

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazma hüququnda

**KATALİTİK KREKİNG PROSESİNDƏ ALINAN YÜNGÜL
QAZOYL FRAKSİYASI İLƏ MODİFİKASIYA OLUNMUŞ
FENOL FORMALDEHİD QATRANININ SİNTEZİ VƏ
TƏDQIQI**

İxtisas: 2304.01 – «Makromolekullar kimyası»

Elm sahəsi: **Kimya**

İddiaçı: **Samirə Tufan qızı Bayramova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Sumqayıt – 2025

Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetində və ARETN akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbərlər:

Texnika elmləri doktoru, professor
Fariz Əli oğlu Əmirli

Kimya elmlər doktoru, professor
Minavər Cəfər qızı İbrahimova

Rəsmi opponentlər:

Kimya elmləri doktoru, professor
Qafar Əbdüləli oğlu Ramazanov
Kimya elmləri doktoru, dosent
Mənzər Nəzaməddin qızı Əmiraslanova
Kimya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Xəyam Qüvvət oğlu Nəzərəliyev

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Polimer Materialları İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən FD 1.28 Dissertasiya Şurası

Dissertasiya şurasının sədri:



AMEA-nın müxbir üzvü, kimya
elmlər doktoru, professor
Bəxtiyar Əjdər oğlu Məmmədov

Dissertasiya şurasının elmi katibi:

Kimya elmlər doktoru, dosent
Xəyalə Vəqif qızı Allahverdiyeva

Elmi seminarın sədri:

Kimya elmlər doktoru, professor
Nəcəf Tofiq oğlu Qəhrəmanov

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Yüksəkmolekullu birləşmələrin tətbiq sahələrinin durmadan genişlənməsi, onların istismar xassələrinə qoyulan tələblərin günü-gündən sərtləşməsi ilə əlaqədar olaraq yararlı kompleks istismar xassələrinə malik polimer materiallarının alınması üçün tətbiq olunan üsullardan biri mövcud, sənaye miqyasında istehsal olunan polimerlərin modifikasiyasıdır və yararlı fiziki-mexaniki xassələrlə fərqlənən tərkiblərin “yaşıl kimya” prinsiplərinə uyğun ekoloji zərərsiz sintez və emal texnologiyalarının işlənilib hazırlanması müasir dövrdə kimya sənayesinin aktual əhəmiyyət kəsb edən perspektiv istiqamətlərindəndir.

İlk sintetik materiallardan biri olan fenol-formaldehid (FF) qatranları qədim zamanlardan bəri sənaye miqyasında istehsal olunan və geniş tətbiq sahəsinə malik polimer materialdır¹. Bu ilk növbədə FF qatranının geniş xammal bazasının olması, istehsal prosesinin sadə texnologiyaya əsaslanması və eyni zamanda tərkibdə reaksiyaya qabil metilol, hidrosil qruplarının olması və nəticədə bir çox müxtəlif birləşmələrlə modifikasiya imkanları ilə bağlıdır. Bu isə son məhsulun kompleks istismar xassələrini məqsədyönlü şəkildə dəyişməklə yararlı göstəricilərlə fərqlənən örtük əmələgətiricilər, rezin məmulatlara və yağlara əlavələr, betona plastifikasiyaedici qatqı, səthi aktiv maddələr, laylı materiallar üçün bağlayıcı, yapışdırıcı, sürtünməyə dözümlü abraziv materiallar, kompozit tərkib taxta materiallar, tökmə qatranları kimi istehsal sahələrində tətbiqə yararlı materialların alınmasını təmin edir.

Hazırda sintetik materiallara sənayenin müxtəlif sahələrində tələbat durmadan artır və istismar xassələri yaxşılaşmış yeni yüksəkmolekullu birləşmələrin sintezi və çox tonnajlı polimer və oliqomerlərin əlverişli, asan tapılan funksional tərkiblərlə modifikasiyası yolu

¹ Yang, L. Regeneration and utilization of waste phenolic formaldehyde resin: A performance investigation / J.Runt, M.C.Kuo[et al.] // Journal of Applied Polymer Science, – 2019. Vol. 136, №18, – p. 47445.

ilə həll edilir.²

Bu baxımdan neftin ikinci emal, katalitik krekinq prosesində (KKP) alınan mono, bitsiklik aromatik karbohidrogenlərlə zəngin qazoyl fraksiyasının fenol-formaldehid qatranının sintez prosesinə cəlb edilməsi ilə istismar xassələri yaxşılaşmış, maya dəyəri nisbətən aşağı olan son məhsulun alınması böyük praktik əhəmiyyət kəsb edir.

Məlum olduğu kimi, neftin emal prosesində 30%-ə kimi ağır neft qalıqları alınır və bu sıraya aromatik karbohidrogenlərlə zəngin yüngül qazoyl fraksiyası da aiddir. Aromatik karbohidrogenlərlə zəngin olan bu tərkiblərin kompleks yararlı istismar xassələrinə malik termoplastik, termoreaktiv polimer materialların istehsalına, o cümlədən yüksək keyfiyyət göstəriciləri ilə xarakterizə olunan və iqtisadi cəhətdən səmərəli, modifikasiya olunmuş fenol-formaldehid qatranlarının (MFFQ) istehsalına cəlb edilməsi perspektiv əhəmiyyət kəsb edir.

FF qatranlarının katalitik krekinq prosesində (KKP) alınan yüngül qazoyl fraksiyası ilə modifikasiyası, makrozəncirin reaksiya qabiliyyətini saxlamaqla yanaşı tərkibə müxtəlif təbiətli aromatik karbohidrogenlərin daxil edilməsi imkanını yaradır. Neftin istehsal yatağından, emal şəraitindən asılı olaraq qazoyl fraksiyasının tərkibində aromatik karbohidrogenlərin tərkibi, miqdarı müxtəlif olur və nəticədə son məhsulun xassələri dəyişir.

Qeyd olunanlar nəzərə alınaraq aparılan elmi-tədqiqat işi yeni tərkib ion maye (İM) katalitik sistemlərin iştirakında MFFQ-nin sintez prosesinə reaksiya komponenti kimi KKP alınan yüngül qazoyl fraksiyasının tərkibində olan aromatik karbohidrogenlər qarışığını cəlb etməklə MFFQ-nin yüksək çıxımla sintez şəraitinin müəyyən edilməsi, quruluş və fiziki-kimyəvi xassələrinin müasir analiz üsulları ilə tədqiqi və bu qatranlar əsasında müxtəlif kompozisiya tərkiblərin alınması, tətbiq sahələrinin müəyyən edilməsi kimi perspektiv istiqamətə həsr olunmuşdur.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Tədqiqatın obyektı Heydər

² Perederic, O.A. Life cycle analysis of phenol – formaldehyde resins substituted with lignin / O.A.Perederic, A.Mountraki, E.Papadopoulou[et al.] // Computer Aided Chemical Engineering, – 2020. Vol. 48, – p. 607-612.

Əliyev adına BNE zavodunda neftin ikinci emal, katalitik krekinq prosesində alınan, aromatik karbohidrogenlərlə zəngin katalitik krekinqin yüngül qazoyl fraksiyası ilə MFFQ-nin sintez prosesidir. Tədqiqatın predmeti isə modifikasiya prosesinin müxtəlif tərkib ion maye katalizatorlar iştirakında həyata keçirilməsi və alınan MFFQ əsasında müxtəlif tərkib kompozisiya tərkiblərin hazırlanması və fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiq edilməsidir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Neftin KKP alınan yüngül qazoyl fraksiyasının tərkibində olan aromatik karbohidrogenlərlə modifikasiya olunmuş, kompleks istismar xassələri yaxşılaşmış FF qatranlarının səmərəli sintez şəraitinin işlənilib hazırlanması, quruluşu, termiki sabillik, elektrik keçiricilik göstəriciləri daxil olmaqla bəzi fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqi, bu qatranlar əsasında müxtəlif kompozisiya tərkiblərin alınması və bir sıra istismar xassələrinin, tətbiq sahələrinin müəyyənləşdirilməsindən ibarətdir

Tədqiqat metodları. Dissertasiya işi üzrə yerinə yetirilmiş tədqiqatlar müasir analiz üsullarının: İQ- və UB spektroskopiya, Differensial Termiki Analiz, E6-13A markalı teraometrə elektrofiziki xassələrin, Hitachi S 3400 N markalı Skanedicı Elektron Mikroskopda mikrostruktur morfologiyasının və kimyəvi tərkib xüsusiyyətləri və FOCT 15994-74 üzrə sulfolaşma metodu ilə qazoyl fraksiyasının tərkibində aromatik karbohidrogenlərin miqdarının təyini və s. tətbiqinə əsaslanır.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar.

