinə göstərir.

2. Bitki və neft mənşəli oksigenli birləşmələrin alınması

Bitki mənşəli oksigenli birləşmələr kimi günəbaxan, qarğıdalı, soya yağı turşuları və oksipropilen əsasında (1:1 və 1:2 nisbətində) günəbaxan, qarğıdalı, soya yağı turşularının oksipropilen efirləri alınmışdır.

Bundan əlavə, günəbaxan, qarğıdalı, soya bitki yağları və biratomlu spirtlər əsasında transefirləşmə prosesində biodizel (günəbaxan, qarğıdalı, soya yağı turşuların metil, etil, propil, butil efirləri) efirləri alınmışdır.

Məlumdur ki, bitki yağlarının sadə spirtlərlə transefirləşmə prosesi nəticəsində biodizel efirləri və yan məhsul kimi qliserin alınır. Bunu nəzərə alaraq, oksigenli birləşmə kimi qliserin və sirkə turşusu əsasında qliserinin monoasetat efirləri alınmışdır.

Bundan əlavə, təbii neft turşuları və $\text{C}_1\text{-C}_4$ sadə spirtləri əsasında təbii neft turşularının metil, etil, propil, butil efirləri alınmışdır.

Alınmış oksigenli birləşmələrin fiziki-kimyəvi xassələri öyrənildikdə müəyyən edilmişdir ki, onların fraksiya tərkibi dizel fraksiyalarının qaynama hədlərinə uyğundur. Onlar yüksək sıxlığa ($877,6\text{-}951,7\text{ kg/m}^3$) və yüksək alışma temperaturuna ($95\text{-}137^\circ\text{C}$), həmçinin yüksək yod ədədinə ($35,33\text{-}109,0\text{ q J}_2/100\text{ q}$) malikdir. Aşağı küllülük və aşağı kükürd miqdarı, həmçinin tərkiblərində aromatik karbohidrogenlərin olmaması onların ekoloji az zərərli dizel yanacaqları almaq üçün uyğun əlavələr olmasına səbəb olur.

3. Oksigenli birləşmələrin ekoloji az zərərli dizel yanacağı almaq üçün çoxfunksiyalı əlavələr kimi istifadəsi

Ekoloji az zərərli dizel yanacağı almaq üçün hidrotəmizlənmiş və aromatisizləşmiş dizel fraksiyalarına yuxarıda qeyd olunan oksigenli birləşmələr 5-20% küt. miqdarında əlavə olunaraq onlar əsasında yanacaq kompaundları hazırlanmışdır.

Müəyyən edilmişdir ki, dizel fraksiyalarının tərkibinə günəbaxan, qarğıdalı, soya yağı turşularının oksipropilen efirləri, biodizel (eyni yağ turşularının metil, etil, propil, butil efirləri) efirləri, qliserinin monoasetat efirləri, həmçinin təbii neft turşularının metil, etil, propil, butil efirləri əlavə edildikdə, alınan kompaundların keyfiyyət göstəriciləri ilkin dizel fraksiyaları ilə müqayisədə yaxşılaşır. Belə ki, alınan kompaundlarda kükürd və aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, yeyilmə ləkəsinin diametri azalır, alışma temperaturu artır və aşağı temperatur xüsusiyyətləri yaxşılaşır.

ZHDF və DF3 kompaundları üçün müəyyən edilmişdir ki, günəbaxan, qarğıdalı, soya yağı turşularının oksipropilen efirləri və biodizel (eyni yağ turşularının metil, etil, propil, butil efirləri) efirləri əlavə edildikdə setan ədədi 1-2 vahid artır. ZHDF-in və DF3-ün tərkibinə qliserinin monoasetat efirləri və təbii neft turşularının metil, etil, propil, butil efirləri əlavə olunduqda alınan kompaundların setan ədədi dəyişmir, lakin onların donma və bulanma temperaturu azalır. Kükürd tərkibi və setan ədədi baxımından alınan kompaundlar Avro-5 standartının tələblərinə cavab vermir.

Aromatisizləşmiş dizel fraksiyaları AZHDF və ADF3 kompaundları üçün müəyyən olunmuşdur ki, onlar hidrotəmizlənmiş dizel fraksiyaları ilə müqayisədə ekoloji baxımdan daha əlverişlidir (cədvəl 4-10). Belə ki, alınmış 5-20%-li kompaundların tərkibində kükürdün miqdarı 0,0009-0,0008%-ə qədər, aromatik karbohidrogenlərin miqdarı isə AZHDF və ADF3 kompaundları üçün müvafiq olaraq 0,28-0,14% və 4,8-3,7%-ə qədər azalır. Bundan əlavə, onların setan ədədi 2-4 vahid artaraq AZHDF kompaundları üçün 54-ə, ADF3 kompaundları üçün isə 51-ə çatır. Eyni zamanda, yeyilmə ləkəsinin diametri, alışma temperaturu və aşağı temperatur xassələri üzrə optimal göstəricilər təmin edilir və bu kompaundlar Avro-5 standartının tələblərinə tam cavab verir.

