



## AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun “Elm-Təhsil-Sənaye”  
məqsədli qrant müsabiqəsinin  
(EİF/MQM/ETS-2020-1(35)) qalibi olmuş  
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

### YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Sintetik naften turşularının yüksək çıxım və selektivliklə qeyri-zəncirvari reaksiya ilə alınması üçün karbon nanokatalizatorların işlənilməsi və tətbiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Zeynalov Eldar Bahadır oğlu**

Qrantın məbləği: **289 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EİF-MQM-ETS-2020-1(35)-08/05/4-M-05**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **10 fevral 2021 – ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 mart 2021-ci il – 01 mart 2023-cü il**

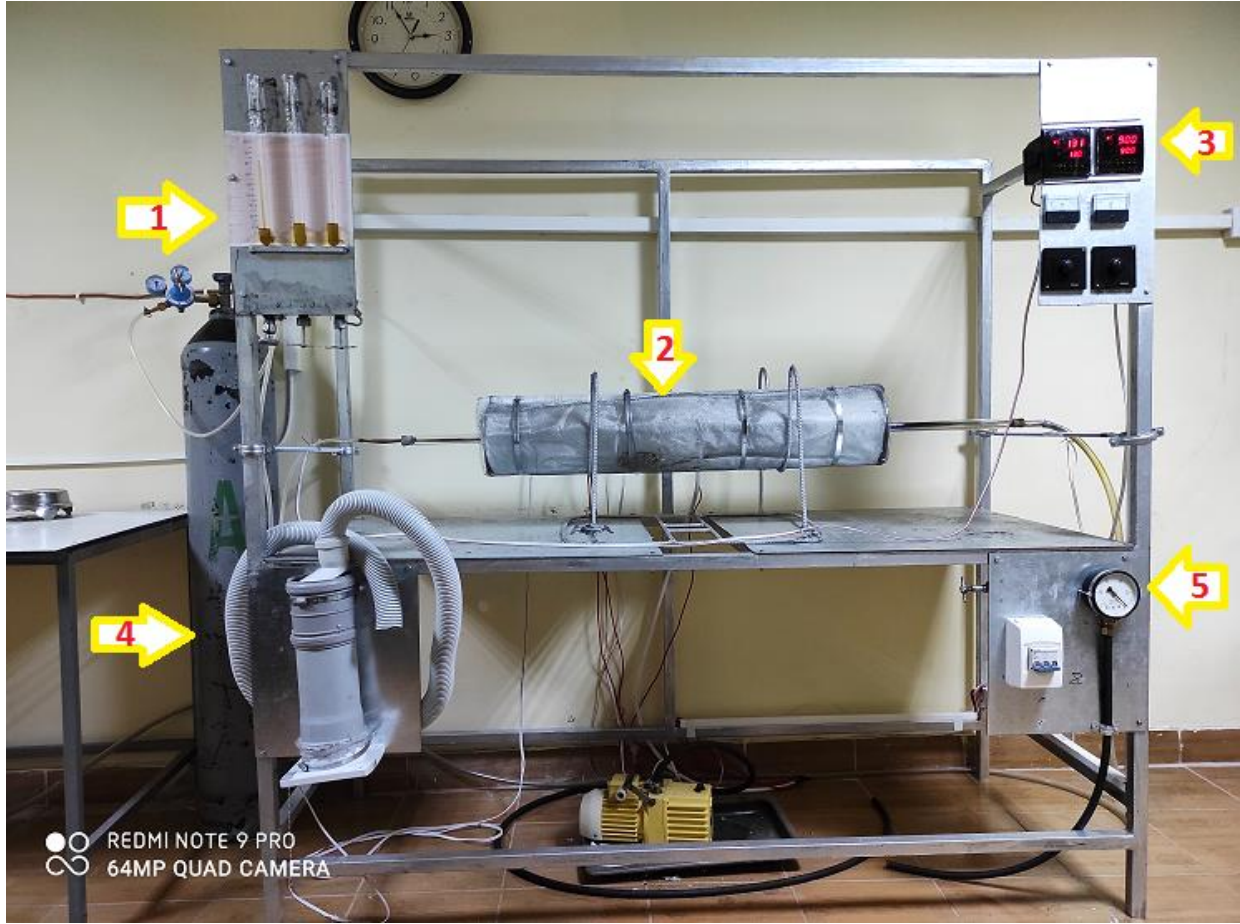
**Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır**

**Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır**

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1	<p>Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar</p> <p>EİF/MQM/ETS-2020-1(35) qrant layihənin tam və əsaslı yerinə yetirilməsi üçün ardıcıl və sistemli yanaşmalar tətbiq olunmuşdur.</p> <p>İlk növbədə, Azərbaycanda ilk dəfə olaraq, yanacaq qaz xammalından (propan-butan, metan, meişət qazı) katalizator kimi tətbiq olunan çoxlaylı karbon nanoborularının (ÇLKNB) sintezi həyata keçirilmişdir. ÇLKNB-in sintezi üçün, CVD [chemical vapour deposition- (kimyəvi buxarın çökdürməsi)] qurğusu montaj edilib işə salınmışdır (şəkil 1).</p> <p>Qurğu optimal rejimə çıxarılmış, prekursor-katalizator ferrosenin iştirakı ilə ilkin məhsullar alınmış və xarakterizə olunmuşdur. Bunun üçün prosesin dəyişkən parametrləri - temperatur, komponentlərin faizləri, maddələrin kontakt müddəti, müxtəlif nisbətlərdə götürülmüş və onların prosesin gedişinə, karbon nanoborularının çıxımına və keyfiyyətinə təsiri öyrənilmişdir. Multifaktorlu sistem olaraq, belə bir işin həll edilməsi üçün coxlu sayda, vaxt aparan müxtəlif eksperimentlər aparmaq lazım idi. Bu səbəbdən müasir yanaşma tətbiq olunmuş (Matlab-7 kompüter proqramı), təcrübi alqoritm yaradılmış və prosesin ən optimal şəraiti tapılmışdır. Geyd etmək lazımdır ki, alınmış optimal rejim effektiv oksidləşmə katalizatorunun alınmasına</p>
---	---

yönəldilmişdir.



**Şəkil 1.** Coxdivarlı karbon nanoborularının (ÇLKNB) sintezi üçün qurğu

Optimal rejimin meyarları - məhsuldarlıq (sintez olunmuş ÇLKNB kütləsi) və qüsursuz boruşəkilli strukturların alınması olmuşdur. Bu parametrlərə nəzarət etmək üçün elektron skan edici mikroskopiyaya (SEM), Raman spektroskopiyası və rentgenoqrafik analiz kimi analitik üsullardan istifadə edilmişdir.

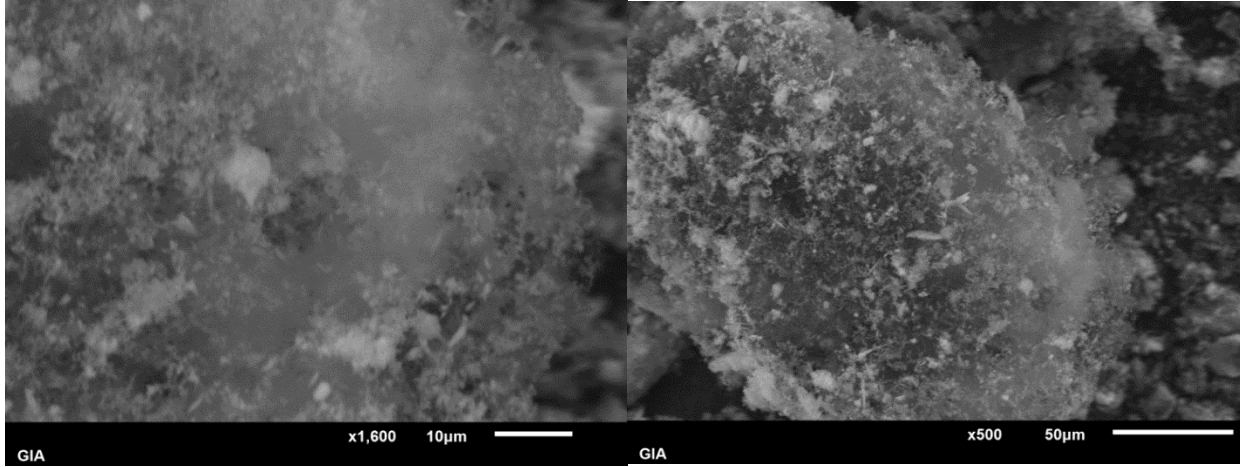
Sintez edilmiş ÇLKNB müxtəlif metodikalarla qatışıqlardan təmizlənmişdir. Qatranlardan təmizlənməsi toluolun yuyulması ilə həyata keçirilmiş və qurutma kabinetində iki saat ərzində 110 °C davam etdirilmişdir.

Məhsulun karbon qeyri-boru maddələrdən (his, koks) təmizlənməsi üçün alınmış məhsul kütlə 360°C, 1 saat ərzində sobada qızdırmaqla həll olunmuşdur.

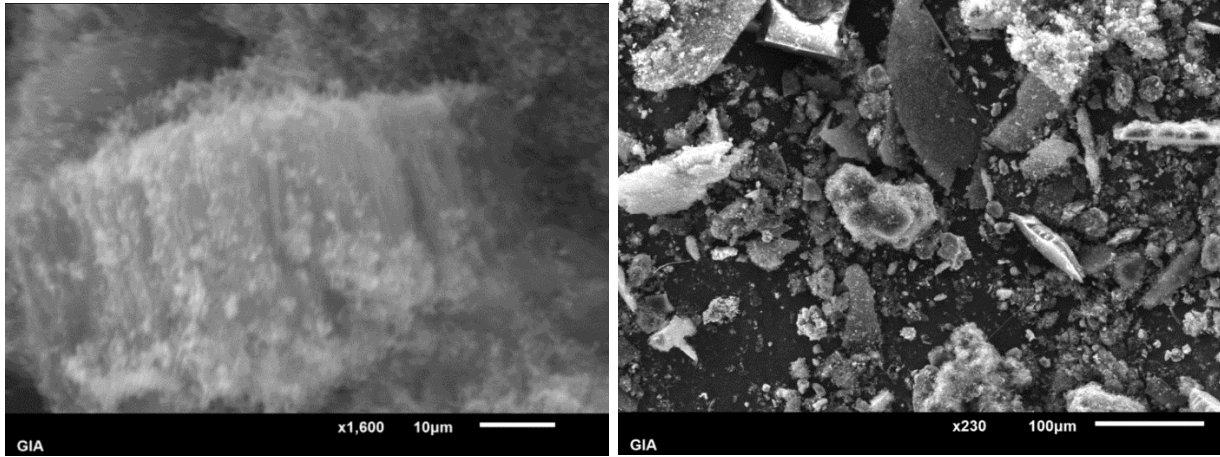
Karbon nanoboruların dəmirdən (katalizatorun prekursorundan qalan) təmizlənməsi lazım olduqda, məhsul hidroxlorid turşusu işlənmiş, distillə edilmiş, su ilə yuyulub qurudulmuşdur.

ÇLKNB-nin CVD sintezi - yüksək temperaturlu katalitik prosesdir və bu üsul ilə alınan məhsulun keyfiyyəti və miqdarı bir çox amillərdən asılıdır. Elmi ədəbiyyatın təhlili, alınmış eksperimental və riyazi modelləşmənin nəticələri qaz xammalından ÇLKNB-nin CVD sintezi üçün optimal şərait bu cür qərarlaşmışdır - argon : propan nisbəti = 10 :1, ferrosen konsentrasiyası = 50 mg / litr propan və sintez temperaturu = 900 °C. Sintez prosesinin optimal temperaturunun tapılması üçün müxtəlif temperaturlarda (750-900°C) bir sıra eksperimentlər aparılmışdır. Alınan karbon məhsullarının SEM şəkilləri aşağıda verilmişdir. SEM analizlərinin nəticələrindən görüldüyü kimi

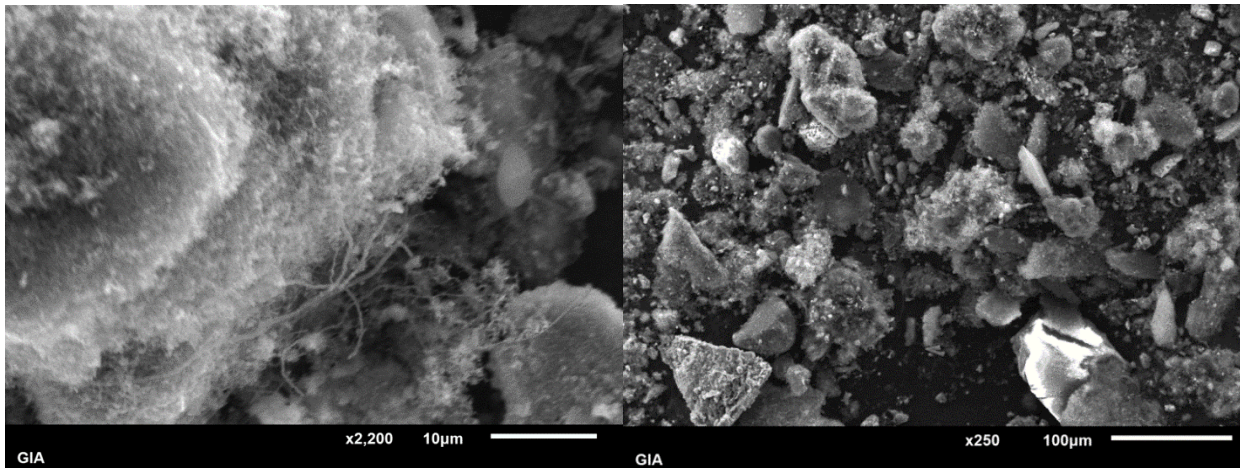
(şəkil. 2-8), karbon nanoborulara aid strukturlarda ən çox 900C (şəkil 8) sirtez temperaturunda müşahidə olunur.



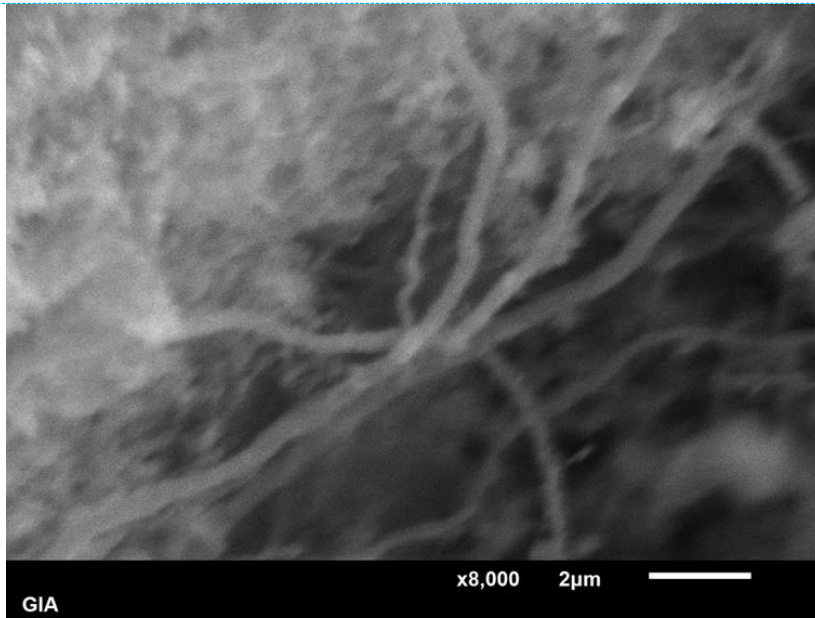
**Şəkil 2 və 3.** 750 və 775°C temperaturunda sintez olunan karbon məhsulunun SEM şəkilləri



**Şəkil 4 və 5.** 800 və 825°C temperaturunda sintez olunan karbon məhsulunun SEM şəkilləri

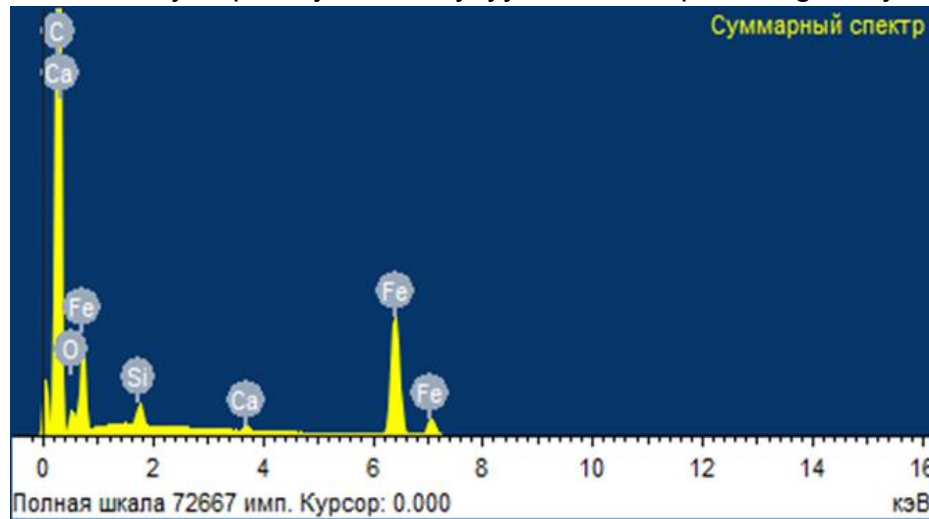


**Şəkil 6 və 7.** 850 və 875°C temperaturunda sintez olunan karbon məhsulunun SEM şəkilləri



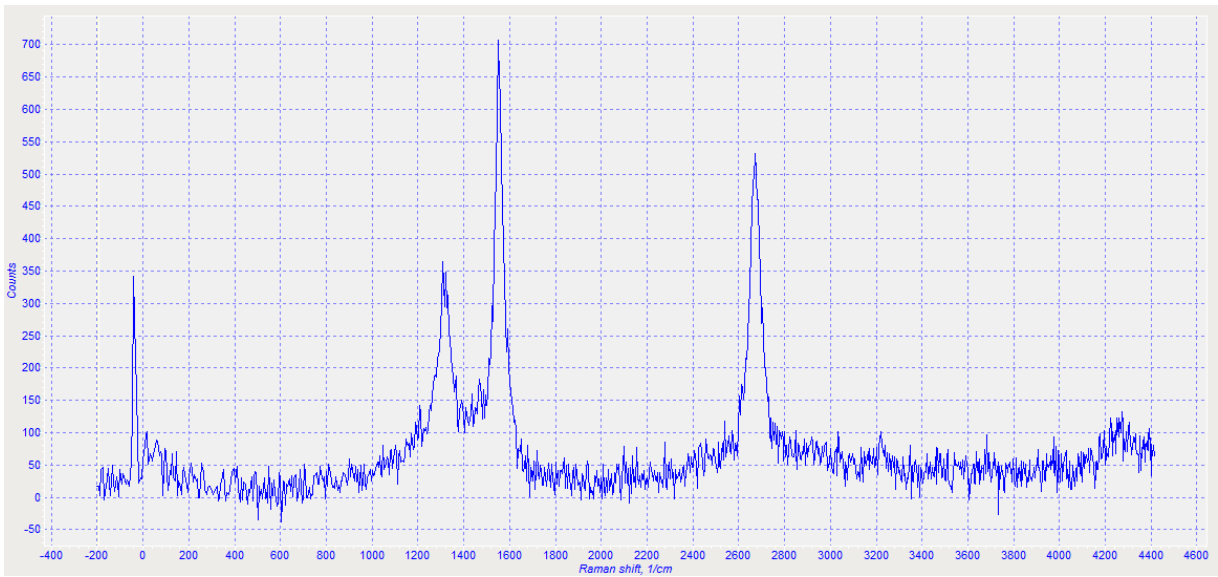
**Şəkil 8.** 900°C temperaturunda sintez olunan karbon məhsulunun SEM şəkilli

Sintez edilmiş ÇLKNB qatışıqların element tərkibi EDX analizinin köməyi ilə müəyyən edilmişdir (şəkil 9). Alınan karbon nanotuboklarının kristallik dərəcəsi və quruluş qüsurluğunu qiymətləndirmək üçün X-Ray və Raman spektroskopiyasından istifadə edilmişdir (şəkil 10 və 11). Alınmış spektrlərin elmi ədəbiyyatda analogi spektrlərlə müqayisəsi, sintez etdiyimiz çoxkompleksiyalı karbon nanoborularının kifayət qədər yüksək keyfiyyəti barədə qənaətə gəlməyə imkan vermişdir

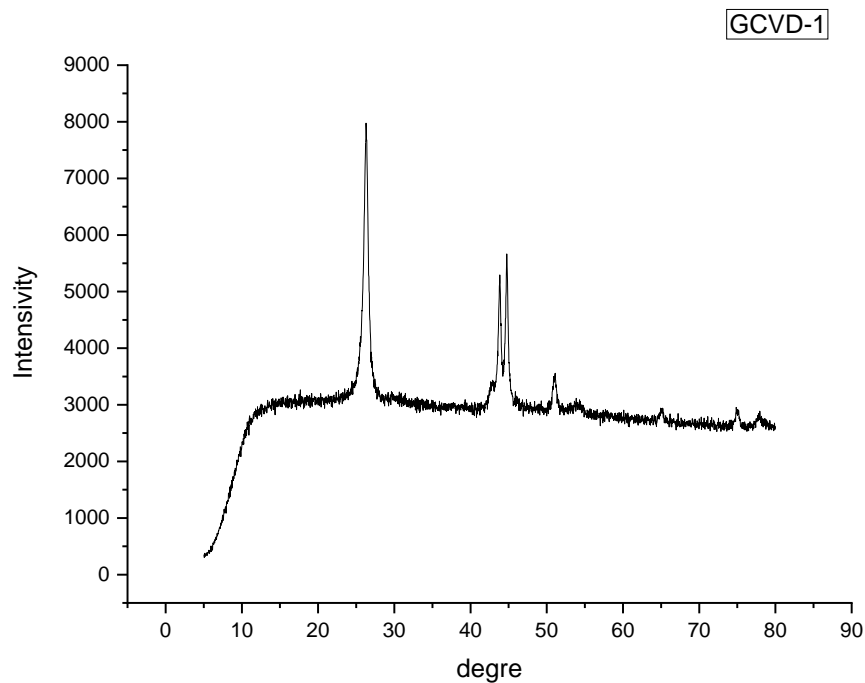


Element	Kütlə%	Atom %
C K	81.90	92.15
O K	5.56	4.70
Si K	0.42	0.20
Ca K	0.15	0.05
Fe K	11.97	2.90
Итоги	100.00	

**Şəkil 9.** 900 °C sintez olunmuş ÇLKNB-nın EDX analizinin nəticələri



**Şəkil 10.** 900 °C sintez olunmuş ÇLKNB-nın Raman spektri



**Şəkil 11.** 900 °C sintez olunmuş ÇLKNB-nın XRD spektri

Layihə işlərində proses üçün biz tam yeni yanaşma tətbiq edərək, çətin əldə oluna bilən dizel faraksiyası əvəzinə baza xammalı kimi, dizel yanacağını təklif edilmişdir. İlk olaraq dizel xammalı xrom-kütlə analizindən keçirilmişdir və Azərbaycanda ilk dəfə olaraq, Xammal xrom-kütlə spektrometr GC-Agilent technologies 7890B /MS-Agilent technologies 5977B MSD Column- Agilent 19091S-433UI, HP-5ms Ultra Inert - 60°C- 325 °C (350 °C): 30 m x 250 µm x 0.25 µm, Used Scan mode for identification of components m/z 30 — 550 vasitəsi ilə dizel yanacağının karbohidrogen tərkibi müəyyən edilmişdir. İşləmələrinin nəticələri aşağıdakı cədvəllərdə əks olunmuşdur:

**Cədvəl 1.** Dizel yanacağıının tərkibində aşkar olunmuş alifatik karbohidrogenləri

<b>n-parafinlər</b>		
<b>No</b>	<b>Adı</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	Heptane (CAS) \$\$ n-Heptane \$\$ Skellysolve c \$\$ Heptyl hydride \$\$ n-C7H16	0.025
2.	Nonane (CAS) \$\$ n-Nonane \$\$ Shellsol 140 \$\$ n-C9H20 \$\$ NONAN \$\$ Shellsol	0,321
3.	Decane (CAS) \$\$ n-Decane \$\$ Isodecane \$\$ n-C10H22 \$\$ DECAN \$\$ DECYL HYDRIDE	0.659
4.	Undecane (CAS) \$\$ n-Undecane \$\$ Hendecane \$\$ n-C11H24 \$\$ UNDECAN	0,994
5.	Dodecane (CAS) \$\$ n-Dodecane \$\$ Ba 51-090453 \$\$ Adakane 12 \$\$ Isododecane	1,533
6.	Tridecane (CAS) \$\$ n-Tridecane \$\$ Tridecane, n- \$\$ n - tri - decanene	1.951
7.	Tetradecane \$\$ n-Tetradecane	2.514
8.	Pentadecane \$\$ CH3(CH2)13CH3 \$\$ N-PENTADECANE	3.613
9.	Hexadecane \$\$ n-Cetane \$\$ n-Hexadecane \$\$ Cetane	2,451
10.	Heptadecane \$\$ n-Heptadecane \$\$ Normal-heptadecane	2.177
11.	Heptadecane \$\$ n-Heptadecane \$\$ Normal-heptadecane	2.148
12.	Nonadecane (CAS) \$\$ n-Nonadecane	2.046
13.	Eicosane \$\$ n-Eicosane \$\$ Icosane #	1.735
14.	Docosane (CAS) \$\$ n-Docosane \$\$ C22H46 STANDARD \$\$ Normal-docosane	1.179
15.	Tricosane (CAS) \$\$ n-Tricosane \$\$ n - tricosane	0.747
16.	Tetracosane \$\$n- Tetracosane	0.329
17.	Pentacosane	0.072
18.	Hexacosane (CAS) \$\$ n-Hexacosane \$\$ n - hexacosane \$\$ cerane	0.034
19.	Heneicosane \$\$ n-Heneicosane \$\$ Henicosane	1.658
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>26.186</b>

<b>Mono –alkil əvəz olunmuş alkanlar</b>		<b>Miqdarı, %</b>
1.	Hexane,3-methyl-SS	0.007
2.	Heptane, 2-methyl- \$\$ 2-Methylheptane \$\$ (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>3</sub> \$\$ Methylheptane	0.041
3.	Octane, 3-methyl- (CAS) \$\$ 3-Methyloctane \$\$ 3-METHYL- OCTANE \$\$ Isononane	0.195
4.	Octane, 3-methyl- (CAS) \$\$ 3-Methyloctane \$\$ 3-METHYL- OCTANE \$\$ Isononane	0.028
5.	Nonane, 2-methyl- (CAS) \$\$ 2-Methylnonane \$\$ 2-Methyl- nonane	0.136
6.	Nonane, 3-methyl-(CAS)\$\$ 3-Methylnonane \$\$ 3- METHYLNONANE(DL	0.104
7.	Decane, 5-methyl- \$\$ 5-Methyldecane	0.166
8.	Decane, 4-methyl- \$\$ 4-Methyldecane	0.085
9.	Decane, 2-methyl- (CAS) \$\$ 2-Methyldecane \$\$ 2-Methyl-decane \$\$ n-C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0.209
10.	Decane, 3-methyl- \$\$ 3-Methyldecane \$\$ 2-Ethylnonane	0.126
11.	Undecane, 4-methyl- \$\$ 4-Methylundecane	0.291
12.	Undecane, 5-methyl- (CAS) \$\$ 5-Methylundecane \$\$ Methylundecane	1.061
13.	Undecane, 2-methyl- \$\$ 2-Methylundecane	0.471
14.	Dodecane, 3-methyl- (CAS) \$\$ 3-Methyldodecane \$\$ 3 - methyl – dodecane	1.026
15.	Dodecane, 2-methyl- \$\$ 11-Methyldodecane \$\$ 2- Methyldodecane	1.595
16.	Tridecane, 4-methyl- \$\$ 4-Methyltridecane	0.882
17.	Tetradecane, 3-methyl- \$\$ 3-Methyltetradecane	1.100
18.	Pentadecane, 2-methyl- \$\$ 2-Methylpentadecane	0.738
19.	Hexadecane, 2-methyl- \$\$ 2-Methylhexadecane	1.166
20.	Hexadecane, 3-methyl- (CAS) \$\$ 3-Methylhexadecane \$\$ 3 - methyl – hexadecane	1.096

21.	Heptadecane, 2-methyl- \$\$ 2-Methylheptadecane	0.684
22.	Heptadecane, 3-methyl- \$\$ 3-Methylheptadecane	1.15
23.	Octadecane, 3-methyl- \$\$ 3-Methyloctadecane	0.984
24.	Nonadecane, 9-methyl- \$\$ 9-Methylnonadecane #	0.3
25.	10-Methylnonadecane	0.366
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>14.007</b>
<b>Di –alkil əvəz olunmuş alkanlar</b>		<b>Miqdarı, %</b>
1.	HEPTANE, 2,4-DIMETHYL- \$\$ 2,4-DIMETHYLHEPTANE	0.13
2.	Heptane, 2,3-dimethyl- (CAS) \$\$ 2,3-Dimethylheptane \$\$ 2,3 - dimethyl – heptane	0.031
3.	Octane, 2,6-dimethyl- (CAS) \$\$ 2,6-Dimethyloctane \$\$ OCTANE, 2,6-DIMETHYL-(9CI)	0.219
4.	Octane, 2,3-dimethyl- \$\$ 2,3-Dimethyloctane	0.086
5.	Nonane, 3,7-dimethyl- (CAS) \$\$ 3,7-Dimethylnonane	0.184
6.	Undecane, 2,6-dimethyl- \$\$ 2,6-Dimethylundecane \$\$ 2,6-Dimethylundecene	0.614
7.	Undecane, 4,8-dimethyl- \$\$ 4,8-Dimethylundecane	0.572
8.	Dodecane, 2,5-dimethyl- \$\$ 2,5-Dimethyldodecane #	0.453
9.	Tridecane, 4,8-dimethyl- \$\$ 4,8-Dimethyltridecane #	0.567
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>2.856</b>
<b>Tri-alkil əvəz olunmuş alkanlar</b>		<b>Miqdarı, %</b>
1.	Dodecane, 2,6,10-trimethyl- \$\$ Farnesan \$\$ Farnesane	1.411
2.	Pentadecane, 2,6,10-trimethyl- \$\$ 2,6,10-Trimethylpentadecane #	2.405
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>3.816</b>
<b>Tetra-alkil əvəz olunmuş alkanlar</b>		<b>Miqdarı, %</b>
1.	Pentadecane, 2,6,10,14-tetramethyl- (CAS) \$\$ Pristane \$\$	4.561



	PRISTANE (FIELD ION	
2.	Hexadecane, 2,6,10,14-tetramethyl- \$\$ Phytan \$\$ Phytane	4.313
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>8.874</b>
$\Sigma$	<b>Tam cəmi alifatik karbohidrogenləri</b>	<b>55.739</b>

**Cədvəl 2.** Dizel yanacağıının tərkibində aşkar olunmuş naften karbohidrogenləri

<b>n-naften karbohidrogenləri</b>		
<b>№</b>	<b>Adı</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	Cyclododecane	0.041
2.	Cyclotetradecane	0.522
3.	Cyclopentadecane	0.423
4.	Naphthalene, decahydro-, cis- (CAS) \$\$ cis-Decalin \$\$ cis-Perhydronaphthalene	0.054
5.	Naphthalene, decahydro-, trans- \$\$ trans-Bicyclo[4.4.0]Decane \$\$ trans Decalin	0.165
6.	1H-Indene, octahydro-, cis- (CAS) \$\$ cis-Hexahydroindan \$\$ cis-Hydrindan	0.08
7.	Pentalene, octahydro-, cis- \$\$ cis-Bicyclo[3.3.0]octane \$\$ Octahydropentalene	0.016
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>1.301</b>
<b>№</b>	<b>Mono –alkil əvəz olunmuş naften karbohidrogenləri</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	Cyclopentane, ethyl- (CAS) \$\$ Ethylcyclopentane	0,015
2.	Cyclopentane, decyl- (CAS) \$\$ n-Decylcyclopentane \$\$ Decane, 1-cyclopentyl-	1,787
3.	Cyclohexane, methyl- (CAS) \$\$ Methylcyclohexane \$\$ Sextone B	0,056
4.	Cyclohexane, ethyl- (CAS) \$\$ Ethylcyclohexane \$\$ ETHYLCYCLOHEXAN	0,106
5.	Cyclohexane, propyl- \$\$ Propylcyclohexane \$\$ n-Propylcyclohexane	0,141
6.	Cyclohexene, 3-methyl- \$\$ 3-Methyl-1-cyclohexene \$\$ 3-Methylcyclohexene	0.1
7.	Cyclohexane, butyl- \$\$ n-Butylcyclohexane \$\$ Butane, 1-cyclohexyl-	0,181
8.	Heptylcyclohexane \$\$ 1-Cyclohexylheptane \$\$ n-Heptylcyclohexane	0,637

9.	Cyclohexane, pentyl- \$\$ Cyclohexane, n-pentyl- \$\$ Pentane, 1-cyclohexyl-	0,223
10.	METHYLCYCLODODECANE \$\$ Cyclododecane, methyl- (CAS)	0,335
11.	NAPHTHALENE, DECAHYDRO-2-METHYL- \$\$ 2-METHYLDECALIN	0.219
12.	Naphthalene, decahydro-2-methyl- \$\$ Decahydro-2-methylnaphthalene	0.376
13.	Pentalene, octahydro-2-methyl- \$\$ 2-Methyloctahdropentalene #	0.09
14.	Cyclohexane, 1,1'-(1,4-butanediyl)bis- (CAS) \$\$ 1,4-Dicyclohexylbutane	0.536
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>4.802</b>
<b>№</b>	<b>Di –alkil əvəz olunmuş naften karbohidrogenləri</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	Cyclopentane, 1,3-dimethyl-, cis- \$\$ cis-1,3-Dimethylcyclopentane	0.006
2.	Cyclopentane, 1,2-dimethyl-, cis- \$\$ cis-1,2-Dimethylcyclopentane	0.008
3.	Cyclopentane, 1-ethyl-3-methyl- \$\$ 1-Methyl-3-ethylcyclopentane	0.02
4.	Cyclopentane, 1-ethyl-2-methyl- \$\$ 1-Ethyl-2-methylcyclopentane #	0.04
5.	Cyclopentane, (1-methylethyl)- \$\$ Cyclopentane, isopropyl-	0.007
6.	trans-1-Methyl-2-propylcyclopentane	0.06
7.	Ethylpropylcyclopentane	0.046
8.	Cyclohexane, 1,2-dimethyl-, trans- \$\$ trans-1,2-Dimethylcyclohexane	0.057
9.	Cyclohexane, 1,1-dimethyl- \$\$ Gem-Dimethylcyclohexane	0.006
10.	Cyclohexane, 1,4-dimethyl- (CAS) \$\$ p-Dimethylcyclohexane \$\$ Hexahydroxylene	0.026
11.	Cyclohexane, 1-ethyl-4-methyl-, trans- (CAS) \$\$ 1-Ethyl-4-methylcyclohexane	0.068
12.	Cyclohexane, 1-ethyl-4-methyl-, cis- \$\$ cis-1-Ethyl-4-Methylcyclohexane	0.029

