

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

**İON MAYE VƏ POLİMER KOMPOZİT KATALİTİK
SİSTEMLƏR İŞTİRAKINDA AROMATİK
KARBOHİDROGENLƏRİN C₆, C₈ VƏ C₁₀
α-OLEFİN LƏRLƏ (OLİQO)ALKİLLƏŞMƏ PROSESİNİN
TƏDQIQI**

İxtisas: 2314.01 – Neft kimyası

Elm sahəsi: Kimya

İddiaçı: **Yetər Muzabbar qızı Babaşova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2023

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda “Polimerləşmə katalizi” laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: kimya elmləri doktoru, professor
Reyhan Vəli qızı Əliyeva

Rəsmi opponentlər: kimya elmləri doktoru, dosent
Mənzər Nəzaməddin qızı Əmiraslanova
kimya elmləri doktoru, professor
Sevinc Əbdülhəmid qızı Məmmədخانova
kimya elmləri doktoru, professor
Pərvin Şamxal qızı Məmmədova

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED-116 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri: kimya elmləri doktoru, akademik
Vaqif Məhərrəm oğlu Abbasov

Dissertasiya şurasının elmi katibi: kimya elmləri doktoru, dosent



Lalə Məhəmməd qızı Əfəndiyeva

Elmi seminarın sədri: kimya elmləri doktoru, dosent



Füzuli Əkbər oğlu Nəsirov

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Elm və texnikanın müxtəlif sahələrində, o cümlədən neft kimyasında alkilləşmə reaksiyaları xüsusi əhəmiyyətə malik yer tutaraq bir çox mühüm sənaye proseslərində geniş tətbiq olunur.¹ Bu proseslər nəticəsində alınan məhsullar xüsusi təyinatlı yağlar, səthi aktiv yuyucu vasitələr, yağ və yanacaqlara əlavələr, plastifikatorlar, antioksidantlar, katalitik komponentlər, liqandlar və s. kimi geniş istifadə edilir. Alkilləşmə reaksiyaları sahəsində aparılan tədqiqatlar hal-hazırda elm və texnika üçün mühüm elmi və praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Məlumdur ki, alkilləşmə reaksiyaları digər neft kimya prosesləri kimi əksər hallarda katalitik sistemlər iştirakında aparılır. Bu proseslər üçün katalitik sistemlər əsasən homogen və heterogen olmaqla müxtəlif sahələrə bölünür. Homogen katalizatorların geniş istifadə olunmasına baxmayaraq, əksər hallarda ekoloji zərərli və aşındırıcı olması, təkrar istifadə və məhsulun katalizatorlardan ayrılmasının çətinliyi kimi bir sıra problemlər yaranır. Bu baxımdan heterogen katalitik sistemlər bəzi üstünlüklərə malikdir. Heterogen katalizatorların isə yüksək selektivliklərinə, təkrar istifadə olunmalarına baxmayaraq, onların əksər hallarda katalitik aktivlikləri qənaətbəxş olmur. Alkilləşmə prosesləri üçün effektiv və ekoloji əlverişli yeni katalitik sistemlərin işlənilməsi və hazırlanması, bu və digər üsullar ilə proseslərin tənzimlənməsi, əvvəldən tələb olunan quruluşa malik alkilaromatik birləşmələrin alınması xüsusən üzvi kimya və neft-kimya elmi istiqamətlərində olduqca aktual problemdir.

Məlumdur ki, son zamanlar bu məsələlər müxtəlif elm sahələri, o cümlədən neft kimyası üçün geniş faydalı olan “Yaşıl kimya” konsepsiyalarının əsas müddəaları sırasında xüsusən ətraf mühit baxımından öz əksini tapmışdır.

“Yaşıl kimya”nın əsas konsepsiyaları kimyaçı alimlər *P.T.Anastas* və *J.C.Warner* tərəfindən işlənilib hazırlanmışdır və hal-

¹ Speight, J. G. Handbook of Petrochemical Processes / J. G. Speight. -Florida, Boca Raton: CRC Press, - 2021. - 580 p.

hazırkı vaxta qədər kimya elmi sahəsində fəaliyyət göstərən mütəxəssislər bu tələblərə uyğun öz tədqiqatlarını aparırlar.

Bu konsepsiyalar sırasında ion mayələrinin (İM) istifadə olunması xüsusi qeyd olunmuşdur. Hal-hazırda ətraf mühit problemləri ilə əlaqədar məsələlərin qloballaşmış vəziyyət aldığı halda “Yaşıl kimya”nın əsas müddəalarına uyğun olaraq, İM-nin tətbiqi kimyəvi maddələrin və proseslərin insan sağlamlığına mənfi təsirini azaltmaq, alternativ və ekoloji cəhətdən əlverişli reaksiya mühitlərinin yaradılmasını təmin etməkdən ibarətdir.

İM praktiki olaraq buxar təzyiqinə malik olmayan alternativ həlledicilər, effektiv və təkrar istifadə imkanına malik katalitik sistemlər, üzvi birləşmələr və metal üzvi katalizatorlar ilə müsbət uyğunlaşma qabiliyyətinə malik geniş temperatur intervalında maye halında olan substratlar, reaksiya məhsulundan asanlıqla ayrıla bilən mühitlər kimi mühüm üstünlüklərə malikdir və son zamanlar geniş istifadə sahələri tapmışdır. Hal-hazırda İM bir çox kimyəvi proseslərdə, o cümlədən alkilləşmə, oliqomerləşmə, asilləşmə və s. reaksiyalarda sınaqdan keçirilmiş və müsbət nəticələr əldə olunmuşdur. İon mayeləri müasir kimya üçün əsas tədqiqat obyektinə çevrilmiş, bu sahəyə çoxsaylı elmi nəşrlər², o cümlədən ensiklopedik məlumatlar həsr edilmişdir.³

Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft Kimya Prosesləri İnstitutunda 2002-ci ildən etibarən hal-hazırkı dönmə qədər İM sahəsində geniş elmi-tədqiqat işləri aparılır. Mərhum akademik A.H.Əzizovun rəhbərliyi ilə başlanan və aparılan bu elmi tədqiqat işləri nəticəsində İM bir sıra neft kimya proseslərində və üzvi sintezdə, o cümlədən oliqomerləşmə, polimerləşmə, efirləşmə, ekstraksiya, dekarboksilləşmə və s. proseslərdə tədqiq olunmuş və mühüm elmi

² Koutsoukos S. A review on machine learning algorithms for the ionic liquid chemical space / S.Koutsoukos, F.Philippi, F.Malaret [et al.] // Chemical Science, – 2021, 12, – p. 6820-6843.

³ Zhang, S. Encyclopedia of Ionic Liquids / S. Zhang – Germany, Berlin:Shpringer Nature, -2023. - 1361 p.

nəticələr əldə edilmişdir.^{4,5,6}

Dissertasiya işi üzrə tədqiqatlar bu elmi işlərin məntiqi davamı olaraq, mühüm neft kimya prosesi olan (oliqo)alkilləşmə reaksiyalarında müxtəlif neft fraksiyalarının ilkin istifadə imkanlarının göstərilməsi, bu proseslər üçün ekoloji və iqtisadi əlverişli ion maye tipli yeni katalitik sistemlərin işlənilib hazırlanması, alınan nəticələrin müxtəlif üsullar ilə optimallaşdırılması, katalitik sistemlərin seçilməsi ilə proseslərin tənzimlənməsi, alınan (oliqo)alkilləşmiş məhsulların (OAM) xassələrinin araşdırılması, onlar üçün dəyərli tətbiq sahələrinin tövsiyə olunması istiqamətində qurulmuşdur. Bu tədqiqat işlərinin nəticələri gələcəkdə ion mayələrinin iştirakı ilə ekoloji və iqtisadi əlverişli (oliqo)alkilləşmə proseslərinin yaradılması üçün geniş elmi və praktiki əhəmiyyətə malikdir.

Tədqiqatın obyektı və predmeti

Tədqiqatın araşdırma obyektı kimi əsas neft kimya prosesi olan alkilləşmə reaksiyaları seçilmişdir. Aromatik karbohidrogenlərin (AK) (benzol, toluol və ksilol) və həmçinin aromatik karbohidrogenlər ilə zəngin olan neft fraksiyalarının (AKNF) (riforinq prosesindən alınan maye fraksiya-RPMF, piroliz prosesindən alınan maye fraksiya-PPMF, katalitik krekinqin geniş maye fraksiyası-KKMF, katalitik krekinqin yüngül qazoyl fraksiyası-KKQF) C₆, C₈ və C₁₀ α-olefinlər (heksen-1, okten-1 və desen-1) ilə (oliqo)alkilləşməsi geniş tədqiq olunmuşdur.

Alkilləşmə reaksiyaları nəticəsində alınan (oliqo)alkilatlar tədqiqatın mühüm obyektı kimi müxtəlif analiz üsulları ilə təhlil edilmiş və tərkiblərin müxtəlifliyinə əsasən reaksiya “marşrutları” (alkilləşmə, oliqomerləşmə, oliqoalkilləşmə, tsiklləşmə, izomerləşmə) müəyyən edilmiş və prosesin məqsədli (oliqo) alkilləşmiş məhsulun (OAM) alınması istiqamətində tənzimlənməsi

⁴ Азизов, А.Г. Ионные жидкости и их применение /А.Г. Азизов, З.Г.Асадов, Г.А. Ахмедова. -Баку:Элм, – 2010. -580 с.

⁵ НКРІ-нин 90 illik inkişafı: keçmişin təcrübəsindən-gələcəyin layihələrinə -Bakı: Elm, -2019. -764s.

⁶ İbrahimova, M.C.İon mayeləri sintezi və tətbiqi / M.C. İbrahimova, F.M. Abdullayeva. – Bakı: - 2022. -331 s.

