

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

**BİODİZEL YANACAQLARININ ALINMA PROSESİNƏ
MÜXTƏLİF FİZİKİ AMİLLƏRİN TƏSİRİNİN TƏDQIQI**

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

Elm sahəsi: Texnika

İddiaçı: **Zülfüyyə Mehdi qızı Əliyeva**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

Bakı – 2021

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının akademik Y.H. Məmmədliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun "Bərpa olunan yanacaqlar" laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: texnika elmləri doktoru, dosent
Tərənə Aslan qızı Məmmədova

Rəsmi opponetlər: texnika elmləri doktoru, dosent
Qalina Anatolyevna Hüseynova

texnika elmləri doktoru, professor
Muxtar Məmməd oğlu Səmədov

texnika elmləri doktoru, professor
Fəxrəddin Vəli oğlu Yusubov

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının akademik Y.H. Məmmədliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.17 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri: k.e.d., akademik



Vəqif Məhərrəm oğlu Abbasov

Dissertasiya şurasının elmi katibi: t.ü.f.d., dosent

Zaur Zabil oğlu Ağamalıyev

Elmi seminarın sədri: t.e.d., dosent

Tərənə Aslan qızı Məmmədova

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı və işləmə dərəcəsi. Hal-hazırda dünyanın enerji təminatının əsası neft ehtiyatlarıdır və bu növ enerji daşıyıcıların ən böyük istehlakçısı gündən günə sayı artan avtomobil nəqliyyatıdır. Lakin təbii enerji ehtiyatlarının tükənməsini və bundan əlavə onlardan istifadə zamanı atmosfərə atılan ekoloji təhlükəli yanma məhsullarının ətraf mühitin çirklənməsinə və son nəticədə dönməz iqlim dəyişikliklərinə gətirib çıxarmasını nəzərə alaraq neftə alternativ olan enerji mənbələrinə keçid olduqca zəruridir. Dünyanın aparıcı ölkələri tərəfindən alternativ enerji mənbələrinə keçidi üçün müvafiq proqramlar nəzərdə tutulub və həyata keçirilir. Buna misal olaraq ABŞ-da 25/25, Avropa Birliyi üçün isə 20-20-20 planlarını göstərmək olar. Bu proqramlara əsasən alternativ enerji daşıyıcılarına keçid ilk növbədə avtonəqliyyat üçün həyata keçirilir və bu məqsədlə benzin, dizel mühərrikləri üçün bərpa olunan xammal əsasında bio-etanol və biodizel kimi yanacaq növləri işlənib hazırlanır.

Hazırda alternativ dizel yanacaqları kimi bitki yağları və sadə spirtlərlə transefirleşmə reaksiyası əsasında biodizel adlanan yağ turşularının alkil efirlərinin alınması kimyaçıların diqqət mərkəzindədir. Bu prosesin təkmilləşdirilməsi istiqamətində aparılan tədqiqat işləri iqtisadi əlverişli, ekoloji baxımdan səmərəli, yan məhsulların alınmasına imkan verməyən katalizatorların axtarışı və müxtəlif, az enerjili dalğaların istifadəsi ilə prosesin sürətlənməsinə yönəldilmişdir.

Bu nöqteyi-nəzərdən Azərbaycanın əlverişli bitki ehtiyatları əsasında biodizel yanacağı alınması prosesində yeni növ amintərkibli katalizatorların, onların əsasında “yaşıl kimya” prinsiplərinə cavab verən ion maye tərkiblərin sintezi və transefirleşmə prosesində katalizator kimi istifadəsi, həmçinin bu proseslərin maqnit və burulğan elektrik sahələri, ultrasəs və hidro-dinamik kavitasiyalar təsirində tədqiqi olduqca aktualdır və öz həllini gözləyir. Eyni zamanda bitki yağları turşularının sadə spirtlərlə transefirleşməsindən yan məhsul kimi alınan qliserin əsasında dizel yanacaqları üçün yeni yanacaq və yanacaq komponentlərinin alınması dissertasiya işinin aktuallığını və dəyərini daha da artırır.

Tədqiqatın obyektı və predmeti Azərbaycanın bərpa oluna bilən xammalı əsasında müasir ekoloji tələblərə uyğun və “yaşıl kimya” prinsiplərinə cavab verən alınma prosesləri əsasında dizel yanacaqlarının alınmasıdır.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Azərbaycanın bərpa olunan bitki mənşəli xammalı əsasında biodizel yanacağının alınması üçün yeni növ amintərkibli katalizatorların seçilməsi, onların əsasında “yaşıl kimya” prinsiplərinə cavab verən ion mayelərinin transefirəşmə prosesi üçün katalizator kimi sintezi, bu proseslərin maqnit, burulğan elektrik sahələri, ultrasəs və hidrodinamik kavitasiyalar təsirində tədqiqi və bu üsullarla bitki yağları turşularının, həmçinin qliserinin alkil efirlərinin alınması üçün tövsiyyələrin verilməsi və alınan efirlərin yanacaq və yanacaq komponentləri kimi tətbiqi işin əsas məqsədidir.

Tədqiqat metodları. Dissertasiya işinin yerinə yetirilməsində alınan məhsulların keyfiyyəti və təmizlik dərəcələri müvafiq GOCT və ASTM standartları, həmçinin İQ-, ¹H-, ¹³C-NMR spektlləri vasitəsilə təstiqələnmişdir.

Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar. Azərbaycanın bitki resursları (pambiq, günəbaxan, qarğıdalı, soya və palma bitki yağları) əsasında az enerji tutumlu təsirlər altında biomənşəli dizel yanacaqları və ya yanacaq komponentlərinin təkmilləşmiş alınma üsullarının işlənilib-hazırlanması üçün yeni növ katalizatorların seçimi və sintezi, həmçinin bu proseslərdə yan məhsul kimi əmələ gələn qliserinin əsasında mineral dizel yanacaqlarına çoxfunksiyalı əlavələrin alınması.

Tədqiqatın elmi yeniliyi ondan ibarətdir ki, ilk dəfə olaraq:

– pambiq, günəbaxan, qarğıdalı, soya və palma bitki yağları turşularının metil, etil, izopropil və butil spirtlərilə transefirəşmə prosesi difenilamin(DFA), fenilendiamin (FDA), trietilamin (TEA), i-propilamin (İPA), üçlü-butilaminin (ÜBA) amintərkibli birləşmələr və tetrametilammoniumdihidrofosfat (TMADHF), tetrametilammoniumaseat (TMAA), dietilaminodihidrofosfat (DEADHF), dietilaminohidrosulfat (DEAHS) və dietilaminoüçflüorborat (DEAÜFB) ion mayelərindən katalizator kimi istifadə edilərək həm ənənəvi şəraitdə, həm də prosesin 0,2-0,9 Tl intensivlikli maqnit sahəsi, 20 kHs tezlikli

ultrasəsli dalğalar, burulğan elektrik sahəsinin və hidrodinamik kavitasiya təsirində aktivləşdirmə şəraitində bitki yağları turşularının metil, etil, izo-propil və butil efirlərinin alınması prosesi tədqiq edilmişdir;

– müəyyən edilmişdir ki, sınaqdan keçirilmiş amintərkibli birləşmələr bitki yağlarının sadə spirtlərlə transefirleşmə prosesində katalizator kimi aktivliklərinə görə FDA>TEA>DFA>ÜBA>İPA sıra təşkil edir və TMADHF, TMAA, DEADHF, DEAHs, DEAÜFB ion mayeləri təqribən eyni aktivliyə malikdirlər;

– müəyyən edilmişdir ki, ənənəvi şəraitdə spirt:yağ nisbəti 6 : 1, prosesin 6 saat davamiyyət müddətində sadalanmış amintərkibli birləşmələr və ion mayelərinin katalizator kimi 3,0 % küt. (yağa görə) miqdarında istifadəsində yağ turşularının metil, etil və butil efirlərinin çıxımları 94,6-99,3 % küt., i-propil efirlərin çıxımı 87,7-96,7 % küt., eyni miqdar İPA və ÜBA katalizatorlar kimi iştirakında isə bu çıxımlar müvafiq olaraq 84,5-95,8 və 80,2-87,9 % küt. təşkil edir;

– müəyyən edilmişdir ki, bitki yağları turşularının monoalkil efirlərinin (BYTMAE) alınması prosesi 0,2 Tl intensivlikli maqnit sahəsi, 20 kHs tezlikli ultrasəsli kavitasiya, burulğan elektrik sahəsi və hidrodinamik kavitasiya təsirində aparıldıqda məqsədli məhsulların çıxımları prosesin davamlığı 1,2-2,0 saata və 5-12 dəqiqəyədək azaldılmış şəraitdə 90,7-99,5 % təşkil edir. Bu zaman lazım olan temperatur ultrasəsli kavitasiya, burulğan elektrik sahəsi və hidrodinamik kavitasiya təsirlərindən əldə edilir;

– ilk dəfə olaraq bitki yağları turşularının monoalkil efirlərinin alınması prosesinin yan məhsulu olan qliserinin olein və asetat efirləri alınaraq sərbəst halda və BYTMAE əmtəə dizel yanacağına yanacaq komponenti, yanma modifikatroları və yeyilməyə qarşı əlavələr kimi tədqiq olunmuşdur;

– aydın olmuşdur ki, qliseril triasetat və qliseril monooleat efirlərinin dizel yanacağı tərkibində sərbəst halda 2,5 %-li, PamYMetE-ri-ile birgə isə 5,0 %-li kompaundlarının istifadəsi məqsədə uyğundur. Bu zaman alınan qarışıqların aşağı temperatur xassələri yaxşılaşır, setan ədədi 0,5 vahid artır və ənənəvi dizel yanacağı ehtiyatlarına efirlərin əlavə olunmuş miqdarında qənaət

olunur;