13.	cis-1-Ethyl-3-methyl-cyclohexane \$\$ Cyclohexane, 1-ethyl-3-methyl-, cis -	0.061
14.	Cyclohexane, 1,4-dimethyl-, cis- \$\$ cis-1,4-Dimethylcyclohexane	0.145
15.	Cyclohexene, 1,6-dimethyl- \$\$ 1,6-Dimethylcyclohexene	0.066
16.	Cyclohexane, 1-methyl-2-propyl- \$\$ 1-Methyl-2-propylcyclohexane	0.416
17.	Cyclohexane, (4-methylpentyl)- \$\$ (4-Methylpentyl)cyclohexane #	0.356
18.	1-METHYL-2-PHENYLCYCLOPROPANE 1 \$\$ Benzene, (2-methylcyclopropyl)-	0.324
19.	Octane, 2-cyclohexyl- \$\$ 2-Cyclohexyloctane \$\$ (1-Methylheptyl)cyclohexane	0.707
20.	Naphthalene, decahydro-1,6-dimethyl- (CAS) \$\$ 1,6-DIMETHYL DECALIN	0.178
21.	Naphthalene, decahydro-2,6-dimethyl- \$\$ Decahydro-2,6-dimethylnaphthalene	0.147
22.	cis-1,3-Bis(acetamidomethyl)-1,3-dideuteriocyclohexane	0.511
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>3.284</b>
<b>No</b>	<b>Tri –alkil əvəz olunmuş naften karbohidrogenləri</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	Cyclopentane, 1,2,4-trimethyl-, (1.alpha.,2.beta.,4.alpha.)-	0.009
2.	CYCLOPENTANE, 1,2,3-TRIMETHYL- (1.ALPHA.,2.ALPHA.,3.BETA)	0.01
3.	Cyclohexane, 1,1,3-trimethyl- (CAS) \$\$ 1,1,3-Trimethylcyclohexane	0.075
4.	Cyclohexane, 1,2,3-trimethyl-, (1.alpha.,2.alpha.,3.beta.)-	0.019
5.	Cyclohexane, 1,1,2-trimethyl- \$\$ 1,1,2-Trimethylcyclohexane	0.02
6.	Cyclohexane, 1,2,3-trimethyl- \$\$ 1,2,3-Trimethylcyclohexane	0.025
7.	Cyclohexane, 1-ethyl-2,3-dimethyl- \$\$ 1-Ethyl-2,3-dimethylcyclohexane	0.015
8.	Cyclohexane, 1-ethyl-2,3-dimethyl- \$\$ 1-Ethyl-2,3-dimethylcyclohexane	0.026
9.	Bicyclo[3.1.1]heptane, 2,6,6-trimethyl-, [1S-(1.alpha.,2.beta.,5.alpha.)]-	0.316

10.	Cyclotetradecane, 1,7,11-trimethyl-4-(1-methylethyl)- Cembrane	0.393
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>0.908</b>
<b>№</b>	<b>Tetra –alkil əvəz olunmuş naften karbohidrogenləri</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	Cyclohexane, 1,1,4,4-tetramethyl- Tetramethylcyclohexane#	0.014
2.	1-ETHYL-2,2,6-TRIMETHYLCYCLOHEXANE 2-ETHYL-1,1,3-TRIMETHYLCYCLOHEXANE	0.048
3.	Cyclohexane, 1,2,4,5-tetraethyl- Tetraethylcyclohexane	0.378
4.	Cyclohexane, 1,2,3,5-tetraisopropyl-	0.67
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>1.11</b>
<b>№</b>	<b>Penta –alkil əvəz olunmuş naften karbohidrogenləri</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	Decahydro-4,4,8,9,10-pentamethylnaphthalene	0.656
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>0.656</b>
<b>№</b>	<b>Heksa –alkil əvəz olunmuş naften karbohidrogenləri</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	Cyclononane, 1,1,4,4,7,7-hexamethyl- Hexamethylcyclononane	0.724
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>0.724</b>
$\Sigma$	<b>Tam cəmi naften karbohidrogenləri</b>	<b>12.785</b>

**Cədvəl 3.** Dizel yanacağıın tərkibində aşkar olunmuş olefin karbohidrogenləri

<b>n-olefinlər</b>		
<b>№</b>	<b>Adı</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	4-Decene 4-Decene#	0.134
2.	1-Nonene n-Non-1-ene 1-C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> Nonene Nonene-(1) NONYLENE	0.026
3.	7-Hexadecene, (Z)- (7Z)-7-Hexadecene #	0.617
4.	1-Heptadecene Hexahydroaplotaxene	1.353
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>2.13</b>
<b>№</b>	<b>Mono –alkil əvəz olunmuş olefinlər</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	1-Decene, 4-methyl- 4-Methyl-1-decene #	0.705
2.	2-Methyl-Z-4-tetradecene	2.205
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>2.91</b>

<b>Σ</b>	<b>Tam cəmi olefin karbohidrogenləri</b>	<b>5.04</b>
----------	--	-------------

**Cədvəl 4.** Dizel yanacağıının tərkibində aşkar olunmuş aromatik karbohidrogenləri

<b>n-aromatik karbohidrogenləri</b>		
<b>No</b>	<b>Adı</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	Benzene \$\$ [6]Annulene \$\$ Benzol \$\$ Benzole \$\$ Coal naphtha \$\$ Cyclohexatriene	0.009
<b>Σ</b>	<b>Cəmi</b>	<b>0.009</b>
<b>Mono –alkil əvəz olunmuş aromatik karbohidrogenləri</b>		
1.	Toluene \$\$ Benzene, methyl\$\$ Methacide\$\$ Methylbenzene\$\$ Methylbenzol	0.026
2.	Benzene, (1-methylethyl)- (CAS) \$\$ Isopropylbenzene \$\$ Cumene \$\$ Cumol	0.045
3.	Benzene, (1-methylpropyl)- (CAS) \$\$ sec-Butylbenzene \$\$ 2- Phenylbutane	0.053
4.	Benzene, (2-methyl-1-propenyl)- (CAS) \$\$ (2- Methylpropenyl)benzene	0.092
5.	Benzene, (1-methyl-1-butenyl)- \$\$ 2-Phenyl-2-pentene	0.343
6.	Benzene, (1-ethyl-1-propenyl)- \$\$ 3-Phenyl-2-pentene \$\$ 3- Phenyl-3-pentene	0.23
7.	Naphthalene, 1-methyl- (CAS) \$\$ 1-Methylnaphthalene \$\$ 1- METHYL NAPHTHALENE	0.812
8.	alpha.,.beta.,.beta.-Trimethylstyrene\$\$2-Butene, 2-methyl-3- phenyl-	0.181
<b>Σ</b>	<b>Cəmi</b>	<b>1.782</b>
<b>No</b>	<b>Di –alkil əvəz olunmuş aromatik karbohidrogenləri %</b>	<b>Miqdarı,</b>
1.	Benzene, 1-ethyl-3-methyl- \$\$ Toluene, m-ethyl- \$\$ m- Ethylmethylbenzene	0.212
2.	p –Xylene Benzene, 1,4- dimethyl-1, p=Dimethylbenzene	0.109
3.	Benzene, 1-ethyl-2-methyl- \$\$ Toluene, o-ethyl- \$\$ o- Ethylmethylbenzene	0.07
4.	Benzene, 1-methyl-3-propyl- \$\$ Toluene, m-propyl- \$\$ m- Propyltoluene	0.166
5.	Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- \$\$ o-Cymene \$\$ o-Cymol \$\$ Cymene, ortho	0.072
6.	Benzene, 1-methyl-2-propyl- (CAS) \$\$ 2-Propyltoluene \$\$ o- Propyltoluene	0.079
7.	Benzene, 1-methyl-4-(1-methylpropyl)- \$\$ 1-Sec-butyl-4- methylbenzene #	0.058
8.	Benzene, 1-methyl-4-(1-methylpropyl)- \$\$ 1-Sec-butyl-4- methylbenzene #	0.215
9.	Naphthalene, 1,6-dimethyl- (CAS) \$\$ 1,6-Dimethylnaphthalene	0.999
<b>Σ</b>	<b>Cəmi</b>	<b>1.98</b>
<b>No</b>	<b>Tri –alkil əvəz olunmuş aromatik karbohidrogenləri</b>	<b>Miqdarı, %</b>

1.	BENZENE, 1,2,4-TRIMETHYL- \$\$ 1,2,4-TRIMETHYLBENZENE \$\$ .PSI.- CUMENE	0.075
2.	Benzene,1,2,3-trimethyl- \$\$ Hemimellitene \$\$ 1,2,3- Trimethylbenzene	0.286
3.	BENZENE, 2-ETHYL-1,4-DIMETHYL- \$\$ 2-ETHYL-1,4- DIMETHYL-BENZENE	0.094
4.	Benzene, 1-ethyl-2,4-dimethyl- \$\$ m-Xylene, 4-ethyl- \$\$ 4-Ethyl- m-xylene	0.118
5.	BENZENE, 2-ETHYL-1,4-DIMETHYL- \$\$ 2-ETHYL-1,4- DIMETHYL-BENZENE	0.078
6.	Benzene, 4-ethyl-1,2-dimethyl- \$\$ o-Xylene, 4-ethyl- \$\$ 2-Methyl- p-ethyltoluene	0.47
7.	Naphthalene, 1,6,7-trimethyl- (CAS) \$\$ 2,3,5- Trimethylnaphthalene	0.767
8.	Azulene, 4,6,8-trimethyl- \$\$ 4,6,8-Trimethylazulene #	1.204
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>3.092</b>
<b>№</b>	<b>Tetra-alkil əvəz olunmuş aromatik karbohidrogenləri</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl- (CAS) \$\$ 1,2,4,5- Tetramethylbenzene \$\$ Durol	0.223
2.	Benzene, 1,2,3,4-tetramethyl- (CAS) \$\$ Prehnitol \$\$ 1,2,3,4- Tetramethylbenzene	0.145
3.	Benzene, ethyl-1,2,4-trimethyl- (CAS) \$\$ AR-ETHYL-1,2,4- TRIMETHYLBENZENE	0.137
4.	Benzene, 1,2,3,4-tetramethyl-4-(1-methylethenyl)-	0.469
5.	(Z)-2-(1'-PROPENYL)MESITYLENE \$\$ Mesitylene, 2-propenyl-, (Z)-	0.486
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>1.46</b>
$\Sigma$	<b>Tam cəmi aromatik karbohidrogenləri</b>	<b>8.323</b>

**Cədvəl 5.** Dizel yanacağıının tərkibində aşkar olunmuş naften-aromatik karbohidrogenləri

<b>n-naften-aromatik karbohidrogenləri</b>		
<b>№</b>	<b>Adı</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro- (CAS) \$\$ Tetranap \$\$ Tetralin \$\$ Tetraline	0.774
2.	Indane \$\$ 1H-Indene, 2,3-dihydro- \$\$ Indan \$\$ Benzocyclopentane \$\$ Hydrindene	0.249

3.	Phenanthrene, octahydro- (CAS) \$\$ Octahydrophenanthrene	0.952
4.	1,2,3,3a,8,8a-hexahydrocyclopent[a]indene	0.315
5.	Benzocycloheptatriene \$\$ 5H-Benzo[a]cycloheptene #	0.462
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>2.752</b>
<b>№</b>	<b>Mono –alkil əvəz olunmuş naften-aromatik karbohidrogenləri</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	1-METHYL-2-PHENYLCYCLOPROPANE	0.402
2.	Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-2-methyl- (CAS) \$\$ 2-Methyltetralin	0.268
3.	Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-6-methyl- \$\$ 6-Methyltetralin	0.697
4.	Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-5-methyl- (CAS) \$\$ 5-Methyltetralin	0.815
5.	Naphthalene, 6-ethyl-1,2,3,4-tetrahydro- \$\$ 6-Ethyltetralin \$\$ 6-Ethyltetraline	0.310
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>2.743</b>
<b>№</b>	<b>Di –alkil əvəz olunmuş naften-aromatik karbohidrogenləri</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-2,7-dimethyl- (CAS) \$\$ 2,7-Dimethyltetralin	0.881
2.	Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-1,1-dimethyl- \$\$ 1,1-Dimethyltetralin	0.629
3.	Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-1,4-dimethyl- \$\$ 1,4-Dimethyltetralin	0.352
4.	1H-Indene, 2,3-dihydro-4,7-dimethyl- \$\$ Indan, 4,7-dimethyl-	0.371
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>2.233</b>
<b>№</b>	<b>Tri –alkil əvəz olunmuş naften-aromatik karbohidrogenləri</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-2,5,8-trimethyl- \$\$ 2,5,8-Trimethyltetralin	0.656
2.	1H-Indene, 2,3-dihydro-1,1,3-trimethyl- \$\$ Indan, 1,1,3-trimethyl-	0.171
3.	1H-Indene, 2,3-dihydro-4,5,7-trimethyl- (CAS) \$\$ 4,5,7-Trimethylindane	0.165
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>1.792</b>
$\Sigma$	<b>Tam cəmi naften-aromatik karbohidrogenləri</b>	<b>9.52</b>

**Cədvəl 6.** Dizel yanacağıın tərkibində aşkar olunmuş digər maddələr

<b>№</b>	<b>Steroidlər</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	14-.BETA.-H-PREGNA \$\$ 14-.BETA.-PREGNA \$\$ 14B-PREGNANE	3.19
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>3.19</b>
<b>Heroatomlu birləşmələr</b>		
<b>№</b>	<b>Azotərkibli</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	2,4=Dymethyl-1,5-diazabicyclo[3.1.0]hexane(cis)	0.123
2.	4-Phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine \$\$ Pyridine, 1,2,3,6-tetrahydro-4-phenyl-	0.296
3.	N,N'-Dibutylidene-hydrazine	0.053
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>0.472</b>
<b>№</b>	<b>Oksigentərkibli</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	2-ethyl-4-methyl-5,6-dihydro-2H-pyran\$\$2-Ethyl-5,6-dihydro-4-methyl-2H-pyran	0.026
2.	2-HEPTYL FURAN \$\$ 2-heptylfuran \$\$ 2-n-Heptylfuran \$\$ Furan, 2-heptyl- (CAS)	0.192
3.	tert-Butyl 8-Methyl-10-azabicyclo[4.3.1]deca-3,7-diene-10-carboxylate	0.521
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>0.739</b>
$\Sigma$	<b>Tam cəmi heteroatomlu birləşmələr</b>	<b>1.211</b>
<b>№</b>	<b>Kompleks birləşmələr</b>	<b>Miqdarı, %</b>
1.	Iron, tricarbonylchloro(.eta.3-2-propenyl)-	0.595
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>0.595</b>
<b>№</b>	<b>Qismən oksidləşmiş maddələr (ketonlar, spirtlər, turşular, efirlər)</b>	<b>Miqdarı,%</b>
1.	bicyclo[2.2.1]hept-2'-en-7'-ylidene)acetic acid	0.062
2.	Methyl 4,6-decadienyl ether	0.496
3.	1-Octanol, 2-butyl-\$\$ 2-Butyl-1-octanol \$\$ 2-Butyloctanol \$\$ Michel XO-150-12	0.156



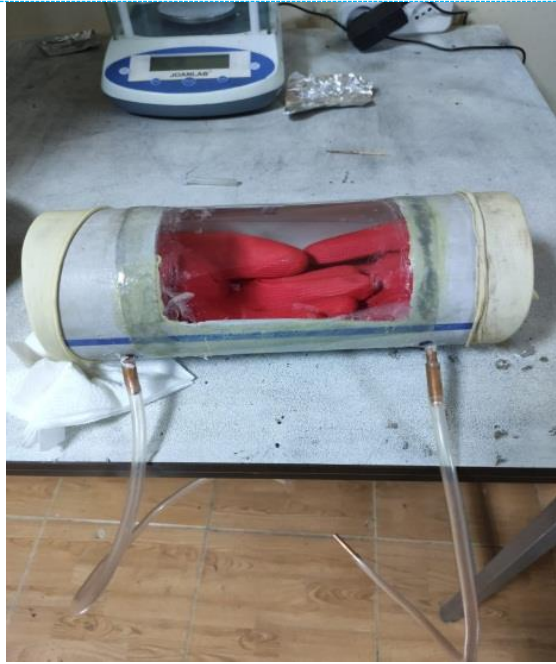
4.	1-Methyl-bicyclo[4.1.1]octan-7-one	0.026
5.	Benzyl (dideuterated )methyl ether \$\$ BENZYL (DIDEUTERATED )METHYL ETHER	0.18
6.	trans-4-Methyl-5-isopropylcyclopent-2-en-1-one	0.038
7.	2-Cyclopenten-1-one, 2-(2-butenyl)-4-hydroxy-3-methyl-, (Z)- \$\$ Cinerolon	0.339
8.	trans-2-Ethyl-3-methylcyclohexanone \$\$ trans-2-Ethyl-3-methylcyclohexanone	0.059
9.	salvialane (terpenoid)	0.29
9.	Pyridine-3-carboxamide, oxime, N-(2-trifluoromethylphenyl)-	0.525
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>2.171</b>

Cədvəllərdə əks olduğu kimi, dizel yanacağın tərkibində 55.739% n-parafinlər, 12.785% naften karbohidrogenləri, 5.04% olefinlər, 8.323% aromatik və 9.52% naften-aromatik karbohidrogenləri, 1.211% heteroatomlu birləşmələr, 3.19% steroidlər, 0.595% kompleks birləşmələr və 2.171% qismən oksidləşmiş maddələr var. Alınmış məlumat originaldır, ilk dəfə təqdim olunur və bu vaxta qədər heç bir mənbədə əks olunmamışdır.

#### **Karbon nanoborularının CVD sintezi üçün optimal katalizatorun axtarışı**

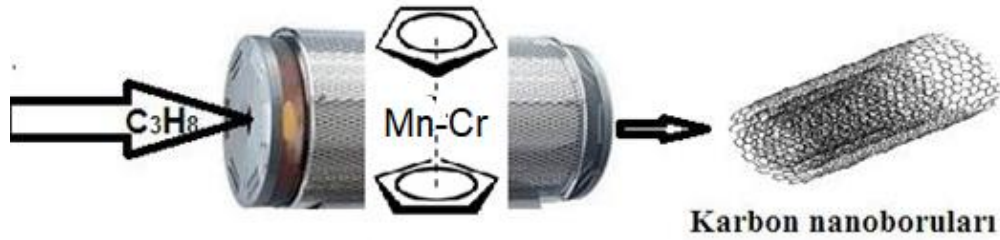
CVD üsulu ilə sintez olunan karbon nanoborularının quruluşu, ölçüsü və digər xüsusiyyətləri xammalın və prekursor-katalizatorun seçimindən sıx asılıdır. Dünya təcrübəsindən məlumdur ki, CVD pirolitik prosesdə metalosenlər ən perspektivli prekursor –katalizatorlar sırasındadırlar. Məhz bu səbəbdən cari proektdə xammal kimi yerli mənşəli yanar qaz və prekursor-katalizator qismində metalosenlər – ferrosen, manqanosen və xromosen təklif edilmişdir. Bizim seçimimiz tam özünü doğrultdu - ferrosen ən ucuz, əldə edilən maddə kimi sənayətuşlu eksperimentlərdə, manqanosen-xromosen isə fundamental nəticələrə yönəldilmiş layihə işlərində səmərəli istifadə edilmiş və effektiv katalizator kimi sübuta yetirilmişdir.

Manqanoseni və xromoseni yeni prekursor-katalizator qismində tətbiq etməklə karbon nanoborularının (KNB) sintez texnologiyası işlənib hazırlanmışdır. Geyd etmək lazımdır ki, iş zamanı bir neçə çətinliklərlə üz-üzə gəlməli olduq. Məsələ bundadır ki, manqanosen və xromosen adı hava mühitində alışan maddədir və onun istifadəsinə xüsusi yanaşma tətbiq olunmalı idi. Bu səbəbdən ayrıca, germetik, inert qazla doldurula bilən kamera sifariş verilmiş və CVD-process “in situ” rejimində aparılmışdır. Germetik kamerada (şəkil 14), arqon qazın axınında kvarz boru xromosenlə doldurulmuş və pirolitik reaktora daxil edilmişdir.



**Şəkil 14.** Manqanosen və xromosenlə aparılan əməliyyatlar üçün, əlcəklərlə təciz olunmuş germetik kamera.

CVD eksperimentləri nəticəsində manqanosenin və xromosenin üzvi hissəsi parçalanır, manqan və xrom atomları nano-klaster şəklində propan qazının piroliz prosesində güclü katalitik aktivlik göstərək nəticədə yüksək çıxımla eyni cinsli karbon nanoborularının alınmasına səbəb olur (şəkil 15).



**Şəkil 15.** CVD üsulu ilə propan qazından manqasenin və xromosenin iştirakında karbon nanoborularının alınma prosesinin sxematik təsviri.

Nəticədə manqanosenin xromosenin tətbiqi nadir bir nəticələrin alınmasına səbəb olmuşdur – oxşar CVD- sintezlərindən fərqli olaraq, alınmış nanoborular həm tək, həm də çoxdivarlıdır (şəkil 16). KNB-in quruluşları elektron mikroskopiya üsulu ilə təsdiq olunmuşdur.



**Şəkil 16.** Manqanosenin və xromosenin iştirakında alınmış KNB-lər

Manqanosenin və xromosenin iştirakında alınmış karbon nanoboruları qiymətli məhsuldur. Onlar fundamental əhəmiyyət kəsb edir, lakin göstərilən metodiki çətinliklər bu üsulların iri miqyasda praktiki tətbiqini mümkün etmir, - daha çox bu yanaşmalar xüsusi məqsədlər üçün istifadə oluna bilər, məsələn zərif üzvi sintez proseslərində.

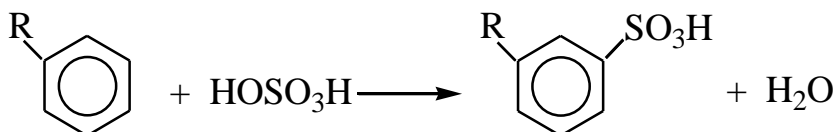
Dizel yanacağından ayrılmış naften-parafin fraksiyanın tərkibinə dair son dərəcədə maraqlı və nadir məlumatlar əldə edilmişdir. Naften-parafin və naften fraksiyalarının dizel yanacağından ayrılmış və xrom-kütlə spektrometr GC-Agilent technologies vasitəsi ilə komponent tərkibi müəyyən edilmişdir. Alınmış nəticələr aşağıdakı cədvəl 7 və 8-də əks olunmuşdur:

**Naften –parafin fraksiyasının alınması üçün aşağıdakı üsul tətbiq olunmuşdur:**

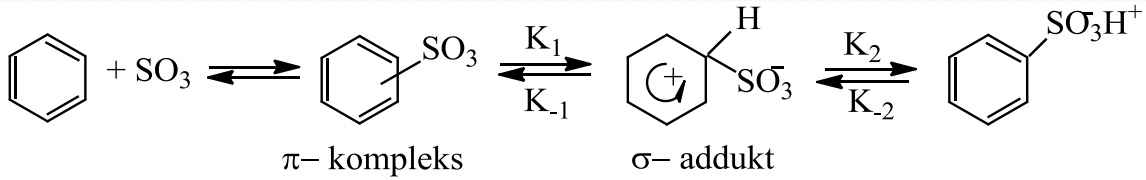
98%-li  $H_2SO_4$  ilə tədqiq edilən nümunənin (dizel yanacağı) həcmi nisbəti uyğun olaraq 3:1 götürülərək 30 dəqiqə müddətində qarışdırılmış və 1 saat ərzində çökdürülmüşdür. Aromatiksizləşmə yumrudibli kolbada, oleumla, otaq temperaturunda, 3-4 saat müddətində qarışdırılmaqla aparılmışdır və distillat aromatik karbohidrogenlərdən, demək olar ki, təmizlənmişdir. Aromatiksizləşmə prosesi üç mərhələdə və hər mərhələyə 10 % oleum verməklə aparılmışdır. Sulfolaşma prosesindən sonra sulfoturşu oleumun qalığı ilə birlikdə çökdürülərək naften-parafin karbohidrogenlərindən ayrılmış, sonra isə karbohidrogen qarışığı qələvi məhlulu ilə neytrallaşdırılıb və su ilə yuyulmuşdur. Aromatiksizləşmədən sonra distillatın tərkibində aromatik karbohidrogenlərin miqdarı ~0,8% təşkil etmişdir.

Aromatiksizləşmə prosesini, yəni, dizel fraksiyasının aromatik karbohidrogenlərdən təmizlənməsi üçün tətbiq edilən sulfolaşma prosesini belə izah etmək olar. Aromatik birləşmələrin sulfolaşmasında sulfolaşdırıcı agent kimi, adətən, 92-94%-li və ya 98 - 100%-li sulfat turşusu, tərkibində 20-65% sərbəst kükürd trioksid saxlayan oleum, xlorosulfon turşusu  $ClSO_3H$ , sərbəst kükürd trioksiddən istifadə olunur.

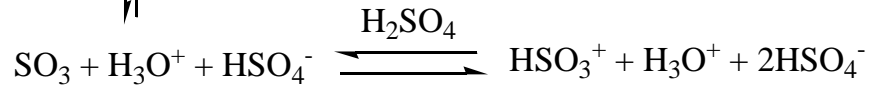
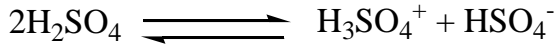
Aromatik birləşmələrin sulfolaşma məhsulları sulfoturşular, arensulfoturşular və ya sulfon turşuları adlandırılır. Aromatik karbohidrogenlərin sulfolaşmasını aşağıdakı ümumi reaksiya tənliyi ilə göstərmək olar:



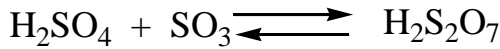
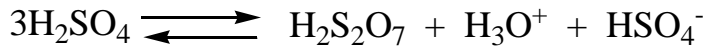
Aromatik birləşmələrin sulfolaşması elektrofil əvəzetmə reaksiyalarına ( $S_E$ ) aid olan prosesdir. Elektrofil əvəzetmə reaksiyalarında götürülən ilkin maddələr  $\pi$ -kompleksi əmələ gətirir. Daha sonra  $\sigma$ -addukt əmələ gəlməsi ilə yaranan energetik baryerdən keçərək sulfoturşulara çevrilir. Beləliklə, sulfolaşmanın mexanizmini aşağıdakı kimi təsvir etmək olar:



Bu proses zamanı sulfolaşdırıcı hissəciklər polyarlaşmış molekullar və kationlardan -  $\text{H}_3\text{SO}_4^+ < \text{SO}_3$ ,  $\text{S}_2\text{O}_6$ ,  $\text{S}_3\text{O}_9 < \text{HSO}_3^+$  (aktivliklərinin artması sırası) ibarət olub, əsasən sulfat anhidridinin tərkibində olurlar və yaxud oleumda və sulfat turşusunun dissosiasiyası zamanı əmələ gəlirlər:

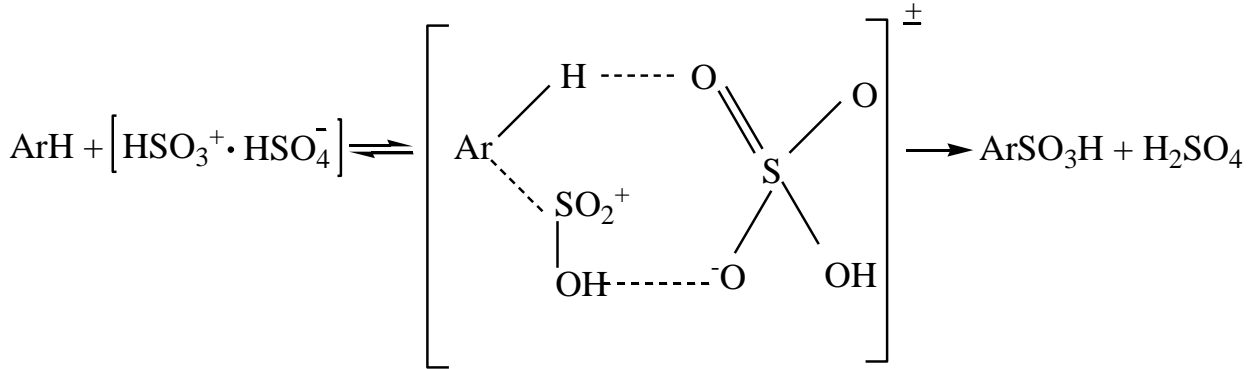


Sulfat turşusunun yüksək qatılığında 85-98% turşunun vəziyyəti aşağıdakı tənliklərlə ifadə olunur:



$\text{SO}_3$ -ün 100%-li sulfat turşusunda həll olmasından piro-sulfat turşusu alınır.

Beləliklə, aromatik karbohidrogenlərin sulfolaşmasında tsiklik keçid vəziyyətinin əmələ gəlməsi ilə alternativ birmərhələli reaksiya mexanizmi təklif olunmuşdur.



Sulfolaşma reaksiyası əslində dönər prosesdir. Bu səbəbdən də sulfat turşusunun və ya oleumun miqdarı artıq götürülməlidir. Digər tərəfdən, sulfolaşma prosesi zamanı alınan su reaksiya mühitindən çıxarılmazsa, reaksiya dönən olur. Eyni zamanda alınan su sulfat turşusunun qatılığını aşağı salır və sulfolaşma prosesi sona qədər getmir. Bu səbəbdən də alınan sulfoturşunun çıxımını artırmaq, başqa sözlə desək aromatik karbohidrogenlərin tam sulfolaşmasına nail olmaq məqsədi ilə sulfolaşma prosesi üç mərhələdə aparılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, üçüncü mərhələdən sonra distillatın tərkibində olan aromatik karbohidrogenlərin hamısı sulfolaşmışdır. Bu üsulla aromatik karbohidrogenlər çökdürülərək mühitdən çıxarılmışdır. Nəticədə, naften –parafin distillatın tərkibində aromatik karbohidrogenlərin miqdarı 0 % yenmişdir.

