

**Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında
Elmin İnkişafı Fondunun 2014-cü ilin əsas qrant müsabiqəsi
çərçivəsində təqdim olunmuş kompleks elmi-tədqiqat
proqramlarının (EIF-2014-9(24)-KETPL) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə**

ELMI-TEXNİKİ HESABAT

(YEKUN)

**“Müxtəlif funksional qruplar saxlayan vitsinal dikarbon turşularının və
tsiklik neopoliolların mürəkkəb efirlərinin sintezi və onların perspektiv
texnikanın tələblərinə cavab verən yanacaq-sürtkü materiallarının
komponenti kimi tədqiqi”**

M Ü N D Ə R İ C A T

	Səh.
Qısaldılmış sözlər	3
Giriş	4
1. Vitsinal quruluşlu dikarbon turşularının (alkenilkəhrəba turşusu) anhidridlərinin və mürəkkəb efirlərinin sintezi və onların istismar xassələrinin tədqiqi	5
1.1. α -olefinlər (C_6 , C_8 , C_{10}) və malein anhidridi əsasında en-sintezi üzrə vitsinal quruluşlu dikarbon turşularının (VDT) anhidridlərinin sintezi	5
1.2. VDT-nin müxtəlif quruluşlu alifatik və tsiklik spirtlərlə mürəkkəb simmetrik efirlərinin sintezi	8
1.3. AKT-nin alifatik və alitsiklik spirtlərlə qeyri-simmetrik efirlərinin sintezi	16
1.4. HKT-nun kompleks efirlərinin sintezi	21
1.5. Dizel yanacağı və VDT efirləri əsasında yeni kompozisiyaların hazırlanması. Yeni yanacaq kompozisiyalarının istismar xassələrinin tədqiqi	27
2. Tsiklik ketonların formaldehidlə kondensləşməsi yolu ilə tsiklik neopoliolların sintezi	37
2.1. Tsiklik neopoliolların alifatik karbon turşuları ilə efirləşməsi	39
2.2. Tsiklik neopoliolların qarışıq və kompleks efirləri	48
2.3. TNP-nin müxtəlif quruluşlu efirləri əsasında yeni yanacaq kompozisiyalarının hazırlanması və tədqiqi	53
3. Neft yağları, bəzi sintetik yağlar və vitsinal dikarbon turşularının efirləri əsasında yeni kompozisiyaların hazırlanması	58
3.1. VDT-nin mürəkkəb efirlərinin əsasında yağ kompozisiyalarının hazırlanması və kompozisiyaların özlülük-temperatur xassələrinin tədqiqi	62
3.2. AKT-nin mono- və müxtəlif quruluşlu efirlərinin konservasiya mayeləri kimi tədqiqi	77
4. Neft yağları, bəzi sintetik yağlar və tsiklikneopoliolların (TNP) efirləri əsasında yeni kompozisiyaların hazırlanması	82
4.1. Tsiklik poliolların efirləri əsasında hazırlanmış yağ kompozisiyaları	83
4.2. Tsiklik neopoliolların qarışıq efirləri ilə alkilbenzol yağları bazasında yağ kompozisiyalarının hazırlanması	96
4.3. Tsiklik neopoliolların qarışıq efirləri ilə poliolefin yağları bazasında yağ kompozisiyalarının hazırlanması.	100
Nəticələr	103
Ədəbiyyat siyahısı	106

Qısaldılmış sözlər

AKT	-	alkenilkəhrəba turşusu
AB	-	alkilbenzol
VDT	-	vitsinal dikarbon turşuları
DOS	-	dioktil sebasinat
DOA	-	dioktil adipinat
DMTH	-	1,1-dimetiloltsikloheksen-3
DMBH	-	2,2-dimetilolbitsiklo[2.2.1]hepten-5
HKT	-	heksenilkəhrəba turşusu
HPAOY	-	hidrogenləşdirilmiş poli- α -olefin
İQ	-	infra qırmızı
MA	-	malein anhidridi
NMR	-	nüvə maqnit rezonansı
NPQ	-	neopentilqlikoldan
OKT	-	oktenilkəhrəba turşusu
PMR	-	proton maqnit rezonansı
PTST	-	paratoluolsulfoturşu
PAOY	-	hidrogenləşdirilməmiş poli- α -olefin
PET	-	pentaeritrit
SYT	-	sintetik yağ turşularının
TNP	-	tsiklik neopoliolların
TMTP	-	2,2,5,5-tetrametiloltsiklopentanol
TMTH	-	2,2,6,6-tetrametiloltsikloheksanolun
TBT	-	tetrabutoksitanat
TBF	-	tributilfosfat
TOS	-	termooksidləşmə stabilliyi

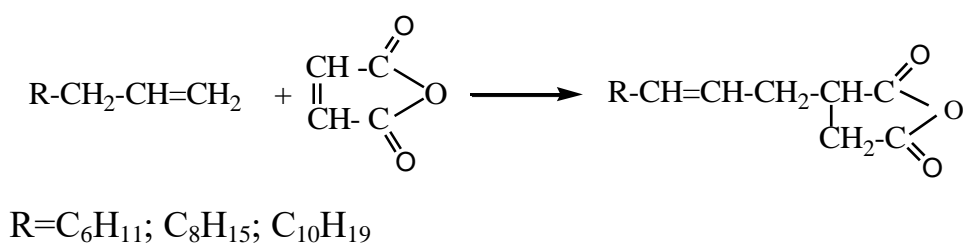
Giriş

Müasir dövrdə sənayenin və texnikanın sürətlə inkişafı yanacaqın və eləcə də sürtkü yağlarının keyfiyyətinə olan tələbatı da artırır. Ətraf mühitin çirklənməsinin qarşısının alınması üçün yanacaqın keyfiyyətinin yüksəldilməsi vacib şərtlərdəndir. Bu məqsədlə yanacaqlara bir sıra əlavələr edilir. Məsələn, yanacaqların aşağı – temperatur xassələrini yaxşılaşdırmaq üçün tərkibində 3-6 OH qrupu saxlayan poliolların (C_3-C_{10}) doymamış turşularla mono-, diefirlərindən istifadə edilir [1,2]. Karbon turşularının amid və efirləri (oleiletanolamid və ya oleildietanolamid) dizel yanacaqlarında köpüklənmənin qarşısını alan aşqar komponenti kimi təklif edilmişdir [3]. Polialkilensuksinimidlər benzində emulqator kimi [4,5], kəhrəba turşusunun di- və triqlisiridləri yanacağa qənaət etmək və daxili yanma mühərriklərinin yağlama qabiliyyətini yaxşılaşdırmaq üçün [6], soyuq axıcılığı və dispersləşməni yaxşılaşdırmaq üçün 0,2% karbon turşularının amidlərindən [7] istifadə edilir. Yanacaqlara qarışıq spirtlərin mürəkkəb efirlərinin əlavə edilməsi yanacağa 0,3-5,0% -ə qədər qənaət etməyə imkan verir [8]. Tərkibinə bir və daha artıq mürəkkəb efir qrupu, eləcə də heteroatom saxlayan birləşmələr yanacaqın yağlama xassəsini yaxşılaşdıran aşqar kimi [9] təklif edilmişdir.

1. Vitsinal quruluşlu dikarbon turşularının (alkenilkəhrəba turşusu) anhidridlərinin və mürəkkəb efirlərinin sintezi və onların istismar xassələrinin tədqiqi

1.1. α -olefinlər (C_6 , C_8 , C_{10}) və malein anhidridi əsasında en-sintezi üzrə vitsinal quruluşlu dikarbon turşularının (VDT) anhidridlərinin sintezi

Vitsinal quruluşa malik alkenilkəhrəba turşularının (AKT) anhidridlərini sintez etmək üçün individual α -olefinlərlə (heksen-1, okten-1, desen-1) və malein anhidridindən (MA) istifadə edilmişdir. Proses en-sintezi üzrə avtoklav şəraitində 200-220⁰C temperaturda, 10-12 saat müddətində, α -olefinlərin malein anhidridinə 3:1 nisbətində aparılmışdır. α -olefinlərin polimerləşməsinin qarşısını almaq məqsədi ilə reaksiya qarışığına 0,3% kütlə miqdarında hidroxinon əlavə edilir. Reaksiya aşağıdakı sxem üzrə gedir:



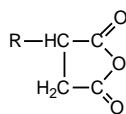
Kondensat, əvvəlcə α -olefinlərin artığını qovmaq üçün atmosfer təzyiqində, sonra isə vakuumda distillə edilmiş və 65-75 % (nəzəri kütlə) çıxımla AKT-nin anhidridləri alınmışdır. Sintez olunmuş anhidridlər açıq sarı rəngli özlü mayelərdir. Onlar asetonda, benzolda və digər polyar həlledicilərdə həll olurlar.

AKT anhidridlərinin fiziki-kimyəvi xassələri tədqiq edilmiş, göstəricilər cədvəl 1-də verilmişdir.

Sintez edilmiş anhidridlərin identifikasiyası İQ-, PMR- və NMR¹³C-spektroskopi-yası üsulları ilə təsdiq edilmişdir.

AKT anhidridlərinin İQ-spektrləri (Şəkl.1) Furye spektrofotometrində (İSİOFTİR) 500-4000 sm⁻¹ tezliklərində çəkilmişdir.

Alkenilkəhrəba turşuları anhidridlərinin fiziki-kimyəvi xassələri



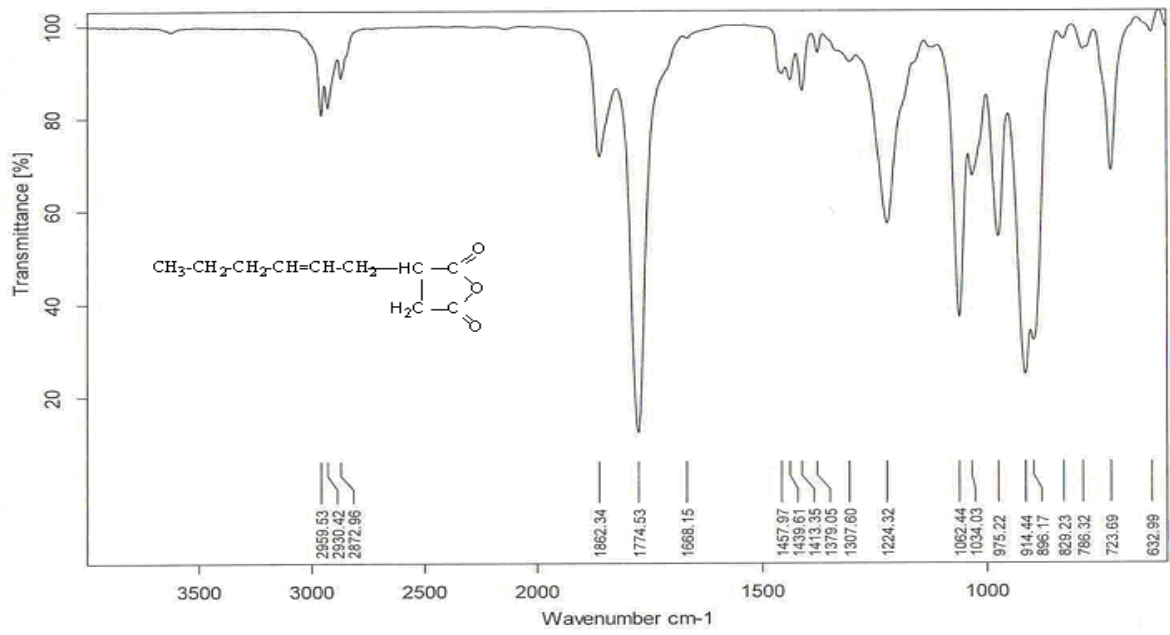
№	R	Çıxım, %	n_D^{20}	T. qay., $^{\circ}\text{C}/2\text{mm.c.s}$	Element tərkibi, %		Brutto formula	M_r	$T_{\text{don.}}$ $^{\circ}\text{C}$	d_4^{20}
					C	H				
1	n-C ₆ H ₁₁	75	1,4703	152-154	$\frac{65,46}{65,93}$	$\frac{7,81}{7,69}$	C ₁₀ H ₁₄ O ₃	182	-44	1,0060
2	n-C ₈ H ₁₅	73	1,4688	160-162	$\frac{67,94}{68,57}$	$\frac{8,69}{8,57}$	C ₁₂ H ₁₈ O ₃	210	-46	1,0020
3	n-C ₁₀ H ₁₉	69	1,4682	196-198	$\frac{70,11}{70,59}$	$\frac{9,36}{9,24}$	C ₁₄ H ₂₂ O ₃	238	-	1,0003

Heksenilkəhrəba turşusu (HKT) anhidridinin İQ spektrində molekulun tərkibində – CH=CH – rabitəsinin olması deformasiya rəqslərinə uyğun olan 829 sm^{-1} udulma zolağı ilə təsdiqlənir. Karbonil qrupuna məxsus olan rəqslər 1774-1862 sm^{-1} udulma zolağına uyğun gəlir. C-O-C rabitəsi isə 1224 sm^{-1} udulma zolağı ilə xarakterizə olunur [10].

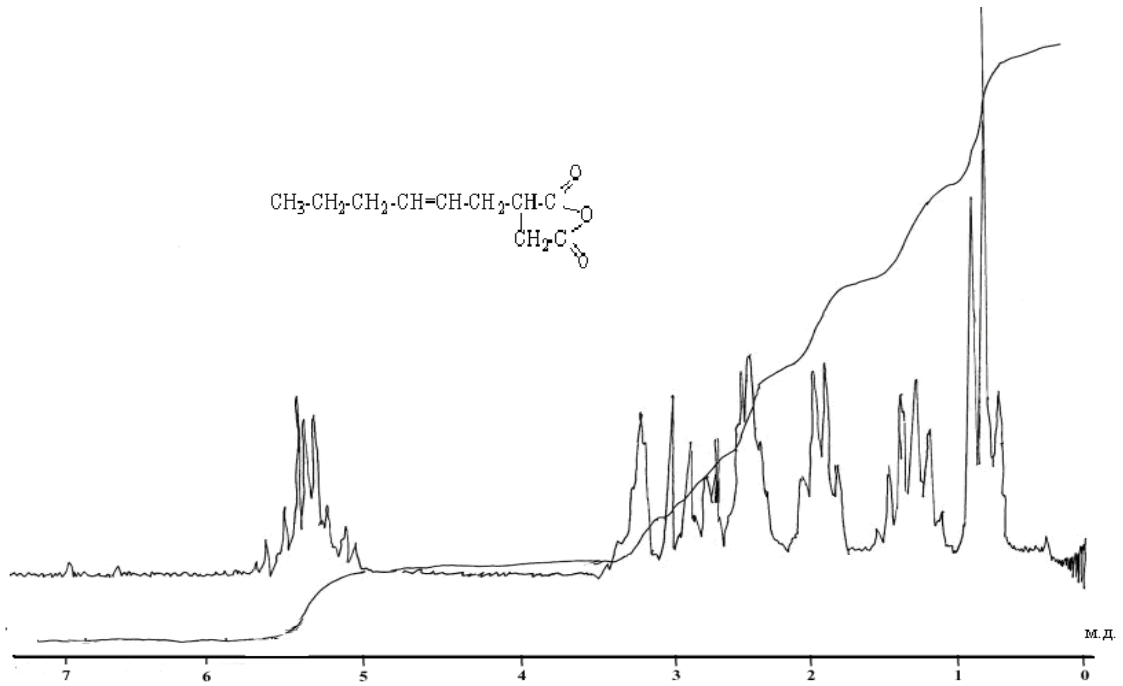
HKT anhidridinin PMR-spektri (Şək.2) “Tesla-487” spektrofotometrində 80mqh işçi tezliklərində çəkilmişdir.

$\delta=0,99$ m.h. və $\delta=1,45$ m.h.multipled şəkilli siqnallar molekulun tərkibində alkenil radikalının metil və metilen qruplarına uyğundur. Karbonil qrupunun və bilavasitə π - rabitənin yaxınlığında olan α - və β -karbon atomlarına məxsus olan siqnallar intensiv şəkildə görünmürlər. Onlara uyğun siqnallar geniş diapazonda ($\delta=1,75$ -3,50 m.h.) alınır. İkiqat rabitənin protonlarına uyğun siqnallar $\delta=5,58$ -5,75 m.h. intervalında triplet şəklində müşahidə olunur.

Molekulda hər bir karbon atomunun yerini təyin etməyə imkan verən NMR¹³C-spektrləri (Şək.3) çəkilmişdir. Bu spektrlər 20 mqh tezlikdə Varian firmasının FT-80A cihazında çəkilmişdir. Nümunə deyteriləşmiş aseton məhlulunda götürülmüşdür. Daxili etalon kimi dioksandan istifadə edilmişdir.



Şekil 1. HKT anhidridinin İQ- spektri



Şekil 2. HKT anhidridinin PMR- spektri

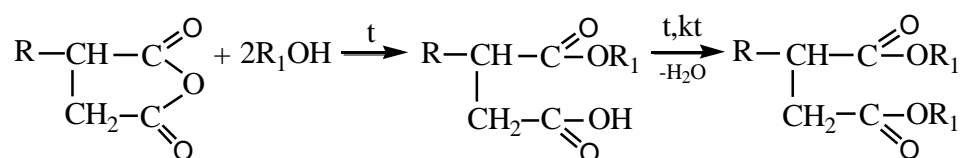
katalizatorlardan – para-toluolsulfoturşu (PTST), Seokar-2 katalizatorlarından istifadə olunmuşdur. Məlum olmuşdur ki, aşağı molekullu spirtlərin efirləşməsində PTST katalizatorundan, yuxarı molekullu spirtlərin reaksiyasında isə Seokar-2 katalizatorundan istifadə daha məqsədəuyğundur [11].

Kiçik molekullu spirtlərin efirləşməsi zamanı azeotrop həlledicilərdən benzol, toluol və p-ksiloldan istifadə olunmaqla proses onların qaynama temperaturları intervalında aparılır. AKT anhidridlərinin yuxarı molekullu spirtlərlə efirləri isə götürülən spirtlərin artığında, onların qaynama temperaturları intervalında sintez edilmişdir.

Götürülən katalizatorların miqdarı isə reaksiya daxil olan maddələrin - PTST üçün 0,5%, Seokar-2 üçün isə 1,5% miqdarında olur. Diefirlərin alınmasında götürülən anhidridlərin və spirtlərin mol nisbəti 1:2; 1:3 tərtibində olur.

Reaksiyanın sonu ayrılan suyun miqdarına, həmçinin turşu ədədinə görə müəyyən edilmişdir. Efirləşmə prosesi adətən 6-8 saat davam edir. Katalizator kimi PTST götürüldükdə eterifikat su ilə yuyulur, MgSO₄ ilə qurudulur, sonra həlledici su nasosu ilə qovulur. Katalizator kimi Seokar-2 götürüldükdə isə eterifikat filtrdən keçirilir, son məhsul qovulmaq üçün vakuuma verilir.

Məlum olmuşdur ki, AKT anhidridlərinin efirləşməsi reaksiyasında əvvəlcə anhidrid həlqəsinin açılması nəticəsində monoefir alınır, İkinci karboksil qrupunun efirləşməsi isə bir qədər ləng gedir. Bu onunla izah edilir ki, vitsinal vəziyyətdə olan karboksilat anionu protonu daha böyük qüvvə ilə cəzb etdiyindən (+İ – effekti) 2-ci karboksil qrupunun efirləşməsi çətinləşir.



harada ki, R – C₆H₁₁, C₈H₁₅, C₁₀H₁₉

R₁= C₄H₉ ÷ C₁₀H₂₁; ts-C₆H₁₁; ts-CH₃- C₆H₁₁; C₆H₅-CH₂

Beləliklə, efirləşmə prosesini 2 mərhələyə bölmək olar: birinci mərhələdə həlqənin açılması ilə 1 spirt molekulu birləşir, sonradan isə daha yuxarı temperaturlarda 2-ci karboksil qrupu reaksiyaya daxil olur. Reaksiyanın 2-ci

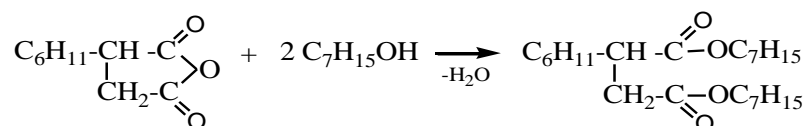
mərhələsi axıra qədər getmir, bunu eterifikasiya məhsullarının tərkibində 10-15%-qədər monoefirlərin olması sübut edir. Bu monoefirlərin qaynama temperaturu diefirlərdən 30-40⁰C aşağı olduğundan onları asanlıqla ayırmaq mümkündür. Monoefirləri yenidən efirləşdirməklə diefirlərə çevirmək olur. Sonda qovulmayan 1-5,2%-ə qədər qalıq alınır.

AKT anhidridlərinin efir qruplarında hər iki spirt radikalı eyni olduqda belə efirləri simmetrik, müxtəlif olduqda isə qeyri-simmetrik efirlər adlandırılır.

AKT anhidridlərinin alifatik spirtlərlə müqayisədə tsiklik spirtlərlə efirləşməsi (tsikloheksanol, metiltsikloheksanol, həmçinin benzil spirti) çətin getdiyindən [12, 13] efirləşmə reaksiyasının getmə müddəti daha uzun olur. Tsiklik efirlərin çıxımı, alifatik efirlərə nisbətən aşağı olur. Tsiklik efirlərin çıxımı həmçinin katalizatorun növündən də asılıdır. Belə ki, AKT-nin dimetiltsikloheksanol efirinin çıxımı PTST olanda (reaksiya qarışığının (r.q.) 0,5% miqdarında) 60,59%, Seokar-2 iştirak edəndə isə 51,33% təşkil edir.

AKT-nin mürəkkəb efirləri açıq-sarı rəngli mayelərdir. Bu efirlər üzvi həlledicilərdə yaxşı, suda isə həll olurlar.

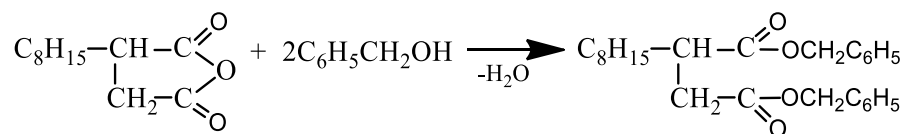
HKT-nin diheptil efirinin sintezi:



Qarışdırıcı, termometr və əks soyuducu ilə təchiz olunmuş üçboğazlı efirləşmə kolbasına 100 q (0,55 mol) HKT-nin anhidridi, 191q (1,65 mol) heptil spirti və 3,39q (r.q. 1,5%-i) Seokar-2 katalizatoru yerləşdirilir. Reaksiya suyun ayrılması sona çatana qədər (6 saat) davam etdirilir. Eterifikat filtdən keçirilir və vakuumda qovulur. Nəticədə 198 q (nəzəri çıxımın 91%) HKT-nin diheptil efiri və 13,58 q (8,3%) monoefir alınır. 1,9 q (0,65%) sıxlaşma məhsulu olan qalıq təşkil edir.

Analoji olaraq AKT anhidridlərinin oktanol-1, nonanol-1, dekanol-1 və dodekanol-1, eləcə də tsiklik quruluşlu spirtlər - tsikloheksanol, metiltsikloheksanol və benzil spirti ilə diefirləri sintez olunmuşdur.

Oktenilkərəba turşusunun (OKT)-nin benzil spirti ilə mürəkkəb efirlərinin sintezi

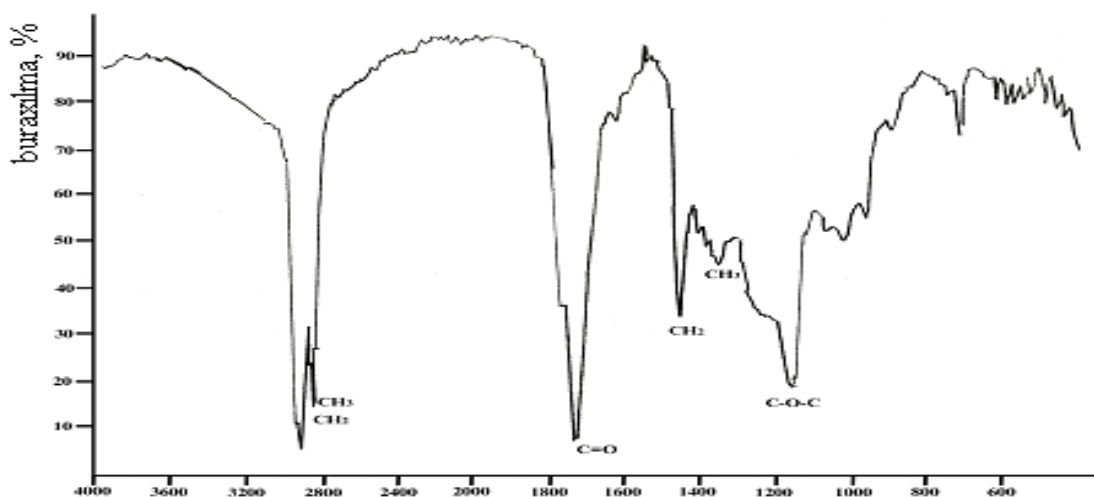


52,5 q (0,25 mol) OKT-nin anhidridi, 81 q (0,75 mol) benzil spirti, 50 ml p-ksilol və 1,6 q (r.q.1,5%) Seokar-2 katalizatoru reaksiya kolbasına yerləşdirilir, reaksiya suyunun tam ayrılmasına qədər qızdırılır (8 saat) . Eterifikat filtdən keçirildikdən sonra vakuumda distillə edilir. 77,32 q (75,8%) dibenzil efiri, 22,02 q (21,6%) OKT-nin monobenzil efiri alınır. Kolbada qalan 4,82 q (4,7%) qalıq isə qovulmur.

Vitsinal quruluşa malik alkenilkəhrəba turşusunun müxtəlif quruluşlu mürəkkəb efirlərinin fiziki-kimyəvi, eləcə də özlülük-temperatur xassələri öyrənilmişdir (turşu ədədi (ГОСТ 5985-79), özlülüüyü (ГОСТ 33-2000), açıq tiqeldə alışıma temperaturu (ГОСТ 4333-87), donma temperaturu (ГОСТ 20287-91).

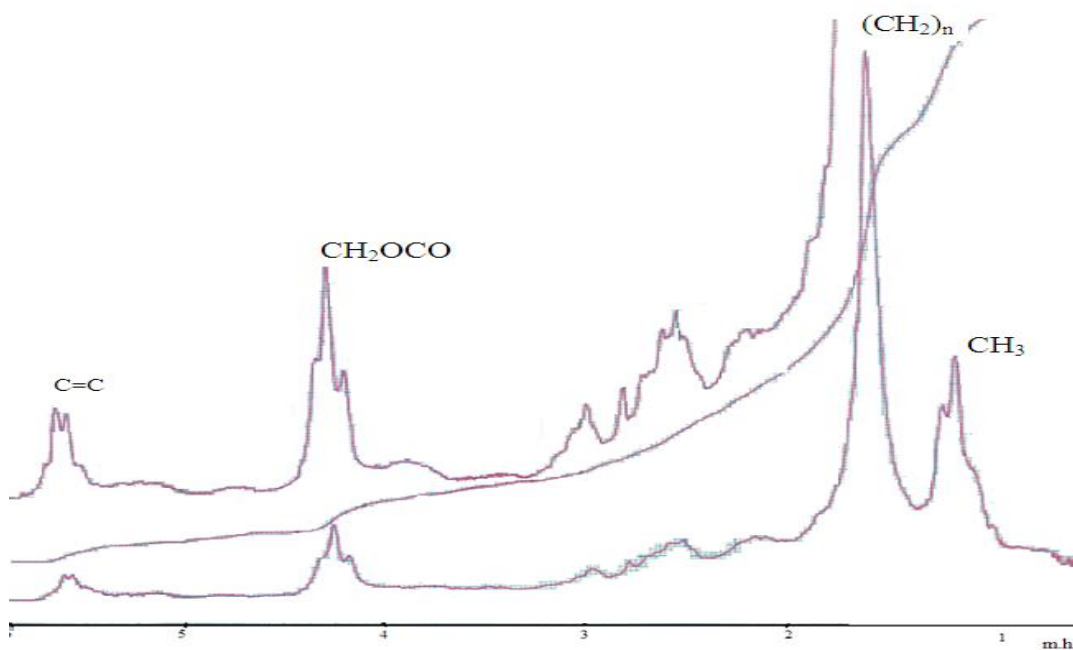
Sintez edilmiş efirlərin quruluşu element analizi, İQ –və PMR-spektroskopiya üsulları ilə təsdiqlənmişdir (Şək.4 və 5). İQ-spektrlər UR-20 spektrofotometrində 400-4000 sm^{-1} sahəsində NaCl, KBr, LiF prizmaları üzərində və “Bruker” spektrofotometrində çəkilməmişdir. Standart kimi heksametildisiloksan (ГМДС) götürülmüşdür.

HKT-nun diheptil efirinin İQ spektrində (Şək. 4) (4000-400 sm^{-1} diapazonunda çəkilməmişdir) 2850-2980 sm^{-1} , 1350-1408 sm^{-1} və 750 sm^{-1} sahələrində udulma zolaqları müşahidə olunmuşdur ki, bunlar da molekulun alkil və asil hissəsində müvafiq olaraq CH, CH₂, CH₃ sistemində C-H əlaqəsinin valent, deformasiya rəqslərinə uyğundur. 1730 və 1150-1280 sm^{-1} sahələrində müşahidə olunan udulma zolaqları müvafiq olaraq C=O karbonil və C-O-C mürəkkəb efir qrup əlaqələrinə uyğundur.



Şəkil 4. AKT turşusunun dioktil efinin İQ-spektri

HKT-nun diheptil efinin PMR spektri (Şəkil 5) Tesla-80 cihazında, CCl_4 həlledicisində, 29°C -də (daxilietalon kimi HMDS) çəkilmişdir.



Şəkil 5. AKT-nun diheptil efinin PMR spektri

Göründüyü kimi, $\delta=0,5-1,25$ m.h.-də, yəni molekulun asil və alkil hissəsindəki CH_3 qruplarının protonlarına aid hissəsində duplet şəklində özünü biruzə verir. Mərkəzi $\delta=1,5$ m.h. olan sinqlet molekulun alkil və asil hissəsində $(\text{CH}_2)_n$ -in protonlarını xarakterizə edir. $1,75 - 3,0$ m.h.-də müşahidə olunan

multiplet molekulun asil hissəsində α -CH, α -CH₂ və β -CH₂ protonlarına $\delta=4,2$ m.h.-dəki triplet isə molekulun alkil hissəsində α -CH₂ protonlarına aid edilir. Mərkəzi $\delta=5,5$ m.h. olan siqnallar isə HC=CH qruplarının protonlarını xarakterizə edir.

Alkenilkəhrəba turşusunun (AKT) simmetrik efirləri sarımtıl rəngli üzvü həlledicilərdə yaxşı həll olub, suda isə həll olmayan mayelərdir. Onların fiziki-kimyəvi xassələri öyrənilmiş və göstəriciləri cədvəl 2-də verilmişdir. Cədvəldən göründüyü kimi izo-quruluşlu spirtlərdən alınmış efirlərin qaynama temperaturu, sıxlığı və çıxımı normal quruluşlu spirtlərdən alınmış efirlərlə müqayisədə daha aşağı olur. Eyni sayda karbon atomu saxlayan alifatik və tsiklik spirt radikallı mürəkkəb efirləri müqayisə etdikdə görürük ki, tsiklik (CH₃C₆H₁₀ və C₆H₅CH₂) spirtlərdən alınmış efirlərin qaynama temperaturları alifatik radikallı efirlərdən çox da fərqlənməsə də sıxlıqları və şüasındırma əmsallarına görə daha yüksək, çıxıma görə isə aşağı göstəricilərə malikdirlər.

AKT-nun simmetrik efirlərinin özlülük-temperatur xassələri öyrənilmişdir. Göstəricilər cədvəl 3-də verilmişdir.

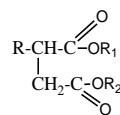
Müəyyən edilmişdir ki, heksenilkəhrəba turşusunun (HKT) C₇-C₈ normal quruluşlu alifatik spirtlərlə efirləri 100⁰C-də daha aşağı özlülüyə malik olurlar. Tsiklik quruluşlu spirt radikalına malik diefirlərin özlülüyü daha yüksəkdir (məsələn, 2,54 mm²/s diheptil, 5,68 mm²/s di-metilsikloheksil efirində), 50⁰C-də isə uyğun olaraq 7,07-28,61 mm²/s olur.

Bu efirlərin mənfi 40⁰C-də özlülükləri kəskin fərqlənir, beləki, diheptil efirində 1342,70 mm²/s olduğu halda di-metilsikloheksil efiri artıq mənfi 20⁰C-də 28560,8 mm²/s özlülüyə malik olur. Onlar donma temperaturlarına görə də kəskin fərqlənirlər (uyğun olaraq mənfi 64⁰C və mənfi 36⁰C - donma temperaturuna malikdirlər). Oktenil (OKT) və desenil kəhrəba turşularının (DKT) müvafiq efirləri daha yüksək özlülüyə və donma temperaturuna malik olurlar.