- neftin KKP alınan yüngül qazoyl fraksiyası tərkibində olan aromatik karbohidrogenlərlə modifikasiya olunmuş, reaksiyayaqabil MFFQ- nin sintezi;
- polikondensləşmə prosesinin yeni tərkib ion maye (İM) katalitik sistemlər iştirakında həyata keçirilməsi, prosesə müxtəlif amillərin təsiri araşdırılaraq MFFQ-nin optimal sintez şəraitinin işlənilib hazırlanması;
- MFFQ-nin müxtəlif İM tərkib katalitik sistemlər iştirakında modifikasiya prosesinin müqayisəli təhlili, riyazi modelləşdirmə proqramından istifadə etməklə polikondensləşmə prosesinin tədqiqi;
- sintez olunmuş MFFQ-nin müasir analiz üsulları ilə

quruluşunun, termiki sabillik göstəricilərinin, elektrik keçiricilik və digər fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqi;

- urotropin və polietilenpoliamin kimi tikici komponentlər iştirakında MFFQ-nin strukturlaşma prosesinin tədqiqi;
- MFFQ, epoksid qatranı və müxtəlif tərkib üzvi-mineral tərkiblər (bentonit, mərmər tozu), əsasında kompozisiyaların hazırlanması və strukturlaşma prosesinin tədqiqi;
- bağlayıcı komponent kimi MFFQ-dan və doldurucu kimi müxtəlif ağac tullantılarından istifadə etməklə, yanacaq briketlərinin hazırlanması və fiziki-mexaniki xassələrinin müqayisəli tədqiqi.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. FF qatranının modifikasiya prosesinə katalitik krekinq prosesində alınan yüngül qazoyl fraksiyasının tərkibində olan aromatik karbohidrogenlər qarışığını reaksiya komponenti kimi cəlb etməklə MFFQ-nin yüksək çıxımla sintez şəraitinin müəyyən edilməsi, müxtəlif kompozit tərkiblərin alınması, müxtəlif üsullarla strukturlaşma proseslərinin tədqiqi və son məhsulun tətbiq sahələrinin müəyyən edilməsindən ibarətdir:

- FF qatranının katalitik krekinqin yüngül qazoyl fraksiyası tərkibində olan aromatik karbohidrogenlərlə modifikasiya prosesi müxtəlif tərkib İM katalitik sistemlər iştirakında tədqiq olunmuş və bu katalitik sistemlərdən N-metilpirrolidoniumhidrosulfat tərkibli İM katalizatorun daha effektiv və səmərəli olduğu, 97% çıxımla modifikasiya olunmuş qatranın sintez şəraiti müəyyən edilmişdir;
- Bu məqsədlə N-metilpirrolidon və ortofosfat turşusu əsasında, komponentlərin müxtəlif molyar nisbətində hidro və dihidroortofosfat tərkibli İM katalitik sistemlərin sintezi həyata keçirilmiş və ilk dəfə olaraq bu katalitik sistemlər iştirakında FF qatranının qeyd edilmiş aromatik karbohidrogenlər qarışığı ilə modifikasiya şəraiti müəyyən edilmişdir;
- Regenerasiya olunmuş İM katalitik sistem iştirakında FF qatranının modifikasiya prosesinin həyata keçirilməsi tədqiq edilərək bu tip katalitik sistemlərin təkrar istifadəsinin mümkün olduğu göstərilmişdir;
- MFFQ və epoksid qatranının müxtəlif nisbətlərində, tikici

komponent iştirakında strukturlaşma prosesləri tədqiq edilmiş və tam strukturlaşmış məhsul alındığı müəyyən edilmişdir;

- MFFQ və doldurucu kimi bentonit əsasında alınmış kompozisiya tərkibin istilik-fiziki göstəricilərinin tədqiqi əsasında 200°C temperatura kimi praktiki olaraq termiki stabil olduqları müəyyən edilmiş bu tərkiblərin bərk aqrekat halında və asetonda müxtəlif qatılıqlı (0,1-1,0%) məhlulların elektrik keçiricilik göstəriciləri tədqiq edilmişdir;
- MFFQ-dən bağlayıcı tərkib hissə kimi istifadə etməklə şam və fıstıq ağaclarının yonqar və talaşları əsasında yanacaq briketlərinin alınma imkanları tədqiq olunmuşdur. Aparılmış tədqiqatlar Azərbaycan Respublikası patenti “Yanacaq briketlərinin alınma üsulu”, ixtira İ2024 0119 ilə təsdiq edilmişdir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Aparılmış tədqiqatlar əsasında müəyyən edilmişdir ki, FF qatranının yüngül qazoyl fraksiyası tərkibində olan aromatik karbohidrogenlərlə modifikasiyası nəticəsində alınan qatran məhsul reaksiyayagirmə qabiliyyətini saxlamaqla yanaşı yüksək termiki sabillik göstəriciləri ilə xarakterizə olunur.

Müəllifin şəxsi iştirakı. Eksperimental tədqiqatların aparılmasında, əldə edilmiş nəticələrin təhlili və müzakirəsində, dissertasiya işinin strategiyasını həyata keçirilməsinin işlənilib hazırlanmasında və yazılmasında, məqalələrin nəşrində və beynəlxalq konfranslarda məruzə tezis materiallarının müzakirəsində müəllifin şəxsi iştirakı aparıcı rol oynamışdır.

Aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya işinin əsas nəticələri - III International scientific conference of young researches, Baku Engineering university, (Bakı 2019); The International Scientific conference “Actual Problems of Modern Chemistry” dedicated to the 90th anniversary of the Academician Y.H.Mammadaliyev Institute of petrochemical processes, (Bakı, 2019); Sumqayıt şəhərinin 70 illik yubileyinə həsr olunmuş "Kimya texnologiyası və mühəndisliyinin innovativ inkişaf perspektivləri beynəlxalq elmi konfrans", (Sumqayıt, 2019); Технология органических веществ: Материалы докладов 84-ой научно-технической конференции,

посвященной 90-летию юбилею БГТУ и Дню белорусской науки (с международным участием), (Минск, 2020); International conference on actual problems of chemical engineering, dedicate to the 100th anniversary of the Azerbaijan State of oil and Industry University, (Bakı 2020); 6th International Turkic world conference on chemical science and technologies, (Bakı, 2022); Akademik Nadir Mir-İbrahim oğlu Seyidovun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş respublika elmi konfransı, "Katalizatorlar, Olefinlər əsaslı yağlar", (Bakı 2022); IV Международная научно-техническая конференция "Современные достижения в области клеев и герметиков: материалы, сырье, технологии" (Дзержинск 2023); Akademik Sahib Müseyib oğlu Əliyevin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş konfrans, "Neft kimyası, Polifunksional Monomerlər, Oliqomerlər və Polimerlərin sintezi", (Bakı 2023); ADNSU Üzvi maddələr və Yüksəkmolekullu birləşmələrin texnologiyası kafedrasının 60 illik yubileyinə həsr olunmuş Beynəlxalq elmi konfransı, "Modern Problems of Macromolecular Compound Technology", (Baku 2024) kimi Respublika və Beynəlxalq səviyyəli konfrans materiallarında əks olunmuşdur.

Dərc olunmuş elmi əsərlər. Dissertasiya işinə dair 20 elmi əsər dərc olunmuşdur. Onlardan 9-u tanınmış yerli və beynəlxalq jurnallarda məqalə, 1 patent, 10-u isə beynəlxalq və yerli konfranslarda məruzə və tezis materiallarıdır.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilat. Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetində "Üzvi maddələr və yüksəkmolekullu birləşmələrin texnologiyası" kafedrasının və ARETN akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun "Monomerlər, oliqomerlər və kataliz" şöbəsinin "Polifunksional monomerlər və oliqomerlər" laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrı-ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi. Dissertasiya işi 148 səhifə həcmində (181410 işarə) olub girişdən (12737 işarə), 4 fəsildən (birinci fəsil - 55336 işarə, ikinci fəsil - 7135 işarə, üçüncü fəsil - 57354 işarə, dördüncü fəsil 46303 işarə, nəticələrdən - 2545 işarə), 182 adda ədəbiyyat siyahısından

ibarətdir. Dissertasiyaya 40 şəkil və 24 cədvəl daxildir.

DİSSERTASIYA İŞİNİN ƏSAS MƏZMUNU

Giriş hissəsində, yerinə yetirilmiş tədqiqatların aktuallığının əsaslandırılması ilə yanaşı, işin məqsədi, həlli tələb olunan məsələlər, işin elmi yeniliyi, praktiki əhəmiyyəti və dissertasiya işinin əsas nəticələrinin əks olunduğu konfrans materiallarının aprobasiyası verilmişdir. Giriş hissə 12737 işarədən ibarətdir.

Birinci fəsildə fenol-formaldehid qatranlarının modifikasiya üsullarına dair son illərin ədəbiyyat materialları daxil olmaqla, bu mövzuya həsr olunmuş monoqrafiya və kitablara, yüksək impakt faktorlu jurnallara və digər elmi əsərlərə istinad edilməklə geniş və əhatəli ədəbiyyat icmalısı verilmişdir, 55336 işarədən ibarətdir.

İkinci fəsildə neftin katalitik krekinq prosesində alınan yüngül qazoyl fraksiyasının tərkibində olan aromatik karbohidrogenlərlə MFFQ-nın sintezində istifadə olunan reagentlərin fiziki-kimyəvi göstəriciləri, aralıq məhsulların sintez üsulları və göstəriciləri verilməklə 7135 işarədən ibarətdir.

Üçüncü fəsildə yeni tərkib ion maye katalitik sistemlərin sintez prosesləri, KK prosesində alınan yüngül qazoyl fraksiyası əsasında reaksiyayaqabil MFFQ-nın sintezi, bu sintez prosesinə müxtəlif amillərin, komponentlərin nisbətinin, İM katalitik sistemin tərkibinin, miqdarının təsirinin araşdırılması sahəsində aparılmış tədqiqatların, o cümlədən MFFQ-lərin sintez prosesinin riyazi modelləşdirilməsi prosesinin nəticələri və müxtəlif şəraitlərdə sintez olunmuş fenol - formaldehid qatranı və onlar əsasında hazırlanmış kompozisiya tərkiblərin termiki sabilliklərinin tədqiqinin nəticələri geniş şəkildə şərh olunmuş və 57354 işarədən ibarətdir.