üsulları işlənib hazırlanmışdır. Alkilləşmə proseslərinin tənzimləndirilməsi və əvvəldən tələb olunan quruluşa malik OAM-in sintezi üçün tədqiqatın əsas predmeti kimi ion maye tipli katalitik sistemlər (İMKS) seçilmiş və tərkibi “dizayn” edilmişdir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri

İşin əsas məqsədi (oliqo)alkilləşmə reaksiyalarının “Yaşıl kimya”nın əsas prinsiplərinə uyğun olaraq, ion mayələrinin “dizayn” olunması ilə tənzimlənmə istiqamətində aparılması və tövsiyələrin verilməsidir. Bu istiqamətdə AK və AKNF-nın olefinlərlə qarşılıqlı təsir reaksiyası götürülmüş və aşağıdakılar qarşıya əsas *məqsədlər* kimi qoyulmuşdur :

- AK-in α -olefinlərlə (C_6 , C_8 və C_{10}) İMKS iştirakında (oliqo)alkilləşməsinin tədqiqi;
- AKNF-nın α -olefinlərlə (C_6 , C_8 və C_{10}) İMKS iştirakında (oliqo)alkilləşməsinin tədqiqi;
- müvafiq (oliqo)alkilləşmə prosesləri üçün effektiv İMKS-in hazırlanması və onun $AlCl_3$ ilə katalitik təsirinin müqayisəsinin aparılması;
- prosesin məhz OAM alınması istiqamətində tənzimlənməsi məqsədilə İMKS üçün ekoloji və iqtisadi əlverişli yeni effektiv katalitik komponentlərin (EKK) seçilməsi;
- prosesin OAM alınması istiqamətində tənzimlənməsi məqsədilə İMKS üçün tərkibində metal saxlayan polimer kompozitlərin (PK) “dispersləyici-modifikasiyaedici” (DM) əlavələr kimi tətbiqinin araşdırılması;
- yeni İMKS (İM, İM+EKK və İM+DM) iştirakında alınan (oliqo)alkilləşmə məhsullarının müqayisəli identifikasiyası və tətbiqi üçün tövsiyələrin verilməsi;

Vəzifələr:

- AK ilə yanaşı müxtəlif AKNF üzrə müqayisəli tədqiqatların aparılması; neft fraksiyalarından aromatik karbohidrogenləri ayırmadan onların birbaşa maye fraksiya şəklində alkilləşən ilkin komponentlər kimi olefinlərlə (oliqo)alkilləşmə prosesinə yönəldilməsi və tələb olunan quruluşa malik oliqoalkilləşmiş məhsulların alınması;
- (oliqo)alkilləşmə proseslərində xloralüminat tipli İMKS-in

$AlCl_3$ ilə müqayisəsi; İM-nin təkrar istifadəsinin, proses üçün yararlılığının, ekoloji və iqtisadi cəhətdən əhəmiyyətli olmasının əsaslandırılması; prosesin tənzimləndirilməsi üçün İM-nin tərkibində EKK və PK-in rolunun müəyyən edilməsi;

- bu proseslərdə alkilləşmə ilə yanaşı oliqomerləşmənin də getdiyinin nəzərə alınması və oliqoalkilləşmə məhsullarında aromatiklik dərəcəsinin müəyyənləşdirilməsi;
- İMKS iştirakında alınan (oliqo)alkilləşmə məhsullarının tətbiq sahəsinin müəyyən edilməsi üçün onların fiziki-kimyəvi göstəricilərinin müəyyənləşdirilməsi, müxtəlif polimer kompozitlərin tərkibində əsasən plastifikasiya göstəricilərinin, yağların tərkibində özlülük aşqarları kimi xüsusiyyətlərinin araşdırılması.

Tədqiqatın metodları

Qeyd olunduğu kimi əsas neft kimya prosesi olan (oliqo)alkilləşmə reaksiyaları və ion mayeləri tədqiqat obyektinə və predmetinə kimi seçilmişdir. Bu tədqiqatlarda Lyüis turşuları iştirakında (LT) Fridel-Krafts alkilləşmə reaksiyaları əsas elmi istiqamət və üsul kimi götürülmüşdür. Lakin tədqiqatlarda əsas məqsəd aromatik halqada oliqomerləşmiş əvəzedicili (yəni uzun zəncirli əvəzedicili) məhsulların alınması olmuşdur. Məlumdur ki, belə məhsullar nisbətən kiçik molekul kütləli (yəni qısa zəncirli əvəzedicili) analoqlarından fərqlənir və neft kimyası üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir (yağ və yanacaqlar, oliqomer, polimer məhsullar ilə birgə istifadə imkanı və s.). Bu metodologiyanın iki fazalı kataliz istiqamətinə yönəldilməsi və xloralüminat tipli ion mayeləri ilə birgə yeni EKK və PK istifadəsi həyata keçirilmişdir. Riyazi hesablama metodu olan “*Matlab-6.5*” proqramından prosesin optimallaşdırılması məqsədilə istifadə olunmuşdur. PK-in hazırlanmasında termiki parçalanma üsulu tətbiq olunmuşdur. (Oliqo)alkilləşmə məhsulları ilə poliolefinlər əsasında alınmış kompozisiyalar ərinti-həllədicidə alınma üsulundan istifadə edilərək hazırlanmışdır. OAM və onlar əsasında hazırlanmış kompozitlər, DM kimi istifadə olunan PK müxtəlif fiziki-kimyəvi üsullar İQ-, UB-, NMR-spektroskopiya, FİA, DSK, RFA, DTA, SEM, yüksək təzyiqli gel-maye xromatografiyası (GMX) və s. metodlar ilə analiz

edilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

- AK və müxtəlif AKNF-nın olefinlərlə (C₆, C₈ və C₁₀) (oliqo)alkilləşmə reaksiyaları üçün İMKS-nin yararlılığı və reaksiya “marşrutları” müəyyən edilmişdir;
- Bu (oliqo)alkilləşmə reaksiyaları üçün ion mayələrinin effektivliyi, təkrar istifadə olunması kimi müqayisəli üstünlükləri göstərilmişdir;
- İMKS-in sintezi zamanı EKK kimi digər Lyüis turşusunun (ZnCl₂) istifadəsi və prosesin tənzimlənməsində AlCl₃-in bu komponentlə qismən əvəz olunması tədqiq edilmişdir;
- İMKS-nin tərkibində DM kimi PK-in istifadəsinin mümkünlüyü göstərilmişdir;
- İMKS iştirakında alınan OAM-nın quruluşlarının tədqiqi üzrə alınan nəticələrə əsasən tələb olunan quruluşa malik məhsulların alınma imkanları göstərilmişdir;
- İMKS iştirakında alınan OAM poliolefinlərin tərkibində plastifikator, neft yağlarında özlülük aşqarı kimi istifadəsinin mümkünlüyü göstərilmiş və tətbiq üçün tövsiyələr verilmişdir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi

- Müxtəlif İMKS iştirakında AKNF-nın C₆, C₈ və C₁₀ α-olefinlərlə qarşılıqlı təsiri ikifazlı kataliz şəraitində tədqiq olunmuşdur. OAM-nın alınması üçün riforminq prosesindən alınan maye fraksiyanın (RPMF) daha məqsədəuyğun olduğu müəyyən edilmişdir. (Oliqo)alkilləşmə proseslərinin tənzimlənmə istiqamətləri və reaksiya “marşrutları” müəyyən edilmişdir.
- AK və AKNF-nın C₆, C₈ və C₁₀ α-olefinlərlə ikifazlı kataliz şəraitində (oliqo)alkilləşmə proseslərinin tənzimlənməsi məqsədilə İMKS-nin tərkibi EKK və PK ilə modifikasiya edilmişdir. İM-nin tərkibinə EKK və DM-in əlavə edilməsinin reaksiyanın yüksək selektivliklə alkilləşmə istiqamətində getməsinə müsbət təsiri göstərilmişdir.
- Bu məqsədlə müxtəlif aminhidroxlidlər (AHX)-trietilaminhidroxlid (TEAHX), piridinhidroxlid (PHX) və AlCl₃ əsasında sintez olunmuş İM tərkibində AlCl₃-ə nisbətən

daha aşağı reaksiya qabiliyyətinə malik olan (prosesin daha “yumşaq” şəraitdə aparılması üçün) Lyüis turşusu ($ZnCl_2$) EKK kimi istifadə olunmuşdur.

- İM-də fazalararası səthin modifikasiyası və reaksiya mühitində diffuziyasının artırılması və dispersləşdirilməsi məqsədilə tərkibində müxtəlif metal və metal oksidləri saxlayan PK DM kimi istifadə olunmuşdur.
- AK və AKNF-nin yeni İMKS iştirakında C_6 , C_8 və C_{10} α -olefinlərlə ikifazlı kataliz şəraitində (oliqo)alkilləşmə prosesləri optimallaşdırılmışdır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti

Dissertasiya işi üzrə “Yaşıl kimya”nın əsas prinsiplərinə uyğun olaraq (oliqo)alkilləşmə reaksiyalarında ion mayələrinin tətbiqi ilə ekoloji və iqtisadi əlverişli proseslərin yaradılması üzrə nəzəri və praktiki əhəmiyyətli nəticələr əldə edilmişdir. Məlumdur ki, aromatik karbohidrogenlərin olefinlərlə qarşılıqlı təsir reaksiyalarında alkilləşmə ilə yanaşı oliqomerləşmə də baş verir.^{1,4,5} Bu da məqsədli məhsulun molekulyar, reoloji, morfoloji və istismar xüsusiyyətlərinin dəyişməsinə gətirib çıxarır. Bu proseslərin tənzimlənmə istiqamətində aparılması və tələb olunan quruluşa malik maddələrin alınması üçün dissertasiya işi üzrə alınan nəzəri əhəmiyyətli nəticələr əldə edilmişdir. Nəzəri əsaslandırılmış bu nəticələr gələcəkdə ion mayələrinin istifadəsi ilə (oliqo)alkilləşmə proseslərinin tədqiqi və müxtəlif neft kimya komplekslərində tətbiqi üçün yararlıdır. Tənzimlənən quruluşa malik OAM-ın alınması üzrə gərəkli tövsiyələr verilmişdir. Bu proseslərin ekoloji cəhətdən əsas əhəmiyyəti odur ki, ion mayələri təkrar istifadə oluna bilər, israf edilmir və resirkulyasiya prinsipi gözlənilir. Digər tərəfdən ion mayələrinin iştirakı ilə birbaşa neft fraksiyalarından, o cümlədən xüsusən də riforminqin maye məhsullarından (oliqo)alkilləşmə reaksiyaları üçün komponent kimi istifadə olunma imkanı geniş praktik əhəmiyyət kəsb edir. Neft fraksiyalarının, xüsusən riforminq prosesinin fərdi aromatik karbohidrogenlərin alınması istiqamətindəki qurğularında heç bir dəyişiklik aparılmadan, (yəni aromatik karbohidrogenləri ayırma mərhələsi aradan qaldırılır) birbaşa olaraq AKNF-ni (oliqo)alkilləşmə istiqamətinə yönəltmək

mümkündür. Optimal parametrlər riyazi üsullar ilə təyin edilmişdir ki, bu da gələcəkdə sənaye əhəmiyyətli işlərin aparılması üçün ilkin göstəricilər kimi istifadə oluna bilər.

