

# İon mayesi katalizatoru ilə etilenqlikolun bis-m-dibromdibenzoat-, bis-p-dibromdibenzoat efirlərinin sintezi və onların dizel yanacağında tədqiqi

P.M. Kərimov, k.ü.f.d.,

O.M. Ələsgərova, k.ü.f.d.,

B.K. Ağayev, k.ü.f.d., S.Q. Əliyeva, t.e.d.,

G.Q. Nəsibova, k.ü.f.d., L.M. Saadova

Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu

**Açar sözlər:** mürəkkəb efirlər, antioksidant, dizel yanacağı, benzoy turşusu, p-brombenzoy, m-brombenzoy turşuları, etilenqlikol, ion mayesi.

e-mail: ay\_ten\_babayeva@yahoo.com

DOI.10.37474/0365-8554/2023-1-29-34

Синтез бис-м-дибромдibenzoat-, бис-п-дибромдibenzoat-ных эфиров этиленгликоля с ионно-жидкостным катализатором и их исследование в дизельном топливе

The synthesis of bis-m-dibromdibenzoat-, bis-p-dibromdibenzoat esters of ethylene-glycol with ionic-fluid catalysts and their study in diesel fuel

П.М. Керимов, д.ф.х.н., О.М. Аляскерова, д.ф.х.н., Б.К. Агаев, д.ф.х.н., С.Г. Алиева, д.т.н., Г.Г. Насибова, д.ф.х.н., Л.М. Саадова

Институт нефтехимических процессов

P.M. Kerimov, PhD in Ch. Sc., O.M. Alasgarova, PhD in Ch. Sc., B.K. Aghayev, PhD in Ch. Sc., S.G. Aliyeva, Dr. in Tech. Sc., G.G. Nasibova, PhD in Ch. Sc., L.M. Saadova  
Institute for Petrochemical Processes

**Ключевые слова:** сложные эфиры, антиоксидант, дизельное топливо, бензойная кислота, p-бромбензойная, m-бромбензойная кислоты, этиленгликоль, ионная жидкость.

**Keywords:** compound esters, antioxidant, diesel fuel, benzoic acid, p-brombenzoic, m-brombenzoic acids, ethylene-glycol, ion fluid.

На основе p-бромбензойной, m-бромбензойной кислот и этиленгликоля при соотношении 2:1,2, температуре 110 °С и продолжительности реакции 6–7 ч в присутствии ионно-жидкостного катализатора n-метилпирролидон-гидросульфата были синтезированы бис-м-дибромдibenzoat и бис-п-дибромдibenzoat эфиры этиленгликоля с выходом 92, 88 %, соответственно. Определены физико-химические показатели синтезированных сложных эфиров и спектрально идентифицирована их структура. За счет использования в синтезированных эфирах электрофильных (Cl, Br) гетероароматических кислот снижается осаждаемость компонентов в дизельном топливе. Уменьшение количества смолы при синтезе эфиров активирует их в качестве антиоксиданта в дизельном топливе. Эти эфиры, использованные в 100 мл дизельном топливе в концентрации 0,004 %, уменьшали количество осадка при 120 °С примерно в 5 раз. Синтезированные сложные эфиры были протестированы на повышение устойчивости дизельного топлива к термоокислению. Таким образом, показано, что эфиры синтезированного этиленгликоля могут быть использованы в присутствии катализатора гидросульфата n-метилпирролидона для повышения термоокислительной стабильности дизельного топлива.

Bis-m-dibromdibenzoat and bis-p-dibromdibenzoat esters of ethylene-glycol with the yield of 92, 88 % correspondingly have been synthesized based on the p-brombenzoic, m-brombenzoic acids and ethylene-glycol in the ratio of 2:1,2, at the 110 °C temperature and with 6–7 hours duration in the presence of ionic-fluid catalyst of n-methylpyrrolidone-hydrosulfate. The physical-chemical parameters of synthesized compound esters have been defined and their structure identified spectrally. Due to the electrophilic (Cl, Br) heteroaromatic acids in the synthesized esters, the resin content (sedimentation capacity) of the components in the diesel fuel reduces. The decrease of amount of resin in the synthesis of esters activates them as the antioxidants in the diesel fuel. These esters used in 100 ml diesel fuel in 0.004 % concentration reduced the sedimentation at 120 °C temperature approximately for five times. Synthesized compound esters have been tested on the increase of resistance of the diesel fuel against thermooxidation. Thus, it is justified that the esters of synthesized ethylene-glycol may be used in the presence of a catalyst of hydrosulfate of n-methylpyrrolidone for the increase of thermooxidative stability of the diesel fuel.



