

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

YAĞ TURŞULARI VƏ POLİAMİNLƏR ƏSASINDA YENİ SƏTHİ-AKTİV MADDƏLƏRİN ALINMASI VƏ TƏDQIQI

İxtisas: 2314.01 - Neft kimyası

Elm sahəsi: Kimya

İddiaçı: **Həcər Tahir qızı Nəbiyeva**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı - 2025

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda "Səthi-aktiv reagentlər və preparatlar" laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

AMEA-nın müxbir üzvü, k.e.d., prof.
Ziyafəddin Həmid oğlu Əsədov

kimya elmləri doktoru, dosent
İlhamə Ağalar qızı Zərbəliyeva

Rəsmi opponentlər:

kimya elmləri doktoru, professor
Musa Rza oğlu Bayramov
kimya elmləri doktoru, dosent
Mənzər Nəzaməddin qızı Əmiraslanova
kimya elmləri doktoru, professor
Sevinc Əbdülhəmid qızı Məmmədyanova

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 ED 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
Füzuli Əkbər oğlu Nəsirov

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Dünya əhalisinin artımı ətraf mühətdə antropogen təsirlərin çoxalmasına və bəzi ekoloji problemlərə yol açır. Əsas problemlərdən biri də su hövzələrinin çirklənməsidir. Hidrosferin çirklənməsi təsir mənbəyinə görə fərqli ola bilər. Onlardan biri dəniz və okeanlardan neft çıxarılması, neftin tankerlərlə daşınması zamanı baş verə bilən qəzalarla su hövzələrinin neft təbəqəsi ilə örtülməsidir¹. Belə təbəqələr su-hava sərhədində ekoloji tarazlığı pozur, çünki bu təbəqələr günəş şüalarının suyun dərin qatlarına keçməsinə maneə olur, göstərilən sərhəddə oksigen, karbon qazı və azot kimi qazların normal mübadiləsini çətinləşdirir, suda yaşayan canlıların həyat şəraiti pisləşmiş olur. Təbii su hövzələri səthindəki nazik neft təbəqələrini yox etməyə imkan verən yeni, ekoloji cəhətdən zərərsiz səthi-aktiv maddələrin (SAM) sintezi və təcqiği ətraf mühitin qorunması baxımından böyük aktuallıq kəsb edir².

Müasir dövrdə SAM-lar xalq təsərrüfatının bütün sahələrində, təbabətdə, elmdə və gündəlik həyatda geniş tətbiq tapmışdır. SAM-lar quruluşuna görə difil təbiətli olmaqla hidrophil və hidrofob hissələrdən ibarətdir. Bu səbəbdən, onlar iki faza arasındakı sərhəddə adsorbsiya olunaraq müxtəlif xassələr nümayiş etdirir³. Təklif olunan işdə yeni SAM-ların yağ turşuları və poliaminlər (etan-1,2-diamin, N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin və polietilenpoliamin) əsasında alınması nəzərdə tutulur. Yağ turşuları təbii yağlardakı triqliseridlərin tərkib hissəsi olaraq ekoloji zərərsiz və bərpa oluna bilən xammal növüdür.

¹Silva, I.A. Oil spills: impacts and perspectives of treatment technologies with focus on the use of green surfactants / I.A. Silva, F.C.G. Almeida, T.C Souza [et al.] // Environmental Monitoring and Assessment, - 2022. v. 194. № 3, p. 143.

²Asadov, Z.H. Petroleum-collecting and dispersing chemicals for cleaning sea surface from thin petroleum slicks / Z.H. Asadov, I.A. Zərbaliyeva, R.A. Rahimov [et al.] // Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia, - 2014. v. 28. № 2, - p. 205-

³Damen, M. Structure-delivery relationships of lysine-based Gemini surfactants and their lipoplexes / M. Damen, E. Cristóbal-Lecina, G.C Sanmartí [et al.] // Soft Matter, - 2014. V. 31. № 10, - p. 5702-5714.

Bu isə sonda alınacaq SAM-ların ətraf mühit üçün əhəmiyyətli dərəcədə təhlükəsiz olacağına ciddi zəmin yaradır.

İşdə ali alifatik birəsaslı karbon turşuları və poliaminlərin istifadə edilməsi həm ənənəvi quruluşlu, yəni bir karbohidrogen zənciri olan SAM-ların, həm də “Gemini” tipli, yəni iki və daha çox karbohidrogen zəncirinə malik olan SAM-ların sintez edilməsinə imkan yaradır. “Gemini” növlü SAM-lar son vaxtlar mütəxəssislərin diqqət mərkəzindədir. Onların ənənəvi SAM-lardan fərqli quruluşu, yəni bir neçə karbohidrogen qrupunun mövcudluğu bir sıra unikal xassələri, məsələn, misellərin çox kiçik qatılıqlarda əmələ gəlməsini, fazalar arasındakı sərhəddə səthi gərilmənin daha aşağı qiymətlərini və beləliklə, SAM-ın daha kiçik məsrəflərini təmin edir.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Dissertasiya tədqiqatının obyektini müxtəlif yağ turşuları ilə poliaminlər əsasında sintez olunmuş yeni Gemini tipli SAM-lar təşkil edir. Tədqiqatın predmeti isə (C₁₂-C₁₈) yağ turşuları və etan-1,2-diamin, N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin və polietilenpoliamin əsasında əldə olunmuş Gemini SAM-ların quruluş və tərkibinin onların bir çox fiziki-kimyəvi parametrlərinə necə təsir etməsini əhatə edir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. İşin məqsədi yağ turşuları və poliaminlər əsasında yeni Gemini tipli səthi-aktiv maddələrin sintezi, onların quruluş və tərkibinin müasir spektroskopik və analitik üsullarla tədqiq edilməsi, əsas fiziki-kimyəvi göstəricilərinin, o cümlədən səthi aktivlik parametrlərinin təyini, onların su səthindəki ekoloji zərərli nazik neft təbəqələrini kənar etməyə imkan verən neftiyyəmə və neftdispersləmə qabiliyyətinin, həmçinin digər faydalı və tətbiq yönümlü xassələrinin tədqiqi, müvafiq tövsiyələrin verilməsidir. Bundan əlavə, maddələrin təbii su hövzələrini ekoloji cəhətdən təhlükəli nazik neft təbəqələrindən yox etmək qabiliyyətini təmin edən neftiyyəmə və neftdispersləmə xassələrinin müxtəlif amillərdən asılı olaraq ətraflı şəkildə tədqiq edilməsi ilə ən effektiv nümunələrin seçiminin aparılması və onların tətbiqi üçün tövsiyələrin verilməsidir.