**Cədvəl 7.** Dizel yanacağıının naften -parafin (aromatiksizləşdirilmiş) fraksiyasının komponent tərkibi

<b>No</b>	<b>Alifatik karbohidrogenlər</b>	<b>miqdar, %</b>
	<b>n-parafinlər</b>	
1.	n-Heptane \$\$ Skellysolve \$\$ Heptyl hydride \$\$ n-C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	0,018
2.	n-Octane \$\$ Isooctane \$\$ n-C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	0,137
3.	n-Nonane \$\$ Shellsol 140 \$\$ n-C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	0,391
4.	n-Decane \$\$ Isodecane \$\$ n-C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> \$\$ DECYL HYDRIDE	0,818
5.	n-Undecane \$\$ n-C <sub>11</sub> H <sub>24</sub> \$\$ UNDECAN	1,265
6.	n-Dodecane \$\$ Isododecane	1,730
7.	n-Tridecane	2,459
8.	n-Tetradecane	3,022
9.	n-Pentadecane \$\$ CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>13</sub> CH <sub>3</sub>	3,427
10.	n-Hexadecane \$\$ Cetane	2,867
11.	n-Heptadecane	2,605
12.	n-Octadecane	2,534
13.	n-Nonadecane	2,307
14.	n-Eicosane \$\$ Icosane	2,112
15.	n-Docosane \$\$ C <sub>22</sub> H <sub>46</sub> STANDARD	1,295
16.	Tricosane	0,590
17.	n-Tetracosane	0,592
18.	n-Pentacosane	0,174
19.	n-Heneicosane	2,022
20.	N-HENEICOSANE	0,819
21.	Hexacosane	0,030
Σ	<b>Cəmi</b>	<b>31.214</b>
	<b>monoalkil əvəzli alkanlar</b>	
1.	3-Methylhexane \$\$ 2-Ethylpentane	0,005
2.	2-Methylheptane \$\$ (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>3</sub>	0,040
3.	3-Methylheptane \$\$ 2-Ethylhexane	0,022
4.	2-Methyloctane \$\$ Isononane	0,085
5.	3-Methyloctane \$\$ Isononane	0,100
6.	4-Methylnonane \$\$ n-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> CH(CH <sub>3</sub> )(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>3</sub>	0,143
7.	2-Methylnonane	0,104
8.	3-Methylnonane \$\$ 3-Methylnonane(DL)	0,127
9.	5-Butylnonane	1,741
10.	4-Methyldecane	0,348
11.	5-Methyldecane	0,162
12.	2-Methyldecane \$\$ n-C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,256
13.	3-Methyldecane \$\$ 2-Ethylnonane	0,186
14.	6-Methylundecane	0,425
15.	4-Methylundecane	0,340
16.	2-Methylundecane	0,308
17.	3-Methylundecane	0,381
18.	2-Methyldodecane	0,854
19.	3-Methyldodecane	0,442
20.	2-Methyltridecane	0,623
21.	5-Methyltetradecane	0,635

22.	3-Methyltetradecane	1,033
23.	2-Methylpentadecane	0,818
24.	3-Methylpentadecane	1,117
25.	2-Methylhexadecane	1,297
26.	3-Methylhexadecane	1,102
27.	2-Methylheptadecane	1,264
28.	3-Methylheptadecane	1,165
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>15.123</b>
	<b>dialkil əvəzli alkanlar</b>	
1.	2,3-Dimethylheptane	0,037
2.	2-Methyl-3-ethylheptane	0,106
3.	2,5-Dimethyloctane	0,038
4.	2,6-Dimethyloctane	0,266
5.	\$\$ 3,7-Dimethylnonane	0,057
6.	5-Ethyl-5-methyldecane	0,092
7.	2,6-Dimethylundecane	0,828
8.	4,8-Dimethyltridecane	0,708
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>2.132</b>
	<b>trialkil əvəzli alkanlar</b>	
1.	2,6,10-Trimethyltetradecane	0,600
2.	2,6,10-Trimethylpentadecane	2,818
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>3.418</b>
	<b>tetraalkil əvəzli alkanlar</b>	
1.	Pentadecane, 2,6,10,14-tetramethyl- \$\$ Pristane (FIELDION)	4,438
2.	Hexadecane, 2,6,10,14-tetramethyl- \$\$ Phytan	4,457
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>8.895</b>
$\Sigma$	<b>Alkanların ümumi miqdarı</b>	<b>60.782</b>
	<b>n-naften karbohidrogenləri</b>	
1.	Cyclododecane	0,236
2.	Cyclotetradecane	0,524
3.	Cyclopentadecane	0,468
4.	Spiro[4.5]decane	0,047
5.	Naphthalene, decahydro-, trans- (CAS) \$\$ trans-Decalin	0,053
6.	Bicyclo[4.4.0]decane \$\$ Decahydronaphthalene	0,198
7.	Bicyclo[3.3.0] octane \$\$ Octahdropentalene	0,020
8.	1H-Indene, octahydro-, cis- \$\$ cis-Hexahydroindan \$\$ cis-Hydrindan	0,100
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>1.646</b>
	<b>Monoalkil əvəzli naften karbohidrogenləri</b>	
1.	Ethylcyclopentane	0,012
2.	Cyclopentane, pentyl- \$\$ Pentane, 1-cyclopentyl-	0,185
3.	Hexylcyclopentane	0,239
4.	Methylcyclohexane \$\$ Sextone B	0,045
5.	Ethylcyclohexane	0,118
6.	Propylcyclohexane \$\$ n-Propylcyclohexane	0,174
7.	3-Methylcyclohexene	0,023
8.	n-Butylcyclohexane \$\$ Butane, 1-cyclohexyl-	0,236
9.	Cyclohexane, pentyl- \$\$ Pentane, 1-cyclohexyl-	0,320

10.	Heptylcyclohexane \$\$ 1-Cyclohexylheptane	0,562
11.	3-Nonyl-1-cyclohexene	0,323
12.	Cyclohexane, 2-propenyl- \$\$ Allylcyclohexane	0,932
13.	Ethylcyclododecane	0,239
14.	1-Methyl-cyclododecene	0,524
15.	Decahydro-2-methylnaphthalene	0,264
16.	Trans-anti-1-methyl-decahydronaphthalene	0,461
17.	Decalin, anti-1-methyl-, cis-	0,193
18.	2-Methyloctahydropentalene	0,107
19.	Methyl-Cyclododecane	0,545
20.	2-Methylbicyclo[2.2.2]octane	0,072
21.	cis-3-Ethylbicyclo[4.4.0]decane \$\$ 2-Ethyldecahydronaphthalene	0,262
22.	9-Methylbicyclo[3.3.1]nonane	0,054
23.	Dodecane, 3-cyclohexyl- \$\$ (1-Ethyldecyl)cyclohexane	1,620
24.	2-cyclohexyldecane	0,605
25.	(1-Methylnonyl)cyclohexane	0,731
26.	2-Cyclohexyloctane \$\$ (1-Methylheptyl)cyclohexane	1,703
27.	Undecane, 4-cyclohexyl- \$\$ (1-Propyloctyl)cyclohexane	1,180
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>11.729</b>
	<b>Dialkil əvəzli naften karbohidrogenləri</b>	
1.	1,2-Dimethylcyclopentane	0,005
2.	trans-1-Ethyl-3-Methylcyclopentane	0,019
3.	Cyclopentane, 1-ethyl-2-methyl-, cis-	0,036
4.	Cyclopentane, (1-methylethyl)- \$\$ Cyclopentane, isopropyl-	0,009
5.	cis-1-Ethyl-2-Methylcyclopentane	0,034
6.	trans-1-Methyl-2-propylcyclopentane	0,068
7.	1,2-Dipropylcyclopentane	0,082
8.	1-Pentyl-2-propylcyclopentane	0,369
9.	1,2-Dipropylcyclopentane	0,082
10.	trans-1,2-Dimethylcyclohexane	0,056
11.	1,1-Dimethylcyclohexane	0,005
12.	trans-1-Ethyl-4-Methylcyclohexane	0,119
13.	cis-1-Ethyl-3-methyl-cyclohexane	0,081
14.	1-Ethyl-3-methylcyclohexane	0,073
15.	1-Methyl-cis-2-ethylcyclohexane	0,012
16.	1-Methyl-3-propylcyclohexane	0,108
17.	trans-1,3-Dimethylcyclohexane	0,180
18.	1-Methyl-2-methylenecyclohexane	0,131
19.	(4-Methylpentyl)cyclohexane	0,371
20.	1-tret-Butyl-4-(neopentylidene)cyclohexane	0,195
21.	Bicyclo[4.1.0]heptane, 3-methyl-7-pentyl-	0,261
22.	cis,cis-1,6-Dimethylspiro[4.5]decane	0,464
23.	Naphthalene, decahydro-1,6-dimethyl- (CAS) \$\$ 1,6-dimethyldecalin	0,246
24.	Decahydro-2,6-dimethylnaphthalene	0,210
25.	Cyclohexane, (2-ethyl-1-methylbutylidene)-	0,413
26.	Cyclopentane, 1-methyl-3-(2-methylpropyl)-\$\$1-Isobutyl-3-	0,336

	methylcyclopentane	
27.	Cyclohexane, 1-(1,5-dimethylhexyl)-4-(4-methylpentyl)-	0,429
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>4.394</b>
	<b>Trialkil əvəzli naften karbohidrogenləri</b>	
1.	1,2,4-Trimethylcyclopentane	0,008
2.	1-trans-2-cis-3-trans-trimethylcyclopentane	0,008
3.	1,1,3-Trimethylcyclohexane	0,082
4.	1,2,4-Trimethylcyclohexane	0,034
5.	Cyclohexane, 1,2,3-trimethyl-, (1.alpha.,2.alpha.,3.beta.)- (CAS)	0,073
6.	1,2,4-Trimethylcyclohexane	0,024
7.	1-Ethyl-2,3-dimethylcyclohexane	0,037
8.	Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylbutyl)-	0,059
9.	Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, trans-	0,043
10.	2,4-Diethyl-1-methylcyclohexane	0,103
11.	Cyclopropane, 1-butyl-1-methyl-2-propyl-	0,057
12.	Bicyclo[3.1.1]heptane, 2,6,6-trimethyl-, \$\$ Trans-pinane \$\$ Cis-pinane	0,144
13.	Bicyclo[3.1.1]heptane, 2,6,6-trimethyl-, [1S-(1.alpha.,2.beta.,5.alpha.)]-	0,293
14.	Cyclopentane, 1,3-dimethyl-2-(1-methylethenyl)-	0,121
15.	Cyclotetradecane, 1,7,11-trimethyl-4-(1-methylethyl)-	1,135
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>2.221</b>
	<b>Tetraalkil əvəzli naften karbohidrogenləri</b>	
1.	1,1,3,5-Tetramethylcyclohexane	0,016
2.	2-Ethyl-1,1,3-trimethylcyclohexane	0,062
3.	Cyclohexane, 1,2-dimethyl-3-pentyl-4-propyl-	0,884
4.	1,2,4,5-Tetraethylcyclohexane #	0,227
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>1.189</b>
	<b>Pentaalkil əvəzli naften karbohidrogenləri</b>	
1.	Decahydro-4,4,8,9,10-pentamethylnaphthalene	1,058
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>1.058</b>
	<b>Oktaalkil əvəzli naften karbohidrogenləri</b>	
1.	octamethylcyclopentene \$\$ octamethyl cyclopentene	0,618
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>0.618</b>
$\Sigma$	<b>Naften karbohidrogenlərin ümumi miqdarı</b>	<b>22.855</b>
	<b>Olefin karbohidrogenləri</b>	
	<b>Əvəz edilməmiş olefin karbohidrogenləri</b>	
1.	1-Nonene \$\$ n-Non-1-ene \$\$ 1-C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	0,032
2.	4-Decene \$\$ (4E)-4-Decene	0,135
3.	1-Nonadecene	0,536
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>0.703</b>
	<b>Monoalkil əvəzli olefin karbohidrogenləri</b>	
1.	2-Octene, 4-ethyl- \$\$ (2E)-4-Ethyl-2-octene	0,058
2.	6-Tridecene, 7-methyl- \$\$ (6E)-7-Methyl-6-tridecene	0,478
3.	3-Heptene, 4-propyl- \$\$ 4-Propyl-3-heptene	0,068
4.	6-Tridecene, 7-methyl- \$\$ (6E)-7-Methyl-6-tridecene	0,705
5.	2-Methyl-Z-4-tetradecene	0,687
6.	Pentadec-7-ene, 7-bromomethyl-	0,544



$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>2.540</b>
	<b>Trialkil əvəzli olefin karbohidrogenləri</b>	
1.	2,2,4-Trimethyl-3-hexene \$\$ (3E)-2,2,4-Trimethyl-3-hexene	0,068
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>0.068</b>
$\Sigma$	<b>Olefin karbohidrogenlərin ümumi miqdarı</b>	<b>3.311</b>
	<b>Digər doymamış karbohidrogenlər</b>	
1.	7-Pentadecyne	0,417
2.	3-(Cyclopentylmethyl)-3,7-dimethylocta-1,6-diene	0,521
$\Sigma$	<b>Digər doymamış karbohidrogenlərin ümumi miqdarı</b>	<b>0.938</b>
	<b>naften-aromatik karbohidrogenlər</b>	
	<b>Monoalkil əvəzli naften-aromatik karbohidrogenlər</b>	
1.	1-Methyl-9,10-dihydrophenanthrene	0,288
$\Sigma$	<b>Naften-aromatik karbohidrogenlərin ümumi miqdarı</b>	<b>0.288</b>
	<b>Heteroatom birləşmələr</b>	
	<b>Azot tərkibli</b>	
1.	N-ethyl-1,3-dithioisindoline \$\$ 1H-Isoindole-1,3(2H)-dithione, 2-ethyl-	0,009
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>0.009</b>
	<b>Oksigen tərkibli</b>	
1.	2-ethyl-4-methyl-5,6-dihydro-2H-pyran	0,054
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>0.054</b>
	<b>Kükürd tərkibli</b>	
1.	Thiophene, 2-methyl-5-(1-methylpropyl)- (CAS)	0,079
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>0.079</b>
$\Sigma$	<b>Heteroatom birləşmələrin ümumi miqdarı</b>	<b>0.142</b>
	<b>Kompleks birləşmələr</b>	
1.	Bacteriochlorophyll-c-stearyl	0,545
$\Sigma$	<b>Kompleks birləşmələrin ümumi miqdarı</b>	<b>0.545</b>
	<b>Digər birləşmələr</b>	
	<b>Oksidləmiş hissə (ketonlar, spirtlər, turşular, efirlər)</b>	
1.	trans-2-Ethyl-3-methylcyclohexanone	0,076
2.	2-hexanone, 3-cyclohexyliden-4-ethyl-	0,300
3.	2-(2'-Propenyl)-3,3-dimethylcyclohexan-1-one	0,190
4.	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,4,7,7-tetramethyl-	0,409
5.	Decanedioic acid, didecyl ester \$\$ Didecyl sebacate	0,227
6.	Heptafluorobutanoic acid, heptadecyl ester	0,214
7.	1-Octanol, 2-butyl- (CAS) \$\$ 2-Butyl-1-octanol \$\$ 2-Butyloctanol	0,203
8.	6-Octenal, 3,7-dimethyl- (CAS) \$\$ Citronellal \$\$ Rhodinal	0,723
9.	Ditetradecyl ether \$\$ Tetradecane, 1,1'-oxybis- \$\$ Tetradecyl ether	1,343
10.	2(1H)-Naphthalenone, octahydro-4a-methyl-, cis- (CAS)	0,418
11.	Heptafluorobutanoic acid, heptadecyl ester	0,214
12.	Geranyl-Geraniol Derivative	0,498
13.	2(1H)-Naphthalenone, octahydro-4,4a-dimethyl-, (4.alpha.,4a.alpha.,8a.beta.)-	0,215
14.	2(1H)-Naphthalenone, octahydro-4a,7,7-trimethyl-, trans-	0,286
15.	Cyclodecanone	0,050

16.	Cryptoheptine	0,753
17.	2-Piperidinone, N-[4-bromo-n-butyl]- \$\$ 1-(4-Bromobutyl)-2-piperidinone #	0,688
18.	Salvialane (терпеноид)	0,993
19.	2-Dodecen-1-yl(-)succinic anhydride \$\$ 2,5-Furandione, 3-dodeceny-	0,494
<b>Σ</b>	<b>Oksidləşmiş hissənin ümumi miqdarı</b>	<b>8.294</b>

Cədvəl 7-də əks olduğu kimi, naften-parafin fraksiyasının tərkibində 60.782% parafin, 22.855% naften karbohidrogenləri, 3.311% olefinlər, 0.938 digər doymamış karbohidrogenlər, 0.288% naften-aromatik karbohidrogenləri, 0.142% heteroatomlu birləşmələr, 0.545% kompleks birləşmələr və 8.294% qismən oksidləşmiş maddələr var. Alınmış məlumat originaldır, ilk dəfə təqdim olunur və bu vaxta qədər heç bir mənbədə əks olunmamışdır. Dizel yanacağına tərkibindən fərqli olaraq, aromatik karbohidrogenləri və steroidlər naften-parafin fraksiyasında yoxdur, naften-aromatik karbohidrogenləri cüzi miqdardadır, oksidləşmiş məhsullarının miqdarı isə 4 dəfə artıqdır.

Parafinsizləşdirmə əməliyyatı öncə aromatiksizləşdirilmiş fraksiyası ilə aparılmışdır. Bu məqsədlə karbamid, 70l izopropil spirtin məhlulu 50-60°C temperaturda 1:1-4:1 (həcm) müvafiq nisbətə aromatiksizləşdirilmiş məhsula əlavə olunur və karbamid ilə parafin kompleksinin əmələ gəlməsi üçün 45-50 dəqiqə qarışdırılır. Sonra qarışıq 20-25 ° C temperaturda soyudulur. Bundan sonra, yuxarı təbəqə ayrılır və izopropil spirtinin izlərini tamamilə aradan qaldırmaq üçün qarışıq su ilə yuyulur və qumbrin tozundan istifadə edərək qurudulur. Nəticə alınan parafinsizləşdirilmiş naften fraksiyasıdır.

**Cədvəl 8.** Dizel yanacağına naften (aromatiksizləşdirilmiş və parafinsizləşdirilmiş) fraksiyasının komponent tərkibi

No	Alifatik karbohidrogenlər	miqdar, %
	<b>n-parafinlər</b>	
1.	n-Heptane \$\$ Skellysolve \$\$ Heptyl hydride \$\$ n-C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	0,017
2.	n-Octane \$\$ Isooctane \$\$ n-C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	0,023
3.	n-Nonane \$\$ Shellsol 140 \$\$ n-C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	0,170
4.	n-Decane \$\$ Isodecane \$\$ n-C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	0,587
5.	n-Undecane \$\$ n-C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	1,116
6.	n-Dodecane \$\$ Adakane 12 \$\$ Isododecane	1,720
7.	n-Tridecane	2,590
8.	n-Tetradecane	3,289
9.	n-Pentadecane \$\$ CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>13</sub> CH <sub>3</sub>	3,755
10.	n-Hexadecane \$\$ Cetane	3,021
11.	n-Heptadecane	2,778
12.	n-Heptadecane	1,164
13.	n-Octadecane	2,628
14.	n-Eicosane \$\$ Icosane	2,093
15.	n-Nonadecane	2,491
16.	n-Docosane \$\$ C <sub>22</sub> H <sub>46</sub> STANDARD	1,225
17.	n-Tricosane	0,728
18.	n-Tetracosane	0,394
19.	n-Pentacosane	0,101

20.	n-Hexacosane \$\$ cerane	0,031
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>28.921</b>
	<b>monoalkil əvəzli alkanlar</b>	
1.	2-Ethylpentane \$\$ 3-Methylhexane	0,005
2.	2-Methylheptane \$\$ $(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	0,038
3.	3-Methylheptane \$\$ 2-Ethylhexane	0,021
4.	3-Methyloctane \$\$ Isononane	0,036
5.	4-Methylnonane \$\$ $n\text{-C}_3\text{H}_7\text{CH}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	0,088
6.	2-Methylnonane	0,062
7.	3-Methylnonane \$\$ 3-Methylnonane(DL)	0,078
8.	5-Butylnonane	1,877
9.	5-Methyldecane	0,120
10.	2-Methyldecane \$\$ $n\text{-C}_8\text{H}_{17}\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	0,221
11.	3-Methyldecane \$\$ 2-Ethylnonane	0,141
12.	4-Methyldecane	0,260
13.	5-Methylundecane	0,115
14.	6-Methylundecane	0, 259
15.	4-Methylundecane	0,302
16.	3-Methylundecane	0,339
17.	2-Methylundecane	0,834
18.	4-Methyldodecane	0,805
19.	3-Methyldodecane	0,441
20.	2-Methyltridecane	0,800
21.	5-Methyltetradecane	0,851
22.	3-Methyltetradecane	1,033
23.	4-Methylpentadecane	1,111
24.	2-Methylpentadecane	0,889
25.	3-Methylpentadecane	1,236
26.	2-Methylhexadecane	1,305
27.	3-Methylhexadecane	1,200
28.	2-Methylhexadecane	1,354
29.	2-Methylheptadecane	1,316
30.	3-Methylheptadecane	1,248
31.	9-Methylnonadecane	0,857
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>19.312</b>
	<b>dialkil əvəzli alkanlar</b>	
1.	2,3-Dimethylheptane	0,009
2.	2-Methyl-3-ethylheptane	0,058
3.	2,5-Dimethyloctane	0,019
4.	2,6-Dimethyloctane	0,146
5.	3,7-Dimethylnonane	0,164
6.	2,6-Dimethyldecane	0,030
7.	2,6-Dimethylundecane	0,329
8.	4,8-Dimethyltridecane	0,770
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>1.525</b>
	<b>trialkil əvəzli alkanlar</b>	
1.	2,6,10-Trimethyltetradecane	0,679
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>0.679</b>

<b>tetraalkil əvəzli alkanlar</b>		
1.	Pentadecane, 2,6,10,14-tetramethyl- (CAS) \$\$ Pristane (FIELDION)	4,859
2.	Hexadecane, 2,6,10,14-tetramethyl- \$\$ Phytane	5,382
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>10.241</b>
$\Sigma$	<b>Bütün alkanların ümumi miqdarı</b>	<b>60.678</b>
<b>Naften karbohidrogenləri</b>		
<b>n-naften karbohidrogenləri</b>		
1.	Cyclopentadecane	0,493
2.	Cyclododecane	0.204
3.	Cyclohexadecane	0.459
4.	Cyclotetradecane	0.975
5.	Bicyclo[5.3.0]decane \$\$ Decahydroazulene \$\$ Perhydroazulene	0.028
6.	Naphthalene, decahydro-, cis- \$\$ cis-Bicyclo[4.4.0]Decane \$\$ cis-Decalin	0.033
7.	Bicyclo[4.4.0]decane \$\$ Decahydronaphthalene	0.151
8.	1H-Indene, octahydro-, cis- \$\$ cis-Hexahydroindan \$\$ cis-Hydrindan	0,062
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>2.405</b>
<b>Monoalkil əvəzli naften karbohidrogenləri</b>		
1.	Ethylcyclopentane	0,012
2.	Ethylpropylcyclopentane	0.046
3.	Cyclopentane, pentyl-	0,134
4.	Cyclopentane, (2-methylpropyl)- \$\$ Cyclopentane, isobutyl-	0.065
5.	Decylcyclopentane \$\$ Decane, 1-cyclopentyl-	0.574
6.	Methylcyclohexane \$\$ Sextone B	0,043
7.	Ethylcyclohexane	0,029
8.	Propylcyclohexane	0,091
9.	n-Butylcyclohexane \$\$ Butane, 1-cyclohexyl-	0,169
10.	Cyclohexane, pentyl- \$\$ Pentane, 1-cyclohexyl	0,318
11.	(4-Methylpentyl)cyclohexane	0.358
12.	(1,3-Dimethylbutyl)cyclohexane	1.220
13.	Cyclohexane, 2-propenyl- \$\$ Allylcyclohexane	1.840
14.	Decane, 2-cyclohexyl- \$\$ (1-Methylnonyl)cyclohexane	0.720
15.	Ethylcyclododecane	0.247
16.	1-Methyl-cyclododecene	0.532
17.	Heptylcyclohexane	0.583
18.	1-Methyl-1-cyclodecene	0.069
19.	endo-2-Methylbicyclo[3.3.1]nonane \$\$ 2-Methylbicyclo[3.3.1]nonane	0.092
20.	Undecane, 2-cyclohexyl- \$\$ (1-Methyldecyl)cyclohexane	1.158
21.	Dodecane, 3-cyclohexyl- \$\$ (1-Ethyldecyl)cyclohexane	1.714
22.	Decahydro-2-methylnaphthalene	0.225
23.	2-Methyldecalin, trans-	0.410
24.	Decalin, anti-1-methyl-, cis-	0.167
25.	2-Ethyldecahydronaphthalene	0.053
26.	cis, cis-3-Ethylbicyclo[4.4.0]decane \$\$ 2-Ethyldecahydronaphthalene	0.247

$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>11.116</b>
	<b>Dialkil əvəzli naften karbohidrogenləri</b>	
1.	1,2-Dimethylcyclopentane	0,005
2.	trans-1-Ethyl-3-Methylcyclopentane	0,018
3.	Cyclopentane, 1-ethyl-2-methyl-, cis-	0,035
4.	trans-1-Methyl-2-propylcyclopentane	0,028
5.	1,2-Dipropylcyclopentane	0,056
6.	(+)-(1S,2R)-1-Butyl-2-ethylcyclopentane	0,050
7.	Cyclopentane, 1-methyl-1-(2-methyl-2-propenyl)-	0.438
8.	trans-1,2-Dimethylcyclohexane	0,054
9.	1,1-Dimethylcyclohexane	0,005
10.	1-Ethyl-4-methylcyclohexane	0.035
11.	trans-1-Ethyl-4-Methylcyclohexane	0,016
12.	1-Ethyl-3-methylcyclohexane	0,035
13.	cis-1-Ethyl-4-Methylcyclohexane	0.017
14.	1-Methyl-3-propylcyclohexane	0,067
15.	trans-1,3-Dimethylcyclohexane	0,116
16.	Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	0.061
17.	Cyclohexene, 4-(4-ethylcyclohexyl)-1-pentyl-	0.684
18.	Bicyclo[4.1.0]heptane, 2-methyl-7-pentyl-	0,250
19.	cis,trans-1,6-Dimethylspiro[4.5]decane	0.197
20.	Naphthalene, decahydro-1,6-dimethyl- \$\$ 1,6-DIMETHYL DECALIN	1.027
21.	DL-2-.ALPHA.-ISOPROPYL-CIS-9.BETA.,10.BETA.- DIMETHYLDECALIN \$\$ (.+.-)-Valerane	0.897
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>4.091</b>
	<b>Trialkil əvəzli naften karbohidrogenləri</b>	
1.	1,2,4-Trimethylcyclopentane	0,008
2.	Cyclopentane, 1,3-dimethyl-2-(1-methylethenyl)-, (1.alpha.,2.alpha.,3.beta.)-	0.075
3.	1,1,3-Trimethylcyclohexane	0,021
4.	1,2,4-Trimethylcyclohexane	0,011
5.	1,2,3-Trimethylcyclohexane	0.014
6.	1-Ethyl-2,3-dimethylcyclohexane	0.028
7.	4a,8-dimethyl-2-isopropyl perhydronaphthalene	0.541
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>0.706</b>
	<b>Tetraalkil əvəzli naften karbohidrogenləri</b>	
1.	1-Ethyl-2,2,6-trimethylcyclohexane	0,043
2.	Cyclohexane, 3,4-bis(1-methylethenyl)-1,1-dimethyl-	0.352
3.	Cyclohexane, 1,2-dimethyl-3-pentyl-4-propyl-	0.848
4.	Cyclohexane, 1,2,4,5-tetraethyl- \$\$ 1,2,4,5- Tetraethylcyclohexane	0.152
5.	Cyclotetradecane, 1,7,11-trimethyl-4-(1-methylethyl)- \$\$ Cembrane	1.270
6.	1,1,6,6-Tetramethylspiro[4.4]nonane	0.114
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>2.779</b>
	<b>Pentaalkil əvəzli naften karbohidrogenləri</b>	
1.	Decahydro-4,4,8,9,10-pentamethylnaphthalene	1,036

$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>1.036</b>
$\Sigma$	<b>Bütün naften karbohidrogenlərin ümumi miqdarı</b>	<b>22.133</b>
	<b>Olefin karbohidrogenləri</b>	
	<b>Əvəz edilməmiş olefin karbohidrogenləri</b>	
1.	4-DODECENE, CIS/TRANS \$\$ (4E)-4-Dodecene	0.058
2.	7-Hexadecene, (Z)- \$\$ (7Z)-7-Hexadecene	0.750
3.	cis-3-Decene \$\$ (Z)-3-C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> \$\$ (3Z)-3-Decene	0.077
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>0.885</b>
	<b>Monoalkil əvəzli olefin karbohidrogenləri</b>	
1.	6-Tridecene, 7-methyl- \$\$ (6E)-7-Methyl-6-tridecene	0,736
2.	2-Methyl-Z-4-tetradecene	0,650
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>1.386</b>
$\Sigma$	<b>Bütün olefin karbohidrogenlərin ümumi miqdarı</b>	<b>2.271</b>
	<b>Digər doymamış karbohidrogenlər</b>	
1.	8-Hexadecyne	0.711
$\Sigma$	<b>Digər doymamış karbohidrogenlərin ümumi miqdarı</b>	<b>0.711</b>
	<b>Heteroatom birləşmələr</b>	
	<b>Oksigen tərkibli</b>	
1.	2-heptylfuran \$\$ Furan, 2-heptyl- (CAS)	0.071
2.	(4aR,10aS,10bR)-7,7,10a-trimethyl-trans-perhydronaphtho[2,1-c]-pyran	0.298
3.	(3aS,9aS,9bR)-6,6,9aa-trimethyl-trans-perhydronaphtho[2,1-b]furan	0,429
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>0.798</b>
	<b>Halogen tərkibli</b>	
1.	2-Bromo dodecane \$\$ Dodecane, 2-bromo-	3,078
$\Sigma$	<b>Cəmi</b>	<b>3.078</b>
$\Sigma$	<b>Bütün heteroatom birləşmələrin ümumi miqdarı</b>	<b>3.876</b>
	<b>Digər birləşmələr</b>	
	<b>Oksidləşmiş hissə (ketonlar, spirtlər, turşular, efirlər)</b>	
1.	7.alpha.-hydroxy-6,11-cyclofarnes-3(15)-en-2-one	0.685
2.	Acetic acid, 3,7,11,15-tetramethyl-hexadecyl ester	0.480
3.	D,L-3-Camphorcarboxylic acid \$\$ dl-Camphorcarboxylic acid	0.265
4.	Geranyl-Geraniol Derivative	0.265
5.	(4S)Hexahydro-4,9,9-trimethyl-1H-3a,7-methanoazulene-8,8a(4H)diol	0.245
6.	2-Hydroxy-2-isopropyl-5-methylcyclohexanone	0.187
7.	6-Methiloctahydrocoumarin	0.076
8.	trans-2-Ethyl-3-methylcylohexanone	0.040
9.	Cyclopentanone, 2-methyl-3-(1-methylethyl)-	0.027
10.	2-Methylene-3-(2-methylpropyl)cyclopentanone	0.024
$\Sigma$	<b>Oksidləşmiş hissənin ümumi miqdarı</b>	<b>2.294</b>

Cədvəl 8-də əks olunduğu kimi, naften fraksiyasının tərkibində 60.678% parafin, 22.133% naften karbohidrogenləri, 2.271% olefinlər, 0.711% digər doymamış karbohidrogenlər, 3,876% heteroatomlu birləşmələr və 2.294% qismən oksidləşmiş maddələr aşkar olunur. Alınmış məlumatlar ilk dəfə təqdim olunur və bu vaxta qədər heç bir mənbədə əks olunmamışdır. Dizel

yanacağı və naften –parafin fraksiyasından fərqli olaraq, naften fraksiyasında aromatik, naften-aromatik karbohidrogenləri və kompleks birləşmələr yoxdur.

### **Dizel yanacağından ayrılmış parafin- naften fraksiyasının oksidləşmə prosesinin tədqiqi**

Yeni yanaşmaları tətbiq etməklə neft turşularının alınma prosesin işlənməsi – layihə əsas hədəfidir. Bunun üçün karbon nanokatalizatorların tətbiqi ilə dizel yanacağına parafin-naften fraksiyaları cəlb edilmişdir. Oksidləşmə prosesinə dizel yanacağı, onun naften-parafin (əslində müəyyən olunmuş parafin- naften) və naften (əslində müəyyən olunmuş parafin-naften) fraksiyaları metal saxlayan coxlaylı karbon nanoboruları (M@ÇKCNB, M = Fe, Co, Mn) iştirakında havanın oksigeni ilə oksidləşdirilmişdir və prosesin qanunauyğunluqları öyrənilmişdir. Tədqiqatlar iki istiqamət üzrə aparılmışdır 1. –reaksiyanın kinetik qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi 2- şüşə laboratoriya reaktorunda dərin oksidləşmə prosesinin yerinə yetirilməsi. Məqsəd – yağ-naften turşularının alınması və optimal şəraitinin tapılması olmuşdur.

Geyd etmək lazımdır ki, neft və kimya sənayesinin əsas məhsulları sırasında neftin müxtəlif fraksiyalarından ayrılan oksigenli birləşmələr əhəmiyyətli yer tutur. Belə tip birləşmələrdən geniş tətbiq sahələrinə malik olanı təbii neft turşularıdır. Bu turşular və onların törəmələri sənayenin bir çox sahələrində müxtəlif kimya məhsullarının, o cümlədən korroziya inhibitorlarının, mühərrik yanacaqlarına əlavələrin, sikkativlərin, homogen katalizatorların, yuyucu səthi aktiv maddələrin, plastifikatorların, emulqatorların, bakterisidlərin və s. alınmasında geniş tətbiq edilir.

Lakin, neftin tərkibindən ayrılan neft turşularının miqdarının məhdudluğu (~ 3%- qədər) və onların tərkibində xeyli miqdarda yüksəkmolekullu alkilfenolların olması onların istifadəsini çətinləşdirir. Buna görə də, neft turşularına olan tələbat, təbii resursların belə məhdudluğu və onların mürəkkəb qarışıqlar şəklində olması sintetik yolla neft turşularının sintezi istiqamətində aparılan tədqiqat işlərinin aktuallığını zəruriyyətə çevirir. Qeyd edək ki, sintetik neft turşuları (SNT), onların əsasında alınan məhsullara əlverişli istismar xassələri verdiyindən bu turşulara neft kimya sintezində daha böyük tələbat var. Beləliklə, yüksək çıxımla neft turşularının alınması mühüm elmi və iqtisadi praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Sintetik neft turşularının və onların törəmələrinin praktiki əhəmiyyəti və onlara olan yüksək tələbat, yerli xammallar əsasında yüksək keyfiyyətli, ekoloji və iqtisadi baxımdan səmərəli, yeni parametrlili sintez prosesinin yaradılmasını tələb edir.

Neft fraksiyalarının naften karbohidrogenlərinin molekulyar oksigen ilə aerob oksidləşməsi neft turşularının alınması üçün perspektiv üsullardan biri kimi özünü tanıtmışdır. Lakin, bu oksidləşmə prosesləri sahəsində həll olunmamış məsələlər çoxdur, belə ki, SNT-nin yüksək çıxımla və selektivliklə alınması hələ də ciddi elmi və praktiki problem olaraq qalmaqdadır. Digər tərəfdən, hələ də sintetik neft turşularının yarım-sənaye və sənaye istehsalı təşkil olunmamış, çoxkomponentli naften karbohidrogenlərinin oksidləşmə prosesinin mexanizmi və kinetikasi dəqiq öyrənilməmişdir.

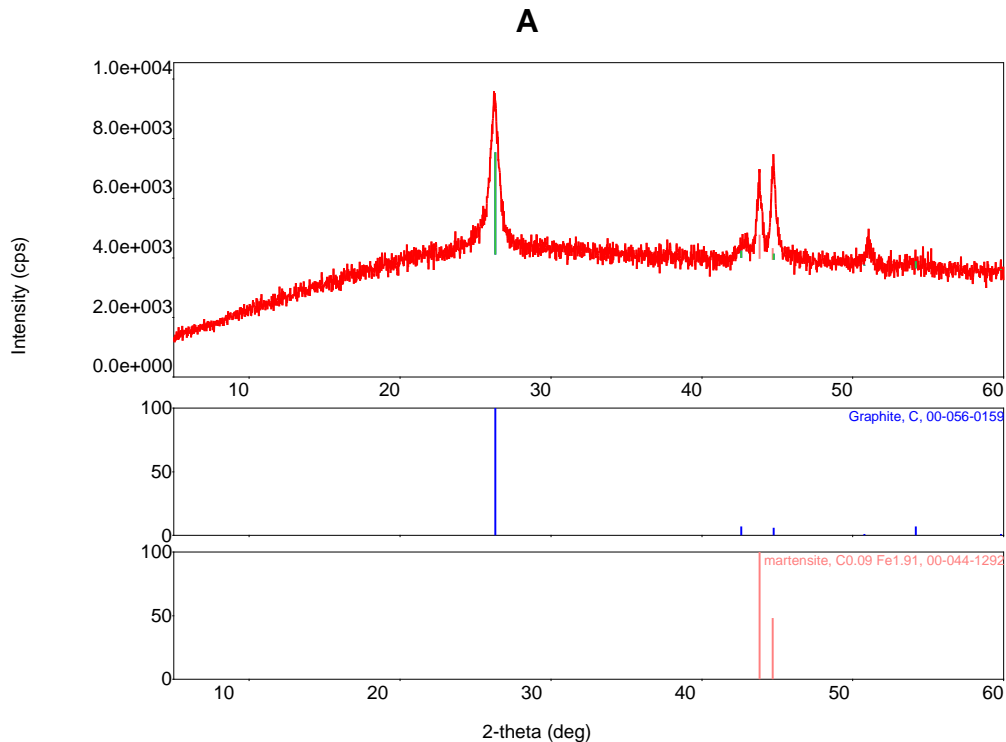
Göstərilən məsələlərin həlli üçün naften karbohidrogenlərinin oksidləşmə proseslərində strateji bir yol kimi yeni, yüksək effektiv katalizatorların işlənilməsi və hazırlanması və istifadəsi seçilmişdir. Məhz bu baxımdan yüksək çıxımla SNT-nin alınması prosesi, bu proses üçün yeni katalizatorların işlənilməsi və hazırlanması və onların təsir mexanizminin öyrənilməsi, prosesə təsir edən faktorların araşdırılması, oksidləşmə prosesinin kinetik qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi çox mühüm və aktual problem olaraq qalmaqdadır.

**Aerob oksidləşmə prosesi üçün karbon nanokatalizatorların sintezi və xarakterizə edilməsi**  
Prekursor-katalizator kimi təqdim və istifadə olunan metal (M) saxlayan karbon nanoboruları (M@ÇKCNB) Şəkil 17-də göstərilən təkmilləşdirilmiş laboratoriya pirolitik qurquda CVD-üsulu ilə sintez edilmişdir.

