

UDC 66(091)

DOI 10.52171/herald.329

New Ecologically Oxy-Genate Additive to Gasoline in Azerbaijan

J.S. Mekhdiyev

Azerbaijan National Aviation Academy (Baku, Azerbaijan)

For correspondence:

Jafar Mekhdiyev / e-mail: cafar.maa@mail.ru

Abstract

The article studies the problem of utilization of by-products and wastes of large-tonnage production processes of petrochemistry and oil refining. The possibility of achieving the production on an industrial scale of an effective, environmentally friendly composition of an oxygenate additive to motor gasoline patented in Azerbaijan based on by-products of oil refining and petrochemical synthesis is shown. This additive to motor gasoline, which is relatively cheaper and more practical to produce on an industrial scale compared to ethyl tertiary butyl ether (ETBE), being environmentally friendly, may finally allow us to successfully replace methyl tertiary butyl ether (MTBE), which is still produced in large quantities around the world and is harmful to all living organisms on land and water, with significant efficiency.

Keywords: oil refining, petrochemistry, by-products, waste-free technologies, environmental safety, motor gasoline, carcinogenicity of additives, oxygenates, effective composition.

Submitted 5 May 2025

Published 17 December 2025

For citation:

J.S. Mekhdiyev

[New Ecologically Oxy-Genate Additive to Gasoline in Azerbaijan]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2025, vol. 17 (4), pp. 64-71

Azərbaycanda benzin üçün yeni ekoloji təmiz oksigenat əlavəsi

C.S. Mehdiyev

Azərbaycan Milli Aviasiya Akademiyası (Bakı, Azərbaycan)

Xülasə

Məqalə neft-kimya və neft emalının geniş miqyaslı istehsal proseslərinin əlavə məhsulları və tullantılarının təkrar emalı və tətbiqi probleminə həsr edilmişdir. Müəyyən edilib ki, neft emalı və neft-kimya sintezinin müxtəlif yan məhsulları əsasında Azərbaycanda patentləşdirilmiş avtomobil benzininin tərkibinə oksigenat əlavəsinin daxil edilməsi səmərəli və ekoloji cəhətdən təmiz olduğu üçün buna sənaye miqyasında nail olmaq mümkündür. Etil-üçlü-butil efiri (EÜBE) ilə müqayisədə sənaye miqyasında istehsalı üçün nisbətən daha ucuz və praktiki olan, ekoloji cəhətdən təmiz olan motor benzininə bu əlavə, nəhayət, dünyada hələ də böyük miqdarda istehsal olunan və quruda və suda bütün canlı orqanizmlər üçün zərərli olan metil-üçlü-butil efirini (MÜBE) uğurla əvəz etməyə imkan verə bilər.

Açar sözlər: neft emalı, neft kimyası, yan məhsullar, tullantısız texnologiyalar, ekoloji təhlükəsizlik, avtomobil benzinini, əlavələrin kanserogenliyi, oksigenatlar, effektiv kompozisiya.

Новая экологичная оксигенатная добавка для бензина в Азербайджане

Д.С. Мехтиев

Азербайджанская Национальная академия авиации (Баку, Азербайджан)

Аннотация

Статья посвящена проблеме утилизации побочных продуктов и отходов крупнотоннажных производственных процессов нефтехимии и нефтепереработки. Показана реальная возможность получения в промышленном масштабе запатентованной в 2024 году в Азербайджане эффективной экологически безопасной композиции оксигенатной добавки к автомобильному бензину на основе побочных продуктов нефтепереработки и нефтехимического синтеза. По сравнению с этилтретбутиловым эфиром (ЭТБЭ) она представляет собой, экологически чистую и более дешевую производимую в промышленном масштабе добавку к автомобильному бензину. Разработанная экономически выгодная композиционная добавка, производимая попутно со спиртами, может позволить успешно и с большой эффективностью заменить всё ещё производимый в мире в огромных объемах метилтретбутиловый эфир (МТБЭ, который небезопасен для живых организмов как на суше, так и в водной среде).

Ключевые слова: нефтепереработка, нефтехимия, побочные продукты, безотходные технологии, экологическая безопасность, автомобильные бензины, канцерогенность добавок, оксигенаты, эффективная композиция.