Cədvəl 4

**Günəbaxan yağı turşularının oksipropilen efirləri (1:1 nisbətində)
(GYTOPE1) ilə hazırlanmış 5-20%-li AZHDF kompaundlarının fiziki-
kimyəvi xassələri**

Göstəricilər	Avro-5	AZHDF	AZHDF + GYTOPE1			
			5%	10%	15%	20%
Kinematik özlülük, mm ² /s, 20°C, çox olmamalı	2,0-6,0	3,00	3,09	3,18	3,27	3,36
Sıxlıq, kq/m ³ , 20°C, çox olmamalı	860,0	842,2	846,5	850,8	855,1	857,4
Fraksiya tərkibi, %						
50 % qovulur	280	280	275	277	279	280
90 % qovulur	350	336	342	345	347	348
96 % qovulur	360	350	356	357	358	360
Donma temperaturu, °C, çox olmamalı	-10 (-35)*	-15	-14	-13	-13	-12
Bulanma temperaturu, °C, çox olmamalı	-25 (-10)*	-5	-4	-3	-3	-2
Alışma temperaturu, °C, az olmamalı	55	70	71	72	74	75
Yod ədədi, q J ₂ /100 q, çox olmamalı	6	0	0,3	0,4	0,5	0,6
Kükürdün miqdarı, %, çox olmamalı	0,0010	0,0010	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008
Turşuluq, mq KOH/100 q, çox olmamalı	5	0,20	0,21	0,22	0,24	0,25
Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, %	-	0,3	0,27	0,21	0,18	0,15
Setan ədədi, az olmamalı	51	50	51	51	52	52
Yeyilmə ləkəsinin diametri, mm	0,460	0,791	0,698	0,600	0,528	0,460

Cədvəl 5

**Günəbaxan yağı turşularının oksipropilen efirləri (1:2 nisbətində)
(GYTOPE2) ilə hazırlanmış 5-20%-li AZHDF kompaundlarının fiziki-
kimyəvi xassələri**

Göstəricilər	Avro-5	AZHDF	AZHDF + GYTOPE2			
			5%	10%	15%	20%
Kinematik özlülük, mm ² /s, 20°C, çox olmamalı	2,0-6,0	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40
Sıxlıq, kq/m ³ , 20°C, çox olmamalı	860,0	842,2	846,5	851,2	855,7	858,2
Fraksiya tərkibi, %						
50 % qovulur	280	280	275	277	278	278
90 % qovulur	350	336	338	340	342	344
96 % qovulur	360	350	356	358	358	360
Donma temperaturu, °C, çox olmamalı	-10 (-35)*	-15	-14	-13	-13	-12
Bulanma temperaturu, °C, çox olmamalı	-25 (-10)*	-5	-4	-3	-3	-2
Alışma temperaturu, °C, az olmamalı	55	70	72	73	74	75
Yod ədədi, q J ₂ /100 q, çox olmamalı	6	0	0,2	0,5	0,7	1,1
Kükürdün miqdarı, %, çox olmamalı	0,0010	0,0010	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008
Turşuluq, mqKOH/100 q, çox olmamalı	5	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27
Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı,%	-	0,3	0,27	0,24	0,20	0,15
Setan ədədi, az olmamalı	51	50	51	51	52	52
Yeyilmə ləkəsinin diametri, mm	0,460	0,791	0,695	0,608	0,576	0,458

Cədvəl 6**Günəbaxan yağı turşularının metil və etil efirləri (GYTME və GYTEE) ilə hazırlanmış 5-10%-li AZHDF kompaundlarının fiziki-kimyəvi xassələri**

Göstəricilər	Avro-5	AZHDF	AZHDF + GYTME		AZHDF + GYTEE	
			5%	10%	5%	10%
Kinematik özlülük, mm ² /s, 20°C, çox olmamalı	2,0-6,0	3,00	3,03	3,07	3,05	3,09
Sıxlıq, kq/m ³ , 20°C, çox olmamalı	860,0	842,2	844,0	845,8	844,3	846,4
Fraksiya tərkibi, %						
50 % qovulur	280	280	277	278	276	278
90 % qovulur	350	336	338	340	337	338
96 % qovulur	360	350	357	358	356	358
Donma temperaturu, °C, çox olmamalı	-10 (-35)*	-15	-14	-13	-14	-12
Bulanma temperaturu, °C, çox olmamalı	-25 (-10)*	-5	-4	-3	-4	-2
Alışma temperaturu, °C, az olmamalı	55	70	72	75	73	75
Yod ədədi, q J ₂ /100 q, çox olmamalı	6	0	0,3	0,5	0,4	0,7
Kükürdün miqdarı, %, çox olmamalı	0,0010	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009
Turşuluq, mq KOH/100 q, çox olmamalı	5	0,20	0,21	0,23	0,23	0,25
Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, %	-	0,3	0,26	0,22	0,25	0,22
Setan ədədi, az olmamalı	51	50	52	53	52	53
Yeyilmə ləkəsinin diametri, mm	0,460	0,791	0,595	0,458	0,616	0,460

Cədvəl 7**Günəbaxan yağı turşularının propil və butil efirləri (GYTPE və GYTBE) ilə hazırlanmış 5-10%-li AZHDF kompaundlarının fiziki-kimyəvi xassələri**

Göstəricilər	Avro-5	AZHDF	AZHDF + GYTPE		AZHDF + GYTBE	
			5%	10%	5%	10%
Kinematik özlülük, mm ² /s, 20°C, çox olmamalı	2,0-6,0	3,00	3,04	3,09	3,05	3,10
Sıxlıq, kq/m ³ , 20°C, çox olmamalı	860,0	842,2	844,1	846,0	844,1	846,0
Fraksiya tərkibi, %						
50 % qovulur	280	280	275	278	276	277
90 % qovulur	350	336	337	338	337	340
96 % qovulur	360	350	356	360	356	358
Donma temperaturu, °C, çox olmamalı	-10 (-35)*	-15	-14	-12	-14	-12
Bulanma temperaturu, °C, çox olmamalı	-25 (-10)*	-5	-4	-2	-4	-2
Alışma temperaturu, °C, az olmamalı	55	70	73	76	72	75
Yod ədədi, q J ₂ /100 q, çox olmamalı	6	0	0,3	0,5	0,4	0,7
Kükürdün miqdarı, %, çox olmamalı	0,0010	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009
Turşuluq, mq KOH/100 q, çox olmamalı	5	0,20	0,22	0,25	0,22	0,26
Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, %	-	0,3	0,25	0,21	0,24	0,20
Setan ədədi, az olmamalı	51	50	52	53	53	54
Yeyilmə ləkəsinin diametri, mm	0,460	0,791	0,610	0,458	0,596	0,458