Dördüncü fəsildə MFFQ, mineral tərkib və ya üzvi tərkib ağac tozundan doldurucu kimi istifadə etməklə kompozisiya tərkiblərin alınması şəraitinin və MFFQ-lar əsasında yanacaq briketlərinin alınması, fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqinin

nəticələri verilmişdir. Bu fəsilə müxtəlif şəraitlərdə sintez olunmuş fenol - formaldehid qatranı və onlar əsasında hazırlanmış kompozisiya tərkiblərin xüsusi müqaviməti və elektrik keçiriciliyinin tədqiqinin nəticələri geniş şəkildə şərh olunmuş və 46303 işarədə əks olunmuşdur.

Dissertasiyanın sonunda yerinə yetirilmiş tədqiqat işlərindən əldə edilmiş elmi nəticələr 2545 işarə, istinad olunmuş ədəbiyyat siyahısı və qısaldılmış terminlərin siyahısı verilmişdir.

Məlumdur ki, FF qatranları əsasında hazırlanan kompozit tərkiblər sənaye əhəmiyyətli ilk məhsullar olub, hal-hazırda da insan fəaliyyətinin bir çox sahələrində praktiki əhəmiyyətini itirməmişdir. Bu FF qatranlarının geniş xammal bazasının olması, sintez prosesinin sadə olması, müxtəlif kompozit tərkiblərin hazırlanma imkanlarının olması ilə bağlıdır və bu tədqiqat işinin aktuallığını təmin edir.

Mövcud ekoloji problemlər nəzərə alınaraq FF qatranlarının neftin katalitik krekinq məhsulu, yüngül qazoyl fraksiyası tərkibində olan aromatik karbohidrogenlərlə modifikasiyası, ekoloji zərərsiz, müxtəlif tərkib İM katalitik sistemlər iştirakında həyata keçirilmişdir. Katalizator kimi İM təbiiqinə olan bu maraq onlara xas bir sıra unikal xassələr kompleksi ilə müəyyən olunur. Aparılmış tədqiqatlarda katalitik sistem kimi sulfat və ortofosfat turşusu əsasında morfoliniumhidrosulfat, N-metilpirrolidoniumhidrosulfat, dietilammoniumhidrosulfat, trietilammoniumhidrosulfat, N-metilpirrolidoniumhidroortofosfat, N-metilpirrolidoniumdihidro-ortofosfat tərkibli sintez edilmiş müxtəlif tərkib İM-ləri istifadə edilmişdir. Alınmış, İM tərkiblərin quruluşları Almanıyanın BRUKER firmasının ALPHA markalı Furiye spektrometrində İQ spektral analiz üsulu ilə müəyyən edilmişdir.

Tədqiqatlarda modifikator kimi, qaynama başlanğıcı 190°C, qaynama sonu 345°C olan yüngül qazoyl fraksiyasından istifadə edilmişdir. JENWAY firmasının istehsalı olan UV/Vis 6850 markalı spektrometrdə UB-spektral analiz üsulu ilə, tədqiq edilərək tərkibində aromatik karbohidrogenlərin miqdarının 78,82% kütlə olduğu müəyyən edilmişdir.

Modifikasiya olunmuş fenol-formaldehid qatranının sintez prosesi fenolun aromatik karbohidrogenlər qarışığına 1,0-2:1 kütlə,

formaldehidlə 1,0:0,8-1,0 molyar nisbətində, katalizatorun 1-5% miqdarında tədqiq olunmuş, 96-98°C temperatur, 4 saat reaksiya müddətində həyata keçirilmişdir.

Cədvəl 1

Yüngül qazoyl fraksiyası tərkibində olan aromatik karbohidrogenlər qarışığı ilə modifikasiya edilmiş fenol-formaldehid qatranının çıxımına ion maye katalitik sistemlərin tərkib və miqdarının təsiri

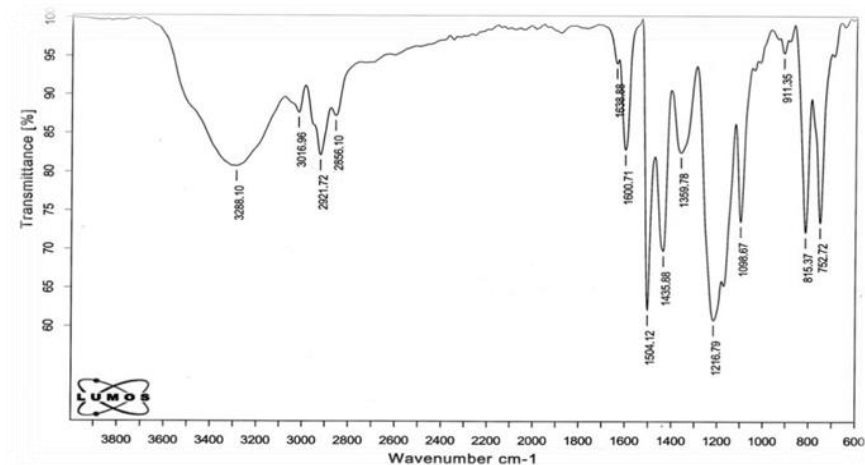
İM katalizator	Fenol:aromatik k/h qarışığı, nisbəti, kütlə	Fenol:formaldehid nisbəti, molyar	Kataliz. miqdarı, % kütlə	Reaksiya temperaturu, °C	Reaksiya müddəti, saat	Modifikasiya olunmuş qatranın çıxımı, % kütlə
Morfoliniumhidrosulfat	1.0:1.0	1.0:0.8	2.0	96-98	4.0	69.5
	1.0:1.0	1.0:0.8	5.0	96-98	4.0	80.0
	1.0:1.0	1.0:1.0	2.0	96-98	2.5	86.7
	1.5:1.0	1.0:0.8	2.0	96-98	4.0	61.57
	2.0:1.0	1.0:0.8	2.0	96-98	4.0	64.15
	2.0:1.0	1.0:0.8	5.0	96-98	4.0	89.0
	2.0:1.0	1.0:1.0	2.0	96-98	3.0	86.75
	3.0:1.0	1.0:0.8	2.0	96-98	4.0	75.96
Dietilammoniumhidrosulfat	1.0:1.0	1.0:0.8	5.0	96-98	4.0	36.0
	2.0:1.0	1.0:0.8	5.0	96-98	4.0	64.0
Trietilammoniumhidrosulfat	2.0:1.0	1.0:0.8	2.0	96-98	4.0	49.3
	2.0:1.0	1.0:0.8	5.0	96-98	4.0	74.6
N-metilpirrolidoniumhidrosulfat	1.0:1.0	1.0:0.8	2.0	96-98	4.0	74.2
	1.0:1.0	1.0:0.8	5.0	96-98	4.0	86.0
	2.0:1.0	1.0:0.8	2.0	96-98	4.0	91.0
	2.0:1.0	1.0:0.8	3.0	96-98	4.0	92.6
	2.0:1.0	1.0:0.8	4.0	96-98	4.0	95.3
	2.0:1.0	1.0:0.8	5.0	96-98	4.0	97.0
	2.0:1.0	1.0:1.0	2.0	80,0	4.0	90.85
	2.0:1.0	1.0:1.0	2.0	96-98	4.0	94.7
	2.0:1.0	1.0:1.0	2.0	96-98	3.0	94.5
	2.0:1.0	1.0:1.0	2.0	96-98	2.5	94.0

N-metilpirrolidoniumhidroortofosfat	2.0:1.0	1.0:0.8	3.0	96-98	4.0	71.4
N-metilpirrolidoniumdihidroortofosfat	2.0:1.0	1.0:0.8	3.0	96-98	4.0	76.3

Cədvəldən göründüyü kimi fenolun qazoyl fraksiyası tərkibində olan aromatik karbohidrogenlər qarışığına 2:1 kütlə, fenolun formaldehidə 1.0:0.8 molyar nisbətində və 4 saat reaksiya müddətində katalitik sistem kimi götürülmüş N-metilpirrolidoniumhidrosulfat tərkibli ion mayesinin reaksiyaya daxil olan komponentlərin cəminə nəzərən 4% kütlə miqdarında modifikasiya olunmuş neft polimer qatranın çıxımı 95.3% kütlə, 5% miqdarında isə 97% təşkil edir. Katalizator kimi N-metilpirrolidoniumdihidroortofosfat ion mayesindən 3% kütlə istifadə etməklə analogi şəraitdə isə modifikasiya olunmuş fenol-formaldehid qatranının çıxımı 76,3% təşkil edir.

Alınmış nəticələrdən göründüyü kimi, polikondensləşmə prosesini İM katalizator iştirakında apardıqda, müxtəlif tərkib MFFQ qatranı almaq mümkündür və proses HCl turşusu iştirakında həyata keçirilən proseslə müqayisədə daha səmərəlidir.