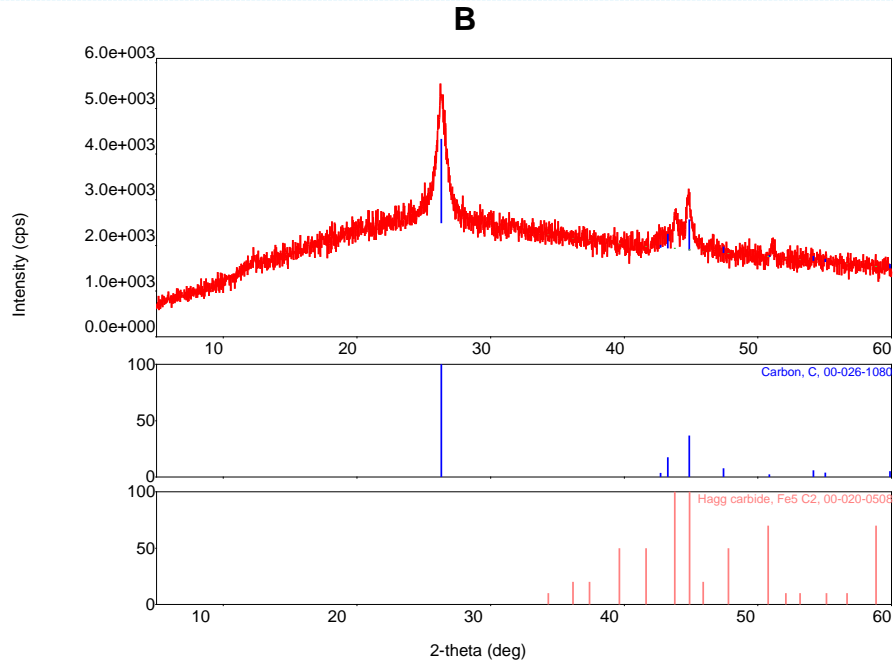


**Şəkil 17.** Coxdivarlı karbon nanoborularının sintezi üçün CVD pirolitik qurğusunun ümumi görünüşü (A) və kvars reaktoru fırlanma hərəkətinə gətirən cihaz (B)

Optimal şəraitdə ən əlverişli prekursor katalizator olan ferrosenin iştirakında dəmir saxlayan nanokatalizatorlar Fe@ÇKCNB-G-CVD-4 və Fe@ÇKCNB-G-CVD-5 sintez edilib xarakterizə olunmuşdur (Şəkil 18, A və B)



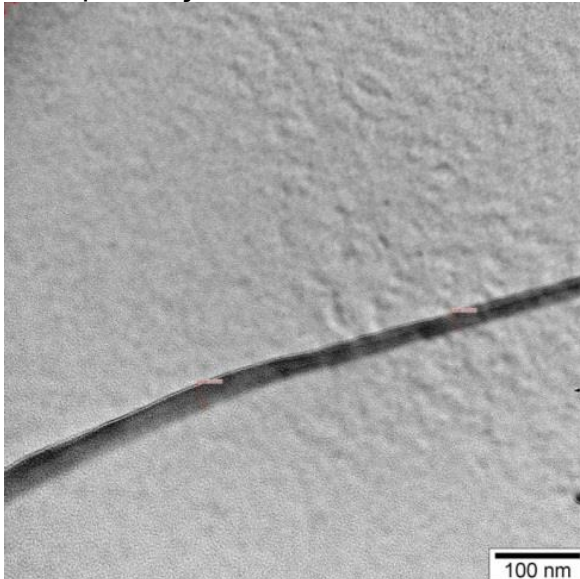




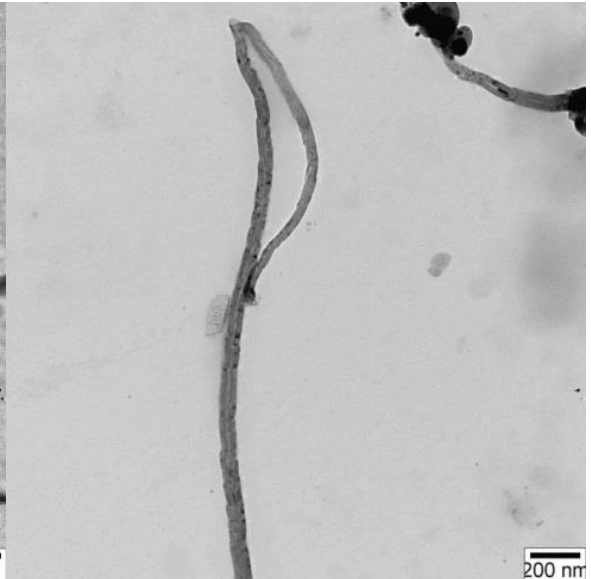
**Şəkil 18.** Fe@ÇKCNB-G-CVD-4 (A) və Fe@ÇKCNB-G-CVD-5 (B) nümunələrinin rentgen difraktoqrammaları

Şəkil 18 A-dan görüldüyü kimi, Fe@ÇKCNB-G-CVD-4 nümunəsi üçün iki faza aşkar edilmişdir. 1-ci- dəmirin karbon martensiti birləşməsidir, elementlərin nisbəti C =0,09, Fe- 1,91, 2-ci faza isə qrafitdir. Fe@ÇKCNB-G-CVD-5 nümunəsi üçün çəkilmiş difraktoqrammaya əsasən karbondan başqa Fe<sub>5</sub>C<sub>2</sub>Haqq karbidin mövcudluğu müşahidə olunur.

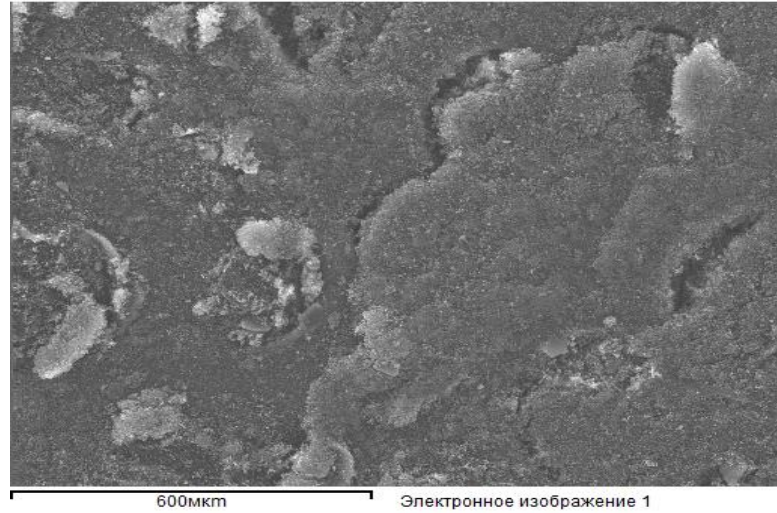
Şəkillər 19, 20, 21 və 22-də Fe@ÇLKNB –GCVD katalizatorlarının transmission (TEM) - skanedici (SEM) elektron mikroskopda çəkilmiş təsvirləri və element analizinin (EDX) nəticələri verilir. Eletron mikroskopik SEM və TEM analizləri Scanning Electron Microscope JEOL JSM 6610-LV. Oxford Instrument və Transmission Electron Microscope JEM-1400 (Joel, Japan) aparatlarda aparılmışdır



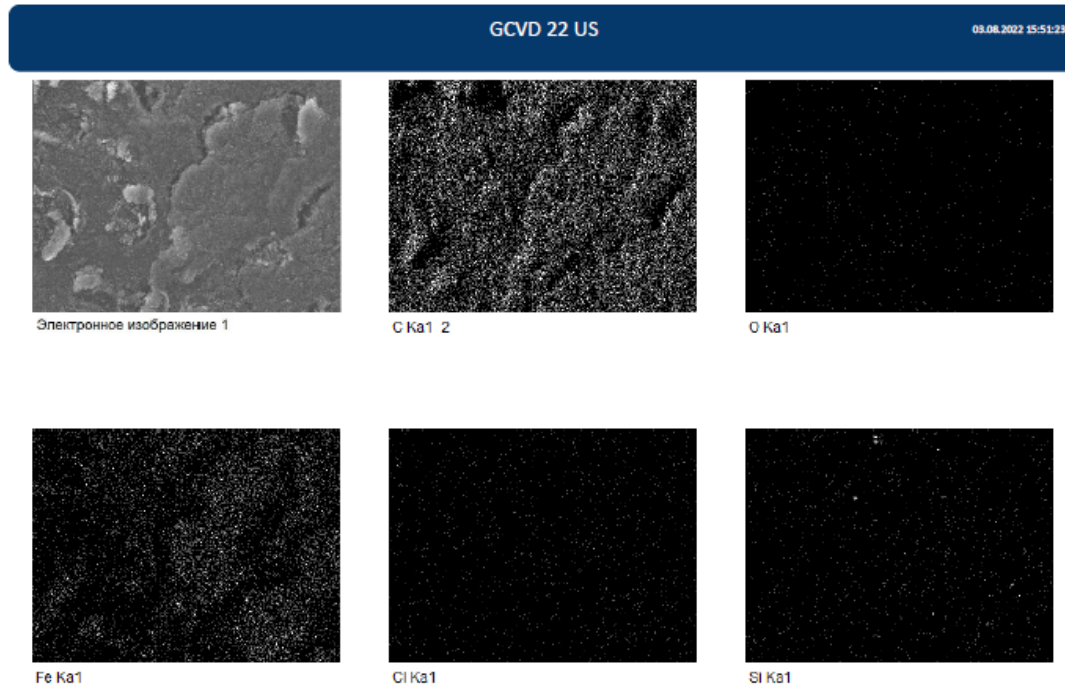
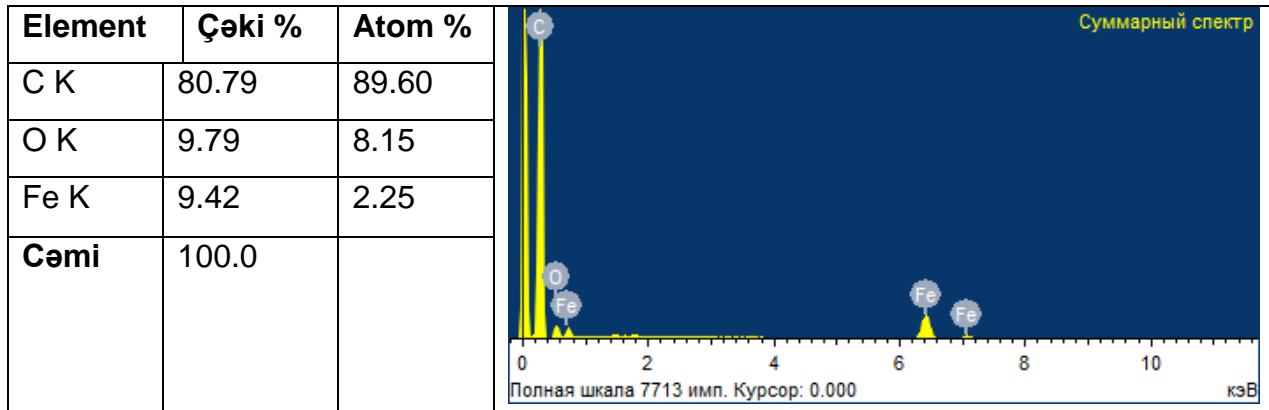
**Şəkil 19.** Fe@ÇLKNB –GCVD-4



**Şəkil 20.** Fe@ÇLKNB –GCVD-5



Şəkil 21. Fe@ÇLKNB–GCVD katalizatorun SEM analizinin nəticələri



Şəkil 22. Fe@ÇLKNB–GCVD katalizatorun EDX element analizinin nəticələri və SEM kartası

## Karbon nanoborularda dəmirin miqdarının təyini

Sintez etdiyimiz Fe@ÇLKNB –GCVD-4/5 ilə aparılmış çox saylı element analizi (EDX) göstərmişdir ki, onlar iki kimyəvi elementdən- karbon və dəmirdən ibarətdir. Dəmir elementi KNB-in tərkibində sintez prosesində zamanı, katalizator-prekursorun (ferrosen) parçalanması nəticəsində yaranır və tərkibdə metallik dəmir və onun karbidinin klasteri şəklində qalır (məskunlaşır). ÇLKNB-da dəmir tərkibli qatqlarının kütlə payı adətən bir neçə kütlə faizində olur. Bizim tərəfdən sintez olunmuş ÇLKNB-in tərkibində, dəmirin ümumi faizi təsvir edilmiş qaydada “Метод определения зольности, ГОСТ Р 58356-2019 (НАНОТРУБКИ УГЛЕРОДНЫЕ ОДНОСТЕННЫЕ Технические требования и методы испытаний)”– metodundan istifadə olunmaqla müəyyən edilir.

### **Metodun mahiyyəti**

Metodun mahiyyəti, karbon nanomaterialı nümunəsinin havada, tiqelin içində 950°C – temperaturda oksidləşməsi, eksikatora soyudulması, tərəzidə çəkilməsi və qeyri-üzvi qatqların kütlə hissəsinin hesablanaraq çıxılmasından ibarətdir. Bu prosesdə, belə ardıcılığın həyata keçirilməsi zamanı, karbon yanır, dəmirin və dəmir karbidinin qatqları isə Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ün yaranması ilə oksidləşdir. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ü tərəzidə çəkməklə və ilkin çəkini bilərək, çox asanlıqla ÇIKNB-da dəmirin ümumi miqdarını hesablamaq olar. Sınaqı keçirməmişdən öncə nümunəni termostatda 105°C temperaturda 1 saat müddətinə qızdırırlar ki, nəm olmasın.

### **Avadanlıq**

İşi aparmaq üçün aşağıda sadalananlar istifadə olunmuşdur:

- Laboratoriya tərəzisi QOST P 53228 əsasən I dəqiqlik sinfi, ölçmə diapazonu 0,001 –dən 50 q-dək;
- Alçaqlığı 3 və 4 olan tigel (QOST 9147) ;
- 900-950°C temperaturu təmin edən kameralı laboratoriya elektrosobası;
- (105±2)°C temperaturuna tənzimlənmiş, elektrik qruducu dolab ;
- Qatı quruducu ilə doldurulmuş QOST 25336 əsaslı eksikator;

Analoji texniki və metroloji keyfiyyətlərə malik digər avadanlıqların da istifadəsinə icazə verilir.

### **Sınağın həyata keçirilməsi**

Tigel heç bir yuyucu vasitə istifadə etmədən yuyurlar və 24 saat müddətində sobada 140°C temperaturda qurudurlar. Daha sonra eksikatora yerləşdirirlər 20-26°C temperaturadək soyudurlar, tərəzidə çəkirlər. 0,4-0,6 q kütləyə malik nümunə tigelə yerləşdirilir və tərəzidə nümunənin çəkilməsi dördüncü rəqəm dəqiqliyi ilə qeydə alınır. İçərisində nümunə yerləşdirilmiş tigel sobaya qoyulur, 950°C temperatur təyin edilir, qızdırılmanın sürəti 7-8°C/dəq və xərclənən havanın miqdarı 200dm/saatdır.950°C temperaturda nümunənin dözümlülüyü 180 dəqiqə təşkil edir. Soba 150°C temperaturadək soyudulduqdan sonra, içərisində kül olan tigel eksikatora 20-26°C temperaturadək soyudulur və 4cü onluq qiyməti dəqiqliyi ilə tərəzidə çəkilir.

### **Nəticələrin hesablanması**

Dəmir oksidinin kütlə payının hesablanması, % aşağıdakı düstur ilə hesablanır:

$$X = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} 100 \quad (1)$$

burada, m<sub>0</sub>- tigelin kütləsi, q;

m<sub>1</sub> – nümunə ilə birlikdə tigelin oksidləşmədən öncəki kütləsi, q;

m<sub>2</sub> –oksidləşmədən sonra nümunə ilə birlikdə tigelin, q ;

Sınaq nəticəsi olaraq, parallel olaraq aparılmış üç nəticənin qiymətlərinin orta cəbri cəmi götürülür, uyğunsuzluq 20% -i aşmamalıdır.

ÇLKNB-da Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ün yenidən faiz miqdarının hesablanması, Fe-un ümumi faiz miqdarına görə aşağıdakı düstur ilə hesablanır:

$$X_2 = X \cdot K \cdot M_2 / M_1$$

Burada  $M_1 = \text{Fe}_2\text{O}_3$  molekulyar çəkisi

$M_2 = \text{Fe}$ -atom kütləsi

$K$  –Mütənasiblik əmsalı=2 (tənlikdən: $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Fe} + 1.5\text{O}_2$ )

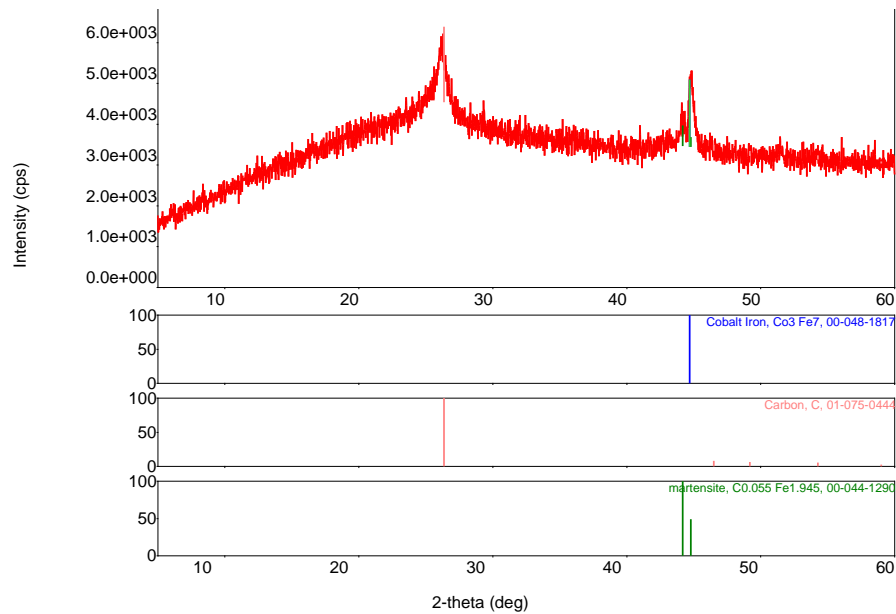
Ədədi qiymətləri qoyduqdan sonra, aşağıdakı nəticəni alırıq:

$$X_2 = 0,7X$$

Nakatalizatorun effektivliyini artırması məqsədi ilə, birinci mərhələdə alınmış  $\text{Fe@}\text{ÇLKNB-GCVD}$  nümunələri əlavə keçid metallarla (Co, Mn) modifikasiya olunmuşdur. Əsas məqsəd – nano-katalizatorunun səthində əlavə metal nanoklasterlərin yerləşdirilməsi və bununla katalizator -hidroperoksid (fraksiyanın aralıq molekulyar məhsulu) arasında temas sahəsini artırmaq, elektron mübadiləsini gücləndirərək reaksiyanına dahada sürətləndirmək və son məqsədli məhsulunun çıxımını artırmaq olmuşdur.

Co- və Mn- tərkibli KNB katalizatorlarının alınması üçün əvvəlcə sintez olunmuş çiy  $\text{ÇLKNB}$ -lər həlledicilərlə (toluol, dixloretan) yan məhsullardan (duda, his, koks) təmizlənmişdir. İkinci mərhələdə, tələb olunan metallar  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  və  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$  duzlarının məhlulundan  $\text{ÇLKNB}$ -lərin səthinə çökdürülmüşdür. Bu məqsədlə  $\text{ÇLKNB}$ -lərin nümunəsi kvarts reaktoruna yerləşdirilmişdir. Sobada arqon axınında duzu oksidə qədər parçalamaq üçün bir saat ərzində  $600^\circ\text{C}$ -ə qədər qızdırılmışdır. Sonra oksidin reduksiyası və  $\text{ÇLKNB}$ -lərin səthində metal klasterlər yaratmaq üçün arqon qazı hidrogen axını ilə əvəz edilmişdir. Reaktor soyuduqdan sonra nümunə çıxarılıb, onun bir hissəsi SEM, EDX, TEM analizlərinə, digər hissəsi isə karbohidrogenlərin oksidləşmə proseslərində katalizatorun aktivliyini öyrənmək üçün təqdim olunmuşdur. Həm Co, həm də Mn üçün metalların faizi katalizatorun ümumi çəkisinin 10 .küt.%-ni təşkil etmişdir.

Şəkillər 23 (A, B) və 24-də gələcək eksperimentlər üçün hazırlanmış  $\text{Co}\text{Fe@}\text{ÇIKNB-GCVD}$  katalizatorlarının rentgen faza diaqramması(A) və transmission elektron mikroskopda çəkilmiş şəkilli (B) verilir

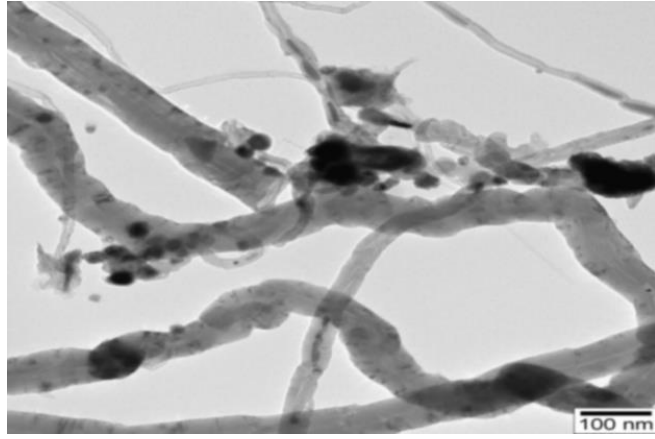
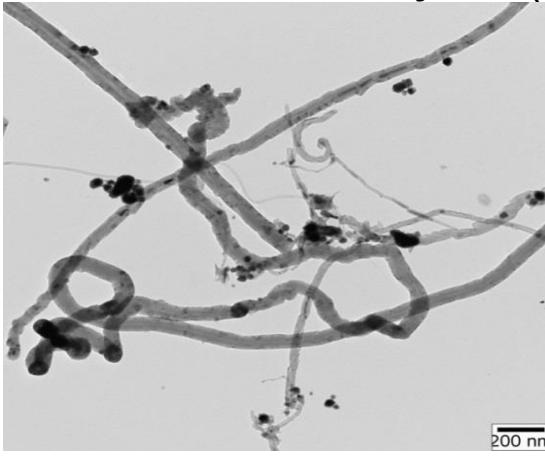


**Şəkil 23 (A).**  $\text{Co}\text{Fe@}\text{ÇIKNB-GCVD-5}$

$\text{Co}\text{Fe@}\text{ÇIKNB-GCVD-5}$  nümunəsinin rentgenoqrammasında üç növ birləşmə aşkar edilir – Co : Fe = 3: 7, martensit C: Fe = 0,0055: 1,945 və karbon.



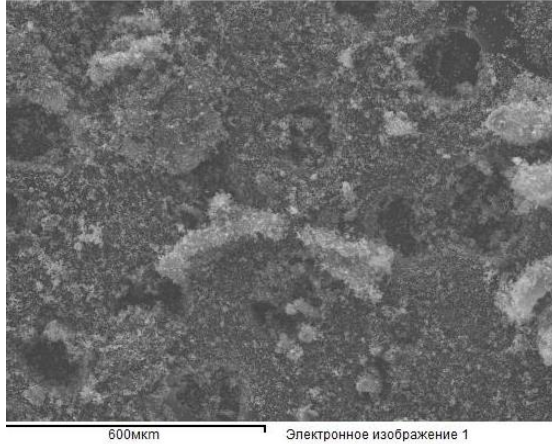
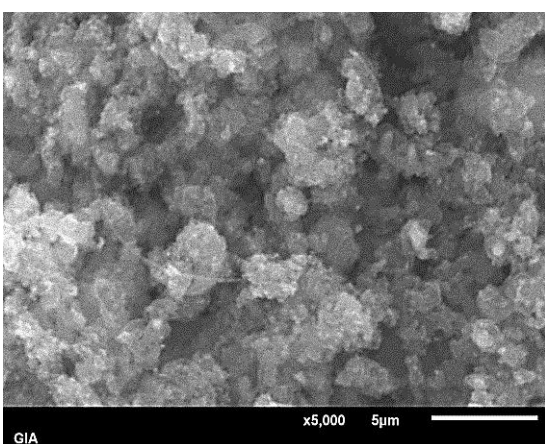
**Şəkil 23(B).** Co $\bar{\Gamma}$ Fe@ÇLKNB –GCVD-5



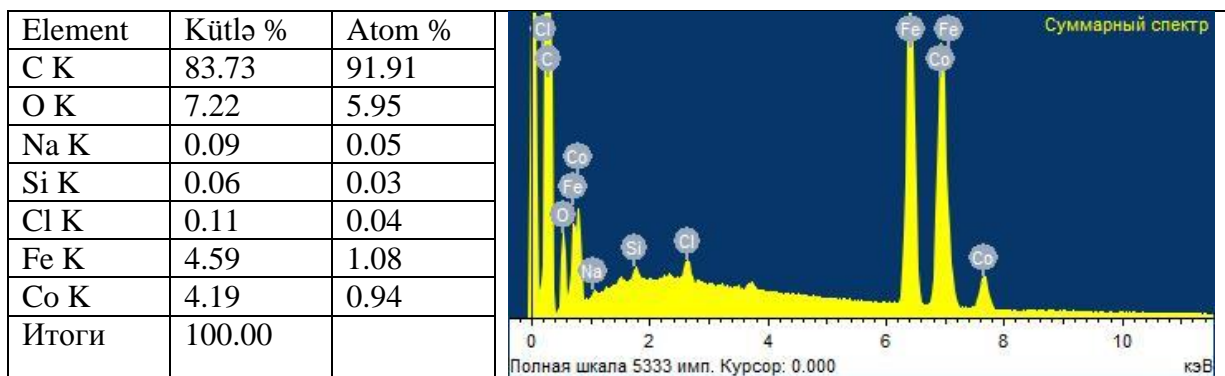
**Şəkil 24.** Co $\bar{\Gamma}$ Fe@ÇLKNB–GCVD katalizatorun TEM analizinin nəticələri

Elektron mikroşəkillərdən görüldüyü kimi, hər iki nümunə üçün karbon nanoborularına xas olan forma müşahidə edilir. Həmçinin, qeyd edə bilərik ki, metal nanoklasterlər (dəyirmi və ya oval formalı qara ləkələr) - dəmir və kobalt nanoboruların həm daxilində, həm də səthində bərabər paylanmamışdır. Sintez edilmiş Co $\bar{\Gamma}$ Fe@ÇLKNB –GCVD-lərin orta diametri 30 nm, uzunluğu isə bir neçə mikrondur.

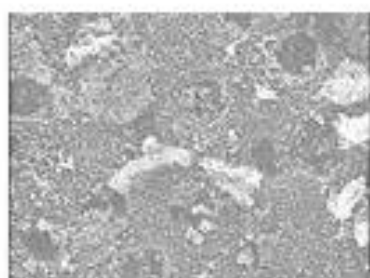
[Co $\bar{\Gamma}$ Fe@ÇLKNB–GCVD] / [Mn $\bar{\Gamma}$ Fe@ÇLKNB–GCVD], və onların tərkibi və quruluşu SEM və EDX, TEM analitik metodları ilə təsdiq olunmuşdur (şəkil 25-27).



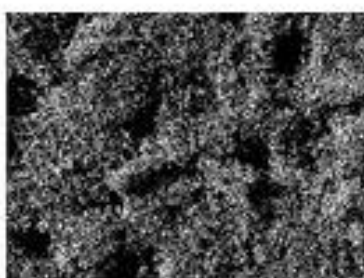
**Şəkil 25.** Co tərkibli Co $\bar{\Gamma}$ Fe@ÇLKNB–GCVD katalizatorun SEM analizinin nəticələri



GCVD-22 Co-1



Электронное изображение 1



C Kα1,2



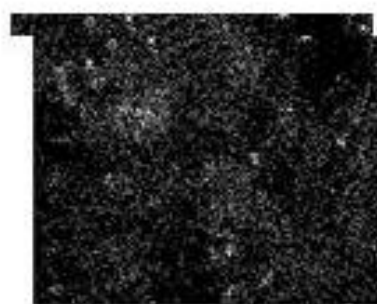
O Kα1



Si Kα1

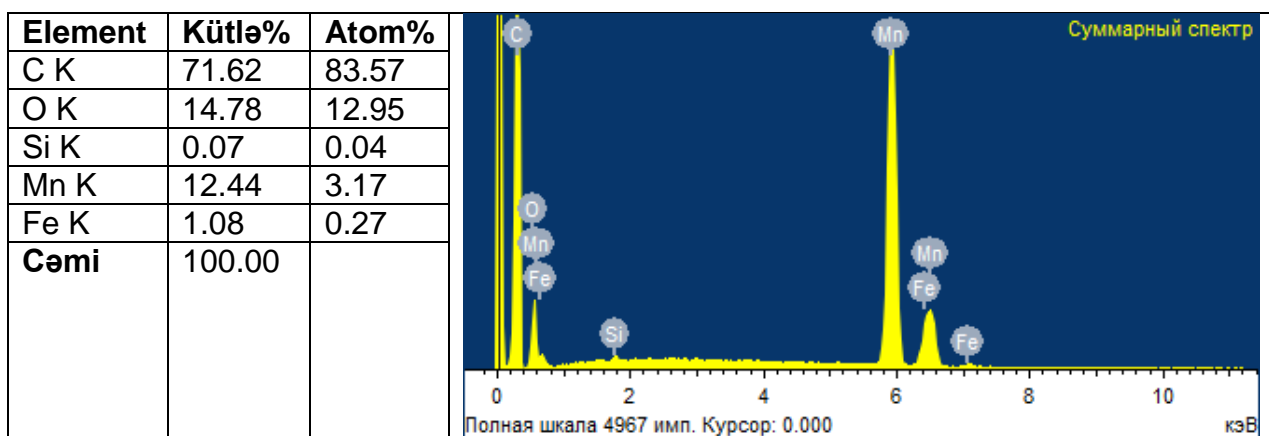


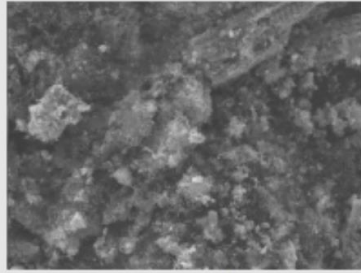
Fe Kα1



Co Kα1

**Şəkil 26.** CoFe@ÇLKNB–GCVD katalizatorun EDX element analizinin nəticələri və SEM kartası





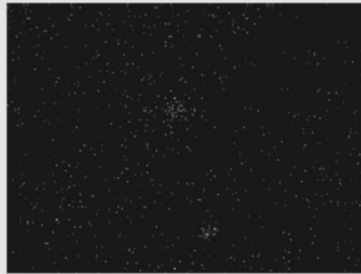
Электронное изображение 1



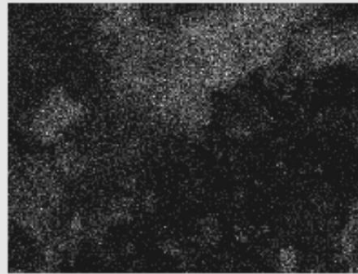
C Ka1 2



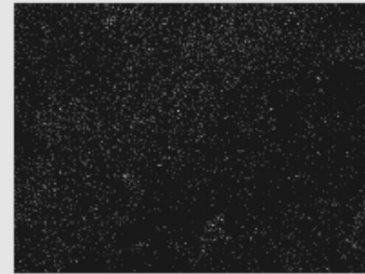
O Ka1



Si Ka1



Mn Ka1

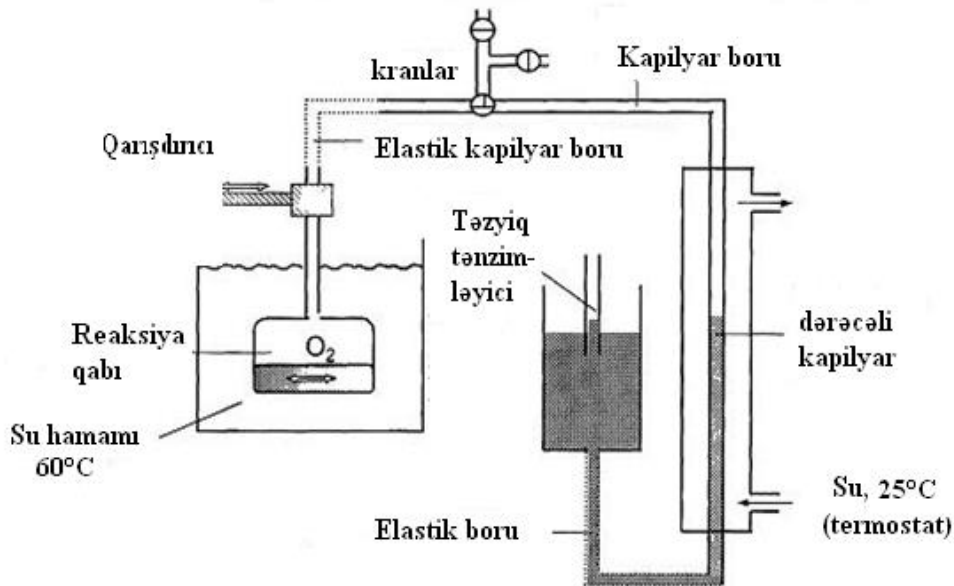


Fe Ka1

**Şəkil 27.** MnFe@ÇLKNB–GCVD katalizatorun EDX element analizinin nəticələri və SEM kartası

### Aerob Oksidləşmə prosesinin kinetikasi, kinetik tədqiqatlar

Molekulyar oksigen ilə oksidləşmə prosesinin kinetik qanunauyğunluqlarını təyin edilməsi üçün udulmuş oksigenin miqdarını ölçən qazometrik aparat quraşdırılıb istifadə edilmişdir (şəkil 28).



**Şəkil 28.** Udulmuş oksigenin miqdarını ölçən qazometrik qurğu  
Reaksiyanın sürəti dərəcəsi udulmuş oksigen miqdarı ilə ölçülmüşdür .

Aparat, təcrübə zamanı bir termostata batırılmış həcmi  $15-30 \text{ sm}^3$  olan bir reaksiya qabından, 5 ml həcmli termostatik olaraq idarə olunan bir büretdən və rəngli su ilə doldurulmuş və büret ilə rezin bir kapilyar boruya bağlanan bir qabdan ibarətdir (Şəkil 28). Reaksiya qabı vakuum sürtkü üzərində nazik bir hissə ilə bir şüşə kapilyara və oksidləşmə və udulmuş oksigenin ölçülməsi zamanı manipulyasiyalara xidmət edən üç yollu bir qapaqlı bir rezin kapilyar borudan birləşdirilir. Büret bir şüşə termostatik örtük ilə əhatə olunmuşdur. Təcrübənin əvvəlində reaksiya qabı və büret adətən oksigenlə doldurulur (bizim vəziyyətimizdə sadəcə oksidləşdirici maddə kimi havadan istifadə etdik). Sonra sürtkü maddəsi reaksiya zonasına düşməməsi və prosesi təsir etməməsi üçün nazik hissənin alt boyunca yağlandığı qurğuya qoşulur.

Təcrübəni həyata keçirmək üçün reaksiya qabına təcrübənin temperaturu ilə bir termostata (termostat maye su ( $100 \text{ C}$ -yə qədər) və ya qliserinə ( $100 \text{ C}$ -dən yuxarı) batırılır və başına 3-7 tsikl tezliyində hərəkət etdirilir. Reaksiya qarışığının atmosfer oksigenlə doymasını təmin etmək üçün qa termostata batırdıqdan və qızdırdıqdan sonra 2-3 dəqiqədə bürettəki maye səviyyəsini qabdakı səviyyə ilə birləşdirməyə başlayır və oksigen tutma miqdarını ölçməyə başlayırlar. Büretedəki həddindən artıq təzyiqlə, qaz təkamülü müşahidə edildikdə, üç yollu kran ölçmə vəziyyətinə qaytarılır və termostatik olaraq idarə olunan bürettəki qaz həcmindəki dəyişiklik qeydə alınır. Adi sudan büret üçün termostat maye kimi istifadə olunur, temperatur  $25 \text{ C}$ , reaksiya qabının və büretin temperatur nəzarət dəqiqliyi  $\pm 0,1 \text{ C}$ -dir. Bürettəki menisküs mayesinin irəliləmə nisbəti reaksiya sürəti ilə mütənəsbdir.