Cədvəl 8

**Qliserinin monoasetat efirləri (QMAE) ilə hazırlanmış 5-10%-li
AZHDF kompaundlarının fiziki-kimyəvi xassələri**

Göstəricilər	Avro-5	AZHDF	AZHDF + QMAE	
			5%	10%
Kinematik özlülük, mm ² /s, 20°C, çox olmamalı	2,0-6,0	3,00	3,10	3,20
Sıxlıq, kq/m ³ , 20°C, çox olmamalı	860,0	842,2	844,4	848,0
Fraksiya tərkibi, %				
50 % qovulur	280	280	275	277
90 % qovulur	350	336	338	342
96 % qovulur	360	350	356	358
Donma temperaturu, °C, çox olmamalı	-10 (-35)*	-15	-17	-18
Bulanma temperaturu, °C, çox olmamalı	-25 (-10)*	-5	-7	-8
Alışma temperaturu, °C, az olmamalı	55	70	73	77
Yod ədədi, q J ₂ /100 q, çox olmamalı	6	0	0	0
Kükürdün miqdarı, %, çox olmamalı	0,0010	0,0010	0,0009	0,0009
Turşuluq, mq KOH/100 q, çox olmamalı	5	0,20	0,22	0,24
Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, %	-	0,3	0,24	0,18
Setan ədədi, az olmamalı	51	50	50	50
Yeyilmə ləkəsinin diametri, mm	0,460	0,791	0,536	0,421

Cədvəl 9

**Təbii neft turşularının metil və etil efirləri (TNTME və TNTEE) ilə
hazırlanmış 5-10%-li AZHDF kompaundlarının fiziki-kimyəvi xassələri**

Göstəricilər	Avro-5	AZHDF	AZHDF + TNTME		AZHDF + TNTEE	
			5%	10%	5%	10%
Kinematik özlülük, mm ² /s, 20°C, çox olmamalı	2,0-6,0	3,00	3,12	3,24	3,13	3,26
Sıxlıq, kq/m ³ , 20°C, çox olmamalı	860,0	842,2	847,3	852,4	847,4	852,6
Fraksiya tərkibi, %						
50 % qovulur	280	280	276	278	277	278
90 % qovulur	350	336	338	342	340	342
96 % qovulur	360	350	356	360	356	358
Donma temperaturu, °C, çox olmamalı	-10 (-35)*	-15	-17	-18	-16	-17
Bulanma temperaturu, °C, çox olmamalı	-25 (-10)*	-5	-7	-8	-6	-7
Alışma temperaturu, °C, az olmamalı	55	70	72	75	73	77
Yod ədədi, q J ₂ /100 q, çox olmamalı	6	0	0,7	1,2	0,5	0,8
Kükürdün miqdarı, %, çox olmamalı	0,0010	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009
Turşuluq, mq KOH/100 q, çox olmamalı	5	0,20	0,23	0,26	0,22	0,25
Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, %	-	0,3	0,27	0,24	0,28	0,25
Setan ədədi, az olmamalı	51	50	50	50	50	50
Yeyilmə ləkəsinin diametri, mm	0,460	0,791	0,578	0,457	0,560	0,452

Cədvəl 10

Təbii neft turşularının propil və butil efirləri (TNTPE və TNTBE) ilə hazırlanmış 5-10%-li AZHDF kompaundlarının fiziki-kimyəvi xassələri

Göstəricilər	Avro-5	AZHDF	AZHDF + TNTPE		AZHDF + TNTBE	
			5%	10%	5%	10%
Kinematik özlülük, mm ² /s, 20°C, çox olmamalı	2,0-6,0	3,00	3,14	3,28	3,15	3,30
Sıxlıq, kq/m ³ , 20°C, çox olmamalı	860,0	842,2	847,5	852,8	847,7	853,2
Fraksiya tərkibi, %						
50 % qovulur	280	280	276	277	277	278
90 % qovulur	350	336	338	342	340	342
96 % qovulur	360	350	356	360	357	358
Donma temperaturu, °C, çox olmamalı	-10 (-35)*	-15	-17	-19	-18	-20
Bulanma temperaturu, °C, çox olmamalı	-25 (-10)*	-5	-7	-9	-8	-10
Aləşma temperaturu, °C, az olmamalı	55	70	74	76	73	75
Yod ədədi, q J ₂ /100 q, çox olmamalı	6	0	0,6	1,2	0,7	1,0
Kükürdün miqdarı, %, çox olmamalı	0,0010	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009
Turşuluq, mq KOH/100 q, çox olmamalı	5	0,20	0,22	0,26	0,22	0,25
Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, %	-	0,3	0,28	0,26	0,26	0,23
Setan ədədi, az olmamalı	51	50	50	50	50	50
Yeyilmə ləkəsinin diametri, mm	0,460	0,791	0,580	0,458	0,562	0,454

Beləliklə, oksigenli birləşmələr dizel fraksiyalarının keyfiyyət göstəricilərini yaxşılaşdırır və çoxfunksiyalı, yəni resursartırıcı və aşınmaya qarşı əlavələr kimi tövsiyə oluna bilər.