Giriş

Neft və qaz-kondensat xammallarının emal məhsulları əsasında karbohidrogen yanacaqlarına müasir tələblərin sərtləşdirilməsi, yüksək oktanlı və eyni zamanda səmərəli, ekoloji təmiz əlavələrin axtarışı alimlərin tədqiqatlarının mühüm istiqamətlərindən biridir. İnkişaf etmiş ölkələrdə göstərilən problemin həlli məqsədilə benzinin tərkibindəki metal-üzvi birləşmələrin və aromatik karbohidrogenlərin miqdarını azaldırlar. Müasir avtomobil yanacaqlarının detonasiyaya qarşı xüsusiyyəti xarakterizə edilir və onların oktan ədədi 91-dən az olmamalıdır. Buna nail olmaq üçün həm katalitik krekinq, izomerləşmə, alkilləşmə proseslərində neftin xüsusi emalı, həm də alınan benzinlərə xüsusi yüksək oktanlı əlavələr daxil edirlər.

Problemin aktuallığı

Hələ XX əsrin birinci yarısında bir sıra spirtlərdən benzinə əlavə kimi istifadə edilib. Belə ki, hələ 80-ci illərdə Azərbaycan alimləri tərəfindən ÜİTLQİ-da Uzaq Şərq, Şimal və Sibirin yaşayış yerlərindən uzaq məsafələrdəki ərazilərdə qaz yataqlarında xüsusi işlənilib hazırlanmış texnologiya üzrə yaradılan kiçik qabaritli emal qurğusunda qaz kondensatlarından alınan benzinlər və onların müxtəlif fraksiyalarına bəzi kiçikmolekullu spirtlər əlavə edilməklə tələb edilən yanacaqların əldə edilməsi prosesi müvəffəqiyyətlə geniş miqyasda istifadə edilib. Əldə edilən təcrübə otuz ildən çox müddət ərzində SSRİ Qaz Sənayesinin bir sıra qaz yataqlarında qaz kondensatları əsasında müxtəlif yanacaqların emalı sahəsində geniş tətbiqini tapıb. Bu qurğu və yaradılan proses 1980-ci ildə SSRİ Xalq Təsərrüfatı Nailiyyətləri Sərgisində nümayiş etdirilib və medala layiq görülüb. Qeyd etmək lazımdır ki, son zamanlarda inkişaf etmiş ölkələrdə istifadə edi-

lən benzinlərin keyfiyyətini, texniki və ekoloji xassələrini yaxşılaşdırmaq üçün bir sıra oksigenatlardan, xüsusilə də efirlərdən istifadə edilir. İstifadə edilən oksigenatlar qismində aşağı molekullu alifatik spirtlər qeyd edilməlidir. Məsələn, ABŞ, Almaniya, Yaponiya, Fransa, Kanada, Rumıniya, RF, Braziliya və dünyanın bəzi digər ölkələri metanolu, etanolu, izopropanolu, izobutanolu və onların qarışıqlarını aktiv şəkildə sınaqdan keçiriblər və uzun müddət benzinə oksigenat əlavələri kimi istifadə ediblər. Postsovet ölkələrinin tanınmış elmi məktəbləri və böyük alim-mütəxəssis qrupları müxtəlif növ oksigenatlara əsaslanan kompozisiyalar şəklində yanacaqların yaradılması üçün fəaliyyət göstəriblər. Qeyd edilməlidir ki, proseslərin ekoloji göstəriciləri və əldə edilən məhsulların xüsusiyyətləri son nəticə olaraq onların sənayedə tətbiqinin əsaslandırılmasına qulluq edir.

Hələ 1950-ci ildə Azərbaycanda ilk dəfə olaraq S.C. Mehdiyev tərəfindən yanacaqlar sahəsinə aid "Motor yanacağı" adlı ilk monoqrafiya nəşr edilib. Göstərilən sahəyə alimlər, eləcə də respublikamızın AMEA-nın akademikləri və onların elmi məktəbləri daim böyük diqqət yetiriblər. Ümumittifaq, sonra isə RF Elmi Tədqiqat Neft Institutunda fəaliyyət göstərən professor B.A. Enqlin başda olmaqla həmkarları ilə, eləcə də digər şirkət və müəssisələrdən alimlərlə birlikdə bu istiqamətdə tədqiqatları davam etdirmişlər.