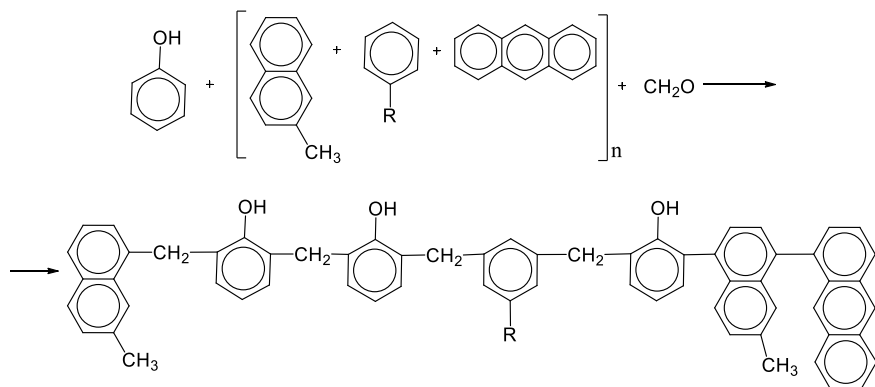
Beləliklə İM katalitik sistemlər, iştirakında polikondensləşmə prosesinə müxtəlif amillərin-komponentlərin nisbətinin, reaksiya temperaturu və aparılma müddətinin təsiri araşdırılaraq yararlı fiziki-kimyəvi xassələr kompleksi ilə xarakterizə olunan yeni tərkib MFFQ-nin yüksək çıxımla sintez şəraiti müəyyən olunmuşdur.



Şəkil 1. N-metilpirrolidoniumhidrosulfat tərkibli ion maye katalitik sistem iştirakında sintez olunmuş, MFFQ-nın İQ-spektri.

Sintez edilmiş, MFFQ nümunəsinin İQ- spektrində CH_2 -qrupunda C-H rabitəsinin deformasiya və valent rəqslərini əks etdirən udulma zolaqları müvafiq olaraq ($1360, 1435 \text{ sm}^{-1}$); ($2856, 2921 \text{ sm}^{-1}$), benzol halqasının alkil əvəzedicilərinin deformasiya rəqslərini əks etdirən udulma zolaqları ($752, 815, 911 \text{ sm}^{-1}$), benzol halqasında C-H rabitəsinə xas deformasiya və valent rəqslərini əks etdirən udulma zolaqlarının $1504, 1600 \text{ sm}^{-1}, 3016 \text{ sm}^{-1}$ dalğa uzunluqlarında müşahidə olunduğu müəyyən edilmişdir. 1042 sm^{-1} və 1096 sm^{-1} , o cümlədən 1216 sm^{-1} dalğa uzunluqlarında müşahidə olunan udulma zolaqları müvafiq olaraq metilol və fenol fraqmentlərində C-O rabitəsinin varlığını xarakterizə edir. Bundan əlavə, spektrdə 3288 sm^{-1} dalğa uzunluğunda müşahidə olunan valent rəqsləri fenolun hidrosil qrupunda H-O rabitəsinə, bu isə öz növbəsində alınmış qatranın tərkibində fenol fraqmentlərinin varlığını təsdiqləyir.

MFFQ-nin sintez reaksiyasını və quruluşunu aşağıdakı kimi təsəvvür etmək olar:



Müasir dövrdə yaranmış ekoloji problemlər istehsal və emal proseslərində tullantı məhsullarının alınmaması, reagentlərin təkrar istifadəsini ön plana çəkir. Bunu nəzərə alaraq aparılmış tədqiqatlarda istifadə edilmiş N-metilpirrolidoniumhidrosulfat İM katalitik sistemin regenerasiyası, təkrar istifadə imkanları araşdırılmış və məqsədli məhsulun çıxımının 76% kütlə təşkil etdiyi müəyyən edilmişdir.

MFFQ-nın sintez prosesinin riyazi modelləşdirilməsi polikondensləşmə prosesinin müxtəlif tərkib HCl və MFHS, NMPHS ion maye tərkib katalizatorlar iştirakında həyata keçirilməsindən alınmış nəticələrə əsaslanmışdır. Məqsədli məhsulun çıxımına müxtəlif amillərin təsiri araşdırılmış və giriş parametrlərinin müəyyən edilmiş optimal qiymətlərində təkrar təcrübə qoyularaq, məqsədyönlü məhsulun çıxımının ion maye katalizator NMPHS iştirakında 98,5% təşkil etdiyi müəyyən edilmişdir.

Beləliklə, reqressiv polinoma şəklində işlənib hazırlanmış, təcrübə göstəriciləri adekvat olaraq əks etdirən işlənmiş riyazi model məqsədli məhsulun yüksək çıxımını təmin edən giriş parametrlərinin optimal qiymətlərini müəyyən etməyə imkan vermişdir.

Makrozəncirdə kifayət qədər heterotsiklik və aromatik fragmentlər saxlayan yüksəkmolekullu birləşmələrin termiki stabil, oksidləşməyə qarşı davamlı olduqları nəzərə alınaraq MFFQ-nın Almaniyanın "NETZSCH" kompaniyasının "Yupiter STA 449 F₃" markalı termiki analiz qurğusunda 25-700°C temperatur intervalında və qızdırılma sürəti dəqiqədə 10°C olmaqla termiki stabilliyi tədqiq edilmişdir.

Modifikasiya olunmamış və olunmuş FF qatran nümunələrinin kütlə itkisi

MFFQ nümunələri	Kütlə itkisi, %, temperaturda, °C										Qalıq kütlə/T-da, °C
	250	300	350	400	450	500	550	600	650	698	
N1	8.1	13.2	19.3	32.2	42.6	46.8	50.2	54.3	58.1		42.11% /647.9
N2	-	-	2.8	7.6	14.7	22.9	26.3	33.4	43.6	52.6	47.44% /698
N3	6.8	12.3	16.7	24.3	31.6	36.2	43.3	52.7	62.4	74.8	25.21% / 697.9
N4	-	7.1	11.7	16.3	22.4	28.1	35.8	44.1	48.7	50.49	49.51% /697.8
N5	2.3	3.8	5.2	7.4	17.2	29.6	38.1				59.09%/596.3
N6	-	-	-	1.7	12.4	24.1	30.4	36.4	43.4	50.5	39.09%/697.9

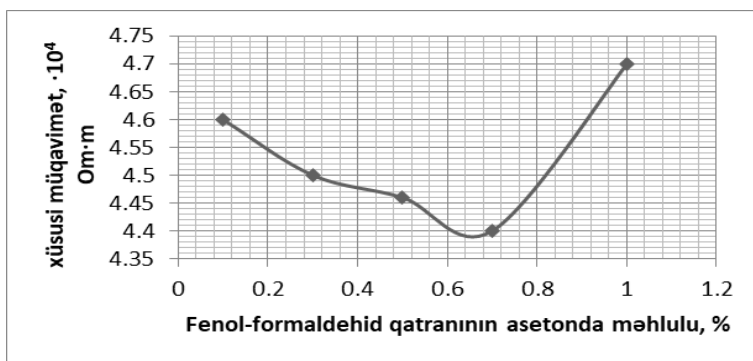
Sintez edilmiş MFFQ-nin termiki sabilliyinin tərkibdən asılılığını araşdırmaq məqsədi ilə fenolun formaldehidə 1.0:0.8 molyar nisbətində, modifikasiya olunmamış FF qatranının (N1) və fenolun aromatik karbohidrogenlər qarışığına bərabər kütlə, formaldehidə 1:0.8 molyar nisbətində, katalizatorun müvafiq olaraq 2% və 5% kütlə miqdarlarında (N2 və N3) və analogi şəraitdə fenolun formaldehidə 1:1.1 molyar nisbətində, İM-nin 5% kütlə miqdarında sintez edilmiş (N4), MFFQ nümunələri, həmçinin modifikasiya olunmamış (N1) və modifikasiya olunmuş qatran nümunələrinin (N3) 10% kütlə urotropin iştirakında strukturlaşma məhsullarının (N5, N6) termiki sabilliyi tədqiq edilmişdir (cədvəl 2).

Müəyyən edilmişdir ki, modifikasiya olunmamış qatran nümunəsi (N1), analogi şəraitdə modifikasiya olunmuş qatran nümunəsi (N2) ilə müqayisədə nisbətən aşağı termiki sabilliklə xarakterizə olunur və MFFQ nümunəsinin 350°C-də kütlə itkisi 19,3%-ə qarşı 2,8% kütlə, 650°C temperaturda isə 58,1% -ə qarşı 43,6% kütlə təşkil edir. Polikondensləşmə prosesində istifadə edilmiş

İM katalizatorun miqdarı yüksəldikcə, alınan modifikatın (N3) termiki stabilliyi azalmış olur və 698°C temperaturda kütlə itkisi 74,8% təşkil edir.

Beləliklə, aparılmış tədqiqatlar nisbətən yüksək termiki stabilliklə xarakterizə olunan məhsulların alınması və qatranın termiki sabillik göstəricilərinin tənzimləməyin son məhsulun, modifikatın, istehsal dəyərinin aşağı düşməsinə müsbət təsir göstərir.

MFFQ nümunəsinin elektrik keçiriciliyi məhlulda və bərk halda isə tablet şəklinə salınaraq təyin edilmişdir. Qatran nümunəsinin asetonada məhlulunun qatılığı 0.1%-dən 0.7%-ə kimi artdıqca məhlulun elektrik keçiriciliyi artır, qatılığın sonrakı artımı ilə isə elektrik keçiriciliyinin azalması müşahidə olunur və qatranının asetonada 1,0 qatılığında xüsusi elektrik keçiriciliyi $2,12 \cdot 10^{-5} \text{ Om}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ təşkil edir.