$1 \text{ mm}^3 / \text{d} \text{əq}$  oksigen udma dərəcələri bərabərdir  $= 6.8 \cdot 10^{-7} / V$ , mol  $\text{O}_2 / \text{l} \cdot \text{s}$

burada  $V$  reaksiya qarışığının ml-dəki həcmidir.  $10 \text{ ml}$  reaksiya qarışığının həcmi üçün  $1 \text{ mm}^3 / \text{d} \text{əq} = 6,81 \cdot 10^{-8}$  mol  $\text{O}_2 / \text{l} \cdot \text{s}$ .

Oksidləşmə dərəcəsi qrafik oksigen udma kinetik əyrilərindən təyin edilir:

$$- d\text{O}_2 / dt = W\text{O}_2.$$

## Model oksidləşmə proseslərinin tədqiqi

### 1. Kinetik tədqiqatlar

Dizel yanacağıının və naften konsentratının M@ÇLKNB iştirakında aerob oksidləşmə reaksiyasının optimal şəraitində aparılması üçün model karbohidrogenləri ilə (dekalın, tetradekan) kinetik tədqiqatlar həyata keçirilmişdir. Alınmış kinetik nəticələr şəkillər 29-32də təsvir olunur.

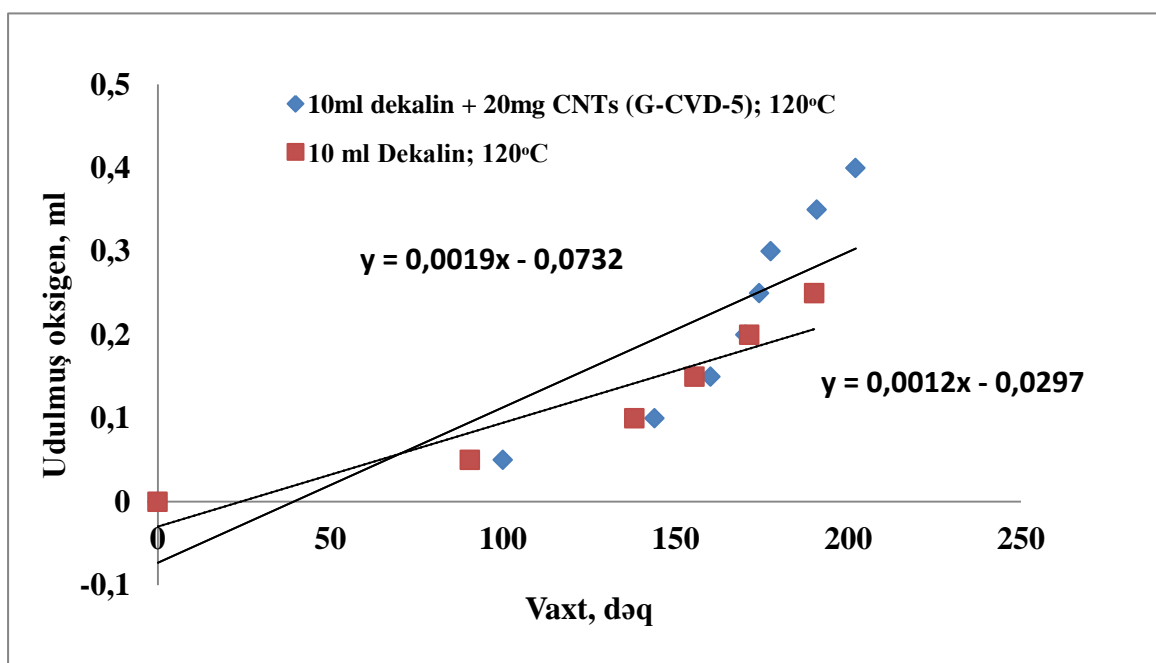
Ekspərimentlər göstərmişdir ki, dekalinin  $80^{\circ}-110^{\circ}\text{C}$  temperaturalarda aerob oksidləşməsi zəif gedir və qazometrik ölçmə cihazının həll olma qabiliyyətindən kənar olan sahədə baş verdiyi üçün müşahidə olunmur. Temperaturun artırılması ( $120^{\circ}\text{C}$ ,  $140^{\circ}\text{C}$ ) dekalın aerob oksidləşmə proseslərində katalitik (M@ÇLKNB=CVD-5- Fe=22.8%) aktivliyin əmələ gəlməsinə səbəb olur ki, bu da karbohidrogenin quruluşu və katalizatorların katalitik aktivliyi ilə əlaqədardır. Lakin hər iki temperaturda reaksiyanın əvvəlində uzun müddətli induksiya dövrü müşahidə edilir ki, bu da mühitdə hidroperoksidin əmələ gəlməsi və onun qatılığının müəyyən həddə çatmasından sonra parçalanaraq, aktiv hissəciklər və radikallar əmələ gətirməsi və nəhayət oksidləşmənin başlanması ilə izah edilir.

Dekalının oksidləşməsində  $120^{\circ}\text{C}$ -də katalizatorun iştirakında induksiya dövrü bitəndən sonra ( $150 \text{ d} \text{əq.}$ ) (şəkil 3) reaksiya daha avtokatalitik sürətlə davam edir ki, bu da katalizatorun hidroperoksidin aktiv radikal parçalanması prosesində iştirakından xəbər verir.

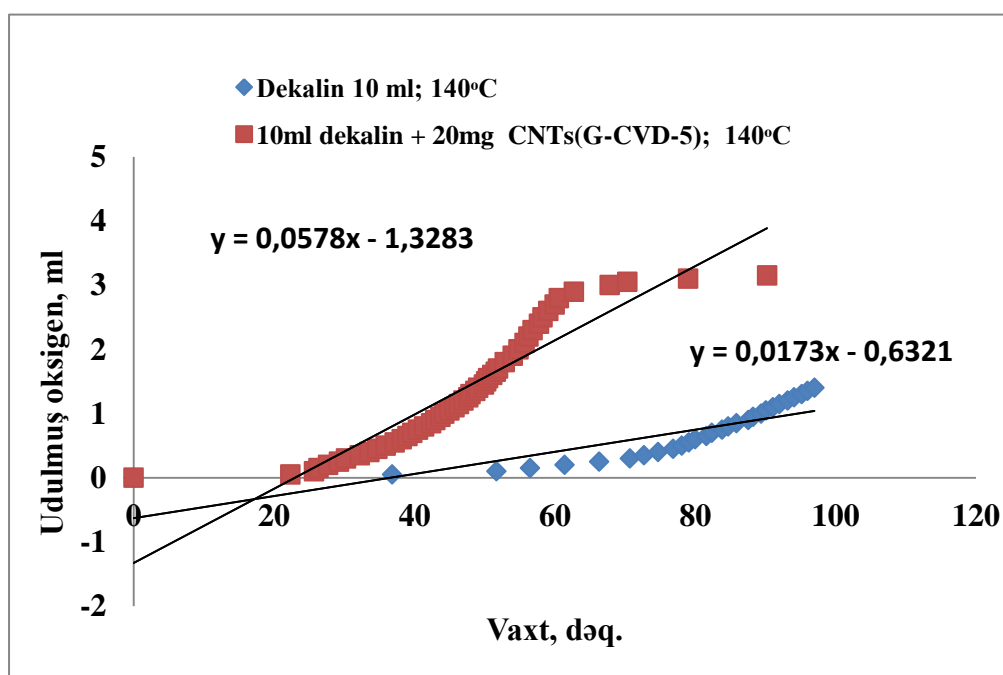
Bu mexanizm  $140^{\circ}\text{C}$ -də induksiya dövrünün qısalması ilə təsdiqlənir. Hidroperoksidin katalitik parçalanması artıq reaksiyanın  $40 \text{ d} \text{əqiqəsi}$  bitəndən sonra oksidləşmə prosesində güclü şaxələnmə müşahidə olunur (şəkil 30).

Eyni qayda ilə sintez olunmuş yeni katalizator nümunəsi Fe@ÇLKNB(CVD-5-Fe=22.8%) tetradekanın katalitik oksidləşmə reaksiyasında da istifadə olunmuşdur (şəkil 31, 32). Standart olaraq, tetradekanın  $10 \text{ ml}$  miqdarında və 5 müxtəlif temperaturalarda ( $60$ ,  $80$ ,  $100$ ,  $120$  və  $140^{\circ}\text{C}$ ) ekspərimentlər həyata keçirilmişdir.





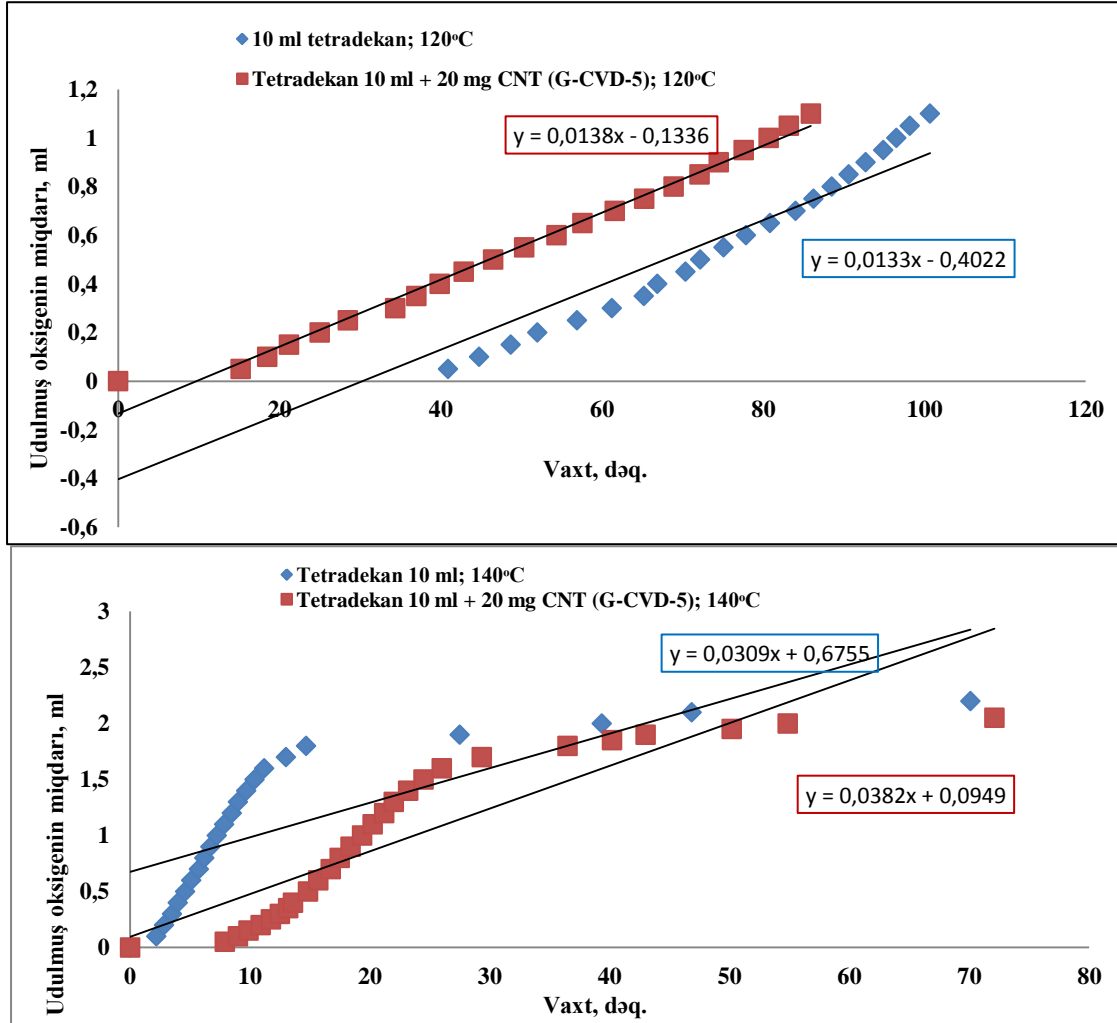
**Şəkil 29.** Model karbohidrogenin (dekalin) qeyri katalitik (reaksiya məhlulunun aktiv oksigeni = 0%) və katalitik (reaksiya məhlulunun aktiv oksigeni = 0.078%) oksidləşmə prosesinin kinetik asılılığı, 140°C



**Şəkil 30.** Model karbohidrogenin (dekalin) qeyri katalitik (reaksiya məhlulunun aktiv oksigeni = 0.09%) və katalitik (reaksiya məhlulunun aktiv oksigeni = 0.1%) oksidləşmə prosesinin kinetik asılılığı, 140°C

Beləliklə, sintez olunmuş (Fe@ÇLKNB=CVD) katalizator nümunəsi dekalininin aerob oksidləşmə

prosesində 140°C-də ən optimal katalitik aktivliyə malikdir.



**Şəkil 31 və 32.** Tetradekanın qeyri katalitik və propan qazından sintez olunmuş M@ÇLKNB iştirakında 120°C (reaksiya məhlulunun aktiv oksigeni = 0%) və 140°C [reaksiya məhlulunun aktiv oksigeni = 0.024% (katalizatorsuz) və 0.097% (katalizatornan)] temperaturda maye fazada aerob oksidləşmə reaksiyasında oksigenin udulmasının kinetik asılılıqları

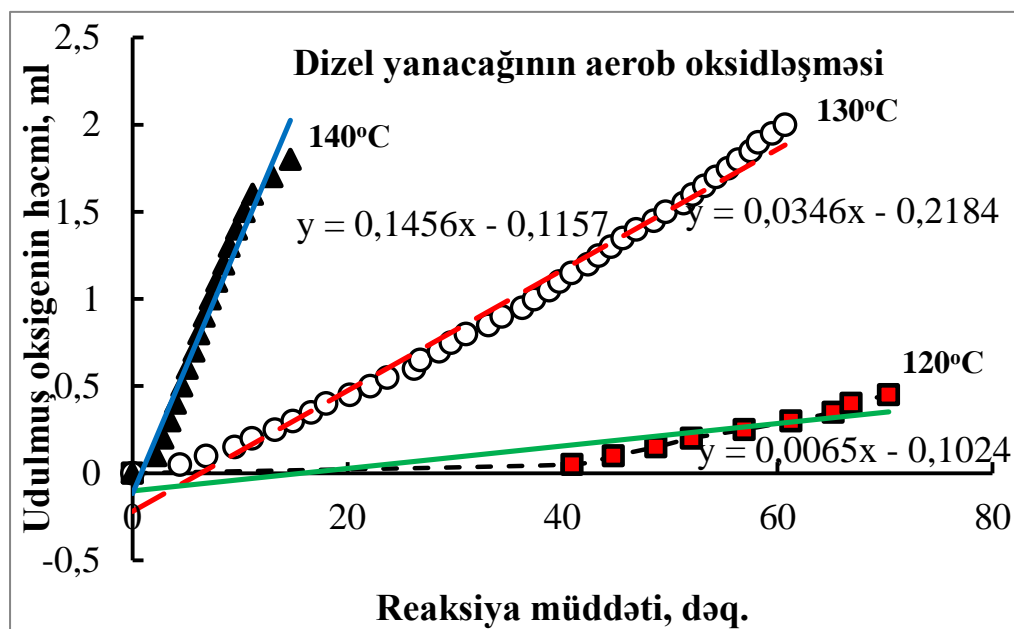
Alınmış nəticələrə əsasən dekalində olduğu kimi, tetradekanda da nisbətən aşağı temperaturalarda (60, 80, 100°C) oksidləşmə prosesi demək olar ki, baş vermir. Yalnız 120 və 140°C temperaturda katalitik aktivlik müşahidə olunur. 120°C temperaturda reaksiyanın əvvəlində induksiya dövrü müşahidə edilir. Nəticələri ümumiləşdirsək, tetradekanın oksidləşmə prosesində sintez olunmuş Fe@ÇLKNB katalizator nümunəsi ən optimal katalitik aktivliyi 140°C-də göstərmişdir.

Alınan nəticələrə əsasən demək olar ki, karbohidrogenlərin aerob oksidləşmə reaksiyaları zamanı istifadə olunan karbon nanoboruları aktiv metal daşıyıcı rolunu oynayır. Müşahidə olunan yüksək katalitik aktivlik hadisəsi ÇLKNB-in tərkibindəki M (Fe) qatqılarının olması və onların nanokarbon daşıyıcı arasında aktiv elektron mübadiləsi nəticəsində baş verir. Alınmış nəticələr bu tip katalitik reaksiyalar üçün ilk dəfə irəli sürülür.

Növbəti kinetik tədqiqatlarının mərhələsində dizel yanacağıının və onun fraksiyalarının aerob katalitik oksidləşməyə məruz olunub-olunmaması və oksidləşmə dərəcəsi şərtləri araşdırılmış və

reaksiyanın optimal parametrləri təyin edilmimişdir.

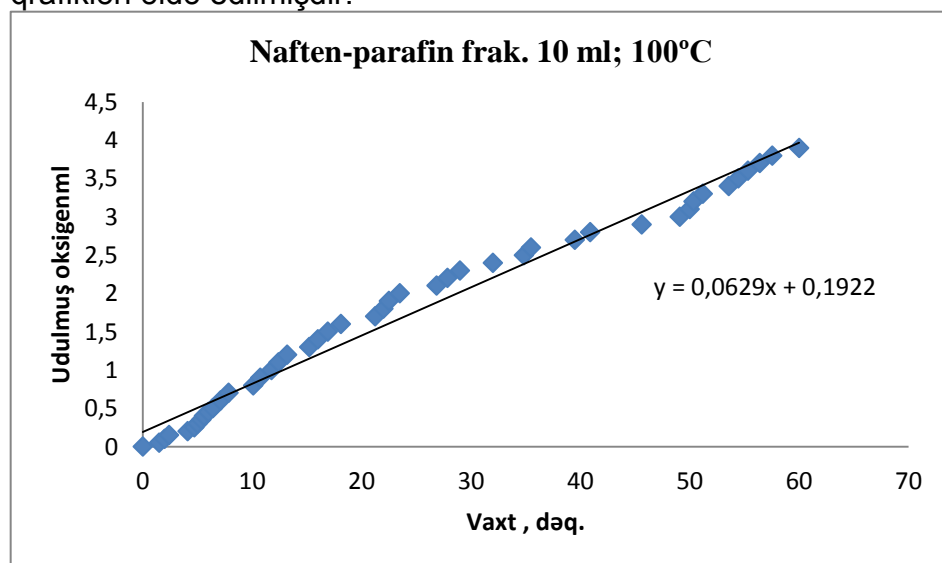
Müəyyən olunmuşdur ki, dizel yanacağına qeyri katalitik aerob oksidləmə prosesi əhəmiyyətli olan dərəcədə 120°C temperaturdan sonra başlayır. Oksigenin udulmasının kinetik əyrilərinin profili reaksiyanın avtokatalitik rejimdə hidroperoksidlərin radikal parşalanması ilə baş verdiyi təsdiq edilmişdir (şəkil 33)



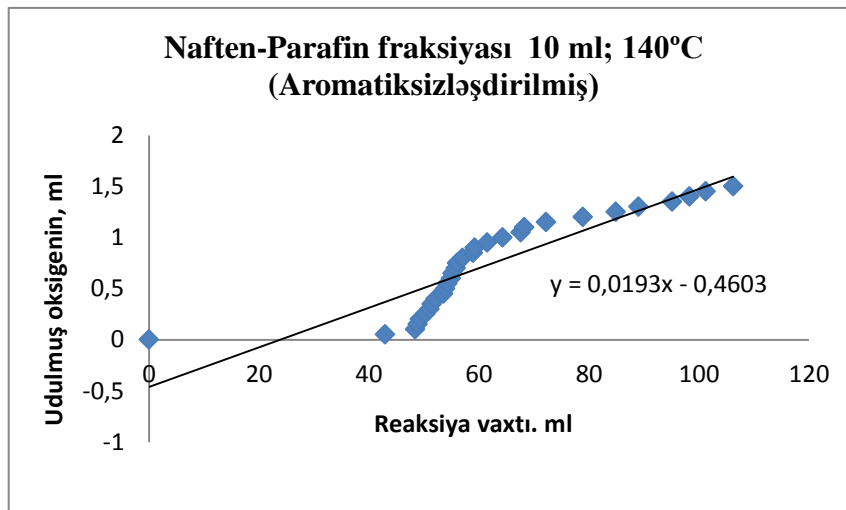
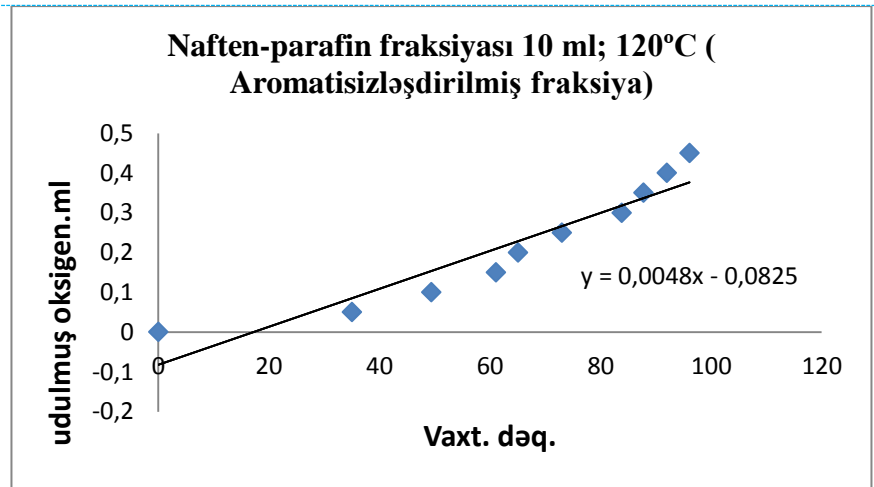
Şəkil 33. Dizel yanacağına aerob oksidləmə prosesi kinetik əyriləri

Səkillər 34-37-də dizel parafin-naften (↓) fraksiyasının aerobik qeyri katalitik və katalitik oksidləmə proseslərinin kinetik tədqiqatlarının nəticələri əks olunmuşdur.

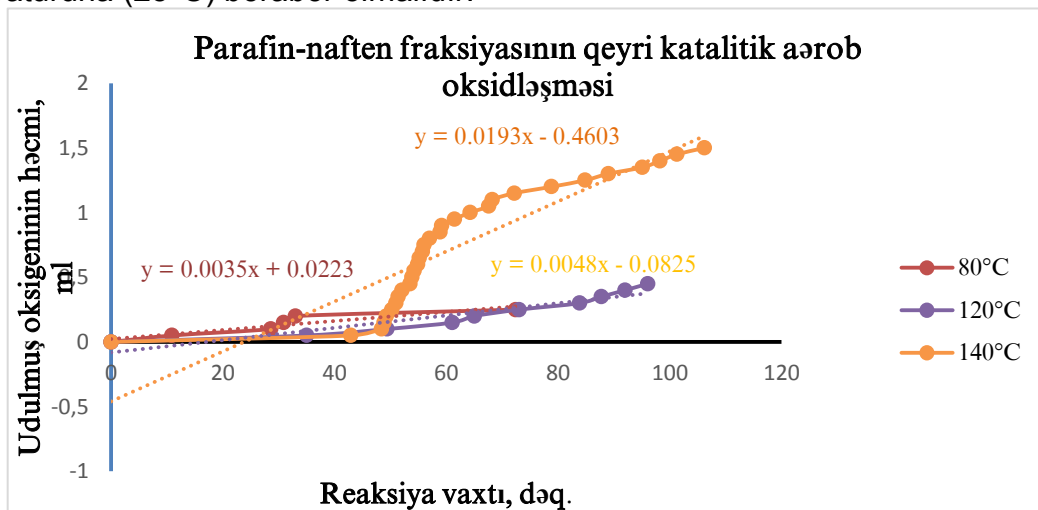
Təcrübə nəticəsində udulmuş oksigenin həcmi zamanla asılılığının aşağıdakı qrafikləri əldə edilmişdir.



Şəkil 34.



Əvvəlcədən hazırlanmış 10 ml həcmli parafin- naften fraksiya qarışığı xüsusi kolbaya yerləşdirilib, təyin olunmuş temperaturda termostata daxil edilirdi. Oksidləşmə 80°C, 120°C və 140°C temperaturlarda aparılmışdır. Oksidləşmənin intensivliyindən asılı olaraq, ölçmə bürətinəki mayenin meniski müxtəlif sürətlə yüksəlir və saniyəölçən ilə oksigenin udulması qeyd olunur. Ölçmələrin aparıldığı qaz sütununun temperaturu sabit və termostat tərəfindən təmin edilən otaq temperaturuna (25°C) bərabər olmalıdır.



Alınmış nəticələr göstərir ki, bütün hallarda kinetik əyrilərin profili induksiya dövrü ilə müşayiət olunur. Eyni zamanda, induksiya dövründən çıxışda, reaksiya temperaturunun artması ilə oksigenin udulma sürəti artır ki, bu da məlum kinetik qanunlarla uzlaşır.

Bu hal məlum formal kinetik tənliklərdən izah edilir:

$$k(T) = A \cdot e^{-E_a/RT}$$

$$v_2 = v_1 \gamma^{(T_2-T_1)/10}$$

burada  $k$  sürət sabiti,  $A$  - Arrhenius sabiti (tezlik faktoru),  $E_a$  - aktivləşmə enerjisi,  $R$  - universal qaz sabiti,  $v_2/v_1$   $T_1$  və  $T_2$  temperaturlarında reaksiya sürəti,  $\gamma$  – temperatur əmsalidir. Temperaturun artması ilə kimyəvi reaksiyanın sürət sabitinin artması səbəbindən reaksiyanın sürəti də artır.

Induksiya dövrü zamanı hidroperoksidlər əmələ gəlir, müəyyən bir qatılığa çatdıqdan sonra onlar radikallara parçalanırlar və prosesdə katalitik şaxələnmə baş verir. Prinsip etibarı ilə, reaksiyanın temperaturu artdıqca induksiya müddəti azalmalıdır. Amma alınan qrafiklərdə belə bir qanunauyğunluq yoxdur. Qapalı sistemdə ölçmə apardığımız üçün bu təsir daha çox oksigenin udulmasını maskalayan ( daha qabarıq yüksək temperaturda) qazın ifraz edilməsi ilə bağlıdır.

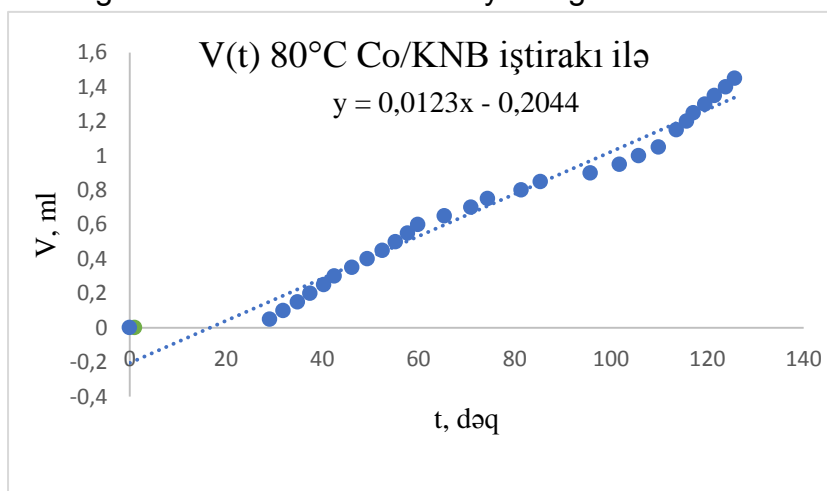
Bu izahat reaksiya zamanı baş verən fiziki proseslər baxımındandır. Bu nəticəyə əsasən, qaynama temperaturu 200°C-dən aşağı olan parafin-naften fraksiyasının komponentlərinin qaynama nöqtələrini və tərkibini nəzərdən keçirək.

Ümumilikdə, fraksiyadakı bu birləşmələrin tərkibi 16% -dən çoxdur, yəni fraksiya komponentlərinin ümumi tərkibinin demək olar ki, 1/6-nı təşkil edir. Beləliklə, parafin-naften fraksiyasının bu hissəsinin uçuculuğu 120°C-dən yuxarı temperaturda oksigen udulmasının ölçülməsində əhəmiyyətli düzəlişlər edə bilər.

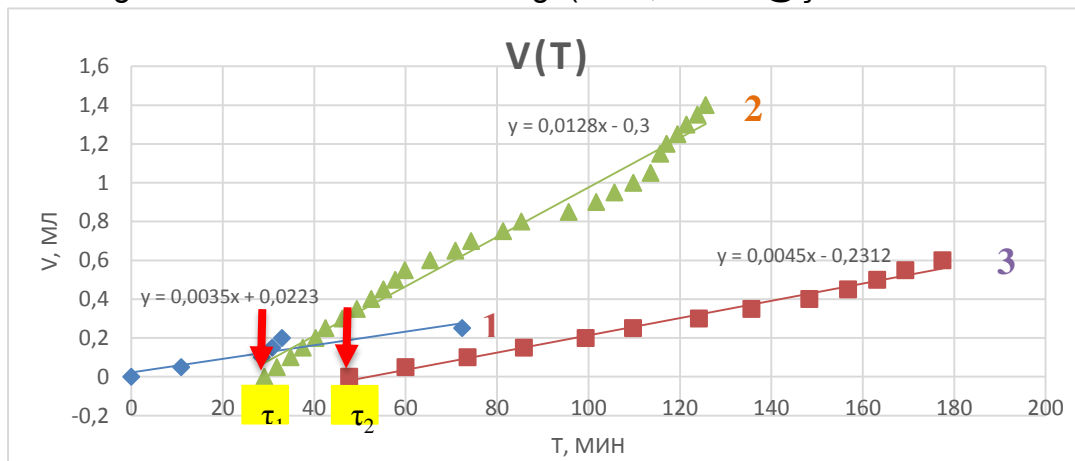
Fraksiyanın bəzi komponentlərinin kimyəvi tərkibi ilə bağlı və onan əsaslanan başqa bir izahat da var. Böyük bir ehtimalla görünür ki, kimyəvi quruluşa görə bəzi birləşmələr aerob oksidləşmə reaksiyalarında potensial antioksidant və yaxud əksinə katalitik aktivliyə malik ola bilər. Bununla belə, bu məsələ çox genişdir və qəlizdir, ayrıca diqqətlə nəzərdən keçirilməsini tələb edir və tədqiqatın əhatə dairəsinə daxil edilmir.

Parafin-naften fraksiyasının qeyri katalitik oksidləşməsi (Şəkil 37) və katalizatorların daha adekvat təhlili üçün əldə edilmiş nəticələr əsasında 80°C temperaturda kinetik təcrübələr aparılmışdır. Bu temperaturda metodoloji prosedurlar çox sadələşdirilir, hidroperoksidlər parçalanmır və oksigen udulmasının kinetikasının düzgün ölçülməsinə və potensial katalizatorların fəaliyyətinin qüsursuz təyin edilməsinə ən uyğundur.

Co metalı ilə modifikasiya edilmiş KNB katalizatoru Co $\bar{t}$ Fe@ÇLKNB–GCVD iştirakında dizel yanacağından ayrılmış parafin-naften karbohidrogenlərinin maye fazada aerob oksidləşməsi aparılmış və aşağıdakı nəticə alınmışdır. Şəkil 38 və 39-da parafin-naften neft fraksiyasının oksidləşməsi zamanı oksigenin udulmasının kinetik əyriləri göstərilir:



**Şəkil 38.** Oksigen udulmasının kinetik asılılığı (80°C, Co<sup>+</sup>Fe@ÇLKNB–GCVD= 0.1q)

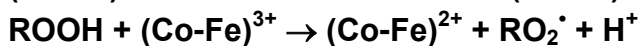
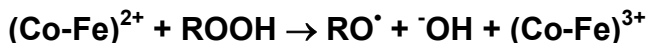


**Şəkil 39.** 80°C temperaturda dizel yanacağına parafin-naftən fraksiyasının aerob ümumi oksidləşməsi zamanı oksigen udulmasının kinetik asılılıqları. Şəkilə əyri 1- katalizatorsuz oksidləşmə, 2 - katalizator Co<sup>+</sup>Fe@ÇLKNB–GCVD , 3 - katalizator Fe@ÇLKNB–GCVD

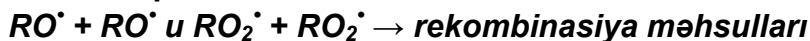
Katalizatorla (şəkil 39, əyri 2) reaksiyalar da induksiya dövrü ilə katalizsiz reaksiyada olduğu kimi davam edir. Lakin, katalizator olmadıqda qazın həcmində kəskin dəyişikliklər baş vermirsə, o zaman katalizator reaksiyanın ilk 17 dəqiqəsində 1-2 dəqiqəlik fasilə ilə ölçmə bürəndəki mayenin menisküsü aşağıya doğru hərəkət edir - qazların aktiv şəkildə ayrılması baş verir. 17-dən 29-cu dəqiqəyə qədər həcmdə dəyişiklik baş vermir. Qaz ayrılması müşahidə edilir və yalnız 29-cu dəqiqədən etibarən oksigenin aktiv udulması başlayır. Belə nəticəyə gəlmək olar ki, induksiya dövründə hidroperoksidlərin aktiv formalaşması baş verir ki, bu da katalitik reaksiya zamanı qaz reaksiya məhsullarının əmələ gəlməsi ilə davam edir.