Dizel yanacağı (D/Y) termooksidləşmə stabilliyinin yaxşılaşdırılması aktual məsələdir. Bu səbəbdən onlara müxtəlif aşqarların əlavə edilməsi istiqamətində elmi işlər aparılır. Məsələn, ion mayesindən (1.4-dimetilpiperazinhidrosulfat) istifadə etməklə karbon turşusu əsasında C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub> sıra alifatik birli spirtlərin mürəkkəb efrirləri sintez olunmuş, efrirləşmə prosesində reaksiyaya daxil olan komponentlərin molyar nisbəti, temperatur, reaksiyanın aparılma müddətinin təsiri öyrənilmiş, çıxımı 85 % təşkil etmişdir. Sintez olunmuş efrirlərin göstəriciləri analitik və spektral analiz üsulları ilə öyrənilmişdir. Sintez olunmuş efrirlər D/Y-dən sınaqdan keçirilmiş və antioksidant, depressor aşqar kimi tövsiyə olunmuşdur [1].

Müəlliflər ion mayesi 1.4-dimetilpiperazinhidrosulfat katalizatorunun iştirakı ilə valerian- və kapron turşuları və difenilolpropanın propilen oksidinin monoefiri əsasında divalerianat, dikapronat efrirlərini – spirt: turşu – 1.05:2 nisbətində, 80–90 °C temperaturda, 5 saat müddətində sintez etmiş və efrirlərin çıxımı 85–90 % təşkil etmişdir. Diefrirlərin fiziki-kimyəvi göstəriciləri müasir üsullarla yoxlanılmış və həmin efrirlərin D/Y-də antioksidant, depressant kimi istifadəsi tövsiyə edilmişdir [2].

Heterogen nano-TiO<sub>2</sub>(PC-500) və ion -mayesi katalizatorlarının iştirakı ilə təbii neft turşuları (TNT) və benzil spirti əsasında turşu:spirt – 1:1.2 mol, temperatur 110–120 °C götürülməklə 15–16 saat müddətində nano-TiO<sub>2</sub>(PC-500) katalizatorunun, 3–4 saat müddətində isə ion mayesinin iştirakı ilə 80–90 °C-də efrirlər sintez edilmişdir. Bu şəraitlərdə məqsədli məhsulun çıxımı müvafiq olaraq 85–90 % olmuşdur. Sintez edilmiş efrirlər D/Y-də sınaqdan keçirilmiş və aşqar kimi tətbiq olunma imkanları müəyyən edilmişdir [3].

Tədqiqatçılar p-toluolsulfoturşu katalizatorunun iştirakında müxtəlif növ ion mayesinin iştirakı ilə karbon turşuları ilə spirtlərin efrirləşməsi reaksiyalarını otaq temperaturunda aparmışlar. Müəyyən olunmuşdur ki, efrirləşmə reaksiyasının tarazlıq dənərsizliyini həlledici kimi tətbiq olunan ion mayesi idarə edir [4].

1.4-dimetilpiperazinhidrosulfat katalizatorunun iştirakında TNT-nin monoetilenqlikol efri və benzo turşusu əsasında suayırıcı ksilol mühitində 140 °C temperaturda 5–6 saat müddətində etilenqlikolun qeyri-simmetrik benzoat-naftenat mürəkkəb efririni 85 % çıxımla, nano-ZnO katalizatorunun iştirakında α- və β-naftolların monoetilenqlikol efrirlərini və sintetik neft turşuları əsasında etilenqlikolun sadə-mürəkkəb qarışıq diefrirlərini isə 140 °C-də 5–6 saat müddətində 80 % çıxımla sintez etmişlər. Təcrübələr nəticəsində müəyyənləşdirilmişdir ki, bu efrirlər D/Y-nin termooksidləşmə stabilliyini yaxşılaşdıran səmərəli antioksidant kimi istifadə oluna bilər [5].