AKT-nun simmetrik efirlərinin fiziki-kimyəvi xassələri

№	R	R ₁	Çıxım, %	T _{qaynama} , °C/mm c.st.	n _D ²⁰	d ₄ ²⁰	Tapılmış/Hesablanmış			Turşu ədədi, mqKOH/q	Brutto formulu
							M _r	C, %	H, %		
1	C ₆ H ₁₁	n-C ₇ H ₁₅	91,0	224-227/2	1,4512	0,9225	<u>395</u> 396	<u>72,50</u> 72,73	<u>11,30</u> 11,11	6,92	C ₂₄ H ₄₄ O ₄
2	- "" -	n-C ₈ H ₁₇	85,6	246-250/2	1,4524	0,9190	<u>425</u> 424	<u>73,67</u> 73,58	<u>11,34</u> 11,30	1,42	C ₂₆ H ₄₈ O ₄
3	- "" -	ikili-C ₈ H ₁₇	41,8	234-238/2	1,4526	0,9150	<u>420</u> 424	<u>73,63</u> 73,56	<u>11,39</u> 11,30	2,65	C ₂₆ H ₄₈ O ₄
4	- "" -	ts-C ₆ H ₁₁	57,0	203-208/2	1,4772	0,9885	<u>362</u> 364	<u>72,70</u> 72,52	<u>10,35</u> 9,89	8,4	C ₂₂ H ₃₆ O ₄
5	- "" -	CH ₃ C ₆ H ₁₀	51,33	230-234/2	1,4732	0,9873	<u>392</u> 392	<u>74,00</u> 73,41	<u>10,35</u> 10,20	6,07	C ₂₄ H ₄₀ O ₄
6	- "" -	C ₆ H ₅ CH ₂	73,68	256-258/2	-	1,0537	<u>380</u> 380	<u>76,01</u> 75,79	<u>6,79</u> 7,36	1,4	C ₂₄ H ₂₈ O ₄
7	C ₈ H ₁₅	n-C ₅ H ₁₁	82,22	200-202/2	1,4508	0,9360	<u>370</u> 368	<u>71,78</u> 71,74	<u>10,82</u> 10,87	0,55	C _{2,2} H ₄₀ O ₄
8	- "" -	n-C ₆ H ₁₃	85,98	212-214/2	1,4513	0,9354	<u>398</u> 396	<u>72,77</u> 72,73	<u>11,08</u> 11,11	0,9	C ₂₄ H ₄₄ O ₄
9	- "" -	ts-C ₆ H ₁₁	59,2	215-218/2	1,4788	0,9895	<u>395</u> 392	<u>73,51</u> 73,47	<u>10,15</u> 10,20	3,2	C ₂₄ H ₄₀ O ₄
10	- "" -	C ₆ H ₅ CH ₂	75,8	262-265/2	-	1,0558	<u>412</u> 408	<u>76,49</u> 76,47	<u>7,78</u> 7,84	0,5	C ₂₆ H ₃₂ O ₄
11	C ₁₀ H ₁₉	n-C ₅ H ₁₁	85,50	208-212/2	1,4518	0,9346	<u>399</u> 396	<u>73,60</u> 73,58	<u>11,08</u> 11,11	1,2	C ₂₄ H ₄₄ O ₄
12	- "" -	n-C ₆ H ₁₃	88,36	215-218/2	1,4536	0,9342	<u>424</u> 424	<u>74,64</u> 74,34	<u>11,44</u> 11,32	0,7	C ₂₆ H ₄₈ O ₄
13	- "" -	ts-C ₆ H ₁₁	55,9	222-224/2	-	0,9890	<u>420</u> 420	<u>77,04</u> 77,06	<u>11,48</u> 10,48	1,2	C ₂₆ H ₄₄ O ₄
14	- "" -	C ₆ H ₅ CH ₂	78,8	270-272/2	-	1,0702	<u>412</u> 436	<u>77,02</u> 77,06	<u>8,23</u> 8,25	0,8	C ₂₈ H ₃₆ O ₄

AKT-nin simmetrik efirlərinin özlülük-temperatur xassələri



№	R	R ₁	Özlülük, mm ² /s 0 ⁰ C-də							Özlülük indeksi	Temperatur, ⁰ C	
			100	50	0	-10	-20	-30	-40		donma	alışma
1	C ₆ H ₁₁	n-C ₇ H ₁₅	2,54	7,07	53,39	70,3	179,8	542,4	1342,70	97,0	-66	212
2	- "" -	n-C ₈ H ₁₇	3,04	8,09	63,33	121,8	283,79	650,41	1470,63	152,2	-64	223
3	- "" -	ikili-C ₈ H ₁₇	3,08	8,48	-	-	-	-	2225,28	142,0	-62	240
4	- "" -	tsik-C ₆ H ₁₁	5,52	27,52	1891,2	4392,44	27699,3	-	-	33,5	-34	228
5	- "" -	CH ₃ C ₆ H ₁₀	5,68	28,61	1984,05	4585,86	28560,8	-	-	36,5	-36	230
6	- "" -	C ₆ H ₅ CH ₂	3,53	12,09	211,93	641,88	2697,9	16112,9	-	76,0	-36	246
7	C ₈ H ₁₅	n-C ₅ H ₁₁	2,18	5,52	35,25	66,32	148,9	364,98	712,32	118,0	-66	210
8	- "" -	n-C ₆ H ₁₃	2,40	6,00	32,52	66,64	152,2	394,22	718,65	133,6	-66	214
9	- "" -	ts-C ₆ H ₁₁	5,65	28,02	1999,93	4665,5	32352,6	-	-	33,6	-34	232
10	- "" -	C ₆ H ₅ CH ₂	3,68	12,85	215,3	647,7	2785,36	17752,6	-	80,9	-32	248
11	C ₁₀ H ₁₉	n-C ₅ H ₁₁	2,59	7,08	36,20	67,55	151,26	370,2	855,62	112,9	-62	218
12	- "" -	n-C ₆ H ₁₃	2,96	8, 24	55,58	72,22	165,4	402,32	906,72	138,1	-62	222
13	- "" -	ts-C ₆ H ₁₁	5,92	30,12	2008,82	4988,74	34210,1	-	-	37,3	-30	240
14	- "" -	C ₆ H ₅ CH ₂	3,88	13,55	288,74	702,2	2987,5	19984,4	-	96,7	-32	254

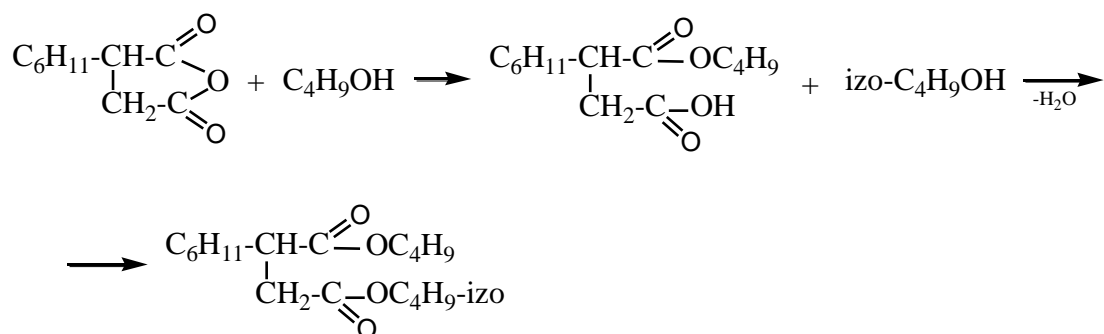
1.3. AKT-nin alifatik və alitsiklik spirtlərlə qeyri-simmetrik efirlərinin sintezi

AKT-nin qeyri-simmetrik efirlərini 2 üsulla almaq olar: efirləşməni süni yolla hazırlanmış spirtlər qarışığı ilə aparmaqla və ya spirt molekulunun aktivliyini nəzərə almaqla mərhələli efirləşmə yolu ilə.

Birinci halda gözlənilən effekti almaq mümkün olmur: beləki spirt qarışığındakı aktiv spirt molekulları ilk növbədə reaksiyaya daxil olduğundan, alınan məhsul eyni spirt radikalı saxlayan 2 diefirin qarışığından ibarət olur. Qeyri-simmetrik efir almaq üçün ən əlverişli üsul – mərhələli efirləşmə üsuludur.

AKT-nin tərkibində 2 müxtəlif spirt radikalı olan efirlər sintez edilmişdir. Məsələn: tərkibində normal- və izo-quruluşlu; alifatik və alitsiklik; həmçinin alifatik və aromatik spirtlər olan efirlər alınmışdır.

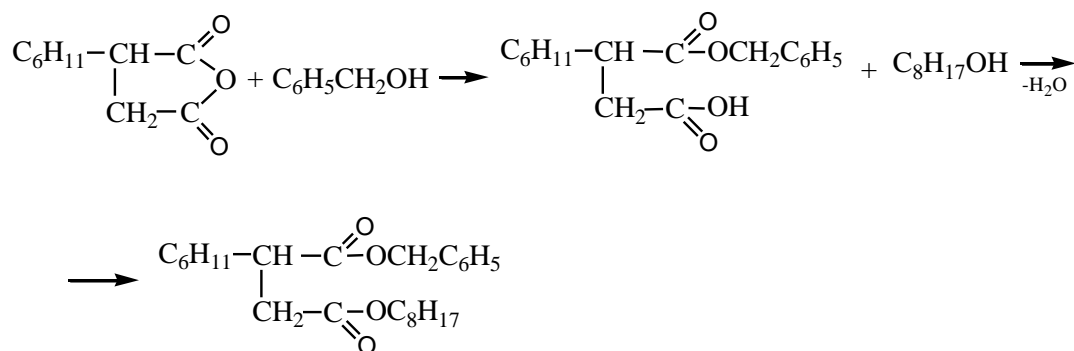
HKT-nin butil və izobutil spirti ilə qeyri-simmetrik efirlərinin sintezi:



45,5 q (0,25 mol) HKT anhidridi üzərinə 18,5 q (0,25 mol) butil spirti əlavə edilir və qarışıq 100⁰C temperaturda 3 saat müddətində qızdırılır. Qarışıqın turşu ədədi təyin edilir. Turşu ədədinin 235,98 mqKOH/q miqdarında 37 q (0,5 mol) izobutil spirti əlavə olunur və qarışıqda həmçinin 0,419 (0,5%) PTST da əlavə edilir. Reaksiya suyu ayrıldıqdan sonra eterifikat su ilə yuyulur, qurudulur və vakuumda qovulur. 66,2 q (84,9%) HKT diefiri, 9,78 q (12,54%) monoefir və 2 q (2,56%) qalıq alınır.

Analoji olaraq HKT-nin n-heksil və nonil; n-butyl-dodesil; n-heksil-desil; n-heksil-dodesil spirtləri ilə də efirləri sintez edilmişdir.

HKT-nin benzil və heptil spirtləri ilə qeyri-simmetrik efirinin sintezi



136,5 q (0,75 mol) HKT anhidridi üzərinə 81q (0,75 mol) benzil spirti əlavə edilir (1:1). Qarışıq 120-130⁰C temperaturda 3 saat qarışdırılır. Qarışığın turşu ədədi müəyyən edilir. Turşu ədədinin 192,2 mqKOH/q qiymətində reaksiya qarışığı üzərinə 195 q (1,5 mol) oktil spirti və 4,88 q (1,5%) Seokar-2 əlavə olunur. Efirləşmə spirtin qaynama temperaturunda, reaksiya suyunun tam ayrılmasına qədər aparılır. Sonra eterifikat filtirdən keçirilir və vakuumda qovulur. 253,65 q (84,13%) qeyri-simmetrik efir, 43,26 q (14,35%) monoefir və 4,58q (1,52%) qalıq alınır.

AKT-nun qeyri-simmetrik efirləri sintetik sürtkü yağlarının əsası kimi tövsiyyə olunmuşlar [14].

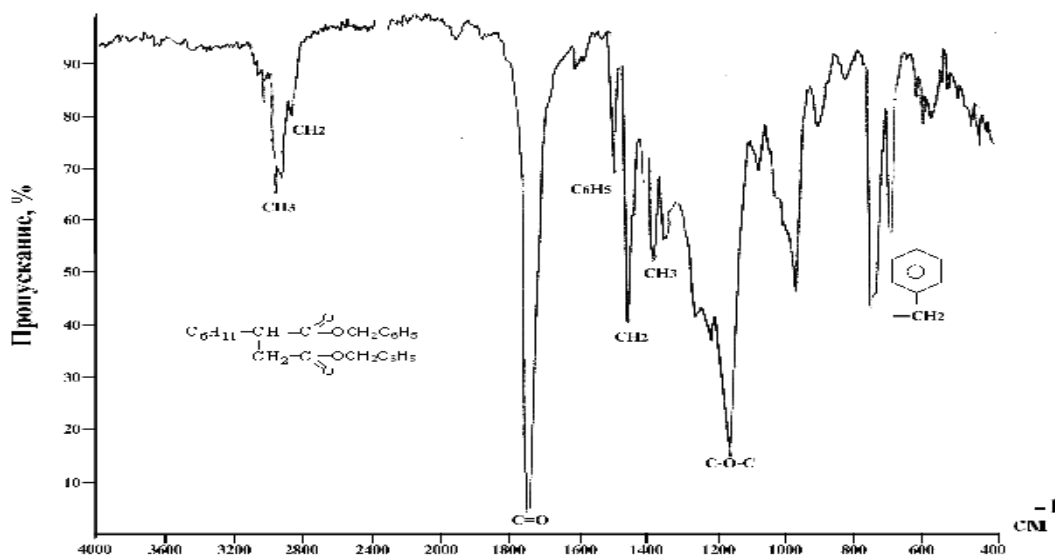
AKT-nin sintez edilmiş qeyri-simmetrik efirlərinin fiziki-kimyəvi xassələri öyrənilmişdir. Bu efirlər acıq-sarı rəngli mayelər olub, yüksək qaynama temperaturlarına malikdirlər. Göstəricilər cədvəl 4-də verilmişdir.

Bu efirlərin quruluşu İQ- spektroskopiyası üsulu ilə təsdiq edilmişdir. HKT-nun dibenzil efirində 720 sm⁻¹ udulma zolağı müşahidə olunur ki, bu da –CH₂ qruplarının protonlarının rəqslərinə müvafiqdir (Şəkil 6). Həmçinin 1390 sm⁻¹ udulma zolağının deformasiya, 2860 sm⁻¹, 2960 sm⁻¹ zolaqlarında isə valent tezlikləri müşahidə olunur ki, bu da metil qrupları üçün xarakterdir. 1460 sm⁻¹-də deformasiya, 2840 sm⁻¹, 2920 sm⁻¹-də isə valent tezliklərinin olması metilen qruplarının iştirakına sübutdur.

Bunlardan əlavə spektrdə 1340 sm⁻¹-də deformasiya, 2890 sm⁻¹-də valent rəqslərinin olması, həmçinin –CH₂ qrupları üçün xarakterikdir. 700, 750 və 820 sm⁻¹ udulma zolaqları isə əvəzli benzol həlqəsinin qeyri-üfüqi deformasiya tezliklərinə uyğundur.

HKT-nun qeyri-simmetrik efirlərinin fiziki-kimyəvi xassələri

№	R ₁	R ₂	Nisbət, %	Çıxım, %	n _D ²⁰	d ₄ ²⁰ , q/sm ³	T _{qaynama} , °C/mm.c.st.	Turşu ədədi, mqKOH/q
15	n-C ₄ H ₉	izo-C ₃ H ₇	50:50	74,5	1,4435	0,9378	162-168/2	4,79
16	n-C ₄ H ₉	izo-C ₄ H ₉	50:50	84,89	1,4468	0,9366	172-180/2	3,82
17	n-C ₄ H ₉	n-C ₁₂ H ₂₅	50:50	71,1	1,4558	0,9108	240-260/2	10,64
18	n-C ₆ H ₁₃	n-C ₉ H ₁₉	50:50	81,2	1,4530	0,9214	204-224/2	1,12
19	n-C ₆ H ₁₃	n-C ₁₀ H ₂₁	50:50	72,17	1,4540	0,9108	215-245/2	1,96
20	n-C ₆ H ₁₃	n-C ₁₂ H ₂₅	50:50	70,35	1,4558	0,9075	232-270/2	1,30
21	n-C ₆ H ₁₁	n-C ₇ H ₁₅	50:50	48,94	1,4578	0,9473	210-223/2	4,78
22	CH ₃ -C ₆ H ₁₀	n-C ₇ H ₁₅	50:50	59,59	1,4583	0,9416	213-218/2	1,20
23	CH ₃ -C ₆ H ₁₀	n-C ₈ H ₁₇	75:25	80,24	1,4666	0,9591	220-227/2	1,46
24	C ₆ H ₅ -CH ₂	n-C ₇ H ₁₅	50:50	70,38	-	0,9717	232-244/2	-
25	C ₆ H ₅ -CH ₂	n-C ₉ H ₁₉	50:50	84,13	1,4703	0,9578	244-250/2	neytral

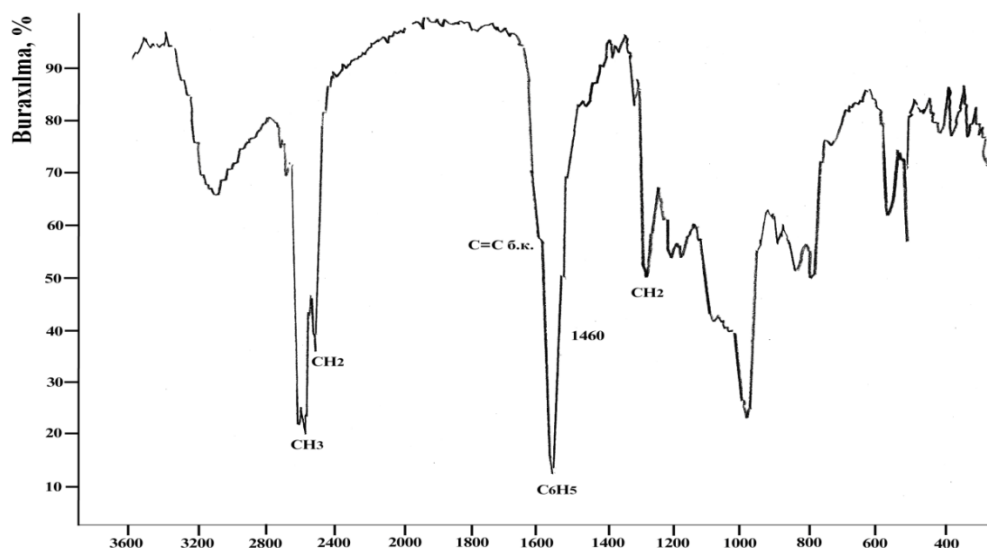


Şəkil 6. AKT-nin dibenzil efirinin İQ spektri

1500, 1590 sm^{-1} tezliklərində müşahidə olunan maksimumlu zolaqlar benzol həlqəsi üçün xarakterikdir, 1600 sm^{-1} -də isə benzol həlqəsindəki π - əlaqəsi üçün səciyyəvidir.

Bundan əlavə 1065 sm^{-1} udulma zolağında simmetrik, 1220, 1270 sm^{-1} isə asimmetrik valent dəyişikliyi müşahidə edilir ki, bu da C-O-C qruplarına uyğundur. Spektrdə 920, 980 sm^{-1} udulma zolağında maksimumlara rast gəlinir ki, bunlar da doymamış karbohidrogenlərin C=C əlaqələrinə müvafiqdir.

Bir ədəd benzil qrupunun heptil spirt radikalı ilə əvəz olunmuş q/simmetrik efirinin İQ spektri simmetrik efirlə demək olar ki, eynidir (Şəkil 7). Ancaq benzol həlqəsinə xas olan udulma zolağı simmetrik efirdə qeyri-simmetrik efirdə olduğundan daha intensiv xarakterlidir.



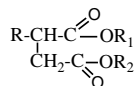
Şəkil 7. AKT-nun benzil və heptil spirtləri əsasında alınmış qeyri-simmetrik efirinin İQ spektri

Həmçinin efirlərdə müvafiq funksional qrupların optiki sıxlığı da təyin olunmuşdur. Simmetrik efirdə optiki sıxlıq $D_{1460}(\text{CH}_2)=0,3534$, $D_{1610}(\text{benzol həlqəsi üçün } \pi\text{-əlaqə})=0,1094$, qeyri-simmetrik efirlərdə isə $D_{1460}(\text{CH}_2)=0,4821$ artıq, $D_{1610}(\text{benzol həlqəsi üçün } \pi\text{-əlaqə})=0,0524$ aşağı olması bir daha qeyri-simmetrik efirlərin quruluşunu təsdiq edir. Metilsikloheksanol və heptanol-1 əsasında alınmış

qeyri-simmetrik efirlərin quruluşu da optiki sıxlığın təyini yolu ilə sübuta yetirilmişdir. Nəticələr 5-ci cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 5

HKT-nun qeyri-simmetrik efirlərində funksional qrupların optik sıxlıqları



R ₁	R ₂	D ₁₄₆₀ (benzil)	D ₁₆₁₀ (benzol)	D ₉₅₀ (naften)
C ₆ H ₅ -CH ₂	C ₆ H ₅ -CH ₂	0,3534	0,1094	-
C ₆ H ₅ -CH ₂	n-C ₇ H ₁₅	0,4821	0,0524	-
CH ₃ -C ₆ H ₁₀	CH ₃ -C ₆ H ₁₀	0,7501	-	0,3632
CH ₃ -C ₆ H ₁₀	n-C ₇ H ₁₅	0,8890	-	0,2688

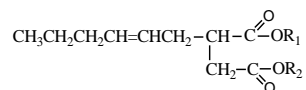
Qeyri-simmetrik efirlərin özlülük-temperatur göstəriciləri 6-cı cədvəldə verilmişdir. Cədvəldən göründüyü kimi, normal quruluşlu spirt radikalı olan simmetrik efir molekuluna izo-quruluşlu radikalın daxil edilməsilə aşağı temperatur-özlülük göstəricilərində kəskin dəyişikliklər baş verir. Məsələn, tərkibində C₄ normal quruluşlu alkil radikalı olan efirlərin özlülüyü mənfi 40⁰C-də 614,26 mm²/s olduğu halda, qeyri-simmetrik efirlərdə izo-C₄H₉ radikalı olanda özlülük 1222,4 mm²/s olur, özlülük indeksləri isə 12 vahid azalır (106,5-dən 94,5-ə enir).

Ditsiklik spirt radikalları olan efirə alifatik spirt radikalı (məsələn, ditsikloheksanol efiri molekuluna alifatik C₇H₁₅-radikalı) daxil etməklə özlülük indeksini (Öİ) 33,5-dən 115,3 vahidə qaldırmaq, donma temperaturunu isə mənfi 34⁰C-dən mənfi 64⁰C-ə qədər endirmək mümkün olur.

Bu AKT-nin tərkibində aromatik və alifatik fraqmentlər olan qeyri-simmetrik efirlərində də müşahidə edilir.

Mərhələli efirləşmə yolu ilə sintez edilmiş efirlər birbaşa spirt qarışıqlarından alınmış efirlərdən özünün özlülük-temperatur göstəricilərinə görə fərqlənirlər.

Heksenil kəhrəba turşusunun qeyri-simmetrik efirlərinin özlülük-tümperatur xassələri



№	R ₁	R ₂	Özlülük, mm ² /s 0 ⁰ C-də			Özlülük indeksi	Temperatur, ⁰ C	
			100	50	-40		donma	alışma
15	H-C ₄ H ₉	изо-C ₃ H ₇	1,73	4,11	669,6	97,2	-68 дВ.	172
16	H-C ₄ C ₉	изо-C ₄ H ₉	1,86	4,56	1222,4	94,5	-68 дВ.	184
17	H-C ₄ C ₉	H-C ₁₂ H ₂₅	3,62	10,93	-	135,1	-38	230
18	H-C ₆ H ₁₃	H-C ₉ H ₁₉	2,95	8,18	1939,05	136,0	-64	230
19	H-C ₆ H ₁₃	H-C ₁₀ H ₂₁	3,13	8,85	2803,1	134,4	-54	242
20	H-C ₆ H ₁₃	H-C ₁₂ H ₂₅	3,83	10,99	-	169,6	-28	244
21	Ц-C ₆ H ₁₁	H-C ₇ H ₁₅	2,92	8,34	3174,1	115,3	-64	234
22	CH ₃ C ₆ H ₁₀	H-C ₇ H ₁₅	3,08	9,42	4034,0	103,0	-58	232
23	CH ₃ C ₆ H ₁₀	H-C ₈ H ₁₇	4,12	14,98	4826,49	87,4	-52	228
24	C ₆ H ₅ CH ₂	H-C ₇ H ₁₅	2,86	7,92	3449,25	124,28	-62	236
25	C ₆ H ₅ CH ₂	H-C ₉ H ₁₉	3,25	9,47	4195,9	130,0	-60	242
26*	*H-C ₆ H ₁₃	H-C ₉ H ₁₉	3,01	8,51	2331,46	125,8	-62	224

*- spirtlərin qarışığı

Bu onunla izah edilir ki, spirt qarışıqları ilə reaksiyada, ilk növbədə aktiv spirt molekulu reaksiyaya daxil olur, sonra isə nisbətən passiv olan spirt reaksiyaya daxil olur. Bunun nəticəsində son məhsul 2 simmetrik efirin qarışığından ibarət olur.

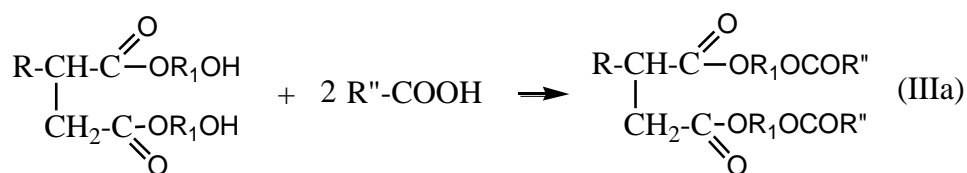
1.4. HKT-nun kompleks efirlərinin sintezi

AKT-nin kompleks efirlərinin sintezi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Kompleks efirlər AKT anhidridi, qlikollar və alifatik quruluşlu yağ turşuları əsasında sintez edilmişdir. Bu efirlər sintetik sürtkü yağlarının əsası kimi tövsiyə olunmuşlar [15].

Kompleks efirlərin sintezi iki və üç mərhələdə aparılır.

Efirləşmənin birinci mərhələsi anhidridin qlikola 1:1 nisbətində aparıldıqda efir(I), 1:2 nisbətində isə efir (II) alınır.

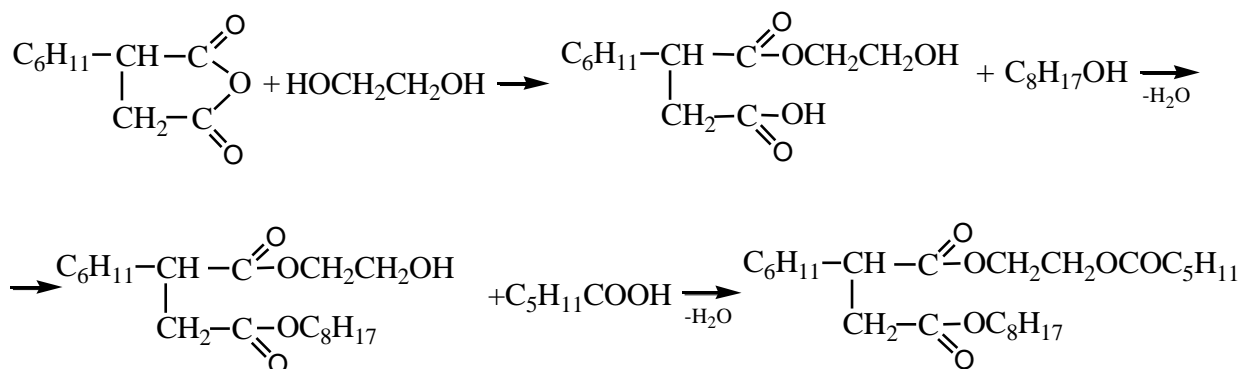
Anhidrid həlqəsinin asan açıldığını nəzərə alaraq birinci istiqamətdə ilkin mərhələ 120-130⁰C temperaturda, katalizatorsuz aparılmışdır. Reaksiyanın sonu



Reaksiya efirin turşuya 1:2 nisbətində aparılmışdır. Tünd rəngli eterifikat vakuumda distillə edilmişdir. Əsas məhsulla yanaşı mono-, poliefir və sıxlaşma məhsulu olan qalıq alınır.

Kompleks efirlər yüksək qaynama temperaturuna malik sarı rəngli yağa bənzər mayelərdir.

HKT anhidridi, etilenqlıkol, oktanol və kapron turşusu əsasında kompleks efirin sintezi.

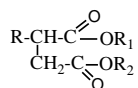


Efirləşmə kolbasında 60,6 q (0,33 mol) HKT anhidridi üzərinə 20,6 q (0,33 mol) etilenqlıkol əlavə edilib 120-130⁰C temperaturda 3 saat müddətində qarışdırılır. Sonra, turşu ədədi 228 mqKOH/q olan reaksiya qarışığı üzərinə 86,6 q (0,66 mol) oktanol və 1,87 q (r. q. görə 1,5%) Seokar-2 katalizatoru əlavə edilir. Reaksiya 6 ml su ayrılana qədər davam etdirilir. Daha sonra qarışıq üzərinə 77,2 q (0,66 mol) kapron turşusu əlavə edilib 4 saat müddətində reaksiya aparılır.

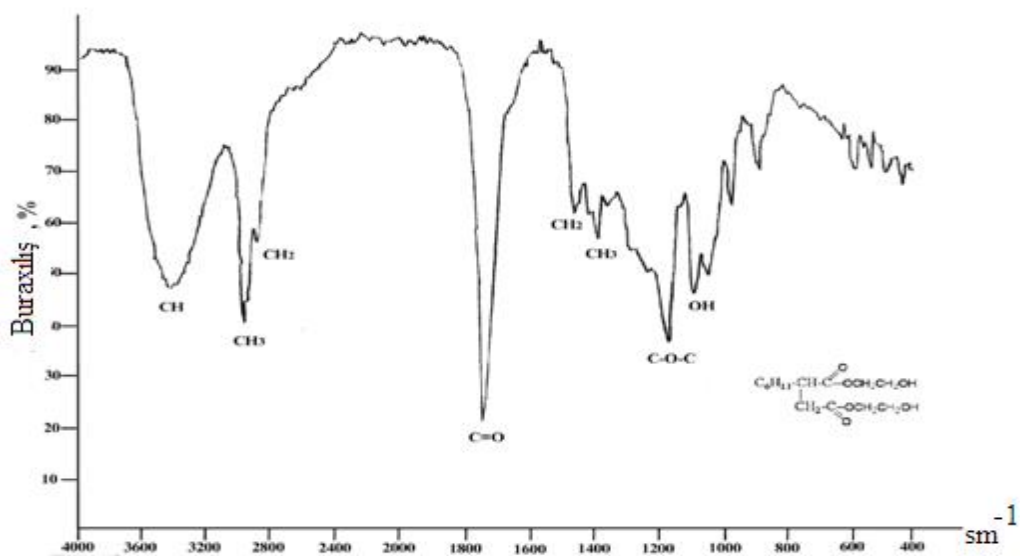
Eterifikat vakuumda distillə edilir və 72,86 q (48,2% nəzəri) çıxımla kompleks efir alınır. AKT-nin kompleks efirlərinin fiziki-kimyəvi xassələri tədqiq edilmişdir.

AKT-nin kompleks efirləri yüksək qaynama temperaturuna malik özlülüklü mayelərdir. Sintez edilmiş kompleks efirlərin fiziki-kimyəvi xassələri tədqiq edilmiş (cədvəl 7), quruluşları İQ-spektroskopiyası üsulu ilə təsdiq edilmişdir (şəx.8-11). Kompleks efirlərin quruluşlarından asılı olaraq udulma zolaqlarının optiki sıxlıqları hesablanmış və göstəricilər cədvəl 8-də verilmişdir.