4. Oksigenli birləşmələrin dizel yanacağına yanma modifikatorları kimi istifadəsi

Məlumdur ki, dizel yanacağına tərkibində oksigenli birləşmələr yanma modifikatorları funksiyasını yerinə yetirərək natamam yanma məhsullarının və tüstülüyün azalmasına kömək edir. Onların təsirinin qiymətləndirilməsi məqsədilə “TESTO-350M” qaz analizatorundan istifadə etməklə hidrotəmizlənmiş və aromatiksizləşmiş dizel fraksiyalarının, həmçinin onların oksigenli birləşmələrlə hazırlanmış kompaundlarının yanması zamanı tüstü qazlarının (CO, NO_x, SO_x) tərkibi analiz edilmişdir (cədvəl 11, 12).

Təqdim edilmiş məlumatlardan göründüyü kimi, aromatiksizləşmə prosesi özü-özlüyündə tüstü qazlarının toksikliyinə azalmasını təmin edir. Belə ki, AZHDF-in yanması zamanı ZHDF ilə

müqayisədə CO miqdarı 8%, NO_x - 40%, SO_x - 33%-ə qədər, ADF3-ün yanması zamanı isə DF3 ilə müqayisədə bu tüstü qazlarının miqdarı müvafiq olaraq 11%, 38%, 42%-ə qədər azalır. Onların tərkibinə oksigenli birləşmələrin əlavə edilməsi bu effekti daha da gücləndirir.

AZHDF və ADF3 əsasında hazırlanmış kompaundlarda CO miqdarı 22-46%, NO_x - 44-64%, SO_x - 45-65%-ə qədər azalır ki, bu da ZHDF və DF3 əsasında alınan analoji kompaundlarla müqayisədə 2-45% daha yüksək göstəricidir. Zərərli qazların miqdarının ən çox azalması qliserinin monoasetat efirləri tətbiq edildikdə müşahidə olunur. Bu zaman CO miqdarı 46%, NO_x - 64%, SO_x - 65%-ə qədər azalır.

Cədvəl 11

ZHDF və AZHDF tərkibinə oksigenli birləşmələr əlavə edildikdə tüstü qazlarında CO, NO_x, SO_x miqdarının azalması və müqayisəsi

Dizel fraksiyaları	Tüstü qazlarının miqdarının azalması, %		
	CO	NO _x	SO _x
AZHDF	(-8%)	(-40%)	(-33%)
ZHDF/AZHDF + 20% GYTOPE1	(-20%)/(-31%) (↓ 11%)	(-20%)/(-52%) (↓ 32%)	(-24%)/(-52%) (↓ 28%)
ZHDF/AZHDF + 20% GYTOPE2	(-20%)/(-32%) (↓ 12%)	(-20%)/(-53%) (↓ 33%)	(-24%)/(-52%) (↓ 28%)
ZHDF/AZHDF + 10% GYTME	(-19%)/(-23%) (↓ 4%)	(-13%)/(-49%) (↓ 36%)	(-17%)/(-50%) (↓ 33%)
ZHDF/AZHDF + 10% GYTEE	(-19%)/(-26%) (↓ 7%)	(-12%)/(-49%) (↓ 37%)	(-19%)/(-48%) (↓ 29%)
ZHDF/AZHDF + 10% GYTPE	(-19%)/(-26%) (↓ 7%)	(-15%)/(-47%) (↓ 32%)	(-19%)/(-53%) (↓ 34%)
ZHDF/AZHDF + 10% GYTBE	(-19%)/(-26%) (↓ 7%)	(-12%)/(-49%) (↓ 37%)	(-19%)/(-53%) (↓ 34%)
ZHDF/AZHDF + 10% QMAE	(-42%)/(-46%) (↓ 4%)	(-43%)/(-64%) (↓ 21%)	(-43%)/(-62%) (↓ 19%)
ZHDF/AZHDF + 10% TNTME	(-20%)/(-24%) (↓ 4%)	(-13%)/(-49%) (↓ 36%)	(-19%)/(-45%) (↓ 26%)
ZHDF/AZHDF + 10% TNTEE	(-18%)/(-23%) (↓ 5%)	(-20%)/(-47%) (↓ 27%)	(-24%)/(-48%) (↓ 24%)
ZHDF/AZHDF + 10% TNTPE	(-19%)/(-24%) (↓ 5%)	(-17%)/(-51%) (↓ 34%)	(-21%)/(-52%) (↓ 31%)
ZHDF/AZHDF + 10% TNTBE	(-21%)/(-26%) (↓ 5%)	(-23%)/(-51%) (↓ 28%)	(-21%)/(-52%) (↓ 31%)

Cədvəl 12**DF3 və ADF3 tərkibinə oksigenli birləşmələr əlavə edildikdə tüstü qazlarında CO, NO_x, SO_x miqdarının azalması və müqayisəsi**