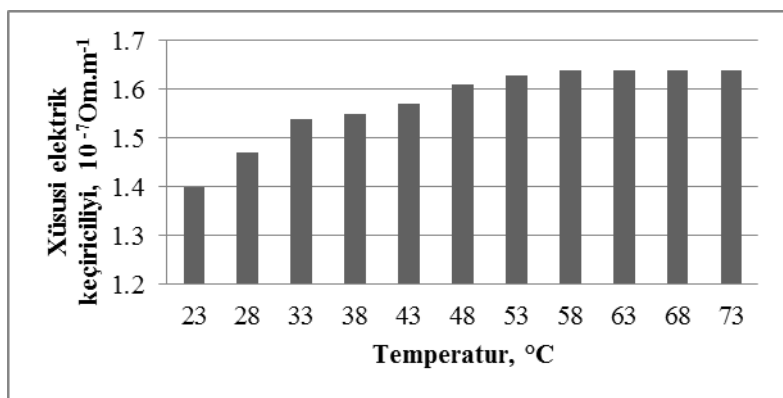
Şəkil 2. Modifikasiya olunmuş fenol-formaldehid qatranının asetonada müxtəlif qatılıqlarda nümunələrinin xüsusi müqavimət göstəricilərinin qatılıqdan asılılıq qrafiki.

Tədqiqatların nəticələri onu göstərir ki, otaq temperaturundan başlayaraq (23°C-dən) 53°C-yə kimi temperaturun artması ilə MFFQ-nın elektrik keçiriciliyi artır, sonra isə sabilləşir.

Cədvəl 3

MFFQ nümunəsindən hazırlanmış tabletin müxtəlif temperaturlarda elektrik keçiriciliyi

Temperatur, °C	Müqavimət R, Om	Xüsusi müqavimət ρ , Om·m	Xüsusi elektrik keçiriciliyi $-\sigma$, Om ⁻¹ ·m ⁻¹
23	10^6	$6.9 \cdot 10^6$	$1.4 \cdot 10^{-8}$
28	$9.8 \cdot 10^5$	$6.76 \cdot 10^6$	$1.47 \cdot 10^{-7}$
33	$9.4 \cdot 10^5$	$6.48 \cdot 10^6$	$1.54 \cdot 10^{-7}$
38	$9.3 \cdot 10^5$	$6.42 \cdot 10^6$	$1.55 \cdot 10^{-7}$
43	$9.2 \cdot 10^5$	$6.35 \cdot 10^6$	$1.57 \cdot 10^{-7}$
48	$9.0 \cdot 10^5$	$6.21 \cdot 10^6$	$1.61 \cdot 10^{-7}$
53	$8.88 \cdot 10^5$	$6.13 \cdot 10^6$	$1.63 \cdot 10^{-7}$
58	$8.81 \cdot 10^5$	$6.08 \cdot 10^6$	$1.64 \cdot 10^{-7}$
63	$8.8 \cdot 10^5$	$6.07 \cdot 10^6$	$1.64 \cdot 10^{-7}$
68	$8.8 \cdot 10^5$	$6.07 \cdot 10^6$	$1.64 \cdot 10^{-7}$
73	$8.8 \cdot 10^5$	$6.07 \cdot 10^6$	$1.64 \cdot 10^{-7}$



Şəkil 3. MFFQ nümunəsindən hazırlanmış tabletin elektrik keçiricilik xassəsinin temperaturdan asılılıq diaqramı

Bu alınan nəticə bizə fenol-formaldehid qatranının qazoyl fraksiyası tərkibində olan aromatik karbohidrogenlər qarışığı ilə modifikasiyasından alınan modifikatın fiziki-kimyəvi xassələrini məqsədə uyğun olaraq bu və ya digər istiqamətdə dəyişə biləcəyimizə əsas verir.

Qeyd olunanları nəzərə alaraq alkilaromatik karbohidrogenlərlə MFFQ əsasında müxtəlif tərkib kompozit tərkiblərin alınması və tədqiqi istiqamətində tədqiqatlar həyata keçirilmişdir.

Aparılmış tədqiqatlar əsasında müəyyən edilmişdir ki, MFFQ-nin epoksid qatranına bərabər kütlə nisbətində (1:1) alınmış kompozit tərkibin termiki strukturlaşması 160°C temperaturda müşahidə olunur və 1 saat müddətində strukturlaşma dərəcəsi 86.5% kütlə təşkil edir. Kompozisiyanın tərkibində epoksid qatranının miqdarı 10% kütləyə kimi azaldıqda isə 180°C temperaturda gel fraksiyanın çıxımı 3 saat müddətində cəmi 62,8%, 5 saat müddətində 66% kütlə təşkil edir.

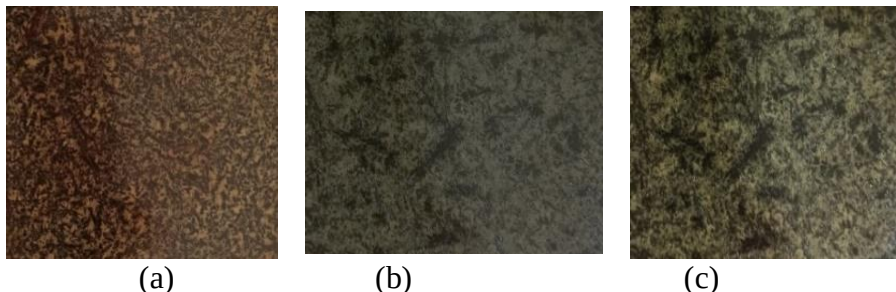
MFFQ-nin epoksid qatranına 10:90 kütlə nisbətində, 180°C temperatur şəraitində belə, termiki strukturlaşma müşahidə edilməmişdir.

Tikici komponent urotropin iştirakında strukturlaşma prosesi 100°C, PEPA iştirakında isə 25-90°C temperaturlarda həyata keçirilmiş və komponentlərin nisbətinin həlledici rolu bir daha təsdiqlənmişdir. Tərkibdə epoksid qatranının miqdarı 10% kütlədən 60% kütləyə kimi artdıqca strukturlaşmış qatranın çıxımı yüksəlir və 100°C temperatur 10% kütlə tikici komponent iştirakında, 1 saat müddətində 99% kütlə təşkil etmişdir. Otaq temperaturunda tikici komponent kimi PEPA-dan istifadə edildiyi təqdirdə komponentlərin bərabər kütlə nisbətində tikili kütlənin miqdarı 93% kütlə, 90°C temperaturda isə cəmi 30 dəqiqə ərzində 96,4% kütlə təşkil edir.

Sintez edilmiş MFFQ, epoksid qatranı və tikici komponent kimi 7% və 9% kütlə PEPA iştirakında alınmış kompozit tərkiblər əsasında hava, işıq, su və ultrabənövşəyi şüaların təsirinə davamlı, dekorativ xüsusiyyətlərə malik örtüklərin alınma imkanları araşdırılmışdır. Göstərilmişdir ki, 50% metiletilketonda məhluldan tökmə yolu ilə alınmış, qalınlığı 80-140 mkm olan örtük 15-18 dəqiqə müddətində tam quruyur və 0,6 bərklik, 40 - 45 sm zərbəyə davamlılıq və 1 bal adgeziya göstəricisi ilə xarakterizə olunur.

Sənayenin müxtəlif sahələrində dekorativ və qoruyucu xassələrə malik örtüklər alınmasında müxtəlif əlavələrdən, pigmentlərdən istifadə olunur. Qeyd olunanları və tədqiq olunan tərkiblərin otaq temperaturunda qısa müddət ərzində quruma imkanlarını nəzərə alaraq aparılan tədqiqatlarda, MFFQ nümunəsinin spirtə və asetonda 15-30%-li məhlullarına 4% kütlə miqdarında axromatik qrupa daxil olan Fe_2O_3 , FeO və Cr_2O_3 tərkib pigment

əlavə etməklə mərmər plitələr üzərində dekorativ örtüklərin alınması tədqiq olunmuşdur



**Şəkil 4. MFFQ əsasında mərmər plitə səthində alınan örtüklər :
piqment- Fe_2O_3 - (a), FeO -(b), Cr_2O_3 - (c)**

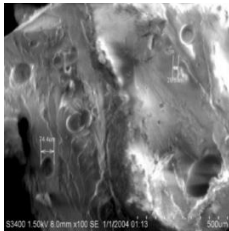
Göstərilmişdir ki, istifadə edilən piqmentin tərkibindən asılı olaraq alınan örtüklərin rəng çalarları fərqli olur və MFFQ əsasında müxtəlif görünüşlü və təyinatlı dekorativ örtüklərin alınması mümkündür.

Kompozit tərkiblərə müxtəlif təbiətli doldurucuların əlavə edilməsi ilə son məhsulun maya dəyərinin aşağı salmaq, istismar xassələrini yaxşılaşdırması məlumdur. Bərabər kütlə nisbətində ED-20 və MFFQ qarışığına 5% kütlə miqdarında doldurucu, 10% kütlə PEPA əlavə etməklə alınmış, otaq temperaturunda 4 saat müddətində strukturlaşmış tərkiblərin çıxımı doldurucu komponent kimi mərmər tozu istifadə etdikdə 96.85% kütlə, ağac yonqarı istifadə etdikdə isə 92.67% kütlə təşkil etmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, komponentlərin bərabər nisbətində götürülmüş və narın ağac yonqarı əlavə etməklə alınmış, urotropin iştirakında strukturlaşmış kompozitin möhkəmlik göstəricisi PEPA iştirakında strukturlaşmada alınmış kompozisiya nümunələri ilə müqayisədə qismən yüksək olub 7.9 MPa-ya qarşı 10.7 MPa təşkil edir.