R-H rabitəsinin qırılması onun möhkəmliyindən asılıdır və katalizatorun iştirakı olmadan bu reaksiya yavaş da olsa, 80°C-də gedir. Katalizatorun olması aktiv radikalların əmələ gəlməsi və zəncirvari reaksiyanın inkişafı ilə aralıq kompleksin əmələ gəlməsinə və parçalanmasına səbəb olur (Sxem1):

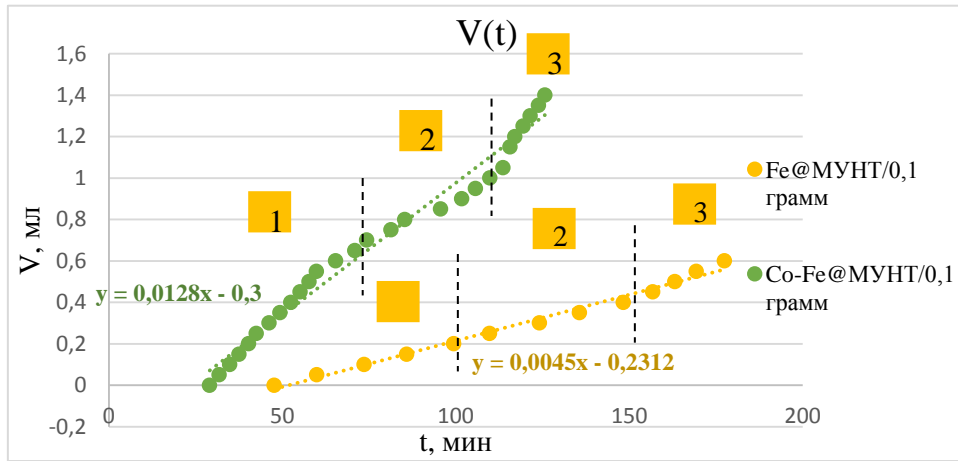
**Sxem1.** Hidroperoksidlə metal saxlayan katalizatorunun qarşılıqlı təsiri reaksiyası



**Zəncirin qırılması:**

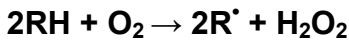


Katalizatorların iştirakı ilə əldə edilən əyrilərin 3 hissəsini ayrıca nəzərdən keçirək (şəkil 40)



**Şəkil 40.** Fe@ÇLKNB–GCVD və CoFe@ÇLKNB–GCVD katalizatorlarının iştirakı ilə əldə edilən asılılıqlar

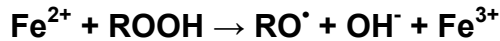
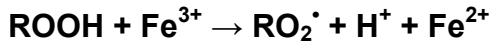
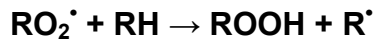
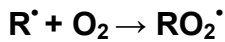
Alınmış kinetik əyrilərdən görünür ki, sintez edilmiş KNB və kobaltla modifikasiya olunmuş CNT-lərin iştirakı ilə parafin-naften fraksiyasının oksidləşmə reaksiyası ilkin anda tormozlanır və müəyyən induksiya dövrü ilə davam edir. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, bu dövrün olması hidroperoksidlərin əmələ gəlməsi ilə əlaqələndirilir.



CNT kanallarında olan dəmir, asılılığın birinci hissəsində göstəriləndiyi kimi, oksidləşmə reaksiyasını kataliz edir, nəticədə yaranan hidroperoksidlərlə qarşılıqlı əlaqədə olur və aşağıdakı sxemə uyğun olaraq, aktiv radikalların əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunur:



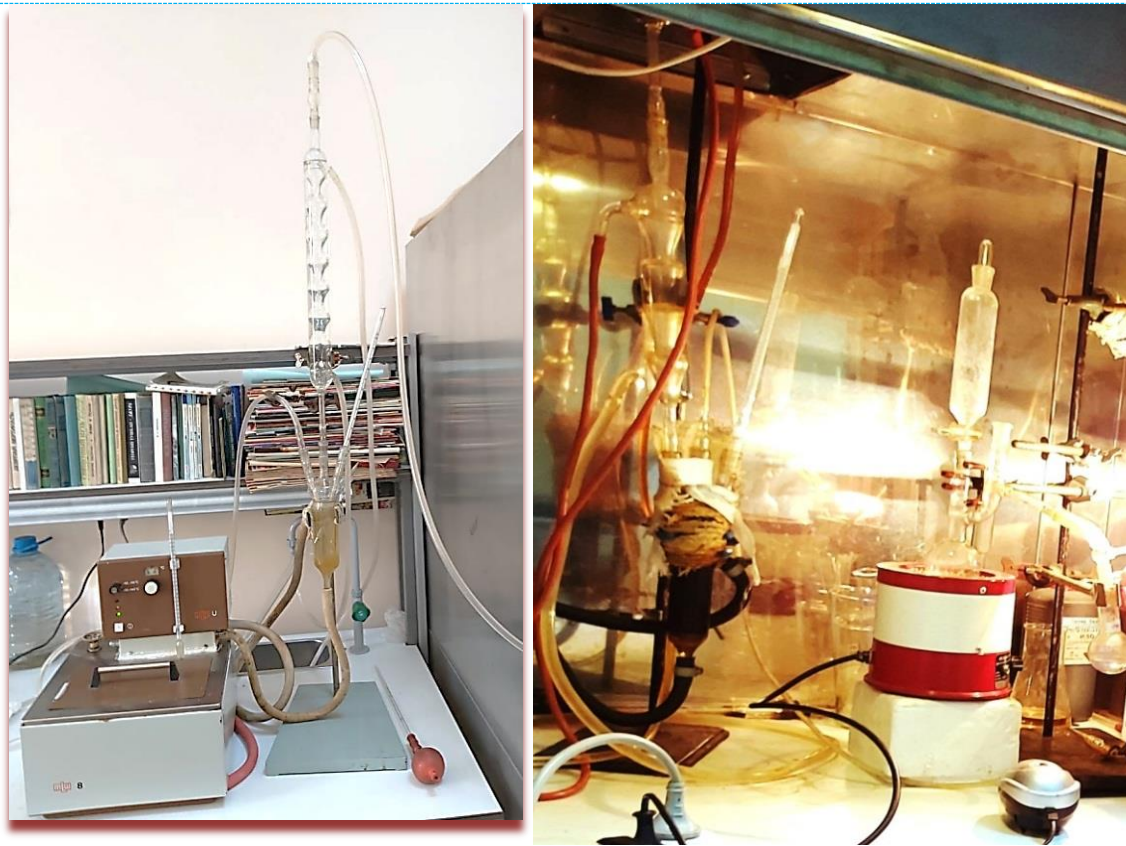
Oksigen aktiv olmayan alkil peroksid radikallarına çevrilən sərbəst alkil radikallarını bağlayır, yeni oksigen radikal reaksiyanın inhibitorudur, bundan sonra parçalanan bir ara kompleks əmələ gəlir:



CoFe@ÇLKNB–GCVD-ın artan katalitik aktivliyi metal və substrat arasında birbaşa maneəsiz əlaqə ilə bağlıdır. Şəkil 40-ın kinetik əyrilərindən görüldüyü kimi, reaksiya Fe@ÇLKNB–GCVD istifadə edildikdə əsasən diffuziya rejimində gedir. CoFe@ÇLKNB–GCVD üçün kinetik rejim, nanoboruların səthində metalların (Co-Fe) olmasını təsdiq edir.

### Şüşə laboratoriya qurğusunda oksidləşmə prosesinin aparılması, məhsulların analizi

Oksidləşmə prosesi aşağıda göstərilən laboratoriya qurğusunda aparılmışdır (Şəkil 41).



**Şəkil 41.** Oksidləşmə prosesləri üçün şüşə laboratoriya reaktorları

Reaksiyaya dizel yanacağı və onun fraksiyaları cəlb olunmuşdur, reaksiyanın şəraiti, alınmış oksidləşmiş məhsulun (oksidatın) turşu ədədi və aktiv oksigenin miqdarı təyin olunmuşdur. Turşu ədədi (T.ə), -COOH saxlayan maddələrin, aktiv oksigen (AO) isə, hidroperoksidlərin miqdarını göstərir.

#### **Neft (fraksiya) turşularının turşu ədədinin təyin edilməsi qaydaları**

Mində bir dəqiqliklə çəkilmiş 0,5 q neft turşusu konik kolbada yerləşdirilir. Üstünə 25 sm<sup>3</sup> etil spirti əlavə edilir və neft turşusu tam həll olunana qədər qarışdırılır. Məhlulə, ardıcıl olaraq, bir neçə damcı fenolftalein indikatoru əlavə olunur və 0.1N kalium hidroksidi məhlulu ilə 1 dəqiqə ərzində rəngini dəyişməməklə, çəhrayı rəng alınana qədər titrələnir. Turşu ədədi (T.ə.) mq KOH /1 q neft turşusuna ölçü vahidi ilə aşağıdakı düstur ilə hesablanır:

$$T.ə. = \frac{V \times 5,6}{P}$$

Burada, V - titrlənməyə sərf olunmuş 0.1N kalium hidroksid məhlulunun həcmi, sm<sup>3</sup>

P-neft turşusunun götürülmüş çəkisi, q;

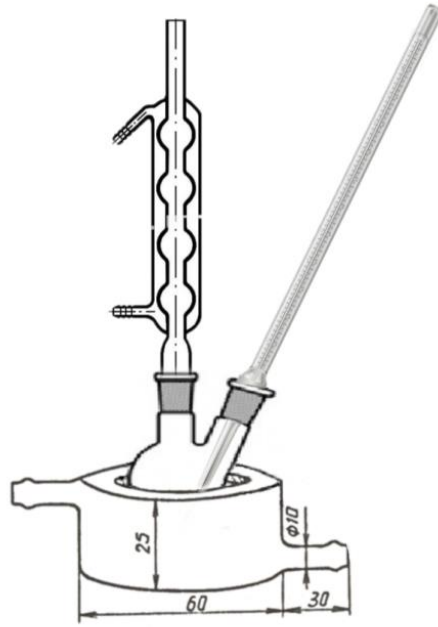
5,6 - kalium hidroksid, mq

0.1 mol/l dəqiq qatılıqlı kalium hidroksidi məhluluna uyğun (sm<sup>3</sup>) gələn çəki

#### **Oksidatlarda aktiv oksigenin və turşu ədədinin təyin olunma metodikası**

Obyektlərdə aktiv oksigenin tərkibi göstərilən avadınlıqların istifadəsi ilə standart yodometrik titrləmə ilə müəyyən edilmişdir (Şəkil 42 və 43).





**Şəkil 42.** AO-nin təyini üçün qurğu

Aktiv oksigeni təyin etmək üçün aşağıdakı reaktivlər istifadə edilmişdir:

- Kalium yodidi (reaktiv çeşidi)
- Buzlu sirkə turşusunun% 50 məhlulu (reaktiv dərəcəli)
- Həll olunan nişasta
- Natrium sulfat,% 0,5 məhlul

Aktiv oksigen miqdarı aşağıdakı düsturla təyin olundu:

$$A = \frac{(a-b) \cdot K + 0.008}{c} + 100$$

a, b - məbləğ 0,1 N. analiz edilmiş və nəzarət olunan nümunələrin titrlənməsinə sərf olunan natrium tiosulfat məhlulu, ml,

K - düzəliş əmsali 0,1 N. natrium tiosulfat məhlulu, K = 1,

0.0008, 1 ml və 0.1 N-ə uyğun olan oksigen miqdarıdır. natrium tiosulfat məhlulu,

C - təhlil olunan nümunənin çəkisi, g.



**Şəkil 43.** Turşu ədədin təyində istifadə olunan şüşə qabları.

Yüksək T.ə. ( $\geq 40$  mq KOH/q) göstərmiş oksidatlardan karbon turşuları ayrılmış və analiz edilmişdir).

**Oksidatın turşulara, neytral birləşmələrə və sabunlaşmayan məhsullara ayrılması iki əsas metodla - sabunlaşma və çökdürmə üsulu ilə aparılmışdır.**

**Sabunlaşma üsulu.** Oksidatın nümunəsinə natrium hidroksidin sulu məhlulunu əlavə etdik. Qələvi məhlulun həcmi analiz üçün götürülən oksidatın həcmindən təxminən yarısı qədər olmalıdır. Daimi qarışdırmaqla qarışıqın temperaturu  $115-120^{\circ}\text{C}$ -ə qaldırılır və 4 saat saxlanılır. Sonra temperatur  $100^{\circ}\text{C}$ -ə endirilir və oksidləşmiş məhsulun kütləsinə bərabər miqdarda su əlavə edilir. Temperatur  $60^{\circ}\text{C}$ -ə düşəndə sabunlaşmayan hissə 5-6 dəfə benzinlə ekstraksiya olunur. Birdəfəlik ekstraksiya üçün benzinin miqdarı oksidləşmə məhsulunun kütləsinin 0,3-0,4-hissəsi qədər götürülür. Hər ekstraksiya vaxtı 15-20 dəqiqə, çökmə müddəti isə 3-4 saatdır. Ekstraksiya zamanı daha az miqdarda ekstraktor üçün isitmə tövsiyə olunur. Benzinlə tam ekstraksiyadan sonra qalan qarışıq 15-20%-li xlorid turşusu məhlulu ilə zəif turşu reaksiyasına qədər turşulaşdırılır. Səthə çıxan üzvi turşular ayrılır, sonra neytral mühit yaranana qədər 2-3 dəfə su ilə yuyulur və yenidən 5 qat artıq benzinlə ekstraksiya edilir. Benzin təbəqəsi süzülür və qalan turşular yenidən iki dəfə çox benzinlə ekstraksiya edilir. Bu zaman benzində həll olunan turşular həll olunmayanlardan ayrılır. Hər üç fraksiya ayrıca işlənir və həlledici distillə edildikdən sonra sabit çəkiyə qədər qurudulur.

Bu ayırma üsulu ilə sabunlaşan maddələrin məhsuldarlığı təxminən 60% təşkil edir ki, bu da tamamilə qənaətbəxş nəticədir. Yüksək t.ə. dəyərləri olan karbon turşularının məhsuldarlığı xüsusilə nəzərəcarpacaq dərəcədə artır, bu da onların sonrakı istifadəsi üçün vacibdir. Demək olar ki, sabunlaşmayan hissənin nə t.ə. dəyəri, nə də e.ə. yoxdur.

Metod aşağıdakı üstünlüklərə malikdir:

1. vasitə kimi sudan istifadə edilir ki, bu da metodun maya dəyərini azaldır və texnologiyanı sadələşdirir;
2. sabunlaşma qatılaştırılmış qələvi məhlulu ilə aparılır ki, bu da reaksiyanı yüksək temperaturda həyata keçirməyə imkan verir;
3. sabunlaşmayan komponentlərin ayrılması isti məhlullarda həyata keçirilir ki, bu da onların tam çıxarılmasına kömək edir.
4. Sabunlaşdırma üsulu texniki SOFA-ların və SNA-ların, eləcə də texniki OSOFA-ların və OSNA-ların oksidləşmiş məhsuldan geniş miqyasda təcrid edilməsi üçün tövsiyə olunur.

**Çökdürmə üsulu.** Oksidləşmiş parafin distillatının bir hissəsi səkkiz qat həcmdə petrolein efiri və ya on qat həcmdə yüngül benzinlə (Toquep ilə fraksiya  $\leq 95^{\circ}\text{C}$ ) emal edilir. 4 saat müddətində saxladıqdan sonra oksit turşular çöküntü şəklində ayrılır. Karbon turşuları həlledicidən 5%-li qələvinin sulu məhlulu ilə neytrallaşdırılaraq, ayrılır. Alınan karbon turşularının duzları mineral turşunun 10%-li sulu məhlulu ilə parçalanır, nəticədə karbon turşuları ayrılır - yuxarı təbəqə aşağıdan (sudan) ayrılır və sabit çəkiyə qədər qurudulur.

Eksperimental olaraq, müəyyən edilmişdir ki, çökdürülmüş texniki oksitürşuların ümumi miqdarının 80%-i 5 qat, 93%-i isə petrolein efiri ilə 8 dəfə və ya yüngül benzinlə 10 dəfə durulaşdırmaqla ayrılır. Oksidləşmiş parafin distillatdan oksitürşuların 100% çökdürülməsi üçün oksidatın petrolein efiri ilə 15 qat və ya benzinlə 20 qat durulaşdırılması tələb olunur.

Çöküntü metodunun üstünlüyü ondan ibarətdir ki, həm texniki karbon turşuları, həm də oksitürşular oksidləşmə prosesi zamanı hansı formada əmələ gəlmişsə, demək olar ki, həmin formanı da saxlayırlar ki, bu da məhsulların öyrənilməsi və oksidləşmə mexanizminin şərh baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

**Qarışıq üsul.(Kombinə edilmiş üsul).** Metod sabunlaşdırma və çökdürmə üsullarının birləşməsidir. Məhsulun nümunəsi 10 qat miqdarda yüngül benzinlə durulaşdırılmaqla möhkəm çalxalanır, sonra alınan qarışıq 6 saat ərzində çökdürülür. Benzin təbəqəsi ayrılır və ona

oksidləşmiş məhsulun turşu ədədinə görə hesablanmış miqdarından 1,5 dəfə çox olmaqla 1%-li natrium hidroksid məhlulu əlavə edilir. Qarışıq yenidən intensiv şəkildə çalxalanır və 6 saat saxlanılır. Nəticədə tam aydın 2 qatlı təbəqə əmələ gəlir. Sulu- qələvi təbəqə tökülərək, 10%-li xlorid turşusu ilə turşulaşdırılır. Üzən karbon turşuları ayrılır və qurudulur. Benzin distillə edildikdən sonra qalıqdan 3 qat ekstraksiya ilə metil spirtində həll olunan maddələr çıxarılır. Ekstraktdan metil spirti distillə edilir və qalıq qurudulur. Metil spirti ilə ekstraksiyadan sonra qalan maddələr əsasən oksidləşməmiş məhsullardır.

Alınmış nəticələr cədvəllər 9-13-də verilmişdir

**Cədvəl 9\***. Şüşə reaktorda aparılan aerob oksidləşmə eksperimentlərin nəticələri

<b>1. Dizel yanacağı (ilkin xammal), 50ml, 130°C</b>				
Tempertur	Reaksiya vaxtı. saat	İtkilər, ml/%	Oksidatın turşu ədədi (T.ə.) , mqKOH/q	Aktiv oksigen,%
25°C	-	-	0.9(1.0)	0
130°C	2	-	0.94 (1.0)	0.3
	4	-	0	1.2
	6	2ml/4%	4.7	1.4
<b>2. Naften-parafin fraksiyası, 50ml</b>				
25°C	-	-	0	0
130°C	2	-	0	0
	4	-	0.93(0.9)	0
	6	3ml/6%	0.95(1.0)	0
<b>3. Naften fraksiyası, 50ml, 130°C</b>				
25°C	-	-	0.93(0.9)	0
130°C	2	-	2.85	0.23
	4	-	2.8	1.05
	6	3ml/6%	2.8	1.4
<b>4. Naften fraksiyası, 50ml, 130°C [hava vuran aparat No.1 (Yaqub)]</b>				
25°C	-	-	0.93(0.9)	0
130°C	2	-	0.95(1.0)	0.34
	4	-	4.61	1.5
	6	6ml/12 %	4.6	2.9
<b>5. Naften fraksiyası, 50ml, 130°C (hava vuran aparatlar No.1+ No.2)</b>				
25°C	-	-	0.93(0.9)	0
130°C	2	-	2.84	1.6
	4	-	4.77	3.04
	6	8ml/ 16%	8.3	5.7
<b>6. Naften fraksiyası, 50ml + 0.1küt.%(50mq) CVD-4 (Fe=9.8%), 130°C (hava vuran aparatlar No.1+ No.2)</b>				
25°C	-	-	0.93(0.9)	0
130°C	2	-	2.81	1.3
	4	-	4.75	3.0
	6	9ml/ 18%	6.61	4.4

**7. Naften fraksiyası, 50ml + 0.5küt.% (250mq) CVD-5 (Fe= 22.8%), 130°C. Katalizator oksidləşən sistemə 4 saat tamam oldandan sonra daxil edilib (hava vuran aparatlar No.1+ No.2)**

25°C	-	-	0.93(0.9) ≈ 1.0	0
130°C	2	-	0.95 ≈ 1.0	0.56
	4	-	0.94 ≈ 1.0	0.88
	6	-	4.75	2.8
	8	18ml/ 36%	7.97	2.6

**8. Naften fraksiyası, 50ml + 0.1küt.% (50mq) CVD-5 (Fe= 22.8%), 130°C, (yeni hava vuran aparat-kompessor= 3л/мин.)**

25°C	-	-	0.93(0.9) ≈ 1.0	0
	0.5	-	0.95 ≈ 1.0	0.75

**9. Naften fraksiyası, 50ml + 0.3küt.% (150mq) CVD-5 (Fe = 22.8%), 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompessor = 3л/мин. və su tututucu ilə təciz olunmuş hava soyuducu)**

Tempertur	Reaksiya vaxtı. saat	İtkilər, ml/%	Oksidatın turşu ədədi (Т.ə.) , mqKOH/q	Aktiv oksigen,%
25°C	-	-	1.0	0
140 °C	4	~ 15 ml, ondan	10.2	8.6
	8	~ 10 ml – su və yüngül uçucu məhsullardır.	23.8	2.9
	12	20ml/40%	30.3	0.3

**10. Naften fraksiyası, 50ml + 1.0 küt.% (500mq) CVD-5 (Fe = 22.8%), 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompessor = 3 l/dəq.. və su tututucu ilə təciz olunmuş havabuxar soyuducu)**

25°C	-	-	1.0	0
140 °C	4	-	18.05	1.6
	8	-	33.25	0.6
	12	24ml/48%	50.625	0
	4	Tutucuda yığılmış mayenin həcmi -	Mayenin ümumi kütləsi 6.65	-
	8	12ml, ondan 8ml uzvi təbəqə	Mayenin ümumi kütləsi 18.05	-
	12	Reaksiya daha 4 saat davam edildi (12 saat oldu) və yenə 3 ml maye əmələ gəldi, ondan 2 ml uzvi təbəqə	Üzvi təbəqənin turşu ədədi 12.1	-
<b>Ayrılmış neft turşuları</b>			<b>130.3</b>	<b>-</b>

Cədvəl 10\*

<b>11. Naften fraksiyası, 70ml + 1.0 küt.%(700mq) M@ÇLKNB –GCVD-5 (Fe &gt; 22%), 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompressor = 3 l/dəq və su tututucu ilə təciz olunmuş hava-buxar soyuducu)</b>				
25°C	-	-	1.0	0
140°C	12	34ml/49%	47.8	0.61
		Tutucuda yığılmış mayenin cəmi həcmi -16ml	23.6	-
Reaktorun dibinə çökmüş özlü qatranlı kütlə. Görünür, bunlar oksidləşdirici sıxılma məhsullarıdır.			102.9	-
Oksidatdan ayrılmış turşular			71.25	-

Cədvəl 11\*

<b>12. Naften fraksiyası, 70ml + 1.0 küt.%(700mq) bir dəfə artıq işlənmiş M@ÇLKNB –GCVD-5 katalizatoru (Fe = 21.5 %), 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompressor = 3 l/dəq. və su tututucu ilə təciz olunmuş hava-buxar soyuducu)</b>				
Tempertur	Reaksiya vaxtı. saat	İtkilər, ml/%	Oksidatın turşu ədədi (T.ə.), mqKOH/q	Aktiv oksigen,%
25°C	-	-	1.0	0
140°C	12	18.6ml/26.6%	2.85	0.16
		Tutucuda yığılmış mayenin cəmi həcmi - 25ml	2.72	-
<b>13. Parafin-naften fraksiyası, 50ml, 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompressor = 3 l/dəq və su tututucu ilə təciz olunmuş hava-buxar soyuducu)</b>				
25°C	-	-	0	0
140°C	6	2ml/4%	19.6	1.23
		Tutucuda yığılmış mayenin həcmi - 15ml	6.65	0.908
	12	10/20%	27	0.9
		Tutucuda yığılmış mayenin həcmi - daha 6.5 ml, keçən olanla birgə cəmi 21.5 ml	14.25	0.87
<b>14. Parafin-naften fraksiyası, 50ml, 140°C, (hava vuran aparat= 3.5 l/dəq. Su tututucu yoxdur))</b>				
25°C	-	-	0	0
	6	10ml/20%	23.2	1.41

140°C	12	20/40%	23.8	0.48
	Reaksiya nəticəsində qətran tipli maddə-çöküntü əmələ gəlib			

Cədvəl 12\*

<b>15. Naften fraksiyası, 50ml + 0.5 küt.% (250mq) M@ÇLKNB –GCVD-5 katalizatoru (Fe = 21.6%)+ 0.5 küt.% (250mq) Co(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> anhydrous), 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompresor = 3 l/dəq və su tututucu ilə təciz olunmuş hava-buxar soyuducu)</b>				
Tempertur	Reaksiya vaxtı. saat	İtkilər, ml/%	Oksidatın turşu ədədi (T.ə.), mqKOH/q	Aktiv oksigen,%
25°C	-	-	1.0	0
140°C	6	9ml/18%	111.2	0.3
		Tutucuda yığılmış mayenin cəmi həcmi – 12 ml, reaktorda – 27ml(2ml–də reaktordan nümunə götürülüb (T.ə. və aktiv oksigenin təyini üçün)	23.1	0.9
<b>16. Naften fraksiyası, 50ml + 0.5 küt.% (250mq) M@ÇLKNB –GCVD-5 katalizatoru (Fe = 21.6%)+ 0.5 küt.% (250mq) Co(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> anhydrous), 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompresor = 3 l/dəq və su tututucu ilə təciz olunmuş hava-buxar soyuducu)</b>				
25°C	-	-	1.0	0
140°C	3	6ml/12%	16.3	0.28
		Tutucuda yığılmış mayenin cəmi həcmi – 12 ml, reaktorda – 32ml	10.5	0.35
<b>17. Naften fraksiyası, 50ml + 0.5 küt.% (250mq) M@ÇLKNB –GCVD-5 katalizatoru (Fe = 21.6%)+ 0.5 küt.% (250mq) Co(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> anhydrous), 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompresor = 3 l/dəq və su tututucu ilə təciz olunmuş hava-buxar soyuducu)</b>				
25°C	-	-	1.0	0
140°C	4saat 45 dəq.	6ml/12%	21.4	0.21
		Tutucuda yığılmış mayenin cəmi həcmi – 13 ml, reaktorda – 31ml	17.4	0.04
<b>18. Naften fraksiyası, 50ml + 0.5 küt.% (250mq) M@ÇLKNB –GCVD-5</b>				

<b>katalizatoru (Fe = 21.6%)+ 10 ml 45%- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (hər saat reaktora 2.5 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> əlavə olunurdu) 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompresor = 3 l/dəq və su tututucu ilə təciz olunmuş hava-buxar soyuducu).</b>				
25°C	-	-	1.0	0
140°C	4 saat	7ml/14%	8.7	1.2
		Tutucuda yığılmış mayenin cəmi həcmi – 17 ml, reaktorda – 26ml	8.7	0.07
<b>19. Naften fraksiyası, 50ml + 0.9 küt.% (450mq) CVD-29 katalizatoru (Fe = 15.4%)+ 0.1 küt.% (50mq) Co(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> anhydrous), 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompresor = 3 l/dəq. və su tututucu ilə təciz olunmuş hava-buxar soyuducu)</b>				
25°C	-	-	1.0	0
140°C	6 saat	9.5 ml/ 19%	23	-
		Tutucuda yığılmış mayenin cəmi həcmi – 12 ml, reaktorda – 28.5 ml	16	-

**Cədvəl 13\***

<b>20. Parafin -naften fraksiyası, 50ml + 1.0 küt.% (500mq) Co + CVD-22 (Co = 10% (EDX= 4.19%), Fe = 16.1 % səthdə miqdar EDX= 4.59%), 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompresor = 3 l/dəq. və su tututucu ilə təciz olunmuş hava-buxar soyuducu)</b>				
25°C	-	-	1.0	0
140°C	6 saat	Cəmi itkilər 11 ml/22%	50.2	1.92
		Tutucuda yığılmış mayenin həcmi - 14ml, reaktorda – 25 ml	22	2.01
<b>Ayrılmış turşular</b>			<b>Az miqyaslı reaksiya olduğuna görə, turşuları ələçatan miqdarda almaq mümkün olmayıb</b>	<b>-</b>

**21. Naften fraksiyası, 50ml + 1.0 küt.% (500mq) Co + CVD-22 (Co = 10% (səthdə miqdar EDX= 4.19%),, Fe = 16.1 % səthdə miqdar EDX= 4.59%), 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompresor = 3 l/dəq. və su tututucu ilə təciz olunmuş hava-buxar soyuducu)**

25°C	-	-	1.0	0
140°C	6 saat	Cəm şəkildə itkilər 8.5 ml/17%	52.6	0.14
		Tutucuda yığılmış mayenin həcmi - 17.5ml, reaktorda – 24 ml	21.7	0.25

**22. Parafin -naften fraksiyası, 50ml + 0.5 küt.% (250mq) - Co + Mn +CVD-22 (Co= 10% (səthdə miqdar EDX= 2.06%)), Fe = 16,1 % (səthdə miqdar EDX= 2.73%), Mn = 0.14 % səthdə miqdar ) - artıq bir dəfə işlənmiş (eksperim. No 19!!) ), 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompresor = 3 l/dəq. və su tututucu ilə təciz olunmuş hava-buxar soyuducu)**

25°C	-	-	1.0	0
140°C	6 saat	Cəm şəkildə itkilər 10.5 ml/21%	50.5	0.01
		Tutucuda yığılmış mayenin həcmi - 17.5ml. reaktorda – 22 ml	24.5	0.05

**23. Parafin -naften fraksiyası, 50ml + 0.5 küt.% (250mq) - Co +CVD-22 (Co= 10% (səthdə miqdar EDX= 0.7%), Fe = 16,1 % (səthdə miqdar EDX= 0.99%), - artıq bir dəfə işlənmiş (eksperim. No 20!!), 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompresor = 3 l/dəq. və su tututucu ilə təciz olunmuş hava-buxar soyuducu)**

25°C	-	-	1.0	0
140°C	6 saat	Cəm şəkildə itkilər 7 ml/14%	51.7	0.04
		Tutucuda yığılmış mayenin həcmi - 19 ml. reaktorda – 24 ml	20.4	0.06



**24. Naften fraksiyası, 50ml + 1.0 küt.% (500mq) - Mn +CVD-24 (Mn = 10% (səthdə miqdar EDX= 9,23 -12,44%), Fe = 16,1 % (səthdə miqdar EDX= 1,08 – 1,32% ), 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompresor = 3 l/dəq. və su tutucu ilə təciz olunmuş hava-buxar soyuducu)**

25°C	-	-	1.0	0
140 °C	6 saat	Cəm şəkildə itkilər 7 ml/14%	54.4	0.03
		Tutucuda yığılmış mayenin həcmi - 15 ml. reaktorda – 28 ml	25	0.06

**25. Parafin- naften fraksiyası, 50ml + 0.8 küt.% (400mq) - Mn +CVD-24 (Mn = 10% (səthdə miqdar EDX= 15.79-17.63 %), Fe = 16,1 % (səthdə miqdar EDX= 1.54 – 1.66% ) - artıq bir dəfə işlənmiş (eksperim. No 23!!), 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompresor = 3 l/dəq. və su tutucu ilə təciz olunmuş hava-buxar soyuducu)**

25°C	-	-	1.0	0
140 °C	6 saat	Cəm şəkildə itkilər 8 ml/16%	53.1	0.22
		Tutucuda yığılmış mayenin həcmi - 23ml. reaktorda – 19 ml	22.5	0.027

**26. Parafin- naften fraksiyası, 50ml + 0.42 küt.% (210mq) - Mn +CVD-24 (Mn = 10% (səthdə miqdar EDX= 0.2- 8.9 %), Fe = 16.1 % (səthdə miqdar EDX= 3.9 – 10.3% ) - artıq iki (2) dəfə işlənmiş (eksperim. No 23 və 24!!), 140°C, (yeni hava vuran aparat-kompresor = 3 l/dəq. və su tutucu ilə təciz olunmuş hava-buxar soyuducu) ((hətta bir analizdə (səthinin bir yerindən götürülmüş, harada ki, Mn = 0.22%, Fe = 10.33% olmuşdur) Co-da aşkar olunur =1.12% ))**

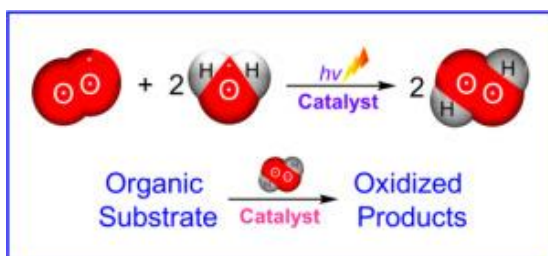
25°C	-	-	1.0	0
140 °C	6 saat	Cəm şəkildə itkilər 8 ml/16%	51.7 - 56.05	0.38
		Tutucuda yığılmış mayenin həcmi - 23ml. reaktorda – 19	20.5 - 33.25	0.72

		ml		
--	--	----	--	--

\* Cədvəllərdə göstərilən sıralanma, aparılmış eksperimentin xüsusi ardıcıl nömrəsini əks etdirir

Hidrogen peroksid - "yaşıl" vasitə baxımından ideal oksidləşdiricidir. Bununla belə, karbohidrogenlərin oksidləşmə proseslərində onun istifadəsi hələ geniş vüsat almayıb. Səbəb – hidrogen peroksidin sulu məhlulunun istifadəsi, qeyri eyni cinsli reaksiya qarışığının alınması, reaksiya zamanı diffuziya baryerlərinin aşmamasıdır. Bu çətinlikləri aradan götürmək üçün ən sadə yol faza-keçid və yaxud çox xırda ölçülü katalizatorların istifadəsidir.

Hal hazırda müxtəlif selektiv oksidləşməsi əhəmiyyətli üzvi katalizatorların seçimi mühüm əhəmiyyət kəsb nanoölçülü nanokompozit əsasında oksigenlə və hidrogen



quruluşlu karbohidrogenlərin nəticəsində alınan sənaye birləşmələrinin sintezi üçün istiqamətində axtarışlar edir. Son onilliklər ərzində nanostrukturlaşmış və karbohidrogenlərin molekulyar peroksidlə oksidləşmə

prosesləri yeni nəsil katalizatorların və katalitik sistemlərin iştirakında aparılması ilə səciyyələnir. Ümumiyyətlə, katalizatorların aktivliyi onun səthinin həm müntəzəm, həm də qeyri- müntəzəm, qüsurlu olması ilə əlaqədardır. Aydın ki, katalizatorun səthinin mikro- strukturuna və qüsurluluq dərəcəsinə təsir etməklə onun reaksiya qabiliyyətini və katalitik xassələrini əsaslı sürətdə dəyişmək olar.

Cədvəl 12-də 18 sayılı eksperiment hidrogen peroksidlə aparılmışdır.

Cədvəllərdə göstərilmiş eksperimentlər naftən və yağ-naftən fraksiyasının aerob və peroksidli oksidləşmə prosesinin müxtəlif optimal şəraitin müəyyən edilməsinə yönəldilmişdir.