Aprobasiyası və tətbiqi

Aparılan tədqiqatlar zamanı əldə olunan nəticələr aşağıdakı konfranslarda məruzə edilmişdir: Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr olunmuş “XXI əsrdə ekologiya və torpaqşünaslıq elmlərinin aktual problemləri” adlı Konfrans (Bakı, 2015), V Международная конференция-школа по химии и физикохимии олигомеров «Олигомеры-2015» (Волгоград, 2015), Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş “Müasir kimya və biologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfrans (Gəncə, 2016), IX Бакинская Международная Мамедалиевская конференция по нефтехимии (Баку, 2016), АМЕА – nın akademik M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunun yaranmasının 80-ci ildönümünə həsr olunmuş Respublika elmi konfransı (Bakı, 2016), X Международная научная конференция-«Приоритеты мировой науки: эксперимент и научная дискуссия», (Южная Каролина, США, 2016), V Российская конференция-«Актуальные проблемы нефтехимии», посвященная памяти академика В.Н.Ипатьева (Звенигород, Россия, 2016), Gənc alimlərin I Beynəlxalq elmi konfransı (Gəncə, 2016), 6th Rostocker International conference “Thermophysical properties for technical thermodynamics” (Rostock, Germany, 2017), Akademik Rəfiqə Əlirza qızı Əliyevanın 85-ci ildönümünə həsr olunmuş “Koordinasion birləşmələr kimyası: analitik kimyanın aktual problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfrans (Bakı, 2017), Professor S.Ə.Sultanovun 90-cı ildönümünə həsr olunmuş “Yanacaq, yanacaq komponentləri, xüsusi təyinatlı mayelər, yağlar və aşqarlar” mövzusunda Respublika elmi-texniki konfransı (Bakı, 2017), Sumqayıt Dövlət Universitetinin yaradılmasının 55-ci ildönümünə həsr olunmuş “Funksional monomerlər və xüsusi xassəli polimer materiallar: polimerlər, perspektivlər və praktiki baxışlar” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfrans (Sumqayıt, 2017),

Международная научно-техническая конференция «Нефтехимический синтез и катализ в сложных конденсированных системах», посвященная 100-летию академика Б.К.Эйналова (Баку, 2017), Международная научно-практическая конференция «Инновативные перспективы развития нефтепереработки и нефтехимии», посвященная 110-летию академика В.С.Алиева (Баку, 2018), “Electronic Processes in Organic and Inorganic Materials (ICEPOM-11)” (Ivano-Frankivsk, Ukraine, 2018), The International scientific conference “Actual Problems of Modern Chemistry”, dedicated to the 90th anniversary of the academician Y.H.Mammadaliyev Institute of Petrochemical Process (Baku, 2019), Green Chemistry Online Postgraduate Summer School (Venice, Italy, 2020), 2nd International scientific conference of young scientists and specialist “Multidisciplinary approaches in solving modern problems of fundamental and applied sciences” (Baku, 2020), The 7th International conference “Ecological and environmental chemistry”, dedicated to the 70th anniversary of academician, professor Gheorghe Duca (Chisinau, Moldova, 2022), 34. Ulusal kimya kongresi (Yalova, Türkiye, 2022).

Tətbiiqi: Dissertasiya işi üzrə aparılan tədqiqatlar nəticəsində ikifazlı kataliz şəraitində (oliqo)alkilləşmə proseslərinin tənzimlənmə ilə aparılması mümkündür və işlənib hazırlanmış İMKS təkrar istifadə oluna bilər, ekoloji və iqtisadi əlverişlidir, məqsədli məhsuldan asanlıqla ayrılma qabiliyyətinə və s. üstünlüklərə malikdir. Tədqiqatlar nəticəsində alınmış oliqoalkilləşmiş məhsullar aromatik halqada uzun zəncirli əvəzedicilərə malikdir. Bu məhsullar neft kimyasında yağ və yanacaqlara əlavələr, makromolekullar kimyasında müxtəlif qatqılar və s. kimi geniş istifadə oluna bilər. Quruluşuna görə bu məhsullar səthi aktiv maddələr, soyuducu-yağlayıcı mayelər kimi də geniş əhəmiyyət kəsb edir. Dissertasiya işi üzrə alınan nəticələr gələcəkdə AK və AKNF-nın olefinlərlə İMKS iştirakında ekoloji əlverişli (oliqo)alkilləşmə proseslərində gərəkli neft kimya məhsullarının alınması üçün təbiiqi oluna bilər.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil

Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda "Monomerlər, oliqomerlər və kataliz" şöbəsinin "Polimerləşmə katalizi" laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi

Dissertasiya işi 157 səhifə həcmindədir, ümumi 186801 işarə, giriş, dörd fəsil, nəticələr, 177 sayda ədəbiyyat istinadı, 32 cədvəl, 36 şəkil, 2 sxem və 2 əlavədən ibarətdir. Giriş 17989, I fəsil 44787, II fəsil 32771, III fəsil 62184, IV fəsil 25913, nəticə 3157 işarət şərh edilmişdir.

Girişdə mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi üzrə məlumatlar verilmişdir.

Birinci fəsildə alkülləşmə reaksiyalarının neft kimyasında mühüm əhəmiyyəti, "Yaşıl kimya" və ion mayeləri, aromatik və alifatik karbohidrogenlərin olefinlərlə alkülləşməsi, homogen və heterogen katalitik sistemlər, ikifazlı kataliz, ion mayeləri və onların müxtəlif səthlərə çəkilmiş formaları üzrə katalitik sistemlər istiqamətində aparılmış məlum elmi mənbələr şərh və təhlil edilmişdir.

İkinci fəsildə istifadə olunan xammallar və onların fiziki xassələri, təcrübələrin aparıldığı qurğular və qaydalar, məhsulların analiz üsulları, katalitik sistemlər, polimer kompozitlər, onların hazırlanması, təcrübələrin aparılma metodikası ilə əlaqədar məlumatlar öz əksini tapmışdır.

Üçüncü fəsildə ikifazlı kataliz şəraitində İMKS iştirakında AK və AKNF-nın C₆, C₈ və C₁₀ α-olefinlərin (oliqo)alkülləşməsi reaksiyalarının tədqiqinin əsas nəticələri verilmişdir. AK ilə yanaşı, AKNF alkülləşən, C₆, C₈ və C₁₀ α-olefinlər alkülləşdirici komponentlər kimi (oliqo)alkülləşmə proseslərində tədqiq olunmuşdur. Məhsulların İQ-, UB-, NMR-spektroskopik analiz üsulları ilə alınan müqayisəli nəticələri və prosesin tənzimlənmə imkanları göstərilmişdir.

Dördüncü fəsildə ikifazlı kataliz şəraitində İMKS iştirakında AK və AKNF-nın C₆, C₈ və C₁₀ α-olefinlər ilə qarşılıqlı təsiri ilə alınan OAM-ın fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlərinin (istilik-fiziki,

molekulyar və s.) nəticələri müqayisəli müzakirə edilmişdir. (Oliqo)alkilləşmə proseslərinin optimallaşdırılması və prosesin prinsipial texnoloji sxemi haqqında bu fəsilə məlumatlar verilmişdir. Sintez olunan OAM və poliolefinlər əsasında hazırlanan kompozitlərin, yağ kompozisiyalarının xüsusiyyətləri araşdırılmış və onların bu və digər sahələrdə tətbiqi üçün tövsiyələr haqqında məlumatlar verilmişdir.

Dissertasiyanın sonunda yerinə yetirilmiş tədqiqatların nəticələri və istinad olunmuş ədəbiyyat siyahısı verilmişdir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

1. AK və AKNF-nın C₆, C₈ və C₁₀ α-olefinlər ilə İMKS iştirakında (oliqo)alkilləşməsi

AK (benzol, toluol, ksilollar) və AKNF-nın (cədvəl 1) (riforinq prosesindən alınan maye fraksiya-RPMF, piroliz prosesindən alınan maye fraksiya-PPMF, katalitik krekinqin geniş maye fraksiyası-KKMF, katalitik krekinqin yüngül qazoyl fraksiyası-KKQF) C₆, C₈ və C₁₀ α-olefinlər ilə müxtəlif şəraitlərdə və fərqli tip İMKS iştirakında (oliqo)alkilləşməsi aparılmışdır.

Dissertasiya işi üzrə tədqiqatlarda istifadə olunan neft fraksiyaları, H.Əliyev adına Bakı Neft Emalı Zavodundan:-RPMF riforinq qurğusundan, KKMF və KKQF katalitik krekinq qurğusundan götürülmüşdür. PPMF isə “Azərikimya” İB-nin Etilen-poliyeten zavodundakı EP-300 qurğusundan alınmışdır.

Cədvəl 1.

(Oliqo)alkilləşmə proseslərində istifadə olunan AKNF

AKNF	q.b., °C	q.s., °C	AKNF tərkibində AK miqdarı, % kütlə	n_D^{20}	d_4^{20}
RPMF	65	175	59	1.4513	0.8873
PPMF	55	200	50	1.5159	0.8970
KKMF	75	350	55	1.5437	0.9286
KKQF	190	350	66	1.5598	0.9478

Distillə üsulu ilə AKNF daha dar fraksiyalara (AKDF) ayrılmışdır (cədvəl 2). AKDF fiziki göstəricilərinə əsasən RPMF-dan

ayrılan və tərkibi benzol ilə zəngin olan fraksiya-RPB, toluol ilə zəngin olan fraksiya-RPT, ksilol ilə zəngin olan fraksiya isə RPK adlandırılmışdır. RPFM-dan alınan və tərkibində benzol, toluol, ksilollarla zəngin olan bir qədər geniş “üçlü” fraksiya (RGF) da istifadə olunmuşdur. PPMF-in distillə üsulu ilə ayrılan fraksiyaları həmçinin uyğun olaraq PPB, PPT və PPK adlandırılmışdır.