Elmi tədqiqat işinin vəzifələri isə aşağıdakılardır:

- (C₁₂-C₁₈) yağ turşuları və poliaminlər əsasında yeni Gemini tipli SAM-ların sintezi və onların quruluş və xassələrinin

öyrənilməsi;

- Sintez olunmuş Gemini SAM-larda alkil zəncirinin uzunluğunun onların səthi-aktivlik, elektrik keçiricilik və neftiyığma, neftdispersləmə xassələrinə təsirinin öyrənilməsi;
- (C₁₂-C₁₈) yağ turşuları və poliaminlər əsasında sintez olunmuş SAM-larda azot atomları sayının onların xassələrinə təsirinin araşdırılması;
- Sintez edilmiş Gemini SAM-ların səthi-aktivlik, elektrik keçiricilik, neftiyığma və neftdispersləmə xassələrinin onların mono quruluşlu homoloqları ilə müqayisəsi.

Tədqiqat metodları. (C₁₂-C₁₈) yağ turşuları poliaminlərlə həm ekvivalent, həm də turşunun iki dəfə artıq mol nisbətində, laboratoriya şəraitində, mərhələli şəkildə sintezi həyata keçirilmişdir. Əldə olunmuş nəticələrin dürüstlüyü İQ-, UB-, ¹H və ¹³C NMR-spektroskopiya üsulları ilə identifikasiya olunmuşdur. Bir çox fiziki-kimyəvi xassələr DLS-, TQA- kimi analiz üsulları ilə tədqiq edilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar. (C₁₂-C₁₈) yağ turşularının poliaminlərlə həm ekvivalent, həm də yağ turşusunun iki dəfə artıq mol miqdarında səthi aktiv maddələr sintez olunmuş və onların əsas fiziki-kimyəvi xassələri, eləcə də, səthi gərilmə, elektrik keçiricilik, neftiyığma və neftdispersləmə xassələri öyrənilmişdir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. İşdə ilk dəfə:

- (C₁₂-C₁₈) yağ turşularının etan-1,2-diamin ilə reaksiyasından Gemini tipli SAM-lar sintez edilmiş, onların neftiyığıcı və neftdispersləyici xassəyə malik olması sübut edilmişdir;
- N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin və (C₁₂-C₁₈) yağ turşuları əsasında yeni Gemini SAM-lar sintez edilmiş, neftiyığıcı və neftdispersləyici xassəyə malik olması təsdiqlənmişdir;
- (C₁₂-C₁₈) yağ turşuları və polietilenpoliamin əsasında yeni Gemini tipli SAM-lar sintez edilmiş, neftiyığıcı və neftdispersləyici xassəyə malik olması sübut edilmişdir;
- Sintez edilmiş Gemini SAM-ların tətbiq yönümlü xassələri, eləcə də sulfatreduksiyaedici bakteriyalara (SRB) qarşı

inhibitor bakterisid xassələri öyrənilmişdir;

- Sintez edilmiş hər bir SAM-ın əsas fiziki-kimyəvi göstəriciləri onun mono quruluşlu homoloqları ilə müqayisə edilmiş və üstün göstəricilər qeyd edilmişdir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Yağ turşuları və poliaminlər əsasında sintez edilmiş səthi-aktiv maddələr yüksək səthi aktivliyə və effektiv neftyiğma və neftdispersləmə qabiliyyətinə malik olmaqla, səthi neftlə çirklənmiş su hövzələrinin təmizlənməsində istifadə edilə bilər. SRB-yə qarşı yüksək bakterisid xassə nümayiş etdirən SAM-lar inhibitor-bakterisid kimi istifadə oluna bilər.

Müəllifin şəxsi iştirakı. Dissertasiyada öz əksini tapmış nəticələr müəllif tərəfindən yerinə yetirilmişdir. Məsələnin qoyuluşu, təcrübələrin və sınaqların aparılması, nəticələrin təhlili, sistemləşdirilməsi və ümumiləşdirilməsi müəllifin iştirakı ilə yerinə yetirilmişdir.

Aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya işinin əsas müddələri və nəticələri aşağıdakı respublika və beynəlxalq elmi-texniki konfranslarda (21 tezis) məruzə və müzakirə edilmişdir:

Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 97-ci ildönümünə həsr olunmuş “Tələbə və Gənc Tədqiqatçıların I Beynəlxalq Elmi Konfransları” (Bakı, 2020); Gənc alim və mütəxəssislərin II Beynəlxalq Elmi Konfransı (Bakı, 2020); 1st International Scientific and Practical Internet Conferences (Dnipro, 2020); Ümumillik lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 98-ci ildönümünə həsr olunmuş “Tələbə və Gənc Tədqiqatçıların II Beynəlxalq Elmi Konfransı” (Bakı, 2021); “Beynəlxalq Elmi Konfrans” (Gəncə, 2021); Ümummillik Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 98-ci ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistrant və gənc tədqiqatçıların «Kimyanın Aktual Problemləri» XIV Beynəlxalq Elmi Konfransı (Bakı, 2021); Ümumillik lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 99-cu ildönümünə həsr olunmuş “Gənc Tədqiqatçıların VI Beynəlxalq Elmi Konfransı” (Bakı, 2022); Akademik Nadir Mir-İbrahim oğlu Seyidovun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika Elmi Konfransı “Katalizatorlar, olefinlər əsaslı yağlar” (Bakı, 2022); “Modern problems of theoretical and experimental chemistry”

devoted to the 90th anniversary of academician Rafiq Aliyeva (Baku, 2022); AMEA-nın müxbir üzvü Nazil Fazil oğlu Canibəyovun 80 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika Elmi Konfransı “Heteroatomlu birləşmələr kimyasının aktual problemləri” (Bakı, 2022); “Ətraf mühitin mühafizəsi, sənaye və məişət tullantılarının təkrar emalı” mövzusunda Respublika Konfransı (Gəncə, 2022); Doktorantların və Gənc Tədqiqatçıların XXV Respublika Elmi Konfransı (Bakı, 2022); Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 100-cü ildönümünə həsr olunmuş «Müasir Təbiət və İqtisad Elmlərinin Aktual Problemləri» Beynəlxalq Elmi Konfrans (Gəncə, 2023); “Scientific advances and innovative approaches” Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference (Tokyo, 2023); Doktorantların və Gənc Tədqiqatçıların XXVI Respublika Elmi Konfransı (Bakı, 2023); Metalkompleks və metal üzvi kataliz, (so)liqomer, (so)polimerlərin sintezi və tədqiqi (Bakı, 2023); “Women in STEM” International Festival (Tashkent, 2024); Azərbaycanda ətraf mühitin sağlamlaşdırılmasında ümummilli Lider Heydər Əliyevin rolu mövzusunda elmi-praktiki konfrans (Bakı, 2024); LXXXVI-LXXXVII международная научно-практическая конференция на тему «Химия, физика, биология, математика: теоретические и прикладные исследования (Москва, 2024); International Conference on Advances in Biotechnology, Chemistry and Life Sciences (Luxembourg, 2025).