İon mayesi 1.4-dimetilpiperazinhidrosulfat katalizatorunun iştirakı ilə etilenqlikolun monooleat efri və TNT əsasında 1:1.1 mol nisbətində, 110 °C temperaturda 5–6 saat müddətində etilenqlikolun oleat-naftenat qeyri-simmetrik efri 80 % çıxımla sintez edilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, həm etilenqlikolun monooleat, həm də oleat-naftenat efrirləri D/Y-də termooksidləşmə stabilliyini yaxşılaşdırmaq məqsədilə sınaqdan keçirilmişdir [6].

Məqalədə ion mayesi 1.4-dimetilpiperazinhidrosulfat və nano-ZnO katalizatorlarının iştirakı ilə α-naftil sirkə turşusu və TNT-nin monoetilenqlikol efri əsasında 1:1.2 mol nisbətində, 140 °C temperaturda, 3–4 saat müddətində etilenqlikolun naftenat-α-naftilasetat efri, TNT, α- və β-naftolların monoetilenqlikol efri əsasında isə 1:1.2 mol nisbətində, 140 °C temperaturda 4–5 saat müddətində TNT-nin müxtəlif radikal etilenqlikol efrirlərinin sintezindən bəhs edilir. Göstərilən şəraitdə məqsədli məhsulun müvafiq olaraq çıxımı 75–80 % təşkil edir. Efrirlərin fiziki-kimyəvi göstəriciləri təyin edilmiş və spektral üsullarla identifikasiya olunmuşdur. Sintez edilmiş efrirlər D/Y-nin termooksidləşmə stabilliyini yaxşılaşdırma məqsədilə sınaqdan keçirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, bu efrirlərin D/Y-də antioksidant kimi tətbiqi mümkündür [7].

Alınan efrirlər tərkibində müxtəlif radikal saxladığı üçün onlar çoxfunksiyalı xassəyə malikdir. Lakin onların çıxımı azdır.

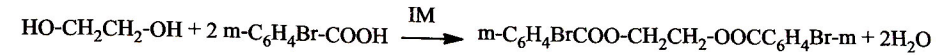
Məqalədə məqsəd ion mayesi katalizatorunun iştirakı ilə etilenqlikol m-brombenzo və p-brombenzo turşuları əsasında efrirlərin sintezi və onların tətbiq sahələrinin müəyyənləşdirilməsidir. Bu işdə iki efir qrupu olan müxtəlif radikal ikeatomlu spirtin mürəkkəb diefrirləri sintez edilmişdir. Məlum olan üsullardan fərqli olaraq elektrofil xassəli (Cl, Br) heteroaromatik turşulardan istifadə olunmuşdur.

Efrirlərin sintezində katalizator kimi n-metilpirrolidondihidrosulfatın turşu ədədi 560 mq KOH/q olan ion mayesindən istifadə edilmişdir. Tədqiqatların aparılması üçün lazım olan xammalların fiziki-kimyəvi göstəriciləri cədvəl 1-də verilmişdir.

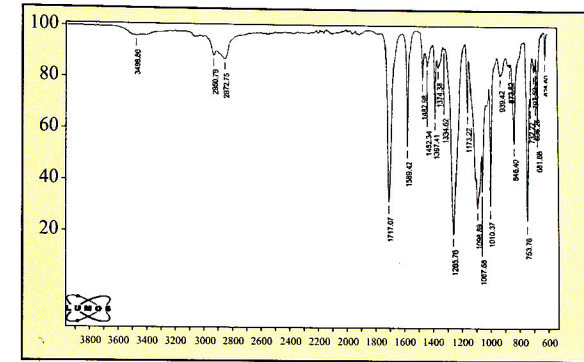
Cədvəl 1

Maddələr	Qaynama temperaturu, °C	Sıxlıq, 20 °C kq/m <sup>3</sup>	Şüasındırma əmsali, n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	Turşu ədədi, mqKOH/q
Etilenqlikol	197-198	111.20	1.4317	0.03
p-brombenzo turşusu	240-243	-	-	270.80
m-brombenzo turşusu	248-251	-	-	272.50

N-metilpirrolidondihidrosulfat katalizatorunun iştirakı ilə etilenqlikol və m-brombenzo turşusu əsasında bis-m-dibrombenzoat efririnin sintezi aşağıdakı reaksiya tənliyi üzrə aparılmışdır:



Reaksiya kolbasına 40.2 q (0.2 mol) m-brombenzo turşusu, 8 q (0.12 mol) etilenqlikol, 2 % kütlə turşuya görə hesablanmış n-metilpirrolidondihidrosulfat katalizatoru və 100 ml toluol yerləşdirilərək reaksiya 110 °C temperaturda 5–6 saat müddətində aparılır. Bu müddət ərzində suayırıcıda 4 q-a yaxın reaksiya suyu ayrılmışdır. Reaksiyanın sonu ayrılan suyun miqdarı və reaksiya kütləsinin turşu ədədinin stabilliyi ilə müəyyən edilir. Reaksiya qarışığı otaq temperaturunda qələvinin 0.1 %-li sulu məhlulunda neytrallaşdırılır, su ilə yuyulur, toluol su nasosunda distillə olunaraq ayılır və efir filtrdən süzülərək analiz edilir. Efrir çıxımı 92.50 %-dir. Etilenqlikolun m-dibrombenzoat efririnin fiziki-kimyəvi göstəriciləri cədvəl 1-də verilmişdir. Sintez olunmuş efrir İQ-spektri şəkil 1-də təsvir edilmişdir.



Şəkil 1. Etilenqlikolun bis-p-dibrombenzoat efririnin İQ-spektri

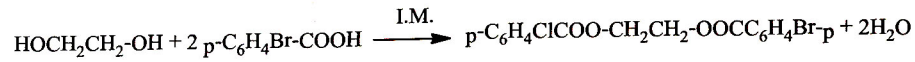
Etilenqlikolun bis-p-dibrombenzoat efririnin İQ-spektrində aşağıdakı udma zolaqları müşahidə olunmuşdur:

- |   |  |
|---|--|
| 626, 681, 696, 707, 732, 753, 846, 939 sm <sup>-1</sup>   | – əvəz olunmuş benzol halqası;   |
| 1010 sm <sup>-1</sup>                                     | – C-O əlaqəsi;   |
| 1067, 1098 sm <sup>-1</sup>                               | – sadə efrir C-O-C əlaqəsi;  |
| 1173, 1265 sm <sup>-1</sup>                               | – mürəkkəb efrir C-O-C əlaqəsi;  |
| 1334, 1374, 1397, 1452, 1482, 2872, 2950 sm <sup>-1</sup> | – CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> və CH qruplarının C-H rabitəsinin deformasiya və valent rəqsi; |
| 1589 sm <sup>-1</sup>                                     | – -HC=C- qrupunun C=C əlaqəsi;   |
| 1717 sm <sup>-1</sup>                                     | – mürəkkəb efrir C=O əlaqəsi;  |
| 3498 sm <sup>-1</sup>                                     | – -COH qrupunun O-H rabitəsinin valent rəqsi kimi interpretasiya etmək olar.                       |

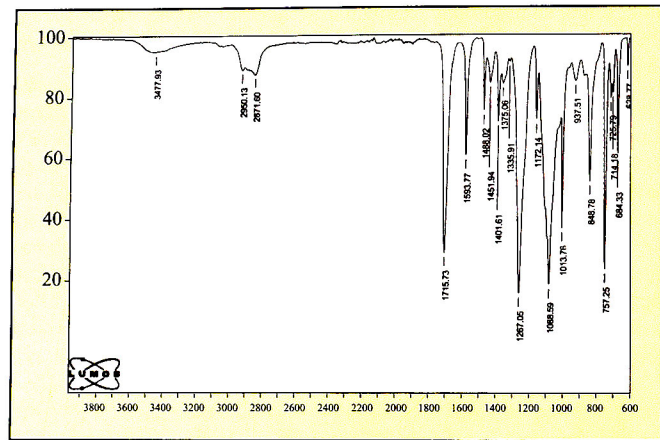
İQ-spektrin nəticəsi göstərir ki, sintez edilmiş efrir tərkibində hansı funksional qruplar və fraqmentlər



mövcuddur. Bu da maddənin kimyəvi quruluşunu dəqiqləşdirməyə imkan vermişdir.  
N-metilpirrolidondihidrosulfat katalizatorunun iştirakı ilə etilenqlikol və p-dibromdibenzoy turşusu əsasında bis-p-dibromdibenzoat efininin sintezi aşağıdakı reaksiya tənliyi üzrə aparılmışdır:



0.5 l-lik reaksiya kolbasına 32 q (0.2 mol) p-monobrombenzoy turşusu, 8q (0.12 mol) etilenqlikol, 2 % kütlə turşuya görə hesablanmış N-metilpirrolidondihidrosulfat katalizatoru və 100 ml toluol yerləşdirilərək reaksiya toluolun qaynama temperaturunda 5–6 saat müddətində aparılır. Həmin vaxtda suayırıcıda 4–5 q-a yaxın reaksiya suyu ayrılmışdır. Reaksiyanın sonu reaksiya məhsulunun – qarışığının turşu ədədinin stabilliyi və ayrılan suyun miqdarı ilə təyin edilir. Reaksiya qarışığı otaq temperaturunda ayırıcı qıfı keçirilərək qələvinin 0.1 %-li sulu məhlulunun köməyiylə neytrallaşdırılaraq yuyulur və su nasosunun köməyiylə həlledici – toluol sona qədər distillə olunaraq ayrılır. Qalan quru efir filtrdən süzülərək analiz olunur. Efirin çıxımı nəzəri çıxıma görə 88 % təşkil edir. Sintez edilmiş etilenqlikolun bis-p-dibromdibenzoat efininin fiziki-kimyəvi göstəriciləri cədvəl 2-də verilmişdir. Sintez olunmuş efirin İQ-spektri şəkil 2-də təsvir edilmişdir.



Şəkil 2. Etilenqlikolun p-dibromdibenzoat efininin İQ-spektri

Cədvəl 2

Efiirlər	Şüasındırma əmsali, n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	ρ <sub>4</sub> <sup>20</sup> , kq/m <sup>3</sup>	Molekulyar refraksiya, MR <sub>D</sub>		Çıxım, %	Turşu ədədi, mqKOH/q
			Təcrübi	Nəzəri		
Etilenqlikolun bis-m-dibromdibenzoat	1.4733	980.2	69.43	69	92.5	0.85
Etilenqlikolun bis-p-dibromdibenzoat	1.4731	1252	77.47	76.97	88	0.87

Etilenqlikolun bis-p-dibromdibenzoat efininin İQ-spektrində aşağıdakı udma zolaqları müşahidə olunmuşdur:

- |   |  |
|---|--|
| 628, 684, 757 sm <sup>-1</sup>                            | – C-Cl-əlaqəsi;  |
| 848, 937 sm <sup>-1</sup>                                 | – əvəzolunmuş benzol halqası;  |
| 1013 sm <sup>-1</sup>                                     | – C-O əlaqəsi;   |
| 1088 sm <sup>-1</sup>                                     | – sadə efirin C-O-C əlaqəsi;   |
| 1172, 1267 sm <sup>-1</sup>                               | – mürəkkəb efirin C-O-C əlaqəsi;   |
| 1335, 1375, 1401, 1451, 1488, 2871, 2950 sm <sup>-1</sup> | – CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> və CH qruplarının C-H rabitəsinin deformasiya və valent rəqsi; |

- 1593 sm<sup>-1</sup>
- 1715 sm<sup>-1</sup>
- 3477 sm<sup>-1</sup>

- -HC=C- qrupunun C=C əlaqəsi;
- mürəkkəb efirin C=O əlaqəsi;
- -COH qrupunun O-H rabitəsinin valent rəqsi kimi interpretasiya etmək olar.

İQ-spektrin nəticəsi sintez olunmuş maddənin kimyəvi quruluşunu dəqiqləşdirməyə imkan vermişdir. Cədvəl 2-də şüasındırma əmsali, xüsusi çəki göstəriciləri əsasında praktiki və nəzəri molekulyar refraksiya (MR<sub>D</sub>) hesablanmışdır. Nəzəri və praktiki MR<sub>D</sub>-nin fərqi 1-dən aşağı olması onu göstərir ki, sintez edilmiş maddələrin tərkibi təmizdir.

Sintez olunmuş mürəkkəb diefirin hər birindən 100 q nümunələr hazırlanmış və D/Y-də antioksidant xassəsi yoxlanılmışdır. D/Y-nin xassələrinin yaxşılaşdırılması məqsədilə hazırlanmış nümunələr AMEA NKPI-nin “Reaktiv və dizel yanacaqları” laboratoriyasında sınaqdan keçirilmişdir. Sınaq “JCAPT” laboratoriya aparatında 120 °C-də 4 saat müddətində mis lövhənin iştirakı ilə aparılmış, nəticələr cədvəl 3-də verilmişdir: nümunə 1 – Etilenqlikolun bis-m-dibromdibenzoat efi; nümunə 2 – Etilenqlikolun bis-p-dibromdibenzoat efi.