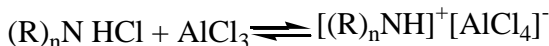
Cədvəl 2.

(Oliqo)alkilləşmə proseslərində istifadə olunan AKDF

AKDF	q.b., °C	q.s., °C	AKNF-dan alınan miqdarı, % kütlə
RPB	80	92	11,5
RPT	110	120	11.3
RPK	138	150	9.7
RGF	80	145	62,0
PPB	80	90	14.9
PPT	100	125	10.5
PPK	125	145	14.5

AKNF və AKDF tərkibi, aromatik karbohidrogenlərin miqdarı və təbiəti müxtəlif analiz üsulları ilə (İQ-, UB-, NMR-spektroskopiya, FİA, xromatoqrafiya, və s.) təsdiq edilmişdir.

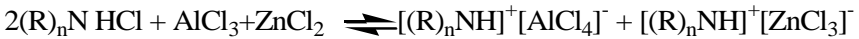
(Oliqo)alkilləşmə proseslərində müqayisəli təhlil üçün katalizator kimi Lyüis turşuları (AlCl_3 , ZnCl_2) İM ilə birgə istifadə olunmuşdur. Müqayisədə İMKS ikifazlı katalizdə uğurla istifadə oluna bilir və bir sıra üstünlüklər (təkrar istifadə olunması, praktiki buxar təzyiqinin olmaması, məqsədli məhsuldan asanlıqla laylaşma ilə ayrılması, EKK və DM ilə asanlıqla birgə istifadəsi və s.) nümayiş etdirir. İM müxtəlif aminhidroxləridlərin (AHX) - trietilaminhidroxlərid (TEAHX) və piridinhidroxləridin (PHX) Lyüis turşuları (AlCl_3 , ZnCl_2) ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində sintez olunmuş, EKK və PK ilə (oliqo)alkilləşmə proseslərində katalitik aktivlikləri yoxlanılmışdır:



burada: R= - C_2H_5 olduqda n=3 (İM₁)

R= - C_5H_5 olduqda n=1 (İM₂)

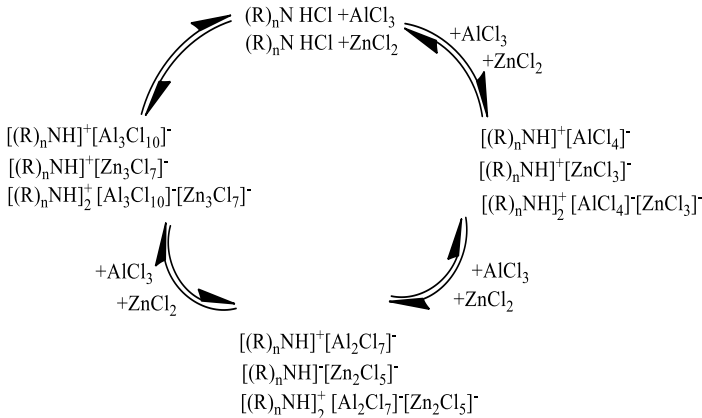
İM₁ və İM₂-nin tərkibinə EKK əlavə edilməklə uyğun olaraq İM₃ və İM₄ hazırlanmışdır:



İM₁ üzərinə PK əlavə etməklə uyğun olaraq İM₅ hazırlanmışdır. PK kimi aşağıdakı polimerlər istifadə edilmişdir: ASPE (aşağı sıxlıqlı polietilen)+Me/MeO və YSPE (yüksək sıxlıqlı polietilen)+Me/MeO, burada Me=Zn, Cr və Cu.

İstifadə olunan İMKS-nin katalitik aktiv formaları göstərilmişdir (sxem 1).

Sxem 1.



Göstərilmişdir ki, (oliqo)alkilləşmə prosesləri (cədvəl 3) zamanı İM-nin tərkibində EKK istifadə olunduqda AlCl₃-in müəyyən hissəsi (40% qədər) ZnCl₂ ilə əvəz oluna bilər. Burada əsas məqsədlərdən biri ZnCl₂-in AlCl₃-ə nəzərən reaksiyanı daha “yumşaq” şəraitdə (məlumdur ki, ZnCl₂ AlCl₃-ə nəzərən zəif Lyüis turşusudur) aparmasıdır. Belə olan təqdirdə reaksiyanın istiqamətini (oliqo)alkilləşməyə doğru yönəltmək və praktiki çıxımla oliqoalkilləşmiş məhsullar almaq mümkündür.

Son zamanlar elmi mənbələrdə ion mayeləri ilə birgə müxtəlif polimerlərin istifadə olunması ilə bağlı məlumatlar verilir.³ [9,10] Qeyd olunduğu kimi dissertasiya işi üzrə aparılan tədqiqatlarda PK kimi tərkibində metallar-Zn, Cr və Cu saxlayan ASPE və YSPE kompozitləri AK və AKNF-nin olefinlərlə (oliqo)alkilləşməsində istifadə olunmuşdur.

Cədvəl 3.

(Oliqo)alkilləşmə üzrə göstəricilər

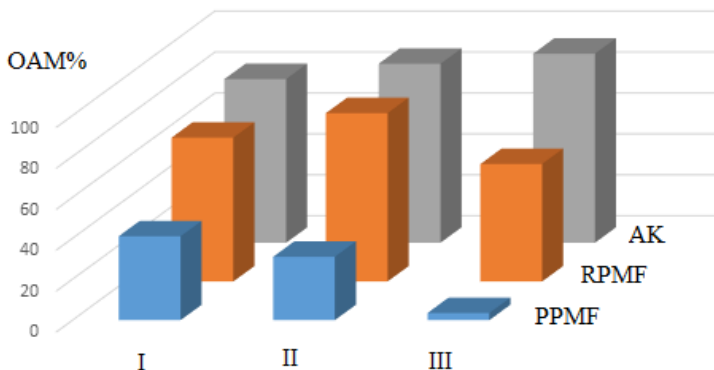
OAM	AK, AKNF, AKDF	Olefin	İM,%	İM	saat, τ	OAM (>250°C), kütlə. %
OAM ₁	benzol	C ₆	4.8	İM-1	3	80
OAM ₂	benzol	C ₆	3.2	İM-5	3	65
OAM ₃	toluol	C ₆	4.8	İM-1	2	87.5
OAM ₄	toluol	C ₆	3.2	İM-5	2	72
OAM ₅	o-ksilol	C ₆	6.4	İM-1	3	92
OAM ₆	RGF	C ₆	4.8	İM-1	2	57
OAM ₇	RGF	C ₆	4.5	İM-2	2	56.5
OAM ₈	RGF	C ₆	4	İM-3	2.5	55
OAM ₉	RGF	C ₆	3.8	İM-4	2.5	50
OAM ₁₀	RPB	C ₆	4.8	İM-1	2	70
OAM ₁₁	RPT	C ₆	4.8	İM-1	2	82
OAM ₁₂	RPK	C ₆	4.8	İM-1	2	57
OAM ₁₃	PPB	C ₆	4.8	İM-1	2	41
OAM ₁₄	PPT	C ₆	4.8	İM-1	1.5	31
OAM ₁₅	KKQF-2	C ₁₀	4.8	İM-1	1	51
OAM ₁₆	benzol	C ₈	6.4	İM-1	3	84
OAM ₁₇	toluol	C ₈	6.4	İM-1	3	82
OAM ₁₈	o-ksilol	C ₈	6.4	İM-1	2	94
OAM ₁₉	RGF	C ₈	4.8	İM-1	2.5	55
OAM ₂₀	RGF	C ₈	4.5	İM-2	2.5	75
OAM ₂₁	RGF	C ₈	4	İM-3	2.5	57
OAM ₂₂	RGF	C ₈	3.8	İM-4	2.5	61
OAM ₂₃	m-ksilol	C ₁₀	5	İM-3	2.5	94
OAM ₂₄	m-ksilol	C ₁₀	4.4	İM-2	2.5	92
OAM ₂₅	m-ksilol	C ₁₀	5	İM-5	2	89
OAM ₂₆	RGF	C ₁₀	4.8	İM-1	1	94
OAM ₂₇	RGF	C ₁₀	4.5	İM-2	2.5	80
OAM ₂₈	RGF	C ₁₀	3.9	İM-5	2.5	67
OAM ₂₉	RGF	C ₁₀	3.9	İM-5	2.5	70
OAM ₃₀	RPMF	C ₁₀	4.8	İM-1	2.5	92

Göstərilmişdir ki, İM-nin tərkibində PK-in DM kimi istifadəsi (oliqo)alkilləşmə prosesləri üçün tənzimləmədə geniş əhəmiyyət kəsb edir. Belə olduğu halda da proseslərin tənzimlənməsi və reaksiyanın istiqamətinin alkilləşməyə doğru yönəldilməsi mümkün olur. Qeyd etmək lazımdır ki, PK-in İM ilə birgə istifadəsi ion mayesinin polimer kompozit səthində dispersləşməsinə və səthinin ölçülərinin dəyişməsinə səbəb olur. Bu isə reaksiya məhsullarında İMKS-nin “kolloidləşməsinə” müsbət təsir edir. (Oliqo)alkilləşmə reaksiyaları belə şəraitdə kinetik sahədən daha çox diffuz sahəyə “meyl” edir. Katalitik aktivliyin azalmasına baxmayaraq, OAM üzrə selektivlik artır.

Cədvəl-3-dən görüldüyü kimi şəraitdən asılı olaraq OAM-nın çıxımı 31-94% qədər dəyişir. (Oliqo)alkilləşmə prosesləri 55-60°C temperaturda, azot mühitində, İM komponentlərinin müxtəlif molyar nisbətlərində aparılmışdır. Görüldüyü kimi OAM çıxımı İM-nin təbiətindən, tərkibindən və mühidə qatılığından, birbaşa asılıdır. İM-nə EKK və PK əlavə edilməsi OAM-nın tərkibinin müxtəlifliyinə səbəb olur və reaksiyanın istiqamətinə birbaşa təsir göstərir.