Həmçinin Nexaev və digər alimlər yeni mühüm praktiki əhəmiyyətə malik elmi tədqiqat işlərini ardıcıl olaraq inkişaf etdirmişlər. Məsələn, benzinlərə kiçik molekullu spirtlərin əlavə edilməsi ilə, avtomobilin işlənməmiş qazlarında zərərli maddələrin miqdarı təxminən 30% azaldılır [1]. Metanol mühərrikdə motor və tədqiqat metodu ilə, müvafiq olaraq, 101 və 111 oktan xüsusiyyətlərinə malik olaraq ben-

zinlərin oktan ədədlərini artırır, yanacağın yanma prosesini yaxşılaşdırır, yüksək buxarlanma istiliyinə malikdir və onun istehsalı üçün müxtəlif bərpa olunan xammaldan istifadə edilir. Buna baxmayaraq, onun geniş yayılması ekoloji baxımdan qəbuledilməzdir. Bu səbəbdən metanolun benzinə yalnız 3%-dən çox olmayan miqdarda əlavə olunması məsləhət görülür. Mühərrik metanol və etanolla işləyərkən, tüstü yaranmır. Bununla belə, bir sıra üstünlüklərə baxmayaraq, metanol yüksək toksikliyinə görə yanacaq əlavəsi kimi nadir hallarda istifadə olunur. Yanacaq əlavəsi kimi metil efirlərinin tətbiqi daha geniş yayılmışdır. Benzin-metanol qarışıqlarından Almaniya, İtaliya, Yaponiya, Polşa, Fransa və Hindistanda istifadə olunur [2].

İşin məqsədi

Son illərdə bərpa olunan xammallara əsaslanan oksigenat əlavələrinə də diqqət yetirilir. Belə oksigenatların istifadəsi yanacaq ehtiyatlarını genişləndirir və onların keyfiyyətini yaxşılaşdırmağa və bununla yanma məhsullarının toksiklik dərəcəsini azaltmağa imkan verir. Tərkibində oksigenli qatqırlı təkmilləşdirilmiş benzin kompozisiyaları yüksək yanma səmərəliliklə xarakterizə olunur. Bu kompozisiyaları daxili yanma mühərrikində yandırarkən daha az miqdarda karbon oksidləri və yanmamış karbohidrogenlər əmələ gəlir. Bərpa olunan xammallara əsaslanan oksigenatlar bəzən təkə əlavələr kimi deyil, həm də neft benzininə alternativ təşkil edir. Sonuncu, alkanol yanacağı adlanır və öz xassələrinə görə metanoldan üstündür. Araşdırmalar göstərir ki, sənaye və xalq təsərrüfatında ekoloji problemləri aradan qaldırmadan iqtisadi inkişafa nail olmaq mümkün deyil. Məsələn, bioetanol buğda, şəkər çuğunduru, qarğıdalı, liqnoselülozlu xammal, həmçinin qida sənayesi tullantıları kimi

bərpa olunan xammal mənbələri fermentativ hidroliz yolu ilə əldə edilir [1-3].