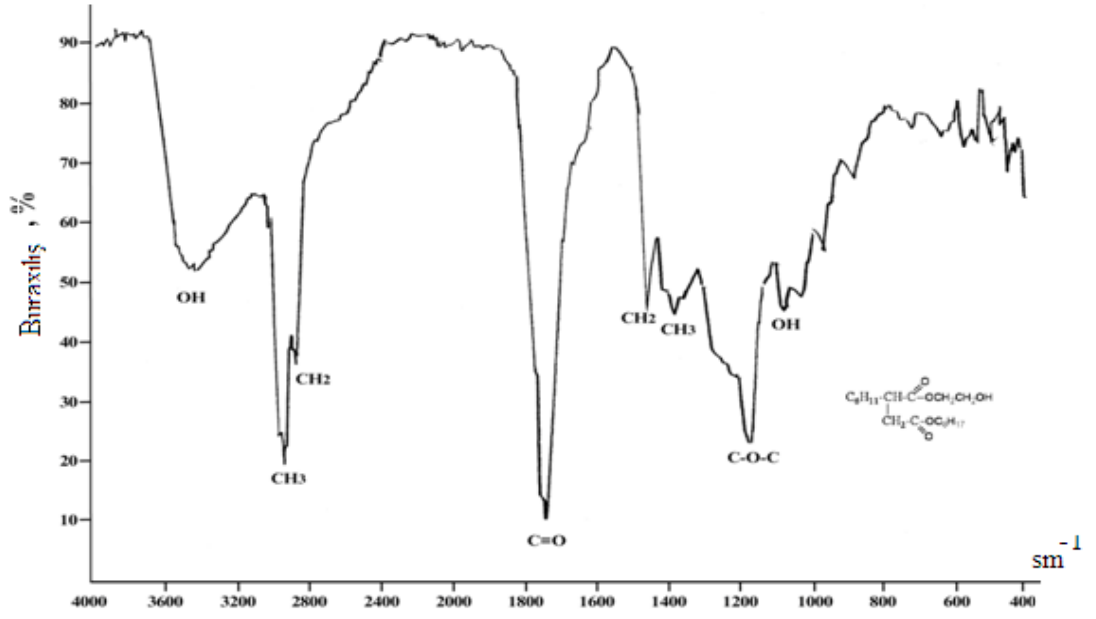
AKT-nin kompleks efirlərinin fiziki-kimyəvi xassələri



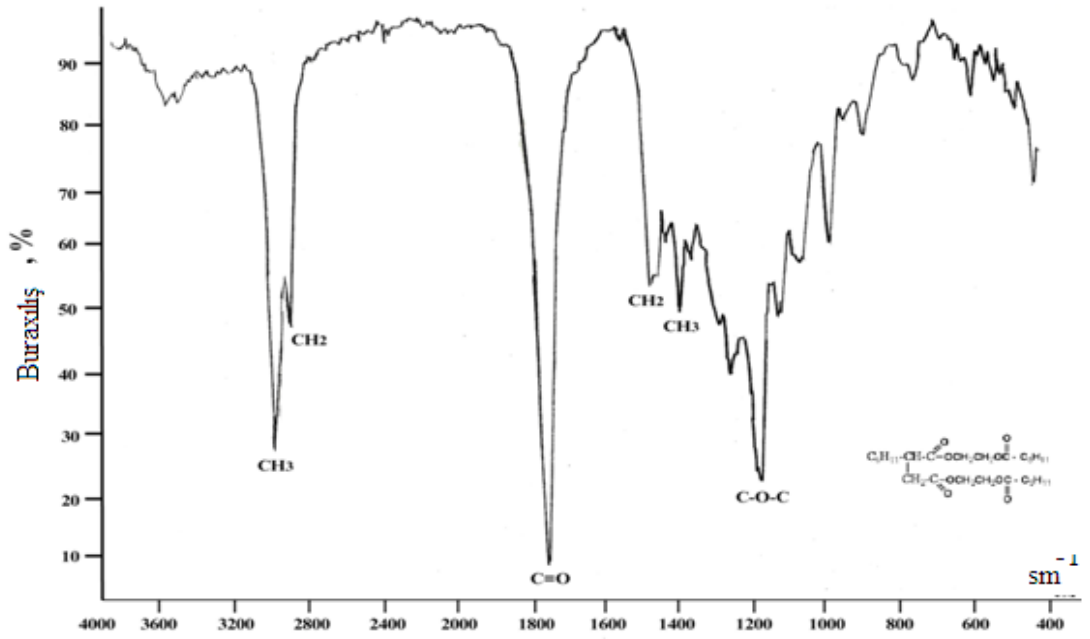
Nö	R ₁	R ₂	Çıxım, %	T _{qaynama} , °C/mm c.st.	n _D ²⁰	d ₄ ²⁰	Turşu ədədi, mqKOH/q
27	CH ₂ CH ₂ OH	C ₈ H ₁₇	81,17	-	1,4554	1,0148	3,15
28	$\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OC}-\text{C}_5\text{H}_{11}$ \parallel O	C ₈ H ₁₇	48,2	242-244/2	1,4540	0,9387	0,7
29	CH ₂ CH ₂ OH	C ₉ H ₁₉	60,5	236-238/2	1,4544		3,04
30	$\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OC}-\text{C}_8\text{H}_{17}$ \parallel O	C ₉ H ₁₉	62,1	260-262/2	1,4552	0,9502	10,9
31	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHOH}$ $ $ CH_3	C ₈ H ₁₇	69,2	232/2	1,4542	1,0036	4,79
32	$(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_2\text{C}-\text{C}_5\text{H}_{11}$ \parallel O	C ₈ H ₁₇	88,9	255/2	1,4585	0,9870	-
33	CH ₂ CH ₂ OH	CH ₂ CH ₂ OH	96,38	-	1,4760	1,0811	neytr.
34	$\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OC}-\text{C}_5\text{H}_{11}$ \parallel O	$\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OC}-\text{C}_5\text{H}_{11}$ \parallel O	80,4	242-246/2	1,4576	1,0257	9,12



Şək.8. HKT-nin dietilenqlikol efirinin İQ spektri



Şek.9. HKT-nin di-etenlikol-oktil efinin İQ spektri



Şek.10. HKT-nin dietilenlikol-dikapron efinin İQ spektri

qrupu olan efirlər daha yüksək özlülüyə malik olsalar da, aşağı donma temperaturuna malik olurlar. Bu efirlərin alışma temperaturu da yüksəkdir.

Cədvəl 9

HKT-nin kompleks efirlərinin özlülük-temperatur xassələləri

№	R ₁	R ₂	Özlülük, mm ² /s, °C			Ö.İ.	T, °C	
			100	100	-40		donma	alış.
27	CH ₂ CH ₂ OH	C ₈ H ₁₇	8,74	37,59	-	126,2	-42	238
28	CH ₂ CH ₂ OC-C ₅ H ₁₁ O	C ₈ H ₁₇	3,28	9,47	4607,76	135,5	-58	225
29	CH ₂ CH ₂ OH	C ₉ H ₁₉	9,37	38,14	-	124,5	-32	227
30	CH ₂ CH ₂ OC-C ₈ H ₁₇ O	C ₉ H ₁₉	3,83	12,25	5407,92	138,2	-60	246
31	-CH ₂ CH ₂ CHOH CH ₃	C ₈ H ₁₇	14,67	87,81	-	98,7	-22	244
32	(CH ₂ CH ₂ O) ₂ C-C ₅ H ₁₁ O	C ₈ H ₁₇	4,92	15,76	12350,5	157,3	-54	220
33	CH ₂ CH ₂ OH	CH ₂ CH ₂ OH	13,09	94,09	-	61,2	-30	174
34	CH ₂ CH ₂ OC-C ₅ H ₁₁ O	CH ₂ CH ₂ OC-C ₅ H ₁₁ O	3,32	10,62	19433,9	106,0	-60	208

1.5. Dizel yanacağı və VDT efirləri əsasında yeni kompozisiyaların

hazırlanması. Yeni yanacaq kompozisiyalarının istismar xassələrinin tədqiqi

Hazırda yanacaqlara qoyulan tələbatın kəskin artması bu sahədə yanacaqların keyfiyyətlərinin yüksəldilməsi üçün yeni yolların axtarılıb tapılması məsələsini gündəmə gətirir. Aparılan məqsədyönlü tədqiqatlar bir daha sübut edir ki, qeyd olunan problemin həllində yeni növ aşqarların və ya əlavələrin tapılması daha məqsədəuyğun və perspektivlidir.

Ədəbiyyatda karbon turşularının mürəkkəb efirlərinin, yanacaqların donma temperaturunu yaxşılaşdıran [16], dizel yanacaqlarında köpüklənmə əleyhinə aşqar kimi [17] və yanacaqların yağlama xassələrini yaxşılaşdıran aşqar kimi [18] işlədilməsi məlumdur.

Cari ildə vitsinal quruluşa malik alkeniləhrəba turşusu anhidridləri, tsiklik neopoliollar və onların əsasında tsiklik, qeyri-simmetrik və kompleks efirlər sintez edilmişdir. Sintez edilmiş efirlərin fiziki-kimyəvi, eləcə də özlülük-temperatur

xassələri öyrənilmiş, quruluşları İQ- , PMR- spektroskopiyaya üsulları ilə tədqiq edilmişdir. Sintez olunmuş efirlərin əsasında yeni yanacaq kompozisiyaları hazırlanmış, onların istismar xassələri tədqiq edilmişdir. Tədqiqat zamanı 20-ə qədər efir nümunəsi yoxlanılmış və onlardan bir neçəsi yüksək göstəricilər göstərmişdir. Belə ki, yanacağa aşqar əlavəsilə onun termooksidləşmə stabilliyi xeyli yaxşılaşır, yanacağın çöküntü verməsi aşağı düşür, bəzi hallarda isə hətta 0-ra qədər enir. Bu fakt yanacaqların müasir standartlara cavab verməsi istiqamətində aparılan məqsədyönlü işlərin tərkib hissəsi kimi dəyərləndirilməlidir.

VDT-nin tsiklik, qeyri-simmetrik və kompleks efirləri üzvü həlledicilərdə yaxşı həll olurlar və yüksək termooksidləşmə stabilliyinə malikdirlər.

VDT-nin mürəkkəb efirləri dizel yanacağında ГOCT 305-82-yə uyğun olaraq antioksidant kimi tədqiq edilmişdir. Bu məqsədlə HKT-nin müxtəlif quruluşlu efirləri 0,004% miqdarında dizel yanacağına əlavə edilmiş və LSART- aparatında, 120⁰C temperaturda, 4 saat müddətində oksidləşmə prosesində sınaqdan keçirilmişdir (ГOCT 9144-79).

Hal-hazırda yanacaqlara antioksidant kimi fenol törəmələrindən istifadə edilir. Bu birləşmələr yanacağa 0,005-0,01% kütlə hesabı ilə həlledicidə həll olunaraq əlavə edilirlər. Onlar çoxkomponentlidirlər (2,6-ditretbutil-4-metilfenol, ekranlaşmış fenolun azot və kükürlü törəmələri və üzvü həlledicilər-toluol, ksilol, alifatik spirtlər və s.), yanacaqda laylanma əmələ gətirirlər. Azotlu və kükürlü fenol törəmələrinin əlavənin tərkibində olması ekoloji cəhətdən arzuolunmazdır. 120⁰C temperaturda 4 saat müddətində qızdırdıqda əmələ gələn çöküntünün miqdarı 0,93-0,99 mq/100ml olur ki, bu da keyfiyyət göstəricisi baxımından səmərəli deyil.

HKT-nin müxtəlif quruluşlu efirlərinin yanacağın termooksidləşmə stabilliyinə təsirinin nəticələri cədvəl 10-də verilmişdir.

Cədvəl 10-dan göründüyü kimi VDT-nin mürəkkəb efirlərinin dizel yanacaqlarına 0,004% miqdarında əlavəsi əsasən yanacağın termooksidləşmə xassəsinə müsbət təsir göstərir, yəni əmələ gələn çöküntünün miqdarını bir neçə dəfə azaldır. 2, 3 və 7-ci nümunələrdə isə tamamilə çöküntü əmələ gəlmir. Digər istismar xassələrində nəzərə çarpacaq dəyişiklər müşahidə edilmir [19-20].

HKT-nun efirlərinin dizel yanacağında 0,004%-lı əlavəsindən hazırlanmış nümunələrin sınaqlarının nəticələri

	Göstəricilər	Dizel yanacağı	Nüm.1	Nüm..2	Nüm.3	Nüm..4	Nüm.5	Nüm.6	Nüm.7	Nüm.8	Nüm.9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Sıxlıq 20 ⁰ C kq/m ³	852,0	852,3	852,3	852,3	852,3	852,3	852,3	852,3	851,3	852,3
2	Kinematik özlülük, 20 ⁰ C,mm ² /s	4,76	4,81	4,80	4,81	4,79	4,83	4,78	4,86	4,86	4,93
3	Donma temperaturu, ⁰ C	-	-27 (-17 bulanma)	-22 (-13)	-28 (-18)	-24 (-13)	-24 (-14)	-25 (-16)	-25 (-15)	-23 (-14)	-26 (-15)
4	Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, %	22,0	21,0	20,0	20,0	22,0	19,6	19,6	19,6	18,6	24,0
5	Turşu ədədi, mq KOH/ 100 ml yanacaqda	0,0017	0,0015	0,0017	0,0016	0,0014	0,0018	0,0017	0,0017	0,0015	0,0019
6	Termooksidləşmə stabilliyi, qalıq mq/100ml	20,4	4,3	0,00	0,00	2,4	2,8	3,8	0,00	3,0	4,0
7	Anilin nöqtəsinin təyini:										
	Parafinlər	40,1	43,67	42,75	41,0	43,3	-	-	-	-	-
	Naftenlər	24,6	18,71	21,06	21,1	19,3	-	-	-	-	-
	Aromatik karbohidrogenlər	35,3	37,62	36,19	37,9	37,6					

Cədvəl 10-nun davamı

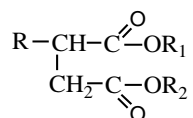
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	Fraksiya tərkibi, °C										
	Qaynama başlanğıcı, °C	200	199	200	200	199	199	200	200	199	200
	Qaynama temperaturu, °C: 5	210	208	209	209	209	209	209	209	209	209
	10	216	212	211	211	211	211	211	211	211	212
	20	242	242	241	241	241	241	241	241	240	241
	30	253	253	252	252	251	250	251	251	251	252
	40	262	260	260	260	261	261	261	261	261	261
	50	275	274	274	274	273	274	274	273	273	274
	60	286	284	285	284	284	295	284	284	284	283
	70	302	302	301	302	300	301	300	300	300	302
	80	320	318	319	319	317	318	317	317	317	319
	90	340	336	337	337	336	337	336	336	336	339
	96	360	360	360	361	359	359	359	359	357	357
	Distillənin sonu, °C	363	363	364	364	362	362	362	360	362	
9	Kükürdün miqdarı, %	0,0253	0,0240	0,0259	0,0277	0,0268	0,0289	0,0289	0,0200	0,0196	0,0265
10	Mis lövhənin üzərində sınaq, 3 saat, 50°C-də	davam.	davam.	davam.	davam.	davam.	davam.	davam.	davam.	davam.	davam.
11	Alışma temper. bağlı tiqldə, °C	71,0	72,9	73,0	73,5	73,0	73,0	72,6	73,1	71,0	73,0
12	Koksun çöküntüdə miqdarı, %	0,0027	0,0029	0,0029	0,0022	0,0022	0,0022	0,0027	0,0022	0,0028	0,0022
13	Setan ədədi	44,63	44,32	44,415	44,32	44,41	44,33	44,34	44,52	44,50	44,36

Sınaqlar müxtəlif dizel yanacaqlarında dəfələrlə təkrarlanmışdır. H.Ə.Əliyev adına BNEZ-nin 5 sayılı qurğusunda alınmış yüngül fleqma əsasında hazırlanmış kompozisiyaların termooksidləşmə stabilliklərinin nəticələri cədvəl 11-də verilmişdir.

VDT-nin efirləri ilə yanaşı anhidridlərinin özləri də antioksidant kimi sınaqdan keçirilmişdirlər. Nəticələr cədvəl 11-də verilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi HKT-nun anhidridindən fərqli olaraq OKT anhidridi çöküntünün miqdarını iki dəfədən artıq azaldır (4 mq/100ml yanacaqdan 1,7 mq/100ml yanacağa qədər).

Cədvəl 11

Antioksidant nümunələrinin dizel yanacağında sınağının nəticələri



№	Antioksidantlar		Antioksidantın miqdarı, %	Çöküntünün miqdarı, mq/100 sm ³
1	DY əlavəsiz		-	4,35
	R ₁	R ₂		
2	CH ₂ CH ₂ OH	C ₈ H ₁₇	0,004	1,0
3	C ₆ H ₅ CH ₂	C ₆ H ₅ CH ₂	0,004	0,6
4	C ₆ H ₁₁ CH ₃	C ₆ H ₁₁ CH ₃	0,004	0,0
5	C ₆ H ₁₁ CH ₃	C ₈ H ₁₇	0,004	1,0
6	ikili-C ₈ H ₁₇	ikili-C ₈ H ₁₇	0,004	1,0
7	C ₆ H ₅ CH ₂	C ₉ H ₁₉	0,004	0,8
8	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_{11}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \text{=O} \end{array} \text{O} \\ \\ \text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \text{=O} \end{array} \text{O} \end{array}$		0,004	4,2
9	$\begin{array}{c} \text{C}_8\text{H}_{13}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \text{=O} \end{array} \text{O} \\ \\ \text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \text{=O} \end{array} \text{O} \end{array}$		0,004	1,7

VDT-nin mürəkkəb efirləri hazırda istifadə olunan antioksidləşdirici aşqarlarla müqayisədə daha yüksək göstəricilərə malik olduğu üçün yanacaqların termooksidləşmə xassəsini yüksəldən antioksidləşdirici aşqar kimi tövsiyyə olunmuşdur [21].

VDT-nin mürəkkəb efirləri həmçinin Həştərxan və Pavlodarskdan gətirilmiş dizəl yanacaqlarında depressator kimi yoxlanılmışdır (QOST 20287-91).

Bu məqsədlə VDT-nin mürəkkəb efirləri yanacağa 0,05%-1% miqdarında əlavə edilmişlər. Alınan nəticələr cədvəl 12-də verilmişdir.

Cədvəl 12

VDT-nin efirlərinin dizəl yanacağının donma temperaturuna təsiri

№	Kompozisiya	Efirin miqdarı, %	Temperatur, °C	
			bulanma	donma
	Pavlodar dizeli	-	-14,4	-21.1
1	HKT-nin kompleks efiri (propilenqlikol + C ₉)	1	-	-25,5
	HKT-nin kompleks efiri (propilenqlikol + C ₉)	0,05	-13,7	-20,7
2	HKT-nin kompleks efiri (etilenqlikol + C ₈)	1	-15.1	-22,4
3	HKT-nin diheksil efiri	0,5	-14	-17,2
	HKT-nin diheksil efiri	0,05	-14,3	-20,9
4	HKT-nin ikili dioktil efiri	0,5	-13,7	-20,9
	HKT-nin ikili dioktil efiri	0,05	-13,9	-21
5	HKT-nin kompleks efiri (butilenqlikol + C ₈)	0,05	-13,7	-20,6
	Astraus dizel yanacağı	-	-5,2	-14,6
1	HKT-nin kompleks efiri (propilenqlikol + C ₉)	1	-11	-18,2
	HKT-nin kompleks efiri (propilenqlikol + C ₉) qalıq	0,05	-6,2	-15,6
2	HKT-nin kompleks efiri (etilenqlikol + C ₈)	1	-8,2	-17
3	HKT-nin diheksil efiri	0,5	-8,1	-15,7
	HKT-nin diheksil efiri	0,05	-6	-16,2
4	HKT-nin ikili dioktil efiri	0,5	-5,7	-15
	HKT-nin ikili dioktil efiri	0,05	-14,4	-21,6
5	HKT-nin kompleks efiri (butilenqlikol + C ₈)	0,05	-6,1	-15,9

Cədvəl 12-dən görüldüyü kimi VDT-nin mürəkkəb efirləri Həştərxan neftlərindən alınmış Astraus dizel yanacağına bulanma və donma temperaturunu yaxşılaşdırır.

Beləki, HKT-nin ikili dioktil efirinin 0,05% miqdarında əlavəsi bulanma temperaturunu mənfi 5,2⁰C-dən mənfi 14,4⁰C-yə, donma temperaturunu isə mənfi 14,6⁰C-dən mənfi 21,6⁰C-yə qədər aşağı salır. Pavlodar dizelinə isə demək olar ki, təsir etmir.

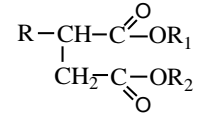
VDT-nin yaxşı nəticə göstərmiş mürəkkəb efirlərinin uzun müddət saxlanılmış hidrotəmizlənmiş dizel yanacağına termooksidləşmə stabilliyinə və donma temperaturuna zamandan asılı olaraq antioksidant və depressor kimi təsiri tədqiq edilmişdir. Nəticələr cədvəl 13-də təqdim olunur. Cədvəldən görüldüyü kimi uzun müddət saxlandıqda hidrotəmizlənmiş dizel yanacağına termooksidləşmə stabilliyinə oktenilkəhrəba turşusunun anhidridinin özü, eləcə də anhidridin distilləsindən sonra qalan qalıq daha yaxşı təsir edir (alınan çöküntünün miqdarı 8,5/11,9 mq/100 sm³-dən 0,6- 0,4 mq/100 sm³-a qədər azalır).

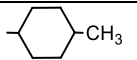
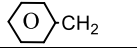
2,4,7 və 9-cu nümunələr bulanma temperaturuna təsir etmir,5,6,8-ci nümunələrin təsirindən bulanma temperaturu yüksəlir.Yalnız 3-cü nümunə bulanma temperaturunu bir qədər aşağı salır. Donma temperaturuna təsir edərək onu mənfi 35⁰C-kimi (6-cı nümunə) salmış olur.

VDT-nin mürəkkəb efirlərinin dizel yanacağına alışma temperaturuna təsiri də tədqiq edilmişdir. Nəticələr cədvəl 14-də verilmişdir.

Cədvəl 14-dən görüldüyü kimi HKT-nin efirlərinin 0,1 və 1% əlavəsi dizel yanacağına alışma temperaturunu yüksəldir. Məsələn, HKT-nin dibutil efirinin hidrotəmizlənmiş dizel yanacağına 3% əlavəsi yanacağına donma temperaturunu -30⁰C-dən -40⁰C-yə qədər endirir, alışma temperaturunu isə 71⁰C-dən 78⁰C-yə qədər yüksəldir. HKT-nin kompleks efirlərinin isə 0,1-1% miqdarında əlavəsi alışma temperaturunu daha çox yüksəldir (71⁰C-dən 90-93⁰C kimi).

HKT efirlərinin antioksidant (0,004%) və depressor (1%) kimi zamandan asılı olaraq tədqiqinin nəticələri



№	Nümunə	Fevral	Fevral	Aprel	Aprel	Oktyabr	Oktyabr	T, °C	
								bulanma	donma
1	Hidrotəmizlənmiş dizel yanacağı, mq/100 sm ³	3,8	4,0	4,3	4,0	4,0	8,5/11,9	-15	-28,5
	$\begin{array}{c} \text{R}_1 \\ - \text{CH}_2\text{CHOC}_9\text{H}_{19} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$								
	$\begin{array}{c} \text{R}_2 \\ - \text{CH}_2\text{CHOC}_9\text{H}_{19} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$								
2		2,1	0,3	3,0	2,2	2,1	1,5	-15	-23,5
3	$\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	2,0	1,2	2,0	1,4	1,2	5,6	-17	-24
4		1,6	4,8	3,3	0,6	1,6	1,7	-13	-23
5		4,6	1,6	2,0	1,7	1,7	1,9	-10	-24
6	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_{11}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \end{array}$	4,6	7,0	4,2	4,7	4,2	2,6	-9	-35
7	$\begin{array}{c} \text{C}_8\text{H}_{13}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \end{array}$	2,0	1,3	2,5	1,7	1,7	0,6	-14,5	-19
8	$\begin{array}{c} \text{C}_8\text{H}_{13}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \end{array}$ (qalığı)	6,3	6,4	5,7	4,9	4,9	0,4	-8	-27
9	$\begin{array}{c} \text{R}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \text{OCH}_2 \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \text{OCH}_2 \text{C}_6\text{H}_4 \end{array}$ (qalığı)	4,8	4,1	2,4	2,3	2,3	6,5	-13	-22

AKT-nin efirlərinin depressator kimi tədqiqi

№	Efir	Nümunə	Temperatur, °C	
			alışma	donma
1	-	55 №-li qurğudan (hidrotəmizlənmiş)	71	-30
2	OKT-nin dimetiltsikloheksanol efiri	1% eterifikat	69.5	-30
3		1%	70	-27
4		0,1%	70	-30
5	-	21 №-li qurğudan	70	-42
6	OKT-nin dimetiltsikloheksanol efiri	1%	71	-37
7		0,1%	71	-35
8		0,1% eterifikat	70	-35
		55 №-li qurğudan		
9	HKT-nin dibutil efiri	1%	78	-35
10		3%	78	-40
11		5%	78	-35
		21 №-li qurğudan		
12		1%	78	-45
13		3%	71	-40
14		5%	79	-40
		55 №-li qurğudan		
15	Dibutil adipinat	1%	74	-35
16		3%	73	-30
17		5%	74	-35
		55 №-li qurğudan		
18	HKT-nin kompleks efiri (propilenqlikol + C ₉ H ₁₉)	0,1%	88*	-35
19		1%	93*	-25
20		5%	77	-30
21	HKT-nin kompleks efiri (etilenqlikol + C ₉ H ₁₉ + C ₆)	0,1%	85*	-30
22		1%	93*	-40
23		5%	76	-30
24	HKT-nin pentaeritrit efiri	0,1%	83*	-35
25		1%	84*	-30
26		5%	75.5	-30
27	HKT-nin kompleks efiri (butilenqlikol + C ₈ H ₁₇)	0,1%	83*	-35
28		1%	90*	-25
29		5%	76.5	-34
30	HKT-nin dipropilenqlikol efiri	0,1%	83*	-35
31		1%	100*	-25
32		5%	74	-30

Beləliklə, VDT-nin sintez edilmiş efirləri dizel yanacaqlarına 0,004% miqdarında əlavə edilməklə yanacaq kompozisiyaları hazırlanmış və onların termooksidləşmə stabilliyi təyin edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, VDT-nin efirləri dizel yanacaqlarının termooksidləşmə stabilliyini yaxşılaşdırır. Belə ki, efinin kimyəvi quruluşundan asılı olaraq əmələ gələn çöküntünün miqdarı dəfələrlə aşağı düşür, 3 nümunədə isə sıfıra qədər azalır.

2. Tsiklik ketonların formaldehidlə kondensləşməsi yolu ilə tsiklik neopoliolların sintezi

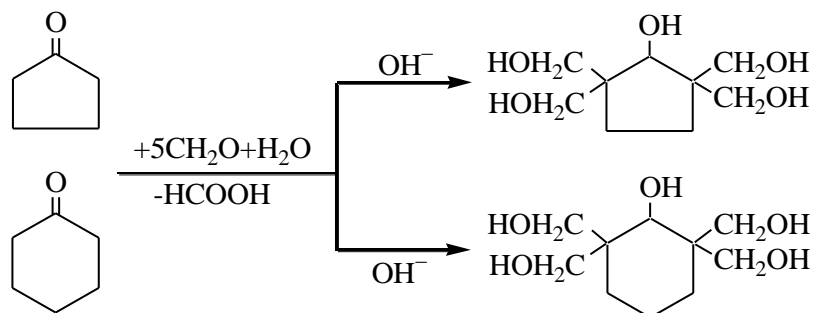
Kannisaro-Tişenko reaksiyası vasitəsilə tsiklik ketonların (tsiklopentanon və tsikloheksanon) formaldehidlə kondensləşməsi reaksiyasından tsiklik neopoliolların (TNP) sintezi ədəbiyyatdan məlumdur [22-24]. Bu metodika üzrə neopoliolların çıxımı nəzəri çıxımın 58-60%-ni təşkil edir. Bu üsulun çatışmayan cəhəti katalizator əlavə etdikdə mühitin pH-nın kəskin dəyişməsinin baş verməsi və reaksiyanın temperaturunun sabit qalmaması nəticəsində reaksiyanın istiqamətinin dəyişməsidir. Nəticədə aldol- kondensləşməsi gedir və əlavə məhsullar alınır.

Bu metodu təkmilləşdirmək məqsədi ilə tsiklik ketonların – tsiklopentanon və tsikloheksanonun formaldehidlə kondensləşmə reaksiyasını CaO iştirakında apararaq reagentlərin qarışdırılma ardıcılığına diqqət yetirilib. Prosesin optimal şəraiti tədqiq edilib:

reaksiyanın aparılma temperaturu 35-40⁰C;

keton:formaldehid:CaO mol nisbəti 1: 5,5: 0,6

mühitin pH=10-10,5



Nəticədə alınan tsiklik neopoliolların 2,2,5,5-tetrametiloltsiklopentanol (TMTP) və 2,2,6,6-tetrametiloltsikloheksanolun (TMTH) çıxımını 78-80% -yə qədər yüksəltmək mümkün olmuşdur.

TMTP və TMTH ağ rəngli kristal maddələrdir. Ərimə temperaturları uyğun olaraq 132-133⁰C və 129-130⁰C-dir. Suda və azot saxlayan üzvü həlledicilərdə (piridin, dimetilformamid, trietilamin və s.) yaxşı həll olurlar. Efir, aseton, benzol və xloroformda isə həll olurlar.

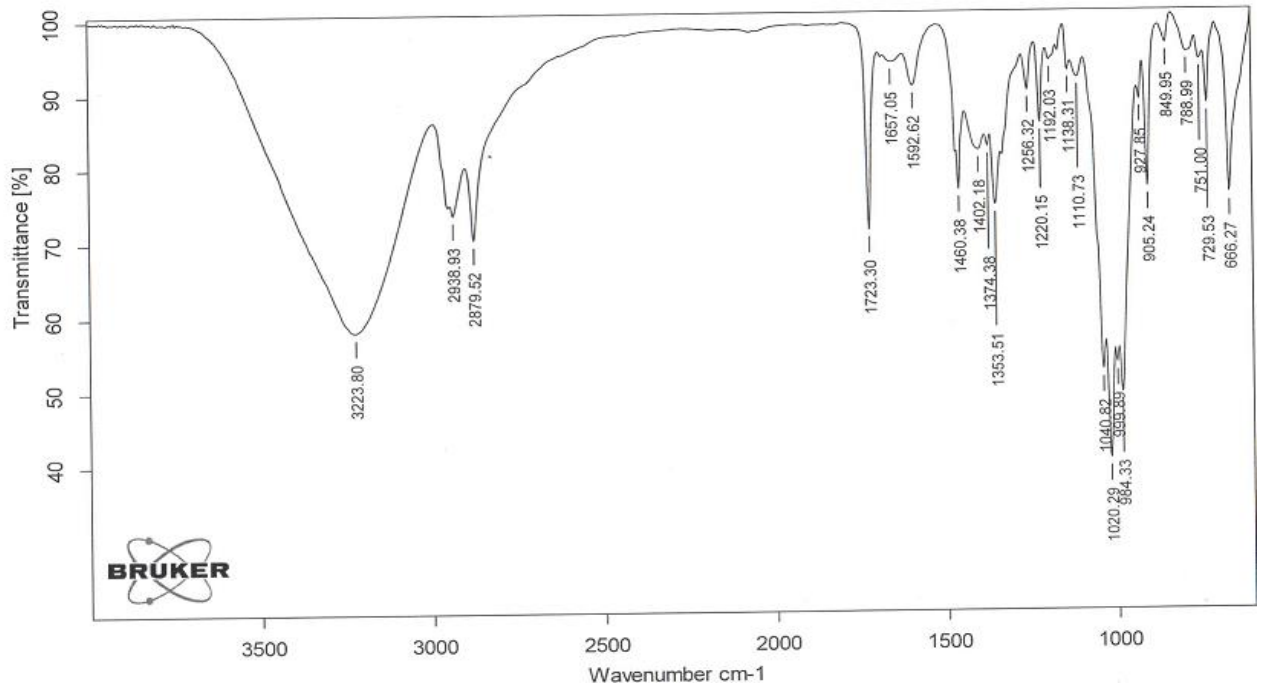
Sintez edilmiş neopoliolların identifikasiyası İQ-spektroskopiyası üsulu, hidroksil ədədinin təyini və element analizi yolu ilə tədqiq edilmişdir.

TMTH üçün :

Element analizi: tapılıb C - 54,60%; H – 8,71%;
hesablanıb C – 54,63%; H – 8,63%;
hidroksil ədədi: tapılıb 1275 mq KOH/q
hesablanıb – 1270 mq KOH/q

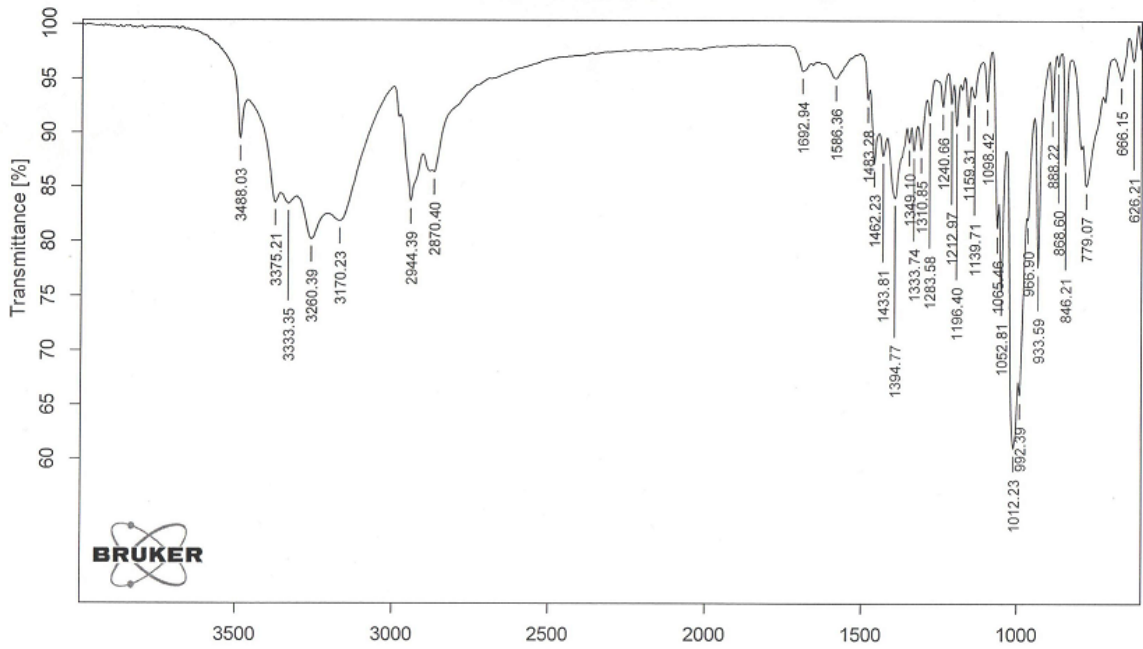
Sintez edilmiş neopoliolların İQ-spektrləri şək.12 və 13-də verilmişdir. İQ-spektrləri Furiye spektrofotometrində (İSİOFTİR) 500-4000 sm^{-1} tezliklərində çəkilmişdir. 2,2,5,5-tetrametilol-tsiklopentanolun İQ-spektrində (Şək.12) aşağıdakı udulma zolaqları müşahidə edilir:

- CH_2 –qrupunda olan C-H rabitələrinin deformasiya ($1353, 1374, 1460 \text{ sm}^{-1}$) və valent ($2879, 2938 \text{ sm}^{-1}$) rəqsləri
- Spirtin C-O-H qrupunda C-O rabitəsinin valent rəqsləri ($1020, 1040, 1110 \text{ sm}^{-1}$)
- Spirtin -OH qrupunda H-O rabitəsinin valent rəqsləri (3323 sm^{-1})



Şəkil 12. 2,2,5,5-tetrametiloltsiklopentanolun İQ- spektri

2,2,6,6-tetrametiloltsikloheksanolun İQ-spektrində (Şək.13) aşağıdakı udulma zolaqları müşahidə edilir:

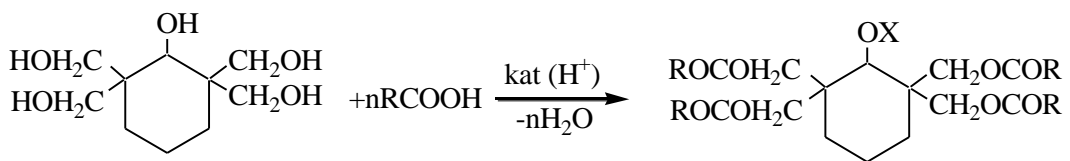


Şəkil 13. 2,2,6,6-tetrametiloltsikloheksanolun İQ- spektri

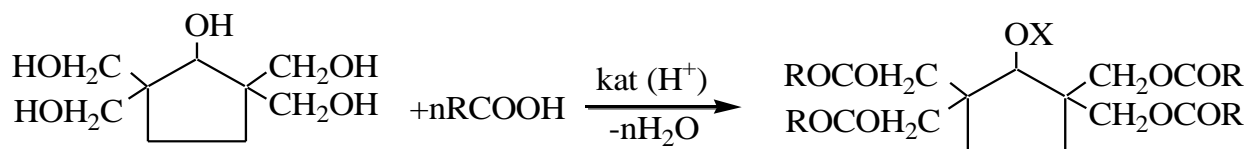
- CH₂ –qrupunda olan C-H rabitələrinin deformasiya (1400,1433,1461sm⁻¹) və valent (2871,2936 sm⁻¹) rəqsləri
- Spirtin C-O-H qrupunda C-O rabitəsinin valent rəqsləri (1014,1051,1099 sm⁻¹)
- Spirtin -OH qrupunda H-O rabitəsinin valent rəqsləri (3263, 3323 sm⁻¹)

2.1. Tsiklik neopoliolların alifatik karbon turşuları ilə efirləşməsi

C₁-C₈ alifatik karbon turşuları və sintetik yağ turşularının (SYT) C₅-C₆ fraksiyası ilə TMTH və TMTP-in əsasında aşağıdakı tetra- və pentaefirlər sintez olunmuşdur.



haradakı n=4 (X=H) - 5(X=COR)



haradaki $n=4$ (X=H) - 5 (X=COR)

Efirləşmə reaksiyasında katalizator kimi sulfat turşusu, tributilfosfat (TBF) , Seokar-2, paratoluolsulfoturşu (PTST), tetrabutoksititanat (TBT) və s. istifadə olunmuşdur. Katalizatorun effektivliyi efirlərin çıxımının keyfiyyət və kəmiyyətinə görə qiymətləndirilmişdir.