AK ilə yanaşı AKNF və AKDF-dən İM iştirakında hər bir halda müxtəlif çıxımla OAM almaq mümkündür (şəkil 1). Qeyd etmək lazımdır ki, (oliqo)alkilləşmə proseslərində ilkin komponent kimi AK istifadə olunduqda ~65-94%, RPMF istifadə olunduqda ~50-94%, PPMF istifadə olunduqda ~31-41%, KKQF istifadə olunduqda ~39-51%, KKMF istifadə olunduqda isə ~25% OAM alınır.

PPMF, KKMF və KKQF-nin tərkibində doymamış karbohidrogenlərin mövcudluğu prosesin daha çox həm tərkibdə olan, həm də alkilləşdirici komponent kimi götürülən olefinlərin oliqomerləşməsi istiqamətinə yönlənməsinə gətirib çıxarır. Bu da prosesin alkilləşmə deyil, əsasən oliqomerləşmə istiqamətinə yönlənməsinə səbəb olur. Bu zaman maye OAM-dan başqa bərk qatranvari məhsullar da alınır. Qeyd etmək lazımdır ki, PPMF, KKMF və KKQF neft polimer qatranlarının alınması üçün daha məqsədəuyğundur. İMKS iştirakında (oliqo)alkilləşmə proseslərinin aparılması üçün riforminqin maye fraksiyasının alkilləşən komponentlər kimi istifadəsi daha səmərəlidir.



Şəkil 1. AK və AKDF-nin heksen-1 ilə İM-1 iştirakında (oliqo)alkilləşməsi üzrə müqayisəli diaqram:

I – benzol, RPB və PPB, II – toluol, RPT və PPT,
 III – o-ksilol, RPK və PPK

Alınan nəticələr əsasında riyazi hesablama proqramı olan Matlab-6.5 vasitəsilə optimallaşma aparılmış və nəzəri hesablamalar ilə təcrübə nəticələrin uzlaşması sübut edilmişdir. Müəyyən olunmuş optimal şəraitdə ($T=60^{\circ}\text{C}$, $\tau=3$ saat, İM komponentlərinin 1:1.7 mol.nisbətində, İM-nin mühitdə 4.8% qatılığında, AK, AKNF, AKDF-nin olefinə 2:1 mol. nisbətində) İMKS iştirakında AK, AKNF, AKDF-nin C_6 , C_8 və C_{10} α -olefinlərlə (oliqo)alkilləşmə proseslərinin “marşrutları” və tənzimlənməsi istiqamətləri müəyyən edilmişdir. İM tərkibinə EKK və PK-nın əlavə edilməsi ilə bu “marşrutların” tələb olunan istiqamətə yönəldilməsinin mümkün olduğu göstərilmişdir.

2. OAM-ın fiziki-kimyəvi göstəriciləri

(Oliqo)alkilləşmə proseslərinin tənzimlənməsində İMKS-nin effektivliyinin müəyyən edilməsi, sintez olunan OAM-ın quruluşunun təsdiqi və tətbiqi üçün tövsiyələrin verilməsi məqsədilə OAM geniş analiz (İQ-, UB-, NMR-spektroskopiya, DSK, GMX və s.) edilmişdir. Hər bir halda OAM (q.b. $\geq 250^{\circ}\text{C}$) tərkibində

oliqoalkilləşmiş aromatik halqaların mövcudluğu birmənalı şəkildə təsdiq edilmişdir. Bu fakt İMKS iştirakında AK, AKNF və AKDF-nin C₆, C₈ və C₁₀ α-olefinlərlə alkilləşdiyini sübut etmişdir.

İMKS iştirakında (oliqo)alkilləşmə reaksiyalarının “marşrutlarının” dəqiq müəyyən edilməsi məqsədilə OAM analizlərinin nəticələrinə əsasən aşağıdakılar araşdırılmışdır: aromatik halqada əvəz olunmanın vəziyyəti; oliqoalkill əvəz edicisinin zəncirinin uzunluğu; oliqoalkill zəncirinin xətti və ya izoquruluşlu olması; alkilləşdirici komponent olan olefinlərin oliqomerləşmiş zəncirinin tərkibində ikiqat rabitənin, naften halqalarının, izoquruluşların və s. müəyyən edilməsi.

İQ-spektral analiz nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, hər bir halda OAM-ın spektrlərində aromatik halqaya (1493, 1509, 1603, 3019 sm⁻¹), alkilləşən aromatik karbohidrogenin kimyəvi təbiətindən asılı orientasiyası ilə bağlı olaraq alkilləşmə zamanı orto-, para-, meta-vəziyyətlərdə (759, 816, 857, 779, 818 sm⁻¹) əvəz olunmalara məxsus udulma zolaqları müşahidə edilir. OAM spektrlərində metil və metilen qrupları (723, 1456, 2855, 2923-2955 sm⁻¹), izoalkil quruluşlu (1304-1307 sm⁻¹), alitsklik quruluşlu (980, 1020 sm⁻¹) oliqoalkil zəncirlərinə məxsus udulma zolaqları da müşahidə edilir. Hər bir halda vinil, trans, viniliden ikiqat rabitələrə məxsus udulma zolaqları (908, 992, 1640, 1821 sm⁻¹) çox cüzi qeydə alınır və ya tamamilə müşahidə edilmir.

OAM nümunələrinin NMR-spektrlərində yuxarıda qeyd olunan müvafiq səciyyəvi siqnallar müşahidə edilir: ¹H NMR spektrlərində əsasən aromatik halqadakı (7.0-7.5m.h) o-/m-/p-, di o-/m-, o-/di-m- və spin-spin multiplet protonlar, alifatik zəncirdəki metil (0.95-1.1m.h.), metilen (1.35-1.5m.h) və metin (1.7-1.8m.h.) qruplarındakı protonlara məxsus siqnallar müşahidə edilir. Hər bir halda bu spektrlərdə ikiqat rabitəyə məxsus siqnallar (vinil (5.0-5.5m.h.), vinilen (5.5-5.7m.h)) qruplarının siqnalları aşkarlanmır (və ya bəzi hallarda çox cüzi). ¹H NMR spektrlərində alifatik zəncirin metil qruplarındakı protonların payının artması, metilen qruplarının protonlarının payının azalması müşahidə edilir ki, bu da oliqoalkil zəncirində izomerləşmənin (şaxəli quruluşun) olmasına dələlət edir. ¹³C NMR spektrlərində əsasən aromatik halqadakı (120-145m.h.);

alifatik zəncirdəki metil (12.31; 14.38m.h.), metilen (22.79; 29.50; 30.26; 32.04m.h.), metin (29,82m.h.), 5-, 6- və 7-üzvlü alitsklik quruluşlu (28.82; 28.24; 34.91; 39.57m.h.), izoalkil quruluşlu qruplara məxsus karbon atomlarına aid siqnallar müşahidə edilir.

AK, AKNF, AKDF və OAM tərkibi UB-spektral analiz vasitəsilə identifikasiya olunmuşdur. OAM-nın UB-spektrlərindəki müşahidə olunan intensiv piklər AK, AKDF və AKNF-dan hər bir halda fərqlənmiş (ilkin maddələrə nəzərən sürüşmələr müşahidə olunur) və aparılan proseslərdə OAM-ın ($\geq 250^{\circ}\text{C}$) alındığı bir mənalı şəkildə müəyyən edilmişdir.

OAM-nın GMX analiz (cədvəl 4, şəkil 2) vasitəsilə molekulyar parametrləri və onlara əsasən aromatik fraqmentlər üzrə f_n -orta funksionallıq dərəcəsi müəyyən edilmişdir.

Cədvəl 4.

OAM-nın molekulyar göstəriciləri

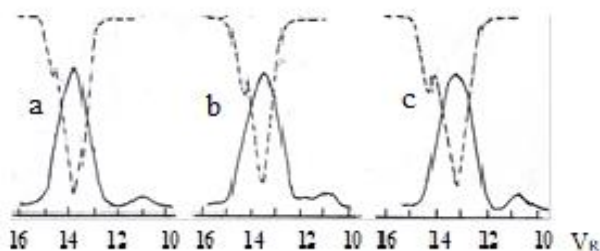
OAM	M_w	M_n	M_w/M_n	AK payı, %	f_n
OAM ₃	481 341	374 271	1,28	36,01	1.48
OAM ₁₄	1372	1125	1.22	10.71	1.31
OAM ₁₆	385 302	302 260	1,27	39,25	1.52
OAM ₁₈	446 345	400 286	1,11	39,75	1.50
OAM ₂₃	590	546	1.08	34.6	1.78
OAM ₂₄	780	630	1.24	29.1	1.73
OAM ₂₆	610	583	1.05	27.8	1.62
OAM ₂₈	720	650	1,12	28,51	1,85
OAM ₂₉	850	760	1,13	25,65	1,95

Göstərilmişdir ki, OAM-nın molekulyar parametrləri tətbiq olunan İMKS-dən asılı olaraq dəyişir: OAM üçün $f_n=1$ olduqda, tərkibdə Ar-(Ol)_n: - yan zəncirdə C₆, C₈ və C₁₀ α-olefinlərin tri-, tetra-, pentamerləri olan oliqoalkilləşmiş aromatik birləşmələr; $f_n=2$ olduqda Ar-(Ol)_n-Ar: - zəncirin hər iki sonunda alkilaromatik halqası

olan alkilləşmiş aromatik birləşmələr; $f_n=1.43-1.52$ olduqda həm $Ar-(Ol)_n$, həm də $Ar-(Ol)_n-Ar$ quruluşlu oliqoalkilləşmiş birləşmələr üstünlük təşkil edir. Molekulyar göstəricilərə əsasən hər bir halda olefinlərin oliqomerləşmə dərəcəsi əsasən $n \geq 2-4$ olur. OAM tərkibində $(Ol)_n$ quruluşlu xətti oliqoolefinlərin olduğu qeydə alınır.