Dissertasiya mövzusunda dair 30 elmi əsər vardır. Onlardan 9-u məqalə (“European Chemical Bulletin”-1, “Azərbaycan Kimya Problemləri”-1, Журнал "Нефть и Газ”-2 məqalə, “Processes of Petrochemistry and Oil Refining”-2 məqalə. “Magyar Tudományos Journal”- 1, “Polish Journal of Science”-1 “Azerbaijan Oil Industry Journal” -1) 9-u konfrans materialı, qalanı isə məruzələrin tezisləridir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft Kimya Prosesləri İnstitutu, “Səthi aktiv reagentlər və preparatlar” laboratoriyası.

Dissertasiyanın strukturu və həcmi. Dissertasiya kompüterdə yığılmış 221 səhifədə (206371 işarə) təqdim edilmişdir və ona 87 şəkil,

56 cədvəl daxil edilmişdir. Dissertasiyanın mətni giriş hissədən, 6 fəsildən, nəticələrdən, istifadə edilmiş ədəbiyyat mənbələri siyahısından ibarətdir. Ədəbiyyat mənbələri siyahısında 198 istinad verilmişdir. Mündəricat 3170, giriş 10843, birinci fəsil 48035, ikinci fəsil 10335, üçüncü fəsil 42193, dördüncü fəsil 43153, beşinci fəsil 34121, altıncı fəsil 11935, nəticələr 2586 işarədən ibarətdir.

Girişdə aparılan tədqiqatların aktuallığı, məqsədi, elmi yeniliyi, nəzəri və praktiki əhəmiyyəti haqqında məlumat verilmiş və əsaslandırılmışdır.

Birinci fəsildə Gemini tipli səthi-aktiv maddələrin quruluş və xarakteristikası, sintezi, xassələri və tətbiq sahələri haqqında ədəbiyyat icmal verilmişdir.

İkinci fəsildə istifadə edilmiş maddələrin və cihazların xarakteristikası verilmiş, SAM-ların sintezi, səthi aktivliyi, xüsusi elektrik keçiriciliyi, neftiğmə və neftdispersləmə, sulfatreduksiyaedici bakteriyalara qarşı inhibitor bakterisid xassələrinin tədqiqinin metodikaları təsvir edilmişdir.

Üçüncü fəsildə C₁₂-C₁₈ sırası yağ turşularının etan-1,2-diamin ilə reaksiyasından alınan həm mono, həm də Gemini tipli SAM-ların quruluş və tərkibi, fiziki-kimyəvi xassələri (həllədicilərdə həll olması, səthi aktivliyi, elektrik keçiriciliyi), həmçinin neftiğmə və neftdispersləmə xassələrinin tədqiqi nəticələri təsvir və təhlil edilmişdir.

Dördüncü fəsil C₁₂-C₁₈ sırası yağ turşularının N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin ilə reaksiyasından alınan həm mono, həm də Gemini tipli SAM-ların quruluş və tərkibi, fiziki-kimyəvi xassələri, həmçinin neftiğmə və neftdispersləmə xassələrinin tədqiqi nəticələrinin təsviri və təhlilindən ibarətdir.

Beşinci fəsildə C₁₂-C₁₈ sırası yağ turşularının polietilenpoliamin ilə reaksiyasından alınan həm mono, həm də Gemini tipli SAM-ların quruluş və tərkibi, fiziki-kimyəvi xassələri, həmçinin neftiğmə və neftdispersləmə xassələrinin tədqiqi nəticələrinin təsvir və təhlili verilmişdir.

Altıncı fəsildə əldə olunmuş Gemini SAM-ların bir çox fiziki-kimyəvi xassələrinə son məhsulda azot atomlarının sayının təsiri

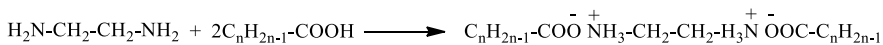
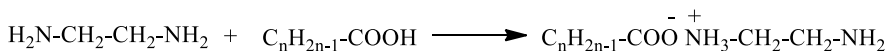
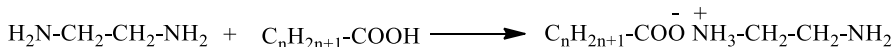
müzakirə edilmişdir.

Dissertasiya işinin sonunda nəticələr və ədəbiyyat siyahısı təqdim edilmişdir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Yağ turşuları və etan-1,2-diamin əsasında yeni SAM-ların sintezi və xassələri

C₁₂-C₁₈ sırası yağ turşuları və etan-1,2-diamin ilə həm bərabər, həm də turşunun aminə nəzərən iki dəfə artıq mol miqdarında 50-90°C temperatur intervalında, qapalı şəraitdə, maqnit qarışdırıcı ilə davamlı qarışdırılaraq 9-10 saat müddətində reaksiya aparılmışdır. Reaksiya əsasında həm mono, həm də yeni Gemini səthi-aktiv maddələr sintez edilmişdir. Reaksiyaların sxemi aşağıda göstərilmişdir:

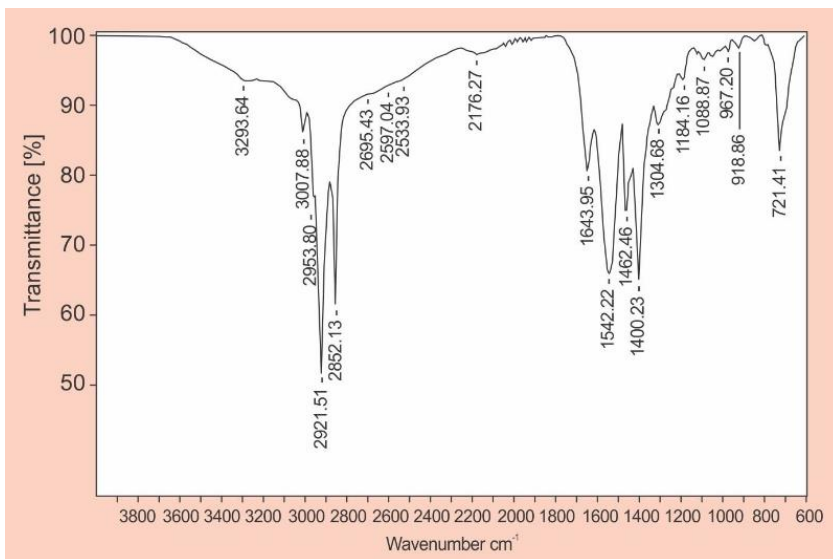


Burada, n=11-17.