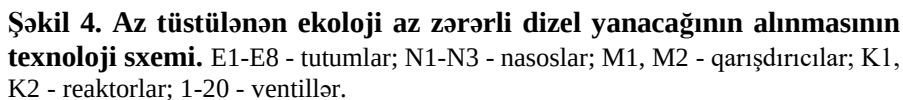
Dizel fraksiyaları	Tüstü qazlarının miqdarının azalması, %		
	CO	NO _x	SO _x
ADF3	(-11%)	(-38%)	(-42%)
DF3/ADF3 + 20% GYTOPE1	(-21%)/(-27%) (↓ 6%)	(-23%)/(-50%) (↓ 27%)	(-24%)/(-58%) (↓ 34%)
DF3/ADF3 + 20% GYTOPE2	(-22%)/(-28%) (↓ 6%)	(-24%)/(-50%) (↓ 26%)	(-22%)/(-58%) (↓ 36%)
DF3/ADF3 + 10% GYTME	(-18%)/(-24%) (↓ 6%)	(-15%)/(-46%) (↓ 31%)	(-15%)/(-56%) (↓ 41%)
DF3/ADF3 + 10% GYTEE	(-19%)/(-24%) (↓ 5%)	(-16%)/(-45%) (↓ 29%)	(-18%)/(-58%) (↓ 40%)
DF3/ADF3 + 10% GYTPE	(-18%)/(-26%) (↓ 8%)	(-15%)/(-45%) (↓ 30%)	(-18%)/(-58%) (↓ 40%)
DF3/ADF3 + 10% GYTBE	(-19%)/(-25%) (↓ 6%)	(-16%)/(-45%) (↓ 29%)	(-18%)/(-58%) (↓ 40%)
DF3/ADF3 + 10% QMAE	(-44%)/(-46%) (↓ 2%)	(-43%)/(-63%) (↓ 20%)	(-40%)/(-65%) (↓ 25%)
DF3/ADF3 + 10% TNTME	(-16%)/(-23%) (↓ 7%)	(-10%)/(-46%) (↓ 36%)	(-15%)/(-56%) (↓ 41%)
DF3/ADF3 + 10% TNTEE	(-17%)/(-22%) (↓ 5%)	(-13%)/(-44%) (↓ 31%)	(-13%)/(-58%) (↓ 45%)
DF3/ADF3 + 10% TNTPE	(-18%)/(-24%) (↓ 6%)	(-18%)/(-48%) (↓ 30%)	(-16%)/(-51%) (↓ 35%)
DF3/ADF3 + 10% TNTBE	(-16%)/(-24%) (↓ 8%)	(-15%)/(-48%) (↓ 33%)	(-16%)/(-56%) (↓ 40%)

Beləliklə, aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, həm dizel fraksiyalarının aromatisizləşməsi prosesi, həm də tərkibinə oksigenli birləşmələrin əlavə edilməsi tüstü qazlarındakı zərərli maddələrin miqdarını əhəmiyyətli dərəcədə azaldır. Buna əsaslanaraq, alınmış oksigenli birləşmələr dizel yanacağıının yanma modifikatorları kimi tövsiyə oluna bilər.

5. Az tüstülənən, ekoloji az zərərli dizel yanacağıının alınmasının texnoloji sxemi

Hazırda neft emalı sahəsində aktual məsələlərdən biri dizel yanacağıının tərkibində zərərli komponentlərin, xüsusilə aromatik karbohidrogenlərin miqdarını azaltmaq üçün texnologiyaların işlənilməsi

Tədqim edilmiş dissertasiya işində bu məsələ dizel yanacağının hidrogenləşmə və ekstraksiya üsulları ilə təmizlənməsi və sonra alınmış fraksiyaların müxtəlif oksigenli əlavələrlə kompaundlaşdırılması vasitəsilə həll olunur. Buna əsaslanaraq, şəkil 4-də az tüstülənən ekoloji az zərərli dizel yanacağının alınmasının texnoloji sxemi göstərilmişdir. Göründüyü kimi, bu texnoloji sxem bir neçə ardıcıl mərhələdən ibarətdir.



Üst qat - aromatikləşmiş dizel fraksiyası tutum E4-ə, oradan

isə su ilə yuyulmaqla ion mayenin izlərindən təmizlənmək üçün kolon K2-ə daxil olur. Daha sonra susuzlaşdırılmış aromatiksizləşmiş dizel fraksiyası oksigenli əlavələrin (efirlərin) verildiyi tutum E8-ə yanacaq kompaunlarının alınması üçün daxil olur.

Alt qat - aromatik karbohidrogenlərin ion mayesi ilə qarışığı tutum E3-ə daxil olur, buraya həmçinin su verilir və ion mayesi suda həll olur. Daha sonra qarışıq tutum E5-ə daxil olur və burada iki təbəqəyə ayrılır: üst qat - aromatik karbohidrogenlər, alt qat isə ion mayesi ilə su qarışığıdır. Aromatik karbohidrogenlər tutum E5-in yuxarı hissəsindən çıxarılaraq tutum E7-ə verilir və sonrakı istifadə üçün ayrılır, ion mayesi ilə su qarışığı isə tutum E6-ya daxil olur, burada su buxarlandırılaraq yenidən tutum E3-ə qaytarılır, ion mayesi isə texnoloji sikldə təkrar istifadə üçün tutum E2-ə göndərilir.

Beləliklə, təqdim olunan texnoloji sxem dizel yanacağının keyfiyyətinin təkmilləşdirilməsinə yönəlmiş müasir yanaşmaları özündə birləşdirərək, ekoloji təhlükəsizlik, səmərəlilik və resursqənaətni vahid texnoloji prosesdə təmin edir.

NƏTİCƏLƏR

1. ZHDF və DF3 fraksiyalarının N-metilpirrolidon və anilinformiat, morfolinformiat, N-metilpirrolidonium hidrosulfat kimi ion mayeləri ilə həm adi şəraitdə, həm də 20 kHz tezlikli ultrasəs dalğalarının tətbiqi ilə ekstraksiya üsulu ilə aromatiksizləşmə prosesi tədqiq edilmiş və tərkibində aromatik karbohidrogenlərin miqdarı müvafiq olaraq 0,3% və 5%, kükürdün miqdarı isə 0,0010%-ə qədər azalmış AZHDF və ADF3 fraksiyaları alınmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, ZHDF və DF3 fraksiyaları üçün ən yüksək aromatiksizləşmə dərəcəsi N-metilpirrolodonium hidrosulfatın istifadəsi zamanı əldə edilir, bu göstərici müvafiq olaraq 98% və 80%, bu zaman kükürdsüzləşmə dərəcəsi isə 67% və 70% təşkil edir [1, 3, 12, 20, 21, 27].
2. Bitki yağı turşuları, neft turşuları və sadə spirtlər və qliserin əsasında günəbaxan, qarğıdalı, soya yağı turşularının oksipropilen efirləri, biodizel (eyni yağ turşularının metil, etil, propil, butil efirləri) efirləri, qliserinin monoasetat efirləri, təbii neft