GMX analizi iki detektordan (UB-spektrofotometrik və refraktometrik) istifadə edilməklə müqayisəli aparılmışdır (şəkil 2). Xromatoqramlarda bu nəticələr uyğun olaraq qırıq və bütöv xətlər ilə göstərilmişdir. Bu fərq hər bir halda oliqomerləşmiş və (oliqo)alkilaromatikləşmiş məhsulları şərti olaraq bir-birindən ayırmağa imkan verir.

GMX-ya əsasən alınmış nəticələr OAM-ın molekulyar parametrlərinin reaksiya şəraitindən və İMKS-in optimal tərkibinin seçilməsindən asılı olaraq tənzimlənməsinin mümkün olduğunu göstərmişdir. o-Ksilolun heksen-1 ilə $AlCl_3$ (a), o-ksilolun okten-1 ilə $AlCl_3$ (b) və $İM_1$ (c) iştirakında sintez olunan(oliqo)alkilləşmə məhsullarının xromatoqrafik göstəricilərinə əsasən alınmış molekul kütlə paylanması göstəriciləri müxtəlifdir (Şəkil 2).



Şəkil 2. o-Ksilolun (oliqo)alkilləşmə məhsullarının xromatoqrafik göstəriciləri.

(Oliqo)alkilləşmə məhsullarının istilik-fiziki parametrləri müəyyən edilmişdir (cədvəl 5). DSK ilə analiz vasitəsilə göstərilmişdir ki, İMKS tərkibindən asılı olaraq OAM-da termooksidləşmə temperaturları (ilkin- T_i , maksimal- T_m və son- T_s) dəyişir və bu proseslərin entalpiya göstəriciləri (ΔH) fərqlənir. OAM termooksidləşmə stabilliyi $\geq 190-200^\circ C$ göstəricilərinə malikdir (cədvəl 5).

Cədvəl 5.**OAM-nın istilik-fiziki göstəriciləri**

OAM	$T_i, ^\circ\text{C}$	$T_m, ^\circ\text{C}$	$T_s, ^\circ\text{C}$	$\Delta H, \text{Coul/q}$
OAM ₂	226,22	275,00	326,00	107,70
OAM ₁₃	142,04	154,20	206,72	20,75
	303,82	354,77	373,56	9,15
OAM ₁₆	241,25	285,00	320,00	73,77
OAM ₁₇	241,00	246,21	292,41	51,43
OAM ₁₈	163,82	189,66	239,69	17,43
	239,69	246,03	281,29	23,00

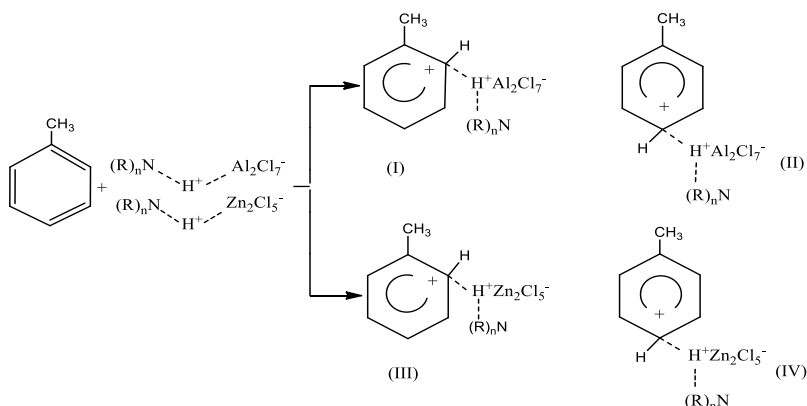
FİA vasitəsilə əldə edilmiş nəticələr İMKS-in seçilməsindən asılı olaraq tənzimlənməni bir daha sübut edir. Göstərilmişdir ki, İMKS iştirakında alınan OAM-ın tərkibində şəraitdən asılı olaraq ~75-95 %-ə qədər oliqomer və ya oliqoalkilaromatik birləşmələr almaq mümkündür. Bu bir daha İMKS tərkibində EKK və PK-nın istifadəsinin əsas rolunu göstərir.

OAM digər fiziki göstəriciləri müəyyən edilmişdir: özlülük indeksi 51-134, donma temperaturu mənfə 45°C - mənfə 62°C, sıxlığı 0.8681 - 0.8686, refraksiya indeksi 1.4906 - 1.4964.

İMKS iştirakında AK, AKNF və AKDF-in C₆, C₈ və C₁₀ α-olefinlərlə (oliqo)alkilləşmə proseslərinin ümumi “marşrutlarını” (sxemdə nümunə olaraq alkilləşən komponent kimi toluol, ion mayesi kimi İM₁ və ya İM₂, alkilləşdirici olefin komponenti kimi heksen-1 götürülmüşdür) aşağıdakı mərhələlər üzrə təsvir etmək olar: (Sxem 2)

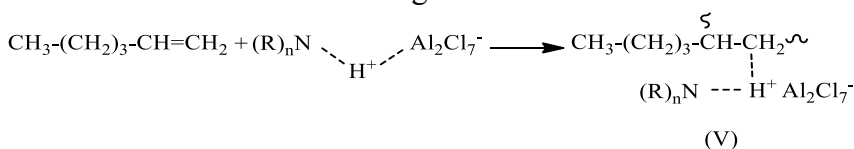
Sxem 2

1. İon mayesinin katalitik aktiv formasının alkilləşən komponentin aromatik halqasına elektrofil həmləsi ilə katalitik aktiv komplekslərin əmələ gəlməsi:

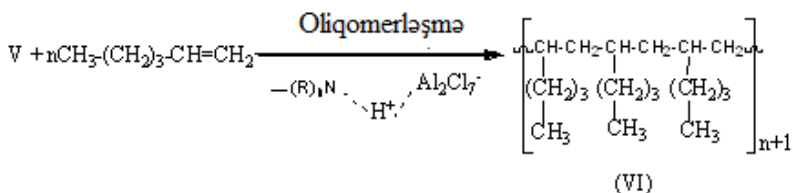


Məlumdur ki, toluolun strukturunda birinci qrup orientant olan metil qrupu vardır ki, bu da elektron sıxlığının orto- və para-vəziyyətlərə “ötürülməsinə” səbəb olur və oliqoalkilləşmə reaksiyalarında əsasən bu vəziyyətlərdə əvəz olunma baş verir. Ksilol istifadə olunduqda meta vəziyyətdə əvəz olunma üstünlük təşkil edir. Benzol götürüldükdə hər üç vəziyyətdə əvəz olunma baş verə bilər. Hər bir halda AK, AKNF və AKDF üzərinə İMKS əlavə edilməsi məhlulun rənginin dəyişməsinə və aromatik kompleksin əmələ gəlməsinə dəlalət edir.

2. İon mayesinin katalitik aktiv formasının alkilləşdirici komponent olan olefinə elektrofil həmləsi ilə olefin zəncirində katalitik aktiv mərkəzlərin əmələ gəlməsi:

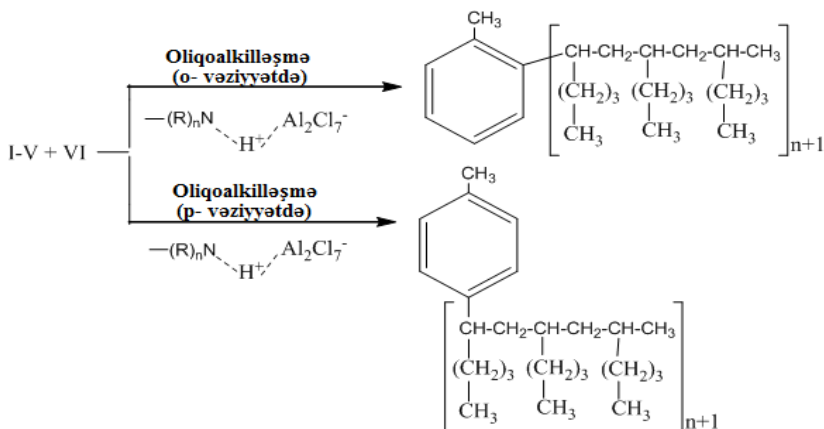


3. Oliqomer zəncirin yaranması və uzanması ilə dimer, trimer, tetramerlər və s. əmələ gəlməsi. Molekulyar göstəricilərə əsasən oliqomer zəncirinin daha çox trimer formasında olması ehtimal edilir:



4. Oliqomer zəncirin daxilində tsiklləşmənin baş verməsi: tsiklləşmə oliqomer zəncirinin qapanması (termodinamik “çətindir”) və ya zəncirin qırılması nəticəsində zəncirdə əmələ gəlmiş ikiqat rabitənin molekul daxili alkiləşməyə sərf olunması ilə baş verə bilər. Nəticədə 5,6,7 və s. üzvlü halqalar əmələ gəlir ki, bu da əsasən ^1H - və ^{13}C - NMR-spektroskopiyaya vasitəsilə sübut olunur. Oliqomer zəncirində daha dayanıqlı olan 6-üzvlü halqanın üstünlük təşkil edərək əmələ gəlməsi ehtimal edilir.

5. İM iştirakında kompleksləşmiş aromatik birləşmənin oliqomer zənciri ilə oliqoalkiləşməsi baş verir. Alkiləşdirici kimi sonunda ikiqat rabitə saxlayan oliqomer zənciri (başqa sözlə-oliqomer makromonomeri) ola bilər.



Beləliklə, proses zamanı oliqoalkiləşmə, tsiklləşmə və oliqomerləşmənin baş verməsi göstərilir. İM tərkibində EKK və DM istifadəsilə bu prosesləri tələb olunan “marşrutlara” uyğun olaraq tənzimləmək mümkün olur. OAM-ın analiz nəticələrinə əsasən

müəyyən olunur ki, hər bir halda əsas reaksiya kimi alkilləşmiş aromatik halqada əvəz olunma oliqomer zəncirlər ilə başa çatır. Bu zaman hər bir halda aromatik halqada əvəz olunmuş alkil zəncirləri alkilləşdirici komponent olan olefinin oliqomeri şəklində olur. Bu hal proses zamanı ilkin olaraq oliqomerləşmənin, sonra isə oliqoalkilləşmənin getdiyi sübut edilir.