Olein turşusu əsasında alınan SAM-lar özlü maye, digərləri isə bərk haldadır. Əldə olunmuş Gemini tipli SAM-ların quruluş və tərkibi İQ, UB və NMR spektroskopiyası ilə identifikasiya edilmişdir.

Olein turşusu və etan-1,2-diamin əsasında sintez edilmiş Gemini SAM-ın İQ spektri şəkil 1-də verilmişdir. İQ spektrini tədqiq etdikdə aydın olur ki, NH₂ qrupunda N-H rabitəsinin valent rəqsləri 3293.64 sm⁻¹ səviyyəsində müşahidə olunur. Spekrtdə 3007.88 sm⁻¹ sahəsində olan udulma zolaqları ikiqat rabitənin C-H valent rəqslərini təmsil edir. CH₃ və CH₂ qruplarında C-H rabitəsinin valent rəqsləri 2953.8, 2921.51 və 2852.13 sm⁻¹ udulma zolaqları ilə müəyyən edilə bilər. C=C rabitəsinin valent və N⁺-H rabitəsinin deformasiya rəqsləri 1643.95 və 1542.22 sm⁻¹ udulma zolaqlarında müşahidə olunur. CH₃ və CH₂ qruplarında C-H rabitəsinin deformasiya rəqslərinə uyğun

udulma zolaqları 1462.46 və 1400.23 sm^{-1} -də əks olunur. 1304.68 və 1184.16 sm^{-1} sahəsindəki udulma zolaqları C-N rabitəsinin valent rəqsləri ilə bağlıdır. İkiqat rabitənin C-H rabitəsinin deformasiya rəqsləri spektrdə 967.20 sm^{-1} və 918.86 sm^{-1} sahəsindəki udulma zolaqlarına uyğun gəlir. $(\text{CH}_2)\text{X}$ “rəqqas” rəqsləri 721.00 və 721.41 sm^{-1} -də müşahidə olunur.

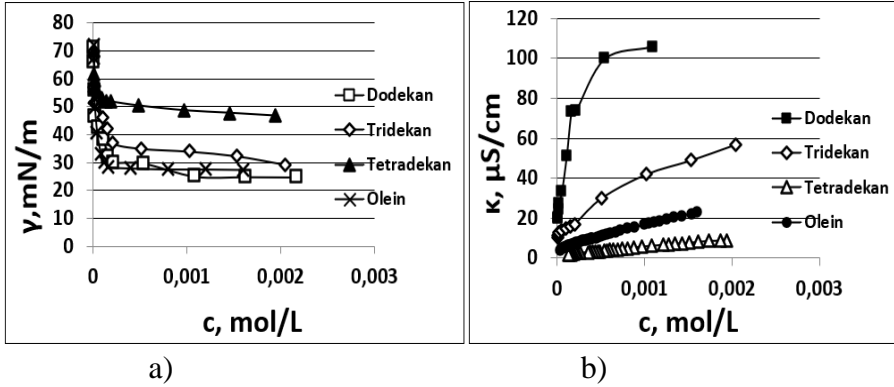


Şəkil 1. Olein turşusu və etan-1,2-diamin əsasında sintez edilmiş Gemini SAM-ın İQ spektri

Sintez edilmiş komplekslərin suda müxtəlif qatılıqlı məhlulları hazırlanmış və hava-su sərhədində səthi gərilmələri tenziometrlə, elektrik keçiriciliyi isə konduktometrlə ölçülmüşdür. Əldə olunmuş nəticələrə əsasən Gemini SAM-lar üçün səthi gərilmə və elektrik keçiricilik izotermələri qurulmuş və şəkil 2-də göstərilmişdir.

Sintez edilmiş SAM-lar üçün səthi aktivlik və elektrik keçiriciliyin termodinamik parametrləri (KMQ - Kritik Misella əmələgəlmə Qatılığı, γ_{KMQ} - KMQ nöqtəsinə uyğun gələn səthi gərilmə, π_{KMQ} - səth təzyiqi, C_{20} - suyun səthi gərilmə qiymətindən 20 vahid kiçik dəyərə malik qatılıq, Γ_{maks} - maksimal adsorbsiya, A_{min} – bir molekula düşən minimum səthin sahəsi, α - əks ionun dissosiasiya

dərəcəi, β - əks ionun əlaqələnmə dərəcəsi, ΔG_{mis} – misella əmələgəlmənin sərbəst Gibbs enerjisi, ΔG_{ad} - adsorbsiya sərbəst Gibbs enerjisi, I_{akt} – fazalararası aktivlik) hesablanaraq uyğun olaraq cədvəl 1 və 2-də verilmişdir.



Şəkil 2. Yağ turşuları və etan-1,2- diamin əsasında sintez edilmiş Gemini SAM-ların a) səthi gərilmə və b) elektrik keçiricilik izotermələri

Cədvəl 1
Etan-1,2-diamin və yağ turşuları (C₁₂-C₁₈) əsasında alınan SAM-ların səthi aktivlik parametrləri

Səthi aktiv maddə	KMQ*10 ⁴ (mol/l)	γ_{KMQ} (mN/m)	π_{KMQ} (mN/m)	C ₂₀ *10 ⁴ (mol/l)	Γ_{maks} *10 ¹⁰ (mol/sm ²)	A _{min} *10 ² (nm ²)
Dodekan turşusu						
Mono 24.8°C	9.62	27.93	43.71	1.92	1.92	86.46
Dimer 22°C	2.17	30	41.37	0.19	1.51	109.78
Tridekan turşusu						
Mono 20°C	2.73	35.97	35.03	0.3	1.9	85.8
Dimer 25°C	2.05	37	34.64	0.2	0.99	167.55
Tetradekan turşusu						
Mono 20°C	3.47	47	24	1.74	0.95	175.32
Dimer 20.5°C	1.45	52	19	3.44	0.73	227.48
Olein turşusu						
Mono 21°C	2.19	25.84	46.54	0.11	2.1	79.1
Dimer 21°C	1.6	28.37	44.01	0.19	1.65	100.7