Cədvəl 3

Göstəricilər	Hidrotəmizlənmiş dizel yanacağı	Nümunə 1	Nümunə 2	Qatılığın miqdarı, q
Termooksidləşmə stabilliyinin təyini, 120 °C-də 4 saat müddətində çöküntünün miqdarı, mq/100 ml yanacaqda	2.6	0.3	0.5	0.004 %

Cədvəl 3-dən görünür ki, 120 °C-də, 100 ml D/Y-də 0.004 qatılıqda istifadə olunan efiirlər çöküntünün miqdarını 2.5-dən 0.3 (nümunə 1) və 0.5-ə (nümunə 2) endirmişdir. Nəticəyə əsasən demək olar ki, etilenqlikolun heteroaromatik efi (0.004 % qatılıqda) D/Y-də keyfiyyətli antioksidant kimi istifadə oluna bilər.

Məlum olan üsullardan fərqli olaraq bu məqalədə elektrofil xassəli (Cl, Br) heteroaromatik turşulardan istifadə edilmişdir. Sintez olunmuş diefir D/Y-də antioksidant kimi daha fəaldır. Bunu heteroaromatik nüvədə olan kimyəvi rabitələrin aktivləşməsi ilə bağlamaq olar. Nəticədə heteroaromatik nüvənin əsaslılıq xassəsi artır (pH=7>) və D/Y-nin tərkibində olan aktiv maddələr qatranlaşmış çökmür.

### Nəticə

1. İon mayesi (n-metilpirrolidondihidrosulfat) katalizatorunun iştirakında etilenqlikolun bis-m-dibromdibenzoat (92 % çıxım; nümunə 1) və bis-p-dibromdibenzoat (88 % çıxım; nümunə 2) efiirlərinin sintezi p-brombenzoy-, m-brombenzoy turşuları və etilenqlikol əsasında 2:1.2 nisbətində, 110 °C temperaturda, 6-7 saat müddətində aparılmışdır. Sintez edilmiş efiirlərdə elektrofil xassəli (Cl, Br) heteroaromatik turşulardan istifadə olunduğu üçün D/Y-də olan komponentlərin qatranlaşması (çöküntü) azalmışdır.

2. Qatranlaşmanın azalması alınmış diefiirləri D/Y-də antioksidant kimi aktivləşdirir. Məsələn, 100 ml D/Y-də 0.004 % qatılıqda istifadə olunan efiirlərdə 120 °C-də çöküntünün miqdarını təxminən 5 dəfə azaltmışdır. Beləliklə sintez edilmiş etilenqlikolun efiirləri n-metilpirrolidondihidrosulfat katalizatoru iştirakında D/Y-nin termooksidləşmə stabilliyini yaxşılaşdırmaq məqsədilə istifadə oluna bilər.

### Ədəbiyyat siyahısı

- Axmedova C.Ş., Abbasov V.M., Suleymanova S.A. Синтезы сложных эфиров капроновой кислоты с алифатическими спиртами C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub> в присутствии ионных жидкостей // “Müasir biologiya və kimyanın aktual problemləri” elmi-praktiki konfrans, Azərbaycan. Gəncə 2015, II hissə 5-6 may, s. 70.
- Kərimov P.M., Ələsgərova O.M., Nuriyev L.H., Əliyeva S.Q., Ağayev B.K., Quliyeva E.M. İon mayesi 1,4-dimetilpiperazindihidrosulfat katalizatorunun iştirakı ilə valerian, kapron turşuları və difenilolpropanin propilen oksidinin monoefiri əsasında diefiirlərin sintezi və tədqiqi // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2017, № 1, s. 33-36.
- Kərimov P.M., Ələsgərova O.M., Ağayev B.K., Salmanova Ç.Q., Məmmədova N.Ə., Farzaneh H.F. Nano-TiO<sub>2</sub> (PC-500) və ion-mayesi katalizatorlarının iştirakı ilə təbii neft turşusu əsasında benzil efininin sintezi və tədqiqi // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2016, № 6, s. 40-43.
- D.Souza J., Nagaraju N., Esterification of salicylic acid with metanol/dimethyl carbonate over onion-molified metal oxides /Indian journal of chemical technology, 2007, v. 14. p. 292-300.