Efirləşmə reaksiyası uyğun turşunun qaynama temperaturunda aparılmış, katalizator reaksiya komponentlərinin 1% miqdarında götürülmüşdür. Spirt və turşunun molyar nisbəti neopoliolların pentaefirlərinin alınması zamanı 1:6, tetraefirlərin alınması zamanı isə 1:4,2 təşkil edir.

Efirləşmə reaksiyasının sonu reaksiyadan çıxan suyun miqdarı ilə təyin olunur. Adətən reaksiya 3-5 saat davam edir. Alınmış reaksiya kütləsi əvvəlcə 5%-li natrium hidroksid məhlulu ilə, sonra isə su ilə neytrallaşana qədər yuyulur və Na_2SO_4 -ilə qurudulur. Əsas məhsul vakuumda qovulma ilə ayrılır.

Tsiklik neopoliolların alifatik karbon turşuları ilə efirləşmə reaksiyasının mərhələləri tədqiq edilmişdir. Ayrılan reaksiya suyunun miqdarının zamandan asılılığı öyrənilmiş, reaksiyanın başlanmasından keçən 1 saat ərzində $150\text{-}160^\circ\text{C}$ -də ayrılmış suyun miqdarının əvəzolunmuş 4 hidrosil qruplarının miqdarı ilə ekvivalentlik təşkil etməsi müşahidə olunmuşdur. $170\text{-}180^\circ\text{C}$ -də və 2-4 saat ərzində I vəziyyətində olan hidrosil qrupundan reaksiya suyunun çıxması daha çətindir. Eksperimentin nəticələri əsasında müəyyən edilmişdir ki, tsiklik neopoliolların hidrosil qruplarının kimyəvi aktivliyi eyni deyil. I vəziyyətdə olan hidrosil qrupu digər aktiv metilol qrupları ilə ekranlaşdığından efirləşmə çətin gedir. Beləliklə, tsiklik neopoliolların efirləşmə prosesini 2 mərhələyə bölmək olar: birinci mərhələdə - gem-vəziyyətdə yerləşən hidrosil qrupları daha rahat reaksiyaya girirlər. Bundan sonra ekranlaşmış hidrosil qrupu digərləri ilə müqayisədə yüksək temperaturda reaksiyaya daxil olur.

TNP-nin alifatik karbon turşuları ilə efirləşməsindən bir qayda olaraq tetra- və pentaefirlərin qarışığı alınır. Belə ki, tetra- və pentaefirlərin nisbəti götürülmüş komponentlərin nisbətindən asılıdır. Spirt:turşu nisbəti 1:6 götürüldükdə götürülmüş spirtə nəzərən çıxım 76-80% penta- və 14-16% tetraefir, 1:4,2 götürüldükdə isə – 76-80% tetra- və 14-16% pentaefir alınır. Bu efirlər bir birindən qaynama temperaturuna görə fərqlənirlər. Bütün hallarda pentaefirlərin qaynama temperaturu tetraefirlərə nəzərən 13-15°C yüksək olur. Hər iki halda 4-8% poliefirlər alınır, hansılar ki, qovulmur və qalıq şəklində qalır.

PTST və sulfat turşusundan istifadə etdikdə eterifikatı neytrallaşana qədər su ilə yumaq, qurutmaq və vakuumda qovmaq lazımdır, belə ki, efirdə həll olan kənar məhsullar onun rəngini tündləşdirir.

Seokar-2 istifadəsi zamanı efirləşmə yüksək temperaturda (200-250°C) 8-10 saat müddətində aparılır. Bu şəraitdə alınmış kənar məhsullar eterifikatı tündləşdirir və təmizləmək üçün efir vakuumdan keçirilir.

Tributilfosfat (TBF) istifadəsi zamanı efirin çıxımı azalır və məhsulun keyfiyyəti aşağı düşür [25].

Ədəbiyyatdan məlumdur ki, titansaxlayan birləşmələrdən əsasən TBT efirləşmə reaksiyalarında katalizator kimi istifadə olunur [26]. Tədqiqatın məqsədi mürəkkəb efirlərin alınması zamanı yaranmış çətinlikləri - xam efirin neytrallaşanaqədək su ilə yuyulması, qurudulması mərhələlərini kənarlaşdırmaqdır.

Effektiv katalizatorun və ya katalitik sistemin müəyyən edilməsi üçün tsiklik neopoliolların efirləşməsində müxtəlif növ katalizatorlar istifadə olunmuş, nəticələr isə cədvəl 15-də verilmişdir.

Müxtəlif katalizatorların iştiraki ilə alınmış efirlərin rəngi və çıxımı göstərir ki, TBT katalizatorunun istifadəsi zamanı daha yüksək çıxımlı efir alınmışdır. Lakin bu katalizator bəhə olduğundan, onu ayrılıqda deyil, TBF ilə müxtəlif nisbətlərdə qarışığı sınaqdan keçirilmişdir.

TMTH və C₅-C₆ yağ turşusu fraksiyasının mürəkkəb efirlərinin fiziki-kimyəvi xarakteristikasına katalizatorların təsiri

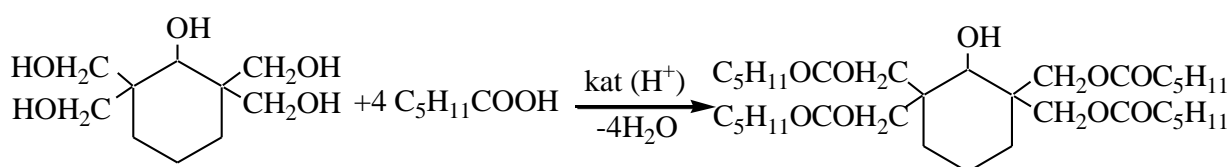
Efirin göstəriciləri	Katalizator						
	PTST	Seokar-2	TBF	TBT	TBF-TBT		
					2:1	1:1	1:2
Çıxım, % (nəzəri)	80	76	69	91	72	89	90
Rəng	samanı	tünd sarı	tünd sarı	samanı	tünd sarı	samanı	samanı

Cədvəl 15-dən görünür ki, TBF və TBT-nin 1:1 və 1:2 nisbətlərində qarışıqlarının istifadəsi zamanı alınmış nəticələr demək olar ki, eynidir, ona görə də iqtisadi nöqteyi nəzərdən 1:1 nisbəti seçilmişdir.

Laboratoriya tədqiqatlarında efirləşmə katalizatoru kimi əsasən yuxarıda göstərilən çatışmazlığına baxmayaraq, 120-150°C temperaturda effektivlik göstərən və tapılması asan olan PTST katalizatorunun üzərində dayanılmışdır.

Tetra- və pentaasetatlar, həmçinin tetrapropionat rəngsiz kristallik maddələrdir (ifrat soyudulmuş mayelər). TMTH-ın digər mürəkkəb efirləri isə yüksək qaynama temperaturuna malik rəngsiz yağabənzər mayelərdir.

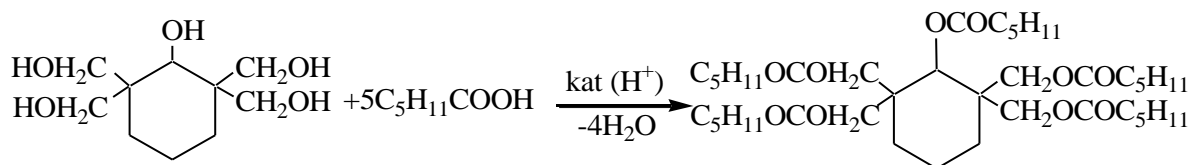
TMTH və kapron turşusunun tetraefiri aşağıdakı metodika üzrə sintez edilmişdir:



44q (0,2 mol) TMTH, 97,5 q (0,84 mol) və 1,4 q PTST əks soyuduğu ilə birləşdirilmiş üçboğazlı efirləşmə kolbasına yerləşdirilir və 2 saat müddətində qarışdırılır. Reaksiya suyun ayrılması kəsilənə qədər davam etdirilir. Alınmış eterifikat 5%-li KOH məhlulu ilə neytrallaşdırılır, su ilə yuyulub susuzlaşdırılmış Na₂SO₄ ilə qurudulur və vakuumda distillə edilir. 96,7q TMTH tetraefiri (çıxım

76,1%) və 22q pentaefiri (çıxım 16%) alınır. Qovulmayan qalıq 12q (7,9%) təşkil edir. Analoji şəkildə tetrakaproat TMTH ilə yağ, valerian, enant, kapril və pelarqon turşularının efirləri alınır.

TMTH və kapron turşusunun pentaefiri aşağıdakı ardıcılıqla alınır:



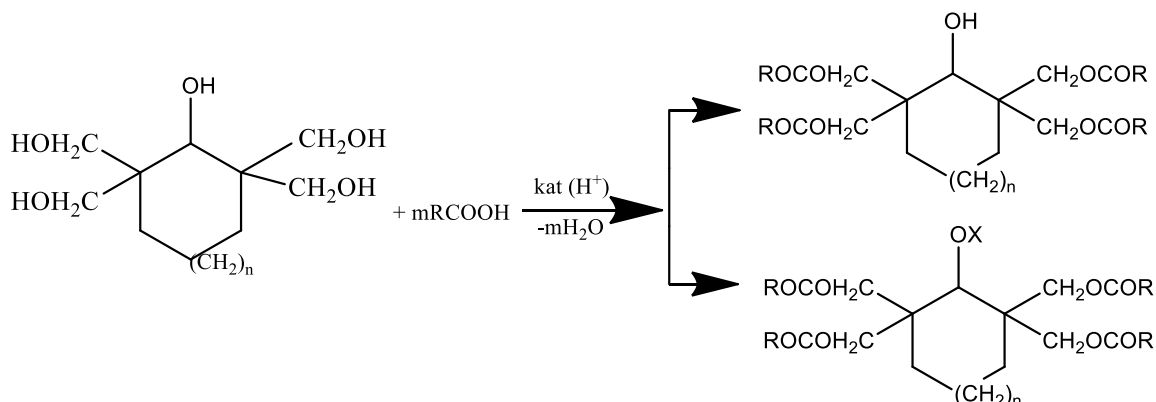
44q (0,2 q-mol) TMTH, 139,2 q (1,2 q-mol) kapron turşusu və 1,4q PTST tərkibli qarışıq 4 saat ərzində su çıxana qədər qaynadılır. Alınmış eterifikat 5%-li KOH məhlulu ilə neytrallaşdırılır, su ilə yuyulub susuzlaşdırılmış Na₂SO₄ ilə qurudulur və vakuumda distillə edilir. 109,4q TMTH pentaefiri (çıxım 76,7%) və 18,3q tetraefiri (çıxım 15%) alınır. TMTH poliefirinin qovulmayan qalığının çəkisi 10q (7,9%)-dır. Analoji şəkildə TMTH-ın yağ, valerian, enant, kapril, pelarqon turşuları və həmçinin bu spirtin SYT turşularının C₅-C₆ fraksiyası ilə pentaefiri alınır.

Analoji şəkildə TMTP-nun tetra- və pentaefirləri də sintez edilmişdir.

Tsiklik poliolların fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiq edilmiş, onların quruluşları İQ- və NMR-spektroskopik üsullarla öyrənilmişdir.

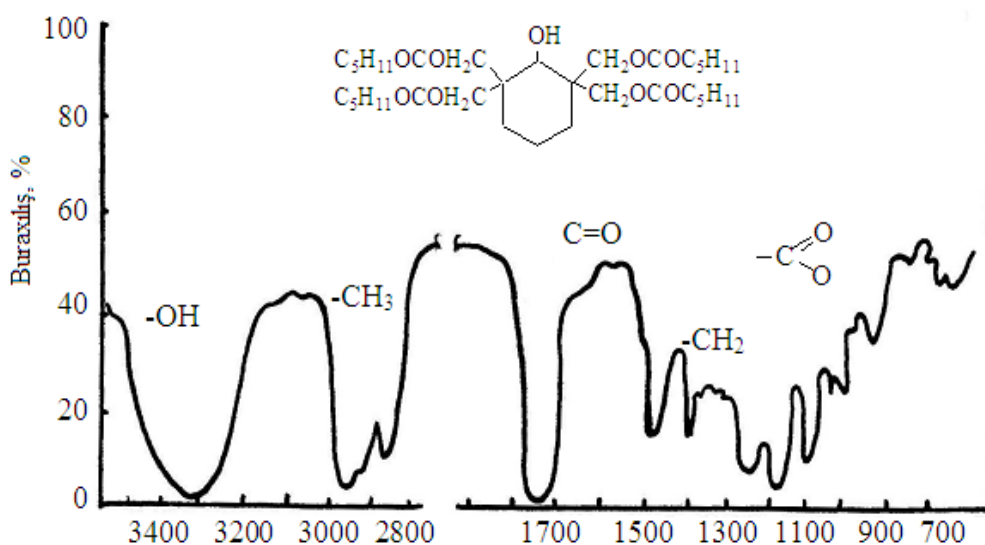
TMTH və C₁-C₈ tərkibli normal quruluşlu turşuların əsasında sintez edilmiş efirlərin fiziki-kimyəvi xarakteristikası öyrənilmişdir.

Tsiklik neopoliolların 2,2,5,5-tetrametiloltsiklopentanol (TMTP) və 2,2,6,6-tetrametiloltsikloheksanolun (TMTH) və monokarbon turşularının (C₁-C₈) əsasında mürəkkəb efirlər sintez edilmişdir.

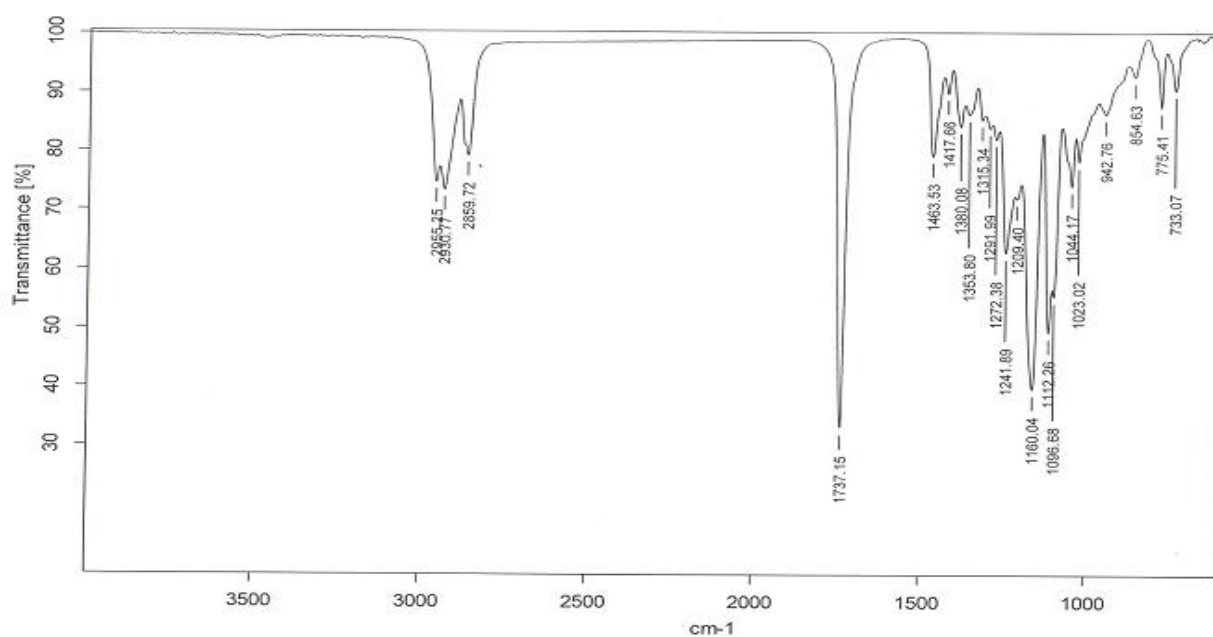


Bu efirlərin quruluşu element analizi və İQ- (Şək.14, 15), NMR-spektroskopiya (Şək.16, 17) üsulları ilə sübut olunmuşdur.

TMTH və kapron turşusunun tetraefirinin İQ-spektrində $3350-3200\text{ sm}^{-1}$, 1740 sm^{-1} , $1350-1150\text{ sm}^{-1}$, $3040-2890\text{ sm}^{-1}$, eləcə də $1470-1430\text{ sm}^{-1}$ və 730 sm^{-1} udulma zolaqları müşahidə edilmişdir ki, bunlar da molekulun tərkibində OH, karbonil, mürəkkəb efir (-C-O-C-), metil və metilen qruplarına uyğun gəlirlər (Şək.14).



Şəkil 14. TMTH və kapron turşusunun tetraefirinin İQ-spektri

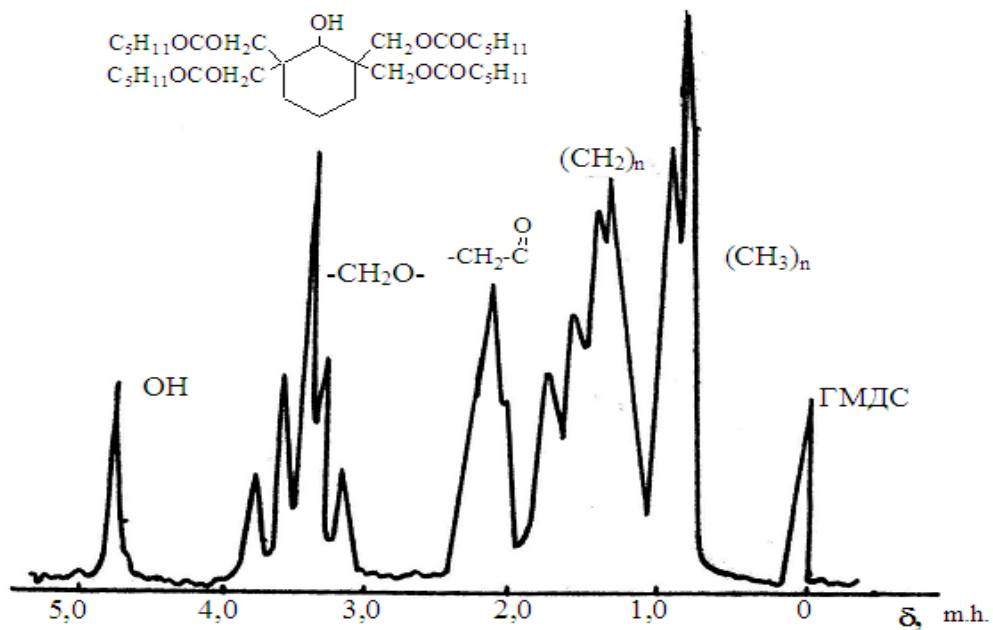


Şəkil 15. TMTH və kapron turşusunun pentaefirinin İQ-spektri

Tetraefirdən fərqli olaraq pentaefirin İQ-spektrində OH qrupuna aid olan $3400-$

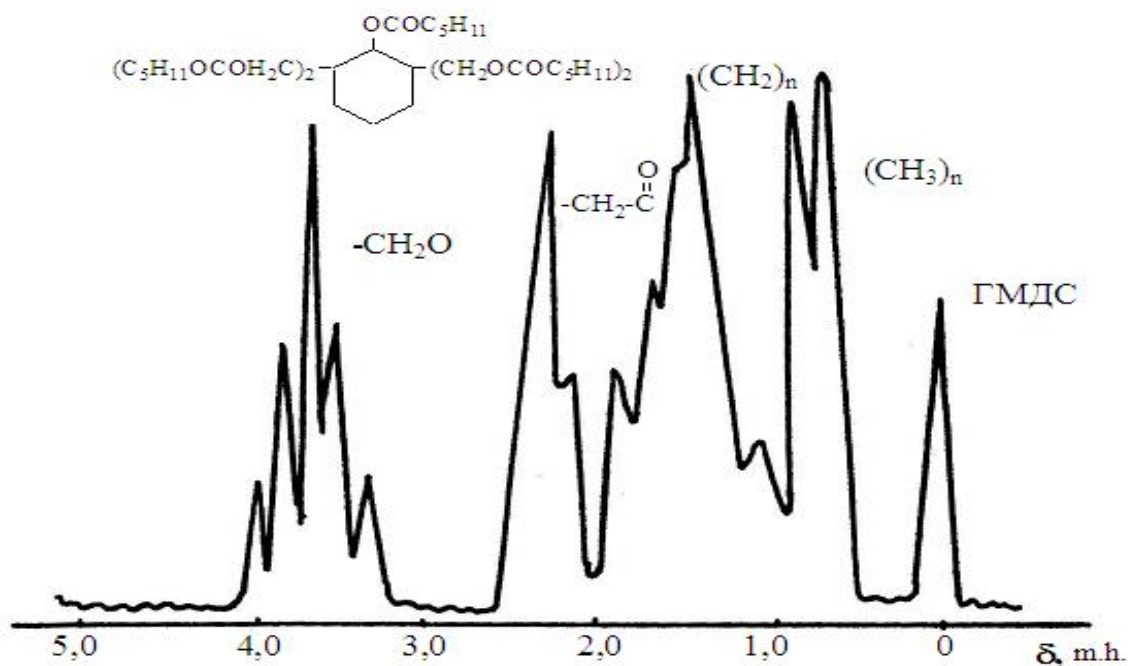
3200 cm^{-1} və 1100-1000 cm^{-1} udulma zolaqları müşahidə edilmir ki, bu da pentaeirin alındığını sübut edir (Şək.15).

TMTH və kapron turşusunun tetraefirinin NMR-spektrində (Şək.16) $(\text{CH}_2)_4\text{-CH}_3$ radikalının ucunda yerləşən CH_3 qrupunun rezonans udulmasına uyğun gələn kimyəvi sürüşmə ($\delta=0,7-1,1$ m.h.) müşahidə edilir. Turşu radikalının α' -metilen qrupunun protonları $\delta=2-2,4$ m.h. (mərkəzi $\delta=2,2$ m.h.) mürəkkəb multiplət, spirt radikalının α -metilen protonları isə daha zəif maqnit sahəsinə sürüşərək $\delta=3-3,8$ m.h. (mərkəzi $\delta=3,5$ m.h.) pentiplet şəklində xarakterizə olunur. Turşu radikalı və tsikloheksan həlqəsinin mürəkkəb efir qrupunun təsirindən azad olunmuş CH_2 -qrupunun protonları $\delta=1,0-2,0$ m.h. (mərkəzi $\delta=1,5$ m.h.) siqnalları verir. $\delta=5,8$ m.h. sinqleti molekulun tərkibində sərbəst OH qrupunun olduğunu sübut edir.



Şəkil 16. TMTH və kapron turşusunun tetraefirinin NMR-spektri.

Tetraefirdən fərqli olaraq TMTH-ın pentakaproat efirinin NMR-spektrində $\delta=5,8$ m.h. sinqletinə uyğun gələn siqnallar yoxdur ki, bu da bütün hidrksil qruplarının efiirləşdiyini sübut edir (Şək.17).



Şəkil 17. TMTH və kapron turşusunun pentaefirinin NMR-spektri.

TMTP-nin efirlərinin siqnalları TMTH efirlərinə uyğun gəlir.

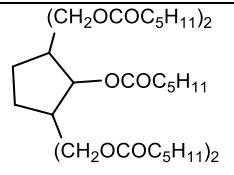
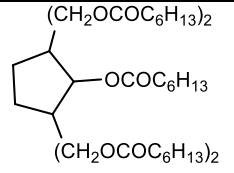
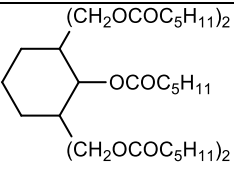
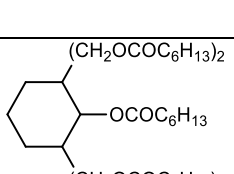
TMTH və TMTP-nin efirlərinin fiziki-kimyəvi xassələri tədqiq edilmişdir. Göstəricilər cədvəl 16-da verilmişdir.

TMTH və TMTP-nin sintez edilmiş tetra- və pentaasetatları, eləcə də tetrapropionat rəngsiz kristallik maddələrdir. Digər efirləri isə yüksək sıxlığa və yüksək qaynama temperaturuna malik yağa bənzər rəngsiz mayelərdir. Cədvəldən görüldüyü kimi molekul kütlələri artdıqca efirlərin qaynama temperaturu, şüasındırma əmsalları artır. Sıxlıqları isə azalır.

TMTH və TMTP-nin simmetrik efirlərinin özlülük-temperatur xassələri də tədqiq edilmişdir. Nəticələr cədvəl 17- də göstərilmişdir.

Cədvəl 17-dan görüldüyü kimi, simmetrik efirlər yüksək özlülüyə (7,80-10,21 mm²/s), özlülük indeksinə (122-130), yüksək alışma temperaturuna (282-295⁰C) malik birləşmələrdir.

TMTP və TMTH-un simmetrik efirlərinin fiziki-kimyəvi xassələri

№	Efirlər	Çıxım,%	T _{qay} , 2 mm c.st	n _D ²⁰	d ₄ ²⁰	Moleku l çəkisi
I		84,0	234-236	1,4620	1,0089	696
II		78,0	248-250	1,4630	0,0123	756
III		80,2	275-276	1,4660	1,0227	711
IV		78,6	286-288	1,4680	0,0312	771

Simmetrik efirlərin özlülük-temperatur xassələri

№	Özlülük, mm ² /s			Özlülük indeksi	Temperatur, °C	
	100°C	50°C	-30°C		donma	alışma
I	7,80	33,2	24200	122	-54	286
II	8,31	34,48	28700	130	-50	295
III	10,19	45,16	28600	123	46	276
IV	10,21	45,38	29600	122.6	-40	282

2.2 Tsiklik neopoliolların qarışıq və kompleks efirləri

Müasir texnikanın tələblərinə cavab verən sürtkü yağlarının keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması yollarından biri qarışıq və kompleks efirlərin alınması və həmçinin onların əsasında kompozisiyaların hazırlanmasıdır. Bu məqsədlə C₅-C₆ tsiklik neopoliolların qarışıq və kompleks efirləri sintez edilmişdir.

Qarışıq efirlər iki üsulla alınmışdır:

- 1) Çoxatomlu spirtlərin əvvəlcədən hazırlanmış monokarbon turşularının qarışığı ilə efirləşməsindən;
- 2) Spirtlərin qarışığının C₃-C₈ alifatik monokarbon turşuları ilə qarşılıqlı təsirindən.

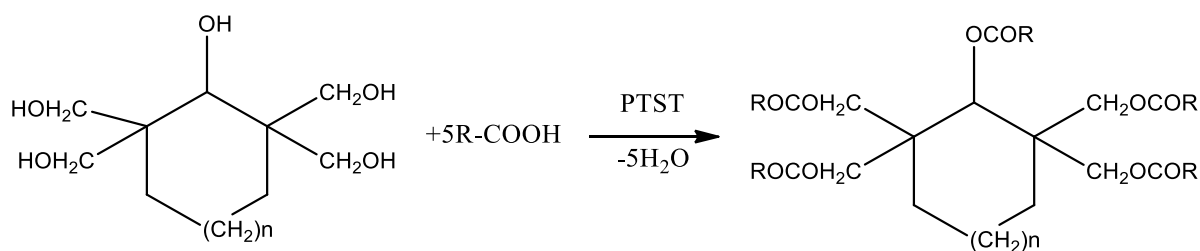
TMTH və TMTP-nin əvvəlcədən hazırlanmış monokarbon turşularının qarışığı ilə efirləşməsi reaksiyası nəticəsində uyğun qarışıq efirlər sintez edilmişdir. Efirləşmə neopoliolların alifatik monokarbon turşuları ilə efirləşməsi reaksiyasına analogi olaraq uyğun şəraitdə aparılmışdır.

Sintez edilmiş efirlər açıq-sarı rəngli mayelərdir, onların çıxımı TMTH ilə nəzəri çıxımın 63 – 82%-ni, TMTP ilə isə 58 – 76%-ni təşkil etmişdir.

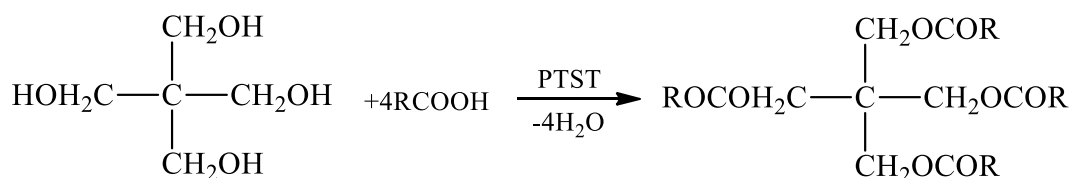
Eyni zamanda TMTP və TMTH-ın alifatik neopoliollarla – pentaeritrit və trimetilolpropanolla C₃-C₈ alifatik monokarbon turşuları ilə qarşılıqlı təsirindən bir sıra qarışıq efirlər sintez edilmişdir. Efirləşmə tsiklik neopoliolların efirləşmə reaksiyasına uyğun olaraq aparılmışdır. Alınan efirlər yüksək temperaturda qaynayan açıq-sarı rəngli mayelərdir, onların çıxımı spirtə görə nəzəri çıxımın 59 – 72%-ni təşkil edir.

Alitsiklik neopoliolların qarışıq efirlərinin xassələri tədqiq edilmişdir.

TMTP və TMTH-un qarışıq efirlərini almaq üçün alifatik neopoliollardan-pentaeritrit (PET) və neopentilqlikoldan (NPQ) istifadə olunmuşdur. Qeyd olunan alifatik neopoliollar tsiklik neopoliollarla 1:1 nisbətində qarışdırılmış və kapron turşusu ilə tam efirləşdirilmişdir. Qarışıq efirlərin alınması reaksiyalarını sxematik olaraq aşağıdakı kimi göstərmək olar:



harada ki, $n=0;1$, $\text{R}=\text{C}_5\text{H}_{11}$ -



harada ki, $\text{R}=\text{C}_5\text{H}_{11}$ -

Efirlərin bəzi fiziki-kimyəvi göstəriciləri 20-ci cədvəldə verilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi, qarışıq efirlər 213-275⁰C/2 mm c.st. qaynayan yüksək molekul kütləsinə malik (996-1238 vahid) birləşmələrdir.

Cədvəl 20

TNP-ın qarışıq efirlərinin fiziki-kimyəvi göstəriciləri

№	Efirlər	Çıxım,%	T _{qay} , ⁰ C 2mm c st.	Orta molekul çəkisi
IX	TMTP* + PET*	68	220-235	1226
X	TMTP* + NPR*	71	210-230	996
XI	TMTH* + PET*	63	215-275	1238
XII	TMHP* + NPR*	65	213-270	1010

* Bütün efirlər kapron turşusu ilə alınmışdır

Qarışıq efirlərin özlülük-temperatur xassələri 21-ci cədvəldə verilmişdir.

