AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

FƏZA-ÇƏTİNLİKLİ METİLTSİKLOALKİLFENOLLARIN AMİNOMETİL TÖRƏMƏLƏRİNİN SİNTEZİ VƏ ONLARIN BƏZİ AĞIR METALLARIN ANALİZİNDƏ TƏTBİQİ

İxtisas: 2306.01- "Üzvi kimya"

Elm sahəsi: Kimya

İddiaçı: **Gülnar Adıgözəl qızı Hüseynova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün

təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2026

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun "Alkilfenolların kimyası və texnologiyası" laboratoriyasında və Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin "Analitik və üzvi kimya" kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbərlər: - kimya elmləri doktoru, professor
Çingiz Qnyaz oğlu Rəsulov
- kimya elmləri doktoru, professor
Əli Zal oğlu Zalov

Rəsmi opponentlər: - kimya elmləri doktoru, dosent
Ömər Əbdürəhim oğlu Sadıqov
- kimya elmləri doktoru, dosent
Afət Temir qızı Hüseynova
- kimya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Əli Əşrəf oğlu Qədirov

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən **FD 1.16** 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
Namiq Qürbət oğlu Şıxaliyev

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Alkilfenollar kimyanın ən geniş tədqiq olunan və istifadə edilən, eyni zamanda daha da hərtərəfli araşdırılmağa ehtiyacı olan tədqiqat sahələrindən biridir[1]. Bu onların geniş spektrdə istismar xassələrinin olması, ilkin xammalların asan tapılması, istehsalının sadə texnologiya vasitəsilə həyata keçirilməsi ilə izah olunur. Alkilfenollar əsasən polimer materiallara, kauçuklara, yağlara və yanacaqlara antioksidantlar, stablizatorlar, aşqarlar, plastifikatorlar və s. kimi tətbiq olunurlar. Hazırda sənayedə istifadə edilən kimyəvi əlavələrin 75%-dən çoxu məhz alkilfenollar əsasında alınır. Son vaxtlar alkilfenolların və onların azotlu törəmələrinin yeni-yeni istifadə sahələrinə rast gəlinir. Onlar olefinlərin oliqomerləşməsi prosesində istifadə olunan keçid-metal komplekslərinin hazırlanmasında liqand kimi, sənaye və təbii obyektlərin tərkibində bəzi ağır metalların təyinində uğurla istifadə olunmaqdadırlar[2].

Bu baxımdan, təqdim olunan dissertasiya işi aktual bir sahəyə - müxtəlif tsiklik quruluşlara malik tsikloolifenlərlə fenolların alkilləşmə reaksiyalarından alınmış məhsulların formaldehid və piperidinlə aminometilləşməsindən Mannix əsaslarının alınıb istifadə sahələrinin müəyyənləşdirilməsinə həsr olunmuşdur.

Tədqiqatın obyekti və predmeti. Həyata keçirilmiş tədqiqatların obyekti müxtəlif tsiklik quruluşa malik tsikloalkilfenolların piperidinlə aminometilləşmə reaksiyaları, predmeti isə alınmış piperidinometiltsikloalkilfenolların səmərəli tətbiq sahələrinin müəyyən olunmasıdır.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Fəza-çətinlikli tsikloalkilfenolların piperidinlə aminometilləşmə reaksiyalarından

---

[1]Расулов, Ч.К., Агамалиев, З.З., Гасанова, Г.Д., Нагиева, М.В. Синтез алкилфенолов и применение их в реакциях аминометилирования.− Баку: Муаллим, – 2021, – 197 с.

[2]Rasulov, Ch.K. Aminomethylation reactions of 2-[1(3)-methylcycloalkhyl]-4-methylphenols with piperidine / Chingiz Rasulov, Ali Zalov, Gulnar Huseynova, Husu Ibrahimov, Reyhan Aliyeva, Matlab Khamiyev // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, − Baku: − 2024. Vol. 25. No 3, − pp. 712-720.

Mannix əsaslarının - 2-piperidinometiltsikloalkilfenolların alınıb etilenin oliqomerləşməsi prosesində istifadə edilən katalitik prekursorlara liqand, dizel yanacağında antioksidant və müxtəlif obyektlərin tərkibində ağır metalların təyinində reagent kimi yoxlanılmasından ibarətdir.

Məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı tədqiqat işləri yerinə yetirilmişdir:

- fenolun beş və altı halqali tsiklik karbohidrogenlərlə alkilləşməsindən alınmış *para*-metiltsikloalkilfenolların piperidinlə aminometilləşmə reaksiyaları tədqiq olunmuş, məqsədli məhsulların alınma proseslərinin material balansları hesablanmışdır;

- *para*-krezolun 1-metiltsiklopentenlə, 1(3)-metiltsikoheksenlərlə, diprenlə, dipentenlə, izoprenin tsiklodimerlərinin 160-180°C fraksiyası ilə alkilləşməsindən alınmış 2-metiltsikloalkil-4-metilfenolların piperidinlə aminometilləşmə reaksiyaları tədqiq olunmuş, Mannix əsaslarının alınma proseslərinin material balansları hesablanmışdır;

- sintez olunmuş yeni maddələrin kimyəvi quruluşları və fiziki-kimyəvi xassələri təyin edilmişdir;

- alınmış piperidinometiltsikloalkilfenollar etilenin oliqomerləşməsi prosesində istifadə olunan katalitik prekursorlarda liqand olaraq, dizel yanacağında antioksidant kimi, sənaye və təbii obyektlərdə ağır metalların təyinində reagent kimi sınaqdan çıxarılmışdır.

Tədqiqat metodları. Fəza-çətinlikli metiltsikloalkilfenolların formalin və piperidinlə aminometilləşmə reaksiyaları laboratoriya şəraitində fasiləli qurğuda həyata keçirilmişdir.

Nəticələrin dürüstlüyü. Xammalların- fəza-çətinlikli metiltsikloalkilfenolların və onlar əsasında alınmış Mannix əsaslarının kimyəvi quruluşları və xassələri müasir üsullarla – İQ, ^{1}H, ^{13}C NMR spektroskopiya, element analizi və xromatoqrafik analizlərlə tədqiq olunmuşdur.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar. Fenolun və *para*-krezolun müxtəlif quruluşlu tsiklik karbohidrogenlərlə alkilləşmə reaksiyalarlarından alınmış fəza-çətinlikli metiltsikloalkilfenolların

piperidinlə aminometilləşmə reaksiyaları həyata keçirilmişdir; piperidinometiltsikloalkilfenollar etilenin oliqomerləşməsi prosesində istifadə edilən katalitik prekursorlara liqand, dizel yanacağına antioksidant və müxtəlif obyektlərdə bəzi ağır metalların təyinində reagent kimi istifadə olunmuşdur.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. İlk dəfə olaraq, *para*-metiltsikloalkilfenolların, 2-metiltsikloalkil-4-metilfenolların, fenol , *meta*- və *para*-krezolların formalin və piperidin ilə aminometilləşmə reaksiyaları tədqiq olunmuşdur. Sintez edilərək əldə olunan birləşmələrin xassələrinə onların kimyəvi quruluşlarının təsiri araşdırılmışdır. Yekun nəticə olaraq, yeni kimyəvi struktura malik 15 maddə sintez edilmişdir. Əldə olunan yeni kimyəvi quruluşlu maddələrə Azərbaycan patenti alınmışdır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Fəza-çətinlikli metiltsikloalkilfenolların piperidinlə qarşılıqlı təsir reaksiyalarından alınmış piperidinometiltsikloalkilfenolların etilenin oliqomerləşmə prosesində istifadə edilən katalitik prekursorlarda liqand olaraq, dizel yanacağında antioksidant kimi, sənaye və təbii obyektlərdə bəzi ağır metalların təyinində reagent kimi sınaqları aparılmışdır.

Müəllifin şəxsi iştirakı. Dissertasiya işində məsələlərin qoyuluşu, təcrübələrin və sınaqların icra edilməsi, əldə olunan nəticələrin sistemləşdirilməsi və ümumiləşdirilməsi müəllifin iştirakı ilə həyata keçirilmişdir. Dissertasiyada öz əksini tapmış nəticələr müəllif tərəfindən təsdiqini tapmışdır.

Aprobasiya və tətbiqi. Dissertasiya işi üzrə 34 elmi əsər, o cümlədən 1 Azərbaycan patenti, 12 məqalə (7-i xaricdə) və 21 Beynəlxalq və respublika səviyyəli konfranslarda məruzələrin tezisləri çap olunmuşdur.

Dissertasiya işinin nəticələri aşağıdakı konfranslarda məruzə edilmiş və müzarikə olunmuşdur: "Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri" mövzusunda beynəlxalq elmi konfransda (Gəncə, 2019, 2021), "Kimyanın aktual problemləri" adlı XIII Beynəlxalq elmi konfransda (Bakı, 2019, 2021) «Альтернативные источники сырья и топлива» VII Международная научно-техническая конференция, «Альтернативные источники сырья и

топлива» VIII Международная научно-техническая конференция (Minsk, 2019, 2021), International Scientific Conference «Actual Problems of Modern Chemistry» (Bakı, 2019), “Kimya Texnologiyası və Mühəndisliyinin İnnovativ İnkişaf Perspektivləri” adlı beynəlxalq elmi konfransda (Sumqayıt, 2019), International Conference on Actual Problems of Chemical Engineering APCE 2020 (Bakı, 2020), “Koordinasion birləşmələr kimyası” mövzusunda VIII Beynəlxalq elmi konfransda (Bakı, 2020), “Müasir kimyanın problemləri və inkişaf tendensiyaları” adlı respublika elmi-praktik konfransda (Bakı, 2020), «Перспективы развития современных математических и естественных наук» научно-практическая конференция (Varonej, 2020), «Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды» VIII Всероссийская конференция (Çeboksar, 2020), Kyiv Conference on Analytical Chemistry. Modern Trends (Kiyev, 2022), “Kimya və kimya texnologiyası” mövzusunda doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların respublika elmi konfransında (Bakı, 2022), The 7th International Conference: "Ecological and Environmental Chemistry-2022" (Kşinyov, 2022), Akademik Nadir Mir-İbrahim oğlu Seyidovun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Katalizatorlar, olefinlər əsaslı yağlar” mövzunda respublika elmi konfransda (Bakı, 2022), International Conference «Modern problems of theoretical and experimental chemistry» devoted to the 90-th anniversary of academician Rafiga Aliyeva (Bakı, 2022), The sixth international scientific conference. Advances in synthesis and complexing (Moskva, 2022).