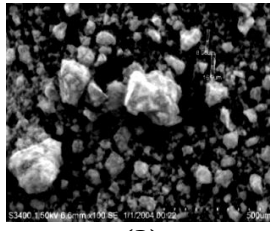
Bundan əlavə, MFFQ və doldurucu kimi bentonit əsasında kompozit nümunəsinin alınması mineral doldurucunun 3% kütlə miqdarında sintez prosesində əlavə edilməsi ilə həyata keçirilmişdir.

Alınmış kompozit nümunələrinin struktur quruluşları Hitachi-S 3400N markalı Skanedicci Elektron Mikroskopunda tədqiq olunmuş

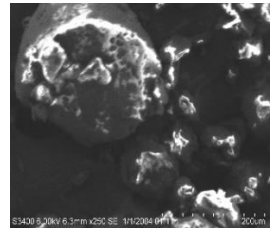
və qeyd olunan nümunələrin SEM analizi vasitəsilə əldə edilmiş səth görüntüləri 1,50 kV $\times$ 7,3 mm 100 SE şərtləri altında çəkilmişdir.



(1)



(2)



(3)

Şəkil 5. MFFQ (1), bentonit (2) və bentonit əlavə etməklə alınan kompozitin (3) mikroskopik görüntüsü.

Nümunələrin SEM analizi MFFQ və bentonit əsasında hazırlanan kompozit nümunəsi ilə müqayisədə tərkib hissələrinin ölçüləri böyük olmaqla 27-139 um intervalında FF qatranının, bentonit hissəciklərinin ölçüsünün isə 9-17 um intervalında dəyişdiyi müşahidə olunur. Maraqlı məqam odur ki, bu iki komponent əsasında hazırlanan kompozit nümunəsində ölçüləri 22-52um intervalında olan və qeyri müntəzəm şəkildə paylanmış hissələrin formalaşdığı müşahidə olunur. Bu MFFQ-nin bentonitin əlavə edilməsi ilə kompozit nümunəsinin hazırlanması prosesində bentonit hissəciklərinin alınan MFFQ zəncirləri arasında paylanması nəticəsində nisbətən kiçik ölçülü, bağlayıcı və doldurucudan təşkil olunmuş, çoxsaylı hissələrin formalaşdığını ehtimal etməyə imkan verir. Nəticədə, alınmış tərkibində bentonit olan kompozitlər, MFFQ-yə nisbətən daha yüksək mexaniki möhkəmlik ilə xarakterizə olunur.

MFFQ və mineral doldurucu kimi bentonitin və ya haloizitin əlavə edilməsi ilə alınmış kompozit tərkiblərin İQ-spektral analizi həyata keçirilmiş və modifikasiya olunmuş qatrana xas udulma zolaqları ilə xarakterizə olunduğu müəyyən edilmişdir.

Bununla yanaşı kompozit nümunələrinin İQ-spektrlərində qeyd edilmiş xarakterik fraqmentləri əks etdirən udulma zolaqlarının optiki sıxlıqları götürülmüş mineral doldurucunun tərkibindən asılı

olmayaraq çox yaxın göstəricilərlə xarakterizə olunur, mineral doldurucu əlavə edilməmiş nümunə ilə müqayisədə isə müəyyən qədər azalma müşahidə olunmuşdur.

Cədvəl 4

MFFQ və onun əsasında kompozit tərkiblərə xas fraqmentlərin optiki sıxlıqları

Nümunələr	D ₁₂₁₁ (OH) Fenol fraqmenti	D ₁₅₀₃ (C-H) Benzol həlqəsi	D ₁₆₀₀ (C=C) Benzol həlqəsi
MFFQ	0,455	0,388	0,151
MFFQ+ 3% bentonit	0,206	0,220	0,098
MFFQ+ 3% haloizit	0,250	0,227	0,089

MFFQ və tərkibə 3% kütlə bentonitin əlavə edilməsi ilə hazırlanmış üzvi-mineral kompozitin elektrik keçiriciliyi tədqiq edilərək müəyyən edilmişdir ki, mineral doldurucunun tətbiqi ilə qatranın elektrik izolyasiya xüsusiyyətləri yaxşılaşmış olur.

Cədvəl 5

MFFQ və onun əsasında hazırlanmış üzvi-mineral kompozitin elektrik keçiriciliyi və müqaviməti

Nümunə	R, Om	ρ , Om·m	λ , Om ⁻¹ ·m ⁻¹
MFFQ	$2,8 \cdot 10^7$	$1,44 \cdot 10^{10}$	$6,9 \cdot 10^{-6}$
MFFQ+ 3% bentonit	$2,2 \cdot 10^{10}$	$8,3 \cdot 10^{10}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$

Tədqiqatların sonrakı mərhələsində MFFQ və epoksid qatranı və mineral doldurucu bentonit əsasında komponentlərin nisbətini dəyişməklə müxtəlif tərkib üzvi-mineral kompozit tərkiblər alınmış və fiziki-mexaniki xassələri müqayisəli tədqiq edilmişdir. Qeyd olunmuş kompozit nümunələr tərkibinə daxil olan komponentlər tam qarışdırılaraq homogen vəziyyətə gətirildikdən sonra 180-240°C kq/sm² təzyiq altında 45dəq ərzində isti presləməklə hazırlanmışdır (cədvəl 6).

Cədvəl 6

Modifikasiya olunmuş fenol-formaldehid qatranı əsasında kompozit nümunələrin tərkibi

Komponentlər	MFFQ əsasında kompozit nümunələrinin tərkibi, % (kütlə.)		
	№1	№2	№3
MFFQ	23	28	67
Epoksid qatranı	10	5,0	—
Bentonit	67	67	33

Cədvəl 7-də göstərilmiş tərkibdə hazırlanmış kompozit nümunələrinin fiziki - mexaniki xassələri verilmişdir.

Göründüyü kimi, modifikasiya olunmuş FF qatranı əsasında hazırlanmış kompozit tərkiblər fenol-formaldehid qatranı ilə müqayisədə yüksək möhkəmlik xassələri və suya davamlılıq qabiliyyəti ilə xarakterizə olunur.

Cədvəl 7

Modifikasiya olunmuş fenol-formaldehid qatranı əsasında hazırlanan kompozit tərkiblərin fiziki-mexaniki xassələri

Kompozit nümunələri	Bərkimə dərəcəsi, % (kütlə)	Zərbəyə qarşı davamlılıq MPa	Sıxılmaya qarşı davamlılıq, MPa	Su udulma qabiliyyəti 150 saat, %
MFFQ №1	98,2	24,7	34,0	—
MFFQ №2	98,6	20,9	37,2	0,25
MFFQ №3	98,2	21,0	38,2	0,6
FFQ	99,8	5,0-10,0	—	1,1

Ənənəvi olaraq istifadə edilən enerji mənbələrinin tükənməsi və bununla əlaqədar qiymətinin artması, eyni zamanda ətraf mühiti çirkləndirən tullantı məhsulların yaratdığı ekoloji problemlərin aradan qaldırılması ənənəvi olaraq istifadə edilən oduncaq əsaslı bioyanacaqlara (odun və talaşı, torf, neft əsaslı yanacaqlara və s.) perspektiv alternativ kimi müəyyən formada qəliblənmiş yanacaq briketlərinin istehsal və tətbiqinə böyük maraq doğurur. Qeyd etmək lazımdır ki, bu tip yanacaq briketlərinin alınma üsulunun sadə olması, tullantı məhsullardan istifadə edilməsinə baxmayaraq ekoloji cəhətdən zərərsiz olması və s. kimi bir sıra üstünlüklərə malikdir.

Aparılmış tədqiqatlarda MFFQ-ni bağlayıcı tərkib kimi istifadə

etməklə yanacaq briketlərinin alınmasının tədqiqi həyata keçirilmişdir.

Bu məqsədlə MFFQ bağlayıcı, fıstıq, şam ağaclarının yonqarından, doldurucu komponent kimi istifadə edərək presləmə yolu ilə 10q-lıq briketlər hazırlanmışdır və götürülmüş müxtəlif ölçülü ağac yonqarları, MFFQ ilə tam qarışdırıldıqdan sonra alınmış, qarışıq 50°C-dən 100 °C-yə kimi yüksələn temperatur və 50-150Mpa təzyiq altında preslənmişdir.

Bağlayıcı kimi MFFQ-nin doldurucu kimi götürülmüş fıstıq yonqarına 0.5; 0.7 və 1.0% miqdarlarında əlavə etməklə alınmış briketlərin 1,8-2,0 qr/sm³ sıxlıq, 2,2-3,5 MPa sıxılda möhkəmlik, 9300 kkal/kq istilikəmələgətirmə qabiliyyəti ilə xarakterizə olunduqları müəyyən edilmişdir. Bu briketlərin yanma müddəti, heç bir qatqı əlavə edilmədən presləməklə hazırlanmış briketlərlə (15,3 dəqiqə) müqayisədə 1.9-14.1-30.7% artmış olur və müvafiq olaraq 16,0; 17.46; 20.0 dəqiqə təşkil edir. Eyni hal şam və fıstıq yonqarına 0.5% kütlə fıstıq kömürü (FK) və 0.5% kütlə MFFQ əlavə etməklə alınmış briketlərdə də müşahidə olunur. Bu briketlərin yanma müddəti əlavəsiz fıstıq briketi ilə müqayisədə 15.3 dəqiqəyə qarşı 26 dəqiqə təşkil etmişdir. Şam ağacı yonqarından doldurucu tərkib kimi istifadə etməklə alınmış yanacaq briketi nümunəsinin yanma müddəti 20,2 dəqiqə təşkil etmişdir (cədvəl 7).