– müəyyən edilmişdir ki, dizel yanacağıının tərkibində yağ turşularının alkil efirlərinin miqdarlarının 10, 15 və 20 % küt.-dək artırılması tüstü qazlarının tərkibində karbon monooksidin miqdarının müvafiq olaraq 25,0-29,0; 42,0-46,0 və 58,0-61,0 % küt. və tüstülüyün 19,5-20,3; 40,8-42,0 və 55,0-56,0 % küt. azalması ilə nəticələnir. Əmtəə dizel yanacağıının tərkibində 2,5-5,0 % küt. qliseril triasetat efirləri olan kompaundların yanma məhsullarının tərkibində karbon monooksidin miqdarının 27,3 % küt, qliseril mono-olein efirinin eyni qatılıqlarında istifadəsində isə 30,0-35,0 % küt azalması müşahidə olunmuşdur;

– BYTMAE dizel yanacağıında yağlama xassələri tədqiq olunmuş və müəyyən edilmişdir ki, bitki yağları turşularının metil efirlərinin 2,5 % küt., etil, izopropil və butil efirlərinin 2,0 % küt əlavə olunması yeyilmə ləkəsinin diametrinin (YLD) 850 mkm-dən müvafiq olaraq 420, 430, 452, və 415 mkm-dək azalmasına səbəb olmuşdur. Eyni zamanda pambıq yağı turşularının qarışıq sivuş efirlərinin 2,0 % küt. əlavə olunması YLD-nin 440 mkm-dək azalmasına gətirib çıxarmışdır;

– qliserinin mono-oleat və mono-asetat efirlərinin əmtəə dizel yanacağıında yağlama xassələri tədqiq olunmuş və müəyyən edilmişdir ki, qliserinin mono-oleat efiri 75 m.h., qliserinin mono-asetat efirinin isə 125 m.h. əlavə olunması ilə alınan kompaundlarda YLD-ri müvafiq olaraq 440 və 452 mkm təşkil edir.

Təqdim olunan dissertasiya işinin **nəzəri və praktiki əhəmiyyəti** hazırda Azərbaycanda Avro-4 standartına uyğun istehsal olunan ənənəvi dizel yanacağıına Azərbaycanın bərpa olunan bitki mənşəli xammalı əsasında bitki yağları turşuları və qliserinin alkil efirlərinin alınma üsullarının işlənilib hazırlanması və bu efirlərin dizel yanacağıına yanacaq və yağlama komponentləri kimi tətbiq olunaraq EN-590 standartlarının tələblərinə cavab verən dizel yanacağıının alınması üçün verilmiş tövsiyələrlə müəyyən olunur.

Nəşrlər. Yerinə yetirilmiş dissertasiya işi üzrə 26 elmi əsər, o cümlədən 10 məqalə, 1 patent, 15 müxtəlif beynəlxalq konfrans və konqreslərdə müzakirə olunmuş məruzələrin tezisləridir.

İşin aprotasiyası. Dissertasiya işinin əsas nəticələri respublika və

beynəlxalq konfranslarda, simpoziumlarda müzakirə edilmişdir, bunların arasında International conference “Catalysis for renewable sources: fuel, energy, chemicals”, St. Peterburg, Tsars Village, 2010; IX Международная научно-техническая конференция “Энерго и материалосберегающие экологически чистые технологии”, Гродно 20-21 октября 2011; Ümummilli Lider H. Əliyevin anadan olmasının 90-cı ildönümünə həsr olunmuş I Beynəlxalq Kimya və mühəndisliyi konfransı, Bakı, 2013; Akademik Həsən Əliyevin 105 illik yubileyinə həsr olunmuş “Ekologiya: təbiət və cəmiyyət problemləri” II Beynəlxalq elmi konfrans, Bakı, 7-8 noyabr 2012; ECO 2014 2nd International Conference on Energy, Regional Integration, and Socio-Economic Development, Baku, 2014; Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci il dönümünə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların “Kimyanın Aktual Problemləri” IX Respublika Elmi Konfransı, Bakı, 2015; Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci il dönümünə həsr olunmuş Müasir Biologiya və Kimyanın Aktual Problemləri elmi-praktik konfrans, Gəncə, 2015; Akademik Ə. Quliyev adına Aşqarlar kimyası institutunun yaradılmasının 50 illiyinə həsr olunmuş “Sürtkü materialları, yanacaqlar, xüsusi mayelər, aşqarlar və reagenlər” mövzusunda respublika elmi konfransı, XXIX Научно-техническая конференция «Химические Реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии» «Реактив-2015», Новосибирск; Azərbaycan Respublikası Fövqəladə Hallar Nazirliyinin yaradılmasının 10 illiyinə həsr edilmiş “Fövqəladə hallar və təhlükəsiz həyat” mövzusunda beynəlxalq elmi-praktik konfransı, Bakı, 10 dekabr 2015; IX Бакинская Международная Мамедалиевская Конференция по Нефтехимии 4-5 октября 2016; The International Scientific Conference “Actual Problems of Modern Chemistry”, Baku, October 2-4, 2019.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. İş AMEA NKPI 4/2016, qeydiyyat nömrəsi 0106Az00018 olan iş proqramına uyğun olaraq yerinə yetirilmişdir.

Müəllifin şəxsi iştirakı. Tədqiqat məqsədlərinin və istiqamətlərinin təyin edilməsi, təcrübələrin qoyulması, nəticələrin təhlili birbaşa müəllifin iştirakı ilə yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın quruluşu və həcmi. Dissertasiya işi 196 səhifədən, girişdən, 52 cədvəl, 19 şəkil və 20 qrafikin daxil olduğu 6 fəsildən, 216 adda ədəbiyyat siyahısından, cədvəlsiz, şəkilsiz və ədəbiyyat siyahısız 176065 işarədən, o cümlədən giriş hissəsi 19311, I fəsil – 50215, II fəsil – 18315, III fəsil – 146493, IV fəsil – 13090, V fəsil – 14377, VI fəsil – 14264 işarədən ibarətdir.

Girişdə dissertasiya işinin yerinə yetirilmiş tədqiqatın aktuallığı, məqsədi, elmi yeniliyi və praktiki əhəmiyyəti haqqında məlumatlar verilmişdir.

I fəsildə alternativ enerji mənbələri, o cümlədən alternativ mühərrik yanacaqlarının alınması, hal-hazırda istifadəsi və perspektivləri haqqında beynəlxalq ədəbiyyatda çap edilmiş məlumatların araşdırılması aparılmış, yerinə yetirilmiş dissertasiya işinin əsas məqsədləri təyin edilmişdir.

Dissertasiya işinin II fəslində istifadə edilmiş xammalın keyfiyyət gös-təriciləri, onların və alınan məqsədli məhsulların İQ-, ¹H-, ¹³C-NMR spektrləri, təcrübələrin aparılması üçün laborator qurğuların təsviri və aparılma metodikaları verilmişdir.

Dissertasiya işinin III fəslində pambıq, günəbaxan, qarğıdalı, soya və palma yağları və metil, etil, izo-propil və butil spirtləri əsasında katalizator kimi seçilmiş difenilamin, fenilendiamin, trimetilamin, i-propilamin, üçlü-butilaminin amintərkibli birləşmələri tədqiq etməklə bitki yağları turşularının alkil efirlərinin ənənəvi şərait, həmçinin 0,2-0,9 Tl intensivlikli maqnit sahəsi, 20 kHs tezlikli ultrasəs, burulğan elektrik sahəsi, həmçinin hidrodinamik kavitasiya təsirində alınması proseslərinin tədqiqi əks olunmuşdur.

Dissertasiya işinin IV fəslində pambıq, günəbaxan, qarğıdalı, soya və palma yağları və metil, etil, izo-propil və butil spirtləri əsasında katalizator kimi sintez edilmiş tetrametilammoniumdi-hidrofosfat (TMADHF), tetrametilammoniumasetat (TMAA), dietilaminodihidrofosfat (DEADHF), dietil-minohidrosulfat (DEAHS) və dietilaminoüçflüorborat (DEAÜFB) ion mayələrinin tətbiq etməklə bitki yağları turşularının alkil efirlərinin alınma prosesləri ənənəvi şərait, həmçinin 0,2-0,9 Tl intensivlikli maqnit sahəsi, 20 kHs tezlikli ultrasəsli kavitasiya təsirində tədqiqi əks edilmişdir.

Dissertasiya işinin V fəslində pambıq, günəbaxan, qarğıdalı, soya

və palma bitki yağları turşularının metil, etil, izo-propil və butil efirlərinin əmtəə dizel yanacağına yanacaq və yanacaq komponenti kimi tədqiqi, həmçinin qliseril-triasetat və qliseril-monooleat efirlərinin yanacaq komponenti və yanma modifikatorları kimi tədqiqi verilmişdir.

Dissertasiya işinin VI fəsli pambıq, qarğıdalı, günəbaxan, palma, soya yağları turşularının, onların metil, etil, izo-propil və butil efirlərinin, həmçinin qliseril-monoasetat və qliseril-monooleat efirlərinin dizel yanacağında yağlama xassələrinə təsirinin tədqiqi göstərilmişdir.