Məsələnin həlli

Perspektivli proseslər bioetanolun istehsalı üçün zəruri olan bir sıra texnoloji mərhələləri birləşdirir. Etanolun oktan ədədi motor və tədqiqat metodu ilə müvafiq olaraq 90 və 109 təşkil edir. Etanol 1940-cı illərdə Avropada yanacağa əlavə kimi sınaqdan keçirilmişdir [4]. Etanolun detonasiyaya qarşı agent kimi ən böyük effektivlik zonası 10 %-ə kimidir. Hazırda benzinlə qarışdırılmış etil spirti daxili yanma mühərriklər üçün yanacaq kimi səmərəli istifadə olunur. 2004-cü ildən QOST R 52201-2004 RF-da benzinlərdə 5-10% etanol olan "benzanollar" üçün qüvvədədir. İzopropanol, etanol kimi, yüksək oktan ədədi ilə xarakterizə olunur və benzinlə qarışıqlarda benzin-spirt qarışıqlarının yüksək fiziki sabitliyini təmin edir [5]. Butanol isə daha az doymuş buxar təzyiqinə malikdir və benzinlə qarışdırıldıqda C1-C3 spirlərə nisbətən daha az hiqroskopikdir. Butanolun tətbiqi zamanı atmosfərə daha az istixana qazlarının emissiyası təmin edilir. Lakin göstərilən yanacaq növünün texnoloji istehsalı bioetanoldan daha çətinidir. Biobutanol, aseton-butanol-etanol qarışığı yaratmaq üçün şəkərlərin bakterial fermentasiyası ilə istehsal olunur. Analitiklərin fikrincə, biobutanol nəqliyyat yanacağı bazarının mühüm hissəsinə çevrilə bilər. Motor yanacaqlarında istifadə edilən oksigenatlar arasında efirlər ən perspektivlidirlər.

MÜBE turşu katalizatorların (70–90° C, 0,7–1,2 MPa) iştirakı ilə metanolun izobutilenlə reaksiyası nəticəsində əmələ gəlir. MÜBE-nin ekoloji çatışmazlığının olmasına baxmayaraq, iqtisadi səbəblərə görə yüksək oktanlı komponent kimi benzinlərin istehsalında tətbiqi davam edilir. Qeyd edək ki, MÜBE-

nin qanunla icazə verilən maksimum miqdarı RF-da orta hesabla Regular-92 benzində onun miqdarı 12%-i, Super Euro-98-də isə 5%-dən çox təşkil etmir [6]. XX1-ci əsrin əvvəllərində ildə MÜBE-nin global istehsal səviyyəsi artıq 25 milyon tonu keçmişdi və durmadan böyüməyə davam edirdi.

Hal-hazırda MÜBE-nin ekoloji təhlükəsizlik problemini nəzərə alaraq ona alternativ digər homoloqlara maraq artıq aktuallaşıb. MÜBE-nin digər perspektivli əvəzi kimi diizopropil efiri qeyd edilməlidir [7].

Hazırda bir sıra başqa efirlərin və digər maddələrin motor yanacaqlarına əlavələr kimi istifadə edilməsi imkanı fəal şəkildə öyrənilir. Bu məqsədlər üçün efirlərlə yanaşı asetallar da fəal öyrənilir. RF-da QOST R 51866 - 2002 "Etilsiz benzin" 20 ildir ki qüvvədədir və o Avropa standartı EN 228 - 99-a cavab verir.

Tədqiqatın metodologiyası

Aşağıda təqdim edilən cədvəldə oksigenat qismində istifadə olunan bəzi efirlər - əlavələrinin olduqca vacib xüsusiyyətlərinin keyfiyyət göstəriciləri verilir.

Cədvəl – Oksigenatların müqayisəli xarakteristikaları

Table – Some comparative characteristics of oxygenates

Oksigenat əlavəsi	Qaynama t, 0C	Oktan ədədi		Suda - həlli 200 C, %-lə
		Motor üsulu	Tədqiqat üsulu	
MÜBE	55	97,2	115,2	4,6
DİPE	68	100	110	0,2
EÜBE	73	105	120	0,1-dək
MÜAE	86,3	98	111	0,2
İPÜBE	87	106	118	0,2
EÜAE	101	100	113	0,1-dək

Qeyd etmək lazımdır ki, həm avtomobil benzininin, həm də bunun üçün istifadə olunan oksigenatın ekoloji təmizliyi ilə yanaşı onların əldə edilməsi maya dəyəri də əhəmiyyətlidir.

Beləliklə, etilüclübutil efiri (EÜBE) və etilüclüamil efirinin (EÜAE) maya dəyəri metilüclübutil efirindən (MÜBE) 40% yüksəkdir. QOST 32513-2013 "Mühərrik yanacaqları. Etilsiz benzin" standartına əsasən, K3, K4, K5 ekoloji siniflər üçün 228-2004 Avrostandartlarına uyğun olan etilsiz A80-AI 98 benzini içərisində oksigenin kütlə faizi 2,7%-dən çox olmamalıdır.