3.OAM tətbiqi üzrə tövsiyələr

İMKS iştirakında sintez edilmiş OAM və poliolefinlər əsasında kompozitlər hazırlanmış və bir sıra xüsusiyyətləri, o cümlədən istilik-fiziki parametrləri müəyyən edilmişdir. Polietilen, polipropilen, etilenin oliqomerləşməsindən alınan və sənayedə istehsal olunan parafinlər və OAM əsasında hazırlanmış kompozitlərin hər bir halda istilik-fiziki göstəricilərinin ilkin poliolefin matrisalarına nəzərən dəyişməsi müəyyən edilmişdir. Bu vəziyyətdə polimer kompozitin reoloji xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmaq və asanlıqla emal etmək mümkündür. OAM-ın kompozitin tərkibində plastifikator kimi müsbət rolu göstərilmişdir. Bu kompozitlərdən gələcəkdə müxtəlif polimer materialları, o cümlədən faza keçid materialları kimi də istifadə oluna biləcəyi mümkündür.

İMKS iştirakında sintez edilmiş OAM və müxtəlif neft yağları (AK-15, T-30 və T-46) əsasında kompozisiyalar hazırlanmış və bir sıra fiziki-kimyəvi göstəriciləri təyin edilmişdir. OAM-ın kompozisiyalara əlavə edilməsi özlülük indeksinin artırılmasına gətirib çıxarmışdır.

Beləliklə, AK və AKNF C₆, C₈ və C₁₀ α-olefinlərlə (oliqo)alkilləşmə prosesləri üçün effektiv İMKS işlənilib hazırlanmış və alınan OAM neft kimyasının müxtəlif sahələrində geniş istifadə oluna bilər.

NƏTİCƏLƏR

1. İMKS iştirakında AK-in C₆, C₈ və C₁₀ α-olefinlər ilə (oliqo)alkilləşmə prosesləri müxtəlif şəraitlərdə (T=30-120°C, τ=1-6 saat, İM komponentlərinin 1:1.5÷2.5 mol nisbətində, İM-nin mühitdə 1.4-9.7 % qatılığında, AK-in olefinlərə 2:1÷1 mol.

- nisbətində) aparılmışdır. Göstərilmişdir ki, müəyyən edilmiş optimal şəraitdə ($T=60^{\circ}\text{C}$, $\tau=3$ saat, İM komponentlərinin 1:1.7 mol. nisbətində, İM-nin mühitdə 4.8% qatılığında, AK-in olefinə 2:1 mol. nisbətində) sintez olunmuş OAM-ın (q.b. $\geq 250^{\circ}\text{C}$) çıxımı ilkin komponentlərin kimyəvi quruluşundan asılı olaraq 65-94% təşkil edir [3,4,8,18,21].
2. İMKS iştirakında RPMF-nin (RPB, RPT, RPK, RGF) C_6 , C_8 və C_{10} α -olefinlərlə (oliqo)alkilləşmə prosesləri müxtəlif şəraitlərdə ($T=30-120^{\circ}\text{C}$, $\tau=1-6$ saat, İM komponentlərinin 1:1.5÷2.5 mol. nisbətində, İM-nin mühitdə 1.6-7.4 % qatılığında, neft fraksiyasında olan AK-in olefinlərə 2:1÷1 mol. nisbətində) aparılmışdır. Göstərilmişdir ki, müəyyən edilmiş optimal şəraitdə ($T=60^{\circ}\text{C}$, $\tau=3$ saat, İM komponentlərinin 1:1.7 mol. nisbətində, İM-nin mühitdə 4.8% qatılığında, neft fraksiyasında olan AK-in olefinə 2:1 mol. nisbətində) OAM-ın (q.b. $\geq 250^{\circ}\text{C}$) çıxımı RPMF-nin fraksiya tərkibindən və ilkin olefin komponentlərinin kimyəvi quruluşundan asılı olaraq 50-94% təşkil edir. RPMF-nin müvafiq (oliqo)alkilləşmə proseslərində istifadəsinin daha məqsədəuyğun olduğu göstərilmişdir [6,7,24,25,27,29].
 3. İMKS iştirakında PPMF (PPB, PPT, PPK), KKMf, KKQF kimi neft distillatlarının C_6 , C_8 və C_{10} α -olefinlərlə müəyyən edilmiş optimal şəraitdə ($T=60^{\circ}\text{C}$, $\tau=3$ saat, İM komponentinin 1:1.7 mol nisbətində, İM-nin mühitdə 4.8% qatılığında, neft fraksiyasında olan AK-in olefinə 2:1 mol. nisbətində) (oliqo)alkilləşmə proseslərinin aparılması nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, bu halda OAM-ın (q.b. $\geq 250^{\circ}\text{C}$) çıxımı 31-41% təşkil edir. PPMF, KKMf və KKQF-nin müvafiq (oliqo)alkilləşmə proseslərində əsasən neft polimer qatranlarının alınması üçün istifadə olunması göstərilmişdir [1,2,5].
 4. İMKS iştirakında AK və AKNF-nin C_6 , C_8 və C_{10} α -olefinlər ilə (oliqo)alkilləşmə prosesləri üzrə aparılan çoxsaylı təcrübi nəticələrin riyazi üsullar ilə təhlili nəticəsində optimal parametrlər müəyyən edilmiş və təcrübədən alınan nəticələrin hesablanmış nəticələr ilə adekvat olduğu müəyyən edilmişdir [17].

5. İMKS iştirakında AK və AKNF-nın C₆, C₈ və C₁₀ α-olefinlər ilə (oliqo)alkilləşmə prosesləri nəticəsində alınan OAM-ın (q.b.≥250°C) tərkibində alkilləşmiş aromatik birləşmələrin və fərqli oliqomerləşmə dərəcəsinə malik (C₆, C₈ və C₁₀ olefinlərə nəzərən (Ol)_n, burada n=2-6) oliqomer zəncirlərinin olduğu müxtəlif analiz metodları (İQS, UBS, NMR, FİA, GMX, DSK və s.) ilə müqayisəli sübut edilmişdir. Göstərilmişdir ki, İMKS-dən asılı olaraq OAM-ın tərkibində 75% oliqomer və ya 95% alkil aromatik birləşmə almaq və prosesin gedişini tənzimləmək mümkündür. Bu halda İMKS tərkibində EKK 40%, PK isə 2%-ə qədər istifadə edilir və tələb olunan quruluşa malik OAM alınması üçün bu və ya digər qaydada “dizayn” oluna bilər [11,12,15,16,19,20,22,26].
6. OAM (q.b.≥250°C) molekulyar göstəriciləri (M_w=302-1372; M_n=260-1125; M_w/M_n=1.05-1.28, f_n=1.31-1.95) GMX vasitəsilə müəyyən edilmiş və reaksiyalarda Ar-(Ol)_n-Ar, Ar-(Ol)_n, (Ol)_n tip makromolekulların əmələ gəldiyi ehtimal edilmişdir [14,28].
7. OAM-ın (q.b.≥250°C) termooksidləşmə stabilliyi (≥200°C), fiziki-kimyəvi göstəriciləri (özlülük indeksi 51-134, donma temperaturu mənfi 45°C - mənfi 62°C və s.) təyin edilmişdir. Göstərilmişdir ki, ekoloji və iqtisadi əlverişli üsullar ilə İMKS tətbiqi ilə alınan bu məhsullar gələcəkdə yağ və yanacaq fraksiyalarına əlavələr, yuyucu vasitə komponentləri, plastifikatorlar, faza keçid materilləri kimi geniş istifadə oluna bilər [13,23,30].

DİSSERTASIYA MATERIALLARI ÜZRƏ AŞAĞIDAKI ELMİ ƏSƏRLƏR ÇAP EDİLMİŞDİR:

1. Əliyeva, R.V., Məmmədova, Y.M. Katalitik krekingin C₃-C₄ fraksiyasının ekoloji əlverişli ion maye-polimer sistemlərində oliqomerləşməsi// Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92 illiyinə həsr olunmuş “XXI əsrdə ekologiya və torpaqşünaslıq elmlərinin aktual problemləri” adlı Konfrans, Bakı: - 7-8 may, - 2015, - s. 65

2. Алиева, Р.В., Мамедова, Е.М. Олигомеризация фракции C₃-C₄-каталитического крекинга в присутствии новых ионно-жидкостных и полимерных каталитических систем // V Международная конференция-школа по химии и физикохимии олигомеров «Олигомеры-2015», Волгоград: - 1-6 июнь, - 2015, - с. 72.
3. Алиева, Р.В., Мамедова, Е.М., Сеидова, Х.Г., Караева, Э.М., Халил, Х.С., Азизбейли, Э.И. (Олиго)алкилирование бензола и толуола C₆-C₁₂ α-олефинами в присутствии ионно-жидкостных каталитических систем // X Международная научная конференция «Приоритеты мировой науки: эксперимент и научная дискуссия», США, Южная Каролина, Северный Чарльстон: - 17-18 февраль, -2016, - с. 8 – 13.
4. Əliyeva, R.V., Məmmədova, Y.M., Seyidova, X.H., Qarayeva, E.M., Məmmədli, R.Z. İon maye katalitik sistemlər iştirakında (oliqo)alkilləşmə prosesləri // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 93 – cü ildönümünə həsr olunmuş “Müasir kimya və biologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfrans, -Gəncə: - 12-13 may, - 2016, - s. 84-86.
5. Əliyeva, R.V., Məmmədova, Y.M., Seyidova, X.H., Bağırova, Ş.R. Pirokondensatdan alınan fraksiyaların (80°C-145°C) xloralüminat tipli ion mayeləri iştirakında (oliqo)alkilləşməsi // IX Бакинская Международная Мамедалиевская конференция по нефтехимии, -Баку: - 4-5 октябрь, - 2016, - с. 129.
6. Əliyeva, R.V., Məmmədova, Y.M., Bağırova, Ş.R., Məmmədli, R.Z. Riforinq benzin fraksiyasının xloralüminat tipli ion mayeləri iştirakında C₆-C₁₀ α-olefinlərlə (oliqo)alkilləşməsi // Gənc alimlərin I Beynəlxalq elmi konfransı, -Gəncə: - 17-18 oktyabr, -2016, - s. 257.
7. Азизов, А.Г., Алиева, Р.В., Мамедова, Е.М., Багирова, Ш.Р., Сеидова, Х.Г. (Олиго)алкилирование фракций Бакинских нефтей C₆-C₁₂ α-олефинами в присутствии ионных жидкостей // V Российская конференция «Актуальные