Cədvəl 8

Fıstıq və şam ağacı yonqarı əsasında alınan briketlərin yanma göstəriciləri

No	Briketlərin tərkibi	Alışmaya qədər müddət, dəq.	Tam alışma müddəti, dəq.	Tam yanma müddəti, dəq.
1.	Fıstıq yonqarı (əlavəsiz)	1.40	6.50	15.30
2.	Fıstıq + 0.5% MFFQ	1.15	5.2	16.0
3.	Fıstıq + 0.7% MFFQ	1.20	4.9	17.46
4.	Fıstıq + 1% MFFQ	1.9	4.50	20.0
5.	Fıstıq + 0.5% MFFQ+ 0,5% FK	0.28	4.0	26.0
6.	Şam + 0.5% MFFQ + 0,5% FK	0.5	3.6	20.2
7.	Şam+ 0.7% MFFQ	1.5	5.4	17.3

8.	Şam + 1% MFFQ	22.2	5.1	18.4
9.	Şam + 0.5% MFFQ	1.3	5.8	16.9

Aparılan tədqiqat işlərinin davamı olaraq doldurucu kimi götürülmüş ağac yonqarın ölçüsünün hazırlanmış yanacaq briketlərinin yanma göstəricilərinə təsiri də araşdırılmışdır. Bu məqsədlə doldurucu kimi istifadə edilən ağac yonqarı ilk növbədə diametri 20 sm, məsamələrinin ölçüsü 0.4 mm, 1.6 mm və 2.0 mm olan ələkdən (TGL 7354) keçirilmişdir. Alınmış müxtəlif ölçülü şam və fıstıq ağaclarının yonqarından doldurucu komponent, MFFQ-dən bağlayıcı tərkib hissə kimi istifadə etməklə qeyd edilmiş şəraitdə isti presləmə yolu ilə təzyiq altında briketlər hazırlanmışdır.

Bu halda sıxılmada möhkəmlik göstəricisi alınan yanacaq briketinin sıxlıq göstəricisinə analoji olaraq dəyişir. Göstərilmişdir ki, alınmış yanacaq briketlərinin yanma istiliyi, yonqarın ölçüsü ilə yanaşı doldurucunun miqdarından asılı olaraq dəyişir.

Cədvəl 8.

Müxtəlif ölçülü fıstıq və şam ağaclarının yonqarından doldurucu kimi istifadə etməklə alınan briketlərin yanma göstəriciləri

№	Ağac qırıntılarının ölçüləri, mm	Bağlayıcı tərkib hissənin miqdarı, % kütlə	Briketin göstəriciləri					
			Sıxlıq, qr/sm ³	Sıxılmada möhkəmlik, MPa	Alışma müddəti, dəqiqə	Yanma müddəti, dəq.	Yanma istiliyi, kkal/kq	Qalıq kütlənin miqdarı, % kütlə(ağac qırıntılarına)
N 1	Fıstıq ağacı 0.4	0.7	1.2	3.0	0.27	20.43	9500	1.07
N 2	Fıstıq ağacı 1.0	1.0	2.0	3.5	0.28	26.0	10000	1.2
N 3	Şam ağacı 2.0	0.7	2.0	2.5	1.18	25.4	9700	2.0
N 4	Fıstıq ağacı 2.0	0.7	1.8	3.0	1.2	25.0	10000	1.2
N 5	Şam ağacı 1.6	0.7	1.9	2.8	1.18	25.4	9800	1.8
N 6	Fıstıq ağacı 0.8	0.5	1.4	2.2	1.4	16.3	9300	1.4

N 7	Fıstıq ağacı 1.5	0.5	1.9	3.5	0.28	26.0	11000	1.05
-----	------------------	-----	-----	-----	------	------	-------	------

Belə ki, doldurucunun miqdarının 0,7% kütlədən 0,5% kütləyə kimi azaldılması ilə, ölçüsü 1,5 mm olan fıstıq ağacı yonqarı əsasında alınmış yanacaq briketi nisbətən yüksək yanma istiliyi göstəricisi ilə (11000 kkal/kq) xarakterizə olunur. Bu nümunənin yanma müddəti də yüksək olub 26,0 dəqiqə, yanmada alınan külün miqdarı 0,105% kütlə , yəni cəmi 1,05% qr təşkil edir [20].

Şam ağacı yonqarından doldurucu kimi istifadə etməklə, eyni miqdar bağlayıcı əsasında alınmış yanacaq briketləri yonqarın ölçüsündən asılı olmayaraq praktiki olaraq çox yaxın sıxlıq (1,9-2,0 qr/sm³), sıxılmada möhkəmlik (2,5-2,8 MPa), alışma müddəti (1,18 dəqiqə), yanma müddəti (25,4 dəqiqə), qalıq külün miqdarı (1,8-2%) və yanma istiliyi göstəricisi ilə (9700-9800 kkal/kq) xarakterizə olunurlar.

Beləliklə alınmış ilkin nəticələr MFFQ və müxtəlif növ ağac yonqarları əsasında alınan yanacaq briketlərinin keyfiyyət göstəricilərinin bağlayıcının miqdarından, ağacın növündən, yonqarın ölçüsündən asılı olduğuna dəlalət edir.

Məlumdur ki, yanacaq briketlərinə irəli sürülən tələbatlar sırasında əsas yeri onların saxlanma müddətində rütubətin təsiri ilə formasını dəyişməməsi tutur.

Bunu nəzərə alaraq ağac tullantıları və 0.7% kütlə miqdarında bağlayıcı tərkib əsasında alınan briketlərin havadan rütubəti udma dərəcəsi araşdırılmışdır

Hazırlanan briketləri otaq temperaturunda 3 ay müddətində saxladıqda fıstıq yonqarından istifadə etməklə hazırlanmış briketin kütləsinin cəmi 0.99%, şamdan hazırlanmış briketin kütləsinin isə 0,97% kütlə yüksəldiyi müəyyən edilmiş, briketlərin vizual görünüşündə heç bir dəyişiklik müşahidə edilməmişdir.

Cədvəl 9.

Briketlərin havadan rütubəti udma dərəcəsi

№	Briketlərin tərkibi	İlkin çəkisi	3 ay sonra çəkisi	Kütlə artımı, %
1.	Fıstıq (1.6 mm) +0.7%	10.201	10.302	0.990

	MFFQ			
2.	Şam (1.6 mm) +0.7% MFFQ	10.077	10.175	0.973

Beləliklə, əldə edilən ilkin nəticələr MFFQ-nın bağlayıcı tərkib hissə kimi müxtəlif təyinatlı kompozit materialların, o cümlədən ağac tullantıları əsasında yanacaq briketlərin hazırlanmasında istifadəsinin mümkün olduğu və perspektiv əhəmiyyət kəsb etməsini göstərir.

NƏTİCƏ

1. Fenol, formaldehid və neftin ikinci emal, katalitik kreking prosesində alınan yüngül qazoyl fraksiyasının tərkibində olan aromatik karbohidrogenlər qarışığının müxtəlif tərkib ion maye katalitik sistemlər iştirakında polikondensləşmə prosesi tədqiq olunaraq yeni tərkib MFFQ-nin sintez şəraiti müəyyən edilmişdir [1-6,15].
2. Polikondensləşmə prosesinə müxtəlif amillərin (komponentlərin nisbəti, ion maye katalizatorun təbiəti, miqdarı, reaksiya temperaturu, reaksiya müddəti və.s) təsiri tədqiq edilmiş və MFFQ-nin 97% kütlə çıxımla sintez şəraiti müəyyən edilmişdir: fenolun aromatik karbohidrogenlərə kütlə nisbəti 2:1, formaldehidə mol nisbəti 1:0.8, ion-maye katalizator- N-metilpirrolidonhidrosulfatın miqdarı -5% kütlə, reaksiya temperaturu 98°C, müddəti -4 saat [2,12].
3. MFFQ və epoksid qatranı əsasında komponentlərin müxtəlif nisbətlərində kompozit tərkiblər hazırlanmış, polietilenpoliamin və urotropin iştirakında, strukturlaşma həyata keçirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki strukturlaşma prosesi tikici komponent kimi urotropin iştirakında, 100°C temperaturda, PEPA iştirakında 90°C temperaturda. 0.5 saat müddətində aparıldıqda tam strukturlaşmış fəza quruluşlu polimer alınır [7,14].
4. MFFQ və epoksid qatranı əsasında kompozit nümunələrin termoqravimetrik analizi həyata keçirilərək modifikasiya olunmamış fenol-formaldehid qatranı əsasında hazırlanmış kompozit tərkiblərlə müqayisədə termiki cəhətdən stabil olduğu müəyyən edilmişdir [7,8].
5. MFFQ və mineral doldurucu bentonit iştirakında alınan kompozit tərkiblərin elektrik keçiriciliyi nümunələrin bərk aqrekat halında və asetonda müxtəlif qatılıqlı (0.1-1%) məhlullarından istifadə etməklə tədqiq edilmiş və alınan tərkiblərdə elektrik izolyasiya xüsusiyyətlərinin tənzimlənməsinin mümkün olduğu müəyyən edilmişdir [18].
6. MFFQ və bərabər kütlə nisbətində götürülmüş epoksid qatranı əsasında müxtəlif tərkib üzvi mineral kompozitlərin alınma

şəraiti müəyyən edilmişdir. Göstərilmişdir ki, mineral doldurucu (bentonit) qatranın sintez prosesində reaksiya qarışığına əlavə edildikdə daha homogen kompozit tərkib alınır [13,19].