Yuxarıdakı cədvəldə bir-birilə karbon atomlarının sayı və ikiqat rabitənin varlığı ilə fərqlənən müxtəlif karbon turşularının etan-1,2-diamin ilə əmələ gətirdiyi mono və dimer quruluşlu maddələrin səthi aktivlik parametrləri qeyd olunmuşdur. Aydın olmuşdur ki, Gemini quruluşlu SAM-lar qeyd olunan bütün reaksiya məhsullarında mono homoloqlarına nəzərən daha aşağı KMQ və daha böyük A_{\min} qiymətinə malikdir. Ədəbiyyatdan məlum olduğu kimi, Gemini SAM-lar bir çox xüsusiyyətlərinə görə mono tipli SAM-lardan üstündür. Gemini SAM-ları öz aralarında müqayisə etdikdə qeyd edə bilirik ki, ən kiçik səthi gərilmə (28.37 mN/m) məhz olein turşusu ilə olan sintezdən əldə olunan Gemini SAM-a məxsusdur. KMQ-ə nəzər saldıqda isə aydın olur ki, ən kiçik qatılıq ($1.45 \cdot 10^{-4}$ mol/l) tetradekan turşusu ilə olan kompleksdə müşahidə olunur. Olein turşusu və tetradekan turşusu ilə alınan komplekslər üçün uyğun KMQ nöqtələri bir-birinə çox yaxındır və olein turşusu qeyd etdiyimiz kimi, hava-su sərhədində səthi gərilməni digərlərinə nəzərən daha çox aşağı salmaq qabiliyyətinə malikdir. Cədvəldə verilən birləşmələr üçün səthi gərilmə dəyərlərinə baxdıqda aydın olur ki, tərkibində C=C ikiqat rabitəsi olmayan yağ turşularında karbon atomlarının sayı artdıqca səthi gərilmə göstəricilərində artım müşahidə olunur. Bundan əlavə, əldə olunmuş nəticələrə əsasən qeyd edə bilirik ki, verilmiş yağ turşularının etan-1,2-diaminlə olan sintezindən əldə olunmuş SAM-larda son molekulda alkil zəncirində karbon atomları sayının artması ilə KMQ qiymətində azalma müşahidə olunur.

Cədvəl 2

Yağ turşuları və etan-1,2-diamin əsasında sintez edilmiş Gemini SAM-ların elektrik keçiriciliyi və termodinamik parametrləri

Karbon turşusu	α	β	$\Delta G_{mis},$ (kC/mol)	$\Delta G_{ad},$ (kC/mol)	$I_{akt},$ (kC/mol*Å)
Dodekan turşusu	0.9	0.1	-22.7	-25.48	23.2
Tridekan turşusu	0.48	0.52	-28.55	-32.23	19.24
Tetradekan turşusu	0.89	0.11	-23.99	-26.59	11.69
Olein turşusu	0.51	0.49	-32.25	-33.85	33.6

Cədvəl 2-yə nəzərən qeyd edə bilərik ki, həm misella əmələgəlmənin, həm də adsorbsiya sərbəst Gibbs enerjisinin ən kiçik olduğu (uyğun olaraq -32.25 kC/mol və -33.85 kC/mol) hal etan-1,2-diamin və olein turşusu ilə olan sintezə məxsusdur. Qeyd olunan hər iki parametrin ən az mənfi dəyərə malik olduğu hal isə etan-1,2-diaminin dodekan turşusu ilə olan reaksiya məhsulunda müşahidə olunur. Dodekan turşusundan tetradekan turşusu ilə olan sintezə doğru fazalararası aktivlikdə azalma müşahidə olunduğu halda, olein turşusu ilə olan sintezdə ikiqat rəbitənin mövcudluğu ilə bu parametrlər ən yüksək qiymətə malikdir.

Tetradekan turşusu və etan-1,2-diamin əsaslı hər iki quruluşlu maddələrin neftiyğma və neftdispersləmə xassələri müxtəlif minerallaşma dərəcəsinə malik üç fərqli su nümunəsində müqayisəli təhlil olunmuş və nəticələr cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəl 3

Tetradekan turşusu və etan-1,2-diamin əsasında alınan mono və Gemini SAM-ların neftiyğma və neftdispersləmə parametrləri

SAM	Tətbiq növü	τ_{saat}	K/Kd		
			Dəniz suyu	İçməli su	Distillə Suyu
Mono	5% -li sulu məhlul	0-1	6.4	8.54	21.37
		1-2	8	10.12	21.37
		2-44	9	10.12	21.37
		44-144	9, quruma	10.12	21.37
		144	9, quruma	10.12, quruma	10.12, quruma
	5% -li etil spirti məhlulu	0-144	25.64	25.6	29.59
		144	25.64, quruma	25.6, quruma	29.59, quruma
	Saf halda	0-144	10.99	19.2	10.1
		144	10.99, quruma	19.2, quruma	10.1, quruma
	Gemini	5% -li sulu məhlul	0-1	1	1
1-4			1.36	1.36	1.96
4-28			2.77	3	3
28-76			34	34	7.24
76-100			10.99	19	19
110			10.99, quruma	7.63, quruma	19, quruma

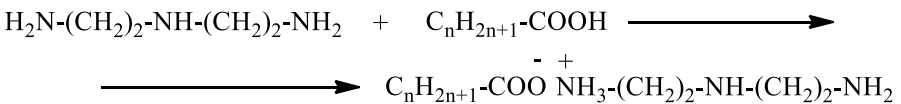
Cədvəl 3-ün ardı

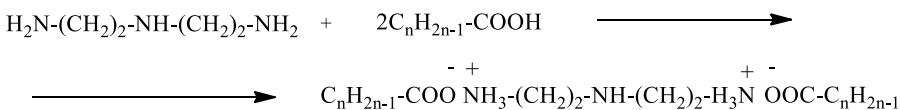
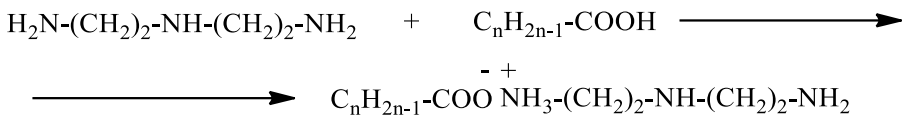
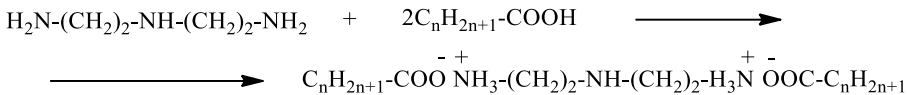
Gemini	5% -li etil spirti məhlulu	0-1	90%	21.37	25.64
		1-4	10.99	21	25.64
		4-28	13.77	21	25.64
		28-76	13	34	34
		76-100	10.99	19	15
		110	10.99, quruma	85%, quruma	15, quruma
	Saf halda	0-1	1	1	1
		1-4	3	1.36	1.36
		4-28	12.25	3.78	2.77
		28-100	9.6	12.25	8.5
110		9.6, quruma	5.54, quruma	15, quruma	

Cədvəl 3-ə əsasən mono tipli birləşməni analiz etdikdə görünür ki, neftiğma əmsalının (K) ən yüksək qiyməti 29.59 olub, distillə suyunda 5%-li spirdə məhlul şəklində tətbiq olunduqda özünü göstərir. Neft ləkəsinin əvvəlki sahəsinin təxmini 30 dəfə azalması 144 saat müddətində, yəni distillə suyu buxarlananadək, eyni zamanda reagentin saf halında da öz gücünü olduğu kimi saxlayır. Gemini tipli SAM-da isə hər üç su nümunəsində ən yüksək K dəyərini (34) görmək olar.