- проблемы нефтехимии», посвященная памяти академика В.Н.Ипатьева, - Россия, Звенигород: - 18-21 октябрь, - 2016, - с. 165-166.
8. Əliyeva, R.V., Məmmədova, Y.M., Qarayeva, E.M., Xəlil, X.S. o-Ksilolun xloralüminat tipli ion mayeləri iştirakında (oliqo)alkilləşməsi // AMEA – nın akademik M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunun yaranmasının 80-ci ildönümünə həsr olunmuş Respublika elmi konfransı, -Bakı: - 15-16 noyabr, – 2016, - s. 371-372.
 9. Məmmədova, Y.M., Əliyeva, R.V. Katalitik krekinqin və pirolizin “maye” qazlarının tərkibinə daxil olan karbohidrogenlərin ion-maye mühitlərində müxtəlif çevrilmələri // -Baku: Journal of Baku Engineering University, Chemistry and Biology, - 2017, 1(1), - p. 117-126.
 10. Məmmədova, Y.M. Aromatik karbohidrogenlərin ion maye tipli kompozit katalitik sistemlərin iştirakı ilə (oliqo)alkilləşmə prosesləri / Y.M.Məmmədova, R.V.Əliyeva, E.M. Qarayeva // (Sumqayıt Dövlət Universiteti) Elmi Xəbərlər-Təbiət və texniki elmlər bölməsi, - Sumqayıt: - 2017. Cild 17, № 4, -s. 31-37.
 11. Əliyeva, R.V., Məmmədova, Y.M., Qarayeva, E.M., Məmmədli, R.Z., Cəfərova, R.Ə., Yolçuyeva, Ü.C. Riforinq prosesindən alınmış fraksiyaların C₆-C₁₀ α-olefinlərlə (oliqo)alkilləşmə məhsullarının UB-spektroskopik tədqiqi // Международная научно–техническая конференция «Нефтехимический синтез и катализ в сложных конденсированных системах», посвященная 100-летию юбилею академика Б.К.Зейналова, -Бакы: - 29-30 июнь, - 2017, - с. 75.
 12. Aliyeva, R.V., Mammadova, Y.M., Bagirova, Sh.R., Yusifov, Y.H., Gasimova L.Kh. Thermophysical properties of (oligo)alkylate products obtained in the presence of ionic liquids // 6th Rostocker International conference: “Thermophysical Properties for Technical Thermodynamics”, -Germany, Rostock: -17-18 July, - 2017, - p. 51.
 13. Əliyeva, R.V., Məmmədova, Y.M., Bağırova, Ş.R., Seyidova, X.H., Yusifov, Y.H., Məmmədov, F.F. İon mayeləri iştirakında alınan (oliqo)alkilləşmə məhsullarının fiziki-kimyəvi

- göstəriciləri // Professor S.Ə.Sultanovun 90-cı ildönümünə həsr olunmuş, “Yanacaqlar, yanacaq komponentləri, xüsusi təyinatlı mayelər, yağlar və aşqarlar” mövzusunda Respublika elmi-texniki konfransı, -Bakı: - 3 oktyabr, - 2017, - s. 8.
14. Əliyeva, R.V., Məmmədova, Y.M., Bektaşi, N.R., Bağırova, Ş.R., Qarayeva, E.M. İon maye tipli polimer-kompozit katalitik sistemlərin iştirakı ilə alınan (oliqo)alkilatların molekulyar göstəriciləri // Sumqayıt Dövlət Universitetinin yaradılmasının 55-ci ildönümünə həsr olunan “Funksional monomerlər və xüsusi xassəli polimer materiallar: polimerlər, perspektivlər və praktiki baxışlar” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfrans, - Sumqayıt: -15-16 noyabr, - 2017, - s. 60.
 15. Əliyeva, R.V., Məmmədova, Y.M., Qarayeva, E.M., Bağırova, Ş.R. C₆-C₈ arenlərin C₆-C₁₂ α- olefinlərlə qarşılıqlı təsirindən alınan (oliqo)alkilləşmə məhsullarının fiziki-kimyəvi üsullarla analizi // Akademik Rəfiqə Əlirza qızı Əliyevanın 85-ci ildönümünə həsr olunmuş “Koordinasion birləşmələr kimyası: analitik kimyanın aktual problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfrans, -Bakı: - 16-17 noyabr, - 2017, - s. 164-165.
 16. Babaşova, Y.M. Trietilammoniumxloraluminat ion mayesi iştirakında alınan (oliqo)alkilatların DSK vasitəsilə tədqiqi / Y.M.Babaşova, R.V. Əliyeva, Ş.R. Bağırova, X.H.Seyidova, L.X. Qasımova // (Azərbaycan Texnologiya Universiteti) Elmi Xəbərlər, -Gəncə: - 2018. Cild 26, №3, - s. 28-34.
 17. Babaşova, Y.M. Aromatik karbohidrogenlərin α-olefinlərlə ion mayeləri iştirakında alkilləşmə proseslərinin optimallaşdırılması / Y.M.Babaşova, F.M. Vəliyeva, R.V.Əliyeva, H.R.Əzizbəyli, X.S. Xəlil // (Azərbaycan Texniki Universiteti) Elmi Əsərlər, - Bakı: - 2018. №4, -s.93-100.
 18. Babaşova, Y.M. Ksilolun olefinlərlə ion maye tipli katalitik sistemlər iştirakında (oliqo)alkilləşməsi / Y.M.Babaşova, R.V.Əliyeva, Ş.R. Bağırova, X.H. Seyidova, E.M.Qarayeva // Gənc Tədqiqatçı, -Bakı: -2018. Cild 4, №2, - səh. 60-67.
 19. Aliyeva, R.V., Mammadova, Y.M., Bagirova, Sh.R., Karayeva, E.M., Mammadli, R.Z. Electrical and catalytic properties of metal-polymer (nano)composites // “Electronic Processes in

- Organic and Inorganic Materials (ICEPOM-11)”, with support of Taras Shevchenko National University of Kyiv Institute of Physics, NASU, - Ukraine, Ivano-Frankivsk: - 21-25 May, - 2018. - p. 108.
20. Əliyeva, R.V., Babaşova, Y.M., Vağırova, Ş.R., Qarayeva, E.M., Əhmədbəyova, S.F. Neft fraksiyalarının polimer-kompozit və ion maye sistemlərində alkilləşməsi // Международная научно-практическая конференция «Инновативные перспективы развития нефтепереработки и нефтехимии», посвященная 110-летию академика В.С. Алиева, -Баку: - 9-10 октябрь, - 2018, с.194.
 21. Babashova, Y.M., Aliyeva, R.V., Aliyev, B.M., Seidova, X.H., Garayeva, E.M. (Oligo)alkylation products obtained in the presence of ionic liquids // The International scientific conference "Actual Problems of Modern Chemistry", dedicated to the 90th Anniversary of the Academician Y.H.Mammadaliyev Institute of Petrochemical Process, -Baku: -2-4 October, - 2019, - p.119.
 22. Babashova, Y.M. Alkylation process in the presence of ionic liquids - polymer composite systems // 2nd International scientific conference of young scientists and specialist “Multidisciplinary approaches in solving modern problems of fundamental and applied sciences”, -Baku: - 3 - 6 March, - 2020, - s.366-367.
 23. Babaşova, Y.M. Neft fraksiyasından alınan oliqoalkilatlar və poliiolefilər əsasında kompozitlərin istilik-fiziki xassələrinin tədqiqi // - Bakı: Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, - 2020. №4, - s. 61-66.
 24. Babashova, Y.M. (Oligo)alkylates obtained in the presence of ionic liquids // -Baku: Processes of Petrochemistry and Oil Refining, - 2020, 21(3), - p.326-333.
 25. Babashova, Y.M. The (oligo)alkylation of oil fractions rich in aromatic hydrocarbons with C₆-C₁₀ – olefins in the presence of ionic liquids // Green Chemistry Online Postgraduate Summer School, -Italy, Venice: - 6-10 July, -2020, - p.81.
 26. Бабашова, Э.М. Синтез металлсодержащих полимерных

- (нано)композитов и исследование их в реакциях (олиго)алкилирования // -Baku: Journal of Baku Engineering University, Chemistry and Biology, -2020, 4(2), -p.152-159.
27. Aliyeva, R.V. The alkylation of oil fractions rich in aromatic hydrocarbons with C₆-C₈ – α - olefins in the presence of ionic liquids catalytic systems / R.V. Aliyeva, Y.M. Babashova, M.J. Khamiyev, Sh.R. Bagirova, H.R. Azizbeyli // Applied Petrochemical Research, - 2021, 11, -p. 65-77.
28. Бабашова, Э.М. Молекулярные характеристики (олиго)алкилатов, полученных в присутствии ионных жидкостей / Э.М.Бабашова, Н.Р.Бекташи, Х.Г. Сеидова, Р.В. Алиева, Ш.Р. Багирова // Нефтепереработка и Нефтехимия, - 2021. №1, - с. 23-28.
29. Babashova, Y. M. Ecofriendly ionic liquids in petrochemical processes // The 7th International conference: "Ecological and Environmental Chemistry-2022", dedicated to the 70th anniversary of academician, professor Gheorghe Duca, - Moldova, Chisinau: - 3-4 March, - 2022, -p. 201-202.
30. Babashova, Y.M., Aliyeva, R.V., Bagirova, Sh.R., Khalil, Kh.S. Composites based on (oligo)alkylates and polyolefins // 34. Ulusal kimya kongresi, -Türkiye, Yalova: - 1-6 Eylül, - 2022, -s. 80.

Dissertasiyanın müdafiəsi 27 oktyabr 2023-cü il tarixində saat 14.00- da Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

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

Dissertasiya ilə Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları www.nkpi.az rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 25 sentyabr 2023-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 21.09.2023

Kağızın formatı: A5

Həcm: 37510

Tiraj: 100