- turşularının metil, etil, propil, butil efirləri kimi oksigenli birləşmələr sintez edilmiş və dizel fraksiyalarına çoxfunksiyalı əlavələr kimi tədqiq olunmuşdur [2, 6, 18, 23, 25].
3. ZHDF, DF3, AZHDF, ADF3 fraksiyalarına sintez edilmiş oksigenli birləşmələr 5-20% küt. miqdarında əlavə edilməklə yanacaq kompaundları hazırlanmış, onların fiziki-kimyəvi xassələri və yanma məhsulları öyrənilmişdir [4, 5, 8, 9, 15-17, 19, 29].
 4. ZHDF, DF3, AZHDF, ADF3 fraksiyaları və sintez edilmiş oksigenli birləşmələr əsasında 5-20%-li yanacaq kompaundlarının resursqoruyucu xassələri öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, ilkin kompaundların tərkibində kükürdün və aromatik karbohidrogenlərin miqdarı müvafiq olaraq 0,0031-0,0024% və 23,7-11,5% aralığında, aromatiksizləşmiş kompaundların tərkibində isə 0,0009-0,0008% və 4,8-0,14% aralığında azalır [7, 10, 11].
 5. ZHDF, DF3, AZHDF, ADF3 fraksiyaları və sintez edilmiş oksigenli birləşmələr əsasında 5-20%-li yanacaq kompaundlarının aşınmaya qarşı xassələri öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, onların yeyilmə ləkəsinin diametri 0,460-0,421 mm aralığında azalır. Ən kiçik yeyilmə ləkəsinin diametri qliserinin monoasetat efirləri ilə olan 10%-li kompaundlarda müşahidə olunmuş və 0,421 mm təşkil etmişdir [13, 22, 24, 26].
 6. ZHDF, DF3, AZHDF, ADF3 fraksiyaları və sintez edilmiş oksigenli birləşmələr əsasında 5-20%-li yanacaq kompaundlarının yanması zamanı əmələ gələn tüstü qazlarının tərkibi öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, onların tərkibində CO, SO_x, NO_x-in miqdarı müvafiq olaraq 0,512-0,292% küt., 0,078-0,027% küt., 0,053-0,016% küt. aralığında azalmışdır. Tüstü qazlarında CO, SO_x, NO_x-in miqdarının ən çox azalması qliserinin monoasetat efirləri ilə olan 10%-li kompaundlarda müşahidə olunmuş və müvafiq olaraq 46%, 64%, 65% təşkil etmişdir [14, 27, 28, 30-32].

DİSSERTASIYANIN MÖVZUSU ÜZRƏ DƏRC OLUNMUŞ ELMİ ƏSƏRLƏRİN SİYAHISI:

1. Məmmədova, T.A. İon mayelərdən istifadə etməklə dizel yanacağının ekstraksiya ilə kükürlü və aromatik karbohidrogenlərdən təmizlənməsi prosesinin tədqiqi / T.A. Məmmədova, M.M. Abbasov, Ş.Y. Aydınova, A.F. Tağıyeva, S.K.Əliyeva, E.İ.Məmmədova // Xəbərlər Məcmuəsi, - Gəncə: - 2022. №1(84), - s. 14-21.
2. Аббасов, В.М., Маммадова, Т.А., Гасымов, Э.Э., Айдынова, Ш.Я., Тагиева, А.Ф. Многофункциональные добавки к дизельным топливам на основе растительного сырья и многоатомных спиртов // Республиканская научная конференция на тему «Разнообразные органические вещества и композиционные материалы», посвященная 110-летию академика А.М. Гулиева, - Баку: - 2022, - с. 42-44.
3. Айдынова, Ш.Я., Тагиева, А.Ф., Сафарли, И.А., Латифова, Т.С. Адсорбционная деароматизация дизельной фракции // III Международная научная конференция студентов и молодых исследователей на тему «Устойчивое развитие в химии и химической инженерии», посвященная 99-летию общенационального лидера Г. Алиева, - Баку: - 27-29 апреля, - 2022, - с. 340-341.
4. Abbasov, V.M., Məmmədova, T.A., Lətifova, T.S., Tağıyeva, A.F., Aydınova, Ş.Y. Oksigen tərkibli əlavə kimi butanolun dizel yanacağına əlavə olunması // Ümumilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 99-cu ildönümünə həsr olunmuş “Ekologiya və torpaqşünaslıq elmləri XXI əsrdə” mövzusunda III Respublika elmi konfransı, - Bakı: - 11-12 may, - 2022, - s. 61-62.
5. Abbasov, V.M., Məmmədova, T.A., Lətifova, T.S., Tağıyeva, A.F., Aydınova, Ş.Y. Aromatiksizləşmiş dizel yanacağının pambıq yağı turşularının butil efirləri ilə kompaundlarının hazırlanması // Ümumilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 99-cu ildönümünə həsr olunmuş “Kimya və kimya texnologiyası” mövzusunda doktorant, magistrant və gənc tədqiqatçıların Respublika elmi konfransı, - Bakı: - 18-19 may, - 2022, - s. 202-

203.