Yağ turşuları və N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin əsasında yeni SAM-ların sintezi və xassələri

C₁₂-C₁₈ sırası yağ turşuları və N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin ilə həm bərabər, həm də turşunun iki dəfə artıq olduğu mol nisbətində 50-90°C temperatur intervalında, qapalı şəraitdə, maqnit qarışdırıcı ilə davamlı qarışdırılaraq 9-10 saat müddətində reaksiya aparılmışdır. Reaksiya əsasında həm mono, həm də yeni Gemini səthi-aktiv maddələr sintez edilmişdir. Reaksiyaların sxemi aşağıda göstərilmişdir:

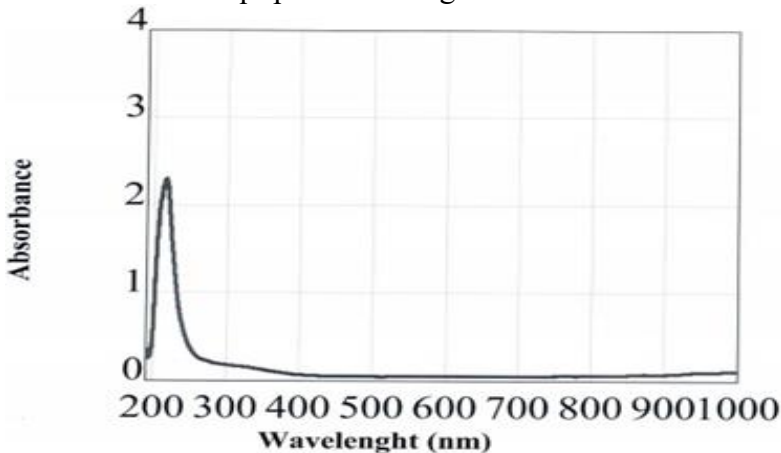




Burada, n=11-17.

Sintez edilmiş SAM-ların quruluş və tərkibi İQ, UB və NMR spektroskopiyası ilə identifikasiya olunmuşdur.

Tetradekan turşusunun UB spektri şəkil 3-də təsvir olunmuşdur. Qrafikdən aydın olur ki, maksimum udulma 225 nm dalğa uzunluğuna təsadüf edir. Bu da amin qruplarının varlığı ilə izah olunur.



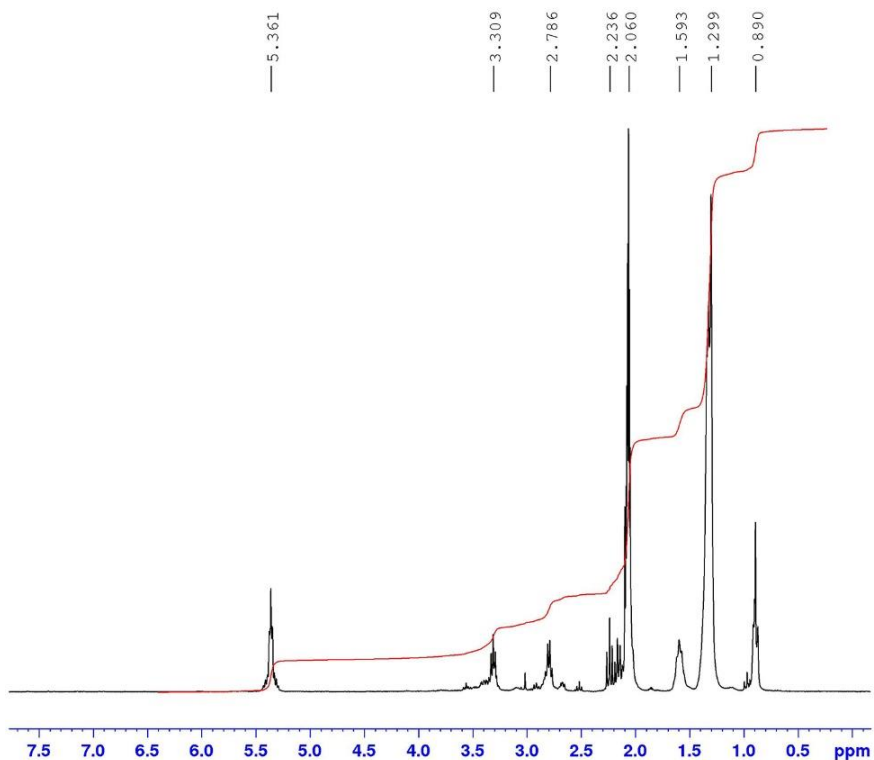
Şəkil 3. Tetradekan turşusu və N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin əsasında alınmış Gemini SAM-ın UB spektri

Olein turşusu və N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin əsasında

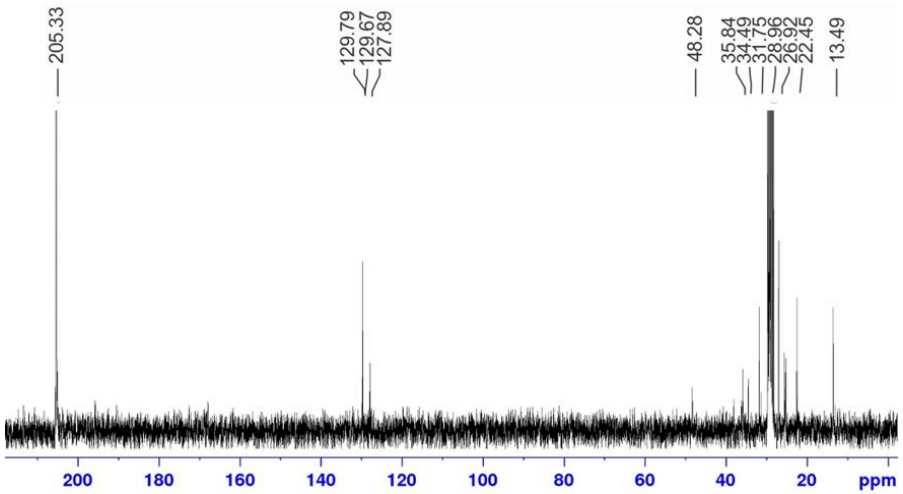
sintez olunmuş Gemini tipli SAM-ın strukturu və tərkibi hidrogen və karbon NMR-spektroskopiyası ilə təsdiq edilmişdir. Spektrlər uyğun olaraq şəkil 4 və 5-də verilmişdir.