Dissertasiya işi əsas nəticələr və dissertasiya işində istinad edilmiş ədəbiyyat mənbələrinin siyahısı ilə başa çatdırılmışdır.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

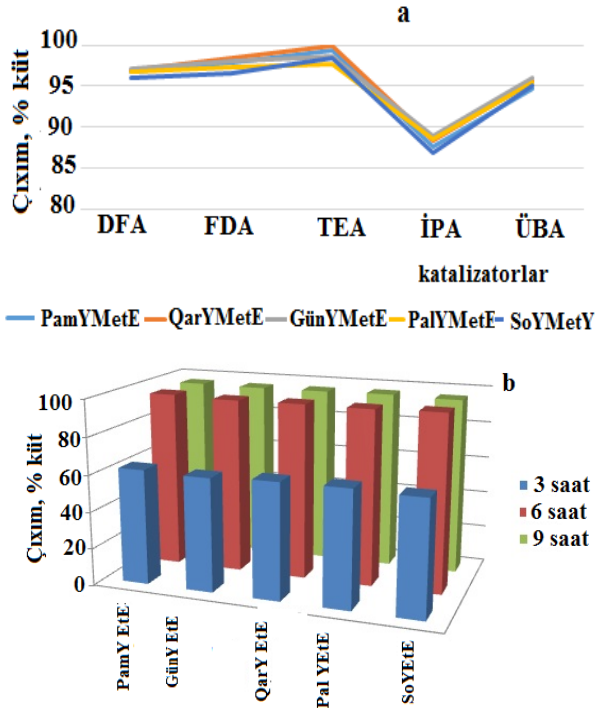
1. DFA, FDA, TMA, İPA, ÜBA amintərkibli birləşmələrin bitki yağlarının sadə spirtlərlə transefirəlmə prosesində katalizatorlar kimi tədqiqi

İlk növbədə DFA, FDA, TMA, İPA, ÜBA amintərkibli birləşmələr pambıq (PamY), günəbaxan(GünY), qarğıdalı (QarY), soya (SOY), və palma (PalY) bitki yağlarının metil, izopropil və butil spirtlərilə transefirəlmə prosesində katalizatorlar kimi adi şəraitdə və 0,2-0,9 Tl intensivlikli maqnit sahəsi, 20 kHs tezlikli ultrasəs, burulğan elektrik sahəsi, həmçinin hidrodinamik kavitasiya təsirində sınaqdan keçirilmişdir.

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində adi şəraitdə aparılan transefirəlmə prosesində sadalanmış amintərkibli birləşmələr katalizator kimi aktivliklərinə görə TEA > FDA > DFA > ÜBA > İPA sıra təşkil etdiyi (qrafik 1 a) və yağ turşularının alkil efirlərinin 98,0-99,5 % küt. çıxımla əldə edilməsinin optimal şəraiti: katalizatorların miqdarı (götürülən yağın miqdarına görə) 3 % küt., srirt:yağ nisbəti 6 : 1 mol və prosesin aparılma müddəti 6 saat müəyyən edilmişdir. (qrafik 1 b).

Maqnit sahəsinin biodizel yanacaqları prosesinə təsirinin öyrə-

nilməsi üçün transefirləşmə prosesi yuxarıda təyin edilmiş optimal şəraitdə və 0,2-0,9 Tl maqnit sahəsi təsirində aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, adı şəraitlə müqayisədə 0,2 Tl və hətta otaq temperaturunda aparılan prosedə efirlərin çıxımlarında artım 12-28 % təşkil edir, maksimal çıxımlar isə 0,2 Tl maqnit sahəsi və spirtlərin qaynama temperaturunda aparılan proseslərdə əldə edilir və ən aktiv kataliza-torların iştirakında 98-99,5 % təşkil edir.



Qrafik 1. TEA FDA ÜBA İPA katalizatorlarının iştirakında alınan yağ turşularının alkil efirlərinin çıxımlarının katalizatorların təbiəti (a) və prosesin aparılma müddətindən (b) asıllığı

Bu zaman prosesin aparılma müddəti 6-8 saat əvəzinə 1,4-2,2 saat arasında dəyişir (cədvəl 1) və bu da ənənəvi şəraitlə müqayisədə 4,2-3 dəfə daha azdır.

Maqnit sahəsinin intensivliyinin 0,6-0,9 Tl-dək artırılması prosedə

mənfi təsir göstərir və alınan yağ turşularının alkil efirlərinin çıxımları 5,0-18,0 % azalır.

Növbəti mərhələdə biodizel yanacaqlarının alınmasında istifadə olunan bitki yağlarının sadə spirtlərlə transefirləşməsi prosesi **burulğan elektrik sahəsində** tədqiq edilmişdir. Proses reaktorun asinxron elektrik mühərrikinin statoru olan (gücü 2,2 kVt, qidalanma gərginliyi 380 V) fırlanan elektromaqnit sahəli induktora yerləşdirilərək aparılmışdır.

Cədvəl 1 0,2 Tl intensivlikli maqnit sahəsi təsirində aparılan transefirləşmə prosesində bitki yağları turşularının alkil efirlərinin çıxımlarının prosesin müddətindən asılılığı

Göstəricilər	Efirlərin çıxımı, % küt.	Prosesin müddəti, s	Efirlərin çıxımı, % küt.	Prosesin müddəti, s	Efirlərin çıxımı, % küt.	Prosesin müddəti, s	Efirlərin çıxımı, % küt.	Prosesin müddəti, s	Efirlərin çıxımı, % küt.	Prosesin müddəti, s
katalizator	TEA		FDA		DFA		İPA		ÜBA	
PamY MetE	98,5	1,4	99,0	1,4	97,5	1,5	92,0	1,7	96,5	2,0
GünY MetE	98,0	1,6	98,5	1,5	96,3	1,6	92,4	1,7	95,8	1,8
QarYMetE	97,6	1,3	98,7	1,5	97,0	1,5	93,0	1,8	96,0	2,0
PalYMetE	99,0	1,4	97,9	1,5	96,8	1,5	92,8	1,7	97,0	2,3
SoYMetE	98,6	1,4	98,0	1,5	98,0	1,6	92,6	1,7	97,0	2,3
PamY EtE	98,0	2,1	97,2	1,6	95,0	1,7	86,7	1,9	96,3	2,4
GünY EtE	97,6	2,0	96,8	1,6	94,8	1,7	85,8	2,0	95,4	2,3
QarY EtE	97,2	2,0	96,4	1,5	94,5	1,7	85,4	2,0	95,8	2,4
PalY EtE	98,2	2,3	97,0	1,6	95,3	1,8	86,0	2,1	96,0	2,4
SoY EtE	98,1	2,2	97,5	1,7	94,8	1,7	86,4	1,9	96,7	2,5
PamY İprE	97,0	2,5	90,4	2,0	90,1	2,0	86,7	2,4	94,5	2,5
GünY İprE	96,8	2,5	89,6	2,0	90,5	2,0	85,4	2,5	93,8	2,5
QarY İprE	96,3	2,5	89,8	2,0	89,7	1,9	85,7	2,5	93,2	2,3
PalY İprE	97,4	2,4	90,7	2,4	89,0	1,9	86,4	2,4	94,1	2,5
SoY İprE	97,5	2,6	91,4	2,5	90,8	2,1	86,0	2,4	94,4	2,5
PamY ButE	99,0	1,5	99,0	1,5	98,4	1,8	92,3	2,0	97,0	1,9
GünY ButE	98,6	1,5	98,4	1,5	97,6	1,8	91,6	2,9	96,5	1,8
QarY ButE	98,4	1,6	98,7	1,5	97,0	1,7	92,5	2,1	96,8	1,9
PalY ButE	99,1	1,5	99,4	1,6	98,8	1,8	92,8	2,2	97,4	2,0
SoY ButE	99,0	1,5	99,5	1,6	97,9	1,7	91,7	2,0	98,1	2,2

Reaktorun işçi zonasında maqnit induksiyası 0,08-0,095 Tl (hündürlük üzrə) və 0,093-0,095 Tl (en kəsiyi üzrə) təşkil etmişdir. Ferromaqnit elementlər kimi uzunluğu 15 mm və diametri 1,5 mm olan karbonlu poladdan hazırlanmış silindrlərdən istifadə edilmişdir. Təcrübələrdə yalnız yaranan maqnit sahəsinin təsiri öyrənildikdə ferromaqnit elementlər reaktora yüklənilmir.

Bu halda reaksiya kütləsinin temperaturu 2 dəq elektromaqnit

sahəsinin təsiri nəticəsində 18-20 °C-dən 28-30 °C-ə qədər artır. Alınmış nəticələr cədvəl 2-də verilmişdir. Cədvəl 2-də verilən məlumatlarda görünür ki, proses intensivliyi 0,08-0,093 Tl olan yalnız maqnit sahəsi təsirində 2 dəq. ərzində aparıldıqda TEA, FDA, DFA və ÜBA katalizatorların iştirakında günəbxan yağı əsasında alınan məqsədli efirlərin çıxımı 19,3-28,6 % küt. artıq olmur.

Cədvəl 2
Maqnit sahəsi və maqnit-impuls kavitasiyası təsirində
günəbxan yağı turşularının metil, etil, i-propil
və butil efirlərinin müqayisəli çıxımları

Efirlər	Təcürbələrə aparılma şəraiti		
	Yalnız maqnit sahəsi(0,08-0,093 Tl)	Maqnit sahəsi + ferromaqnit hissəciklər	
	Prosesin aparılma müddəti, dəq		
	2	2	5
	Katalizator TEA		
GünY MetE	27,2	99,0	99,2
GünYEE	26,4	90,7	98,6
GünYİpr E	10,2	82,6	97,8
GünYBut E	27,8	98,7	98,0
	Katalizator FDA		
GünY MetE	28,6	98,7	99,0
GünYEE	27,3	90,5	97,6
GünYİpr E	12,5	87,1	97,5
GünYBut E	28,0	98,6	99,0
	Katalizator DFA		
GünY MetE	21,2	97,8	98,5
GünYEE	20,8	85,3	98,0
GünYİpr E	9,3	80,7	97,3
GünYBut E	19,3	96,0	99,0
	Katalizator İPA		
GünY MetE	13,6	74,6	97,3
GünYEE	12,1	75,0	95,4
GünYİpr E	6,8	63,4	95,0
GünYBut E	12,4	80,2	96,7
	Katalizator ÜBA		
GünY MetE	28,2	93,4	99,0
GünYEE	22,4	87,6	98,0
GünYİpr E	11,6	78,4	97,6
GünYBut E	27,0	94,6	98,4

Kavitasiya effekti yaradan ferromaqnit hissəciklərin əlavə olunması ilə aparılan prosesdə isə günəbxan yağı turşularının alkil efirlərinin çıxımları TEA, FDA, DFA və ÜBA katalizatorların iştirakında 90,5-99,0 % küt., i-propil efirlərin çıxımı isə 78,4-82,6 təşkil edir. Bu zaman prosesin aparılma müddəti 2-5 dəq təşkil edir.