7. Sintez olunmuş neft polimer qatranı və mineral doldurucu kimi bentonitin əlavə edilməsi ilə alınmış neft polimer qatran nümunələrinin yumşalma temperaturu Boeutus aparatında təyin edilmiş, tərkibdə fenolun miqdarı artdıqca yumşalma temperaturunun nisbətən yüksəldiyi, bentonit əlavə etməklə alınan kompozit tərkibin isə 200°C temperaturda belə ərimədiyini müəyyən edilmişdir [17].
8. Bağlayıcı tərkib hissə kimi MFFQ-dən, şam və fıstıq ağaclarının yonqarından doldurucu kimi istifadə etməklə yanacaq briketlərinin alınma imkanı və şəraiti tədqiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, MFFQ-dən 0.5; 0.7 və 1.0% miqdarlarında əlavə etməklə alınmış briketlər 1,4-2,0 qr/sm³ sıxlıq, 2,2-3,5 Mpa sıxılmada möhkəmlilik, 9300-11000 kC/kq istilikəmələgətirmə qabiliyyəti ilə və 16,3-26 dəqiqə yanma müddəti ilə xarakterizə olunur [20].

Dissertasiya işi üzrə dərc edilmiş elmi əsərlər:

1. İbrahimova, M.C., Əmirov, F.A., Bayramova, S.T., Paşayeva, Z.N., İbrahimova, T.A. İon maye katalitik sistem iştirakında polimer qatranların sintezi // III international scientific conference of young researchers. Dedicated to the 96 Anniversary of the National leader of Azerbaijan Heydar Aliyev, – Baku: – 29-30 April, – 2019, – p.191-193.
2. Ибрагимова, М.Д. Применение ионно-жидкостного катализатора- морфолингидросульфата при синтезе феноформалитов на основе легкого газойла каталитического крекинга / М.Д.Ибрагимова, Ф.А.Амиров, С.Т.Байрамова [и др.] // Лакокрасочные материалы и их применение. Москва: – 2019. №3, – с. 23-25.
3. İbrahimova, M.C., Əmirov, F.A., Bayramova, S.T., Paşayeva, Z.N., İbrahimova, T.A. Modifikasiya olunmuş yeni tərkib fenol-formaldehid qatranlarının sintezi // Sumqayıt şəhərinin 70 illik

- yubileyinə həsr olunmuş Kimya texnologiyası və mühəndisliyinin innovativ inkişaf perspektivləri, – Sumqayıt: – 28-29 noyabr, – 2019, – s.171-172.
4. Ибрагимова, М.Д. Реакционноспособные нефтеполимерные смолы нового состава / М.Д.Ибрагимова, Ф.А.Амиров, С.Т.Байрамова [и др.] // The international scientific Conference "Actual Problems of Modern Chemistry. Dedicated to the 90 th Anniversary of the Academician Y.H. Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes, – Baku: – 2–4 october, – 2019. – p. 41-42.
 5. Ibragimova, M.C., Amirov, F.A, Bayramova, S.T. [et al.] Composite compositions based on petroleum polymer pitch of gas oil fraction of catalytic cracking // International Conference on Actual Problems of chemical engineering, Baku: – 24-25 December, – 2020, – p. 185-187.
 6. Байрамова,С.Т. Синтез реакционноспособных феноформалитов с различным содержанием фенола // Технология органических веществ. Материалы докладов 84-й научно-технической конференции, посвященной 90-летию юбилею БГТУ и Дню белорусской науки (с международным), Минск: – 3-14 февраля, – 2020,с. – 154.
 7. Ibragimova, M.C. Investigation of reactivity of the petroleum polymer pitch on the basis of gasoil fraction / M.C.Ibragimova, F.A.Amirov, S.T.Bayramova [et al.] // Processes of Petrochemistry and oil refining, – Baku: – 2020. Vol.21, №3, – p. 347-355.
 8. Ibragimova, M.C. Investigation of thermal stability of phenol-formaldehyde resins modified by alkylaromatic hydrocarbons of the Gasoil fraction / M.C.Ibragimova, F.A.Amirov, S.T.Bayramova [et al.] // Processes of petrochemistry and oil refining, Baku – 2021. Vol.22, №1, – p. 144-151.
 9. Байрамова,С.Т. Методы модификации фенолформальдегидных олигомеров и области их применения// – Baku:Journal of Baku Engineering University Chemistry and biology, – 2021. №1, – p. 26-40
 10. Ибрагимова, М.Д. Оптимизация процесса синтеза

- нефтеполимерной смолы феноформалита на основе ароматических углеводов газойлевой фракции с участием ионно-жидкостных катализаторов / М.Д.Ибрагимова, Ф.А.Амиров, Р.П.Джафаров [и др.] // Нефтепереработка и нефтехимия, – Москва:–2021. №11, – с. 34-37.
11. Cəfərli L.A., İbrahimova T.Ə., Bayramova S.T. Qazoyl fraksiyası ilə modifikasiya olunmuş fenol-formaldehid oliqomeri // Akademik Nadir-Mirİbrahim oğlu Seyidovun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika elmi konfransı.katalizatorlar, olefinlər əsaslı yağlar, – Bakı: – 19-20 may, –2022, – s. 165.
 12. Ибрагимова, М.Д. Ионные жидкости в качестве катализатора в процессе синтеза фенолформальдегидной смолы модифицированной ароматическими углеводородами легкого газойля каталитического крекинга / М.Д.Ибрагимова, Ф.А.Амиров, С.Т.Байрамова [и др.] // Journal of Baku Engineering University, Chemistry and Biology, – Baku:– 2022. Vol.6, №1, – p. 41-47.
 13. Ибрагимова, М.Д. Композиционные составы на основе модифицированный фенолформальдегидной смолы / М.Д.Ибрагимова, Ф.А.Амиров, С.Т.Байрамова [идр.] // Journal of Baku Engineering university chemistry and biology, – Baku: – 2022. Vol.6, №2, – p.139-144.
 14. Bayramova, S.T. Ibragimova M.J., Amirov F.A. [et al.] Investigation of the preparation and structuring of various compositions based on petroleum polymer resins and epoxy resin // 6th Turkic World Conference on Chemical Science and Technologies, –Baku:– 26-29 october, – 2022. – p.104.
 15. İbrahimova M.C., Əmirov F.A., Bayramova S.T., Paşayeva Z.N., İbrahimova T.A. Yeni tərkib neft polimer qatranının sintezi // Sahib Əliyevin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş konfransı, “Neft kimyası, Polifunksional Monomerlər, Oliqomerlər və Polimerlərin sintezi”, – Bakı: – 23 iyun, –2023, – s. 196-197.
 16. Ибрагимова, М.Д., Амиров, Ф.А., Байрамова, С.Т. [и др.] Фенолформальдегидная смола, модифицированная алкилароматическими углеводородами легкой флегмы от

- процесса каталитического крекинга // IV Международной научно-технической конференции «Современные достижения в области клеев и герметиков: материалы, сырье, технологии», – Дзержинск: – 26-28 сентября, – 2023, – с. 83-89.
17. Ибрагимова, М.Д. Модификация фенолформальдегидной смола алкилароматическими углеводородами / М.Д.Ибрагимова, Ф.А.Амиров, С.Т.Байрамова [и др.]// Клеи. Герметики. Технологии: научно-технический рецензируемый журнал, – Москва: – 2024. № 2, – с. 27-29.
18. Ибрагимова, М.Д. Исследование электропроводимости нефтеполимерной смолы, модифицированной алкил ароматическими углеводородами / М.Д.Ибрагимова, Ф.И.Ахмедов, Ф.А.Амиров [и др.] // Башкирский химический журнал, –Уфа: – 2024. Т. 31, № 1, – с.67-70.
19. Ibragimova, M.C. Synthesis and investigation of composites based on phenol-formaldehyde resin / M.C.Ibragimova, F.A.Amirli, S.T.Bayramova [et al.]// Processes of Petrochemistry and oil refining, Special issue, – Baku: – 2024, №1, – p.165-174
20. İbrahimova, M.C. Yanacaq briketlərinin alınma üsulu, İxtira İ 2024 0119, Azərbaycan Respublikası / Məmmədova T.A., Əmirli F.Ə., İbrahimova T.Ə., Seyidova S.A., Bayramova S.T., Abdullayeva F.M., Paşayeva Z.N.



*Dissertasiya işini yerinə yetirərkən göstərdiyi daimi diqqətə, etdiyi kömək və faydalı məsləhətləri üçün mən, elmi rəhbərlərim, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetində “Üzvi maddələr və yüksəkmolekullu birləşmələrin texnologiyası” kafedrasının müdiri, professor **Fariz Əli oğlu Əmirli** və ARETN akademik Y.H.Məmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun “Polifunksional monomerlər və oliqomerlər” laboratoriyasının müdiri, professor **Minavər Cəfər qızı İbrahimovaya** öz dərin minnətdarlığımı bildirirəm.*

Dissertasiyanın müdafiəsi “12” iyun 2025-ci il tarixində saat 10⁰⁰-da Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Polimer Materialları İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən FD 1.28 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Azərbaycan Respublikası, Sumqayır şəhəri, S.Vurğun prospekti, 124. AZ5005

Dissertasiya ilə Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Polimer Materialları İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları <http://amea-pmi.az/> rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat “08” may 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 24.04.2025

Kağız formatı: A5

Həcm: 37438

Tiraj: 100