Dissertasiya işinin həyata keçirildiyi təşkilatın adı. Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akad. Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu və Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti.

İşin həcmi. Dissertasiya işi 158 səhifə həcmində olub girişdən (9303), 4 fəsildən (I fəsil 68193 işarə, II fəsil 16807 işarə, III fəsil 55884 işarə, IV fəsil 18309 işarə, nəticələrdən 2530 işarə), 154 ədəbiyyat mənbəyindən və ixtisarların təsvirindən ibarət olmaqla ümumi həcmi 171026 işarədən (şəkillər, cədvəllər, əlavələr və

ədəbiyyat siyahısı istisna olunmaqla) ibarətdir. Dissertasiyada 7 cədvəl və 14 şəkil var.

Girişdə mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi, tədqiqatın obyekti və predmeti, tədqiqatın məqsəd və vəzifələri, tədqiqat metodları, nəticələrin dürüstlüyü, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar, tədqiqatın elmi yeniliyi, tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti, müəllifin şəxsi iştirakı, aprobasiya və tətbiqindən bəhs edilmişdir.

Dissertasiyanın **I fəslində** ədəbiyyat icmalı verilmişdir. Bu fəsil dissertasiyanın məzmununa uyğun olaraq, fenolun tsikloolefinlərlə və olefinlərlə alkilləşmə reaksiyaları zamanı fəza-çətinlikli tsikloalkilfenolların sintezinə, tsikloalkilfenolların aminometilləşmə reaksiyaları nəticəsində Mannix əsaslarının alınmasına və onların bəzi ağır metalların analizində tətbiqinə dair ədəbiyyat materiallarının araşdırılmasına həsr edilmişdir. Ədəbiyyat icmalında son 10 illikdə aparılmış tədqiqat nəticələrinin qeyd olunmasına və tənqidi təhlilinə üstünlük verilmişdir.

Dissertasiyanın **II fəsli** təcrübələrin aparılması metodikalarına həsr edilib. Bu fəsildə ilkin xammallar, onların fiziki-kimyəvi xassələri, aparılan sintezlərin gedişatı, tədqiqatların və reaksiya nəticəsində əmələ gələn məqsədli məhsulların analiz üsullarından bəhs edilmişdir. Aparılan elmi tədqiqat işlərinin nəticələri müasir cihazlarda ölçmələrə əsaslanmışdır.

Dissertasiyanın **III fəsli** *para*-tsikloalkilfenolların, 2(metiltsikloalkil)-4-metilfenolların, fenolun, *para*-krezolun və *meta*-krezolun formaldehid və piperidinlə aminometilləşmə reaksiyalarının tədqiqinə həsr edilmişdir. Bu fəsildə alınan üzvi birləşmələrin material balansı, element tərkibi öyrənilmiş, kimyəvi quruluşlarının təyini üçün müasir fiziki-kimyəvi üsullardan (NMR, İQ spektroskopiya) istifadə edilmişdir.

Dissertasiyanın **IV fəslində** aminometilləşmə reaksiyası əsasında əldə olunmuş piperidinometiltsikloalkilfenolların istifadə sahələrindən bəhs edilmişdir. Bu fəsil sintez olunmuş piperidinometiltsikloalkilfenolların dizel yanacağına antioksidant kimi, etilenin oliqomerləşməsi reaksiyalarında istifadə edilən katalitik

prekursorlarda liqand olaraq və həmçinin kobaltın (II), dəmirin (III) və misin (II) fəza-çətinlikli aminofenollarla komplekslərinin əmələgəlmə və ekstraksiya şəraitinin, fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqi, onların müxtəlif obyektlərdə təyininə imkan verən yeni üsulların işlənib hazırlanmasına həsr edilmişdir. Bundan əlavə olaraq, dissertasiya işində aparılmış tədqiqat işlərinin nəticələri, istinad edilən ədəbiyyatlara aid mənbələrin siyahısı, əlavələr və ixtisarların siyahısı öz əksini tapmışdır.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

İlkin xammallar, təcrübələrin aparılması və reaksiya məhsullarının analiz üsulları

Tədqiqatların aparılması məqsədilə əsas məhsulların sintezi üçün xammal kimi fenol, *para*-krezol, *meta*-krezol, *para*-(1-metiltsikloheksil)fenol, *para*-(1-metiltsiklopentil)fenol, *para*-(3-metiltsikloheksil)fenol, *para*-(3-metiltsikoheksen-3-il-izopropil)fenol, *para*-(4-metiltsikloheksen-3-il-izopropil)fenol, *para*-[3(4)-metiltsikloheksen-3-il-izopropil] fenol, 2(1-metiltsikloheksil)-4-metilfenol, 2(1-metiltsiklopentil)-4-metilfenol, 2(3-metiltsikloheksil)-4-metilfenol, 2(3-metiltsikloheksen-3-il-izopropil)-4-metilfenol, 2(4-metiltsikloheksen-3-il-izopropil)-4-metilfenol, 2[3(4)-metiltsikloheksen-3-il-izopropil)]-4-metilfenol, piperidin, formaldehidin 30%-li məhlulu (formalin), həlledici kimi benzol və heksan götürülmüşdür.

para-(1-Metiltsiklopentil)fenol fenolun 1-metiltsiklopentenlə КУ-23, ortofosfat turşusu hopdurulan seolit-Y katalizatorlarının iştirakında tsikloalkilləşmə reaksiyasından alınır. *para*-(1-Metiltsiklopentil)fenol aşağıda təsvir olunan fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir: T_q -147-148°C/10 mm c.st., $T_{ər}$ - 88°C, molyar kütlə- 176, element tərkibi hesablanıb: C-81.8 %, H-9.1%; tapılmışdır: C-81.3%, H-8.7%.

para-(1-Metiltsikloheksil)fenol fenolun 1-metiltsikloheksenlə КУ-23, ortofosfat turşusu hopdurulan seolit-Y katalizatorlarının iştirakında tsikloalkilləşmə reaksiyası əsasında alınır. *para*-(1-

Metiltsikloheksil)fenol aşağıda təsvir olunan fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir: T_q - 161-164°C/10 mm c.st., $T_{ər}$ - 96°C, molyar kütlə-190, element tərkibi hesablanıb: C-82.1 %, H-9.5%; tapılmışdır: C-81.4%, H-9.2%.

para-(3-Metiltsikoheksen-3-il-izopropil)fenol fenolun 1-metil-3-izopropeniltsikloheksen-1-illə (dipren) КУ-23, ortofosfat turşusu hopdurulan seolit-Y katalizatorlarının iştirakında alkilləşmə reaksiyasından alınır. *para*-(3-Metiltsikoheksen-3-il-izopropil)fenol aşağıda təsvir olunan fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir: T_q -193-196°C/10 mm c.st., $T_{ər}$ - 106°C, molyar kütlə- 230, element tərkibi hesablanıb: C-83.5 %, H-9.6%; tapılmışdır: C-83.1%, H-9.2%.

para-(4-Metiltsikoheksen-3-il-izopropil)fenol fenolun 1-metil-4-izopropeniltsikloheksen-1-illə (dipenten) КУ-23, ortofosfat turşusu hopdurulan seolit-Y katalizatorlarının iştirakında alkilləşmə reaksiyasından alınır. *para*-(4-Metiltsikoheksen-3-il-izopropil)fenol aşağıda təsvir olunan fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir: T_q -198-202 °C/10 mm c.st., $T_{ər}$ - 108°C, molyar kütlə- 230, element tərkibi hesablanıb: C-83.5 %, H-9.6%; tapılmışdır: C-83.1%, H-8.8%.

para-[3(4)-Metiltsikoheksen-3-il-izopropil]fenol fenolun izoprenin tsiklodimerinin (dipren və dipenten) qarışığı (160-180°C fraksiyası) ilə КУ-23, ortofosfat turşusu hopdurulan seolit-Y katalizatorlarının iştirakında alkilləşmə reaksiyasından alınır. *para*-[3(4)-Metiltsikoheksen-3-il-izopropil]fenol aşağıda təsvir olunan fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir: T_q - 190-205°C/10 mm c.st., şüasındırma əmsalı- n_D^{20} - 1.5450, sıxlıq- ρ_4^{40} - 0.9145, molyar kütlə-230, element tərkibi hesablanıb: C-83.5 %, H-9.6%; tapılmışdır: C-83.3%, H-9.2%.

2(1-Metiltsiklopentil)-4-metilfenol *para*-krezolun 1-metiltsiklopentenlə КУ-23, ortofosfat turşusu hopdurulan seolit-Y katalizatorlarının iştirakında tsikloalkilləşmə reaksiyası əsasında alınır. 2(1-Metiltsiklopentil)-4-metilfenol aşağıda təsvir olunan fiziki-kimyəvi xassələri göstərir: T_q -158-160°C/10 mm c.st., $T_{ər}$ - 39°C molyar kütlə- 190, element tərkibi hesablanıb: C-82.1 %, H- 9.4%; tapılmışdır: C-81.6%, H-9.3%.