Eyni kavitasiya effekti **ultrasəsli dalğalar təsirində** yaranır və pambıq, günəbaxan, qarğıdalı, soya, və palma bitki yağlarının metanol, izopropanol və butanol spirtləri ilə transefirələşmə prosesində yağ turşularının alkil efirlərinin 98,5-99,2 % küt. çıxımları 5 dəq ərzində əldə olunur (cədvəl 3).

Cədvəl 3
Bitki yağları turşularının metil, etil, i-propil və butil efirlərinin ultrasəsli dalğalar təsirində optimal alınma müddəti

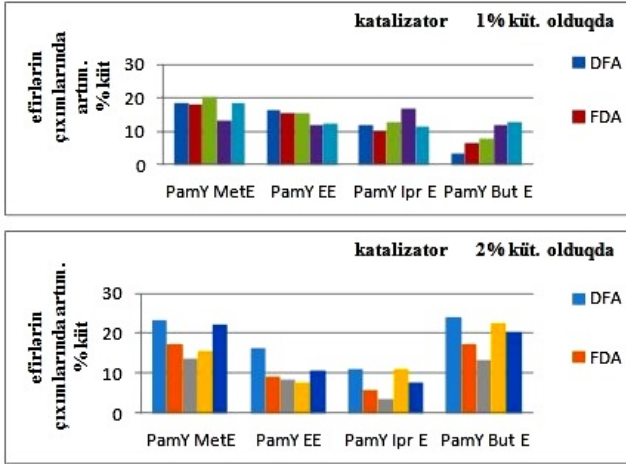
Efirlər	Katalizatorlar														
	DFA			FDA			TEA			İPA			ÜBA		
	Efirlərin alınma müddəti, dəq														
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
PamYMetE	87,6	99,2	99,3	97,6	98,0	99,0	97,7	99,0	-	64,3	88,1	98,3	86,8	99,0	99,0
GünYMetE	86,5	98,7	98,7	96,1	98,2	99,1	96,5	99,0	-	61,2	88,3	98,6	87,1	98,5	98,8
GarYMetE	88,0	99,1	99,4	98,2	98,6	99,2	98,7	99,0	-	64,4	88,4	98,4	87,5	98,7	99,1
Pal YMetE	88,3	99,1	99,2	98,2	99,3	99,2	98,7	99,0	-	66,5	88,2	98,8	88,1	99,0	99,1
SoYMetEE	87,8	99,0	99,2	97,9	99,2	99,3	97,6	99,0	-	69,6	88,4	98,9	87,2	99,0	99,0
PamYEE	78,5	98,5	98,5	80,5	99,0	-	82,6	98,1	98,4	60,9	82,7	98,5	76,5	98,3	98,5
GünYEE	77,4	98,3	98,4	81,2	99,0	-	83,4	98,4	98,6	61,4	82,4	98,5	76,3	98,1	98,4
GarYEE	80,5	98,1	98,7	80,8	99,0	-	83,9	98,4	98,4	61,7	83,6	98,1	77,2	97,9	98,7
Pal YEE	79,6	98,7	98,7	79,8	99,0	-	84,0	99,1	99,0	62,0	84,0	98,0	77,4	97,7	98,7
SoYEE	77,4	98,1	98,4	80,4	99,0	-	83,5	99,0	99,0	62,0	84,0	98,0	76,8	98,3	98,4

Təqribən eyni qanunauyğunluq digər efirlərin alınmasında da müşahidə olunur (qrafik 2).Təqdim olunan məlumatlardan aydın görünür ki, katalizatorların qatılığı 1 % küt. olduqda ən yüksək artımlar pambıq yağı turşularının metil efirləri üçün müşahidə olunur, 2 % küt. olduqda isə artım həm metil, həm də etil efirləri üçün qeydə alınmışdır.

Hidrodinamik kavitasiya mayelərdə yüksək sürət və dəyişkən trayektoriya üzrə hərəkətində əmələ gəlir. Dəyişkən trayektoriya dedikdə mayenin dəyişkən diametrlı borular üzrə hərəkəti də ola bilər. Ultrasəsli və elektromaqnit kavitatorlardan fərqli olaraq hidrodinamik kavitasiyanın yaradılmasında hansısa bir xüsusi reaktora ehtiyac yoxdur, bu səbəbdən də o iqtisadi nöqteyi nəzərdən daha əlverişlidir.

Dissertasiya işində də TEA, FDA, DFA, İPA, ÜBA amintərkibli birləşmələrdən katalizator kimi istifadə etməklə pambıq, günəbaxan, qarğıdalı, soya və palma yağlarının sadə metil, etil, i-propil və butil spirtləri ilə yuxarıda təyin olunmuş optimal şəraitdə transefirələşmə prosesi hidrodinamik kavitasiya şəraitində tədqiq olunmuşdur və

alınan nəticələr cədvəl 4-də təqdim edilmişdir.



Qrafik 2. Ultrasəsli kavitasiya təsirində katalizatorların qatılığı 1 və 2 % küt. (yağa görə) olduqda pambıq yağı turşularının monoalkil efirlərinin çıxımlarında müşahidə olunan artımlar

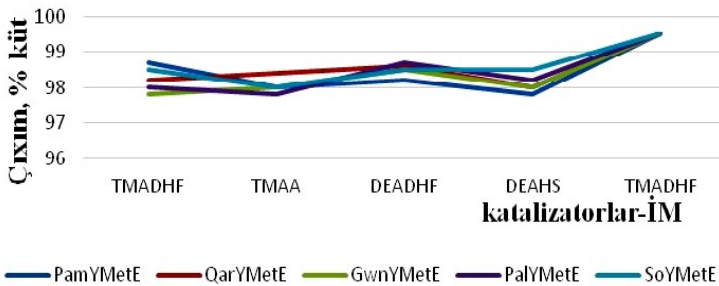
Cədvəl 4

Bitki yağları turşularının metil, etil və i-propil efirlərinin hidrodinamik kavitasiya təsirində optimal alınma şəraiti

Efirlər	Katalizatorlar														
	DFA			FDA			TEA			İPA			ÜBA		
	Efirlərin alınma müddəti, dəq														
	5	10	12	5	10	12	5	10	12	5	10	12	5	10	12
PamYMetE	82,4	99,3	-	87,4	99,0	-	88,2	99,0	-	83,4	96,0	98,6	85,7	99,1	-
GünYMetE	81,2	98,8	-	86,3	98,5	-	87,6	99,0	-	82,8	94,5	98,4	84,9	98,7	-
GarYMetE	83,3	99,0	-	88,5	98,4	-	88,1	99,0	-	84,5	93,8	98,5	84,3	98,7	-
Pal YMetE	83,1	99,0	-	88,4	99,0	-	88,5	99,0	-	85,7	95,0	98,2	86,2	98,2	-
SoYMetEE	82,4	99,0	-	87,6	99,0	-	87,7	99,0	-	85,4	94,6	98,2	85,4	98,4	-
PamYEE	72,1	98,5	98,7	74,5	98,0	-	72,4	98,4	98,7	55,6	89,5	98,0	72,3	97,1	-
GünYEE	71,8	98,1	98,4	73,9	98,0	-	73,2	98,4	98,7	54,8	87,5	98,0	71,9	98,6	-
GarYEE	71,6	98,4	98,7	74,7	98,0	-	73,7	98,4	98,7	55,6	86,4	98,0	72,4	98,2	-
Pal YEE	71,4	98,7	98,7	75,0	98,0	-	74,5	99,1	99,4	54,4	74,8	98,0	72,6	97,9	-
SoYEEE	71,5	98,5	98,4	75,1	99,0	-	73,5	99,0	99,4	55,0	75,6	98,0	72,5	98,3	-
PamYIprE	50,6	94,3	98,7	60,8	94,8	98,0	62,5	96,0	98,0	40,7	89,0	98,5	62,5	96,0	97,8
GünYIprE	51,4	92,9	98,0	61,2	92,6	97,5	62,8	95,9	98,0	41,9	90,1	98,6	62,4	95,2	97,6
GarYIprE	52,0	91,5	97,8	62,6	93,4	97,7	62,8	93,4	98,0	41,6	91,2	98,7	63,3	95,4	97,0
Pal YIprE	51,7	93,5	98,1	62,7	92,6	98,0	63,0	94,1	98,0	42,2	91,3	98,5	62,8	95,8	97,1
SoYIprE	52,2	93,1	98,4	62,5	94,7	98,1	63,2	94,2	98,0	42,4	91,0	98,5	63,0	95,0	98,0

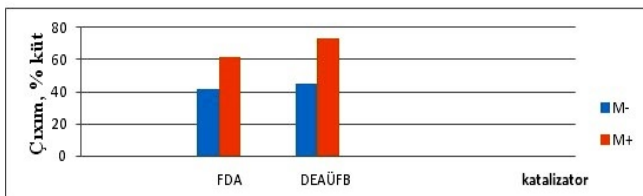
2. TMADHF, TMAA, DEADHF, DEAHS və DEAÜFB ion mayelərinin bitki yağları turşularının metil, etil, izo-propil və butil spirtləri ilə transefirləşmə reaksiyalarında katalizator kimi tədqiqi

İlk öncə yuxarıda sadalanmış ion mayelərinin miqdarlarını 1-3 % küt., spirt:yağ mol nisbətərini 4 : 1-10 : 1, reaksiya müddətinin 6-10 saat dəyişməklə və reaksiya temperaturu istifadə olunan spirtlərin qaynama temperaturuna uyğun olduqda yağ turşularının müvafiq alkil efirlərinin çıxımları təyin edilərək prosesin ənənəvi şəraitdə aparılmasının optimal göstəriciləri – katalizatorların miqdarı 3 % küt., spirt:yağ nisbəti 6 : 1, prosesin aparılma vaxtı 6 saat kimi təyin edilmişdir. Birinci bölmədə tədqiq edilmiş amintərkibli katalizatorlardan fərqli olaraq bütün istifadə olunan ion mayeləri təqribən eyni və yüksək katalitik aktivliyə malikdirlər (qrafik 3).