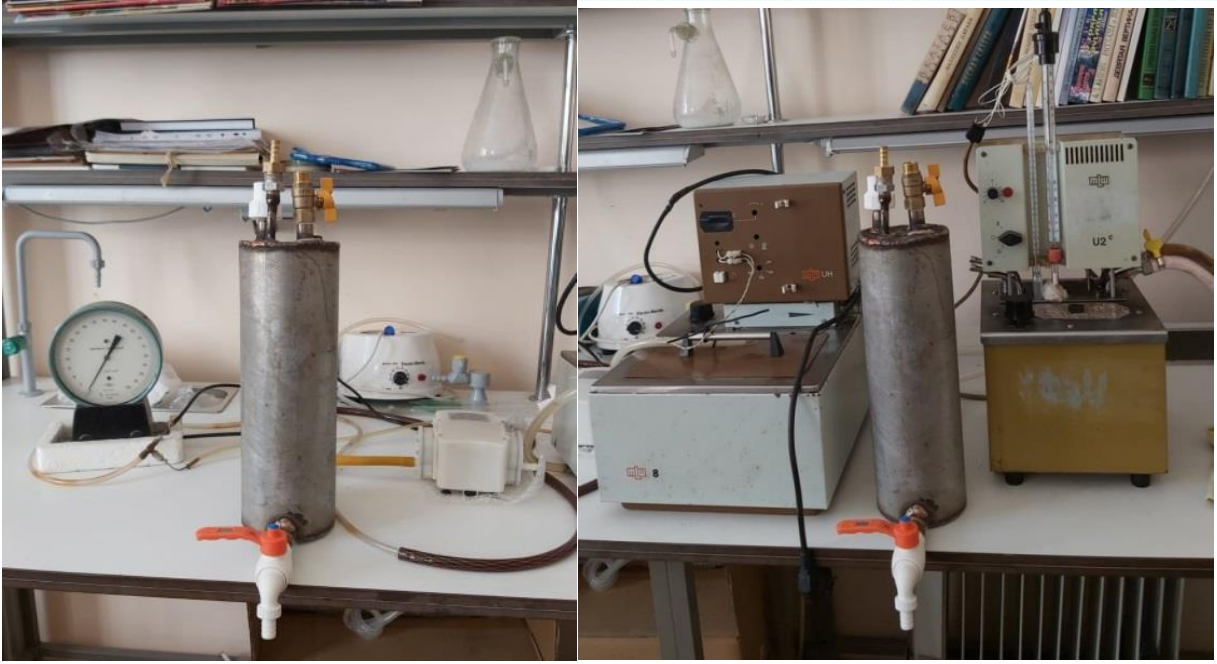
Layihə işlərində nitrat turşusu ilə oksidləşmə prosesinin aparılması araşdırılmış və prosesin, öncə nəzərdə tutulmuş, istiqaməti aşağıda göstərilən əsas səbəblərə görə məqsədə uyğun sayılmamışdır: - 1) nitrat turşusunun əlavə edilməsi proseyi şox mərhələli edir və prosesin texnologiyasını mürəkkəbləşdirir 2) nitrat turşusunun iştirakında reaksiya zamanı katalizatorların oksidləşməsi və yarasız hala düşməsi baş verir, 3) nitrat turşusunun tətbiqi zərərli olan və ekoloji tərəfdən qəbul olmayan azot oksidlərin əmələ gəlməsi ilə müşahidə edilir, 4) nitrat turşusu metal avadanlığının sürətlə korrosiya olunmasına səbəb olur və qısa bir müddətdə reaktoru və əlaqəli dəmir hissələri siradan çıxarır. Digər tərəfdən neft xammalının maye fazada oksidləşmə prosesi ilə sintetik yağ və naftən turşularının alınması nanotexnologiyanın üstünlükləri ilə bağlanması müasir tələblərə cavab verir. Bu sahədə çoxsaylı arxaik tədqiqat işlərinin nəticələri göstərir ki, mürəkkəb cəvərlənən neft xammalının oksidləşməsi zamanı alınan turşuların yüksək çıxımına və selektivliyinə nail olmaq mümkün çox çətin, çünki proses zəncirvaridir və əsasən ardıcıl -parallel olaraq çoxsaylı oksigen tərkibli məhsulların - ketonlar, spirtlər, turşular, oksitürşular, efirlər, laktonların əmələ gəlməsi ilə nəticələnir.

Grant layihə çərçivəsində bu zamana qədər aparılmış işlər göstərir ki, karbon oksidləşmə nanokatalizatorların tətbiqi göstərilən problemi aradan götürür

### Senaye tətbiqinə yönəldilmiş dəmir reaktorda aparılmış işlər

Parafin-naftən karbohidrogenlərinin oksidləşmə proseslərinin pilot qurquda aparılması üçün dəmir reaktor hazırlanmışdır.

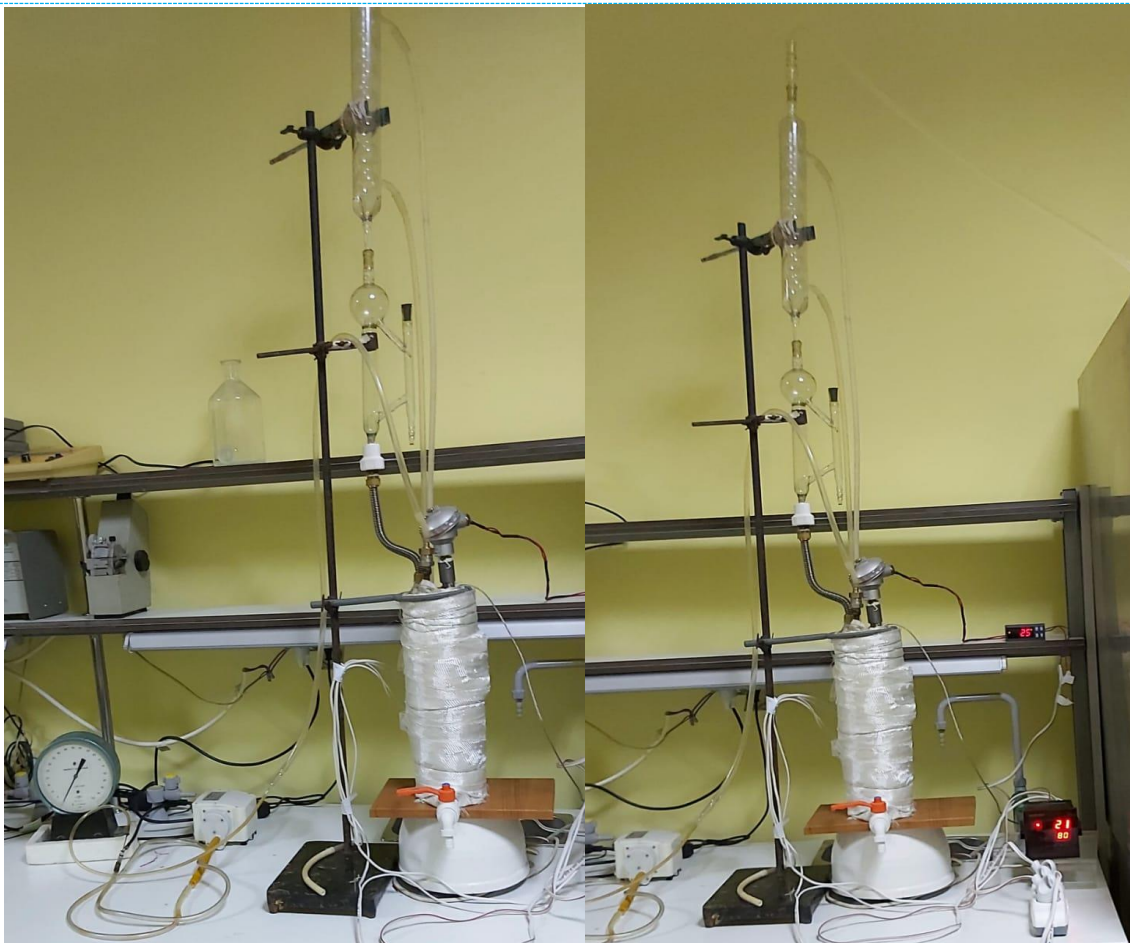
Reaktorun hazırlama prosesinin gedişi şəkillər 44 - 46da təsvir olunur:



**Şekil 44.** İri miqyaslı oksidləşmə proseslərinin aparılması üçün dəmir reaktor (ilkin hazırlanmış).



**Şekil 45.** Qızdırıcı ilə təchiz olunmuş oksidləşmə proseslərinin aparılması üçün dəmir reaktor.



**Şəkil 46.** Qızdırıcı, rele, potensiometr, soyuducu, tutucu və hava vuran aparatla ilə təchiz olunmuş tam şəkildə oksidləşmə proseslərinin aparılması üçün hazır olan dəmir reaktor.

Optimal rejimdə sintetik yağ-naften neft turşularının alınmasına yönəldilmiş eksperimentlərin nəticələri (cədvəl 14):

**Cədvəl 14**

Təcrübələr 21+22+23+24+25	Reaksiya məhsulları	Turşu ədədi (T.ə.), mqKOH/q	Aktiv oksigen,%
	Oksidat	55.6	0.11
Kondensat	22.5	0.56	
Qksidat qələvi sonra isə sulfat turşusu ilə işlənilib. Ayrılmış üzvi turşuları su ilə yuyulan zamanı təbəqələşmə getdi. Üst və alt təbəqələri ayrılıqda yuyulub quruduldu. Analiz əməliyyatları aparıldı.	Üst təbəqə - 229	0.06	
	Alt təbəqə - 136	0.12	

2 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli)  
100%

3 Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr** (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)

Hesabat dövründə əsas elmi nəticə sintetik yağ-naften neft turşularının alınması prosesinin

yaradılması olmuşdur. Bu proses lahiyənin əsas məqsədini təşkil etmiş və Azərbaycanda ilk dəfə bu layihədə işlənib hazırlanmışdır.

Prosesin işlənməsində nanotexnologiya ilə bağlı yeni yanaşma tətbiq olunmuşdur və ilk dəfə : Dizel yanacağı və onun parafin-naften fraksiyaları əsas xammal kimi istifadə olunmuşdur. Xammalın seçimində antioksidant xassələri göstərən kükürlü birləşmələrin mövcudluğu və aromatik karbohidrogenlərinin nisbəti əsas götürülmüşdür. Təmizliyinə görə müqayisədə dizel yanacağı onun fraksiyasından daha təmizdir, Dizel fraksiyasında olan qatqıların oksidləşmə prosesinə təsiri elmi cəhətdən əsaslandırılmış və beləliklə düzgün xammalın seçimində hakim rol oynamışdır.

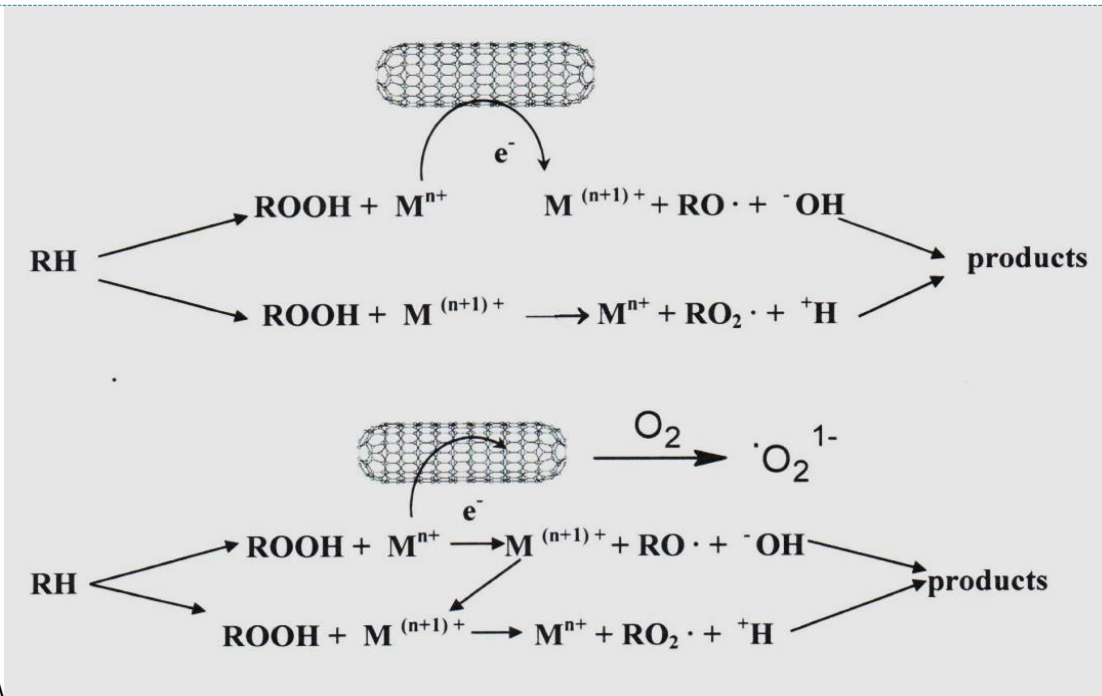
Keçid metal (M=Fe, Co, Mn) saxlayan çoxlaylı karbon nanoboruları  $Co\bar{1}-Mn\bar{1}-Fe@ÇLKNB$  prekursor-katalizator qismində neft xammalının aerob oksidləşmə prosesində tətbiq olunmuşdur. yeni  $M@ÇLKNB$  katalizatorların aktivliyi müəyyən edilmiş, kinetik nəticələr alınmış, kinetik əyriyənin qurulmuş və işlənmiş, orijinal kəmiyyət göstəriciləri və rəqəmləri, neft fraksiyalarının optimal reaksiya şəraiti təyin olunmuşdur. Katalitik aktivliyinin dərəcəsi dəqiq, şəraitdən asılı olaraq, qiymətləndirməsi və proqnozlaşdırılması verilmişdir.

Karbon nanoborularının sintez prosesinin optimallaşdırılması kimya texnologiyasının və mühəndisliyin fundamental aspektlərinə aiddir. Dizel yanacağının karbohidrogen tərkibinin müəyyən edilməsi və bu barədə müfəssəl və dəqiq məlumatın əldə edilməsi mühüm fundamental elmi nəticə kimi qiymətləndirilə bilər və neft emalı, neft kimyasının bir neçə sahəsində məqsədyönlü şəkildə istifadə oluna bilər. Məsələn, neft emalı ilə məşğul olan mütəxəssislər üçün ilin vaxtından asılı olaraq, arktik və qızmar zonalarda istifadə olunan yanacağın tərkibinə lazımı aşqarların əlavə edilməsinə xeyli dəstək verir. İşlədiyimiz proses üçün isə, alınmış məlumat oksidləşmənin mümkünlüyü və dərəcəsi haqda bir başa qiymətli məlumat verir. Biz indi artıq bilir ki, xammal oksidləşmə prosesinə cəlb olunduqda nə gözləmək olar, tərkibində aşkar olunmuş maddələr necə təsir göstərə bilər, dizel xammalı əlavə təmizlənmə və işlənmə əməliyyatlarına cəlb olunmalıdır ya yox. Bunlar layihənin uğurla yerinə yetilməsində həllini tapmış çox mühüm və açar məsələlər olmuşdur.

Azərbaycanda ilk dəfə CVD pirolitik qurğu istismara verilmişdir. İş rejiminin öyrənilməsi prosesində müəyyən olunmuşdur ki, karbon nanoboruları yalnız prekursor –katalizator olan ferrosenin parçalanmasından əmələ gələn dəmir klasterlərin 50 nm ölçüsündən aşağı və xammal-daşıyıcı qaz (arqon) 1 : 10 nisbətində olan zaman əmələ gəlir. Bu tapıntının elmi mənası əsaslıdır və hissəciklərin aktiv qarşılıqlı toqquşma nəzərisi ilə izah olunur. Qurğuya verilən qazların qarışıq-axın kinetikasi karbon nanoborularının əmələ gəlməsində açar rol oynayır və prosesin özülünü təşkil edir. Alınmış nəticələrin elmi yeniliyi danılmazdır.

Aparılmış eksperimentlər nəticəsində iri-laboratoriya- yarım-sənaye qurğusunda yağ-naften turşularının alınma prosesinin optimal şəraiti müəyyənlişdirilmişdir. Xammal, proses, onun şərtləri, şəraiti, xüsusiyyətləri ilk dəfə kimya ictimaiyyətinə təqdim olunur.

İşin fundamental tərəfinə gəldikdə - ilk dəfə olaraq, metal saxlayan nanokarbon katalizatorlarının iştirakında neft karbohidrogenlərin molekulyar oksigenlə və hidrogen peroksidlə oksidləşmə prosesinin yeni mexanizmi irəli sürülmüşdür (Şəkil 47, sxem 2).

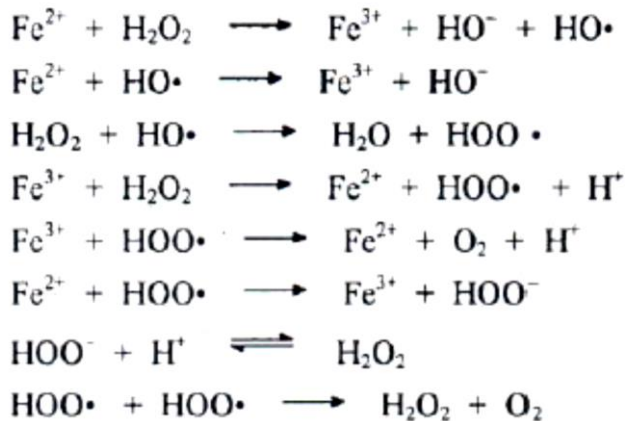


**Şəkil 47.** Neft karbohidrogelərinin maye fazada aerob katalitik oksidləşmə prosesinin sxemi.

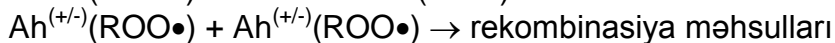
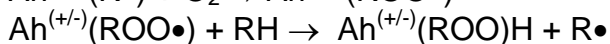
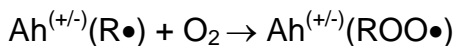
Parafin-naften konsentratının oksidləşmə prosesində süni Fenton sistemin ( $\text{Fe@}\text{ÇLKNB} - \text{GCVD} + \text{H}_2\text{O}_2$ ) sxeminin təqdimatı:

**Sxem 2 .** Süni Fenton sistemin elementar və makroskopik mərhələləri

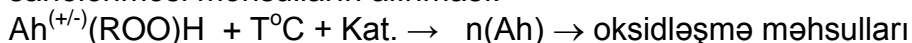
**Mərhələ 1-** Hidrogen peroksidin parçalanması, aktiv mərkəzlərin yaranması



**Mərhələ 2** – Oksidləşmə zəncirinin davamı, inkişafı, qırılması, rekombinasiya məhsullarının alınması



**Mərhələ 3** - Hidroperoksidlərin termiki və katalitik parçalanması, oksidləşmə zəncirinin sahələnməsi məhsullarının alınması:



Sxem 2-də istifadə olunmuş işarələr: **Ah** – aktiv hissəcik, **HO•/ HO<sup>-</sup>** -hidroksil radikalı və anionu, **HOO•/HOO<sup>-</sup>** -hidroperoksil radikalı və anionu, **R•** - alkil radikalı, **ROO•** - peroksid radikalı, **Ah<sup>(+/-)</sup>(ROO)H** - hidroperoksid, **Kat.** - Fe@ÇLKNB –GCVD

Layihədə işlənib hazırlanmış sintetik yağ-naften turşularının (SYNT) alınma prosesi Azərbaycan neft emalı sənayesi üçün ilk dəfə təqdim olunur. Sintez edilmiş SYNT-ın tətbiq sahəsi çox genişdir. Belə ki, SYNT-lər effektiv fungisid, insektisid, bakterisid və çürüməyə qarşı xassələrə malikdir. Onların alaq otları bitki zərərvericiləri ilə mübarizədə tez-tez rütubət, bakteriya, zərərvericilər və s. təsirinə məruz qalan ağacların yelkən parçaları, kisələr, kəndirlər, su keçirməyən parça, balıqtutma vasitələri və digər material obyektlərinin doyurulması üçün praktiki olaraq istifadə edilməsi yuxarıda göstərilən xassələrlə sıx bağlıdır. SYN turşuların qurğuşun, xrom, kobalt və manqan duzları (naftenatlar) yağlara və yanacaqlara əlavə edilən antistatik, antidetonasiya və köpüklənməyə qarşı aşkarlar kimi tətbiq edilə bilər. SYN turşuları əsasında sürüçkən, emulqasiya materialları, kəsici dəzgahlar üçün soyuducu vasitələr, rəng yapışqanları, maşın və mexanizmlər üçün qatı sürtgü materialları, deemulqatorlar alınır. Onlardan tikinti və avtomobil yolları sənayesində suyardavamlı materiallar, kauçukların tərkibinə vulkanlaşdırıcı agentlər kimi daxil olan antipirenlər, vinil stabilizatorları və poliefir qətranları sənayesində katalizatorlar qismində geniş istifadə oluna bilər. SYNT-ı həm də nadir torpaq-metalların ekstraksiyası və sement-kvars (beton) qarışığının və asfalt örtüklərinin tutması və bərkiməsini gücləndirmək üçün tətbiq oluna bilər.

Distillə edilmiş təbii SYN turşuları (DSYNT) hidrogenləşməyə məruz qalmış yanacaqların sürtgü xassələrinin bərpa edilməsində yeyilməyə qarşı aşkarlar kimi də uğurla istifadə oluna bilər.

- 4 Layihə üzrə **elmi nəşrlər** (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materiallarında məqalələr, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeksi, Impact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərməlidir) *(surətlərini kağız üzərində və CD şəklinə əlavə etməli!)*

#### **Elmi monoqrafiyalar (dərc olunmuş)**

1. Layihə işləri üzrə, eyni mətni olan, üç dildə yazılmış və bir cildə təqdim olunmuş- Zeynalov E.B., Tağıyev D.B., Zeynalov S.B., Nağıyev Ya.M., Hüseynov E.R., Nəzərov F.B., Hüseynov A.B., Məhərrəmov M.Ya., Mustafayeva N.A., Şahnəzərova N.M., Nəbizadə A.F. **Dizel yanacağının komponent tərkibi** (preprint). Füyuzat, 2022 -90 səh. // Zeynalov E.B., Tağıyev D.B., Zeynalov S.B., Nağıyev Ya.M., Hüseynov E.R., Nezerov F.B., Hüseynov A.B., Məhərrəmov M.Ya., Mustafayeva N.A., Şahnəzərova N.M., Nabizadə A.F. **Diesel fuel component composition** (preprint). "Füyuzat" Publishing, 2022 – 90p. // Зейналов Э.Б., Тагиев Д.Б., Зейналов С.Б., Нагиев Я.М., Гусейнов Э.Р., Назаров Ф.Б., Гусейнов А.Б., Магеррамова М.Я., Мустафаева Н.А., Шахназарова Н.М., Наби-заде А.Ф. **Компонентный состав дизельного топлива** (препринт). «Füyuzat», 2022 – 90с. elmi əsər nəşr olunmuşdur. ISBN 978-9952-37-740 8.

E-mail link: [fuyuzat2020@gmail.com](mailto:fuyuzat2020@gmail.com)

internet link:

[http://elibrary.bsu.edu.az/files/kimya/DIZEL\\_YANACAGININ\\_KOMPONENT\\_TARKIBI.pdf](http://elibrary.bsu.edu.az/files/kimya/DIZEL_YANACAGININ_KOMPONENT_TARKIBI.pdf)



E.B.ZEYNALOV, D.B.TAĞIYEV, Y.M.NAĞIYEV, E.R.HÜSEYNOV, F.B.NƏZƏROV, A.B.HÜSEYNOV, M.YA.MƏHƏRRƏMOVA, N.A.MUSTAFAFAYEVA, N.M.ŞAHNƏZƏROVA, A.F.NƏBİZADƏ



Штрихкод

DİZEL YANACAĞININ KOMPONENT TƏRKİBİ  
DIESEL FUEL COMPONENT COMPOSITION  
КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА



2. Layihə işləri üzrə, eyni mətni olan, üç dildə yazılmış və bir cilddə təqdim olunmuş- Zeynalov E.B., Tağıyev D.B., Nağıyev Y.M., Hüseyinov E.R., Nəzərov F.B., Hüseyinov Ə.B. **Dizel yanacağıının və onun aromatisizləşdirilmiş və parafinsizləşdirilmiş fraksiyalarının maddə tərkibi.** Füyuzat, 2022 - 208s. // Zeynalov E.B., Taghiyev D.B., Naghiyev Ya.M., Huseynov E.R., Nazarov F.B., Huseynov A.B. **Substance content of the diesel fuel and its dearomatized and dewaxed fractions.** “Füyuzat” Publishing, 2022 – 208pp. // Зейналов Э.Б., Тагиев Д.Б., Нагиев Я.М., Гусейнов Э.Р., Назаров Ф.Б., Гусейнов А.Б.. **Вещественный состав дизельного топлива и его деароматизированной и депарафинизированной фракций.** «Füyuzat», 2022 – 208с. - adlı elmi monoqrafiya nəşr olunmuşdur. ISBN 978 9952 834 59 8.

E-mail link: [fuyuzat2020@gmail.com](mailto:fuyuzat2020@gmail.com)

Internet link:

[http://elibrary.bsu.edu.az/files/kimya/Substance\\_content\\_of\\_the\\_diesel\\_fuel\\_and\\_its\\_dearomatized\\_and\\_dewaxed\\_fractions.pdf](http://elibrary.bsu.edu.az/files/kimya/Substance_content_of_the_diesel_fuel_and_its_dearomatized_and_dewaxed_fractions.pdf)



### **Elmi jurnallarda məqalələr (dərc olunmuş)**

1. Zeynalov E.B., Huseynov A.B., Huseynov E.R., Salmanova N.I., Nagiyev Ya.M., Abdurakhmanova N.A. **Impact of as-prepared and purified multi-walled carbon nanotubes on the liquid-phase aerobic oxidation of hydrocarbons.** *Chemistry & Chemical Technology* 15 (4), 479-485(2021). (Scientific-Technical Journal), Lviv Polytechnic National University, Ukraine.

E-link: - <http://science2016.lp.edu.ua/chcht>

<http://science2016.lp.edu.ua/chcht/impact-prepared-and-purified-multi-walled-carbon-nanotubes-on-liquid-phase-aerobic-oxidation>

[http://science2016.lp.edu.ua/sites/default/files/Full\\_text\\_of\\_%20papers/full\\_text\\_1110.pdf](http://science2016.lp.edu.ua/sites/default/files/Full_text_of_%20papers/full_text_1110.pdf)

DOI: <https://doi.org/10.23939/chcht15.04.479>



Indekslənmə: - Clarivate Analytics (Thomson Reuters)/ESCI Web of Science, Scopus/ Elsevier, Copernicus, CAS (Chemical Abstracts Service), ARI (Academic Resource Index). The latest Quartile of the journal is Q3. Impact Factor: - 1.12; h-index =16, 2.5 (IBI). SCImago Journal Rank (SJR) = 0.304

2. Зейналов Э.Б., Тагиев Д.Б., Зейналов С.Б., Нагиев Я.М., Назаров Ф.Б., Гусейнов Э.Р., Гусейнов А.Б. (Zeynalov E.B., Taghiyev D.B., Zeynalov S.B., Naghiyev Y.M., Nazarov F.B., Huseynov E.R., Huseynov A.B.). **Компоненты дизельного топлива и их подверженность процессам аэробного окисления. (Components of diesel fuel and their exposure to the processes of aerobic oxidation).** *Азерб. Нефть. Хозяйство (Azerb. Oil Industry), раздел Нефтепереработка и Нефтехимия (section Oil Refining and Petroleum Chemistry) 2, 55-59(2022).* Founder: State Oil Company of Azerbaijan Republic. ISSN: 0365-8554. E-link - <https://ant.socar.az>

<https://ant.socar.az/article/2092>

Indekslənmə: ПИНЦ. DOI: 10.37474/0365-8554/2022-02-55-59

3. Зейналов Э.Б., Нагиев Я.М., Гусейнов А.Б., Надири М.И., Гулиев А.Д., Салманова Н.И., Аббасов М.Х., Назаров Ф.Б., Апаева Р.Р. **Аэробно-пероксидное окисление нафталина в присутствии переходного металла на нанокремниевом носителе.** *SOCAR Proceedings (Fundamental scientific researches) 4, 142-149(2022).* The latest Quartile of SOCAR PROCEEDINGS is Q3. E-link - <https://proceedings.socar.az/file:///C:/Users/User/Desktop/00794.pdf>

Indekslənmə: - Clarivate Analytics (Thomson Reuters)/ESCI Web of Science, Scopus. Impact Factor: - 0.688 ( Sopus IF = 2.0);

h-index=15, SCImago Journal Rank (SJR) = 0.409.

DOI: <https://dx.doi.org/10.5510/OGP20220400794>

### ***Konfrans materiallarında məqalələr (dərc olunmuş)***

1. Salmanova N.I., Guliyeva N.A., Huseynov A.B., Zeynalov E.B. Synthesis and application of carbon nanotubes for cleaning the water surface from films of petroleum products. *International Scientific-Practical Conference (ISPC KOGF-2022) "KHAZARNEFTGAZYATAQ 2022", 6-7 December 2022, Baku, Azerbaijan.* Proceedings of Scientific Papers, II Section: Environmental Aspects of Oil Production and Petrochemistry, pp. 260 – 264.

### ***Konfrans materiallarında tezislər (dərc olunmuş)***

1. Huseynov A.B., Zeynalov E.B., Magerramova M.Y., Abdurhamanova N.A. Installing the enlarged laboratory setup for synthesis of multi-walled carbon nanotubes. *7th International Caucasian Symposium on Polymers and Advanced Materials, 27-30.07.2021, Tbilisi, Georgia.* Symposium Proceedings: Ivane Javakhishvili Tbilisi State University Press, 2021, ISBN 978-9941-491-09-2, p.53. E-link: - <https://icsp7.tsu.ge/>

[https://icsp7.tsu.ge/data/file\\_db/icsp7/abstracts\\_21.07icsp7.pdf](https://icsp7.tsu.ge/data/file_db/icsp7/abstracts_21.07icsp7.pdf)

2. Zeynalov E.B., Naghiyev Ya.M., Huseynov A.B., Abdurhamanova N.A. Aerobic oxidation of diesel fractions using nanocarbon catalyst denoted as CVD 4. *7th International Caucasian Symposium on Polymers and Advanced Materials, 27-30.07.2021, Tbilisi, Georgia.* Symposium Proceedings: Ivane Javakhishvili Tbilisi State University Press, 2021, ISBN 978-9941-491-09-2, p.76. E-link: - <https://icsp7.tsu.ge/>

[https://icsp7.tsu.ge/data/file\\_db/icsp7/abstracts\\_21.07icsp7.pdf](https://icsp7.tsu.ge/data/file_db/icsp7/abstracts_21.07icsp7.pdf)

5 İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər

1. Layihə işləri üzrə patentin alınması üçün “Sintetik yağ-naftən neft turşularının alınma üsulu” adlı ixtira Azərbaycan Respublikasının Əqli Mülkiyyət Agentliyinin tabeliyində olan Patent və Əmtəə Nişanlarının Ekspertiza Mərkəzinə təqdim olunmuş (iddia sənədi № a 2022 0100) və ilkin ekspertizanın müsbət nəticəsi haqqında bildiriş alınmışdır.
2. Patentın alınması üçün “Neft mənşəli sintetik neft karbon turşularının alınması üsulu” adlı ixtira Azərbaycan Respublikasının Əqli Mülkiyyət Agentliyinin tabeliyində olan Patent və Əmtəə Nişanlarının Ekspertiza Mərkəzinə təqdim olunmuş (iddia sənədi № a 2022 0162) və ilkin ekspertizanın müsbət nəticəsi haqqında bildiriş alınmışdır.

6 Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərməlidir)

1. Layihənin planına uyğun olaraq, layihənin icraçısı, a.e.i., dosent Nağıyev Yaqub Mehdi oğlu AR Prezidenti yanında EIF tərəfindən 24.02.2022-28.02.2022 tarixlərində Rusiya Federasiyası Tataristan Respublikası Kazan şəhərində yerləşən Kazan Elmi-Tədqiqat Texniki Universitetinə (KETTU) ezam olunmuşdur.

**Ezamiyyətin məqsədi, baş tutmuş müzakirələr, görüşlər**

Ezamiyyətin məqsədi - A.R. Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondu tərəfindən maliyyələşdirilən qrant layihəsi çərçivəsində elmi və praktiki nəticələrin ümumi müzakirəsi, neft və neft məhsullarının, onların oksidləşməsi nəticəsində alınan qiymətli oksigenli üzvi birləşmələrin analiz metodlarının istifadə olunması haqqında yeniliklər, müxtəlif növ müasir cihazlar, onların iş prinsipi ilə yaxından tanışlıq olmuşdur.

Ezamiyyət müddətində universitetin elitası, professor və müəllimlərlə, elmi tədqiqatçılarla maraqlı görüşlər keçirilmiş, onların iş prinsipləri və kimya laboratoriyaları ilə yaxından tanışlıq, qrant layihəsi çərçivəsində birgə əməkdaşlıq haqqında və sair məsələlər müzakirə edilmişdir ki, bunlar da tərəflər arasında tərtib olunan protokolda öz əksini tapmışdır.

İlk görüş Tataristan Respublikasının əməkdar elm xadimi, Neft, Kimya və Nanotexnologiyalar İnstitutunun icraçı direktoru, Neft və Qaz Emalının Kimya Texnologiyası şöbəsinin müdiri, texnika elmləri doktoru, professor Başkırtseva Nataliya Yuryevna ilə olmuşdur. Xanım Natalya Yuryevna qonağı çox səmimi və mehriban qarşılayaraq, rəhbərlik etdiyi laboratoriyalarla, kollektivlə yaxından tanış etmiş, universitetin kimya laboratoriyalarında aparılan elmi-praktiki işlər, Neft və qazın emalı zamanı istifadə olunan yeni nanotexnologiyalar haqqında geniş məlumat vermişdir. Eyni zamanda, neft məhsullarının və tullantılarının yeni nanotexnologiyalar əsasında emalı zamanı istifadə olunan metodlar, alınan qiymətli məhsullar, onların tətbiq sahələri haqqında maraqlı və çox geniş izahat verilmişdir. Elmi laboratoriyalarda qonağı neftdən alınan bitumun yeni nanotexnologiya əsasında termiki və katalitik emalı nəticəsində alınan bir sıra maddələrin kolleksiyası, onların emal texnologiyaları ilə tanış etdilər.



Universitetin Beynəlxalq əlaqələr şöbəsinin müdiri, k.e.n. dosent Anna Ottovna Ebel qonağa üzərində universitetin, laboratoriyaların və həmçinin universitet tərəfindən istehsal olunan məhsulların şəkilləri olan qabı hədiyyə etmişdir.

Sonrakı görüş həmin kafedranın dosenti, Kimya texnologiyası, neft və qazın emalı kafedrasının laboratoriya müdiri, k.ü.f.d. Şastina Yelen İqoryevna ilə oldu. Yelena İqoryevna rəhbərlik etdiyi laboratoriyada nanotexnologiyalar əsasında apardıkları elmi işlər haqqında ətraflı və faydalı məlumatlar verdi. Gələcəkdə qarşılıqlı əməkdaşlıq əsasında eimi işlərin aparılmasının mümkünlüyünü xüsusilə vurğuladı. Aparılmış görüşlər haqqında çoxlu maraqlı, canlı videoroliklər və fotosəkillər çəkilmişdir.

Növbəti iş günü Ümumi kimya texnologiyası kafedrasının müdiri, kimya elmləri doktoru, professor Ulitin Nikolay Viktoroviç və həmin kafedranın professoru, kimya elmləri doktoru, Rusiya Federasiyasının əməkdar elm xadimi Xarlampidi Xarlampiy Evklidoviçlə görüşlər keçirilmişdir.

Professor Nikolay Viktoroviç Ümumi kimya texnologiyası kafedrasında aparılan elmi işlər, o cümlədən neft karbohidrogenlərinin qaz və maye fazalarda hava oksigeni və hidrogen peroksidlə aparılan oksidləşmə proseslərində istifadə olunan Modul və Kaskad tipli cihazlarla, eyni zamanda, kinetik qanunauyğunluqların öyrənilməsi üçün istifadə edilən İsveçrə istehsalı olan qurğu və onun iş prinsipləri ilə, həmçinin, alınan qiymətli oksigenli, oksigensiz birləşmələrin analizində istifadə olunan müasir metodlarla yaxından tanış etdi. Həmin cihazların istehsal olunduğu ölkə və şəhərlər, əldə olunması barədə ətraflı məlumatlar təqdim etdi.