Şəkil 4-də verilmiş spektrdə ^1H NMR (BRUKER-Fourier 300.18 MHzs, Aseton-D6, δ , ppm.): 0.89 (t., 6H, CH_3), 1.22-1.41 (m., 40H, CH_2), 1.59 (m., 4H, CH_2), 2,23 (t., 4H, CH_2COO), 2.45-3.53 (m., 16H, $\text{CH}_2\text{-NH}$, $\text{CH}_2\text{-CH=}$), 5.36 (m., 4H, CH=CH).

Şəkil 5-də verilmiş spektrdə ^{13}C NMR ppm.: 13.49 (CH_3), 22.45, 25.10, 25.38, 26.92, 31.75, 34.49, 35.84 (CH_2), 127.89, 129.67 (CH=CH).

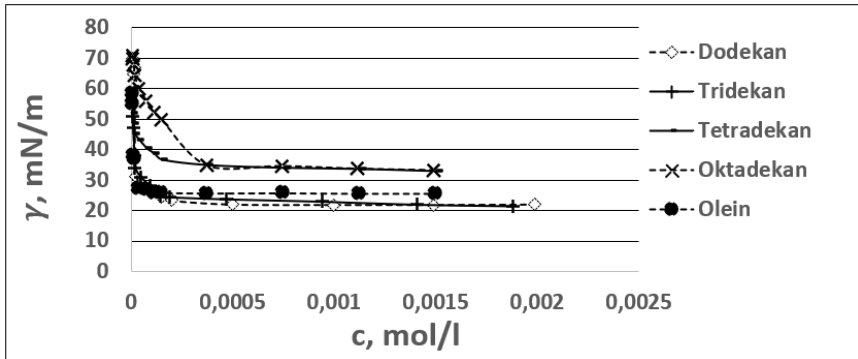


Şəkil 4. Olein turşusu və N^1 -(2-aminoetil)etan-1,2-diamin əsasında alınmış Gemini SAM-ın ^1H NMR spektri



Şəkil 5. Olein turşusu və N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin əsasında alınmış Gemini SAM-ın ¹³C NMR spektri

Alınmış komplekslərin suda müxtəlif qatılıqlı məhlulları hazırlanmış və hava-su sərhədində səthi gərilmələri tenziometrlə ölçülmüş, əldə olunmuş nəticələrə əsasən səthi gərilmə izotermləri qurulmuş və şəkil 6-da təsvir olunmuşdur.



Şəkil 6. Yağ turşuları və N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin əsasında alınmış Gemini SAM-ların səthi gərilmə izotermləri

Əldə olunmuş nəticələr əsasında SAM-lar üçün səthi aktivlik və elektrik keçiriciliyin termodinamik parametrləri uyğun olaraq cədvəl

4 və 5-də qeyd olunmuşdur.

Cədvəl 4

N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin və yağ turşuları əsasında alınan SAM-ların səthi aktivlik parametrləri

SAM	KMQ*10 ⁴ (mol/l)	γ_{KMQ} (mN/m)	π_{KMQ} (mN/m)	C ₂₀ *10 ⁴ (mol/l)	Γ_{maks} *10 ¹⁰ (mol/sm ²)	A _{min} *10 ² (nm ²)
Dodekan turşusu						
Mono 25°C	3.29	23.49	48.09	0.12	1.69	97.86
Dimer 22°C	1.99	23.24	49.14	0.16	1.72	96.30
Tridekan turşusu						
Mono 21°C	2.36	25	45.35	0.12	2.2	75.54
Dimer 22°C	1.41	24.65	46.9	0.05	1.06	157
Tetradekan turşusu						
Mono 20°C	0.75	27.1	44.21	0.04	0.74	226
Dimer 22°C	1.51	36.58	34.98	0.08	0.67	248
Oktadekan turşusu						
Mono 23°C	2.58	40	31.7	0.92	1.59	104
Dimer 23°C	3.72	34.8	36.90	3.07	1.07	248.23
Olein turşusu						
Mono 26°C	1.94	28.17	43.87	0.16	2.03	82
Dimer 26°C	1.12	25.93	45.09	0.08	1.29	129.21

Cədvəl 4-ə nəzər saldıqda müəyyən olur ki, Gemini quruluşlu SAM-lar əsasən reaksiya məhsullarında mono homoloqlarına nəzərən daha aşağı KMQ və daha böyük A_{min} qiymətinə malikdir. Gemini quruluşlu SAM-ları öz aralarında müqayisə etdikdə aydın olur ki, olein turşusu istisna olaraq digər turşuların iştirakı ilə alınan komplekslərdə karbon atomu sayının artması ilə səthi gərilmənin qiymətində demək olar ki, artım müşahidə olunur. Bu artımı az da olsa pozan oktadekan turşusu ilə alınan birləşmədə səthi gərilmənin (34.8 mN/m), tetradekan turşusu ilə alınan birləşməyə nəzərən (36.58 mN/m) daha kiçik