Cədvəldən görüldüyü kimi qarışıq efirlər yuxarı özlülük dərəcəsinə, yüksək alışma temperaturuna, qənaətbəxş özlülük indeksinə və donma temperaturuna malik birləşmələrdir

TNP-ın qarışıq efirlərinin özlülük-temperatur göstəriciləri

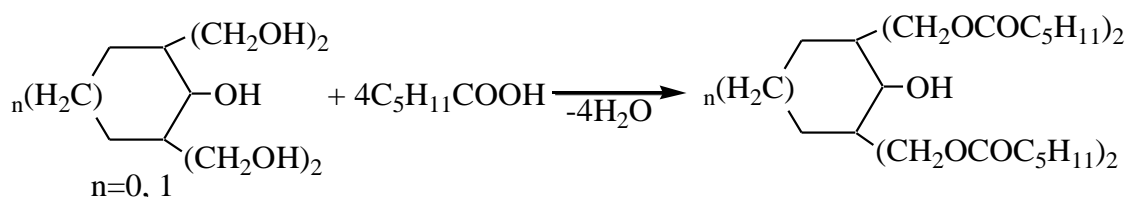
№	Efirlər	Özlülük, mm ² /s		Özlülük indeksi	Temperatur, °C	
		100°C	50°C		donma	alışma
		IX	TMTP+ PET		11,20	48,70
X	TMTP+ NPR	10,28	45,90	123	36	286
XI	TMTH+ PET	12,48	50,13	103	28	348
XII	TMHP+ NPR	11,62	47,86	109	31	319

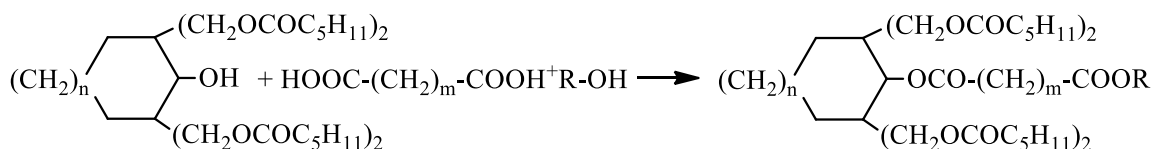
Kompleks poliefirlər neopentilpoliolların monokarbon turşuları ilə sərbəst OH-qrupu saxlayan efirlərinin ikiasanlı karbon turşuları ilə efirləşmə məhsuludur. Ədəbiyyatdan məlum olduğu kimi, onlar plastik sürtkülərdə dispersion mühit kimi, özlülük yüksəldən və yeyilmə əleyhinə aşqar kimi aviasiya və motor yağlarında tətbiq olunurlar [27, 28].

TMTH və TMTP-nin kiçik molekullu poliefirləri n-kapron, adipin və sebasin turşularının və 2-etilheksil və metil spirtlərinin qarşılıqlı təsirindən alınmışdır.

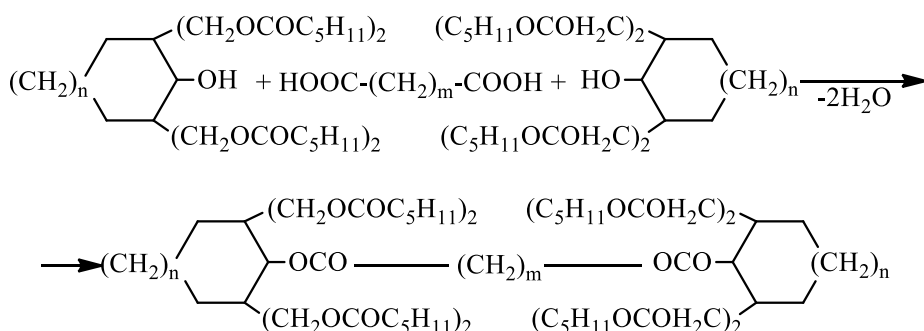
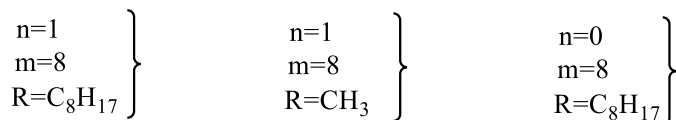
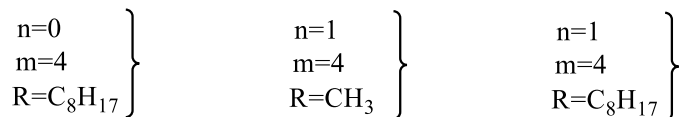
Efirləşmə bir neçə mərhələdə katalizator kimi PTST iştirakında (hər mərhələdə 1% olmaq şərti ilə) azeotrop agent kimi toluoldan istifadə etməklə 180 – 240°C temperaturda azot axınında aparılmışdır. Birinci mərhələdə neopentilpoliolların kapron turşusu ilə natamam efirləşməsi aparılıb. İkinci mərhələdə sərbəst qalmış hidrosil qrupları dikarbon turşuları ilə efirləşdirilir. Üçkomponentli efirlərdə iki natamam efiri, dördkomponentli efirlərdə isə turşunun karboksil qrupu bir tərəfdən natamam efirə birləşir, ikinci karboksil qrupu isə monospirtlə efirləşdirilir.

Kompleks efirlərin sintezi reaksiyasını aşağıdakı sxem üzrə göstərmək olar:





$$m=4, 8$$



PTST-ni çıxarmaq üçün eterifikat NaOH ilə neytrallaşdırılır və su ilə yuyulur.

Toluol qovulduqdan sonra yüngül fraksiya 1–2 mm civə sütunu təzyiqində və 250⁰C temperatura qədər qovulur.

Poliefirlərin çıxımı nəzəri çıxımın 79 – 85%-ni təşkil edir.

Bütün sintez edilmiş poliefirlər etalon efirlərlə müqayisədə daha yüksək molekullu birləşmələr olub, yüksək sındırma əmsalına malikdirlər, 20⁰C temperaturda sıxlıqları isə 1-dən yüksəkdir.

Tsiklik neopoliolların kompleks efirlərinin fiziki-kimyəvi xassələri tədqiq edilmiş, göstəricilər cədvəl 22-də verilmişdir.

Cədvəldən görüldüyü kimi, sintez olunmuş bütün kompleks efirlər ilkin efirlərlə müqayisədə yüksək molekul çəkisinə və şüasındırma əmsallarına malikdirlər. Bu efirlərin sıxlıqları 20⁰C temperaturda vahiddən yüksəkdirlər.

TNP-ın kompleks efirlərinin fiziki-kimyəvi xassələri

Efirlər	Kompleks efirlərin adları və komponentlərin molyar nisbətləri	Çıxım, %	n_d^{20}	ρ_4^{20}	Mol. kütlə
1	TMTH-un kapron, adipin turşuları və 2- etilheksil spirti ilə efiri (1:4:1:1)	82	1,4752	1,1220	852
2	TMTH-un kapron, adipin turşuları və metil spirti ilə efiri (1:4:1:1)	85	1,4736	1,1080	754
3	TMTP-un kapron, adipin turşuları və metil spirti ilə efiri (1:4:1:1)	84	1,4658	1,1000	838
4	TMTP-un kapron, adipin turşuları və 2- etilheksil spirti ilə efiri (1:4:1:1)	82	1,4695	1,1070	894
5	TMTH-un SYT-nın C ₅ -C ₆ fraksiyası ilə efiri	78	1,4712	1,0260	703
6	TMTP-un SYT-nın C ₅ -C ₆ fraksiyası ilə efiri	44	1,4590	1,0040	690

Kompleks efirlərin özlülük-temperatur xassələri tədqiq edilmiş, göstəricilər cədvəl 23-də verilmişdir.

Kompleks efirlərin özlülük-temperatur xassələri

Efirlər	Özlülük, mm ² /san, °C		Öi	Temperatur, °C	
	50	100		donma	alışma
1	92,23	22,42	143	-22	263
2	80,41	18,56	140	-26	256
3	88,62	21,16	141	-42	252
4	108,11	26,13	142	-40	248
5	29,50	7,04	117	-42	240
6	31,70	7,56	121	-62	232

Cədvəldən görüldüyü kimi, alınmış kompleks efirlər yüksək özlülük-temperatur göstəricilərinə malikdirlər. Quruluşundan asılı olaraq bu efirlərin özlülükləri 100⁰C temperaturda 7,04 – 26,13 mm²/s təşkil edir, donma temperaturları isə mənfi 22⁰C, mənfi 62⁰C arasında dəyişilir. Özlülük indeksləri 117-143 vahid olmaqla xeyli yüksəkdir.

2.3. TNP-nin müxtəlif quruluşlu efirləri əsasında yeni yanacaq kompozisiyalarının hazırlanması və tədqiqi

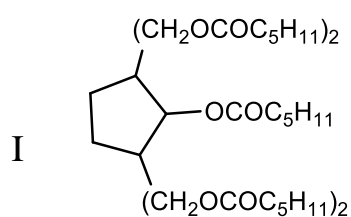
Ədəbiyyat materiallarında bu məqsədlə fenolun ekranlaşmış törəmələrindən istifadə olunduğu məlumdur [29,30]. Bu əlavələr əksər hallarda kompozisiyalar şəklində tətbiq edilir. Məsələn, yanacağın termooksidləşmə stabilliyini qaldırmaq üçün istifadə olunan antioksidləşdirici aşqar kompozisiyaları aşağıdakı kimidir:

1. 2.6-di-tret-butil-4-metilfenol, ekranlaşmış fenolun azot və ya kükürd saxlayan törəməsi, 100%-ə qədər üzvi həlledici
2. 2.2-metilen-bis(4-metil-6-tert-butilfenol), alkenil suksinimidin yağda məhlulu, bis –(3.5-di-tert-butil-2-hidroksibenziliden) etilendiamin.

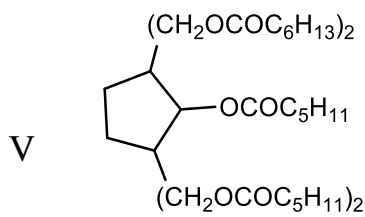
Bu baxımdan laboratoriyada müxtəlif quruluşa malik tərkibində bir neçə funksional qruplar saxlayan tsiklik efirlərin sintezi və tədqiqi həyata keçirilmişdir. Bu efirləri dizel yanacaqlarına 0,1-0,001% miqdarında əlavə etməklə kompozisiyalar hazırlanmış və tədqiq edilmişdir.

İstifadə edilmiş efirlərin formulu aşağıda verilmişdir.

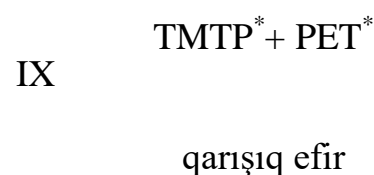
Efirlər

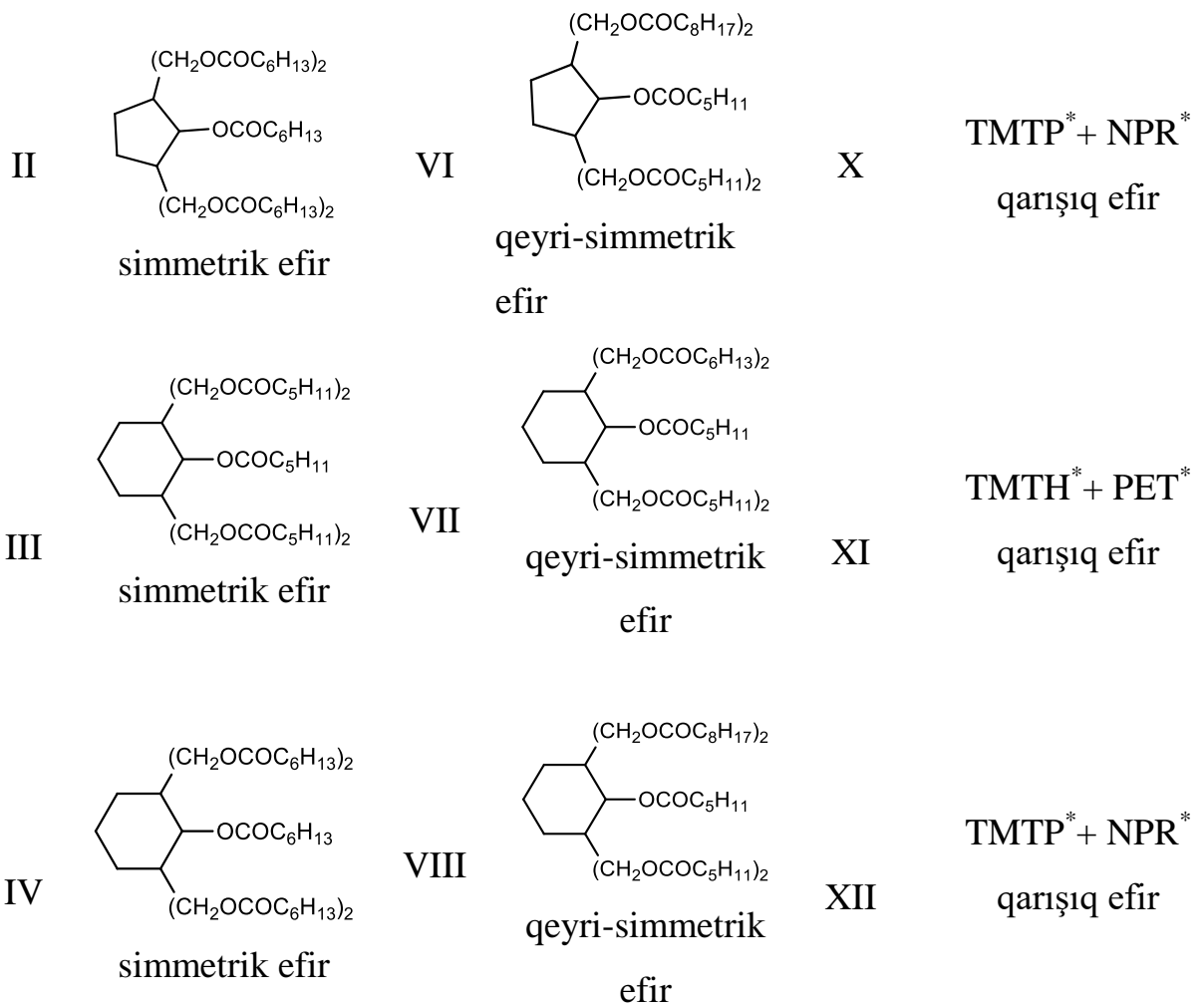


simmetrik efir



qeyri-simmetrik
efir





Bakı Neftayırma Zavodunun 21 və 55 sayılı qurğularından götürülmüş yanacaqlara 0,1-0,001% TNP-nin sintez edilmiş efirləri əlavə olunaraq kompozisiyalar hazırlanmış və onların bütün göstəriciləri təyin olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, TNP-nin mürəkkəb efirlərinin dizel yanacağına əlavəsi ilə onların fraksiya tərkibində ehtiva dərəcəsi dəyişiklik baş vermir: 95% 350-360⁰C temperatur intervalında qovulur, nümunlərin sıxlığı 844,5-850,4 kq/m³ intervalındadır.

Məlum olmuşdur ki, nəzərə çarpan müsbət dəyişikliklər onların termooksidləşmə stabilizatorlarında (TOS) və ya əmələ gələn çöküntünün miqdarının azalmasında, donma temperaturlarının aşağı düşməsində, alışma temperaturlarının yüksəlməsində müşahidə olunur.

Sintez olunmuş efir nümunələrinin dizel yanacaqlarının xassələrinə təsiri 24-cü cədvəldə öz əksini tapmışdır.

Cədvəl 24-dən göründüyü kimi efirlərin dizel yanacaqlarına 0,001% əlavəsi ilə hazırlanmış bütün nümunələrdə TOS daha yüksəkdir, əmələ gələn çöküntünün

miqdarı ilkin dizel yanacağı ilə müqayisədə azalır (6-cı nümunədə təqribən 2 dəfə - 3,2 mq/100 ml-dən 1,8-ə qədər düşür).

Donma temperaturları mənfi 27⁰C-dən mənfi 37⁰C-ə qədər aşağı enir, alışma temperaturları 74⁰C-dən 80⁰C-ə qədər yüksəlir. Nümunələrdə koklaşma dərəcələrinin 0,0024-dən 0,0021-ə qədər enməsi müsbət hal hesab edilir. Göründüyü kimi, tsiklik neopoliolların yuxarıda qeyd olunan efirlərinin 0,004% əlavəsi ilə dizel yanacaqlarının istismar xassələrində çox mühüm dəyişikliklər müşahidə olunur. Bu fakt yanacaqların Avro-4, Avro-5 standartlarına cavab verməsi istiqamətində aparılan tədqiqatlar arasında mühüm addım hesab edilir.

Cədvəl 24

TNP efirlərinin antioksidant və depressor kimi tədqiqinin nəticələri

№	Kompozisiyaların tərkibi	Əlavələrin miqdarı, %	Çöküntünün miqdarı, mq/100 ml	Donma temperaturu, ⁰ C	Alışma temperaturu, ⁰ C
1	Dizel yanacağı (55) əlavəsiz	0,001	3,2	-27	74
2	DY+efir I C ₅ (sim)	0,001	2,0	-35	75
3	DY+efir II C ₅ (sim)	0,001	2,3	-32	77
4	DY+efir III C ₆ (sim)	0,001	2,4	-33	76
5	DY+efir IV C ₆ (sim)	0,001	2,6	-30	78
6	DY+efir V C ₅ (q-sim)	0,001	1,8	-35	79
7	DY+efir VI C ₅ (q-sim)	0,001	2,4	-34	80
8	DY+efir VII C ₆ (q-sim)	0,001	2,3	-37	75
9	DY+efir VIII C ₆ (q-sim)	0,001	2,5	-33	76
10	DY+efir IX C ₅ (qar.)	0,001	2,7	-33	74
11	DY+efir X C ₅ (qar.)	0,001	2,6	-35	75
12	DY+efir XI C ₆ (qar.)	0,001	2,5	-34	74
13	DY+efir XII C ₆ (qar.)	0,001	2,6	-33	75

Tədqiqat işində efirlərin quruluşlarının yanacaqların istismar xassələrinə təsiri dinamikası nəzərdən keçirilmiş və müəyyən elmi nəticələr və qanunauyğunluqlar əldə olunmuşdur. Bu efirlər TOS göstəricilərinə görə bir-birilərdən çox az fərqlənirlər, qarışıq və simmetrik efirlər öz depressor xassələrinə görə qeyri-

simmetrik efirlərdən geri qalırlar ki, bu da bilavasitə efirlərin quruluşu ilə əlaqədardır [31].

Hidrotəmizlənmiş dizel yanacağı müəyyən müddət ərzində keyfiyyətini dəyişir. Sınaqlar müxtəlif dizel yanacaqlarında dəfələrlə təkrarlanmışdır (cədvəl 25).

Cədvəl 25

Dizel yanacağına efirlərin əlavəsi ilə hazırlanmış nümunələrin xassələri

Nö	Kompozisiyaların tərkibi	Əlavələrin miqdarı, %	Çöküntünün miqdarı, mq/100 ml	Bulanma temper., °C	Donma temper., °C	Alışma temper., °C
1	Dizel yanacağı(əlavəsiz)	-	6,0	-15,2	-19,4	76
2	DY+ efir I	0,004	1,5	-16	-22	84,5
3	DY+ efir II	“-----“	0,00	-15,0	-25	89
4	DY+ efir III	“-----“	1,6	-13,8	-20,3	84
5	DY+ efir IV	“-----“	0,00	-17	-23,3	88,8
6	DY+ efir V	“-----“	0,92	-15,0	-24	85
	DY+ ionol	0,01	1,0	-	-8	81

Göründüyü kimi, tsiklik neopoliolların dizel yanacaqlarına əlavəsi ilə hazırlanmış bütün nümunələrdə termooksidləşmə stabillikləri xeyli yuxarıdır ki, bu da öz təsdiqini əmələ gələn çöküntünün miqdarının kəskin surətdə aşağı düşməsində (hətta sifira qədər enməsi) tapır. Götürülən üç nümunədə çöküntünün miqdarı 6-dan 0,9-1,6 mq/100 ml-ə qədər düşür. İki nümunədə isə çöküntü sifira qədər enir. Nümunələrin alışma temperaturlarının qapalı mühitdə öyrənilməsi göstərdi ki, alışma temperaturları 76⁰C-dən 89⁰C-ə yüksəlir. Donma temperaturlarına gəlincə o mənfi 19,4⁰C-dən mənfi 25⁰C-yə qədər enir. Nümunələrin kokslaşma dərəcələrinin ölçülməsi onların 0,0025-dən 0,0021%-ə qədər enməsi ilə müşaiət olunur ki, bu da müsbət hal hesab edilir.

Göründüyü kimi, tsiklik neopoliolların efirlərinin 0,004% əlavəsi ilə dizel yanacaqlarının istismar xassələrində çox mühüm dəyişikliklər müşahidə olunur. Məlum olmuşdur ki, penta efirlər, tetra efirlərlə və izoturşu radikallı efirlərlə müqayisədə bütün qoyulan tələblər üzrə yüksək göstəricilərə malikdirlər. Tsiklik həlqənin təsirinə gəlincə, tərkibində tsiklopentan həlqəsi olan efirlər tsikloheksan həlqəli efirlərdən üstündür ki, bu da tsiklopentan həlqəsinin özünəməxsusluğu ilə izah olunur.

Alınmış nümunələrin istismar xassələrinin, məlum ekranlaşmış fenol əsaslı antioksidant əlavələrlə müqayisəsi göstərdi ki, efir tipli əlavələr ionoldan dəfələrlə az miqdarda götürülməsinə baxmayaraq (0,04% əvəzinə 0,004%) yüksək effekt göstərirlər ki, bu da efir tipli əlavələrin onlardan xeyli üstün olduğunu sübut edir, bu cəhətdən onları dizel yanacaqlarına effektiv antioksidant əlavələr kimi tövsiyyə etmək olar [32].

Digər tərəfdən ekranlaşmış fenol törəmələrindən (ionol və s.) istifadə olunan zaman onların atmosfərə vurduğu ekoloji baxımdan çox böyük zərərli təsirlər nəzərə alınsa, yanacaqlara əlavələr kimi mürəkkəb efirlərdən istifadə olunması çox səmərəli və perspektivlidir.

3. Neft yağları, bəzi sintetik yağlar və vitsinal dikarbon turşularının efirləri əsasında yeni kompozisiyaların hazırlanması

Məlum olduğu kimi, sintetik yağların istehsalının həcmi çox azdır. Buna səbəb onların qiymətinin neft yağlarından 2-100 dəfəyə qədər baha olmasındadır. Buna baxmayaraq sintetik yağlar bir sıra xüsusiyyətlərinə görə: aşağı temperatur, termooksidləşmə stabilliyinə, yağlama xassəsinə, özlülük indeksinin yüksək olmasına görə və s. neft yağlarından üstüdürlər. Üstün cəhətlərlə yanaşı sintetik yağların, xüsusilə də efir yağlarının bəzi mənfi cəhətləri də vardır. Məsələn, hidrolitik stabilliyi və ənənəvi aşqarların həlledilməsi aşağı göstəricilərə malikdirlər. Bütün bu çatışmazlıqları aradan qaldırılmasında və iqtisadi baxımdan daha əlverişli üsul neftdən alınmış mineral yağların və sintetik yağların əsasında yarım sintetik yağ kompozisiyalarının hazırlanmasıdır.

Yarım sintetik yağların alınmasında əsasən yüksək təmizlənmiş neft komponentlərinin efirlərlə qarışığından istifadə olunur. Efirin tərkibi və qatılığı yağın funksional təyinatı və yağın tətbiqinin xüsusiyyətindən asılı olur [33]. Bir çox hallarda qarışığın hazırlanması zamanı sinerqetik effekt müşahidə olunur ki, bu da ilkin komponentlərin istismar xassələrindən daha yüksək nəticələr göstərən yağ kompozisiyalarının alınmasına imkan yaradır.

İş [34]-də sintetik və mineral baza motor yağlarının müqayisəli xarakteristikası verilmiş, göstərilmişdir ki, eyni özlülüyə malik (100°C -də $4 \text{ mm}^2/\text{s}$) sintetik sürtkü yağlarının (SSY) uçuculuğu mineral baza yağlarından (MBY) aşağı olur.

Qeyd edildiyi kimi MBY ilə müqayisədə mürəkkəb efirlərin antioksidləşdirici stabilliyi, özlülük indeksi, işləmə müddəti daha yüksək olur, onlar kiçik özlülüyə malik olmaları səbəbindən yanacaqın qənaətini təmin edir. SSY reoloji xassələrinə görə də MBY-dən üstüdürlər.

İş [35] 2-etilheksiladipinatın SAE-10 neft yağına əlavəsi ilə hazırlanmış kompozisiyanın istismar xassəsinin efirin qatılığından asılı olaraq tədqiqinə həsr olunub. Müəyyən edilmişdir ki, efirin qatılığının artması onun özlülüyünün, xüsusilə aşağı temperatur özlülüyünün azalmasına səbəb olur. 2-etilheksiladipinatın

buxarlanması mineral yağın buxarlanmasından az fərqləndiyi üçün bu göstərici qatılıqdan praktiki olaraq asılı olmur.

Müəlliflər [36] selektiv təmizlənmə üsulu ilə alınmış VI-70 yağının fiziki-kimyəvi xassələrinin dəyişilməsinə mürəkkəb efirlərin təsirini öyrənmişlər. Mürəkkəb efir kimi ikiəsaslı turşu və alifatik spirtlərin efirləri (əsasən ən geniş istifadə olunan 2-etilheksil spirti, sebasin (DOS) və ya ortoftal (DOF) turşularının diefirləri) götürülmüşdür.

Müəlliflər [37] tərəfindən neft və mürəkkəb efir yağlarının özlülüklərinin təzyiq və temperaturdan asılılığı öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, aşağı temperaturlarda (20-25°C) təzyiqin 200-300 MPa qədər artırılması özlülüyn kəskin artmasına gətirib çıxarır ki, bu da molekulun quruluşundan asılıdır. Bu isə onu göstərir ki, yağ kompozisiyaları hazırlandıqda sürtkü materiallarının molekulyar quruluşu nəzərə alınmalıdır.

Neft yağına 3-5% polyar efir komponentinin əlavə edilməsi yağın reoloji, həcmi-mexaniki, yağlama və s. xassələrini yaxşılaşdırır [38].

Tərkibində 3-40% mürəkkəb efir və 60-97% neft yağı saxlayan kompozisiya transmissiya yağı kimi təklif olunmuşdur [39]. Efir sürtünmə əleyhinə komponent kimi əlavə edilmişdir.

Müxtəlif faktorların yağ kompozisiyalarının istismar xassələrinə təsirinin tədqiqi göstərmişdir ki [40], 30%-ə qədər sintetik komponentin (poli- α -olefin və mürəkkəb efir) əlavəsi kompozisiyanın termooksidləşmə stabilliyini yüksəldir, sintetik komponentin qatılığının artması buxarlanmanın azalmasına gətirib çıxarır.

Mineral yağların antioksidləşdirici stabilliyinə dioktiladipinatın (DOA) və DOS-un müxtəlif nisbətlərinin təsiri tədqiq edilmişdir [41]. Müəyyən edilmişdir ki, DOA-nın 5% əlavəsi antioksidləşmə stabilliyini 2 dəfə yüksəldir. Həmçinin DOS və DOA efirlərinin M-6₃/10-B motor yağının aşağı temperatur xassələrinə təsiri tədqiq edilmişdir. Aydın olmuşdur ki, bu efirlərin 10% miqdarında əlavəsi donma temperaturunu aşağı salır, aşağı temperatur özlülüynü yaxşılaşdırır, eləcə də lakəmələgəlmənin qarşısını alır [42].

ACB-5, MT3-10π mineral yağlarının və DOS, DOA, PET kimi mürəkkəb efir yağlarının əsasında hazırlanmış qarışıq yağlar tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, bu mürəkkəb efirləri mineral yağlara əlavə etməklə 3₃/8, 4₃/6 и 4₃/8 özlülük siniflərinə uyğun aşağı temperaturda donan motor yağlarının alınması mümkündür. Tədqiq olunmuş mürəkkəb efirlərdən DOS optimal xassələrə malikdir, aşağı temperatur xassələrinə görə PET-dən, buxarlanmasına görə isə DOA-dan üstündür [43].

Məlumdur ki, poli- α -olefin yağları yaxşı özlülük-temperatur xassələrinə malikdirlər, az polyar olduqlarından rezinlərə qarşı inerti dirlər, lakin aşqarları pis həll edirlər [44]. Bu yağların əsasında perspektiv hidravlik mayelər hazırlamaq mümkündür.

Donma temperaturu mənfi 55°C, özlülüüyü 100°C-də 4 sSt olan dikarbon turşularının dialkil efirlərinin (di-2-etilheksilsebasinat, dioktil- və ya diizodesiladipinat) və 4-8 sSt özlülüyə malik hidrogenləşmiş α -olefin oliqomerlərinin əsasında yüksək istismar xassələrinə malik transmissiya yağlarının kompozisiyaları hazırlanmışdır [45].

Tərkibində neft yağı, poli- α -olefin və karboksilat poliolumun qarışıqları, polibutenilkəhrəba anhidridinin polietilenpoliamin və pentaeritritlə reaksiya məhsulu, həmçinin dispersant – OH-qrupu saxlayan alkenilkəhrəba turşusunun efiri daxil olan kompozisiyalar hazırlanmışdır [46].

Tərkibində diizooktilsebasinat, az özlüklü mineral və ya poli- α -olefin yağı saxlayan vertolyot aqreqatlarında istifadə olunan sürtkü kompozisiyası hazırlanmışdır [47]. Bu kompozisiya yağlama xassələrinin yaxşılaşdırılmasına, vertolyot aqreqatlarının iş resursunun artırılmasına imkan verir.

Konserv qutularının formalaşdırılması zamanı defektlərin əmələ gəlməsinin azaldılmasını təmin edən sürtkü yağını aşağı özlüklü neft yağlarına 5-50% tərkibində 2 polyar qrupu olan ikiəsəslı turşuların efirlərinin (monometiladipinat, dietilsebasinat və s.) əlavəsi ilə alırlar [48].

Yüksək temperaturlarda soyuducuların kompressorlarında işlədilə bilən sürtkülər mineral yağların, pentaeritrit və mono-, dikarbon turşularının (C_5 , C_8 , C_9 və adipin turşusu) mürəkkəb efirlərinin əsasında hazırlanır [49, 50].

Dizel mühərriklərində istifadə edilə bilən sürtkülərin tərkibinə baza mineral yağı və ftal turşusunun C_6 - C_{20} spirtləri ilə efirləşməsindən alınan mürəkkəb efirlər daxildir [51].

Özlülük indeksi 120-dən 163-ə qədər olan və doymamış α,β -1,4-dikarbon turşusunun və n-butanolun əsasında alınmış mürəkkəb efirin əlavəsi yağ kompozisiyasının yağlama xassələrini yaxşılaşdırır [52].

Tərkibində DOS və poli- α -olefin yağı, eləcə də VISCOPLEX-12-310 qatılaşdırıcı aşqar saxlayan baza yağının özlülüyü 100°C -də $5-8 \text{ mm}^2/\text{s}$ olur. Bu, yağın termooksidləşmə stabilliyi və yeyilməyə qarşı davamlılığını yüksəldir [53].

Yüksək temperatura davamlı və uzun işləmə müddətinə malik sürtkü 40°C -də özlülüyü $20-150 \text{ mm}^2/\text{s}$ olan karbohidrogen yağı ilə sintetik sadə və mürəkkəb efirlərin əsasında hazırlanmışdır [54].

8-12% DOS, 54-58% poli- α -olefin, ~30% mineral yağdan ibarət olan yüksək keyfiyyətlərə malik motor yağı işlənilib hazırlanmışdır [55].

Yaxşılaşdırılmış antifriksion xassələrə malik yağ kompozisiyası baza yağı 0,05-2% C_{11} - C_{26} dikarbon turşusunun və qlikolların (C_2 - C_{12}) mürəkkəb efirlərinin əsasında hazırlanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, mürəkkəb efir komponenti olmadıqda antifriksion xassələrinin yaxşılaşdırılması baş vermir [56].

C_4 - C_{14} alifatik dikarbon turşusunun və C_6 - C_{14} (tsikloheksanol, metilsikloheksanol) spirtlərinin əsasında alınmış mürəkkəb efirdən və polialkilenqlikol sadə efirin qarışığından ibarət olan yağ kompozisiyası geniş temperatur diapazonunda işləyə bilir və yaxşılaşdırılmış yağlama xassələrinə malik olur [57].

10-30% dioktilftalat və ya dioktiladipinatın poliqlikol yağlarına əlavəsi ilə avtomobillərdə işlədilə bilən əyləc mayesi alınmışdır [58].

Antimikrob xassəli konveyer sürtküsü [59] yağ turşularının diefirləri, sulfolaşmış diefirləri, yüksək təzyiqə əks təsir göstərən 0,25-10% dördlü alkil ammonium duzlarının əsasında alınmış antimikrob agentin qarışığından ibarətdir.

Göstərilən ədəbiyyat icmalından məlum olur ki, hal-hazırda yüksək keyfiyyətli yağlar alınması üçün müxtəlif yağ kompozisiyalarından istifadə etmək daha səmərəlidir.

3.1.VDT-nin mürəkkəb efirlərinin əsasında yağ kompozisiyalarının hazırlanması və kompozisiyaların özlülük-temperatur xassələrinin tədqiqi

Qeyd etdiyimiz kimi texnologiyanın davamlı inkişaf şəraitində hazırlanmış perspektiv sintetik sürtkü materiallarına qoyulan tələblər daim sərtləşir [60]. Sürtkü yağları yüksək termooksidləşmə stabilliyinə malik olmaqla yanaşı yaxşı reoloji xassələrə, yəni aşağı temperaturlarda kiçik özlülüyə malik olmalıdırlar. Əlbəttə, bu məqsədə nail olmağın real yollarından biri tələb olunan vacib xassələrə malik yeni yağ kompozisiyalarının yaradılmasıdır. Bunun da ən effektiv yolu yüksək istismar xassələrinə malik yeni növ sintetik yağların alınması və onların neft yağları ilə kompozisiyalarının yaradılmasıdır.

Vitsinal quruluşlu dikarbon turşularının, xüsusi halda alkenilkəhrəba turşusunun (AKT) alifatik spirtlərlə efirləşməsindən alınan mürəkkəb efirlər unikal aşağı temperatur xassələrinə malik olsalar da kiçik özlüklü mayelərdirlər. Bu efirlər sintetik sürtkü yağlarının əsası və komponenti kimi tövsiyyə olunmuşlar [61]. Özlərinin fiziki-kimyəvi, eləcə də istismar xassələrinə görə bu efirlər nəinki mineral yağlardan, həmçinin yüksək özlülüyə malik, lakin aşağı temperatur xassələri yaxşı olmayan sintetik karbohidrogen yağlarından da üstündürlər. AKT-nin efirləri öz göstəricilərinə görə hazırda istehsal edilən DOS və PET efirlərindən də geri qalmırlar. Bu efirlər mineral yağlarda, eləcə də sintetik karbohidrogen yağlarında yaxşı həll olur və bu zaman onların xassələrini yaxşılaşdırırlar.