Qrafik 3. Pambıq, günəbaxan, qarğıdalı, palma və soya yağlarının metil efirlərinin istifadə olunan ion mayelərindən asılı olaraq müqayisəli çıxımları

Növbəti mərhələdə təyin edilmiş optimal şəraitdə sadalanmış ion mayelərindən katalizator kimi istifadə edərək tədqiq olunmuş bitki yağlarının sadə spirtlərlə transefirləşmə prosesi maqnit sahəsi və ultarsəsli dalğalar təsirində aparılmışdır. Gözlənilməli kimi, maqnit sahəsi təsirində ənənəvi şəraitlə müqayisədə proseslərin aparılma müddətinin 1,8-2,5 dəfə azalması müşahidə olunur və bu zaman istifadə olunan ion mayelərinin amintərkibli birləşmələrlə müqayisədə daha yüksək aktivliyə malik olduqları müəyyən edilmişdir (qrafik 4).



Qrafik 4. Günəbaxan yağı turşularının metil efirlərinin FDA və DEAÜFB katalizatorlar iştirakında maqnit sahəsi təsiri olduqda (M+) və olmadıqda (M-) müqayisəli çıxımları

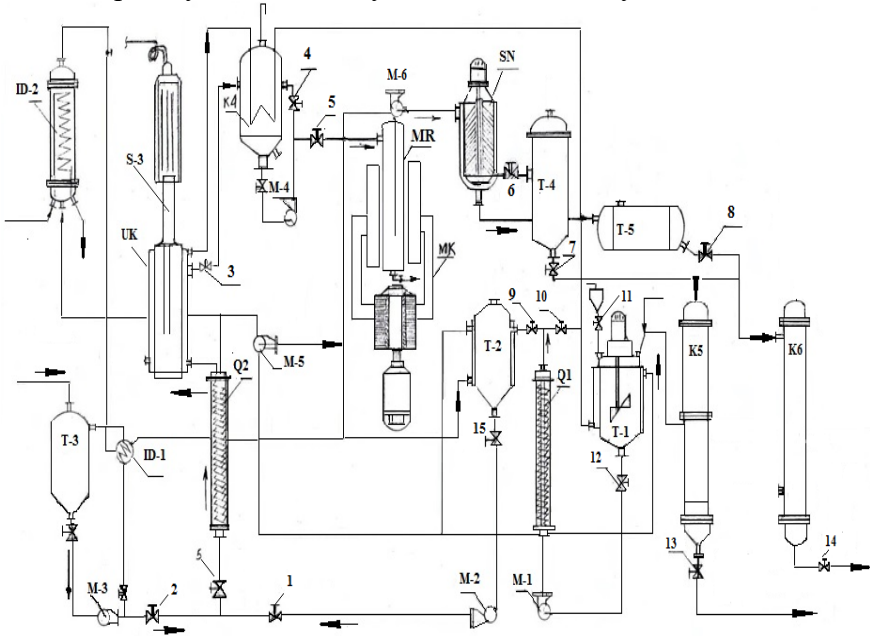
Ultrasəsli kavitasiya təsirində aparılan tədqiqatlar nəticəsində prosesin optimal şərait təyin edilmişdir. Aparılma müddəti 5 dəq, spirt : yağ nisbəti 6 : 1 və ion mayelərinin miqdarı 2-2,5 %.

3. Pambıq, günəbaxan, qarğıdalı, soya və palma bitki yağları turşularının metil, etil, izopropil və butil efirlərinin yanacaq və yanacaq komponenti kimi tədqiqi

Aparılan tədqiqatlar əsasında biodizel yanacağının alınması üçün ultrasəs, və ya maqnit sahəsindən istifadə edərək iriləşdirilmiş pilot qurğusu təklif olunur (şəkil 1). Qurğunun məhsuldarlığı 20 l/s təşkil edir.

Prosesin aparılması: spirt və katalizator qarışığı (S/K) T-1 mexaniki qarışdırıcı ilə təchiz edilmiş tutuma yüklənir və bir müddət (təqribən 5-10 dəq.) ərzində bərk katalizator spirtə tam həll olunana qədər qarışdırılır (katalizator maye halında olanda həllolma birbaşa olur). Hazırlanmış S/K qarışığı T-1 tutumundan M-1 nasosu vasitəsilə şneklı Q-1 qarışdırıcı keçərək T-2 aralıq yığım tutumuna yığılır. T-2 tutumundan S/K qarışığı M-2 nasosunun vasitəsilə Q-2 şneklı qarışdırıcıya yönəlir. Eyni zamanda bitki yağı T-3 tutumundan İD-I istidəyişdiricisində dövri edərək 70-80 °C-ə qədər qızdırılır və M-3 nasosu vasitəsilə S/K qarışığı ilə birlikdə Q2- şneklı qarışdırıcı keçərək ultrasəsli kavitator reaktoruna (UK) nəql edilir. Burada S/K və bitki yağı qarışığı bir neçə saniyə ərzində kavitatorun S-3 sonotrodunun yaratdığı ultrasəs tezliyi ilə qarışdırılaraq iki fazlı qarışıq kimi (yəni əmələ gəlmiş efir və qliserin fazaları kimi) ayırıcı

kamerasına (K-4) daxil olur və burada qarışığın temperaturu 80-85 °C-ə qədər yalnız kavitasiya effekti hesabına yüksəlir.



Şəkil 1. Ultrasəs kavitasiya və maqnit sahəsi təsirində biodizel yanacağıının alınması prosesinin pilot qurğusu.

T-1 – spirt/katalizator qarışığı üçün tutum, T-2 – aralıq tutm, T-3 – bitki yağı tutumu, Q-1, Q-2 – çnekli qarışdırıcılar, UK-ultrasəs kavitasiya reaktoru, S3 – ultrasəs sonotrodu, İD-1, İD-2 –istilikdəyişdiricilər, K-4 – ayırıcı kamera, MR – maqnit reaktoru, SN – separator, xam T-4, T-5 – boidizel və qliserin tutumları, K5 və K6 – təmizləyici kolonlar, 1-15 – ventillər

Həmçinin, sistemdə təzyiq 0,3-0,5 MPa qədər istifadə olunan spirtlərin buxarlanması hesabına artır. K-4 kamerasından spirtlərin artığı qovularaq təkrar emala göndərilir, maye faza isə nasos M-4 vasitəsilə SN separatoruna yönəlir və buradan alınan yağ turşularının müvafiq alkil efirləri T-4 tutumuna, qliserin isə T-5 tutumuna daxil edilir və sonda K5 və K6 KU-2-8 ion mübadiləli qatranlarla doldurulmuş kolonlarından keçərək katalizator qalıqlarından təmizlənir.

Prosesin maqnit sahəsi təsirində aparılması üçün bitki yağları və S/K qarışığı Q2 şneklı qarışdırıcıdan sonra İD-2 istilikdəyişdiriciyə daxil olur, burada reaksiya məhlulunun temperaturu istifadə olunan spirtlərin qaynama temperaturunadək qızdırılaraq M-5 nasosu vasitəsilə maqnit sahəsində yerləşən qarışdırıcı tipli MQ reaktoruna daxil olur və burada proses 1,2-2,1 saat davam edir. Proses başa çatdıqda reaksiya məhlulları separator SN-dən keçərək T4 və T5 tutumlarına yönəlir və təmizləyici K5 və K6 kolonları keçərək hazır məhsullar tutumlarına yığılır.

Göstərilən qurğuda TEA katalizatorun iştirakında pambıq, gərgidalı bitki yağları və metanol əsasında biodizel yanacağıın ultrasəs və maqnit sahəsi təsirində alınması prosesinin material balansı cədvəl 5-də göstərilmişdir. Həmçinin ilkin giriş parametrləri əsasında prosesinin riyazi optimallaşması aparılıb və alınan praktiki nəticələr öz təsdiqini tapmışdır.

Cədvəl 5

TEA katalizatorun iştirakında pambıq, gərgidalı bitki yağları və metanol əsasında biodizel yanacağıın ultrasəs və maqnit sahəsi təsirində alınması prosesinin material balansı

Göstəricilər	Ultrasəs təsirində		Maqnit sahəsi təsirində	
	pambıq yağı	günəbaxan yağı	pambıq yağı	günəbaxan yağı
Götürülüb, % küt.				
Bitki yağ	77,5	77,5	77,5	77,5
Metanol	20,0	20,0	20,0	20,0
Katalizator TEA	2,5	2,5	2,5	2,5
Cəmi	100	100	100	100
Alınıb, % küt				
Biodizel	76,8	77,1	76,0	75,8
Qliserin	8,6	7,0	8,2	6,8
Cəmi mono və diqliseridlər	0,7	0,8	0,9	1,2
Artıq spirt	10,7	12,0	11,5	12,5
İtkilər	1,0	1,0	1,2	1,4
Katalizator TEA	2,2	2,1	2,2	2,3
Cəmi	100	100	100	100

Tədqiqatların yerinə yetirilməsində istifadə edilmiş bitki yağlarının sadə spirtlərlə transefirləşmə prosesindən alınan alkil

efirləri yanacaq (cədvəl 6) və yanacaq komponenti kimi (cədvəl 7) tədqiq olunmuşdur və verilən məlumatlardan aydın olur ki, alınan yağ turşularının metil, etil, izopropil və butil efirləri biodizel yanacaqlarına olan EN 14214 standartın tələblərinə tam cavab verir və bu tip yanacaq kimi istifadə oluna bilərlər.