2(1-Metiltsikloheksil)-4-metilfenol *para*-krezolun 1-metiltsikloheksenlə КУ-23, ortofosfat turşusu hopdurulan seolit-Y katalizatorlarının iştirakında tsikloalkilləşmə reaksiyası əsasında alınır. 2(1-Metiltsikloheksil)-4-metilfenol aşağıda təsvir olunan fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir: T_q -170°C/10 mm c.st., $T_{ər}$ - 45°C, molyar kütlə- 204, element tərkibi hesablanıb: C-82.3 %, H-9.8%; tapılmışdır: C-82.0%, H-9.6%.

2(3-Metiltsikloheksil)-4-metilfenol *para*-krezolun 3-metiltsikloheksenlə КУ-23, ortofosfat turşusu hopdurulan seolit-Y katalizatorlarının iştirakında tsikloalkilləşmə reaksiyası əsasında alınır. 2(3-Metiltsikloheksil)-4-metilfenol aşağıda təsvir olunan fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir: T_q - 165°C/10 mm c.st., $T_{ər}$ - 41°C, molyar kütlə- 204, element tərkibi hesablanıb: C-82.3 %, H- 9.8%; tapılmışdır: C-81.6%, H-9.4%.

2(3-Metiltsikloheksen-3-il-izopropil)-4-metilfenol *para*-krezolun 1-metil-3-izopropeniltsikloheksen-1-illə (dipren) КУ-23, ortofosfat turşusu hopdurulan seolit-Y katalizatorlarının iştirakında alkilləşmə reaksiyası əsasında alınır. 2(3-Metiltsikloheksen-3-il-izopropil)-4-metilfenol aşağıda təsvir olunan fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir: T_q -205-210°C/10 mm c.st., şüasındırma əmsalı- η_D^{20} - 1.5035, sıxlıq- ρ_4^{40} - 1.0133, molyar kütlə - 244, element tərkibi hesablanıb: C-83.6 %, H- 9.8%; tapılmışdır: C-83.3%, H-9.5%.

2(4-Metiltsikloheksen-3-il-izopropil)-4-metilfenol *para*-krezolun 1-metil-4-izopropeniltsikloheksen-1-illə (dipenten) КУ-23, ortofosfat turşusu hopdurulan seolit-Y katalizatorlarının iştirakında alkilləşmə reaksiyası əsasında alınır. 2(4-Metiltsikloheksen-3-il-izopropil)-4-metilfenol aşağıda təsvir olunan fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir: T_q -215-220°C/10 mm c.st., şüasındırma əmsalı- n_D^{20} - 1.5267, sıxlıq- ρ_4^{40} - 1.0375, molyar kütlə- 244, element tərkibi hesablanıb: C-83.6 %; H- 9.8% tapılmışdır: C-83.2%, H-9.4%.

2[3(4)-Metiltsikloheksen-3-il-izopropil]-4-metilfenol *para*-krezolun izoprenin tsiklodimerinin 160-180°C fraksiyası ilə КУ-23, ortofosfat turşusu hopdurulan seolit-Y katalizatorlarının iştirakında alkilləşmə reaksiyası əsasında alınır. 2[3(4)-Metiltsikloheksen-3-il-

izopropil]-4-metilfenol aşağıda təsvir olunan fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir: T_q - 205-220°C/10 mm c.st., şüasındırma əmsalı - n_D^{20} - 1.5133, sıxlıq- ρ_4^{40} - 1.0284, molyar kütlə - 244, element tərkibi hesablanıb: C-83.6 %, H-9.8%; tapılmışdır: C-83.0%, H-9.2%.

Fenol (hidroksibenzol) aşağıda təsvir olunan fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir: T_q -182°C, $T_{ər}$ - 43°C, şüa sındırma əmsalı - n_D^{41} – 1.5426, sıxlıq- ρ_4^{41} – 1.0576, molyar kütlə- 94

para-Krezol aşağıda təsvir olunan fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir: T_q - 202°C, $T_ə$ - 35°C, şüa sındırma əmsalı n_D^{20} 1, 5396, sıxlıq ρ_4^{20} 1, 0347, molyar kütlə- 108.

meta-Krezol aşağıda təsvir olunan fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir: T_q - 182°C, $T_{ər}$ - 41 °C, şüa sındırma əmsalı- 1.5426, sıxlıq- 1.0340, molyar kütlə- 108.

Piperidin aşağıda təsvir olunan fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir: T_q -106°C, $T_{ər}$ - 9°C, şüa sındırma əmsalı- n_D^{25} - 1.4530, sıxlıq - ρ_4^{25} - 1.8606, molyar kütlə- 85.

Formaldehid aşağıda təsvir olunan fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir: T_q – mənfi 19°C, sıxlıq ρ - 0.8153^{-20}, molyar kütlə - 30.

Formalin - formaldehidin suda 30 %-li məhluludur.

Reaksiya və rekitifikasiya prosesində əldə olunan məhsulların xromatoqrafik yoxlanılması LXM-72 xromatoqrafı vasitəsilə aparılmışdır.

Nazik təbəqəli xromatoqrafik təhlil metodundan sintez edilmiş piperidinometiltsikloalkilfenolların təmizliyini dəqiqləşdirmək məqsədilə istifadə olunur.

MX–1303 markalı kütlə spektrometrindən istifadə edilməklə, 200°C temperatur şəraitində sintez olunmuş birləşmələrin molyar kütlə göstəriciləri təyin edilmişdir (ionlaşdırıcı gərginlik: 70 eV, emissiya cərəyanı: 1 mA). Maddələrin kütlə spektrlərinin qeydə alınması, həmçinin Hewlett-Packard istehsalı olan GC/MS xromato-kütlə spektrometri vasitəsilə həyata keçirilmişdir.

Sintez olunmuş birləşmələrin sıxlıq (ρ) parametrləri AntonPaar şirkətinin "DMA 4500M" cihazında ASTM D5002 standartı əsasında,

şüasındırma əmsalları (n_D^{20}) isə refraktometrik üsulla eyni istehsalçının "Abbemat 500" refraktometrində təyin edilmişdir. Maddələrin kinematik özlülük göstəriciləri isə ASTM D445 metodologiyasına uyğun olaraq AntonPaar firmasına məxsus "Stabinger SVM" özlülükölçəni vasitəsilə qiymətləndirilmişdir.

Əldə olunan birləşmələrin kimyəvi quruluşu «Perkin-Elmer» şirkəti tərəfindən istehsal olunan «Spektrum BX» və «BRUKER» şirkəti tərəfindən istehsal edilən «ALPHA İQ Furye» (Almaniya) spektrometrlərində İQ spektrları vasitəsilə təyin olunmuşdur.

Sintez edilmiş maddələrin NMR spektrləri daxili standart kimi tetrametilsilanın (TMS) tətbiq olunduğu, 300 MHs işçi tezlikli «Bruker 300» spektrometrində tədqiq edilmişdir.

Sintez edilmiş maddələrin element analizi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən 12 saylı laboratoriyada, Leco Europe B.V. (Geleen, Niderland) istehsalı olan element analizatoru vasitəsilə həyata keçirilmişdir.

para-Tsikloalkilfenolların piperidinlə aminometilləşmə reaksiyalarının tədqiqi

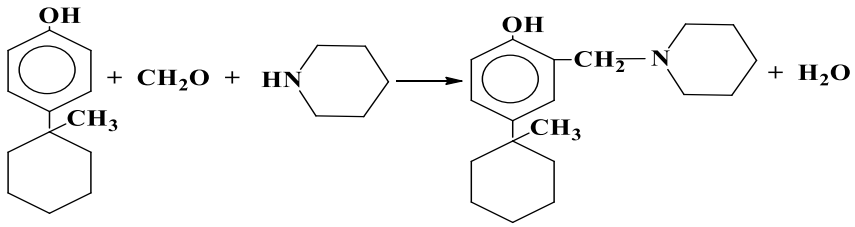
para-Metiltsikloalkilfenolların piperidin, formaldehidlə aminometilləşmə reaksiyaları tsikloalkilfenolların piperidin və formaldehidin 1:1:1 nisbətlərində, 80°C temperaturda, 2 saat müddətində, həlledici (benzol) iştirakında həyata keçirilmişdir.

Nümunə üçün *para*-(1-metiltsikloheksil)fenolun piperidin və formaldehidlə aminometilləşmə reaksiyalarının nəticələrini nəzərdən keçirək.

Aminometilləşmə reaksiyasının aparılması üçün üçboğazlı kolbaya 47.5 q (0.25 mol) *para*-(1-metiltsikloheksil)fenol, 21.3 q (0.25 mol) piperidin və 47.5 q həlledici kimi benzol (1:1 mol nisbətlərində) doldurulub qızdırmaqla qarışdırılır. Reaksiya temperaturu 45°C-yə çatdıqda kolbanın içərisinə damla-damla 7.5 q formalin əlavə olunur. Formalinin reaksiya üçün hesablanmış miqdarı damızdırılıb qurtardıqda aparılan reaksiyanın temperaturu 80°C-yədək yüksəldilir və qarışıq 2 saat ərzində yenidən qarışdırılır.

Daha sonra reaksiyanın temperaturu 110°C-yədək yüksəldilir və qarışığın tərkibində olan həlledicidən (benzol) və reaksiya gedişatında əmələ gələn sudan azad edilir. Tədqiqatlar nəticəsində əldə edilmiş birləşmə 40°C-yədək soyudulur və su ilə yuyulduqdan sonra rekitifikasiya kalonuna keçirilərək aşağı təzyiqdə (5 mm c.st.) 2-piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)fenol qovulub ayrılır. Reaksiya nəticəsində alınmış 2-piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)fenol təkrar həlledici (heksan) ilə yuyulub təmizlənir.

para-(1-Metiltsikloheksil)fenolun formalin və piperidinlə aminometilləşmə reaksiyasına aid tənliyi aşağıda təsvir edilmişdir :



Aşağıda 2(piperidinometil)-4(1-metiltsikloheksil)fenolun alınmasının mərhələli material balansı təqdim olunmuşdur.