VD-nin (40-140°C-də qaynayan α -olefinlərin malein anhidridi ilə en-sintezindən alınmış anhidrid və C₇-C₉ alifatik spirtlərin qarışığından alınmış

mürəkkəb efir) və mineral yağlar (T-30, T-46 turbin yağı və Bakı neftlərindən alınmış M-8 motor yağı) əsasında kompozisiyalar hazırlanmışdır. Kompozisiyaların tərkibi cədvəl 26 -da verilmişdir.

Cədvəl 26

Mineral yağlar və VDT-nin efirlərinin əsasında hazırlanmış kompozisiyalar

№	Komponentlərin nisbəti, %			Turşu ədədi, mqKOH/q
	VDT	T-46	M-8	
	100	-	-	neytr.
	-	100	-	0,02
1	10	90	-	
2	30	70		neytr.
3	50	50		neytr.
	-	-	100	
4	10	-	90	neytr.
5	30	-	70	neytr.
6	50	-	50	neytr.
7	0,2	-	99,8	neytr.
8	0,4	-	99,6	neytr.
9	0,5	-	99,5	neytr.
10	0,6	-	99,4	neytr.

VD-nin sintetik efir yağı T-46 ilə qarışdığı kimi M-8 ilə də yaxşı qarışır. VD əsasında kompozisiyaların ümumi kütləsinin 10, 30 və 50%-ni təşkil edən nümunələri hazırlanmışdır.

Aparılmış tədqiqatlar göstərdi ki, sintez edilmiş AKT efirlərinin mineral yağlar tərəfindən qəbul edilməsi çox yüksəkdir. Nə qızdırdıqda, nə uzun müddət saxlandıqda laylaşma baş vermir. Bundan əlavə bu efirlər yüksək depressator xassələri göstərirlər.

Vitsinal dikarbon turşularının (VDT) mürəkkəb efirləri əsasında hazırlanmış yeni yağ kompozisiyalarının özlülük-temperatur və istismar xassələri tədqiq edilmişdir. Bu məqsədlə 40-140°C temperaturda qaynayan α -olefinlər və malein anhidridinin en sintezi əsasında alkenilkəhrəba turşusunun anhidridi sintez edilmiş

və C₇-C₉ spirt fraksiyası ilə efirləşdirilmişdir. Alınmış mürəkkəb efir (VD) əsasında bir sıra kompozisiyalar hazırlanmış və onların özlülük-temperatur xassələri, eləcə də termooksidləşmə, yağlama xassələri öyrənilmişdir. Vitsinal dikarbon turşusunun C₇-C₉ efinin xarakteristikası cədvəl 27-də verilmişdir.

Cədvəl 27

Vitsinal dikarbon turşusunun C₇-C₉ efinin xarakteristikası

Göstəricilər		
Özlülük, mm ² /s	100 ⁰ C	3,37
	50 ⁰ C	9,95
	-40 ⁰ C	-
Turşu ədədi, mqKOH/q		neytr.
Temperatur, °C: donma		-56
	alışma	237
Özlülük indeksi		125
Termooksidləşmə stabilliyi: Oksidləşmədən sonra özlülük (100 ⁰ C-də)		4,06
Özlülük artımı, %		16,6
Turşu ədədi, mqKOH/q		6,5
Izooktanda həll olmayan çöküntünün miqdarı, q		0,0014
Korroziya, mq/sm ² : AK-4		yoxdur
	IIIХ-15	yoxdur
Buxarlanma, %		3,66
Yağlama xassələri: Yeyilmə indeksi		26
P _k , kq.qüvvə.		56
P _c , kq.qüvvə.		135
40 kq yük altında yeyilmə diametri (d), mm		0,95

Cədvəl 27-dən göründüyü kimi VD yüksək aşağı-temperatur xassələrinə, yüksək alışma temperaturuna və termooksidləşmə stabilliyinə malikdir. VD molekulunun tərkibində polyar qrupların olması onların yüksək yağlama xassələrinə malik olmasına səbəb olur.

VD sintetik yağı mineral (neft) yağlarda yaxşı həll olur. Bu yağı T-46 və M-8 yağına ümumi kütlənin 10, 30 və 50%-i qədər əlavə etməklə kompozisiyalar hazırlanmış və özlülük-temperatur xassələri öyrənilmişdir. Göstəricilər cədvəl 28-də verilib.

Cədvəl 28

Kompozisiyaların özlülük-temperatur xassələri

Kompozisiya	Miqdar %		Özlülük, mm ² /s			Temperatur, °C		Özlülük indeksi
	VD	Mineral yağ	100°C	50°C	20°C	donma	alışma	
VD	100	-	3,37	9,95	31,24	-56	237	125
T-46	-	100	9,15	54,8	319,54	-10	195	60
1	10	90	8,96	36,53	185,7	-34	212	131,5
2	30	70	7,26	28,36	103,09	-36	214	132,6
3	50	50	5,84	20,4	65,7	-50	218	136,0
M-8	-	100	6,72	31,25	154,7	-6	204	85
4	10	90	5,9	23,02	103,6	-14	207	116,8
5	30	70	5,1	18,68	54,3	-14	212	118,6
6	50	50	4,6	15,96	45,02	-18	216	123,0
МБП -12			-	19-24	-	-24	-	-
МЗП -6				23-28		-24		

Cədvəl 28-dən göründüyü kimi hazırlanmış kompozisiyalar öz xassələrinə görə mineral yağlardan üstüdürlər. Belə ki, T-46 yağına 10% VD əlavə etdikdə donma temperaturu mənfi 10°C-dən mənfi 34°C-yə qədər enir, özlülük indeksi 60 vahiddən

131,5 vahidə, alışma temperaturu 195⁰C-dən 212⁰C-yə qədər yüksəlir. Eyni effekt M-8 mineral yağında da müşahidə edilir (10% VD əlavə etdikdə donma temperaturu mənfi 6⁰C-dən mənfi 14⁰C-yə qədər enir, özlülük indeksi 85 vahiddən 116,8 vahidə, alışma temperaturu 204⁰C-dən 207⁰C-yə qədər yüksəlir.

Karbohidrogen yağları – alkilbenzol (AB), hidrogenləşdirilmiş (HPAOY) və hidrogenləşdirilməmiş poli- α -olefin (PAOY) yağları və VD əsasında müxtəlif kütlə nisbətlərində kompozisiyalar hazırlanmışdır (cədvəl 29).

Cədvəl 29

Karbohidrogen yağları və VDT-nin efirlərinin əsasında hazırlanmış kompozisiyaların tərkibi

№	Komponentlərin nisbəti, %		
	AB:VD	poli- α -olefin yağı	
		PAOY:VD	HPAOY:VD
11	75:25		
12	65:35	-	-
13	55:45	-	-
14	50:50	-	-
15	45:55	-	-
16	40:60	-	-
17	25:75	-	-
18	-	-	68:32
19	-	-	80:20
20	-	-	85:15
21	-	-	90:10
22	-	68:32	-
23	-	80: 20	-

Karbohidrogen yağlarının xarakteristikası cədvəl 30-da verilmişdir. Cədvəl 30-dan görüldüyü kimi sintetik karbohidrogen yağlarının aşağı donma temperaturuna malik olmasına baxmayaraq 100⁰C-də və eyni zamanda mənfi 40⁰C-də yüksək özlülüyə malik olurlar. Bu da onların mənfi cəhətidir. Həmçinin karbohidrogen yağları öz yağlama xassələrinə görə də sintetik efir yağlarından geri

Karbonhidrogen yağlarının xarakteristikası

№	Özlülük, mm ² /s			Öİ	Temperatur, °C		*Termooksidləşmə stabilliyi					
	100	50	-40		donma.	alışma.	Turşu ədədi, mqKOH/q	Özlülük artımı,%	İzooktanda həll olmayan çöküntünün miqdarı,%	Buxarlanma. %	Korroziya,%	
											AK-4	III-X-15
AB	12,39	56,23	109620,0	126,24	-46	223	1,38	15,65	0,02	1,33	отс.	отс.
PAOY	9,92	44,32	38769,8	121,2	-52	215	-	-	-	-	-	-
HPAOY	9,44	41,00	62907,3	123,3	-48	230	-	-	-	-	-	-

*Şərait: 200°C, 10 saat, 30 q yağ nümunəsindən keçirilən havanın sürəti 50ml/dəq. (ГОСТ 23797-79)

qalirlar. Aparılmış tədqiqatlar VD-nin sintetik karbohidrogen yağlarında yaxşı həll olmasını göstərir. Uzun müddət saxlandıqda və qızdırıldıqda ayrılma müşahidə edilmir. VD bu yağlarda yüksək depressor xassəsi nümayiş etdirir.

Sintetik karbohidrogen yağları - alkilbenzol (AB), hidroqenləşdirilmiş (HPAOY) və hidroqenləşdirilməmiş (PAOY) poli- α -olefin yağları və vitsinal efirlər əsasında hazırlanmış yağ kompozisiyalarının özlülük-temperatur xassələri tədqiq edilmişdir.

AB və VD əsasında hazırlanmış kompozisiyaların özlülük-temperatur xassələri cədvəl 31-də verilmişdir.

Cədvəl 31

AB və VD əsasında hazırlanmış yağ kompozisiyalarının özlülük-temperatur xassələri

№	AB : VD, % kütlə.	Özlülük, mm ² /s			Öİ	Temperatur, °C	
		100	50	-40		donma	alışma
	100:0	12,39	56,23	109620	126	-46	225
	0:100	3,37	9,95	3342	132	-56	234
7	75:25	9,02	34,82	28255	142	-50	230
8	65:35	7,99	29,9	21750	140	-54	228
9	55:45	7,03	25,2	16942	144	-54	232
10	50:50	6,55	22,8	14367	147	-54	230
11	45:55	5,97	20,5	11303	143	-52	232
12	40:60	5,90	19,71	10009	151	-56	232
13	25:75	3,99	12,75	7565,5	145	-56	234

Cədvəl 31-dən görüldüyü kimi bu kompozisiyalar 100⁰C-də yüksək özlülüyə, özlülük indeksinə və qənaətbəxş aşağı temperatur xassələrinə malikdir. Məsələn, 35% VD və 65% AB qarışığından hazırlanmış kompozisiyanın (8)

özlülük indeksi 140-a bərabər olub təmiz AB yağından 14 vahid yüksəkdir ki, bu da sinergizmin baş verməsi ilə izah olunur (belə ki, VD, AB yağı və alınmış kompozisiyanın özlülük indeksi uyğun olaraq 132, 126 və 140-a bərabərdir).

Aşağı temperatur xassələrində də nəzərə çarpacaq dərəcədə yaxşılaşma müşahidə olunur. VD-nin əlavəsi donma temperaturunu aşağı salır (AB-nin donma temperaturu mənfi 46°C, məsələn, kompozisiya (8) –də isə mənfi 54°C), mənfi 40°C-də özlülük göstəricisi təxminən 5 dəfə azalır (109620 mm²/s-dən 21759 mm²/s-yə qədər). VD-nin miqdarı artdıqca mənfi 40°C-də özlülük də aşağı düşür.

Poli- α -olefin yağlarının VD ilə kompaundlaşdırılmasında da oxşar nəticələr alınmışdır. Poli- α -olefin yağı əsasında hazırlanmış kompozisiyaların xarakteristikaları cədvəl 32-də verilmişdir.

Cədvəl 32

PAOY, HPAOY və VD əsasında hazırlanmış sintetik yağ kompozisiyalarının xarakteristikası

№	PAOY : HPAOY : VD, %	Özlülük, mm ² /s, temperaturda, °C				Öİ	T _{donma} , °C
		130	100	50	-40		
	0:0:100	–	3,37	9,95	3342	132	-56
	100:0:0	5,34	9,92	44,32	38769	121	-52
	0:100:0	–	9,44	41,00	62907	123	-48
14	0:68:32	3,83	6,57	24,30	19119	136	-52
15	0:80:20	4,30	7,90	28,40	24674	145	-52
16	0:85:15	4,62	8,03	30,53	35150	140	-48
17	0:90:10	4,95	9,02	34,02	35431	150	-48
18	68:0:32	–	6,79	25,8	19270	133	-52
19	80:0:20	-	8,25	29,95	24758	144	-52

Cədvəldən göründüyü kimi VD-nin 10%-dən başlayaraq əlavəsi zamanı bütün hallarda mənfi 40°C-də özlülük yaxşılaşır. Məsələn, HPAOY-da 62907 mm²/s-dən 20% VD əlavə etdikdə 24674 mm²/s enir (kompozisiya 15), özlülük indeksi uyğun olaraq 123 vahiddən 145-ə qədər yüksəlir.

Müəyyən olunmuşdur ki, mənfi 40 °C-də VD-nin (32% kütlə miqdarı) hidrogenləşmiş poli- α -olefin yağına (kompozisiya 14) eyni miqdarda əlavəsi hidrogenləşməmişə nəzərən kompozisiyanın özlülüyunə daha böyük depressorlaşdırıcı təsir göstərir: mənfi 40 °C-də PAOY ilə olan kompozisiyanın (18) özlülüyunü 38769,8 mm²/s-dən 19270 mm²/s-ə, HPAOY ilə olan kompozisiyanın (14) özlülüyunü isə 62907,3 mm²/s-dən 19119 mm²/s-ə qədər düşür.

Məlumdur ki, hidrogenləşməmiş poli- α -olefin yağları stabilliyinə görə hidrogenləşmişlərdən geri qalırlar.

AKT efirləri və tsiklik neopoliollar əsasında kompozisiyalar hazırlanmışdır (cədvəl 33) və özlülük-temperatur xassələri tədqiq edilmişdir. Göstəricilər cədvəl 34-də verilmişdir.

Cədvəl 33

Mineral yağlar, VDT-nin efirləri və TMTM əsasında hazırlanmış kompozisiyaların tərkibi

№	Komponentlərin nisbəti, %		
	AKT	TMTM	Mineral yağ
40	20	80	-
41	40	60	-
42	50	50	-
43	10	10	80 M-8
44	10	10	80 M-10
45	10	10	80 T-46

Tsiklik neopoliolların – 2,2,5,5-tetrametiloltsiklopentanol (TMTP), 2.2.6.6-tetrametiloltsikloheksanol (TMTH), HKT-nin diheptil efirinin və M-8, M-10, T-46 mineral yağlarının əsasında hazırlanmış kompozisiyalar sürtkü yağlarına olan tələbata cavab verən yağ kompozisiyaları almağa imkan vermişdir.

Kompozisiyalar efirlərin öz aralarında müxtəlif nisbətlərdə, eləcə də M-8, M-10, T-46 mineral yağları ilə qarışdırılmasından hazırlanmışdır.

Cədvəl 34-dən görüldüyü kimi AKT və TMTH əsasında hazırlanmış kompozisiyalar ayrı-ayrılıqda götürülən efirlərlə müqayisədə daha yaxşılaşmış keyfiyyətlərə malikdirlər: məsələn, 100°C temperaturda AKT efirinin özlülüyü (3,06 mm²/s-dən 6,53 mm²/s-ə qədər),alışma temperaturu (200°C-dən 226°C-ə qədər) artır, TMTH efirlərinin özlülük indeksi (116 vahiddən 130 vahidə kimi) yüksəlir, donma temperaturu isə mənfi 44°C-dən mənfi 54°C-yə kimi aşağı düşür. Hazırlanmış kompozisiyalar müsbət temperaturlarda özlülüyə və özlülük indeksinə görə PET efirləri ilə eyni səviyyədə olub, alışma temperaturuna görə ondan yüksək nəticə göstərsələr də (195°C-yə qarşı 203°C) donma temperaturuna görə PET efirlərindən geri qalırlar (mənfi 62°C-yə qarşı mənfi 54°C). Həmçinin cədvəldən görünür ki, TMTH və HAKT efirlərini neft yağlarına (M-8, M-10, T-46) müxtəlif miqdarda əlavə etməklə onların keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq mümkündür. Məsələn, M-8 yağına 20% TMTH efiri əlavə etdikdə onun özlülük indeksi 82-dən 110 vahidə qədər yüksəlir, donma temperaturu isə mənfi 18°C-dən mənfi 28°C-yə qədər aşağı düşür. Bu qarışığa 10% HAKT efiri əlavə etdikdə isə özlülük indeksi 116 vahidə yüksələrək donma temperaturunu mənfi 18°C-dən mənfi 32°C-yə qədər enmiş olur. M-10 mineral yağına 20% TMTH efirinin əlavəsi ilə alınan kompozisiyanın özlülük indeksi 87 vahiddən 103 vahidə, T-46-da 60-dan 69 vahidə qədər yüksəlir, donma temperaturu isə müvafiq olaraq mənfi 16°C-dən mənfi 22°C-yə və mənfi 10°C-dən mənfi 16°C-yə qədər aşağı düşür.

AKTvə tsiklik poliolların mürəkkəb efirləri və mineral yağlar əsasında
hazırlanmış kompozisiyaların xarakteristikası

№	Kompozisiyaların tərkibi (efirlərin %-lə miqdarı)	Özlülük, mm ² /s °C-də		Öİ	Temperatur, °C	
		100	50		alışma	donma
	TMTH efirləri və C ₅ -C ₆ SYT	7,04	29,52	116	234	-44
	AKT-nin (HAKT) diheptil efiri	3,06	8,05	130	200	-60
	PET efiri	4,19	12,20	130	195	-62
TMTH* + HAKT**						
20	80:20	6,53	19,25	126	226	-48
21	60:40	5,08	17,61	130	205	-52
22	50:50	4,42	14,23	130	203	-54
M-8 + TMTH + HAKT						
23	80:10:10	7,01	29,2	116	219	-32
M-10 + TMTH + HAKT						
24	80:10:10	8,69	26,12	109	216	-27
T-46 + TMTH + HAKT						
25	80:10:10	8,06	28,61	73	201	-20
M-8 + TMTH						
26	90:10	7,5	36,0	99	212	-23
27	80:20	7,2	32,0	110	225	-28
M-10 + TMTH						
28	80:20	8,93	27,42	103	218	-22
T-46 + TMTH						
29	80:20	8,12	32,13	69	203	-16
	M-8	6,72	31,25	85	204	-6
	M-10	10,7	61,5	87	-	-16
	T-46	9,15	54,8	60	195	-10

Bu kompozisiyalara 10% HAKT efirini əlavə etdikdə özlülük indeksi (24)-də 109, (25)-də isə 73 vahidə qədər yüksəlir, donma temperaturu uyğun olaraq mənfi 27°C və mənfi 20°C-yə qədər enir.

Beləliklə, TMTH və HAKT efirlərini mineral yağlara əlavə etməklə yaradılan yeni sürtkü kompozisiyalarının özlülük-temperatur xassələri neft yağlarının keyfiyyətini nəzərə çarpacaq dərəcədə yaxşılaşdırır. Nəticədə bu yağların tətbiq sahəsinin genişləndirilməsinə imkan verir [62].

Hazırlanmış yağ kompozisiyalarının termooksidləşmə stabilliyi QOST 23797-79-a uyğun olaraq həcmdə tədqiq edilmişdir. Bu məqsədlə 30 q yağ nümunəsi götürülmüş, 200°C temperaturda 10 saat müddətində havanın verilmə sürətinin 50 ml/dəq şəraitində aparılmışdır. Oksidləşmə zamanı korroziya AK-4 markalı alüminium və ŞX-15 markalı polad lövhələr üzərində öyrənilmişdir. Nəticələr cədvəl 35-də verilmişdir.

Cədvəl 35

Kompozisiyaların termooksidləşmə stabilliyi

Efir	Özlülük, mm ² /s 100°C-də		Özlülük artımı, 100°C-də, %	Turşu ədədi, mqKOH/q	Izooktanda həll olmayan çöküntünün miqdarı, %	Korroziya, mq/sm ²		Buxarlanma 200°C-də, % kütlə miqdarı
	əvvəl	sonra				AK-4	ŞX-15	
21	5,08	7,04	39,0	4,01	0,07	yox	yox	1,12
TMTH efiri	7,04	9,29	32	1,9	0,15	yox	yox	0,90
HAKT efiri	3,06	3,85	26,42	5,3	0,06	yox	yox	1,82
PET efiri	4,19	5,88	40,3	1,93	0,027	0,11	0,13	1,6

Cədvəl 35-dən göründüyü kimi oksidləşmədən sonra (21) kompozisiyanın turşu ədədi 4,1 mq KOH/q, izooktada həll olmayan çöküntünün miqdarı 0,07 mq, buxarlanması 0,9% kütlə olur. Hər iki lövhə üzərində korroziya müşahidə edilmir.

Yuxarıda verilən göstəricilərdən aydın olur ki, bu kompozisiyalar termooksidləşmə stabilliyinə görə PET efirləri ilə eyni səviyyədə durur.

Aparılmış tədqiqatların nəticəsində sübut olunmuşdur ki, TMTH və HAKT-nin efirləri əsasında hazırlanmış yağ kompozisiyaları sinergetik effektin hesabına ayrı-ayrılıqda efirlərin özlərinin xassələrində daha yüksək nəticələr göstərilir. TMTH və HAKT efirlərinin müxtəlif faiz nisbətlərində (5-dən 20-yə) M-8, M-10, T-46 mineral baza yağlarına əlavəsi ilə onların keyfiyyətini xeyli yaxşılaşdırmaq – özlülük indeksi, alışma temperaturunu yüksəltmək, donma temperaturunu isə aşağı salmaq mümkün olmuşdur. Bütün bunlar müasir texnikanın tələblərinə cavab verən yeni sürtkü yağlarının alınmasına imkan yaradır.

Həmçinin TMTP-nin mürəkkəb efirlərinin neft yağları ilə müxtəlif qatılıqlı kompozisiyaları hazırlanmışdır. Kompozisiyaların tərkibi və özlülük-temperatur xassələri cədvəl 36-də verilmişdir.

Cədvəldən göründüyü kimi TMTP və HHKT mürəkkəb efirləri əsasında hazırlanmış kompozisiyalar ayrı-ayrılıqda götürülmüş efirlərlə müqayisədə daha yüksək keyfiyyətlərə malik olurlar. Bu zaman 100°C-də özlülük 3,06 mm²/s-dən 6,40 mm²/s-ə kimi, özlülük indeksi 122-dən 126 vahidə qədər, alışma temperaturu 200°C-dən 240°C-yə kimi yüksəlir, donma temperaturu isə mənfi 54°C-dən mənfi 58°C-yə kimi düşür.

Özlülük səviyyəsinə görə müsbət temperaturalarda bu kompozisiyaların özlülük indeksi PET efiri ilə eyni səviyyədədir.

Bu efirləri ayrı-ayrılıqda, eləcə də birlikdə M-8, M-10, T-46 neft yağlarına əlavə etdikdə bu yağların keyfiyyəti nəzərə çarpacaq dərəcədə yüksəlir. Məsələn, TMTP-ni M-8 yağına əlavə etdikdə özlülük indeksi 82-dən 95 vahidə, M-10-da 87-dən 94- vahidə, T-46-da isə 60-dan 72-yə qədər yüksəltmək mümkün olur.

Kompozisiyaların özlülük-temperatur xassələri

№	Kompozisiyaların tərkibi,%	Özlülük, mm ² /s °C-də		Öİ	Temperatur, °C	
		100	50		alışma	donma
	TMTP* + HHKT**					
30	80:20	7.12	23.48	124	258	-56
31	70:30	6.63	20.18	125	251	-56
32	60:40	6.40	19.28	135	260	-58
33	50:50	6.02	18.11	126	240	-58
	M-8 + TMTP					
34	90:10	8.4	40.28	86	215	-20
35	80:20	8.18	36.71	90	228	-22
36	70:30	7.96	34.40	95	236	-25
	M-10 + TMTP					
37	90:10	10.01	35.48	90	220	-18
38	70:30	9.28	32.26	94	241	-22-
	T-46 + TMTP					
39	90:10	8.22	35.69	66	213	-12
40	70:30	8.06	33.25	72	231	-16
	M-8 + TMTP + HHKT					
41	80:10:10	8.42	41.01	88	223	-21
	M-10 + TMTP + HHKT					
42	80:10:10	9.81	44.23	95	220	-20
	T-46 + TMTP+HHKT					
43	80:10:10	8.12	32.13	66	215	-14
	M-8	8.6	44.7	82	205	-8
	M-10	10.7	61.5	87	-	-16
	T-46	8.82	46.0	60	196	-10
	*TMTP-nin kapron turşusu ilə mürəkkəb efiri	7.80	33.2	122	286	-54
	**HKT-nin diheptil efiri	3.06	8.05	130	200	-60
	PET efiri	4.19	12.20	130	195	-62

Beləliklə, HKT-nin diheptil efirini əlavə etməklə yaradılmış kompozisiyalar vasitəsi ilə TMTP efirinin, eləcə də neft yağlarının keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq mümkün olur.

Alınmış kompozisiyaların termooksidləşmə stabilliyi (QOST 23797-79) təyin edilmişdir. Göstəricilər cədvəl 37-də verilmişdir.

Cədvəl 37

TMTP efirləri əsasında hazırlanmış kompozisiyaların termooksidləşmə stabilliyi

№	TMTP efirləri+ AKT	Özlülük, mm ² /s		Özlülük artımı 100°C-də, %	Turşu ədədi, mqKOH/q	Izooktanda həll olmayan çöküntünün miqdarı	Korroziya, mq/sm ²	Buxarlanma 200°C-də, % kütlə payı
		100°C	-40°C					
30	80:20	8,42	32400	20.42	2.23	0.032	0.116	0.98
31	70:30	8,03	30100	21.28	2.91	0.038	0.132	1.24
32	60:40	7,81	22260	20.12	2.26	0.031	0.113	1.18
33	50:50	7,63	24070	22.53	3.97	0.044	0.159	1.43
TMTP efiri		7,80	37600	18.42	1.1	yox	yox	0.96
AKT efiri		3,85	4680	26.42	5.3	0.06	yox	1.82
PET efiri		5,88	19800	40.3	1.93	0.027	0.13	1.60

Cədvəldən göründüyü kimi termooksidləşmədən sonra 100°C-də özlülük artımı 26,42%-dən 22,53%-ə qədər, turşu ədədi 0,06 mqKOH/q-dan 0,032 mqKOH/q-a kimi, buxarlanma 1,82%-dən 0,98%-kütləyə kimi azalır.

Bu kompozisiyaların yağlama xassələri də tədqiq edilmiş və nəticələr cədvəl 38-də verilmişdir.

Cədvəldən görünüyü kimi yeni yağ kompozisiyaları ilkin efirlərlə müqayisədə daha yaxşı yağlama xassələri göstərir. Belə ki, siyirmə indeksi 290-dan 270-ə enir,

yeyilmə ləkəsinin diametri 0,95 mm-dən 0,62 mm-ə kimi azalır, böhran yükü isə 500-dən 640 N-a qədər yüksəlir.

Cədvəl 38

Kompozisiyaların yağlama xassələri

Kompozisiyalar		Siyirmə indeksi, I_s, N	Böhran yükü, P_b, N	Yeyilmə ləkəsinin diametri, d_y , mm
TMTP efirləri + HKT				
30	80:20	290	640	0.78
31	70:30	280	630	0.75
32	60:40	280	640	0.62
33	50:50	270	600	0.80
TMTP efiri		290	650	0.76
AKT efiri		260	560	0.95
PET efiri		290	500	0.79

Bu kompozisiyalar yağlama xassəsinə görə PET və C₅-C₉ SYT fr. əsasında alınmış mürəkkəb efirlərdən daha yüksək nəticələr göstərirlər.

3.2. AKT-nin mono- və müxtəlif quruluşlu efirlərinin konservasiya mayeləri kimi tədqiqi

AKT-nin monoefirləri və müxtəlif quruluşlu – simmetrik və qeyri-simmetrik efirlərinin T-30 mineral yağına 3, 5, 7, 10% əlavəsi ilə kompozisiyalar hazırlanmışdır. Göstəricilər cədvəl 39-da verilmişdir.

AKT-nin monoefirlərinin T-30 mineral yağına əlavəsi ilə hazırlanmış kompozisiyalar (3, 5, 7, 10%) konservasiya mayeləri kimi sınaqdan keçirilmişdir. Bu məqsədlə istifadə olunan monoefirlərin fiziki-kimyəvi göstəriciləri cədvəl 40-da verilmişdir.

T-30 yağı və AKT efirləri əsasında hazırlanmış kompozisiyalar

№	Nümunələr	%
	T-30	100
	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_{11}-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OC}_7\text{H}_{15} \\ \\ \text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \end{array}$	100
24	- «» -	3
25	- «» -	5
26	- «» -	7
27	- «» -	10
	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_{11}-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2\text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \end{array}$	100
28	- «» -	3
29	- «» -	5
30	- «» -	7
31	- «» -	10
	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_{11}-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2\text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2\text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	100
32	- «» -	3
33	- «» -	5
34	- «» -	7
35	- «» -	10
	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_{11}-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2\text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OC}_7\text{H}_{15} \end{array}$	100
36	- «» -	3
37	- «» -	5
38	- «» -	7
39	- «» -	10

HKT-nin monoefirlərinin əsasında hazırlanmış kompozisiyaların konservasiya mayesi kimi tədqiqi

№	Nümunə	Miqdar, %	«Г-4» Hidrokamerada	Dəniz suyunda	0,001%-li H ₂ SO ₄ məhlulunda
44	HKT-nin monooktil efiri	100%	55	15	21
45	T-30+ HKT-nin monooktil efiri	3%	110	24	27
46	T-30+ HKT-nin monooktil efiri	5%	125	27	33
47	T-30+ HKT-nin monooktil efiri	7%	146	34	40
48	T-30+ HKT-nin monooktil efiri	10%	177	42	47
49	HKT-nin monobenzil efiri	100%	18	4	5
50	T-30+ HKT-nin monobenzil efiri	3%	32	18	18
51	T-30+ HKT-nin monobenzil efiri	5%	128	18	18
52	T-30+ HKT-nin monobenzil efiri	7%	136	28	31
53	T-30+ HKT-nin monobenzil efiri	10%	140	34	35
54	HKT-nin dibenzil efiri	100%	126	38	40
55	T-30+ HKT-nin dibenzil efiri	3%	18	9	10
56	T-30+ HKT-nin dibenzil efiri	5%	25	15	16
57	T-30+ HKT-nin dibenzil efiri	7%	32	23	24
58	T-30+ HKT-nin dibenzil efiri	10%	75	28	33
59	HKT-nin benzil-heptil efiri	100%	20	8	9
60	T-30+ HKT-nin benzil-heptil efiri	3%	25	10	11
61	T-30+ HKT-nin benzil-heptil efiri	5%	38	14	14
62	T-30+ HKT-nin benzil-heptil efiri	7%	55	17	18
63	T-30+ HKT-nin benzil-heptil efiri	10%	166	75	76
NQ-203A		-	83	16	-
NQ-204		-	30	-	3

Alifatik spirt radikalının aromatik fraqmentlə əvəz edilməsi nəticəsində alınmış monoefirin korroziyadan mühafizə qabiliyyəti daha aşağı olur. Məsələn, HKT-nin monooktil efirinin 7%-li kompozisiyasının korroziyadan mühafizə qabiliyyəti “Г-4” hidrokamerasında 146, dəniz suyunda 34, 0,001%-li H₂SO₄ məhlulunda 40 gün olduğu halda, monobenzil efirinin uyğun kompozisiyasında “Q-4” hidrokamerada 136 gün, dəniz suyunda 28; 0,001%-li H₂SO₄ məhlulunda 31 gün təşkil edir.

HKT-nun monobenzil efirinin heptanol ilə efirləşməsindən alınan qeyri-simmetrik diefirinin korroziyadan mühafizə qabiliyyəti təyin edilmiş və müəyyən edilmişdir ki, onların korroziyadan mühafizə effekti daha aşağı olur (7%-li kompozisiyada uyğun olaraq 55; 17; 18 gün). Simmetrik dibenzil efirinin korroziyadan mühafizə effekti daha aşağıdır (uyğun olaraq 32; 23; 24 gün).

Cədvəl 41-də verilmiş nəticələrdən göründüyü kimi, konservasiya mayesinin tərkibində HKT-nin monoefirlərinin kütlə miqdarı dəyişdikcə (3-10 küt.%), onun korroziyadan mühafizə qabiliyyəti də dəyişir. Mineral yağın tərkibinə əlavə olunan inhibitorların – HKT-nin monoefirlərinin miqdarının artması ilə mühafizə xassəsi artır. Belə ki, monobenzil və monooktil əsaslı konservasiya mayeləri uyğun olaraq “polad-3” markalı metal lövhələri “Q-4” hidrokamerasında 128-140 gün və 110-177 gün, dəniz suyunda 18- 34 gün və 24-42 gün, 0,001 %-li H₂SO₄ məhlulunda isə 18-35 gün və 27-47 gün korroziyadan mühafizə etmişdir.

Cədvəl 41-dən göründüyü kimi, təklif olunan konservasiya mayeləri hazırda sənayedə tətbiq olunan NQ-203A və NQ-204 tipli konservasiya mayesi ilə müqayisədə çox yüksək korroziyadan mühafizə xassəsinə malikdir.

Beləliklə, sintez olunmuş HKT-nin monoefirlərinin konservasiya mayələrinin komponenti kimi istifadəsini tövsiyə etmək olar [63,64].