"Digər oksigenatlardan" istifadənin təmin edilməsi faktı oksigenatlı benzinlərin yaradılması üçün regional kimya istehsalının aralıq məhsulları və tullantıları əsasında oksigenat əlavələrinin təsir mexanizminin aşkar edilməsi və yeni effektiv kompozisiyaların yaradılmasında xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Bu zaman bir-biri ilə əlaqəli olan müxtəlif problemlər həll olunur: kimya müəssisələrinin tullantılarının yandırılmasının dayandırılması, CO₂ və digər zərərli birləşmələrin emissiyasının azalması, istehlak olunan benzinin miqdarının əhəmiyyətli dərəcədə azalması, lakin oktan ədədlərinin artması və benzinin tam yanma dərəcəsinin artması və s. Tədqiqatlarda, məsələn, benzində təkə butanoldan deyil, həm də spirtlərin və efirlərin (52% butil spirtləri, 20% C5-C8 spirtləri, 16% sadə və mürəkkəb efirlər) qarışığından ibarət hidrogenləşmə məhsulundan istifadənin mümkünlüyü göstərilmişdir [8].

Hidrogenləşdirilmiş məhsulun oktan ədədi katalitik riforminq benzindən (tədqiqat metodu ilə 114 ədəd) 18 vahid yüksəkdir və bütün parametrlərdə QOST R 51105-97-yə uyğundur. Tədqiqatçılar neft emalından təcrid olunmuş yüksək oktanlı komponentlərlə (katalitik krekinq benzini, izomerizat və s.) yanaşı,

distillə edilmiş benzin və hidrogenləşdirilmiş məhsulu ehtiva edən ekoloji cəhətdən təmiz yüksək oktanlı benzinin yanacaq tərkibini təklif ediblər [9-11].

Onun istifadəsi yanacaqda aromatik və olefin karbohidrogenlərinin miqdarını əhəmiyyətli dərəcədə azaldır, həmçinin mühərrikin oktan ədədi 100-ə qədər artırır. Yaradılan yanacaq kompozisiyaları Premium Euro 95 və Super Euro 98 benzinləri üçün bütün texniki tələblərə tam cavab verir.

Eyni zamanda qeyd etmək lazımdır ki, yanacaqlara əlavə kimi RF-nın Mariinski içki zavodunda kimyəvi və qida istehsalının tullantılarından və yan məhsullarından edilməsi sınaqdan keçir: efir-aldehid fraksiyası; fusel yağı; propil spirtin konsentratı; "Ximprom"-un aralıq məhsullarından: susuz sintetik etanol; C4+ spirt fraksiyası; əsas maddənin tərkibi 99,0%, suyun miqdarı 0,1% olan propilen oksidi.

"Azot" müəssəsinin tullantısı olan: sulu metanol; tullantı izopropilspirti; kaprolaktamın spirt hissəsi. Analoji olaraq Tomsk Neft-Kimya Zavodunun metanol istehsalının qalıqından ibarət olan tullantının tətbiqi.

Respublikamızda KTEİB baş direktoru T.K. İsmayılov tərəfindən hələ 1981-ci ildə Sumqayıt şəhərində məqsədyönlü yaradılan "Senayenin yan məhsul və tullantılarının utilizasiya" laboratoriyasında Sumqayıt və Bakı neft emalı və neft-kimya zavodlarında bu sahədə mühüm əhəmiyyətə malik işlərin aparılmasına start verilmişdir. Onlardan bizim uzun müddət tədqiqatlarımızda yer tutan, praktiki olaraq, tamamilə yeni yanacaq kompozisiyalarının, o cümlədən, tərkibində sənaye miqyasda (Sumqayıt Sintetik Kauçuk zavodunda) sulfat turşusunun iştirakında olefinlərin hidroliz prosesində C2-C4 spirtlərin istehsalının yan məhsulu – tullantısı qismində alınan oksigenatın

benzinlərə əlavə kimi tədqiqi, sınaqları, üstünlüklərinin öyrənilməsi və yeni sərfəli oksigenat kompozisiyasının müəyyən edilməsinə həsr edilib.