5. Kerimov P.M., Ələsgərova O.M., Əliyeva S.Q., Ağayev B.K., Salmanova Ç.Q. "1,4-dimetilpiperazinhidrosulfat və nano-ZnO katalizatorlarının iştirakı ilə etilenqlikolun benzonafenat və sintetik neft turşusunun etilenqlikolnaftil efirlərinin sintezi və tədqiqi" // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2019, № 3, s. 41-44.

6. Kerimov P.M., Ələsgərova O.M., Əfəndiyeva L.M., Musayeva A.P., Quliyeva E.M. "İon mayesi katalizatorunun iştirakı ilə etilenqlikolun monooleat efiri və təbii neft turşusu əsasında qeyri-simmetrik oleat-naftenat diefirlərinin sintezi və tədqiqi" // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2021, № 8, s. 39-43.

7. Kerimov P.M., Ələsgərova O.M., Əfəndiyeva L.M., Əliyeva S.Q., Məmmədova N.Ə., Musayeva A.P. "İon mayesi və nano-ZnO katalizatorlarının iştirakı ilə etilenqlikolun naftenat- $\alpha$ -naftilasetat və etilenqlikolun  $\alpha$ , $\beta$ -naftil-naftenat efirlərinin sintezi və tədqiqi" // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, 2019, № 5 (121).

#### References

1. Akhmedova S.Z., Abbasov V.M., Suleymanova S.A. "Sintezы slozhnykh efirov kapronovoy kisloty s alifatcheskimi spirtami C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub> v prisutstvii ionnykh zhidkostey" / "Muasir biologiya ve kimyanın aktual problemleri" elmi-praktiki konfrans, Azerbaijan, Ganja, 2015, II hisse, 5-6 may, s. 70.

2. Kerimov P.M., Alesgerova O.M., Nuriyeva L.H., Aliyeva S.G., Aghayev V.K., Guliyeva E.M. "İon mayesi 1,4-dimetilpiperazinhidrosulfat katalizatorunun iştirakı ilə valerian, kapron turşuları və difenilolpropanin propilen oksidinin monoefiri esasynda diefirlərin sintezi və tədqiqi" // Azerbaijan neft təsərrüfatı, 2017, s. 33-36.

3. Kerimov P.M., Alesgerova O.M., Aghayev V.K., Salmanova J.G., Mammadova N.A., Farzaneh H.F. "Nano-TiO<sub>2</sub> (PC-500) ve ion-mayesi katalizatorlarının iştirakı ilə neft turşusu esasynda benzil efirinin sintezi ve tədqiqi" // Azerbaijan neft təsərrüfatı, 2016, s. 40-43.

4. D Souza J., Nagaraju N. Esterification of salicylic acid with metanol/dimethyl carbonate over onion-molified metal oxides / Indian journal of chemical technology, 2007, vol. 14, pp. 292-300.

5. Kerimov P.M., Alesgerova O.M., Aliyeva S.G., Aghayev V.K., Salmanova J.G. "1,4-dimetilpiperazinhidrosulfat ve nano-ZnO katalizatorlarının iştirakı ilə etilenqlikolun benzonafenat ve sintetik neft turşusunun etilenqlikolnaftil efirlərinin sintezi ve tədqiqi" // Azerbaijan neft təsərrüfatı, 2019, s. 41-44.

6. Kerimov P.M., Alesgerova O.M., Əfəndiyeva L.M., Musayeva A.P., Guliyeva E.M. "İon mayesi katalizatorunun iştirakı ilə etilenqlikolun monooleat efiri ve təbii neft turşusu esasynda qeyri-simmetrik oleat-naftenat diefirlərinin sintezi ve tədqiqi" // Azerbaijan neft təsərrüfatı, 2021, s. 39-43.

7. Kerimov P.M., Alesgerova O.M., Əfəndiyeva L.M., Aliyeva S.G., Mammadova N.A., Musayeva A.P. "İon mayesi ve nano-ZnO katalizatorlarının iştirakı ilə etilenqlikolun naftenat- $\alpha$ -naftilasetat ve etilenqlikolun  $\alpha$ , $\beta$ -naftil-naftenat efirlərinin sintezi ve tədqiqi" // Azerbaijan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, 2019, No 5 (121).