Ümumiyyətlə, görüş zamanı professor Xarlampiy Evklidoviç nəzəriyyənin praktika ilə əlaqəsi məsələsinin əsas və geniş müzakirə obyektlərindən biri olduğunu xüsusi ilə qeyd etdi. Professorlar hər ikisi Elmin İnkişafı Fondu tərəfindən aparılan elmi-tədqiqat işlərinin, o cümlədən bizim təqdim etdiyimiz layihənin “Sintetik naften turşularının yüksək çıxım və selektivliklə qeyri-zəncirvari reaksiya ilə alınması üçün karbon nano katalizatorların işlənilməsi və tətbiqi” mövzusunun aktual və perspektivli bir sahə olduğunu göstərdilər. Xüsusən sintetik naften turşularının geniş tətbiq sahəsinə malik olduqlarını xüsusilə qeyd etdilər. Bu sahənin daha da genişləndirilməsi, birgə əməkdaşlıq haqqında ümumi elmi və praktiki müzakirələrin aparılmasının vacibliyini xüsusilə vurğuladı. Eyni zamanda, birgə elmi-tədqiqat işlərinin və qrant layihələrinin, doktorant və magistrantların mübadiləsi əsasında ikili diplomların verilməsi, onlayn formada müxtəlif elmi sahələrin, praktiki nəticələrin birgə müzakirələri və sair məsələlərin mümkünlüyü haqqında ilkin razılaşmalar əldə edilmiş, tərəflər arasında tərtib olunan yekun protokolda yuxarıda qeyd olunan məsələlər öz əksini tapmışdır.

2. Layihə rəhbəri, **Zeynalov Eldar Bahadır oğlu** Almaniya Federativ Respublikaya Berlin Texniki Universitetinin (Technical University of Berlin) Polimer Materialları və Texnologiya şöbəsinə (Department of Polymer Materials & Technologies), Prof. Dr.-Ing. Dietmar W. Auhl-un dəvəti ilə 16 – 25 May 2022 il tarixlərində 10 gün müddətinə ezam olunmuşdu.

**Ezamiyyətin məqsədi, baş tutmuş müzakirələr, görüşlər.**

Ezamiyyətin məqsədi layihənin mövzusu ətrafında aparıcı alman alimləri ilə müzakirələr aparmaq, bu elmi istiqamətin dünya miqyasında mövcud mərkəzlərini araşdırmaq və onun kimya-netfkimya elm və sənaye məkanında “xüsusi çəkisini” bilmək, alınmış fundamental və təcrübi nəticələrini məqsənyönlü şəkildə yerləşdirmək imkanlarını və şərtlərini öyrənmək, digər, mübadilə zamanı qəflətən yaranan məsələlərini həll etmək olmuşdur.

Berlin Texniki Universitetinin əsas binası şəhərin mərkəzində Ernst-Reuter Platz adlı metronun yanında yerləşir.



İlk görüş Berlinin Texniki Universitetinin Polimer Materialları və Texnologiya şöbəsinin professoru Yörq Florian Fridrixlə olmuşdur. Görüş zamanı layihənin mövzusu ətrafında fikir mübadiləsi aparılmışdır. İlk öncə söhbət zamanı geyd olunmuşdur ki, oksidləşmə prosesləri kimya elmində ən böyük əhəmiyyət kəsb edən proseslərdən biridir. Onların nəticəsində təbiətdə zəruri olan karbon-oksigen sikli reallaşır, insan həyatı üçün vacib olan mühit formalaşır. Məhz oksidləşmə çevrilmələri nəticəsində yer kürəsinin alt qatlarında neftin yetişmə prosesində neftin əsas Oksigen saxlayan maddələrindən biri olan təbii naften turşuları (TNT) formalaşır. TNT-lər kimya elmində və sənayesində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Lakin onların təbii ehtiyatları çox məhduddur və bu səbəbdən biz (EZ) öz layihəmizdə oksidləşmə proseslərini modelləşdirərək alternativ neft turşularının alınmasında səy göstəririk və neft karbohidrogenlərini oksidləşdirməklə çalışırıq ki, sonda sintetik neft turşularının (SNT) alınmasına nail olaq (EZ). Prof. Fridrix məlumat verdi ki, artıq layihə üzrə xeyli işlər görülüb və nəticələr əla və qənaətbəxşdir: - xammal (dizel yanacağı və 3 fraksiya) tam şəkildə kütlə spektrometrik analizdən keçirilib, bütün komponent tərkibləri təyin olunub, məqsədli fraksiya seçilib, katalizatorların müxtəlif növləri CVD-üsulu ilə hazırlanıb, reaksiyanın optimal şəraiti tapılıb və proses artıq laboratoriya miqyasından yarım sənaye-pilot qurğusuna ötürülə bilər. Prof. Fridrix öz növbəsində geyd etdi ki, - “ İndi neft hasil edən ölkələr üçün əsas mesaj Dizeldir və gələcəkdə benzin hasilatı kəskin sürətdə azalacaq. Nəticədə qiymətlər dövlətin gəliri düşəcək, və belə halda neft məhsulları getdikcə daha çox kimyəvi proseslər üçün əlçatan olacaq və yeni neft əsaslı məhsulların istehsalı üçün istifadə olunacaq. Bu

zəmində faktiki beynəlxalq tendensiya neft məhsullarının daha intensiv kimyəvi parçalanması və yeni məhsulların geniş spektrinin sintezi üçün yeni və ruhlandırıcı kimyəvi proseslərin gələcək inkişafıdır. Sizin layihə belə yüksək ixtisaslaşmanın daha dərin və geniş istifadəsinin bariz nümunəsidir. Sizin layihənin məqsədlərinə karbon-nanoborularının inteqrasiyası onun müasir xarakterini təsdiqləyir. Burada yeni kataliz sahəsi açılır. Perspektivlər əla görünür” – deyərək prof. Fridrix bizim layihəyə qiymət verdi.

Görüşün əsas nəticəsi – prof. Fridrix layihə üzrə çapa təqdim olunan elmi əsərləri Springer-Verlaq nəşriyyatında çap etməyə dəstək verməsi və alınmış məqsədli kimyəvi məhsullarının Avropa neft-kimyə sənaye müəssisələrində istehsalat etmək imkanlarını araşdırması olmuşdur. Görüşün sonunda layihə işləri üzrə tərtib və artıq çap olunmuş Zeynalov və dig. müəllif. “Dizel yanacağına komponent tərkibi (preprint). Füyuzat, 2022 -90 səh”. elmi əsər təqdim olunmuşdur.



Digər görüş Polimer Materialları və Texnologiya şöbəsinin əməkdaşları, prof. Dr-İng. Dietmar Auhl, MSc Özen Arda və MSc Peng Wang-a və dig. iştirakçılarla deyirmi masa (workshop) arxasında olmuşdur.

Layihə rəhbəri layihə haqqında məruzə ilə çıxış edərək geyd etdi ki, bu gün neft karbohidrogenlərinin katalitik oksidləşməsi nəticəsində alınan SNT-lər və onların törəmələri neft-kimyə sənayesində ən qiymətli və geniş tətbiq sahələri tapan məhsullardır. Belə ki, bu məhsullar yanacaqlara aşqar, lak-boya istehsalına sikkativ, oksidləşmə və oksisintez proseslərinə katalizator, dəri-gön istehsalına yağlayıcı və aşılama maddə, korroziya inhibitorları, plastik kütlələrə plastifikator, aqressiv mühitlərdə istifadə olunan izolyasiya materiallarına antiseptik və sairə sahələrdə istifadə olunur. Hal hazırda SNT-nin alınma prosesinin təkmilləşdirilməsi çox aktual bir məsələdir. Neft karbohidrogenlərinin maye fazada oksidləşməsi mövzusunda dair son illərin araşdırmaları göstərir ki, bu sahə üzrə aparılan elmi və praktiki tədqiqatlar əsasən yeni effektiv katalizatorların və katalitik sistemlərin axtarışına istiqamətləndirilmişdir. Bu tendensiya nanokimyənin və nanozərrəciklərin meydana gəlməsi ilə də sıx bağlıdır. Azərbaycan neftlərinin dizel distillatı əsasında SNT-in sintezi üçün səmərəli katalitik sistemlərin və oksidləşdiricilərin, sintetik turşular qarışığının yüksək çıxımla alınma üsulunun işlənib hazırlanması və bu turşular əsasında yüksək keyfiyyətli və sənaye əhəmiyyətli məhsulların yaradılması həm mühüm elmi, həm də praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Geyd olunmuşdur ki, layihənin əsas məqsədi nanokatalizatorların iştirakında SNT-i yüksək çıxım və selektivliklə alınma prosesini işlənib hazırlanması və sənaye prosesin təqdim edilməsidir.

Meruzə qarşı tərəfdən çox məmnunluqla qarşılandı və bu sahədə xarici alimlər tərəfindən hər cür dəstək verilməsi istəyi ifadə olundu. Potensial oksidləşmə nanokatalizator qismində Bakıda hazırlanmış çoxsaylı nanokarbon boruları (ÇLKNB) saxlayan dörd cürə nümunə seminar iştirakçılarna təqdim edildi. Onlardan - 1. ÇLKNB, 2. Epoksid + ÇLKNB (7.4küt.%), 3 Keramika + ÇLKNB (5.0küt.%), 4. Polidimetilsiloksan+ ÇLKNB (3.0 küt.%).



Deyirmi masa iştirakçılarının öz təklifi və təşəbbüsü ilə nümunələr şöbəsinin tərkibində olan test laboratoriyasına sınaqlardan keçirilməsi üçün qəbul edildi. Tez bir zamanda sınaqların nəticələrini layihə rəhbərinə təqdim edilməsi haqda da söz verildi.

Ezamiyyət zamanı Berlin Polimer Materialları və Texnologiya şöbəsinin həmkarlarına yeni növ polimer kompozit katalizatorlarının tərkibində karbon nanoborularının miqdarını təyin etmək üçün yeni üsul və yanaşma təklif olundu. Geyd olundu ki, yeni bu üsulun tətbiqi nəticəsində kompozitlərin elektrokeçiriliyi (S) və karbon nanoborularının miqdarı arasında asılıqlar təyin etmək və layihə işləri üçün yeni qiymətli məlumat almaq mümkündür. Təqdim olunmuş polimer və keramik daşıyıcısı olan nanorarbon kompozitləri Berlin Texniki Universitetinin Polimer Materialları və Texnologiya şöbəsinin laboratoriyasında sınaqlardan və tədqiqatlardan keçəndən sonra neft karbohidrogenlərinin oksidləşmə proseslərində yeni bir smart katalizatorlar kimi tətbiq edilə bilər. Ezamiyyət zamanı Berlin Texniki Universitetin elektron kitabxanasından layihənin elmi profilinə uyğun ədəbiyyət materialları toplanılıb işlənmişdir. Web of Science bazasına daxil olma imkanlarından istifadə edərək 5 əsas və 36 daxil istiqamətlər üzrə – füllənlər, karbon nanoboruları, oksidləşmə prosesləri, təbii və sintetik turşuları sahələrini əhatə edən ədəbiyyat materialları toplanıb, sistemləşdirilib və kompüter yaddaşında saxlanılmışdır. İstiqamətlər bunlar olmuşdur:

**Əsas istiqamət I : Petroleum acids, Naphthenic acids (sonuncu 5 il)**

1. Petroleum acids and oxidation and catalysis
2. Naphthenic acids and oxidation and catalysis
3. Naphthenic acids and oxidation
4. Synthetic naphthenic acids
5. Synthetic petroleum acids and oxidation
6. Synthetic naphthenic acids and oxidation
7. Naphthenic acids and carbon nanotubes
8. Naphthenic acids and fullerenes
9. Petroleum acids and oxidation
10. Petroleum acids and fullerenes
11. Petroleum acids and carbon nanotubes
12. Oil acids and liquid phase oxidation
13. Petroleum acids and genesis
14. Petroleum acids and
15. Naphthenic acids and genesis
16. Naphthenic acids and occurrence

**Əsas istiqamət II: Petroleum, oil hydrocarbons oxidation**

17. Oil hydrocarbons and liquid phase oxidation
18. Oil hydrocarbons and aerobic oxidation
19. Petroleum and liquid phase oxidation

20. Petroleum hydrocarbons and aerobic oxidation

21. Petroleum and aerobic oxidation

**Əsas istiqamət III: Petroleum/diesel hydrocarbons and oxidation and hydrogen peroxide**

22. Petroleum hydrocarbons and oxidation and hydrogen peroxide

23. Diesel and liquid phase oxidation and hydrogen peroxide

24. Diesel and oxidation and hydrocarbons and Fenton

25. Petroleum and oxidation and hydrocarbons and Fenton

26. Oxidation and hydrocarbons and hydrogen peroxide

27. Hydrogen peroxide and oxidation and crude oil

**Əsas istiqamət IV: Fullerene / Carbon nanotubes and oxidation and hydrocarbons**

28. Carbon nanotubes and catalysis and liquid phase oxidation

29. Carbon nanotubes and catalyst and liquid phase oxidation and hydrocarbons

30. Fullerene and derivatives and liquid phase oxidation

31. Fullerene and oxidation and hydrocarbons

32. Carbon nanotubes and oxidation and hydrocarbons

**Əsas istiqamət V: Fullerene/Carbon nanotubes and oxidation and hydrogen peroxide**

33. Fullerene and oxidation and catalysis and hydrogen peroxide

34. Carbon nanotubes and oxidation and catalysis and hydrogen peroxide

35. Fenton and oxidation and fullerene

36. Fenton and oxidation and carbon nanotubes

Ezamiyyət zamanı toplanmış qiymətli ədəbiyyat məlumatları növbəti monoqrafiyanın yazılmasında istifadə olunması nəzərdə tutulmuşdur və layhənin növbəti mərhələlərində minoqrafiyanın tərtibatında öz əksini tapdı.

7 Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa)

8 Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak

Onlayn formatında Ukrayna Lvov Politexnik Milli Universiteti tərəfindən təşkil olunmuş XI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «Поступ в нафтогазопереробній та нафтохімічній промисловості» APGIP-11 beynəlxalq konfransın işində Elmi Komitənin Uzvi kimi layihə rəhbəri iştirak etmişdir

Layihənin rəhbəri Kazaxstan Bekturov adına Kimya Elmləri İnstitutu tərəfindən təşkil və akademik Talkıbek Jumadilov-un 70 illiyinə həsr olunmuş "Modern problems of development of fundamental and applied chemistry and technology of low- and high-molecular compounds in solving industrial and environmental problems" Beynəlxalq Elmi-Praktiki konfransı işində onlayn formatında iştirak etmişdir

9 Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərilməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq)

Layihə rəhbəri, Eldar Zeynalov, Berlinin Texniki Universitetinin Polimer Materialları və Texnologiya şöbəsinin əməkdaşlarına, prof. Dr-İng. Dietmar Auhl, MSc Özen Arda və MSc Peng Wang-a deyirmi masa tədbirində layihəyə haqqında **şifahi** məruzə etmiş və mövzu ətrafında müzakirələr və fikir mübadiləsi aparmışdır

10 Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmulatları

11 Yerli həmkarlarla əlaqələr

Karbon nanoborularının elektron mikroskopik SEM, X-ray, və EDX spektrlərinin əldə edilməsi və digər analitik işlərin aparılması zəminində AMEA-nın Fizika, Geologiya-Geofizika İnstitutları,

	Azərbaycan Tibb Universiteti, Intertek Azeri, SEM-AZ və Azərbaycan-Fransız Universitetinin həmkarları, mütəxəssis və operatorları ilə geniş əlaqələr və müzakirələr həyata keçirilmişdir.
12	Xarici həmkarlarla əlaqələr Layihənin məği və mahiyyəti haqda Avropanın aparıcı alimlərinə qısa məlumat göndərilmişdir. Berlin Texniki Universitetinin professoru, dünya şöhrətli alman alimi Yorq Fridrix layihəyə qarşı öz fikirlərini bildirmişdir ( <b>məktub əlavə olunur</b> ). Məktubda Yorq Fridrix layihənin mövzusunun aktual olmasını, yüksək elmi və praktiki nəticələrə gətirən işlərin vacibliyini və yeni nano-katalizator erasının açılmasını xüsusi olaraq, vurqulayıb və layihənin uğurla başa çatmasını arzu edib/ Professor Norman Allen (Böyük Britaniyanın Mançester Metropolitan Universiteti) ilə elektron poçt vasitəsi ilə nanotexnologiyanın bəzi tərəflərinə dair fikir mübadiləsi aparılmışdır Layihənin mövzusu ətrafında professor Vladimir Vishnyakov (Böyük Britaniyanın Huddersfield Universiteti) ilə Skype və elektron poçt vasitəsi ilə fikir mübadiləsi aparılmış və alınmış elmi nəticələr müzakirə edilmişdir. Lvov Politexnik Milli Universitetinin Neft-Qaz Kimyası və Emalı kafedrasının müdiri Michael Bratiçak və əməkdaşları ilə əlaqələr yaradılmış və layihənin elmi istiqaməti üzrə məsələlər onlayn formatında müzakirə edilmişdir Almaniyanın Potsdam Universitetinin professorları Helmut Schlaad və Andreas Taubert-lə layihənin mövzusu ilə bağlı əlaqələrin yaradılması ətrafında email- məktublaşma aparılmışdır.
13	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa) Layihənin elmi istiqaməti üzrə AMEA-nın magistraturasına yeni daxil olunmuş MDUBF-nin bakalavri Apayeva Rəminə Rauf qızına” Keçid metallarla modifikasiya olunmuş nanokarbon katalizatorların aktivliyinin karbohidrogenlərin maye fazada aerob oksidləşmə proseslərində tədqiqi” adlı mövzu təyin edilmiş, mövzu ilə bağlı təlimlər və eksperimental işlər aparılmışdır.
14	Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa)
15	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa) Layihənin həll olunması zamanı fərdi və məşqələ formatında laboratoriyanın gənc alimlər, magistr, doktorantlarla, eləcə də MDUBF-nin tələbələri ilə məruzələr təcrübə-artırma dərsləri həyata keçirilmişdir
16	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərilməlidir)

#### SİFARIŞÇI:

Azərbaycan Elm Fondu

Şöbə müdiri

Quliyeva Mülayim Sahib qızı

#### İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Zeynalov Eldar Bahadır oğlu

(imza)

“ \_ ” \_\_\_\_\_ 20\_ -ci il

(imza)

“ \_23\_ ” \_Fevral\_\_\_\_\_ 2023\_ -ci il





## AZƏRBAYCAN ELM FONDU

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

Azərbaycan Elm Fondunun “Elm-Təhsil-Sənaye”  
məqsədli qrant müsabiqəsinin  
(EIF/MQM/ETS-2020-1(35)) qalibi olmuş  
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

### ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN ƏMƏLİ (TƏCRÜBİ) HƏYATA KEÇİRİLMƏSİ VƏ LAYİHƏNİN NƏTİCƏLƏRİNDƏN GƏLƏCƏK TƏDQIQATLARDA İSTİFADƏ PERSPEKTİVLƏRİ HAQQINDA MƏLUMAT VƏRƏQİ

(Qaydalar üzrə Əlavə 16)

Layihənin adı: **Sintetik naften turşularının yüksək çıxım və selektivliklə qeyri-zəncirvari reaksiya ilə alınması üçün karbon nanokatalizatorların işlənilməsi və tətbiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Zeynalov Eldar Bahadır oğlu**

Qrantın məbləği: **289 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-MQM-ETS-2020-1(35)-08/05/4-M-05**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **10 fevral 2021 – ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 mart 2021-ci il – 01 mart 2023-cü il**

**Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır**

#### Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi

**1** Layihənin əsas əməli (təcrübi) nəticələri, bu nəticələrin məlum analoqlar ilə müqayisəli xarakteristikası

Layihə işlərinin yerinə yetirilməsi nəticəsində dünya praktikasında ilk dəfə karbon nanokatalizatorlarının iştirakı ilə sintetik yağ naften neft turşularının alınma prosesi işlənilib hazırlanmışdır. Proses laboratoriya şəraitində, əvvəl şüşə, sonra isə dəmir pilot qurğuda optimallaşdırılmış və sənaye prosesinə keçid vəziyyətinə tam şəkildə gətirilmişdir. Nəticədə, dünya elmində və praktikasında ilk dəfə dizel yanacağından yeni maddə - sintetik yağ naften neft turşuları əldə edilmişdir. İşlənilib hazırlanmış proses patent iddia sənədinin alınması üçün “Sintetik yağ-naften neft turşularının alınma üsulu” və “Neft mənşəli sintetik neft karbon turşularının alınması üsulu” adlı ixtiralar Azərbaycan Respublikasının Əqli Mülkiyyət Agentliyinin tabeliyində olan Patent və Əmtəə Nişanlarının Ekspertiza Mərkəzinə təqdim olunmuş və ilkin ekspertizanın müsbət nəticəsi haqqında təsdiq edilmişdir.

İşlənilib hazırlanmış prosesin analoqu və prototipi yalnız Azərbaycanda, mərhum akademik Bahadır Zeynalovun və onun elmi məktəbinin keçən əsrdə aparılmış işlərində öz əksini

tapmışdır.

Layihədə təqdim olunan proses analoq və prototiplə müqayisədə aşağıdakı üstünlüklərə malikdir:

1. Naften konsentrasiı dizel fraksiyasından deyil, dizel yanacağından alınır ki, bu da xammalı xeyli daha ucuz və tez tapılan edir.

2. Analoq-prototipdə istifadə olunan xammalı- naften konsentrasiı dizel fraksiyasından iki mərhələyə - aromatisizləşdirmə və parafinsizləşdirmə yolu ilə hazırlanır. Müqayisədə carı ixtirada parafin-naften konsentrasiını asan əldə edilən və ucuz avtomobil dizel yanacağından bir mərhələyə alınır ki, bu da ilkin əməliyyatları xeyli sadələşdirir.

3. İxtirada heterogen nanokatalizator istifadə olunur ki, onu reaksiyadan sonra asan ayrılması və təkrarən reaksiya cəlb edilməsinə imkan verir. Üstünlük bir daha ondadır ki, nanohissəcikli katalizator olduğundan o, ixtiranın oksidləşmə prosesində yüksək effektivlik və selektivlik nümayiş etdirir. Belə ki, analoq-prototiplə müqayisədə 2-3 dəfə az miqdarda reaksiyaya daxil edilən  $\text{Co}\text{-}\text{Fe}\text{-}\text{Zn}\text{-}\text{Ni}\text{-}\text{Mg}$  katalizatoru və 5 dəfə az hava sərfiyyatı ilə məqsədli neft karbon turşularının çıxımını prototiplə müqayisədə 1.6 dəfə artırır, yan məhsulu olan oksikarbon neft turşularının isə əmələ gəlməsini sıfıra gədər endirir.

4. Nanokatalizator reaksiyadan sonra aktivliyini itirmir və təkrarən, bir neçə dəfə reaksiyada istifadə oluna bilər. Bu xüsusiyyət, katalitik oksidləşmə sistemlərində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir və prosesin səmərəliliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırır.

2

Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi haqqında məlumat (istehsalatda tətbiq (tətbiqin aktını əlavə etməli); tədris və təhsildə (nəşr olunmuş elmi əsərlər və s. – təhsil sistemində tətbiqin aktını əlavə etməli); bağlanmış xarici müqavilələr və ya beynəlxalq layihələr (kimlə bağlanıb, müqavilənin və ya layihənin nömrəsi, adı, tarixi və dəyəri); dövlət proqramlarında (dövlət orqanının adı, qərarın nömrəsi və tarixi); ixtira üçün alınmış patentlərdə (patentin nömrəsi, verilmə tarixi, ixtiranın adı); və digərlərində)

Layihə işlərinin yerinə yetirilməsi nəticəsində dünya praktikasında ilk dəfə karbon nanokatalizatorlarının iştirakında sintetik yağ naften neft turşularının alınma prosesi laboratoriya və pilot qurğularında işlənilib hazırlanmış və sənaye prosesi kimi təqdim edilmişdir. Tərtib edilmiş texniki şərtlər əsasında proses hər zaman istehsalatda tətbiq oluna bilər.

Nəşr olunmuş elmi əsərlər – monoqrafiyalar- *Zeynalov E.B. və həmmüəlliflər* “ Dizel yanacağıının komponent tərkibi (preprint). Füyuzat, 2022 -90 səh. // “Dizel yanacağıının və onun aromatisizləşdirilmiş və parafinsizləşdirilmiş fraksiyalarının maddə tərkibi” Füyuzat, 2022 - 208s., eləcə də dərc olunmuş məqalələr - *Zeynalov E.B. et al./ Impact of as-prepared and purified multi-walled carbon nanotubes on the liquid-phase aerobic oxidation of hydrocarbons. Chemistry & Chemical Technology 15 (4), 479-485(2021) // Зейналов Э.Б. и соавторы - Компоненты дизельного топлива и их подверженность процессам аэробного окисления. (Components of diesel fuel and their exposure to the processes of aerobic oxidation) Азерб. Нефть. Хозяйство (Azerb. Oil Industry), раздел Нефтепереработка и Нефтехимия (section Oil Refining and Petroleum Chemistry) 2, 55-59(2022)// Аэробно-пероксидное окисление нафталина в присутствии переходного металла на наноуглеродном носителе. SOCAR Proceedings (Fundamental scientific researches) 4, 142-149(2022) tədris və təhsil sistemində çalışan professor -müəllim heyyyəti, doktorant, magistr və tələbələr tərəfindən səmərəli istifadə oluna bilər. Xarici müqavilələr bağlanılmamışdır. Beynəlxalq layihələrdə və dövlət proqramlarda iştirak olmamışdır.*

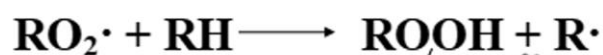
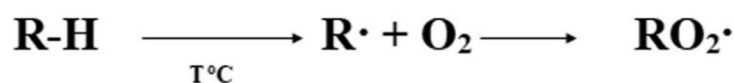
Layihə işləri üzrə patentlərin alınması üçün “Sintetik yağ-naften neft turşularının alınma üsulu” və “Neft mənşəli sintetik neft karbon turşularının alınması üsulu” adlı ixtiralar Azərbaycan Respublikasının Əqli Mülkiyyət Agentliyinin tabeliyində olan Patent və Əmtəə Nişanlarının Ekspertiza Mərkəzinə təqdim olunmuş (iddia sənədləri № a 2022 0100 və № a 2022 0162) və ilkin ekspertizanın müsbət nəticəsi alınmışdır.

## 1. Layihənin nəticələrindən gələcək tədqiqatlarda istifadə perspektivləri

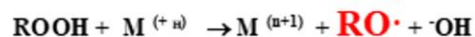
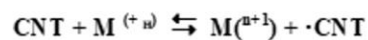
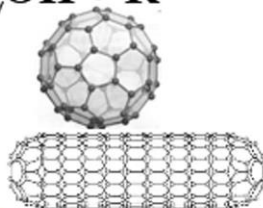
1

Nəticələrin istifadəsi perspektivləri (fundamental, tətbiqi və axtarış-innovasiya yönlü elmi-tədqiqat layihə və proqramlarında; dövlət proqramlarında; dövlət qurumlarının sahə tədqiqat proqramlarında; ixtira və patent üçün verilmiş ərizələrdə; beynəlxalq layihələrdə; və digərlərində)

Layihə işləri nəticəsində dünya praktikasında ilk dəfə işlənib hazırlanmış sintetik yağ naftən neft turşularının alınma prosesi nanotexnologiyanın son innovasiya xarakterli nailiyyətləri ilə bağlıdır və perspektivləri genişdir. Belə ki, prosesdə metalsaxlayan müxtəlif karbon nanokatalizatorların tətbiqi yeni praktiki və fundamental nəticələrə gətirib çıxardır. Fundamental nəticəsi - ilk dəfə olaraq, metal saxlayan nanokarbon katalizatorlarının (CNT) iştirakında neft karbohidrogenlərin (RH) molekulyar oksigenlə yeni mexanizmi irəli sürülmüşdür (Şəkil 1).



**M (keçid metallar)**  
(Fe, Mn, Co, Ni, Cr, Ti)



**Oksidləşmə məhsulları**

**Şəkil 1.** Neft karbohidrogenlərinin (RH) maye fazada nanokarbon katalizatorları (CNT) iştirakında aerob katalitik oksidləşmə prosesinin sxemi.

Bu yanaşma, mexanizm və prosesin sxemi neft kimyası, kinetika - kataliz sahələrinin nəzəriyyəsinə və fundamental əsaslarına daxil olaraq, tətbiqi və axtarış-innovasiya yönlü elmi-tədqiqat layihə və proqramlarının tərtibatında, həmçinin onların gələcək inkişafı üçün daha geniş imkanlar yaradacaqdır.

Nanotexnologiyaya imkanlarının tətbiq edilməsi gələcəkdə beynəlxalq layihənin qəbul edilməsi ehtimalını daha da artırır ki, bu da layihənin istiqamətinin düzgün seçimi və alınmış nəticələrin mühüm olmasını bir daha təstiq edir.

Praktiki nəticə - Layihədə işlənib hazırlanmış sintetik yağ-naftən turşularının (SYNT) alınma prosesi neft emalı sənayesi üçün ilk dəfə təqdim olunur. Sintez edilmiş SYNT-in

tətbiq sahəsinin perspektivləri çox genişdir və ixtira və patent üçün verilmiş ərizələrdə çox səmərəli şəkildə istifadə oluna bilər. Belə ki, SYNT-lər effektiv funksiyada, insektisid, bakterisid və çürüməyə qarşı xassələrə malikdir. Onların əlaqəli bitki zərərvericiləri ilə mübarizədə tez-tez rütubət, bakteriya, zərərvericilər və s. təsirinə məruz qalan ağacların yelkən parçaları, kisələr, kəndirlər, su keçirməyən parça, balıqtutma vasitələri və digər material obyektlərinin doydurulması üçün praktiki olaraq istifadə edilməsi yuxarıda göstərilən xassələrlə sıx bağlıdır. SYN turşularının qurğuşun, xrom, kobalt və manqan duzları (naftenatlar) yağlara və yanacaqlara əlavə edilən antistatik, antidetonasiya və köpüklənməyə qarşı aşkarlar kimi tətbiq edilə bilər. SYN turşuları əsasında sürüçkən, emulqasiya materialları, kəsici dəzgahlar üçün soyuducu vasitələr, rəng yapışqanları, maşın və mexanizmlər üçün qatı sürtgü materialları, deemuqatorlar alınır. Onlardan tikinti və avtomobil yolları sənayesində suyadavamlı materiallar, kauçukların tərkibinə vulkanlaşdırıcı agentlər kimi daxil olan antipirenlər, vinil stabilizatorları və poliefir qətranları sənayesində katalizatorlar qismində geniş istifadə oluna bilər. SYNT-ı həm də nadir torpaq-metalların ekstraksiyası və sement-kvars (beton) qarışığının və asfalt örtüklərinin tutması və bərkiməsini gücləndirmək üçün tətbiq oluna bilər. Distillə edilmiş təbii SYN turşuları (DSYNT) hidrogenləşməyə məruz qalmış yanacaqların sürtgü xassələrinin bərpa edilməsində yeyilməyə qarşı aşkarlar kimi də uğurla istifadə oluna bilər.

Beləliklə, layihədə alınmış fundamental və tətbiqi nəticələri "Azərbaycan 2030: sosial-iqtisadi inkişafa dair Milli Prioritetlər", "Azərbaycan Respublikası 2022-2026-cı illərdə sosial-iqtisadi inkişaf Strategiyası" çərçivəsində, eləcə də "Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının 2021-2025-ci illər üçün inkişaf proqramı" sahəsində geniş və məqsədyönlü yer ala bilər.

#### **SİFARİŞÇİ:**

**Azərbaycan Elm Fondu**

**Şöbə müdiri**

**Quliyeva Mülayim Sahib qızı**

(imza)

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_-ci il

#### **İCRAÇI:**

**Layihə rəhbəri**

**Zeynalov Eldar Bahadır oğlu**

(imza)

"\_23\_" \_Fevral\_\_\_\_\_ 2023\_ -ci il



## AZƏRBAYCAN ELM FONDU

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

Azərbaycan Elm Fondunun "Elm-Təhsil-Sənaye"  
məqsədli qrant müsabiqəsinin  
(EİF/MQM/ETS-2020-1(35)) qalibi olmuş  
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

### ALINMIŞ ELMİ MƏHSUL HAQQINDA MƏLUMAT (Qaydalar üzrə Əlavə 17)

Layihənin adı: **Sintetik naften turşularının yüksək çıxım və selektivliklə qeyri-zəncirvari reaksiya ilə alınması üçün karbon nanokatalizatorların işlənilməsi və tətbiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Zeynalov Eldar Bahadır oğlu**

Qrantın məbləği: **289 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EİF-MQM-ETS-2020-1(35)-08/05/4-M-05**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **10 fevral 2021 – ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 mart 2021-ci il – 01 mart 2023-cü il**

**Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır**

#### 1. Elmi əsərlər (sayı)

№	Tamliq dərəcəsi	Dərc olunmuş	Çapa qəbul olunmuş və ya çapda olan	Çapa göndərilmiş
	Elmi məhsulun növü			
1.		2	-	-
	<i>Monoqrafiyalar</i>	-	-	-
	həmçinin, xaricdə çap olunmuş			

2.	<i>Məqalələr</i>	3	-	-
			-	-
		1	-	-
		-	-	-
	<i>həmçinin xarici nəşrlərdə</i>	-	-	-
3.	<i>Konfrans materiallarında məqalələr</i>	1	-	-
		1	-	-
	<i>O cümlədən, beynəlxalq konfrans materiallarında</i>			
4.	<i>Məruzələrin tezisləri</i>	2	-	-
		2	-	-
	<i>həmçinin, beynəlxalq tədbirlərin toplusunda</i>			
5.	<i>Digər (icmal, atlas, kataloq və s.)</i>	-	-	-

## 2. İxtira və patentlər (sayı)

No	Elmi məhsulun növü	Alınmış	Verilmiş	Ərizəsi verilmiş
1.	Patent, patent almaq üçün ərizə	-	2	-
2.	İxtira	-	-	-
3.	Səmərələşdirici təklif	-	-	-

## 3. Elmi tədbirlərdə məruzələr (sayı)

No	Tədbirin adı (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s.)	Tədbirin kateqoriyası (ölkədaxili, regional, beynəlxalq)	Məruzənin növü (plenary, dəvətli, şifahi, divar)	Sayı
1.	Konfrans	Beynəlxalq	Şifahi	1
2.	-	-	-	-
3.	-	-	-	-

**SİFARIŞÇI:**

**Azərbaycan Elm Fondu**

**Şöbə müdiri**

**Quliyeva Mülayim Sahib qızı**

(imza)

“ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_-ci il

**İCRAÇI:**

**Layihə rəhbəri**

**Zeynalov Eldar Bahadır oğlu**

(imza)

“ 23 ” \_\_\_\_ Fevral \_\_\_\_\_ 2023\_\_-ci il