Cədvəl 6

Sintez olunmuş pambıq, günəbaxan, qarğıdalı, soya və palma bitki yağlarının alkil efirlərinin keyfiyyət göstəriciləri

Göstəricinin adı	EN 1424 standartın göstəriciləri	Pambıq yağı metil efirləri	Günəbaxan yağı etil efirləri	Qarğıdalı yağı izopropil efirləri	Soya butil efirləri	Palma metil efirləri
Setan ədədi, az olmamalı	51	52	52	52	53	53
40 °C-də kinematik özlülük, mm ² /sc	3,5-5,0	3,94	3,87	4,08	4,18	4,38
15 °C-də sıxlıq, kq/m ³	860-900	888,9	886,0	884,8	886,1	885,9
Bağlı putada alışma temperaturu T, °C az olmamalı	120	125	125	132	132	130
Küüllülük, % küt., çox olmamalı	0,02	0,001	0,001	0,001	0,012	0,001
Efirlərin kütlə payı, % küt., az olmamalı	96,0	96,0	98,0-99,0	98,0-98,5	98,8-99,0	99,0
10 %-li qalıqın koklaşması, çox olmamalı	0,3	0,1	0,1	0,2	0,14	0,1
Turşu ədədi mq KOH/lq, çox olmamalı	0,5	0,38	0,28	0,38	0,18	0,3
Yod ədədi, q J ₂ /100q, çox olmamalı	120	82,7	83,4	94,3	96,3	21,2
Spirin kütlə payı, %-lə çox olmamalı	0,2	0,01	-	0,017	0,02	-
Monoqliseridlərin kütlə payı, %-lə çox olmamalı	0,80	0,4	0,4	0,6	0,05	0,05
Diqliseridlərin kütlə payı, %-lə, çox olmamalı	0,2	0,1	0,12	0,1	0,1	0,1
Triqliseridlərin kütlə payı, %-lə, çox olmamalı	0,2	0,1	0,03	0,15	-	-
Qliserinin kütlə payı, %-lə çox olmamalı	0,25	0,18	-	0,11	-	-
Qaynama intervalı, °C	-	260-350	255-352	260-355	255-360	265-350

Alınan biodizel yanacaqlarının setan ədədlərinin 52-53, alışma temperaturlarının 125-132 °C olması və tərkiblərində kükürlü birləşmələrin olmaması onların yanğına qarşı davamlı ekoloji nöqtəyi nəzərdən təhlükəsiz olduqlarını bir daha sübut edir. Yanacaq komponenti kimi alınmış yağ turşularının alkil efirləri əmtəə dizel yanacağına 5-20 % küt. əlavə olunaraq tədqiq olunmuşdur.

Məlum olduğu kimi, biodizel yanacaqlarının alınması prosesində yan məhsul kimi qliserin alınır və onun məqsədli məhsullara çevrilməsi biodizelin alınma prosesinin iqtisadi baxımdan daha da

əlvərişli olmasını təmin edə bilər.

Cədvəl 7

ƏDY-in qarğıdalı və palma yağları turşularının metil, etil, izopropil və butil efirləri ilə 5-20 %-li qarışıqlarının xassələri

Göstəriciləri	EN-590 (2004)	ƏDY	ƏDY + 5 % metil efiri		ƏDY + 10 % etil efiri		ƏDY + 15 % izo-propil efiri		ƏDY + 20 % butil efiri	
			palma	qarğıdalı	palma	qarğıdalı	palma	qarğıdalı	palma	qarğıdalı
20 °C-də sıxlıq kq/m ³ , çox olmamalı	860,0	848,7	850,6	850,2	849,1	848,8	853,0	852,4	855,1	854,4
Fraksiya tərkibi, %										
50 %-i qovulur	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280
90 %-i qovulur	350	335	342	340	346	344	349	346	350	350
96 %-i qovulur	360	358	360	355	360	355	360	360	360	360
Qapalı tigeldə alışıma temperaturu, °C, az olmamalı	55	75	77	77	77,5	77,8	78,5	78,7	79	79
20 °C-də kinematik özülülük, mm ² /san, çox olmamalı	2,0-6,0	3,40	3,55	3,47	3,68	3,60	3,91	3,91	4,83	4,57
Donma temperaturu, °C, çox olmamalı	-10(-35)*	-30	-28	-29	-26	-28	-23	-25	-20	-21
Bulanma temperaturu, °C, çox olmamalı	-25(-10)*	-19	-17	-18	-15	-16	-13	-15	-11	-12
Mis lövhədə sınaq, 50°C, 3 saat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, % küt.	15,0	16,0	15,2	15,4	14,6	14,6	13,7	13,6	12,3	12,5
Turşuluq, mq KOH/100 sm ³ yanacaq, çox olmamalı	5	1,2	1,35	1,42	1,34	1,45	2,23	2,54	2,87	2,84
Yod ədədi, mq KOH/100 q yanacaq, çox olmamalı	6	0	1,0	4,75	1,6	4,89	3,67	5,95	4,85	7,75
Kükürdün ümumi miqdarı, kütləcə %-lə, çox olmamalı	0,005-0,001	0,0102	0,010	0,010	0,0096	0,0096	0,0092	0,0090	0,0080	0,0080
100 sm ³ yanacaqda qətranın faktiki miqdarı, mq, çox olmamalı	25	20	18,4	18,6	17,1	17,4	16,6	16,0	15,1	15,3
Yanmanın aşağı istiliyi kC/kq	-	43480	42500	42465	42400	42380	41580	41465	40580	40380
Setan ədədi, az olmamalı	51	46	47	47	47,5	47,5	48	48	51	51

Bunu nəzərə alaraq dissertasiya işində qliseril-triasetat və qliseril-monooleat efirləri sintez olunmuş və sərbəst halda, həmçinin palma yağlarının metil efirləri ilə birgə yanacaq komponenti kimi tədqiq olunmuş və müəyyən edilmişdir ki, alınan nəticələr əsasında

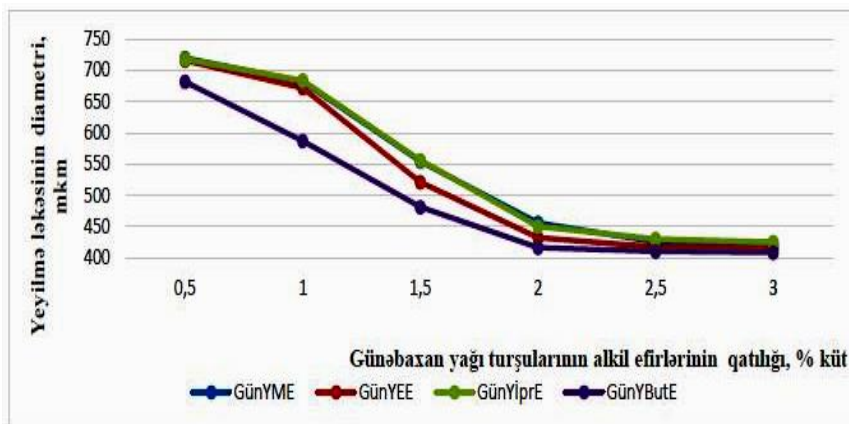
yanacaqın tərkibinə resurs qənaətedici əlavə kimi tövsiyyə oluna bilərlər (cədvəl 8).

Cədvəl 8
ƏDY QTAE/QTAE/PamYMetE və
QMOE/QMOE/PamYMetE-ri ilə 2,5-5,0 % küt.
kompaundlarının keyfiyyət göstəriciləri

Göstəriciləri	ƏDY+ QTAE		ƏDY+ QTAE/ PamYMetE		ƏDY+ QMOE		ƏDY+ QMOE / PamYMetE	
	2,5%	5,0%	2,5 %	5,0 %	2,5 %	5,0 %		
20 °C-də sıxlıq kq/m ³ , çox olmamalı	852,6	853,8	851,0	851,6	849,7	850,3	851,2	851,8
Fraksiya tərkibi, %								
50 %-i qovulur	279	277	280	280	279	278	280	280
90 %-i qovulur	340	342	341	342	345	349	341	342
96 %-i qovulur	355	355	355	360	355	360	355	360
Qapalı putada alışma temperaturu, °C, az olmamalı	75	74	75	76	77	78	77	78
20 °C-də kinematik özlülük, mm ² /san, çox olmamalı	3,97	4,02	3,55	3,64	4,1	4,28	3,95	4,10
Donma temperaturu, °C, çox olmamalı	-30	-31	-30	-29	-30	-31	-30	-29
Bulanma temperaturu, °C, çox olmamalı	-19	-21	-18	-20	-19	-21	-18	-20
Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, % küt.	15,4	15,2	15,4	15,2	15,3	15,3	15,1	15,1
Turşuluq, mq KOH/100 sm ³ yanacaq, çox olmamalı	1,85	1,92	1,76	1,80	1,42	1,58	1,32	1,51
Yod ədədi, mq KOH/100 q yanacaq, çox olmamalı	0	0	0	0	1,6	2,8	2,7	3,8
Kükürdün ümumi miqdarı, kütləcə %-lə, çox olmamalı	0,0101	0,010	0,0101	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
100 sm ³ yanacaqda qətranın faktiki miqdarı, mq, çox olmamalı	17,6	16,8	17,9	17,0	17,9	17,1	18,2	17,6
Aşağı yanma istiliyi kC/kq	41320	40165	41515	40690	41840	41135	41978	41580
Setan ədədi, az olmamalı	46	46	46,5	46,5	46	46	46,5	46,5

Həmçinin sintez olunmuş yağ turşularının alkil efirləri və qliseril-monooleat və mono-asetat efirləri dizel yanacağının yağlama xassələrini yaxşılaşdıran əlavə kimi ƏDY-da tədqiq olunmuş və müəyyən edilmişdir ki, yağlama ləkəsinin diametrinin 460 mkm az olması üçün yağ turşularının alkil efirləri – 2 % küt. (qrafik 5), qliseril-monooleat və mono-asetat efirləri isə 75-125 m.h. əlavə

olunması kifəyətdir.