Yuxarıda göstərilən müəssədə H. Əliyev adına Bakı Neft Emalı Zavodundan gələn qazların tərkibinə daxil olan C2-C4 olefinlərdən müvafiq spirtlərə çevirilməsinin təxminən 10-15%-ə qədər, hidroliz prosesinin əlavə məhsulu kimi müvafiq efirlər qarışığının əmələ gəlməsinə səbəb olur. Lakin genişmiqyaslı spirt istehsalının iqtisadi məqsədə uyğunluğuna bu heç bir təsir göstərməmişdir. Əmələ gələn efirlərin bu qarışığı tamamilə bacarıqsız və səmərəsiz olaraq həlledici kimi utilizasiya edilmiş və ya zavod sobalarında istiliyin əldə edilməsi məqsədilə yandırılırdı.

Dünyada aparılan mühüm tədqiqatların və təqdim edilən işin məqsədi kanserogen MÜBE-nin əvəzinə ekoloji təmiz oksigenatın yaradıb tətbiq edilməsidir. Yuxarıda göstərilən C2-C4 spirtlərin alınma prosesinin yan məhsulu olan müvafiq kiçikmolekullu efirlər qarışığının oksigenat əlavəsi qismində tədqiqi və sınaqlarının təşkili ilə onların səmərəli istifadəsinin təmin edilməsinə və bununla canlılar üçün ekoloji zərərli MÜBE-nin əvəz edilməsinə həsr edilib.

Tədqiqatlarda neftin katalitik krekinqində əmələ gələn C2-C4 olefinlərin sənayedə hidratasiyası prosesindən alınan etil-, izopropil- və butil spirtlər qarışığı ilə yanaşı əlavə məhsul qismində sadə efirlər qarışığından ibarət olan kompozisiyanın səmərəli istifadəsinin yeni real imkanları müəyyən edilib. Həmin mürəkkəb üç komponentli efir qarışığının tərkibinə artan qaydada həm perspektivli diizopropil efiri, həm də etil- və izopropil efirləri daxildir [12].

Nəticə

Prosesin bu yeni efirlər kompozisiyasının effektiv oksigenat əlavəsi olması, motor benzinlərinin istehsalı üçün praktiki əhəmiyyət kəsb etməsini və Avropa standartların tələblərinə uyğun olmasını nəzərə almaqla, o, Premium Euro-95 alınması üçün olduqca perspektivlidir. Həmin prosesin yan məhsulu olan efirlər kompozisiyası SSRİ-nin, sonralar RF-nin Moskva şəhərində yerləşən Neft Sənayesi-nin Elmi-Tədqiqat İnstitutunun yanacaqlar şöbəsinin rəhbəri professor B.A.Englinin və şöbənin V.E. Emelyanov rəhbərlik etdiyi “Motor benzinləri” laboratoriyasında müxtəlif benzinlər kompozisiyalarında detonasiyaya qarşı əlavə kimi ətraflı sınaqlardan keçərək əla texniki nəticələr göstərmişdir. Sınaqlardan uğurla keçmiş bu efir qarışıqlarından ibarət olan oksigenat əlavəsi kompozisiyanın tətbiqi avtomobil benzinləri kompozisiyalarının tərkibinin ekoloji cəhətdən təmiz, hiqroskopik olmayan və yüksək oktanlı etməklə yanaşı əlavənin hesabına tələb olunan geniş qaynama temperaturlarına və digər üstünlüklərinə də malikdir. Bu avtomobil benzinləri üçün perspektivli və yüksək oktanlı əlavənin tərkibi patentləşdirilib.

Respublikamıza məxsus ixtiranın istifadəsi, bir tərəfdən spirtlərin mövcud sənaye texnologiyasından istifadə etməklə respublikamızda spirtlər istehsalının texniki-iqtisadi göstəricilərinin yaxşılaşdırılması imkanlarını həyata keçirilməsinə imkan verir, digər tərəfdən isə, dünyada hələ də geniş istehsal olunan ekoloji cəhətdən təhlükəli metilülçlütül efirini effektiv şəkildə tamamilə əvəz etməyə imkan verərək orijinal üsulla AI95 və hətta AI 95+ markalı ətraf mühit üçün zərərsiz, yəni ekoloji cəhətdən olduqca təmiz motor benzinin istehsalı üçün əlavə imkanlar yaradır. Bu Azərbaycanda ilk növbədə, H. Əliyev adına Bakı Neft Emalı Zavodunda ekoloji təmiz AI 95 markalı ekoloji cəhətdən təmiz motor benzinin iqtisadi cəhətdən effektiv və səmərəli istehsalının genişlənməsinə əlavə imkanlar yaradılmasına qulluq edir.