6. Маммадова, Т.А., Тагиева, А.Ф., Латифова, Т.С., Мамедова, Э.И., Айдынова, Ш.Я. Применение оксипропиленовых эфиров жирных кислот подсолнечного масла в качестве добавки к гидроочищенным дизельным топливам // Республиканская научная конференция докторантов, магистрантов и молодых исследователей на тему «Химия и химическая технология», посвященная 99-летию общенационального лидера Г. Алиева, - Баку: - 18-19 мая, - 2022, - с. 391-392.
7. Айдынова, Ш.Я., Аллахвердиева, Г.З., Маммадова, Т.А. Ресурсосберегающие и противоизносные добавки к дизельным топливам на основе растительного сырья // Межвузовский международный конгресс «Высшая школа: Научные исследования», - Москва: - 16 февраля, - 2023, - с. 162-163.
8. Айдынова, Ш.Я., Маммадова, Т.А. Применение кислородсодержащих добавок для улучшения качественных показателей дизельных топлив // I Научная конференция молодежи Баку и регионов, - Баку: - 20 апреля, - 2023, - с. 109-111.
9. Айдынова, Ш.Я., Лятифова, Т.С., Мамедова, Э.И., Маммадова, Т.А. Применение моноацетатных эфиров глицерина в качестве добавки к деароматизированным дизельным топливам // IV Международная научная конференция студентов и молодых исследователей на тему «К устойчивой химии и химической инженерии: инновации для создания лучшего мира», посвященная 100-летию общенационального лидера Г. Алиева, - Баку: - 2-3 мая, - 2023, - с. 414-415.
10. Аббасов, В.М., Маммадова, Т.А., Айдынова, Ш.Я., Аллахвердиева, Г.З. Получение и использование ресурсосберегающих кислородсодержащих добавок к дизельным топливам на основе гликолевых эфиров жирных кислот растительных масел // Международная научная конференция на тему «Актуальные проблемы современных

- естественных и экономических наук», посвященная 100-летию Г. Алиева, - Гянджа: - 5-6 мая, - 2023, - с. 145-149.
11. Аббасов, В.М., Маммадова, Т.А., Айдынова, Ш.Я., Латифова, Т.С., Мамедова, Э.И. Кислородсодержащие соединения растительного происхождения как многофункциональные добавки к дизельным топливам // Международная научная конференция на тему «Актуальные проблемы современных естественных и экономических наук», посвященная 100-летию Г. Алиева, - Гянджа: - 5-6 мая, - 2023, - с. 315-318.
 12. Abbasov, V.M. Obtaining oxypropylene esters of fatty acids of sunflower oil and their study as an additive to dearomatized diesel fractions / V.M. Abbasov, T.A. Mammadova, Sh.Y. Aydinova, T.S. Latifova // Processing of Petrochemistry and Oil Refining, - Baku: - 2023. V.24(2), - p. 303-309.
 13. Маммадова, Т.А., Айдынова, Ш.Я., Латифова, Т.С., Мамедова, Э.И., Тагиева, А.Ф. Кислородсодержащая добавка к дизельному топливу на основе глицерина // Конференция на тему «Нефтехимия, полифункциональные мономеры, олигомеры и синтез полимеров», посвященная 90-летию С.М. Алиева, - Баку: - 23 июня, - 2023, - с. 200-201.
 14. Əliyeva, Z.M., Məmmədova, T.A., İmanova, A.A., Aydınova, Ş.Y. Bitki yağları turşularının efirlərinin yanacaq və yanma modifikatoru kimi tədqiqi // S.M. Əliyevin anadan olmasının 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Neft kimyası, polifunksional monomerlər, oliqomerlər və polimerlərin sintezi” mövzusunda konfrans, - Bakı: - 23 iyun, - 2023, - s. 49-50.
 15. Маммадова, Т.А. Получение экологически безопасного дизельного топлива на основе деароматизированной дизельной фракции и этиловых эфиров жирных кислот хлопкового масла / Т.А. Маммадова, Ш.Я. Айдынова, И.А. Сафарли, Г.З.Аллахвердиева, А.М.Микаилова, Х.Ч.Алиева // Вестник технологического университета, - Казань: - 2023. Т.26(3), - с. 30-33.
 16. Аббасов, В.М. Получение экологически безопасного дизельного топлива на основе деароматизированной дизельной фракции и бутиловых эфиров жирных кислот

- подсолнечного масла / В.М. Аббасов, Т.А. Маммадова, Ш.Я. Айдынова, А.М. Микаилова, С.К. Ахмед, Х.Ч. Алиева // Нефтегазовое дело, - Уфа: - 2023. №3, - с. 158-173.
17. Маммадова, Т.А. Получение экологически чистого дизельного топлива на основе деароматизированной дизельной фракции и биодобавок / Т.А. Маммадова, Ш.Я. Айдынова, З.М. Алиева, А.М. Микаилова// Научный журнал Российского газового общества, - Москва: - 2023. №4(40), - с. 66-72.
18. Маммадова, Т.А. Пропиловые эфиры жирных кислот подсолнечного масла как добавка к дизельному топливу / Т.А. Маммадова, Ш.Я. Айдынова, З.М. Алиева, Э.И. Мамедова // Научные известия, - Сумгаит: - 2023. №3(23), - с. 35-40.
19. Маммадова, Т.А. Получение экологически безопасных дизельных топлив с использованием ионных жидкостей и биодобавок / Т.А. Маммадова, Ш.Я. Айдынова, А.Ф. Тагиева, Г.Д. Ахмадова // Нефтегазохимия, - Москва: - 2023. №3-4, - с. 54-58.
20. Маммадова, Т.А., Айдынова, Ш.Я., Тагиева, А.Ф., Ахмед, С.К. Использование ионных жидкостей для получения экологически безопасных дизельных топлив // Конференция на тему «Металлические комплексы и металлоорганический катализ, синтез и исследование (со)олигомеров, (со)полимеров», посвященная 80-летию академика А.Г. Азизова, - Баку: - 15 ноября, - 2023, - с. 56.
21. Маммадова, Т.А., Айдынова, Ш.Я. Использование ионной жидкости и кислородсодержащих добавок для получения экологически безопасных дизельных топлив // II Международная научная конференция на тему «Стратегия устойчивого развития: Глобальные тенденции, национальный опыт и новые цели», посвященная 100-летию общенационального лидера Г. Алиева, - Мингячевир: - 8-9 декабря, - 2023, - с. 348-351.
22. Маммадова, Т.А., Айдынова, Ш.Я., Мамедова, Э.И., Аллахвердиева, Г.З., Самадова, Н.Г. Получение