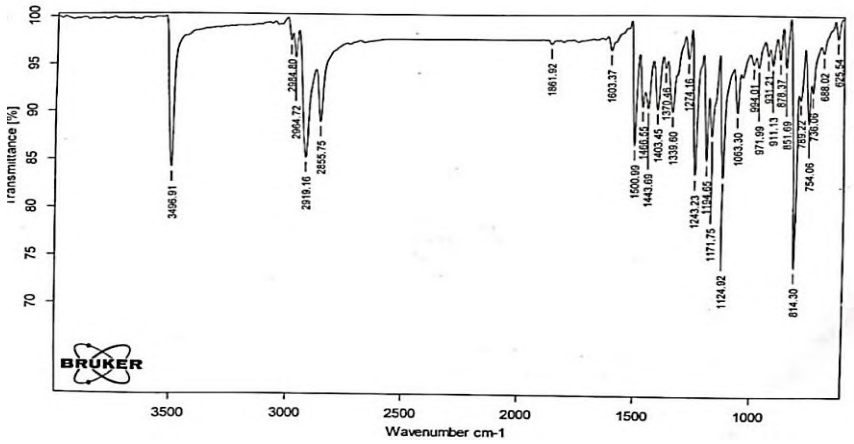
I. Aminometilləşmə	çəki, q	%
Götürülmüşdür:		
1) *para*-(1-Metiltsikloheksil)fenol	47.5	62.3
2) Piperidin	21.3	27.9
3) Formalin	7.5	9.8
Cəmi:	76.3	100.0
Alınmışdır		
- Aminofenol+su	75.6	99.1
İtki	0.7	0.9
Cəmi:	76.3	100.0
II. Ayrılma		
Götürülmüşdür:		
- Aminofenol+su qarışığı	80.0	100.0
Cəmi:	80.0	100.0
Alınmşdır:		
-Aminofenol	71.8	89.8

-Su qarışığı	7.6	9.5
İtki	0.6	0.7
Cəmi:	80.0	100.0
III. Rekitifikasiya		
Götürülmüşdür:		
- Aminofenol	71.8	100.0
Cəmi:	71.8	100.0
Alınmışdır:		
1) Qayıdan piperidin	2.4	6.7
2) Qayıdan *para*-(1-MTSH)fenol	4.8	3.3
3) 2-Piperidinometil-4(1-MTSH)fenol	62.1	86.5
4) Qalıq	1.8	2.5
İtki	0.7	1.0
Cəmi:	71.8	100.0

Təqdim olunmuş material balansının təhlili göstərir ki, reaksiya nəticəsində 62.1 q 2-piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)fenol alınır; bu da çıxımın xammal kimi götürülən *para*-(1-metiltsikloheksil)fenola görə 86.5% olduğunu göstərir.

Sintez olunmuş piperidinometiltsikloheksilkilfenolun İQ, ^{1}H və ^{13}C NMR spektral analizləri yoxlanılmış və onların göstəriciləri aşağıda təqdim edilmişdir.

2-Piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)fenolun İQ-spektrinin inteqral əyriləri şəkil 1-də verilir.



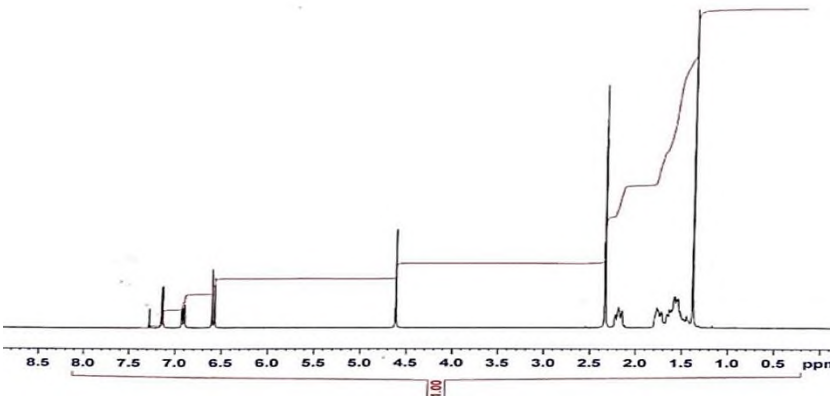
Şəkil 1. 2-Piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)fenolun İQ-spektri

Sintez edilmiş 2-piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil) fenolun İQ-spektrində aşağıdakı udma zolaqları müşahidə olunur:

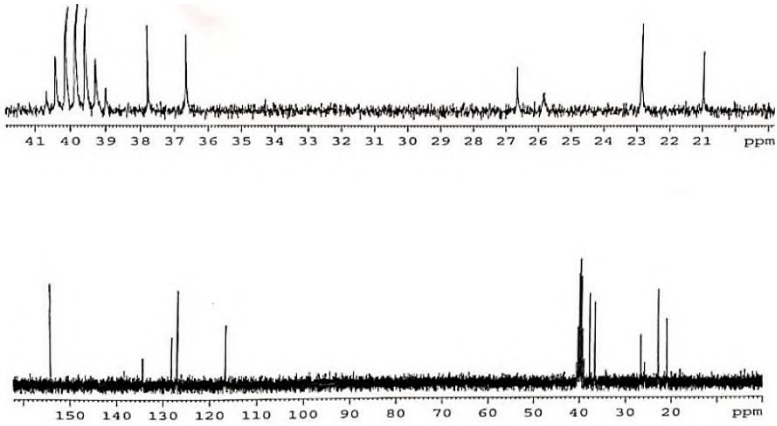
754 sm^{-1} - CH_2 qrupunda olan C-H rabitəsinə aid riyazi sürüşmə; 1274, 1339, 1370, 1443, 1455, 2855, 2919, 2964 sm^{-1} – CH_2 və CH_3 qruplarındakı uyğun olaraq C-H rabitəsinə aid deformasiya və valent sürüşmələri; 814, 878 sm^{-1} – 1, 2, 4 əvəzedilmiş benzol nüvəsi; 1501 sm^{-1} – benzol halqası; 1603 sm^{-1} - benzol nüvəsinə aid C=C əlaqəsi; 1194 sm^{-1} – üçlü azot atomuna məxsus udulma zolağı; 1243, 3496 sm^{-1} – OH qrupundakı O – H rabitəsinə aid uyğun olaraq defomasiya və valent sürüşmələridir.

2-Piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)fenolun ^1H NMR-spektrinin inteqral əyriləri şəkil 2-də verilir. 2-Piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)fenolun ^1H NMR-spektrinin inteqral əyriləri əsasında tsikloheksil radikalında olan CH_3 qrupundakı hidrogen δ=1.37 ppm – də (sinqlet formada), tsikloheksil qrupunda olan hidrogenlər δ=1.76 – 2.21 ppm-də, $N(CH_2)_2$ qrupundakı hidrogenlər δ=2.33 ppm-də (sinqlet formada), CH_2N qruplarındakı hidrogenlər δ= 3.93 – 4 ppm-də (multiped formada), aromatik nüvədə olan

hidrogen atomları isə 6.57, 7.13 və 7.27 ppm – də (multiped formada) müşahidə etmək mümkündür.



Şəkil 2. 2-Piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)fenolun ^{1}H NMR spektri



Şəkil 3. 2-Piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)fenolun ^{13}C NMR-spektri

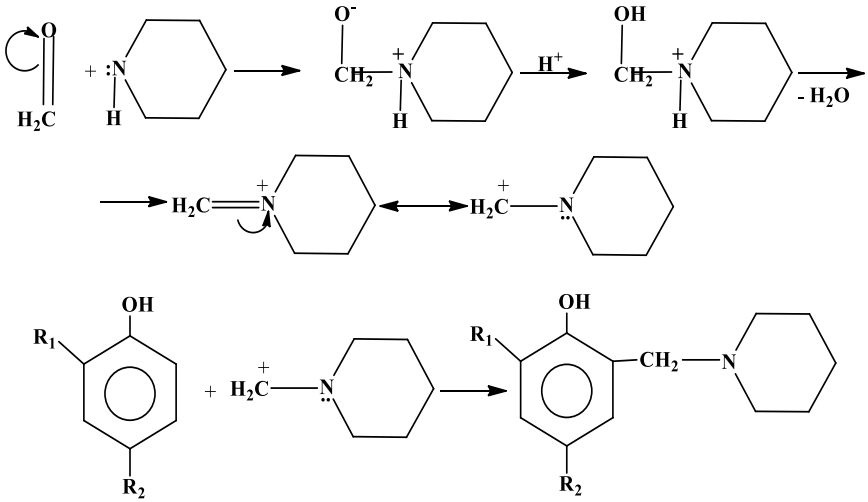
2-Piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)fenolun ^{13}C NMR-spektri şəkil 3-də verilir.

2-Piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)fenolun ^{13}C NMR-spektri əsasında tsikloheksil radikalında olan CH_3 qrupundakı karbon atomu δ=21 ppm-də (sinqlet formada), tsikloheksil qrupunda olan karbon atomları δ=26.1, 36.7, 37.8 ppm – də (sinqlet formada), $N(CH_2)_2$ qrupunda olan karbon atomu δ=40.1 ppm-də (sinqlet formada), aromatik nüvədə olan karbon atomları isə δ=117, 127.5, 128, 135, 154 ppm – də (sinqlet formada) müşahidə etmək mümkündür.

2-Piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)fenolun ^{1}H və ^{13}C NMR, İQ-spektrlərinin inteqral əyrilərinin nəticələri onun kimyəvi quruluşunun tam sübuta yetirildiyini göstərir.

2-Piperidinometil-4(metiltsikloalkil)fenolların fiziki-kimyəvi xassələri və element tərkibləri cədvəl 1-də verilir.