Maraqlar münaqişəsi

Müəllif bu məqalədə araşdırılması tələb olunan maraqlar münaqişəsinin olmadığını qeyd edir.

REFERENCES

1. **Braqinskiy O.B.** Alternativnie moyornie topliva – mirovie tendentsii i vibor dlya Rossii // Rossiyskiy khimicheskiy jurnal, 2008, v.52, № 6, pp. 137–146.
2. **Tsarev A.V., Karpov S.A.** Povishenie ekoloqicheskikh i ekspluatatsionnikh kharakteristik avtomobilnikh benzinov vvedeniem oksigenatov // Khimicheskaya tekhnologiya, 2007, v. 8, № 7, pp. 324-328.
3. **Əzizov B.M., Mehdiyev C.S.** Ekoloji-iqtisadi problemlərin mühüm global xüsusiyyətləri // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, 2012, cild 4, № 4. s. 89-94.
<https://www.ama.com.az/VOLUME4-N4.pdf>
4. **Makarov V.V., Petrikin A.A., Emelyanov V.E., Shamonina A.V., Onoychenko L.A., Oparina N.A., Kolivanov N.K., Qusarova V.N., Saprikina S.N.** Spirti kak dobavki k benzinam // Avtomobilnaya promishlebnost, 2005, № 8. p. 24-26.

5. **Boqdanov S.N., Lavrik A.N., Terebov A.S.** Vliyanie dobavok oksigenatov na antidetonsionnie svoystva topliv dlya avtomobilnich dvigateley s prinuditelnim zajiqaniem // Vestnik Yujno-Uralskoqo QU. 2008, №23, pp. 86-89.
6. **Khamidullin R.F., Kharlampidi Kh.E., Badrutdinova A.R., Qaliullina M.M.** Oksigenatnie dobavki k benzinovim fraksiyam, povishayushie oktanovie chisla motornikh topliv // Vestnik Kazanskoqo Tekhnologicheskogo Universiteta, 2014, v. 7, № 21, pp. 295-300.
7. **Ibraqimov E.A., Abadzade Kh.I., Kazimova A.N., Ibraqimov R.Q., Rustamov M.I.** Diizopropiloviy efir kak perspektivnaya oksigenatnaya dobavka dlya proizvodstva visokook-tanovikh benzinov // Mir nefteproduktov. Vestnik neftyanikh kompaniy, 2014, № 4, pp. 13–15.
8. **Amirkhanov M.K., Amirkhanov K.Sh., Akhmetov A.F., Belousova O.Yu.** Qidroqenizat proizvodstva butilovikh spirtov kak komponent avtobenzinov // Bashkirskiy khimicheskij jurnal, 2011, v.18, №3, pp. 34-36.
9. Patent № 2493239. RF, C10L1/16, C10L10/10. Kompozisiya neetilirovannoqo ekoloqicheski chistoqo visokooktanovoqo benzina.
10. **Akhmetov A.F., Belousova O.Yu., Amirkhanov K.Sh.** Patent. VPO Ufimskiy qosudarstvenniy neftyanoy tekhnicheskij universitet. № RU2012119101A; BI, 2013, № 26, 24 c.
11. **Maksimov A.L., Nekhaev A.I.** Prostie efiri i atsetali – perspektivnie produkti neftekhimii iz vozobnovlyaemoqo sirya (obzor) // Neftekhimiya, 2015, v.55, pp. 3-24.
12. **Mehdiyev C.S., Səmədov F.A., Yüzbaşova L.N., Hüseynzadə F.G., Mehdiyev U.A.** Avtomobil benzini üçün oksigenat əlavəsi kompozisiyası, 13.05.2022.