- экологически безопасных дизельных топлив с использованием кислородсодержащих добавок // Республиканская научная конференция на тему «Современные подходы в химии и химической технологии», посвященная 80-летию кафедры нефтехимии и химической технологии, - Баку: - 14 декабря, - 2023, - с. 58-59.
23. Айдынова, Ш.Я., Маммадова, Т.А. Использование биодобавок для получения экологически безопасных дизельных топлив // V Международная научная конференция студентов и молодых исследователей на тему «К устойчивой химии и химической инженерии», посвященная 101-летию общенационального лидера Г. Алиева, - Баку: - 23-25 апреля, - 2024, - с. 215-217.
24. Айдынова, Ш.Я., Маммадова, Т.А. Качественные показатели компаундов на основе деароматизированной дизельной фракции и кислородсодержащих добавок // Международная научная конференция на тему «Современные проблемы технологии макромолекулярных соединений», посвященная 60-летию кафедры технологии органических веществ и высокомолекулярных соединений, - Баку: - 25-26 апреля, - 2024, - с. 85-86.
25. Айдынова, Ш.Я., Маммадова, Т.А. Использование кислородсодержащих добавок растительного происхождения к дизельному топливу // Международная научная конференция на тему «Актуальные проблемы современных естественных и экономических наук», посвященная 101-летию общенационального лидера Г. Алиева, - Гянджа: - 3-4 мая, - 2024, - с. 355-357.
26. Айдынова, Ш.Я., Бабаева, Ф.А., Латифова, Т.С. Улучшение качественных показателей дизельного топлива с использованием кислородсодержащих добавок // Республиканская научная конференция на тему «Гейдар Алиев – спасатель и созидатель современного Азербайджана», посвященная 101-летию общенационального лидера Г. Алиева, - Мингячевир: - 3-4 мая, - 2024, - с. 65-66.

27. Məmmədova, T.A., Əliyeva, N.M., Mikayılova, A.M., Aydınova, Ş.Y., Lətifova, T.S. Dizel yanacağıının adsorbentlərlə aromatsizləşdirilməsi və onun tərkibinə əlavələrin tətbiqi // Ümumilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 101-ci ildönümünə həsr olunmuş “Heydər Əliyev müasir Azərbaycanın xilaskarı və qurucusudur” mövzusunda Respublika elmi konfransı, - Mingəçevir: - 3-4 may, - 2024, - s. 50-51.
28. Аббасов, В.М., Маммадова, Т.А., Айдынова, Ш.Я., Алиева, З.М., Мамедова, Э.И., Гулиева, В.М. Использование биодобавок в составе деароматизированного дизельного топлива // Международная научная конференция на тему «Современные проблемы нефтехимии и технологии масел», посвященная 100-летию академика М.А. Мамедьярова, - Баку: - 26-27 сентября, - 2024, - с. 201-202.
29. Маммадова, Т.А. Получение экологически безопасного дизельного топлива с использованием ионных жидкостей и эфиров природных нефтяных кислот / Т.А. Маммадова, Ш.Я. Айдынова, В.М. Рахманова // - Казань: Вестник технологического университета, - 2024. Т.27(11), - с. 120-123.
30. Маммадова, Т.А., Айдынова, Ш.Я. Улучшение качества дизельного топлива с применением биодизельных эфиров // XXII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, посвященный 190-летию Д.И. Менделеева и 300-летию основания Российской академии наук, - Сириус: - 7-12 октября, - 2024, - с. 341.
31. Маммадова, Т.А., Айдынова, Ш.Я., Рахманова, В.М. Применение кислородсодержащих добавок нефтяного происхождения для улучшения качества дизельного топлива // Республиканская научная конференция на тему «Современные проблемы экологической химии и охраны окружающей среды», посвященная 105-летию БГУ и 20-летию кафедры экологической химии, - Баку: - 27-28 ноября, - 2024, - с. 115-116.
32. Маммадова, Т.А., Айдынова, Ш.Я., Рахманова, В.М. Улучшение качественных показателей дизельного топлива с использованием добавок нефтяного происхождения //

Международная научная конференция на тему «Мономеры и современные проблемы нефтехимии», посвященная 110-летию академика С.Дж. Мехтиева, - Баку: - 19-20 декабря, - 2024, - с. 272-273.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'S. Dj. Mekhtiev', written in a cursive style.

Dissertasiyanın müdafiəsi 12 iyun 2026-cı il tarixində saat 10⁰⁰-da Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən FD 1.17 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

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

Dissertasiya ilə Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Avtoreferatın elektron versiyası Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun www.nkpi.az rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 12 may 2026-cı il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 06.05.2026

Kağızın formatı: A5

Həcm: 39742

Tiraj: 30