Fəza-çətinlikli fenolların piperidin və formaldehidlə amino-metilləşmə reaksiyalarının ümumi mexanizmi aşağıdakı sxemdə verilmişdir:

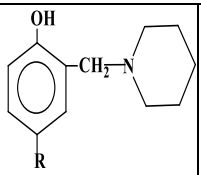
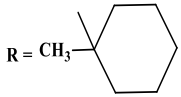
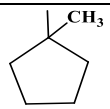
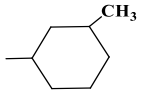
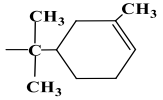
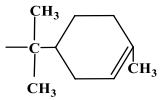
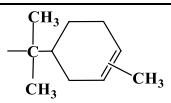


R_1= H olduqda, **R_2=tsikloalkil;**

R_1=tsikloalkil olduqda, **R_2=CH_3.**

Cədvəl 1

2-Piperidinometil-4(metiltsikloalkil)fenolların fiziki-kimyəvi xassələri və element tərkibləri

	Qaynama temp., °C /5 mm c.st.	Ərimə temp., °C/Şüasındırma əmsalı / sıxlıq	Molyar kütlə	Hesablanıb, % / Tapılıb, %		
				C	**H**	**N**
	167-170	78	287	79.4 / 78.8	10.1 / 9.7	4.9 / 4.4
	156-158	63	273	79.1 / 78.6	9.9 / 9.5	5.1 / 4.5
	161-163	72	287	79.4 / 78.7	10.1 / 9.6	4.9 / 4.6
	194-197	n_D^{20} -1,5365 ρ_4^{40} -0.9280	327	80.7 / 80.2	10.1 / 9.4	4.3 / 3.9
	202-207	n_D^{20} -1,5436 ρ_4^{40} -0.9517	327	80.7 / 79.6	10.1 / 9.2	4.3 / 3.7
	194-210	n_D^{20} -1,5472 ρ_4^{40} -0.9405	327	80.7 / 79.2	10.1 / 9.0	4.3 / 4.1

Quruluşunda mütəhərrik hidrogen atomunun olduğu maddə ilə ikili aminin və formaldehidin kondensasiyası reaksiyası həyata keçirilərək aralıq məhsul olaraq α-aminokarbinol alınır. İlkin mərhələdə amin və formaldehidin qarşılıqlı təsirindən karbokation əmələ gəlir, sonra bu karbokation tərkibində hidrogen atomu olan maddəyə

təsir göstərir. Azot atomunun ilk həmləsi həyəcanlanmş elektron cütünün təsirilə aldehidin karbonil qrupuna doğru istiqamətlənir, sonra su molekulu ayrılıması ilə kation əmələ gəlir. Yekun nəticə olaraq, karbokation mütəhərrik hidrogen atomu olan tsiklo-alkilfenolun *orto* vəziyyətinə həmlə edərək Mannix əsasını əmələ gətirir.

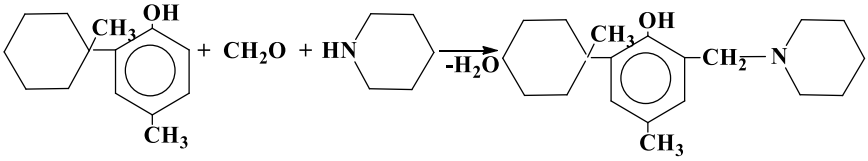
2(Metiltsikloalkil)-4-metilfenolların piperidinlə aminometilləşmə reaksiyalarının tədqiqi

2(1-Metiltsikloalkil)-4-metilfenolların piperidin, formaldehid və həlledici kimi benzoldan istifadə edilərək aminometilləşmə reaksiyası həyata keçirilmişdir.

Nümunə üçün 2(1-metiltsikloheksil)-4-metilfenolun piperidin və formaldehdidlə aminometilləşmə reaksiyalarının nəticələrini nəzərdən keçirək.

Aminometilləşmə reaksiyasının aparılması üçün üçboğazlı kolbaya 40.8 q (0.2 mol) 2(1-metiltsikloheksil)-4-metilfenol, 40.8 q həlledici (benzol) və 17.0 q (0.2 mol) piperidin əlavə edilib qızdırılmışdır. Tədqiqatın davamı yuxarıda qeyd edilən ardıcıllıqla aparılır.

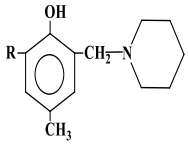
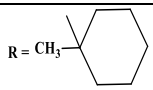
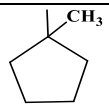
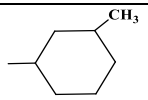
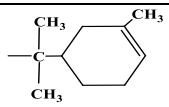
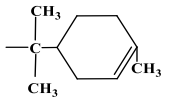
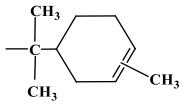
2-(1-Metiltsikloheksil)-4-metilfenolun piperidinlə aminometilləşmə reaksiyasına aid tənlik aşağıda təsvir edilmişdir:



Sintez olunmuş 2(1-metiltsikloheksil)-4-metil-6(piperidinometil)fenolun İQ, ^{1}H və ^{13}C NMR spektral analizləri yoxlanılmış və onların göstəriciləri yuxarıda təqdim edilmiş 2-piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)fenolun göstəriciləri ilə bənzərlik təşkil etdiyi müəyyən edilmişdir. 2(Metiltsikloalkil)-4-metil-6-piperidinometil-fenolların fiziki-kimyəvi xassələri və element tərkibləri cədvəl 2-də verilir.

Cədvəl 2

2(Metiltsikloalkil)-4-metil-6-piperidinometilfenolların fiziki-kimyəvi xassələri və element tərkibləri

	Qaynama temp., °C /5 mm c.st.	Ərimə temp. °C /Şüasındırma əmsalı / sıxlıq	Molyar kütlə	Hesablanıb, % / Tapılıb, %		
				C	**H**	**N**
	191-193	45	301	79.7 / 78.8	10.7 / 9.4	4.7 / 4.3
	168-171	38	287	79.4 / 78.2	10.1 / 9.5	4.9 / 4.1
	182-186	41	301	79.7 / 78.6	10.7 / 9.0	4.7 / 4.1
	207-212	n_D^{20} 1,5513 ρ_4^{40} 0.9447	341	80.9 / 80.4	10.3 / 9.6	4.1 / 3.5
	214-217	n_D^{20} 1,5738 ρ_4^{40} 0.9608	341	80.9 / 80.1	10.3 / 9.1	4.1 / 3.0
	205-217	n_D^{20} 1,5652 ρ_4^{40} 0.9529	341	80.9 / 79.6	10.3 / 8.8	4.1 / 3.2

Tərtib edilmiş material balansı əsasında 47.5 q 2(1-metiltsikloheksil)-4-metil-6(piperidinometil)fenol alınır; bu da nəzərdə tutulan məhsula aid çıxımın xammal kimi götürülən 2(1-metiltsikloheksil)-4-metilfenola görə 78.9 % olduğunu göstərir.

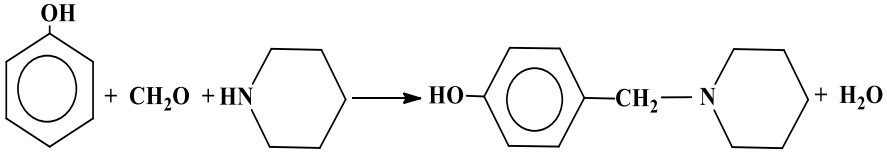
Fenolun, *para*-, *meta*-krezolların piperidinlə aminometilləşmə reaksiyaları

Xammal kimi fenol, *para*-krezol, *meta*-krezol, piperidin, formaldehid və həlledici kimi benzoldan istifadə olunmuşdur.

Nümunə üçün fenolun piperidin və formaldehdidlə aminometilləşmə reaksiyalarının nəticələrini nəzərdən keçirək.

Aminometilləşmə reaksiyasının aparılması üçün üçboğazlı kolbaya 23.5 q (0.25 mol) fenol, 23.5 q həlledici (benzol) və 21.3 q (0.25 mol) piperidin doldurulur və qızdırılır. Sonrakı tədqiqatlar yuxarıda yazılan ardıcıllıqla davam etdirilir.

Fenolun piperidinlə aminometilləşmə reaksiyaları aşağıdakı tənlik üzrə gedir:



Sintez olunmuş 4-piperidinometilfenolun İQ, ^{1}H və ^{13}C NMR spektral analizləri yoxlanılmış və onların göstəriciləri yuxarıda təqdim edilmiş 2-piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)fenolun göstəriciləri ilə bənzərlik təşkil etdiyi müəyyən edilmişdir.

Tərtib edilmiş material balansı əsasında 31.3 q 4-piperidinometilfenol alınır ki, bu da nəzərdə tutulan məhsula aid çıxımın reaksiya üçün xammal kimi götürülən fenola görə 77.7 % olduğunu göstərir.

Eynilə *para*- və *meta*-krezolların formaldehid və piperidinlə aminometilləşmə reaksiyaları həyata keçirilərək müvafiq Mannix əsasları əldə olunmuşdur.

Piperidinometiltsikloalkilfenolların istifadə sahələrinin tədqiqi

Piperdinometiltsikloalkilfenolların etilenin oliqomerləşmə reaksiyalarında istifadə edilən katalitik prekursorlar üçün liqand olaraq, dizel yanacağında antioksidant və Cu(II), Co(II), Fe(III) ionlarının təyinində reagent kimi sınaqları aparılmışdır.

Piperidinometiltsikloalkilfenolların etilenin oliqomerləşməsi prosesində istifadə edilən katalitik prekursorlarda liqand kimi sınaqları

Aparılan tədqiqatlar əsasında əldə olunan 2(piperidinometil)-4-tsikloalkilfenolların $ZrCl_4$ vasitəsilə qarşılıqlı təsir reaksiyası nəticəsində etilenin oliqomerləşməsi reaksiyaları üçün yeni katalizatorların əldə olunması prosesi həyata keçirilmişdir.