Qrafik 5. Dizel yanacağı üçün yeyilmə ləkəsinin günəbaxan yağı turşularının alkil efirlərinin qatılığından asılılığı

Sintez olunmuş alkil efirləri eyni zamanda yanma modifikatoru kimi də tədqiq olunmuş və müəyyən edilmişdir ki, yağ turşuları alkil efirlərinin dizel yanacağının tərkibinə 10-20 % küt.əlavə olunması tüstü qazlarının tərkibində CO miqdarının müvafiq olaraq 25,0-61,0 % küt., tüstülüyün 19,5-56,0 % küt. azalmasını, 2,5-5,0 % küt. qliseril triasetat efirləri olan kompaundların yanma məhsullarının tərkibində 27,3 % küt, qliseril mono-olein efirinin eyni qatılıqlarından istifadə edildikdə isə 30,0-35,0 % küt azalmasını təmin edir.

NƏTİCƏLƏR

1. Pambıq, günəbaxan, qarğıdalı, soya və palma bitki yağları turşularının metil, etil, izopropil və butil spirtləri ilə transefirləşmə prosesi difenilamin (DFA), fenilendiamin (FDA), trietilamin (TEA), i-propilamin (İPA), üçlü-butilaminin (ÜBA) amintərkibli birləşmələr və tetrametilammonium-dihidrofosfat (TMADHF), tetrametilammoniumasetat (TMAA), dietilamino-dihidrofosfat (DEADHF), dietilamino-hidrosulfat (DEAHS) və dietilaminoüçflüorborat (DEAÜFB)

ion mayelərindən katalizator kimi istifadə edilərək həm ənənəvi şəraitdə, həm də prosesin 0,2-0,9 Tl intensivlikli maqnit sahəsi, 20 kHs tezlikli ultrasəsli dalğalar, burulğan elektrik sahəsinin və hidrodinamik kavitasiya təsiri ilə bitki yağları turşularının metil, etil, izo-propil və butil efirlərinin alınması prosesi tədqiq edilmişdir [1, 2].

2. Müəyyən edilmişdir ki, ənənəvi şəraitdə spirt:yağ nisbəti 6 : 1 mol, prosesin aparılma müddəti 6 saat, katalizator kimi 3 % küt. DFA, FDA və TEA istifadə etdikdə yağ turşularının metil, etil və butil efirlərinin çıxımları 94,6-99,3 % küt, i-propil efirlərin çıxımı 87,7-96,7 % küt, İPA və ÜBA katalizatorların iştirakında isə bu çıxımlar müvafiq olaraq 84,5-95,8 və 80,2-87,9 % küt. təşkil etdiyi halda, eyni prosesi 0,2 Tl intensivlikli maqnit sahəsi təsirində apardıqda məqsədli məhsulların çıxımları prosesin 4,8-5,4 dəfə az aparılma müddətində belə 99,0-90,7 % təşkil edir [11, 14].
3. Müəyyən edilmişdir ki, qeyd edilmiş bitki yağları turşularının alkil efirlərinin alınması prosesi 20 kHs tezlikli ultrasəsli kavitasiya təsirində DFA, FDA TEA və ÜBA katalizatorlarının qatılığı 2 % küt , İPA katalizatorunun miqdarı isə 3 % küt. miqdarında həyata keçirildikdə bu efirlərin çıxımları 99,5-95,8 % küt. diapazonunda dəyişir və eyni zamanda prosesin müddəti müvafiq olaraq 5 və 7 dəqiqəyədək azalır, lazım olan temperatur şəraiti kavitasiya effekti hesabına təmin edilir [10].
4. Müəyyən edilmişdir ki, bitki yağları turşularının monoalkil efirlərinin (BYTMAE) burulğan elektrik sahəsi təsirində alınması prosesi spirt:yağ mol nisbəti 6:1 olduqda aparılmalıdır, bu zaman 5 dəq müddətində mürəkkəb efirlərin çıxımları 96,7-99,2 % təşkil edir [6].
5. Müəyyən edilmişdir ki, BYTMAE alınması prosesi hidrodinamik kavitasiya şəraitində, spirt:yağ mol nisbəti 6 : 1, prosesin 10-12 dəq davamiyyət müddətində metil və butil efirlərinin alınmasında DFA, FDA TEA və ÜBA katalizatorlarının lazım olan qatılığı 2,5 % küt. təşkil edir, etil və i-propil efirlərin alınmasında isə bu katalizatorların qatılığı 3,0 % küt. təşkil edir [25].

6. BYTMAE ənənəvi şəraitdə alınması prosesində TMADHF, TMAA, DEADHF, DEAHs və DEAÜFB ion mayelərindən katalizator kimi istifadə etdikdə spirt:yağ nisbəti 6 : 1, prosesin aparılma müddəti 6 saat olduqda metil, etil və butil efirlərinin çıxımı 97,7-99,0 % küt təşkil edir, etil və izopropil efirlərinin çıxımı 90,4-95,5 küt. təşkil edir. Məqsədli məhsulların əldə olunmuş yüksək çıxımları saxlanılmaqla həmin katalizatorların iştirakında, lakin 0,2 Tl maqnit sahəsi və 20 kHs tezlikli ultrasəsli kavitasiya təsirində aktivləşdirdikdə prosesin aparılma müddətləri müvafiq olaraq 1,2-2,0 saat və 5 dəq. təşkil edir [12, 13, 20].
7. Pambıq, günəbaxan, qarğıdalı, soya və palma bitki yağları turşularının metil, etil, izopropil və butil efirləri, həmçinin qliseril-triasetat və qliseril-monooleat efirləri yanacaq və yanacaq komponenti kimi tədqiq olunmuş və müəyyən edilmişdir ki, yanacaq kimi alınan BYTMAE EN-14214 standartın tələblərinə, ƏDY 5-15 % əlavə olunduqda isə alınan kompaundlar EN-590 standartın tələblərinə tam cavab verirlər. Eyni zamanda qliseril-triasetat və qliseril-monooleat efirləri 2,5-5,0 % küt. sərbəst halda və həmçinin pambıq yağı turşularının metil efirləri ilə birgə əlavə olunaraq yanacaq komponenti kimi tədqiq olunmuş və müəyyən olunmuşdur ki, qliseril triasetat və qliseril mono-oleat efirlərinin dizel yanacağı tərkibində sərbəst halda 2,5 %-li, PamYMetE-ri ilə birgə isə 5,0 %-li kompaundlarının istifadəsi məqsədə uyğundur. Bu zaman alınan qarışıqların aşağı temperatur xassələri yaxşılaşır, setan ədədi 0,5 vahid artır və ənənəvi dizel yanacağı ehtiyatlarına efirlərin əlavə olunmuş miqdarında qənaət olunur [22].
8. Pambıq, günəbaxan, qarğıdalı, soya və palma bitki yağları turşularının metil, etil, izopropil və butil efirlərinin, həmçinin qliseril-triasetat və qliseril-monooleat efirlərinin yanma modifikatorları kimi tədqiq olunmuş və müəyyən edilmişdir ki, yağ turşularının metil efirlərinin miqdarlarının dizel yanacağının tərkibində 10, 15 və 20 % küt.-dək artırılması tüstü qazlarının tərkibində karbon monooksidin miqdarının

müvafiq olaraq 25,0-29,0; 42,0-46,0 və 58,0-61,0 % küt. və tüstülüyün 19,5-20,3; 40,8-42,0 və 55,0-56,0 % küt. azalmasını təmin edir. Əmtəə dizel yanacağıının tərkibində 2,5-5,0 % küt. qliseril triasetat efirləri olan kompaundlarının yanma məhsullarının tərkibində isə karbon monooksidin miqdarı 27,3 % küt. qliseril monoolein efinin eyni qatılıqlarında istifadəsində isə 30,0-35,0 % küt azalması müşahidə olunmuşdur [21, 18].

9. BYTMAE dizel yanacağıında yağlama xassələri tədqiq olunmuş və müəyyən edilmişdir ki, bitki yağları turşularının metil efirlərinin 2,5 % küt. etil, izopropil və butil efirlərinin 2,0 % küt əlavə olunduqda yeyilmə ləkəsinin diametrinin (YLD) 850 mkm-dən müvafiq olaraq 420, 430, 452, və 415 mkm-dək azalır. Eyni zamanda pambıq yağı turşularının qarışıq siviş efirlərinin 2,0 % küt. əlavə olunması YLD-nin 440 mkm-dək azalmasına gətirib çıxarır. Qliserinin mono-oleat və monoasetat efirlərinin əmtəə dizel yanacağıında yağlama xassələri tədqiq olunmuş və müəyyən edilmişdir ki, qliserinin mono-oleat efiri 75 m.h., qliserinin mono-asetat efinin isə 125 m.h. əlavə olunması alınan kompaundlarda YLD-ri müvafiq olaraq 440 və 452 mkm təşkil edir [4, 5].

DİSSERTASIYA İŞİ ÜZRƏ AŞAĞIDAKI ELMİ ƏSƏRLƏR ÇAP EDİLMİŞDİR:

1. Мамедова, Т.А. Использование тетраметиламмоний гидроксида в качестве катализатора трансэтерификации растительных масел / Т.А. Мамедова, А.Г. Талыбов, Х.Р. Велиев, З.М. Алиева, В.М. Аббасов // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, - Баку: - 2010. 11(2), 42, - с. 204-207.
2. Мамедова, Т.А. Особенности получения биодизеля первого поколения в аппарате с вихревым слоем / Т.А. Мамедова, А.Г. Талыбов, Н.К. Андрюшенко, З.М. Алиева, Х.Ш. Тейюбов, В.Ф. Третьяков, С.В. Иванов, В.Н. Торховский // Вестник МИТХТ, - Москва: - 2011. № 6, - с.