4. Neft yağları, bəzi sintetik yağlar və tsiklikneopoliolların (TNP) efirləri əsasında yeni kompozisiyaların hazırlanması

Hazırda texnikanın sürətli inkişafı tədqiqatçıların qarşısına kəskin tələblər qoyur. Tələb olunan sürtkü yağları yüksək termiki və termooksidləşmə stabilliyinə, yüksək özlülük indeksinə və alışma temperaturuna, tələb olunan səviyyədə aşağı temperatur-özlülük göstəricilərinə və s. malik olmalıdır. Qeyd olunan tələbləri neft yağları ödəmədiyindən müxtəlif kimyəvi quruluşlu sintetik yağların yaradılması və istifadəsi günün tələbidir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, son on ilin elmi-texniki və patent ədəbiyyatında aviasiya yağlarının, həmçinin yüksək termiki stabilliyə malik xüsusi mayelərin sintezinə demək olar ki, rast gəlinmir. Bu baxımdan yeni yüksək keyfiyyətli sürtkü yağlarının yaradılmasının ən səmərəli yollarından biri yeni yağ kompozisiyalarının hazırlanmasıdır. Ədəbiyyat mənbələrinin araşdırılması göstərir ki, poliolların mürəkkəb efirləri hal-hazırda və yaxın gələcəkdə aviasiya baza yağlarının əsas hissəsini təşkil etməkdədir. Bu nöqteyi nəzərdən laboratoriyada sintez olunmuş müxtəlif quruluşlu mürəkkəb efirlərin əlavəsilə mövcud sənaye sürtkü yağlarının bazasında yeni yağ kompozisiyalarının yaradılması elmi və praktiki cəhətdən mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Hydro Safe Inc. şirkəti poliolların sintetik efirlərinin və bitki yağlarının əsasında hidravlik sistemlər üçün bioloji parçalanan və alovlanmayan yağlar istehsal edir [65]. Bu yağlar 150-dən yüksək özlülük indeksinə, 277-288⁰C alışma temperaturuna və 315-326⁰C alovlanma temperaturuna malik olub, 210-350 atm təzyiqdə işləyə bilir və yüksək antikorrozion xassələrə malikdirlər.

Müəlliflər tərəfindən [66] hazırlanmış ВНИИИП-50-1-4Ф yağının xarakteristikası verilmişdir: bu kompozisiya 175-185⁰C temperaturdan uzun müddətli 200⁰C-yə qədər termostabilliyə malik dioktilsebasinat (DOS) və 200⁰C – dən qısa müddətli 225⁰C-yə qədər temperaturlarda davamlı olan ВНИИИП-50-1-4У və pentaeritritin sintetik yağ turşuları (SYT) C₅-C₆ ilə efirləşməsindən alınmış mürəkkəb efirlərdən ibarət olan ПТС-225 yağının (225⁰C-yə qədər davamlı) əsasında hazırlanmışdır və Б-3В, ЛЗ-240 və s. bu kimi aviasiya yağlarını əvəz edə

bilər.

Poli- α -olefinlər, poliqlikollar və mürəkkəb efirlər əsasında alınmış transmissiya və sürtkü yağlarının neft yağları ilə müqayisədə üstün cəhətləri [67] məlumdur.

Bioloji-parçalanan sürtkü yağları [68,69] 45-94% C_5 - C_{10} karbon turşularının və C_5 - C_{15} alifatik spirtlər ilə efirləşməsindən alınan və 4-12 mm²/s (100⁰C) özlülüyə malik olan mürəkkəb efirlərdən; 6-8% poliolların (TMP, PET, DİPET, NPQ) C_{12} - C_{28} (C_{18} - C_{24}) karbon turşuları ilə efirləşməsindən alınan mürəkkəb efirlərdən və 1-35% toksiki olmayan və >55% bioloji-parçalanmanı təmin edən əlavələrdən ibarətdir. Bu yağlar mühərriklərdə sürtkü kimi işlədilə bilər.

Məlum olmuşdur ki [70,71], pentaeritrit (PET) efirlərini müxtəlif üzvi birləşmələrlə, məsələn, alkilnaftalinlərin vinilalkil efirlərinin oliqomerləri ilə kompaundlaşdırmaqla PET efirlərinin bəzi istismar xassələrini yaxşılaşdırmaq mümkün olur. Təcrübi yolla müəyyənləşdirilmişdir ki, antioksidləşdirici aşqar saxlamayan pentaeritritin efirlərinin və vinilalkil efirlərinin oliqomerlərindən ibarət olan qarışıq aşqar saxlayan pentaeritrit efirlərinin kompozisiyasından daha yüksək termooksidləşmə stabilliyinə malik olur.

4.1. Tsiklik poliolların efirləri əsasında hazırlanmış yağ kompozisiyaları

Lazımi istismar xassələrinə malik sürtkü yağlarının alınmasının əsas üsullarından biri bir-biri ilə uyğunlaşan bir neçə komponentin qarışdırılması üsuludur [72,73].

Son 20 ildə müxtəlif sintetik yağların, o cümlədən efir yağlarının müxtəlif nisbətlərdə kompaundlaşdırılması ilə hazırlanan sürtkü materiallarının istehsal həcmi və tətbiq sahələri genişlənməkdədir.

Yağın əsasının, həmçinin komponentlərin və onların nisbətinin seçimi ilk növbədə texnikanın istismar şəraitində, yəni sürtkü materialının iş rejimindən asılı olur. Neopoliolların mürəkkəb efirlərinin əsasında sürtkü materiallarının işlənilib hazırlanması və tətbiqi mühüm nəzəri və praktiki əhəmiyyətə malikdir. Bu problem aktualdır və hal-hazırda bir çox tədqiqatçıların diqqət mərkəzindədir [74].

Hal-hazırda kəskin şəraitdə istismar üçün müxtəlif maddələrin qarışıqları əsasında hazırlanmış sintetik yağ kompozisiyaları uğurla tətbiq edilir. Onların üstün cəhəti ondan ibarətdir ki, götürülən maddələrin xassələrindən asılı olaraq kompozisiyanın tərkibinin komponent nisbətini dəyişdirməklə tələb olunan istismar xassələrinə cavab verən yağlar almaq mümkün olur.

Tsiklik neopoliollar, pentaeritrit, trimetilolpropan, norbornenkarbinol, həmçinin alkenilkəhrəba turşusunun diefirlərinin bazasında daha yaxşı özlülük-temperatur xassələrinə malik müxtəlif yağ kompozisiyaları hazırlanmış, tədqiq edilmiş və sürtkü yağlarının əsası kimi tövsiyyə edilmişdir [75-78].

Yüksək özlülüyə (100°C -də $7-10 \text{ mm}^2/\text{s}$) və termooksidləşmə stabilliyinə malik TMTP və TMTH efirləri alifatik neopoliollarla müqayisədə aşağı temperaturlarda özlülük-temperatur xarakteristikalarına görə bir qədər geri qalırlar. Bu çatışmazlığı aradan qaldırmaq məqsədilə TMTP, TMTH və PET efirləri, trimetilolpropan, norbornenkarbinol, həmçinin yaxşı aşağı-temperatur göstəricilərinə malik alkenilkəhrəba turşusunun diefirləri əsasında bir sıra kompozisiyalar hazırlanmış və sürtkü yağlarının əsası kimi tədqiq olunmuşdur.

TMTH, TMTP efirləri və pentaeritrit, trimetilolpropan, norbornenkarbinol əsasında yağ kompozisiyalarının fiziki-kimyəvi xarakteristikası cədvəl 42-də verilmişdir.

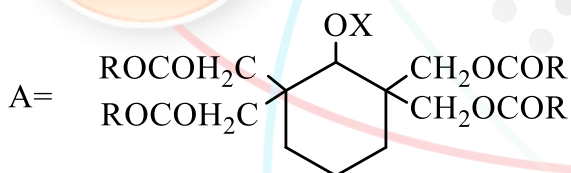
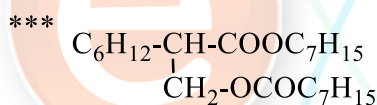
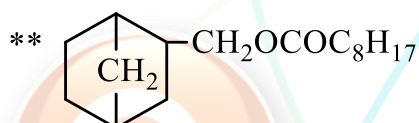
Cədvəl 42

Tsiklik neopoliollarının efirlərinin əsasında hazırlanmış yağ kompozisiyalarının fiziki-kimyəvi xarakteristikaları

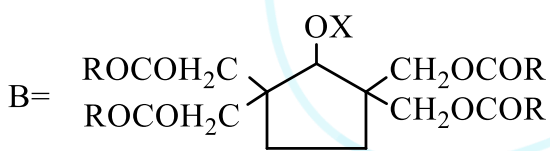
№	Kompozisiyanın tərkibi, %		Sıxlıq, ρ_4^{20} , q/sm ³	Qaynama temperaturu, °C, 1 mm cv.st.
	Efirlər*			-
1	A+III	50:50	0,9830	-
2	B+III	50:50	0,9760	-
3	A+IV	65:35	0,9980	-
4	A+II	50:50	0,9630	-

5	A+I	50:50	1,0010	-
6	B+I	50:50	0,9930	-
A	TMTH	100	1,0260	278-292
B	TMTP	100	1,0040	238-242
I	PET	100	0,9810	215-225
II	TMP	100	0,9450	190-202
III	Norbornenkarbinol pelarqonat **	100	0,9525	150-153
IV	Heksenilkəhrəba turşusunun diheptil efiri ***	100	0,9670	225-235

* Efirlər neopoliolların və SYT fr. C₅-C₆ eterifikasiyası ilə sintez olunub



R= SYT fr. C₅-C₆ (18)



R= SYT fr. C₅-C₆ (38)

Tsiklik neopoliollarının efirlərinin əsasında hazırlanmış yağ kompozisiyalarının özlülük-temperatur xassələri cədvəl 43-də verilmişdir.

Kompozisiyaların hazırlanmasında məqsəd ilk növbədə yaxşı aşağı-temperatur keyfiyyətinə malik komponentlər hesabına zəif aşağı temperatur axıcılığı olan tsiklik neopoliolların efirlərinin xassələrini yaxşılaşdırmaq idi.

Tsiklik neopoliollarının efirlərinin əsasında hazırlanmış yağ kompozisiyalarının
özlülük-temperatur xassələri

Efirlər və kompozisiyalar	Özlülük, mm ² /s, °C		Öi	Temperatur, °C	
	100	-40		alışma	donma
1	3,66	3860	139	194	-52
2	3,61	3754	138	200	-62
3	5,08	22392	132	205	-52
4	3,91	9862	120	185	-60
5	4,61	12630	152	220	-58
6	4,48	10723	137	235	-62
A	7,04	27300*	117	240	-42
B	7,56	27400*	121	264	-62
I	4,19	9491	130	195	-62
II	3,13	3782	140	149	-76
III	2,11	347	140	146	-60
IV	3,06	2442	130	200	-60
Б-3B	4,69	12500	130	-	-58
36/1 KY "A"	3,77	2715	153	-	-60

* mənfi 30°C

Cədvəl 43-dən göründüyü kimi PET efirlərinin və trimetilolpropanın 50% əlavəsi tsiklik neopoliolların aşağı temperatur xassələrini yaxşılaşdırır.

TMTH, TMTP, norbornenkarbinol və AKT efirlərinin müxtəlif nisbətlərdə qarışdırılması əsasında hazırlanmış kompozisiyalar tsiklik neopoliolların efirləri ilə müqayisədə daha yaxşı aşağı-temperatur xassələrinə, yüksək özlülük indeksinə və aşağı donma temperaturuna malikdirlər. Lakin gözləndiyi kimi bu kompozisiyaların alışma temperaturu tsiklik neopoliolların efirlərinin alışma temperaturundan daha aşağı olur.

Hazırlanmış kompozisiyaların termooksidləşmə stabilliyi tədqiq edilmiş və göstəricilər cədvəl 44-də verilmişdir. Cədvəldən göründüyü kimi kompozisiyalar bəzi keyfiyyətlərinə görə tsiklik neopoliolların efirlərindən geri qalır.

Tsiklik neopoliolların efirləri əsasında hazırlanmış kompozisiyaların
termooksidləşmə stabilliyi

№	Özlülük, mm ² /s (oksid. sonra)		Özlülük artımı, %	Turşu ədədi, mqKOH/q	Izooktanda həll olmayan çöküntünün miqdarı, % kütlə	Korroziya, mq/sm ²		Buxarlanma, %
	100	-40				AK-4	ŞX-15	
1	8,09	6570	121	3,6	yox	yox	yox	1,6
2	7,65	6990	112	3,9	yox	yox	yox	1,32
3	7,06	29650	39,0	4,1	0,07	yox	yox	-
5	7,16	19600	26,2	2,8	0,08	yox	yox	1,5
6	6,86	17100	18,0	3,6	0,06	yox	yox	1,2
A1	8,21	34800	16,61	0,9	yox	yox	yox	0,9
B1	8,30	35100	9,60	1,5	yox	yox	yox	0,5
I	5,88	19800	40,3	1,93	0,027	0,13	1,82	1,6
III	6,92	750	228	8,11	0,021	0,05	0,18	-
IV	3,85	4680	26	5,3	0,06	yox	yox	-

Tsiklik neopoliolların efirləri əsasında hazırlanmış kompozisiyaların termooksidləşmə stabilliyi təyin edildikdən sonra məlum olmuşdur ki, kompozisiyalar özlülük artımına, oksidləşmədən sonrakı turşu ədədinin miqdarına və buxarlanma dərəcəsinə görə tsiklik neopoliolların efirlərindən geri qalırlar. Çöküntü əmələ gətirmə və korroziya göstəricilərinə görə isə onlarla bir səviyyədədirlər, yalnız mənfi 40°C-də özlülüyünə görə onlardan daha yaxşı nəticə göstərirlər.

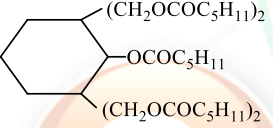
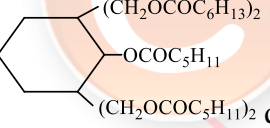
Beləliklə, müəyyən edilmişdir ki, tsiklik neopoliolların mürəkkəb efirlərinin yaxşı aşağı-temperatur xassələrinə malik kiçik özlülüklü efirlərlə kompaundlaşdıranda yüksək termooksidləşmə stabilliyinə və yağlama xassələrinə malik yaxşılaşdırılmış aşağı-temperatur xassələri olan yeni sürtükü kompozisiyaları almaq mümkündür.

TMTH efirləri və sənaye yağları əsasında hazırlanmış bir sıra kompozisiyaların özlülük-temperatur xassələri tədqiq edilmişdir.

45-cü cədvəldə TMTH-ın simmetrik və qeyri-simmetrik efirləri ilə pentaeritrit efiri (PET) bazasında hazırlanmış yağ kompozisiyasının tərkibi və özlülük-temperatur xassələri verilmişdir.

Cədvəl 45

2,2,6,6-tetrametiloltsikloheksanol efirləri ilə hazırlanmış kompozisiyaların özlülük-temperatur xarakteristikası

TMTH-un efirlərinin pentaeritritlə kompozisiyalarının tərkibi, %			Özlülük, mm ² /s, °C			Öİ	Temperatur, °C	
			100	50	-40		alışma	donma
Efir 1  sim.			10,20	45,10	27000	128	276	-46
Efir 3  qeyri-sim.			10,70	48,60	28000	131	83	-42
C(CH ₂ OCOC ₅ H ₁₁) ₄ PET			4,19	11,42	9500	130	195	-60
I	Efir 1:PET	5:95	4,32	12,16	9700	130	203	-60
I	-	10:90	4,85	13,61	9900	130	221	-58
III	-	20:80	5,23	16,23	10300	128	230	-56
IV	Efir 3:PET	5:95	4,46	13,26	9800	130	206	-58
V	-	10:90	4,95	15,12	10100	129	225	-58
VI	-	20:80	5,62	17,21	10800	126	239	-56
B-3B sənaye yağı			4,70	13,85	12500	130	210	-58

Cədvəldən göründüyü kimi TMTH-ın kapron turşusu ilə simmetrik pentaefiri və kapron, kapril turşuları ilə qeyri-simmetrik efirlərinin əlavəsilə pentaeritrit efirinin müsbət və mənfi temperaturda özlülüklərində, özlülük indekslərində ehtiva etdiyi

dəyişiklik baş verməsə də alışıma temperaturunda müsbət istiqamətdə ciddi dəyişiklik nəzərə çarpır. Belə ki, alışıma temperaturları 195°C-dən simmetrik efirlərin əlavəsilə 230°C-yə, qeyri-simmetrik efirlərin əlavəsilə isə 239°C-yə yüksəlir.

Nəticələrin PET əsasında hazırlanmış B-3B sənaye yağının göstəriciləri ilə müqayisəsi göstərir ki, kompozisiyanın əksər göstəriciləri ondan xeyli yüksəkdir: mənfi 40°C temperaturda özlülük 12500 əvəzinə 9700-10800 mm²/s intervalındadır, alışıma temperaturu 210°C əvəzinə 230-240°C-dir.

Termooksidləşmə stabilliklərinə (TOS) görə (ГОСТ 23797-79) də müsbət göstəricilər qeydə alınmışdır (cədvəl 46). Oksidləşmədən sonra turşu ədədi 1,93 mqKOH/q əvəzinə 0,96-1,42 mq KOH/q , izooktanda həllolmayan çöküntünün miqdarı 0,027 % kütlə əvəzinə 0,009-0,013% kütlə, korroziya AK-4 elektrodunda 0,13 mq/sm² əvəzinə 0,06-0,07 mq/sm² olmuş, III-15 elektrodunda 1,82 mq/sm² əvəzinə 0,08-0,12 mq/sm² , buxarlanma isə 1,6% kütlə əvəzinə 0,85-1,10% kütlə təşkil etmişdir (ГОСТ 20354-74)

Cədvəl 46

Kompozisiyaların termooksidləşmə stabillikləri

Efirlər və kompozisiyalar	Özlülük, mm ² /s (oksid. sonra)		Turşu ədədi, mq KOH/q	Izooktanda həll olmayan çöküntü, % kütlə	Korroziya, mq/sm ²		Buxarlan., % kütlə
	100	-40			AK-4	III-15	
Efir 1	11,5	34800	0,8	yox	yox	yox	0,8
Efir 3	12,4	35600	1,3	yox	yox	yox	0,9
Efir-PET	5,88	12800	1,93	0,027	0,13	1,82	1,6
I	5,56	12600	0,96	0,009	0,06	0,12	0,85
III	6,54	13800	1,23	0,012	0,07	0,13	0,90
V	7,12	15200	1,38	0,015	0,06	0,09	1,03
VI	7,42	15800	1,42	0,013	0,06	0,08	1,10

TMTH efirləri ilə hazırlanmış kompozisiyaların yağlama xassələrindən (cədvəl 47) görüldüyü kimi qeyri-simmetrik efirlərlə hazırlanmış kompozisiyaların yağlama

xassələri simmetrik efirlərindən yüksəkdir: $P_k=580-690$, $D_{y,mm}=0,65-0,70$ (ГОСТ 9490-75).

Bu onunla izah olunur ki, qeyri-simmetrik efirlər daha yüksək polyarlığa malikdirlər, onların molekulları metal səthinə daha yaxşı adsorbsiya olunurlar və toxunan səthlər arasında sürtünmənin uzun müddətə qarşısını alırlar.

Cədvəl 47

TMTH efirləri ilə hazırlanan kompozisiyaların yağlama xassələri

TMTH efirləri və onların kompozisiyaları	Kritik yükün miqdarı P_k, H	Yeyilmə çevrəsinin diametri D_i, mm
Efir 1	700	0,65
Efir 3	750	0,60
Efir PET	500	0,79
Kompozisiya		
I	550	0,72
III	640	0,70
V	580	0,70
VI	690	0,65

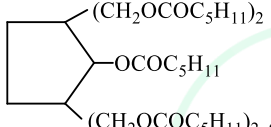
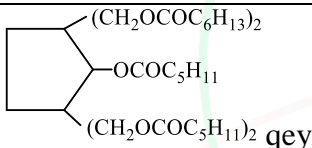
48-ci cədvəldə TMTP-nin simmetrik və qeyri-simmetrik efirlərinin bazasında hazırlanmış yağ kompozisiyasının özlülük-temperatur xassələri verilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi simmetrik və qeyri-simmetrik efirlərin PET efirinə 5-20% əlavəsilə sonuncunun müsbət və mənfi temperaturlardakı özlülük –temperatur göstəricilərində, özlülük indeksində, donma temperaturunda ciddi dəyişiklik nəzərə çarpmasa da alışma temperaturları simmetrik efirlərdə $195^{\circ}C$ -dən $235^{\circ}C$ -yə, qeyri-simmetrik efirlərdə isə $245^{\circ}C$ -yə yüksəlmişdir.

B-3B sənaye yağı ilə müqayisədə isə bəzi göstəricilər (Öİ, donma temperaturu) üst-üstə düşsə də aşağı temperaturda özlülük göstəriciləri kompozisiyalarda xeyli yaxşılaşır: mənfi $40^{\circ}C$ -də özlülük $12500 \text{ mm}^2/s$ əvəzinə simmetrik efirlərdə $9700-11600 \text{ mm}^2/s$, qeyri-simmetrik efirlərdə isə $9800-11200$

mm²/s təşkil edir. Alışma temperaturu isə simmetrik efirlərdə 195°C əvəzinə 235°C, qeyri-simmetrik efirlərdə isə 245°C-dir.

Cədvəl 48

2,2,5,5-tetrametiloltsiklopentanol efirləri ilə hazırlanmış kompozisiyaların özlülük-temperatur xarakteristikası

TMTP efirləri və onların pentaeritritlə kompozisiyalarının tərkibi, %			Özlülük, mm ² /s, °C			Özlülük indeksi (Öİ)	Temperatur, °C	
			100	50	-40		alışma	donma
 Efir 2			7,80	31,2	24100	126	286	-60
 Efir 4			8,31	34,4	24300	130	295	-58
C(CH ₂ OCOC ₅ H ₁₁) ₄ PET			4,19	11,42	9500	130	195	-60
7	Efir 2:PET	5:95	4,32	13,61	9700	130	205	-60
8	-	10:90	4,68	14,42	10100	128	220	-60
9	-	20:80	4,93	16,71	11600	128	235	-58
10	Efir 4:PET	5:95	4,43	13,95	9800	130	215	-60
11	-	10:90	4,76	15,21	10300	130	230	-58
12	-	20:80	5,02	16,83	11200	130	245	-58
Б-3B sənaye yağı			4,70	13,85	12500	130	210	-50

Cədvəl 49-da isə TMTP və PET efirləri bazasında hazırlanmış kompozisiyaların TOS-i verilmişdir. Göründüyü kimi oksidləşmədən sonra özlülük PET efirləri ilə eyni səviyyədə olsa da turşu ədədi azalmış (1,93 mqKOH/q əvəzinə 1,28-1,35 mqKOH/q), çöküntünün miqdarının (0,027 % kütlə əvəzinə 0,020% kütlə) azalması, korroziya AK-4 elektrodunda 0,13 mq/sm² əvəzinə 0,080 mq/sm², IIX-15 elektrodunda 1,82 mq/sm² əvəzinə 0,015 mq/sm², buxarlanma isə 1,6%

kütlə əvəzinə 0,82% kütlə olmuşdur. Göründüyü kimi efirlərin əlavəsilə PET sənaye yağlarının TOS xassələrində kifayət qədər yüksəlmə halları müşahidə edilir.

Cədvəl 49

Kompozisiyaların termooksidləşmə stabillikləri

Efirlər və onların kompozisiyası	Özlülük, mm ² /s (oksid. sonra)		Turuşu ədədi, mq KOH/q	Izooktanda həll olmayan çöküntü, % kütlə	Korroziya, mq/sm ²		Buxarlan., % kütlə
	100	-40			AK-4	III-X-15	
Efir 2	9,03	32600	0,9	yox	yox	yox	0,75
Efir 4	9,65	33400	1,2	yox	yox	yox	0,92
Efir-PET	5,88	12800	1,93	0,027	0,13	1,82	1,6
7	5,35	12600	1,32	0,0010	0,080	0,015	0,070
9	6,42	12800	1,35	0,0018	0,065	0,019	0,080
11	6,13	13100	1,30	0,0021	0,070	0,016	0,082

Cədvəl 50-də isə TMTP efirləri ilə hazırlanmış kompozisiyaların yağlama xassələri verilmişdir.

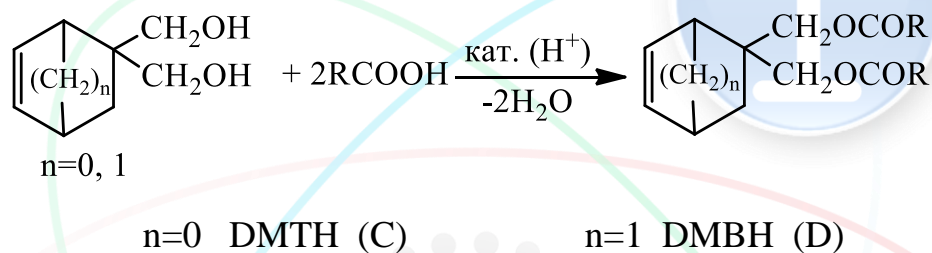
Cədvəl 50

TMTP efirləri ilə hazırlanan kompozisiyaların yağlama xassələri

TMTP efirləri və onların kompozisiyaları	Kritik yükün miqdarı P _K , H	Yeyilmə çevrəsinin diametri Di, mm
Efir 2	720	0,70
Efir 4	760	0,65
Efir PET	500	0,79
Kompozisiya		
7	580	0,72
9	620	0,68
11	600	0,63
12	640	0,60

Cədvəl 50-dən göründüyü kimi TMTH efirləri ilə müqayisədə TMTP

efirlərinin kompozisiyaları daha yaxşı yağlama xassələri göstərilir. Bu isə molekulda tsiklik tsiklopentan həlqəsinin olması ilə izah olunur. Aşağı temperaturlarda yüksək özlülük-temperatur xassələrinə malik yağ kompozisiyaları almaq üçün tsiklik və alifatik neopoliollardan həmçinin, bitsiklik diefirlərdən (1,1-dimetiloltsikloheksen-3 (DMTH) və 2,2-dimetilolbitsiklo[2.2.1]hepten-5 (DMBH)) istifadə edilmiş, alınmış kompozisiyalar tədqiq edilmişdir [79].



Hazırlanmış kompozisiyaların tərkibi və fiziki-kimyəvi xarakteristikası cədvəl 51-də verilmişdir.

DMTH və DMBH efirləri mənfi temperaturlarda unikal özlülük-temperatur xassələrinə, eləcə də yaxşı yağlama xassələrinə malik olduqlarından onlardan yeni kompozisiyalar almaq üçün istifadə edilmişdir. Bu kompozisiyaların özlülük-temperatur xassələri tədqiq edilmişdi və göstəricilər cədvəl 52-də verilmişdir.

Cədvəldən görüldüyü kimi yeni kompozisiyalar öz aşağı-temperatur xassələrinə, özlülük indeksinə, donma temperaturuna görə TMTH və TMTP-dən üstün göstəricilərə malik olub, alışma temperaturlarına görə onlarla bir səviyyədə dururlar.

Tədqiqatların nəticəsində məlum olmuşdur ki, kompozisiyalarda TMTH və TMTP-yə nəzərən mənfi temperaturda özlülük 2-3 dəfə azalır ki, bu da ekstremal şəraitdə (+250⁰C ilə mənfi 50⁰C arası) işləyən müasir texnikanın tələblərinə uyğundur.

Kompozisiyaların termooksidləşmə stabilliyi təyin edilmişdir. Tədqiqatın nəticələri cədvəl 53-də verilib.

Məlum olmuşdur ki, kompozisiyalarda özlülük artımı efirlərlə müqayisədə

cüzi fərqlənir. Turşu ədədi (1,99-3,23 mq KOH/q) və özlülük artımı bir qədər yüksəlir (28,5-60%). Az miqdarda çöküntü (0,016-0,03% kütlə) və plastinkalarda korroziya müşahidə edilir: AK-4 (0,035-0,16 mq/sm²) və IIIX-15 (0,06-1,92 mq/sm²), buxarlanma 1,02-1,62% təşkil edir.

Gədvəl 53-dən göründüyü kimi bu kompozisiyalar öz göstəricilərinə görə PET ilə eyni səviyyədədirlər.

Cədvəl 51

Tsiklik və bitsiklik poliolların efirləri əsasında hazırlanmış yağ kompozisiyalarının fiziki-kimyəvi xarakteristikası

№	Kompozisiyaların tərkibi, %		Sıxlıq, ρ_4^{20} , q/sm ³	Qaynama temperaturu, °C 1 mm cv.st.
	Efirlər*			
13	A+C	50:50	0,9920	-
14	A+D	50:50	0,9900	-
15	B+D	50:50	0,9930	-
16	B+C	50:50	0,9960	-
17	A+B+C	40:40:20	1,0070	-
18	A+B+D	40:40:20	1,0160	-
19	A+I+C	40:30:30	0,9860	-
20	A+I+D	40:30:30	0,9940	-
A	TMTH	100	1,0260	278-292
B	TMTP	100	1,0040	238-242
I	PET	100	0,9810	215-225
C	DMTH	100	0,9740	203-210
D	DMBH	100	0,9870	215-225

* SYT C₅-C₆ fraksiyası əsasında alınmış efirlər

Tsiklik neopoliollar və diollar əsasında hazırlanmış kompozisiyaların özlülük-temperatur xassələri

Efirlər və kompozisiyalar	Özlülük, mm ² /s, °C		Öİ	Temperatur, °C	
	100	-40		alışma	donma
13	3,86	13600	122	220	-54
14	3,92	13100	130	210	-52
15	4,76	12900	128	240	-60
16	4,85	12600	125	235	-62
17	5,12	15400	130	250	-56
18	5,20	15100	132	245	-58
19	4,16	10042	126	210	-60
20	4,22	10670	129	220	-62
A	7,04	27300 *	117	240	-42
B	7,56	27400 *	121	264	-62
C	2,60	2250	126	202	-60
D	2,72	2670	138	218	-62
Б-3B	4,69	12500	130	-	-58
I	4,19	9491	130	195	-62

* mənfi 30°C

Tsiklik neopoliollar və diollar əsasında hazırlanmış kompozisiyaların
termooksidləşmə xassələri

Efirlər və kompozisiyalar	Özlülük,(oksid. sonra, °C		Özlülük artımı %	Turşu ədədi, mq KOH/q	Izooktanda həll olmayan çöküntü, % kütlə	Korroziya, mq/sm ²		Buxarlan. , % kütlə
	100	-40				AK-4	III-X-15	
13	6,41	23600	66	3,01	0,02	0,035	0,09	1,02
14	5,12	21500	30	2,42	0,019	0,05	0,06	1,13
15	6,56	21800	38	2,63	0,03	0,042	0,10	1,26
16	6,33	20050	31	2,52	0,027	0,051	0,7	1,38
17	6,56	20800	28,5	3,23	0,016	0,042	0,11	1,42
18	6,73	21500	29,9	2,91	0,021	0,033	0,10	1,30
19	5,92	18970	42,1	2,03	0,29	0,15	1,90	1,55
20	5,76	18206	36,5	1,99	0,03	0,16	1,92	1,62
A	8,21	34800*	16,61	0,9	yox.	yox	yox	0,9
B	8,30	35100*	9,60	1,5	yox	yox	yox	0,5
C	5,30	4300	104	3,95	0,025	0,046	0,1	0,7
D	5,75	4700	110	6,89	0,028	0,06	0,08	0,8
I	5,88	19800	40,3	1,93	0,027	0,13	1,82	1,6

* mənfi 30°C

4.2. Tsiklik neopoliolların qarışıq efirləri ilə alkilbenzol yağları bazasında yağ kompozisiyalarının hazırlanması

Alkilaromatik yağları əsasən aromatik karbohidrogenlərin alkilləşməsi yolu ilə müxtəlif katalizatorların, o cümlədən Fridel-Krafts katalizatorunun iştirakı ilə alırlar. Aromatik karbohidrogenlərdən benzol, toluol, tetralin, naftalin, difenilalkanlar, difenil, trifenillər və s., alkilləşmə komponenti kimi isə α -olefinlər, xlorparafinlər, bəzi olefinlərin dimerləri götürülür.

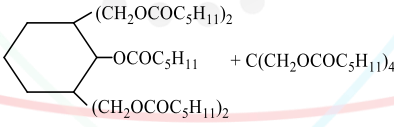
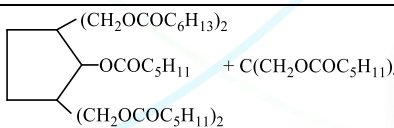
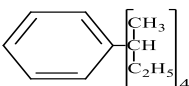
Sənayedə istehsal olunan alkilbenzol əsaslı sürtkü yağlarının keyfiyyətini yüksəltmək məqsədilə onlara laboratoriyada sintez olunmuş tsiklik neopoliolların pentaeritrlə qarışıq efirlərinin 5-20% əlavəsilə bəzi kompozisiyalar hazırlanmış və öyrənilmişdir.

Alkilbenzol sintetik yağları dedikdə benzolun propilenin polimeri (tetrameri) ilə alkilləşməsi nəticəsində alınan birləşmə nəzərdə tutulur. Alkillaşma üçün əsasən 175-260°C fraksiyası nəzərdə tutulur və $AlCl_3$ iştirakında həyata keçirilir. Proses benzol:olefin nisbəti 7,5:1, 60°C temperatur, 50 dəqiqə reaksiya müddəti və adi atmosfer təzyiqli şəraitdə gedir. Alkilbenzolun çıxımı 98% təşkil edir.

TMTH və TMTP-un sintez olunmuş qarışıq efirləri və sintetik karbohidrogen yağı - alkilbenzol (AB) əsasında kompozisiyalar hazırlanmış və göstəricilər cədvəl 54 verilmişdir.

Cədvəl 54

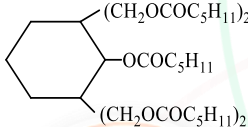
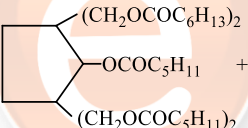
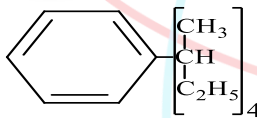
TMTH və TMTP-un qarışıq efirləri və alkilbenzol (AB) yağı əsasında hazırlanmış kompozisiyalar

TMTH və TMTP-un qarışıq efirləri və alkilbenzolla kompozisiyalarının tərkibi, %		
<p>Efir 9</p> 		
<p>Efir 10</p> 		
<p>Alkilbenzol(AB)</p> 		
I	Efir 9:AB	5:95
II	-	10:90
III	-	20:80
IV	Efir 10:AB	5:95
V	-	10:90
VI	-	20:80

TMTH və TMTP-un PET-lə qarışığına kapron turşusu əlavə edilərək efirləşdirilir, bu efirlərin 5-20% AB-yə əlavəsilə kompozisiyalar hazırlanmış və onların özlülük-temperatur xassələri öyrənilmişdir. Göstəricilər cədvəl 55-də təqdim edilmişdir.