Müəyyənləşdirilmişdir ki, 2(piperidinometil)-4-tsikloalkilfenolların əlavə olunması ilə əldə edilmiş heterogenləşdirilən sirkonium komplekslərinin və sokatalizator olaraq isə $(C_2H_5)_2AlCl$-dan istifadə etməklə etilenin oliqomerləşməsindən alınan oliqomerlərin əsasını xətti α–olefinlərin $C_4 – C_{10}$ fraksiyası təşkil edir. Bu, oliqomer məhsulunun miqdarının reaksiyanın getmə istiqamətindən və liqandın tərkibindən asılılığı 80-90 % olmuşdur. Tədqiqatlar əsnasında alınmış 2(piperidinometil)-4(1-metiltsikloheksil)fenolla qarşılıqlı təsiri nəticəsində əldə olunmuş sirkonium birləşməsi və sokatalizator olaraq isə $(C_2H_5)AlCl_2$ istifadə edilərək, alifatik həlledicilərdə (heksan, izooktan, heptan və s.) və 90°C temperaturda, 1.8-5.0 MPa təzyiqdə, katalitik sistemi təşkil edən komponentlərinin Al:Zr = (25-30):1 mol nisbətində etilen oliqomerləşərək polietilen yağ fraksiyasını əmələ gətirir . Çıxım çevrilən etilenə görə 63.4-69.0 % olmuşdur.

2(Piperidinometil)-4-metiltsikloalkilfenollar etilenin oliqomerləşməsi prosesində katalizatorun sintezində liqand olaraq istifadə edildikdə, nəzərdə tutulan məhsulların ($C_4 – C_{10}$ olefinlərin) çıxımının daha yüksək – 88-91% olduğu müşahidə edilmişdir. Ədəbiyyatda məlum katalizatorlardan istifadə etdikdə çıxımın – 70-75% olduğu göstərilmişdir.

Yekun nəticə olaraq qeyd etmək olar ki, 2(piperidinometil)-4-metiltsikloalkilfenollar etilenin oliqomerləşmə reaksiyalarında istifadə edilən katalitik prekursorlarda liqand kimi istifadə oluna bilərlər.

2-Piperidinometil-4[1(3)-metiltsikloalkil]fenolların dizel yanacağına antioksidant kimi sınaqları

Sintez edilmiş 2-piperidinometil-4(1-metiltsiklopentil), 2-piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)- və 2-piperidinometil-4(3-metiltsikloheksil)fenollar dizel yanacağında (DY) ГОСТ 305-2013-ə müvafiq olaraq antioksidant kimi yoxlanılmışdır.

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində əldə edilmiş antioksidantların quruluşunda piperidinin, hidroksil, tsikloolefin və aromatik halqanin olması yanacaqlarda onların həll olunması prosesini sürətləndirir ki, bu da yanacağın keyfiyyət göstəricilərinin yüksəldilməsinə səbəb olmuşdur.

Dizel yanacağına antioksidant kimi təklif olunan 2-piperidinometil-4(1-metiltsiklopentil)-, 2-piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)- və 2-piperidinometil-4(3-metiltsikloheksil)fenollar yuxarıda qeyd edilən məlum üsullarla əldə olunurlar.

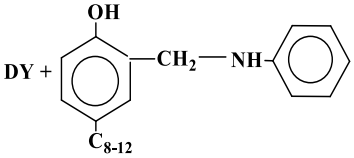
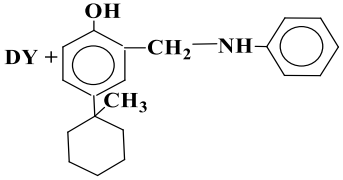
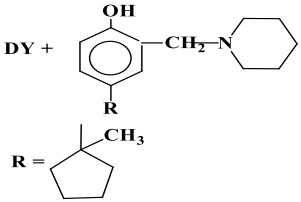
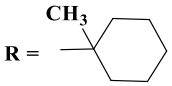
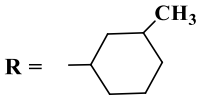
Nümunələr dizel yanacağına 0.004% miqdarında məlum və tövsiyə olunan antioksidantlar əlavə olunaraq hazırlanmışdır. Sonra qatqısız və antioksidantlar əlavə olunaraq hazırlanan nümunələrin 4 saat ərzində, 120°C temperaturda oksidləşməsi prosesindən sonra dizel yanacağının tərkibində əmələ gələn çöküntü miqdarı təyin olunmuşdur. Sınaqların nəticələri cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəl 3-dən görünür ki, məlum antioksidantlarla müqayisədə təqdim edilmiş piperidinometiltsikloalkilfenollar dizel yanacağına əlavə olunduqda (5) nümunəsi əlavə edilmiş dizel yanacağında cüzi (0.2 mq/100 sm^3) çöküntü alınır, (6) və (7) nümunələri əlavə olunduqda isə çöküntü əmələ gəlmir.

Beləliklə, sintez olunmuş 2-piperidinometil-4-metiltsikloalkilfenollar dizel yanacağında antioksidant kimi təklif oluna bilər.

Cədvəl 3

2-Piperidinometil-4-metiltsikloalkilfenolların dizel yanacağında antioksidant kimi sınaqlarının nəticələri

N	Antioksidantlar	AO miqdarı, %	Çöküntünün miqdarı, mq/100sm^3
1	DY (AO əlavə olunmadan)	-	4.35
2	DY + ionol	0.004	1.0
3.	 (məlum)	0.004	0.9
4.	 (məlum)	0.004	0.7
5		0.004	0.2
6.		0.004	0
7.		0.004	0

Piperidinometiltsikloalkilfenolların mis (II), dəmir(III) və kobaltın (II) təbii və sənaye obyektlərində təyinin tədqiqi

Misin, dəmirin, kobaltın piperidinometiltsikloalkilfenollar ilə kompleks birləşmə şəkilində təyini üsulları öz aralarında müqayisə edilərək onların təbii və sənaye obyektlərinin tərkibində təyininə tətbiq edilmişdir. Bu məqsədlə piperidinometiltsikloalkilfenollar (AF) −2-piperidinometil-4(1-metiltsiklopentil)fenol (AF_1), 2-piperidinometil-4(1-metiltsikloheksil)fenol (AF_2), 2-piperidinometil-4(3-metiltsikloheksil)fenol (AF_3), 2(3-metiltsikloheksil)-4-metil-6(piperidinometil)fenol (AF_4), 2-piperidinometil-4-metilfenol (AF_5), 2-piperidinometil-5-metilfenol (AF_6) üzvi reagent kimi istifadə olunmuşdur.

Fəza-çətinlikli piperidinometiltsikloalkilfenolların Cu(II), Fe(III) və Co (II) ionlarının təyinində liqand kimi yoxlanılması

Lobyanın tərkibində misin təyini. Çini kasada 10 q lobya nümunəsi xırdalanaraq əvvəlcə 65-75°C-də, sonra 110°C-də qurudulur. Mufel sobası 500°C qızdırıldıqdan sonra qurudulmadan alınan kütlə sobanın içərisinə yerləşdirilir. Külün həll olması üçün 0.1 N HNO_3 məhlulundan istifadə olunur. Daha sonra 100 millilitrlik kolbaya süzülür. Misin təyini alikvot hissənin ekstraksiya qabına yerləşdirdikdən sonra müvafiq metodikalara əsasən aparılmışdır. Nəticələr cədvəl 4-də təqdim olunmuşdur.

Cədvəl 4

Qida məhsulunda misin piperidinometiltsikloalkilfenollar əsasında təyinatının nəticələri (mkq/kq)

Birləşmə	Təyin olunan obyekt	AF	$\overline{X} \pm \frac{t_P S}{\sqrt{n}}$	Pb-DEDTK	$\overline{X} \pm \frac{t_P S}{\sqrt{n}}$
Cu-AF_1	Lobya	5.41	5.41±0.49	5.38	5.38±0.55
1.	2.	3.	4.	5.	6.

Cədvəl 4-ün ardı

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Cu-AF_2	Lobya	5.44	5.44±0.12	5.43	5.43±0.13
Cu-AF_4	Lobya	5.47	5.47±0.15	5.36	5.36±0.13

Cədvəl 4-də piperidinometiltsikloalkilfenollar (AF1, AF2 və AF4) əsasında lobya nümunəsində misin təyininin nəticələri təqdim olunmuşdur. Cu-AF_1, Cu-AF_2 və Cu-AF_4 kompleksləri üzrə tapılmış misin miqdarı 5.41–5.47 mkq/kq intervalında dəyişir; Götürülmüş nümunələr üçün Pb-DEDTK əsasında aparılan təyinatlarla əldə olunan nəticələr arasında yaxın uyğunluğun olduğu müşahidə olunur; Orta kvadratik kənaraçıxmaların qiymətinin (±0.12–0.55 mkq/kq) kiçik olması yeni metodikanın yaxşı təkrarlanma qabiliyyətinin və dəqiqliyinin olmasına dəlalət edir.

Meyvənin tərkibində dəmirin təyini. Əvvəlcə meyvənin tərkibində olan üzvi birləşmələrin parçalanması məqsədilə qurudulmuş 250 qram meyvə qurusu 550-750°C-dək qızdırılmış mufel sobasına yerləşdirilmiş və yandırılmışdır. Yandırılma prosesindən sonra əldə olunan kül soyudulmuşdur. Sonra 20 ml $HCl+HNO_3$ (3:1) məhlulunda həll olunmuşdur. Əldə edilən qarışıq 50 ml distillə suyu ilə həll olunmuş, 100 millilitrlik kolbaya süzülərək ayrılmışdır. Dəmirin təyini alikvot hissənin götürülməsindən sonra müvafiq metodikalara əsasən aparılmışdır. Nəticələr cədvəl 5-də təqdim olunmuşdur.