- 65-68.
3. Аббасов, В.М. Аминсодержащие комплексы в качестве катализаторов получения алкиловых эфиров триглицеридов растительных масел и их жирных кислот / В.М. Аббасов, Т.А. Мамедова, Э.Н. Аскерова, З.М. Алиева, Р.Т. Самедов, З.С. Ханбутаева // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, - Ваку: - 2015. т. 16, № 1 (61), - с 3-6.
 4. Mamedova, T.A. Activation of the transesterifications process of vegetable oils triglycerides with methanol under the influence of magnetic field / T.A. Mamedova, Z.M. Aliyeva, A.E. Aliyeva, R.T. Samedov, V.M. Abbasov, M.M. Abbasov // Journal of Advances in Chemistry, - India: - 2015. v. 11, № 6, - p. 3630-3634.
 5. Аббасов, М.М. Новые катализаторы для процесса алкоголизаторы для процесса алкоголиза триглицеридов растительных масел / М.М. Аббасов, Т.А. Мамедова, А.Г. Талыбов, З.М. Алиева // Единый всероссийский научный вестник, - Москва: - 2015. № 6 часть 1, - с. 127-129.
 6. Mammadova, T.A. The production method of biodiesel fuels by using low energy waves and research products of their combustion / T.A. Mammadova, M.M. Abbasov, Z.M. Aliyeva, A.A. Namazov, Z.S. Khanbutayeva, V.M. Abbasov // Journal of International Scientific Publications Ecology and Safety, - 2016. V. 10, - p. 114-120.
 7. Məmmədova, T.A. Bitki yağları turşularının alkil efirləri dizel yanacaqları üçün çoxfunksiyalı əlavələr kimi / T.A. Məmmədova, E.N. Əsgərova, Z.M. Əliyeva, X.H. Kəsəmənli, V.M. Abbasov // AMEA Gəncə Regional Elmi Mərkəzin Xəbərlər Məcmuəsi, - Gəncə: - 2019. № 1 (78), - s. 52-57.
 8. Məmmədova, T.A. Qliserinin olein və sirkə turşuları ilə monoefirilərinin dizel yanacağında yağlama xassələrinin tədqiqi / T.A. Məmmədova, Z.M. Əliyeva, M.M. Abbasov, E.İ. Məmmədova, Z.Q. Köçərli // Sumqayıt Dövlət Universiteti Elmi Xəbərlər Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi, - Sumqayıt: - 2019. № 1, cild 19, - s. 33-36.
 9. Aliyeva, Z.M. The research into reaction of transesterification

- of vegetable oils with C₁-C₄ alcohols in terms of hydrodynamic cavitation // - Baku: Chemical Problems, - 2019. V. 4, № 17, - p. 591-599.
10. Əliyeva Z.M. Bitki mənşəli dizel yanacaqlarının alınması və istifadəsinin əsas istiqamətləri // - Sumqayıt: Sumqayıt Dövlət Universiteti Elmi Xəbərlər Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi, - 2019. Cild 19, № 4, - s. 38-44.
 11. Mammadova, T.A., Talibov, A.H., Andryshenko, N.K., Askerova, E.N., Veliyev, X.R., Aliyeva, Z.M. Aminine containing compounds as catalyst for producing of biodiesel fuels // International Conference “Catalysis for renewable sources: fuel, energy, chemicals”. St. Petersburg, Tsars Village, -2010, - June 28 - July 2, - p.123.
 12. Велиев, Х.Р., Мамедова, Т.А., Талыбов, А.Г., Алиева, З.М., Тейуюбов Х.Ш. Многофункциональные присадки к дизельным топливам на основе растительного сырья // Российский конгресс по катализу “Роскатализ”, - Москва: - 3-7 октября, - 2011, - с. 262.
 13. Мамедова, Т.А., Талыбов, А.Г., Андриюшенко, Н.К., Велиев, Х.Р., Алиева, З.М. Противоизносные и антистатические присадки к дизельным топливам на основе растительного сырья // Тезисы докладов IX международной научно-технической конференции “Энерго и материалосберегающие экологически чистые технологии”, - Гродно: - 20-21 октября, - 2011, - с. 92-93.
 14. Məmmədova, T.A., Talibov, A.H., Teubov, X.Ş., Əliyeva, Z.M., Həsənxanova, N.V., Abbasov, V.M. Biodizel efiirlərinin ultrasəs kavitasiya üsulu ilə alınması // Akademik Həsən Əliyevin 105 illik yubleyinə həsr olunmuş “Ekologiya: təbiət və cəmiyyət problemləri” II Beynəlxalq elmi konfrans, - Bakı: - 7-8 noyabr, - 2012, - s. 64.
 15. Məmmədova, T.A., Talibov, A.H., Əliyeva, Z.M., Əliyeva, S.K., Vağirov, Z.Ş. İon mayelərinin iştirakı ilə biodizelin alınması // Ümummilli Lider H.Əliyevin anadan olmasının 90-cı ildönümünə həsr olunmuş I Beynəlxalq Kimya və mühəndisliyi konfransı,- Bakı: - 17-21 aprel, - 2013, - s. 1122-

- 1124.
16. Məmmədova, T.A., Talibov, A.H., Əliyeva, Z.M., Bağırov, Z.Ş., Nurəliyeva, G.A., Əliyeva, A.E. Amin tərkibli birləşmələrin transefirəşmə reaksiyasında katalizator kimi tədqiqi // XXI əsrdə ekologiya və torpaqşünaslıq elmlərinin aktual problemləri “III Respublika elmi konfransı”, - Bakı: - 7-8 may, - 2014, - s. 51-52.
 17. Мамедова, Т.А., Тейюбов, Х.Ш., Алиева, С.К., Багиров, З.Ш., Алиева, З.М., Рустамов, М.И., Аббасов, В.М. Интенсификация процесса получения биодизельных топлив ультразвуковой кавитацией // ECO 2014 2nd International Conference on Energy, Regional Integration, and Soc Economic Development Baku, Azerbaijan, - 2014, - October 1-3, - p. 54-55.
 18. Məmmədova, T.A., Əliyeva, Z.M., Teyubov, X.Ş., İsayeva, X.A., Adilov, R.T. Biodizel efirlərinin maqnit sahəsinin təsirində alınması prosesinin tədqiqi // Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci il dönümünə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların “Kimyanın Aktual Problemləri” IX Respublika Elmi Konfransı, - Bakı: - 2015, - s. 140.
 19. Аббасов, В.М., Мамедова, Т.А., Аскерова, Э.Н., Алиева, З.М., Самедов, Р.Т., Ханбутаева, З.С. Активация процесса трансэтерификации триглицеридов растительных масел метанолом под воздействием магнитного поля // Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci il dönümünə həsr olunmuş müasir biologiya və kimyanın aktual problemləri elmi-praktik konfrans, - Gəncə: - 05-06 may, - 2015, - s. 224-227.
 20. Аббасов, В.М., Мамедова, Т.А., Аскерова, Э.Н., Алиева, З.М., Намазов, А.А., Ханбутаева, З.С. Получение метиловых эфиров хлопкового и подсолнечного растительных масел и использование их в качестве ресурсосберегающей добавки к дизельным топливам // XXIX Научно-техническая конференция «Химические Реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии» «Реактив-2015»,

- Новосибирск, Академгородок: - 28 сентябрь - 1 октябрь, - 2015, - с. 56.
21. Аббасов, В.М., Мамедова, Т.А., Аскерова, Э.Н., Алиева, З.М., Алиева, С.К. Оптимизация процесса получения метиловых эфиров растительных масел и использования их в качестве ресурсосберегающей добавки к дизельным топливом. // Akademik Ə. Quliyev adına Aşqarlar kimyası institutunun yaradılmasının 50 illiyinə həsr olunmuş “Sürtkü materialları, yanacaqlar, xüsusi mayelər, aşqarlar və reagenlər” mövzusunda respublika elmi konfransı, - Bakı: - 13-14 oktyabr, - 2015, - s. 50.
 22. Məmmədova, T.A., Abbasov, M.M., Əliyeva, Z.M., Teyubov, X.Ş., Abbasov, V. M. Ekoloji təmiz bioyanacaqların alınması və atmosferdə zərərli tulantıların azalması perspektivləri // Azərbaycan Respublikası Fövqəladə Hallar Nazirliyinin yaradılmasının 10 illiyinə həsr edilmiş ”Fövqəladə hallar və təhlükəsiz həyat” mövzusunda beynəlxalq elmi-praktik konfransı, - Bakı: - 10 dekabr, - 2015, - s. 127-129.
 23. Məmmədova, T.A., Abbasov, M.M., Aliyeva, Z.M., Namazov, A.A. Investigation of the process of obtaining biodiesel fuels by using low energy waves and amine-containing catalysts // IX Бакинская международная мамедалиевская конференция по нефтехимии, - Ваку: - 4-5 октябрь, - 2016, - с. 211.
 24. Məmmədova, T.A., Əliyeva, Z.M., Abbasov, M.M., Mikayılova, A.M., Abbasov, V.M. İon mayələrinin yağ turşularının alkil efirlərinin transefirləşmə üsulu ilə alınmasında katalizator kimi tədqiqi // Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş doktorant, maqistr və gənc tədqiqatçıların “Kimyanın Aktual Problemləri” XIII Beynəlxalq Elmi Konfrans, - Bakı: - 2019, - s. 258.
 25. Məmmədova, T.A., Əliyeva, Z.M., Abbasov, M.M., Mikayılova, A.M., Abbasov, V.M. Aminli birləşmələrin yağ turşularının alkil efirlərinin transefirləşmə üsulu ilə alınmasında katalizator kimi tədqiqi // AMEA-nın akademik

Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya İnstitutunun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Müasir kimyanın Aktual Problemləri” mövzusunda Beynəlxalq Elmi Konfrans, - Bakı: 2-4 oktyabr 2019, - s. 337.

26. Rüstəmov, M.İ. Bioyanacaqın bitki yağından transefirləşmə üsulu ilə alınması, Patent I 2011 0061, Azərbaycan Respublikası / Rüstəmov M.İ., Abbasov V.M., Talıbov A.Q., Məmmədova T.A., Vəliyev X.R., Əliyeva Z.M.

Dissertasiyanın müdafiəsi «21» may 2021-ci il tarixində saat 13⁰⁰-da AMEA-nın Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.17 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1025, Bakı ş, Xocalı pr., 30

Dissertasiya ilə AMEA-nın Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları AMEA-nın Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

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

Çapa imzalanıb: 16.04.2021
Kağızın formatı: 60×90 1/16
Həcm: 38072
Tiraj: 100 nüsxə