Cədvəl 55

Tsiklik neopoliolların qarışıq efirləri və alkilbenzol bazasında alınmış kompozisiyaların özlülük-temperatur xarakteristikası

TMTH və TMTP-un qarışıq efirləri və alkilbenzolla kompozisiyalarının tərkibi, %			Özlülük, mm ² /s, °C			Özlülük indeksi (Öi)	Temperatur, °C	
			100	50	-40		alışma	donma
<p>Efir 9</p> 			12,48	50,13	35000	135	318	-48
<p>Efir 10</p> 			11,20	48,70	38000	140	330	-52
<p>Alkilbenzol(AB)</p> 			12,39	56,23	109620	126,2	223	-46
I	Efir 9:AB	5:95	12,40	50,19	103500	128,4	232	-46
II	-	10:90	12,44	50,42	100200	129,2	253	-46
III	-	20:80	12,50	51,18	90600	131,8	269	-47
IV	Efir 10:AB	5:95	12,19	52,45	105100	131,1	241	-46
V	-	10:90	11,86	50,38	102700	133,6	254	-47
VI	-	20:80	11,41	49,20	95300	136,3	280	49

Cədvəl 55-dən göründüyü kimi bu zaman alkilbenzol sürtkü yağlarının özlülük-temperatur xassələri yaxşılaşır, özlülük indeksləri TMTH əsaslı qarışıq efirlərin əlavəsilə 126 vahiddən 132 vahidə, TMTP əsaslı qarışıq efirlərin əlavəsilə 126 vahiddən 136 vahidə, alışıma temperaturları isə birinci halda 223°C-dən 269°C-yə, ikinci halda isə 223°C-dən 280°C-yə yüksəlir.

Donma temperaturlarına gəlincə TMTH efirləri əlavə olunduqda donma temperaturu mənfi 46⁰C -dan mənfi 47⁰C -yə, TMTP efirləri əlavə olunduqda isə mənfi 46⁰C -dan mənfi 49⁰C -yə qədər aşağı düşür. Bir sözlə qeyd olunan qarışıq efirlərin əlavəsilə alkilbenzol əsaslı sürtkü yağlarının bütün özlülük-temperatur göstəricilərində müsbət istiqamətdə dəyişikliklər baş verir.

Kompozisiyaların termooksidləşmə stabilliklərində (cədvəl 56) müəyyən yaxşılaşma halları qeydə alınmışdır.

Cədvəl 56

Efirlər və kompozisiyaların termooksidləşmə stabillikləri

Efirlər və onların kompozisiyası	Turşu ədədi, mq KOH/q	Özlülük, mm ² /s (oksid. sonra)		Özlülüyn dəyişməsi	Izooktanda həll olmayan çöküntü, % kütlə	Korroziya, mq/sm ²		Buxarlanma% kütlə
		100	-40			AK-4	IIIХ-15	
Efir 9	14,12	14,12	41000	13,12	yox	yox	yox	0,90
Efir 10	12,85	12,85	43000	12,85	yox	yox	yox	0,75
AB	15,65	14,05	118000	15,65	0,02	yox	yox	1,33
I	14,31	14,2	112000	14,31	0,015	yox	yox	1,29
III	13,42	13,42	96000	13,42	0,013	yox	yox	1,12
IV	13,81	13,16	114000	13,81	0,010	yox	yox	1,03
V	13,15	12,48	95000	13,15	0,008	yox	yox	0,95

Onların aşağı temperaturda (-40⁰C) özlülükləri xeyli azalmış, oksidləşmədən sonra turşu ədədləri aşağı düşmüş (1,38 mqKOH/q-dan 1,20 mqKOH/q-a qədər),

izooktanda həllolmayan çöküntü və korroziya demək olar ki, yoxdur. Buxarlanma isə 1,33 % kütlədən 0,95 % kütləyə qədər azalır.

Sonda onu qeyd etmək olar ki, TMTH və TMTP-un PET-lə qarışıq efirlərinin əlavəsilə alkilbenzol yağlarının özlülük-temperatur və TOS xassələrini xeyli yaxşılaşdırmaq və onların tətbiq sahələrini daha da genişləndirmək mümkündür

4.3 Tsiklik neopoliolların qarışıq efirləri ilə poliolefin yağları bazasında yağ kompozisiyalarının hazırlanması

Hazırda istehsal olunan və sənayenin müxtəlif sahələrdə istifadə olunan III nəsil sürtkü yağları içərisində poli- α -olefin yağları əsas yerlərdən birini tutur. Hal-hazırda Rusiyada istehsal olunan ИИМ-10 markalı poli- α -olefin yağı da bu yağlar sırasındadır. Mövcud olefin yağlarının keyfiyyətini daha da yaxşılaşdırmaq məqsədilə onlara tsiklik neopoliolların qarışıq efirlərinin 5-20% əlavəsilə yağ kompozisiyaları hazırlanmış və tədqiq edilmişdir. Obyekt olaraq orta molekul kütləsi 660-700 olan oliqomerdən istifadə olunmuşdur. Bu cür oliqomerlər adətən α -olefinlərin polimerləşməsi yolu ilə Fridel-Krafts katalizatorlarının iştirakilə həyata keçirilir.

TMTH və TMTP-un sintez olunmuş qarışıq efirləri və sintetik karbohidrogen yağı - poli- α -olefin yağının (PAOY) əsasında kompozisiyalar hazırlanmış və göstəricilər cədvəl 57-də verilmişdir.

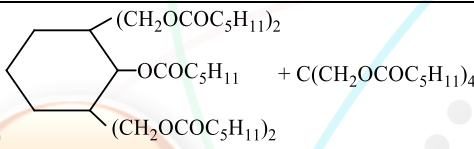
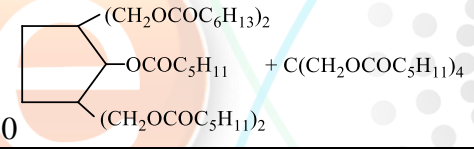
Götürülmüş poli- α -olefin yağının (PAOY) özlülük temperatur göstəriciləri, həmçinin yağlara tsiklik neopoliolların pentaeritrlə qarışıq efirlərinin əlavəsilə hazırlanmış kompozisiyalarının xarakteristikaları cədvəl 58-də verilmişdir.

Cədvəl 58-dən göründüyü kimi 2.2.6.6-TMTH-ın pentaeritrlə qarışıq efirinin (Efir 9) PAOY-yağına 5-20% əlavəsilə hazırlanmış kompozisiyaların xassələri xeyli yaxşılaşır. Belə ki, müsbət və mənfi temperaturlarda özlülüklərində müsbət yaxşılaşma halları müşahidə olunur, özlülük indeksləri 121 vahiddən 128-ə, alışma temperaturları 215°C-dən 270°C-ə yüksəlir, donma temperaturları isə demək olar ki, dəyişmir (mənfi 52°C).

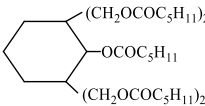
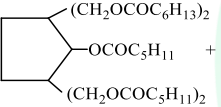
Beləliklə, tsiklik neopoliolların PET-lə qarışıq efirlərinin PAO yağlarına 5-20% əlavə etməklə bu yağların özlülük-temperatur göstəricilərində kifayət qədər yaxşılaşma meyllərinin yaranması müşahidə edilir. Bu baxımdan sənaye PAO yağlarının keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün bu yağlara məhz bu efirlərin əlavəsilə onların əksər xassələrini yaxşılaşdırmaq tövsiyyə olunur.

Cədvəl 57

Tsiklik neopoliolların qarışıq efirləri və poli α -olefin yağları əsasında alınmış kompozisiyaların xarakteristikaları

TMTP-un qarışıq efirlərinin PAOY ilə kompozisiyalarının tərkibi, %		
Efir 9		
Efir 10		
PAOY mol.kütlesi 660-700, $t_q \geq 350$		
I	Efir 9: PAOY	5:95
II	-	10:90
III	-	20:80
IV	Efir 10: PAOY	5:95
V	-	10:90
VI	-	20:80

Tsiklik neopoliolların qarışıq efirləri və poli α -olefin yağları əsasında alınmış kompozisiyaların özlülük-temperatur xarakteristikaları

TMTP-un qarışıq efirlərinin PAOY ilə kompozisiyalarının tərkibi, %			Özlülük, mm ² /s, °C			Özlülük indeksi (Öİ)	Temperatur, °C	
			100	50	-40		alışma	donma
Efir 9 			12,48	50,13	35000	135	-48	318
Efir 10 			11,20	48,70	38000	140	-52	330
PAOY mol.kütləsi 660-700, t _q ≥ 350			9,92	44,32	38769	121	-52	215
I	Efir 9: PAOY	5:95	10,30	46,81	38000	122	52	220
II	-	10:90	10,50	48,90	37900	124	-52	245
III	-	20:80	10,90	51,80	37700	128	-50	270
IV	Efir 10: PAOY	5:95	10,20	44,23	38700	125	-52	224
V	-	10:90	10,40	46,15	38650	127	-52	263
VI	-	20:80	10,55	47,80	38200	132	-52	285

Aparılan tədqiqat işlərinin yekunu olaraq qeyd etməliyik ki, sintez olunmuş tsiklik neopoliolların simmetrik, qeyri-simmetrik, qarışıq və kompleks efirlərinin bəzi sənaye sintetik yağlarına (pentaeritrit, dioktilsebasinat, alkilbenzol, poli α -olefin) 5-20% əlavəsilə müxtəlif yağ kompozisiyaları hazırlanmış və xassələri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, hazırlanmış yağ kompozisiyalarının özlülük-temperatur, TOS və yağlama xassələrində müsbət dəyişmə halları baş verir.

NƏTİCƏLƏR:

1. Vitsinal dikarbon turşularının müxtəlif quruluşlu mürəkkəb efirləri sintez edilmiş və fiziki-kimyəvi, eləcə də özlülük-temperatur xassələri tədqiq edilmişdir. xassələri tədqiq edilmişdir.

2. Tsiklik neopoliolların müxtəlif quruluşa malik mürəkkəb efirləri sintez edilmiş, onların fiziki-kimyəvi və istismar xassələri (özlülük-temperatur, termooksidləşmə və yağlama xassələri) öyrənilmişdir.

3. VDT-nin sintez edilmiş efirləri dizel yanacaqlarına 0,004% miqdarında əlavə edilməklə yanacaq kompozisiyaları hazırlanmış və onların termooksidləşmə stabilliyi təyin edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, VDT-nin efirləri dizel yanacaqlarının termooksidləşmə stabilliyini yaxşılaşdırır. Belə ki, efirin kimyəvi quruluşundan asılı olaraq əmələ gələn çöküntünün miqdarı dəfələrlə aşağı düşür, 3 nümunədə isə sıfıra qədər azalır.

4. HKT-nin efirlərinin 0,1 və 1% əlavəsi dizel yanacağının alışma temperaturunu yüksəldir. Məsələn, HKT-nin dibutil efirinin hidrotəmizlənmiş dizel yanacağına 3% əlavəsi yanacağın donma temperaturunu -30°C -dən -40°C -yə qədər endirir, alışma temperaturunu isə 71°C -dən 78°C -yə qədər yüksəldir. HKT-nin kompleks efirlərinin isə 0,1-1% miqdarında əlavəsi alışma temperaturunu daha çox yüksəldir (71°C -dən $90-93^{\circ}\text{C}$ kimi).

VDT-nin mürəkkəb efirləri hazırda istifadə olunan antioksidləşdirici aşqarlarla müqayisədə daha yüksək göstəricilərə malik olduğu üçün yanacaqların termooksidləşmə xassəsinə yüksəldən antioksidləşdirici aşqar kimi tövsiyə olunmuşdur.

5. Tsiklik neopoliolların efirlərinin 0,004% əlavəsi ilə dizel yanacaqlarının istismar xassələrində çox mühüm dəyişikliklər müşahidə olunur. Məlum olmuşdur ki, penta efirlər, tetra efirlərlə və izoturşu radikallı efirlərlə müqayisədə bütün qoyulan tələblər üzrə yüksək göstəricilərə malikdirlər. Tsiklik həlqənin təsirinə gəlincə, tərkibində tsiklopentan həlqəsi olan efirlər tsikloheksan həlqəli efirlərdən üstündür ki, bu da tsiklopentan həlqəsinin özünəməxsusluğu ilə izah olunur

6. Alınmış nümunələrin istismar xassələrinin, məlum ekranlaşmış fenol əsaslı antioksidant əlavələrlə müqayisəsi göstərdi ki, efir tipli əlavələr ionoldan dəfələrlə az miqdarda götürülməsinə baxmayaraq (0,04% əvəzinə 0,004%) yüksək effekt göstərir ki, bu da efir tipli əlavələrin onlardan xeyli üstün olduğunu sübut edir, bu cəhətdən onları dizel yanacaqlarına effektiv antioksidant əlavələr kimi tövsiyə etmək olar [21,80].

7. Ekranlaşmış fenol törəmələrindən (ionol və s.) istifadə olunan zaman onların atmosfərə vurduğu ekoloji baxımdan çox böyük zərərli təsirlər nəzərə alınsa, yanacaqlara əlavələr kimi mürəkkəb efirlərdən istifadə olunması ekoloji cəhətdən çox səmərəli və perspektivlidir.

8. Sintez edilmiş efirlərin sintetik karbohidrogen yağları ilə kompozisiyaları hazırlanmış və özlülük-temperatur xassələri tədqiq edilmişdir.

VD efirinin alkilbenzol yağına əlavəsi ilə hazırlanmış kompozisiyalarda özlülük indeksi yüksəlir (126 vahiddən 151 vahidə kimi), aşağı temperatur xassələrinə görə daha yaxşı nəticələr göstərir (donma temperaturu mənfi 46°C-dən mənfi 56°C-ya kimi enir, mənfi 40°C-də özlülüüyü 109620 mm²/s-dən 7565,5mm²/s-ə qədər aşağı düşür).

VD efirlərinə poli- α -olefin yağlarının əlavəsi ilə hazırlanmış kompozisiyalarda özlülük indeksi və 100°C-də özlülük yüksəlir, mənfi 40°C temperaturdakı özlülük isə aşağı düşür.

9. VDT-nin monoefirləri və mineral T-30 yağı əsasında kompozisiyalar hazırlanmış və konservasiya mayeləri kimi sınaqdan keçirilmişlər. Müəyyən olunmuşdur ki, bu efirlərin 3,5,7,10% əlavəsi ilə hazırlanmış kompozisiyaların korroziyadan mühafizə müddəti məlum konservasiya mayələrindən yüksəkdir. Məsələn, HKT-nin monobenzil efirinin 10% əlavəsi ilə hazırlanmış kompozisiyanın Q-4 hidrokamerasında korroziyadan mühafizə müddəti 140 gün, sənaye NQ-203A 83gün, NQ-204 30 gün təşkil edir.

VDT-nin monoefirləri korroziya inhibitoru kimi tövsiyyə olunaraq Azərbaycan patenti almaq üçün müraciət edilmiş və müsbət rəy alınmışdır.

10. Tsiklik neopoiolların – 2,2,5,5-tetrametilsiklopentanolun və 2,2,6,6-tetrametilsikloheksanolun Sintez olunmuş efirləri sənaye sintetik yağlarına (pentaeritrit, dioktilsebasinat, alkilbenzol, poli α -olefin) 5-20% əlavəsilə yağ kompozisiyaları hazırlanmış və xassələri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, efirlərin sənaye sintetik yağlarına əlavəsilə bu yağların özlülük-temperatur, TOS və yağlama xassələrində bir sıra müsbət yaxşılaşma halları baş verir. Məsələn, sənaye pentaeritrit yağına 2,2,5,5 TMTP-nin qeyri-simmetrik efirlərinin əlavəsilə alışma temperaturu 195°C -dən 245°C -yə yüksəlmiş, mənfi temperaturda özlülük 12500 əvəzinə 9800 mm^2/s olmuşdur. TOS və yağlama xassələrində nəzərə çarpacaq yaxşılaşma halları müşahidə olunur. (çöküntünün miqdarı 0,027 % kütlə əvəzinə 0,017% kütlə, korroziya IIX-15 elektrodunda $1,82 \text{ mq}/\text{sm}^2$ əvəzinə $0,015 \text{ mq}/\text{sm}^2$, buxarlanma isə 1,6% kütlə əvəzinə 0,82% kütlə olmuşdur.

11.VDT və TNP-nin mürəkkəb efirləri mineral yağlara əlavə edilməklə yeni yarım sintetik yağ kompozisiyaları alınmış və xassələri tədqiq edilmişdir.Müəyyən edilmişdir ki, efirlərin əlavəsi mineral yağların aşağı özlülük-temperatur xassələrini yaxşılaşdırır, özlülük indeksini yüksəldir. Bu kompozisiyaların termooksidləşmə stabilliyi və yağlama xassələri yüksəli. Donma temperaturu isə aşağı düşür.

12. Hesabat dövründə 10 məqalə, beynəlxalq və respublika səviyyəli konfranslarda 20 sayda tezis, həmçinin “Sintetik efir yağları” adlı monoqrafiya hazırlanmış və çap olunmuşdur. 3 patentə müsbət rəy alınmış, 2 patent almaq üçün iddia sənədi verilmişdir. 4 tezis ,1 məqalə çaptadır.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Patent 1997038965 Almaniya, 1997. Bongardt Frank, Zinndorf. /Nicole Kaltestabiles Schmier- und Kraftstoffadditiv// Опубл. в РЖХ 2П208П,1999
2. Patent A2286898 EP, Bovington Charles Herbert./ Fuel economy additive and lubricant composition containing same // Опубл. в РЖХ 22П269П
3. Jeffrey Gareth Charles. Пеногаситель для горючих.// Опубл. в 16П191П 1999
4. Patent 343389 Polşa,2007, Zbigniew Bieniek,Wiesław Żylik,Aleksander Puchowicz,Mirosława Cukras./ Uniwersalny wielofunkcyjny dodatek uszlachetniający do współczesnych benzyn silnikowych.
5. Patent EP, № 1041135, 2001. Tankaka Norioyoshi, Fukushima Antoshi, Morita Kazuhisa, Saito Yoko, Miyashita Atsuo.//Lubricating composition for diesel engines.
6. Patent, № 6074995,ABŞ, 2000. Brent R.Dohner.//Triglycerides as friction modifiers in engine oil for improved fuel economy
7. Patent № 6673131, ABŞ, 2004. Maged G.Botros.//Fuel additives and compositions
8. Шлосберг Ричард Х.,Тернер Дейвид У., Кревалис Мартин А. И др. /Моторные смазочные масла, приготовленные с использованием эфиров смешанных спиртов// Опубл. в РЖХ 01.18-19П.223П, 2001.
9. Patent 2158750, RF, 2000. Брид Д.// Композиция жидкого топлива
- 10.Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. //М.: Мир 1963. 592 с.
- 11.Алиева Ф.Х. Новые типы синтетических смазочных масел на основе эфиров алкенилянтарных кислот./Процесс нефтехимии и нефтепереработки, 2008, №2 (34), с.17-31.
- 12.Алиева Ф.Х., Мамедьяров М.А., Гурбанов Г.Н., Кули-заде Ф.А. Синтез циклических сложных эфиров АЯК и исследование их в качестве основы смазочных масел. / Тезисы доклада III Междун. конф. по нефтехимии. Баку, 1998, с.47.

- 13.Алиева Ф.Х., Мамедьяров М.А., Гурбанов Г.Н., Кули-заде Ф.А. Синтез циклических сложных эфиров вицинальных дикарбоновых кислот и исследование их в качестве синтетических смазочных масел /Азерб. хим. журнал., №1, 1999, с.21-24.
- 14.Мамедьяров М.А., Алиева Ф.Х. Синтез и исследование несимметричных эфиров вицинальных дикарбоновых кислот/ Химия и технология топлив и масел, 1994, №4, с.26-27.
- 15.Мамедьяров М.А., Алиева Ф.Х., Абдуллаева М.М. Комплексные эфиры вицинальных дикарбоновых кислот/ Neft-kimya və neft emalı prosesləri, 2000, №1 , s.40-43.
- 16.Shang Hong-yan, Zhang Yao-heng, Xu Ming, Shao Peng-cheng, Zhang Lin, Xu Bin. Приготовление нового депрессанта точки застывания дизельного топлива /Zhongguo shiyou daxue xuebao. Ziran kexue ban N 6, 2006, т.30, стр.121-124
- 17.Patent GB 2322138, 1998
- 18.Заявка ЕП 1555310, 2005
- 19.М.А.Мамедьяров, Ф.Х.Алиева, С.Г.Алиева .Эфиры алкенилянтарной кислоты в качестве антиокислительной присадки к топливам.// Материалы VIII Бакинской Международной конференции по нефтехимии, 3-6 октября 2012, с.120
- 20.М.А.Мамедьяров, Ф.Х.Алиева. The alkenylamber acid esters as antioxidative additions to fuels./ International Porous and Powder Materials, 3-6 september, 2013, Izmir,Turkey
- 21.Patent № A 20130045 Azərbaycan. n-Heks-2-enilkəhrəba turşusunun efirləri dizel yanacağına antioksidant kimi /М.Ə.Мəммəдыаров, Ф.Х.Əлиева, С.Қ.Əлиева, Е.М.Қулиева.
- 22.Patent 2500570, USA, 1950. Tetramethyloltsiklopentanone. / Cardner G. Ray. 1950, С.А. v.44.
- 23.Patent 2493733, USA. 2,2,6,6-tetramethylolcyclogeksanol / Horold Wittcoff.

1950. С.А. v.44.

24. Гурбанов Г.Н., Султанова Г.Д. Исследование процесса оксиметилирования циклических кетонов формальдегидом. / Тезисы докладов Республ. Конф. Молодых ученых-химиков, посвящ. 150-летию Д.И. Менделеева. Баку, 1984, Элм, с.70-71.
25. Сударикова Т.И., Пуиксон Л.Б., Никоноров Е.М. и др. Влияние катализатора на способ получения и свойства эфиров пентаэритрита. // Химия и технология топлив и масел, 1975, №8, с.10-12.
26. Червина С.И., Максименко Е.Г., Барштейн Р.С. Каталитическая активность титансодержащих соединений при получении сложноэфирных пластификаторов. // Пластмассы, 1987, №7, с.31-32.
27. Барабанова Г.В., Коссова Л.В., Турский Ю.И. и др. Полиэфиры и присадки к синтетическим смазочным маслам (обзор патентов). // Сб. научных трудов ВНИИНП. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1978, с.52-55.
28. Зельвянская Е.Б., Иванова Е.А., Каган Л.Х. и др. Исследование низкомолекулярных полиэфиров пентаэритрита и алифатических кислот. // Нефтепереработка и нефтехимия, 1972, №8, с.17-18.
29. Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. М. Химия. 1985. 269с.
30. Данилов А.М. Присадки и добавки. Улучшение экологических характеристик нефтяных топлив. М. Химия. 1996. 231с.
31. Patent № А 20140058 Azərbaycan. Tsiklik neopoliolların mürəkkəb efirləri dizel yanacağına çoxfunksiyalı əlavələr kimi /M.Ə.Məmmədyarov, V.A.Abbasov, H.N.Qurbanov, S.Q.Əliyeva, E.M.Quliyeva.
32. Мамедьяров М.А., Аббасов В.М., Гурбанов Г.Н., Кулиева Э.М. Эфиры циклических неополиолов в качестве антиокислительной добавки к дизельным топливам /Мир нефтепродуктов, 2015, №2, с.24-27

33. Каржев И.И. и др. Нефть, процессы и продукты ее углубленной переработки // Сборник научных трудов ВНИИ НП, М: ЦНИИТЭнефтехим., 1983, вып.44, ч.3, с.55-63
34. Заявка 99106580/04, Россия. Моторные смазочные масла, приготовленные с использованием эфиров смешанных спиртов/ Шлосберг Ричард х., Тернер Дейвид У., Кревалис Мартин А. // Оpubл. в РЖХ, 2001, 18П223П
35. Заявка 99106580/04, Россия. Моторные смазочные масла, приготовленные с использованием эфиров смешанных спиртов/ Шлосберг Ричард х., Тернер Дейвид У., Кревалис Мартин А. // Оpubл. в РЖХ, 2001, 18П223П
36. Перышкина Т.Н., Григорьев В.В. Влияние сложных эфиров на физико-химические свойства масел селективной очистки // Химмотология, 1992, №9, с.17-18
37. Чердниченко Т.И. Зависимость вязкости нефтяных и сложноэфирных масел от давления и температуры // Химия и технология топлив и масел, 1990, №9, с.26-28
38. Фукс И.Г., Гар О.Э., Лукса А., Шибряев С.Б. Физико-химические основы применения смесей нефтяных и синтетических масел в производстве мыльных смазок/ Тр. Моск. института нефти и газа. 1989, №47, с.115-129
39. Патент 4960542, США. Композиция трансмиссионного масла./ Seiki Hiromiki // Оpubл. в РЖХ, 1991, 17П260П
40. Camera F., Hiby F. Influence of the type and concentration of synthetic components in motor oil formulations // Journal of Synthetic Lubrication, 1990, 7, №3, p.205-218. Э.И. 1991, №11, с.22-24 (114)
41. Станьковский Л., Иванов А.В., Лукса А., Богар В.А. Исследование антиокислительной стабильности смесей нефтяных и синтетических масел / Научно-технический прогресс в химотологии топлив и смазочных материалов. Материалы Всесоюз. науч. - тех. конференции. - Днепропетровск, 14-18 мая, 1990, с.123.

42. Арсланов М.Р., Лашхи В.П., Виппер А.Б. Улучшение низкотемпературных свойств масла М-6₃/10-В // Нефтепереработка и нефтехимия, 1990, №10, с.23-26.
43. Цветков О.Н., Паконькин В.П., Школьников В.М., Мерзликих Ф.Н. Синтетические продукты как базовые компоненты низкозастывающих моторных масел // Химия и технология топлив и масел, 1990, №4, с.16-18.
44. Иванов В.И., Школьников В.М., Каремена О.П. Вязкость смесей сложных эфиров с поли- α -олефинами – основ перспективных гидравлических жидкостей // Химия и технология топлив и масел. 1991, №7, с.22-24
45. Патент 5358650, США. Трансмиссионное масло./ Srinivasan Sanjay, Hartley Rolfe J.//Опубл.в РЖХ, 1997, 21П 323П
46. Патент 4584115, США. Способ получения борсодержащих присадок к смазочным маслам./Davis Kirk.E //Опубл. в РЖХ, 1987, 1П312П
47. Патент 2203312, Россия. Смазочная композиция для работы в вертолетных агрегатах./ Лейканд М.Аф. //Опубл. в РЖХ 2003, 21П200П
48. Заявка 3237197, Япония. Композиция смазочного масла для формовки консервных банок./ Окамото Йосио.//Опубл. в РЖХ, 1993, 15П97П
49. Патент 6551524, США. Смазки на основе сложных эфиров полиолов, совместимые с минеральными маслами, для компрессоров холодильников, работающих при высоких температурах./Cognis Corp. , Schnur Nicholas// Опубл. в РЖХ, 2004,6П197П
50. Патент 26932, Украина. Компрессорное масло / Сущенко В.И., Сущенко И.В., Матицин В.М., Журба В.А.//Опубл. в РЖХ. 2001, 3П201П.
51. Заявка 2353289, Великобритания. Состав смазки для дизельного двигателя./ Britter Neil Edward //Опубл. в РЖХ, 2001,13П207П
52. Патент 2340658, Россия. Смазочная композиция и смазочный материал, ее содержащий./ Беклемышев В.И., Махонин И.И., Вартанов Р.В., Солодовников В.А //Опубл. в РЖХ 2009,11П232П

53. Патент 2283341, Россия. Моторно-редукторное масло для авиационной техники./ Назарова Т.И., Лейкану М.А., Меджиковский А.С. //Опубл. в РЖХ 2007, 2П218П
54. Патент 7053028, США. Консистентная смазка и уплотнение его подшипников. /Mikami Hidenobu, Asao Mistuhari //Опубл. в РЖХ 2008, 8П191П
55. Заявка 97115020, Россия. Моторное масло /Кондратьев В.М., Лисенков Ю.Г., Мицерин Е.М., Морозова И.А., Резников В.Д., Школьников В.М.//Опубл. в РЖХ ,1999, 16П203П
56. Патент 4479883,США. Смазочная композиция с улучшенными антифрикционными свойствами./ Shaud Harold, Schaeffer Barbara.//Опубл. в РЖХ, 1985, 17П293П
57. Заявка 62-263288, Япония. Синтетическое смазочное масло./ Ваза Масао, Акияма Такэмаса, Токасики Митихидэ.//Опубл. в РЖХ, 1989,7П359П
58. Патент 2156278, Россия. Тормозная жидкость./ Габутдинов М.С., Парфенов А.Н., Юсупов Н.Х., Кудряшов В.Н., Борисов А.В.// Опубл. в РЖХ 2001, 3П213П
59. Патент 6525005, США. Состав антимикробной конвейерной смазки и ее применение/Ecolab. Inc., Kravitz Yoseph. Опубл. в РЖХ. 2003, 20П218П
60. Мамедьяров М.А.,Алиева Ф.Х.,Гурбанов Г.Н. Синтетические смазочные масла (структура и свойства). М: -Научный мир, 2017, 336с.
61. Патент 1241672, Россия. Эфиры гекс-2-енилянтраной кислоты в качестве основы синтетических смазочных масел /Мамедьяров М.А., Сейидов Ф.Т., Джавадова Ф.Г., Султанова Г.Д.
62. Мамедьяров М.А., Гурбанов Г.Н., Алиева Ф.Х. Смазочные композиции на базе эфиров циклических неополиолов и вицинальных дикарбоновых кислот/ Материалы республиканской конференции посвященную 100 лет. академика А.М.Кулиева, Баку, 2012, с.73
63. М.А.Мамедьяров, В.М.Аббасов, Ф.Х.Алиева, Г.Ф.Мамедова, А.М.Бабазаде. Влияние химической структуры сложных эфиров вицинальных

- дикарбоновых кислот на защитные свойства консервационных жидкостей. // Мир нефтепродуктов, 2016, № 7, с. 30-34
64. Patent № A 2014 0053. Alkenil kəhrəba turşularının monoefirləri konservasiya mayelərinin komponenti kimi / Məmmədیارov M.Ə., Abbasov V.M., Əliyeva F.X., Məmmədova G.F. 2015
65. Rush Donn. Огнестойкие гидравлические масла. // Elevator World, 2001, 49, N12, p.132-133.
66. Шейнина С.З. Синтетические масла на основе сложных эфиров для авиационных ГТД. // Мир нефтепродуктов, 2001, №3, с.6-8.
67. Muhlemeier Jochen. Преимущества применения синтетических смазочных масел. // Mineraloltechnik, 1992, N8, s.1-14.
68. Патент 5880075, США, 1999. Синтетическое биоразлагаемое смазочное масло и рабочие жидкости. / Hsrtley Kolge J., Duncan Carolun B., Teffany George Mortimer. Оpubл. в РЖХ, 2000, 19П129П.
69. Патент 5880075, США, 1999. Синтетическое биоразлагаемое смазочное масло и рабочие жидкости. / Hartley Rolfe J., Duncan Caroleyn B., Tiffany George Mortimer. Оpubл. в РЖХ, 2000, 19П129П.
70. Алимов А.П. Исследование возможности применения олигомеров винилалкиловых эфиров в качестве основ или базовых компонентов синтетических смазочных масел. // Сб. трудов ВНИИНП. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1982, вып. XXXXII, с.35-41.
71. Белов П.С., Григорьева Е.Н., Никоноров Е.М. и др. Алкилнафталины как компоненты высокотемпературных смазочных материалов. // Химия и технология топлив и масел, 1984, №4, с.31-33.
72. Полина Е.В., Шейнина С.З., Турский Ю.И. Исследование смесей сложных эфиров пентаэритрита с различными классами органических соединений. // Сб. трудов ВНИИНП. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1980, вып. XXVI, с.73-82.
73. Патент 6759373, США, 2004. Масляные композиции для холодильников на диоксиде углерода. / Tazaki Toshinori

74. Вишпер А.Б., Задко И.И., Ермолаев М.В. Тенденция в разработке новых автомобильных дизельных масел за рубежом. // Нефтепереработка и нефтехимия, 2000, №9, с.40-45.
75. А.с. 999775, СССР, 1982. Алканоаты оксиметилнорборненкарбинола – основа синтетических масел. / Мамедьяров М.А., Сейидов Ф.Т. Опувл. в Б.И., 1982., №2.
76. А.с. 1434715, СССР, 1988. Способ получения синтетического смазочного масла. / Мамедьяров М.А., Сейидов Ф.Т., Мамедов Д.В. и др.
77. А.с. 1334648, СССР, 1987. Эфиры 2-циклогексендиантарной кислоты в качестве дисперсионной среды для пластичных смазок. / Сейидов Ф.Т., Алекперов С.К., Мамедьяров М.А.
78. Гурбанов Г.Н., Сейидов Ф.Т., Мамедьяров М.А. Композиции на базе эфиров циклических неополиолов. // Азерб.нефтяное хозяйство, 1996, №9, с.41-43.
79. Гурбанов Г.Н., Мамедьяров М.А. Смазочные композиции на базе эфиров циклических полиолов. // Азерб.нефтяное хозяйство, 2005, №2, с.39-42.
80. Patent № A 20140058 Azərbaycan. Tsiklik neopoliolların mürəkkəb efirləri dizel yanacağına çoxfunksiyalı əlavələr kimi /M.Ə.Məmmədیارov, V.A.Abbasov, H.N.Qurbanov, S.Q.Əliyeva, E.M.Quliyeva