Cədvəl 5

Təbii obyektlərin tərkibində dəmirin piperidinometiltsikloalkilfenollar əsasında təyinatının nəticələri (mkq/kq)

Metodika	Analiz olunan obyekt	Daxil edilmişdir, mkq	Tapılmışdır, mkq	$\overline{X} \pm \frac{t_p S}{\sqrt{n}}$
AF_1	Alma	15.0	23.3	23.3±0.71
1.	2.	3.	4.	5.

Cədvəl 5-in ardı

1.	2.	3.	4.	5.
AF_2	Ağ gilas	10.0	13.50	13.50±0.30
AF_5	Çiyələk	5.0	5.16	5.16±0.14

Cədvəl 5-də müxtəlif meyvə nümunələrində (alma, ağ gilas və çiyələk) dəmirin piperidinometiltsikloalkilfenollar əsasında təyininin nəticələri verilmişdir. Daxil edilən və tapılan Fe(III) miqdarları arasında yaxın uyğunluğun mövcud olması müşahidə olunmuşdur; Tapılmış qiymətlərə əsasən orta kvadratik yayınmaların (±0.14–0.71 mkq/kq) kiçik olması təklif olunan metodikanın yüksək doğruluğunun təsdiqidir; Xüsusilə aşağı qatılıqlı nümunələrdə (çiyələk, 5.0 mkq) də metodikanın həssaslığı qorunmuşdur.

Kobaltın standart torpaq nümunələrinin tərkibində təyini. Əvvəlcə standart torpaq nümunəsinin 8 qramı qrafitdən hazırlanmış butanın içərisində 15 ml HF + 5 ml HNO_3 məhlulunda 50-70°C temperaturda həll olunur. Həllolunma nəticəsində əldə edilmiş qarışıqdan HF-un artıq miqdarının ayrılması məqsədilə qarışığa 8-9 ml HNO_3 yenidən əlavə olunur (cədvəl 6).

Cədvəl 6

Kobaltın standart torpaq nümunələrdə təyininin nəticələri

Birləşmə	Təyin olunan obyektlər	Pasporta əsasən Me, %	Tapılmışdır Co , %
AF_1	torpaq СТ-1А	0.0046	4.622×10^{-3}
AF_2	torpaq СГД-1А	0.0040	4.092×10^{-3}
AF_3	torpaq СГХ-3	0.0030	2.996×10^{-3}

Cədvəl 6-da kobaltın standart torpaq nümunələrində piperidinometiltsikloalkilfenollar əsasında təyininin nəticələri təqdim olunmuşdur. Pasportda əks olunmuş məlumatlar ilə təyin

edilmiş Co miqdarlarının arasında yüksək uyğunluq müşahidə olunur; Tədqiqatlar nəticəsində əldə olunmuş qiymətlərin 10^{-3} səviyyəsində olması metodikanın iz miqdarların təyini üçün yararlılığını göstərir; Müxtəlif AF birləşmələri üçün alınan nəticələrin sistematik xarakter daşıması metodikanın reproduktivliyinin və etibarlılığının təsdiqidir.

Aparılmış tədqiqatlar sübut edir ki, piperidinometiltsikloalkilfenollar Cu(II), Fe(III) və Co(II) ionları ilə əmələ gətirdikləri komplekslər əsasında işlənərək əldə olunmuş təyinat metodikaları müxtəlif mənşəli olan real obyektlərin tərkibində metal ionlarının varlığının təyini üçün perspektivlidir. Bu metodlar sadə aparat təminatının, yüksək seçiciliyin və kifayət qədər dəqiqliyin olması ilə xarakterizə olunur və ekoloji, sənaye və qida analizində geniş tətbiq imkanlarına malikdir.

NƏTİCƏLƏR

1. *para*-(1-Metiltsikloheksil)-, *para*-(1-metiltsiklopentil)-, *para*-(3-metiltsikloheksil)-, *para*-(3-metiltsikloheksen-3-il-izopropil)-, *para*-(4-metiltsikloheksen-3-il-izopropil), *para*-[3(4)-metiltsi-kloheksen 3-il-izopropil] fenolların formaldehid və piperidinlə aminometilləşmə reaksiyaları tədqiq olunmuşdur. Müəyyənləşdirilmişdir ki, tsikoalkilfenolların, piperidin və formaldehidlə 1:1:1 mol nisbətində, 80°C temperaturda və 2 saat müddətində aminometilləşmə reaksiyalarından 57.6-86.5% çıxımla (götürülən *para*-metiltsikloalkilfenola görə) 2-piperidinometil-4(metiltsikloalkil)fenollar alınır [2, 15, 16, 17, 20, 32, 31, 33].

2. 2(Metiltsikloalkil)-4-metilfenollarla formaldehid və piperidin əsasında aminometil törəmələrinin sintezi prosesi həyata keçirilmişdir. Aparılan tədqiqatlar əsnasında müəyyən olunmuşdur ki, aminometilləşmə reaksiyalarının optimal şəraitlərində alınmış Mannix əsaslarının – 2(metiltsikloalkil)-4-metil-6(piperidinometil)fenolların götürülən 2(metiltsikloalkil)-4-metilfenollara görə çıxımı 58.2-78.9% təşkil edir [11, 13, 22, 29].

3. Fenolun, *para*-, *meta*-krezolların formaldehid və piperidinlə qarşılıqlı təsir reaksiyaları aparılmışdır. Aminometilləşmə reaksiyaları nəticəsində alınmış məqsədli məhsulların çıxımı 60.8-77.7% təşkil edir [14, 21, 25].

4. Tədqiq olunmuş aminometilləşmə reaksiyalarının mərhələli material balansları hesablanmış, alınmış Mannix əsaslarının kimyəvi quruluşları təsdiq olunmuş, fiziki-kimyəvi xassələri və element tərkibləri müəyyən edilmişdir [23].

5. 2(Piperidinometil)-4-tsikloalkilfenolların $ZrCl_4$ ilə reaksiyalarından əldə olunmuş birləşmələri fərqli mol nisbətlərində heterogenləşdirilən metal komplekslərin katalitik sistemi təşkil edən komponentlərindən biri kimi etilenin oliqomerləşmə reaksiyalarında istifadə olunan katalizatorlara liqand olaraq tədqiqatı aparılmışdır. Müəyyənləşdirilmişdir ki, 2(piperidinometil)-4-tsikloalkilfenollar etilenin oliqomerləşmə reaksiyalarında istifadə edilən katalizatorlarda liqand olaraq istifadə olunduqda, nəzərdə tutulan məhsullara (C_4 – C_{10}) aid çıxım daha yüksək-88-91% olur; məlum katalizatorlardan istifadə edildikdə isə çıxım -70-75% təşkil edir [34].

6. Sintez olunmuş 2-piperidinometil-4[1(3)-metiltsikloalkil] fenollar dizel yanacağında ГОСТ 305-2013 uyğun olaraq antioksidant kimi sınaqdan çıxarılmışdır. Antioksidantların keyfiyyət göstəriciləri dizel yanacağında 120°C temperaturda, 4 saat müddətində ЛСАРТ qurğusunda əmələ gələn çöküntünün miqdarı ilə təyin olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, dizel yanacağına 0.004% 2-piperidinometil-4-metiltsikloalkilfenollar əlavə edildikdə oksidləşmədən sonra çöküntü əmələ gəlmir [28].

7. Fəza-çətinlikli piperidinometiltsikloalkilfenollar müxtəlif obyektlərin tərkibində kompleksəməgətirici liqand kimi kobalt (II), dəmir (III) və mis (II) ionlarının təyinində istifadə olunmuşdur [1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 18, 19, 24, 26, 27, 30].

DİSSERTASİYADA ƏKS OLUNMUŞ TƏDQİQATLAR AŞAĞIDAKI ELMİ MƏNBƏLƏRDƏ NƏŞR EDİLMİŞDİR

1. Hüseynova, G.A., Zalov, Ə.Z., Rəsulov, Ç.Q. 2-Morfolino-(piperidino)metil-4-metil-6-[1(3)-metiltsikloalkil]fenolların sintezi və xassələrinin tədqiqi // "Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri" beynəlxalq elmi konfransının materialları, − Gəncə: − 3-4 may, − 2019,− s. 218-220.

2. Hüseynova, G.A., Rəsulov, Ç.Q., Zalov, Ə.Z. Fəza-çətinlikli tsikloalkilfenolların piperidinlə aminometilləşmə reaksiyaları // "Kimyanın aktual problemləri" mövzusunda XIII Beynəlxalq elmi konfransının materialları,− Bakı: − 15-16 may, − 2019, − s. 121-122.

3. Нагиева, М.В., Гусеинова, Г.А., Мамедова, А.М., Алекперова, И.И., Агамалиев, З.З., Расулов, Ч.К. Использование фракции C_4 и C_5 пиролиза бензина для синтеза антиоксидантов к моторным и трансформаторным маслам // VII Международная научно-техническая конференция «Альтернативные источники сырья и топлива», − Минск: − 28-30 мая, − 2019, − с. 80-81.

4. Агамалиев, З.З., Гусеинова, Г.А., Залов, А.З., Расулов, Ч.К. Аминометилированные производные пространственно-затрудненных циклоалкилфенолов // International Scientific Conference «Actual Problems of Modern Chemistry», − Baku: − 2-4 October, − 2019, − p. 126.

5. Hüseynova, G.A., Zalov, Ə.Z., Rəsulov, Ç.Q. *para*-Tsikloalkilfenolların piperidinlə qarşılıqlı təsir reaksiyalarının tədqiqi // "Kimya Texnologiyası və Mühəndisliyinin İnnovativ İnkişaf Perspektivləri" mövzusunda beynəlxalq elmi konfransının materialları,− Sumqayıt: − 28-29 noyabr, − 2019, − s. 67-68.

6. Залов, А.З., Гусеинова, Г.А. Определение железа (III) в нефти // "Kimya Texnologiyası və Mühəndisliyinin İnnovativ İnkişaf Perspektivləri" mövzusunda beynəlxalq elmi konfransının materialları, − Sumqayıt: − 28-29 noyabr, − 2019, − s. 118-119.

7. Залов, А.З. 2-(Пиперидинометил)-4-метилфенол как аналитический реагент для экстракционно-фотометрического определения железа (III) / А.З. Залов, Ч.К. Расулов, К.А. Кулиев,

Г.И., Ибрагимов, Ф.И. Салахова, Г.А. Гусеинова // Вестник Дагестанского Госу-дарственного Университета. Серия Естественные науки,−Махачкала: − 2020. т. 35, № 3, − с. 111-118.

8. Huseynova, G.A. Some peculiarities of *p*-[1(3-methylcycloalkyl]phenols interaction reactions with piperidine // Chemical Problems, − Baku: − 2020. № 2, − pp. 151-157.

9. Залов, А.З. Изучение реакций комплексобразования железа(III) с 2-(пиперидинометил)-5-метилфенолом / А.З. Залов, Ч.К. Расулов, К.А. Кулиев, Ф.И. Салахова, Г.А. Гусеинова // Pedagoji Universitetin Xəbərləri,− Bakı: − 2020. cild 68. № 1, − s. 58-68.

10. Zalov, A.Z. Application of 2(piperidinomethyl)-4-methylphenol for extraction spectrophotometric determination of iron / Ali Zalov, Nazani Novruzova , Shafa Mammadova, Gulnar Huseynova // Chemistry Research Journal, − 2020. Vol. 5. № 1, − pp. 137-144.

11. Huseynova, G.A., Zalov, A.Z., Rasulov, Ch.K., Kuliyev, K.A. Extraction-photometric determination of iron // International Conference on Actual Problems of Chemical Engineering APCE-2020, − Baku: − 24-25 December, − 2020, − p. 207-209.

12. Залов, А.З., Расулов, Ч.К., Ибрагимов, Г.И., Ширалиева, С.М., Гусеинова, Г.А. 2(Пиперидинометил)-4-метилфенол как аналитический реагент для экстракционно-фотометрического определения кобальта (II) // “Koordinasion birləşmələr kimyası” VIII Beynəlxalq elmi konfransının materialları, Bakı: − 22-23 dekabr, − 2020, − s. 93-94.

13. Hüseynova, G.A. *p*-[1(3)-Metiltsikloheksil]fenolların piperidinlə aminometilləşmə reaksiyaları // “Müasir kimyanın problemləri və inkişaf tendensiyaları” respublika elmi-praktik konfransının materialları, − Bakı: − 12 dekabr, − 2020, − s. 253-254.

14. Залов, А.З., Расулов, Ч.К., Кулиев, К.А., Ибрагимов, Г.И., Гусеинова, Г.А. Экстракционно-фотометрическое определение кобальта (II) с 2(пиперидинометил)-4-метил-6(3-метилциклогексил)фенолом // Научно-практическая конференция «Перспек-тивы развития современных математических и естественных наук», − Воронеж: − 11 декабря,

− 2020, − c. 19-22.

15. Гусеинова, Г.А., Залов, А.З., Расулов, Ч.К., Ибрагимов, Г.И. 2(Пиперидинометил)-4-метилфенол как аналитический реагент для экстракционно-фотометрического определения железа (III) // VIII Всероссийская конференция «Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды», − Чебоксары: − 16-17 апреля, − 2020, − с. 160.

16. Hüseynova, G.A. 2-Piperidinometil-4[1(3)-metiltsiklopentil] - fenolların sintezi və xassələrinin tədqiqi // "Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri" beynəlxalq elmi konfransının materialları, − Gəncə: − 6-7 may,− 2021,− s. 200.

17. Гусеинова, Г.А., Залов, А.З., Расулов, Ч.К. Изучение реакции комплексообразования меди (II) с аминофенолами // VIII Международная научно-техническая конференция «Альтернативные источники сырья и топлива», − Минск: −12-14 октября, - 2021, − с. 124-126.

18. Гусеинова, Г.А., Залов, А.З., Расулов, Ч.К., Ибрагимов, Г.И., Ширалиева, С.М. Изучение реакции комплексообразования меди (II) с аминофенолами // "Kimyanın aktual problemləri" XIV Beynəlxalq elmi konfransının materialları, −Bakı: −25-26 may,− 2021, − s. 133-134.

19. Hüseynova, G.A., Zalov, Ə.Z., Rəsulov, Ç.Q. *p*-[3(4)-Metiltsikloheksen-3-il]izopropilfenolların piperidinlə aminometillləşmə reaksiyaları // "Kimyanın aktual problemləri" XIV Beynəlxalq elmi konfransının materialları, − Bakı: − 25-26 may,− 2021, − s. 138-139.

20. Гусеинова, Г.А. Определение железа методом экстрактивной спектрофотометрии // Вестник Башкирского Государственного Педагогического Университета,− Уфа: − 2022. Т. 1. № 1, − с. 78-86.

21. Huseynova, G.A., Zalov, A.Z., Kuliyev, K.A., Rasulov, Ch.K. Extraction-spectrophotometric determination of copper (II) using 2-(piperidinomethyl)-5-(1-methylcyclopentyl)phenol // Kyiv Conference on Analytical Chemistry. Modern Trends,− Kyev: − 25-28 September, − 2022, − pp. 40.

22. Расулов, Ч.К., Гусеинова, Г.А. Определение ионов меди

методом экстрактивной спектрофотометрии // Вестник Башкирского Государственного Педагогического Университета, −Уфа: − 2022. № 3, − с. 214-219.

23. Гусеинова, Г.А. Синтез и строение комплексов Cu, Co и Ni с аминофенолами // Pedagoji Universitetin Xəbərləri,− Bakı: − 2022. cild 70. № 1, − s. 91-105.

24. Huseynova, G.A., Zalov, A.Z., Rasulov, Ch.K., Ibrahimov, H.I., Shiralieva, S.M. Study of the reaction of complexation of nickel(II) with aminophenols // The sixth international scientific conference. Advances in synthesis and complexing, − Moscow: − 26-30 September, − 2022, − pp. 328.

25. Гусеинова, Г.А. Определение кобальта и железа методом экстрактивной спектрофотометрии // Вестник Башкирского Государственного Педагогического Университета, − Уфа: − 2022. № 3, − с. 139-145.

26. Zalov, A.Z., Huseynova, G.A. Extractive photometric determination of cobalt // The 7th International Conference: "Ecological and Environmental Chemistry-2022", − Chisinau: − 3-4 March, − 2022, − s.152.

27. Rasulov, Ch.K. Spectroscopic studies of complexation Cu, Co, Ni using aminophenols. Determination of Cu (II), Co (II) and Ni (II)in wastewater, bottom sediments, oil and oil products Baku /Chingiz Rasulov, Ali Zalov, Shafa Mammadova, Gulnar Huseynova // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, − Baku: − 2022. Vol. 23. № 2, − s. 163-174.

28. Abbasov, V.M. 2-Piperidinometil-4-metiltsikloalkilfenollar dizel yanacağına antioksidant kimi, İxtira İ 2022 0015, Azərbaycan Respublikası / Abbasov V.M., Rəsulov Ç.Q., Zalov Ə.Z., Əliyeva S.Q., İbrahimov H.İ., Hüseynova G.A., Quliyeva E.M.

29. Расулов, Ч.К., Гусеинова, Г.А., Залов, А.З. Изучение реакции комплексообразования меди (II) с аминофенолами для определения меди в фасоли // “Kimya və kimya texnologiyası” mövzusunda doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların respublika elmi konf. materialları, − Bakı: − 18-19 may, − 2022. − s. 15-16.

30. Гусеинова, Г.А., Залов, А.З., Расулов, Ч.К., Агамалиев,

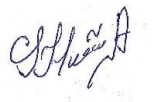
3.3. Аминометилированные производные 2-циклогексил-4-метилфенолов // Akademik Nadir Mir-İbrahimoğlu Seyidovun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Katalizatorlar, olefinlər əsaslı yağlar” mövzunda respublika elmi konf. materialları, Bakı: 19-20 may, − 2022, − s. 69.

31. Huseynova, G.A., Rasulov, Ch.K., Zalov, A.Z., Ibrahimov, H.I. Synthesis and properties of 2-piperidinomethyl-4(methylcyclohexyle)phenols // International Conference «Modern problems of theoretical and experimental chemistry» devoted to the 90-th anniversary of academician Rafiga Aliyeva, − Baku: − 29-30 September, − 2022. − pp. 289-290.

32. Залов, А.З., Гусеинова, Г.А. Определение ионов некоторых металлов методом экстрактивной спектрофотометрии // Вестник Башкирского Государственного Педагогического Университета, −Уфа: −2022. № 3, с. 146-156.

33. Гусеинова, Г.А. Синтез и свойства 2[1(3)-метилциклогексил]-4-метил-6(пиперидинометил)фенолов / Г.А. Гусеинова, Ч.К. Расулов, А.З. Залов, З.З. Агамалиев, Г.И. Ибрагимов// Известия Тульского Государственного Университета. Серия Естественные науки, − Тула: − 2023. № 1, − s. 37-45.

34. Rasulov, Ch.K. Aminomethylation reactions of 2-[1(3)-methylcycloalkhyl]-4-methylphenols with piperidine / Chingiz Rasulov, Ali Zalov, Gulnar Huseynova, Husu Ibrahimov, Reyhan Aliyeva, Matlab Khamiyev // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, Baku: −2024. Vol. 25. № 3, − s. 712-720.



Dissertasiyanın müdafiəsi 12 noyabr 2026-cı il tarixində saat 10^{00} Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu nəzdində fəaliyyət göstərən FD 1.16 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1025, Bakı şəhəri, Xocalı prospekti, 30

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

Avtoreferatın elektron versiyası Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir. www.nkpi.az

Avtoreferat 06 oktyabr 2026-cı il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 02.10.2026

Kağızın formatı: A5

Həcm: 36949

Tiraj: 100