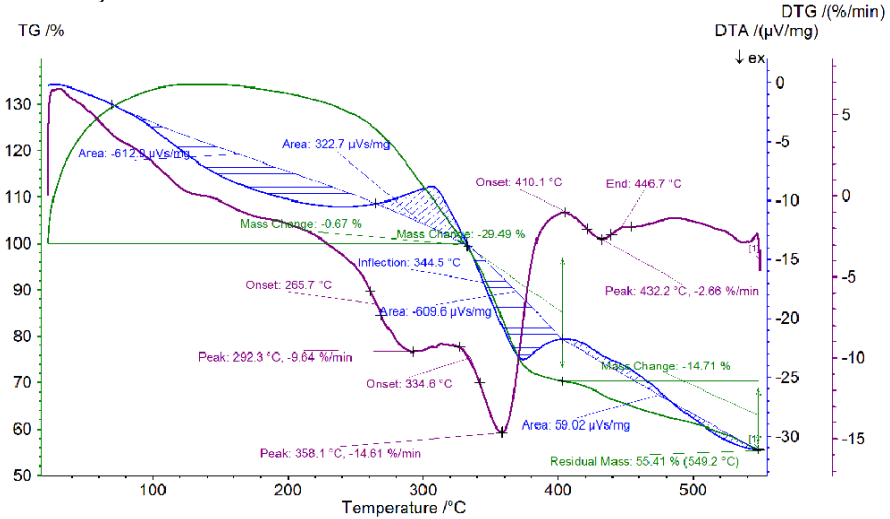
olmasıdır. Lakin KMQ dəyərlərinə baxdıqda qanunauyğunluğun vahid şəkildə olduğunu görmək mümkündür. Belə ki, yenə olein turşusu istisna olaraq digərlərində KMQ dəyərinin də səthi gərilmə dəyərində olduğu kimi karbon zəncirinin uzanması ilə əsasən artması müşahidə olunur. Dodekan turşusu və tridekan turşusu əsasında alınan SAM-ların KMQ və səthi gərilmə dəyərlərini müqayisə etdikdə hər iki birləşmənin demək olar ki, eyni səthi aktivliyə malik olduğunu görmək mümkündür. Belə ki, ilk birləşmə daha az səthi gərilmə nümayiş etdirməyinə baxmayaraq bunu ikinci kompleksə nəzərən daha yüksək qatılıqda göstərir. Etan-1,2-diaminlə olan sintezdə olduğu kimi olein turşusu ilə N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin əsasında alınan kompleksdə də karbon atomu sayının bu aralıqda maksimum, yəni 18 olmağına baxmayaraq minimum KMQ nöqtəsi (1.12*10⁻⁴ mol/l) və çox effektiv səthi gərilmə dəyəri ilə (25.93 mN/m) öz üstünlüyünü göstərir.

Cədvəl 5-ə nəzər saldıqda aydın olur ki, hər iki quruluşlu SAM-larda alkil zəncirinin uzanması ilə həm misella əmələgəlmənin, həm də adsorbsiya Gibbs sərbəst enerjisi qiymətində cüzi dəyişiklik müşahidə olunur.

Cədvəl 5
N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin və yağ turşuları (C₁₂-C₁₈) əsasında alınan SAM-ların elektrik keçiriciliyi və termodinamik parametrləri

SAM	α	β	$\Delta G_{mis},$ kC/mol	$\Delta G_{ad},$ kC/mol	$I_{akt},$ kC/mol*Å
Tridekan turşusu					
Mono	0.82	0.18	-24.17	-26.22	34.71
Gemini	0.5	0.5	-32.57	-36.96	23.55
Tetradekan turşusu					
Mono	0.9	0.1	-23.89	-29.12	12.9
Gemini	0.42	0.58	-34.27	-39.48	15.9
Oktadekan turşusu					
Mono	0.88	0.12	-22.87	-24.85	23.78
Gemini	0.22	0.78	-34.80	-38.27	24.54
Olein turşusu					
Mono	0.9	0.1	-23.89	-29.12	35.61
Gemini	0.32	0.68	-37.81	-41.32	32

Heksadekan turşusunun N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin ilə sintezindən əldə olunmuş Gemini SAM-ın termiki xassələrinin öyrənilməsi üçün DTA analizləri aparılmış və nəticə şəkil 7-də qeyd olunmuşdur.



Şəkil 7. Heksadekan turşusu və N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin əsaslı Gemini SAM-ın DTA qrafiki

Aparılmış analizin şəkil 7-də verilmiş TQ/DTQ əyrisinə əsasən demək olar ki, temperatur yüksəldikcə nümunədə aqreqat halının dəyişməsi kimi bir sıra fiziki proseslər baş verir. Bu zaman onun tərkibi və strukturundan asılı olaraq səthlə zəif əlaqələnən, yüngül qaz halına çevrilmiş molekulların bir səthdən başqa səthə keçməsi, laylar arası boşluqlarda yerləşməsi və bununla əlaqəli olaraq həcmnin nisbətən artmasını müşahidə etmək olar. Nümunə 265.7°C-yə qədər dayanıqlı olub, kütlə itkisi 0.67%-dir. Bu temperatur intervallarında DTA əyrisində temperatur yüksəldikcə kimyəvi reaksiyaların faza keçidlərinin yaranması, termodestruksiya proseslərində entalpiyanın dəyişməsinə müşahidə etmək olar. Belə ki, 90-265°C intervalında endotermik istilik effektləri müşahidə olunur və sərf olunan istilik sahəsi $-612.9 \mu Vs/mq$ -dir. 265.7°C-320°C intervalında DTA əyrisində parçalanmanın təsirindən nümunədəxili oksidləşmə prosesi ilə müşayiət olunan ekzo effekt, istilik sahəsi $322.7 \mu Vs/mq$ müşahidə

olunur. 334-410°C-də nümunədə maksimumu 358.1°C olan termiki destruksiya prosesi baş verir və kütlə itkisi 29.9% təşkil edir. Bu prosesə sərf olunan istilik sahəsi -609.6 $\mu Vs/mq$ -dir. Sonrakı 400-550°C temperatur intervalında kütlə itkisi 14.71% olmaqla endo və ekzotermik istilik effektləri yaradır. Ümumi istilik sahəsi 59.02 $\mu Vs/mq$ -dir.

Dodekan turşusu və N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin əsaslı dimer quruluşlu SAM-ın suda müxtəlif qatılıqlı məhlullarının cədvəl 6-da verilmiş DLS analiz nəticələrinə əsasən aydın olur ki, məhlulda hissəciklərin qatılığı artdıqca 0.00099 mol/l qatılıqlı məhluladək median, moda və həndəsi ortada artım müşahidə olunduğu halda, 0.0019 mol/l qatılıqda median, moda və həndəsi ortada bir qədər azalma müşahidə olunur. Diffuziya əmsalının isə median, moda və həndəsi orta ilə tərs mütənəsb olduğu aydın olur.

Cədvəl 6

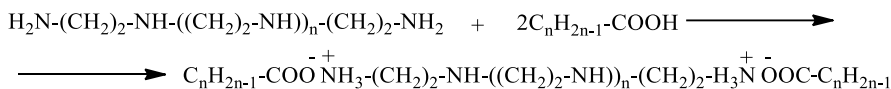
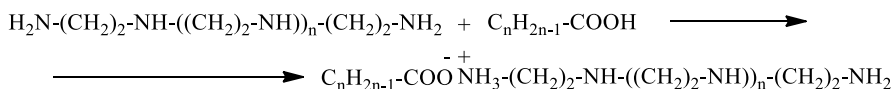
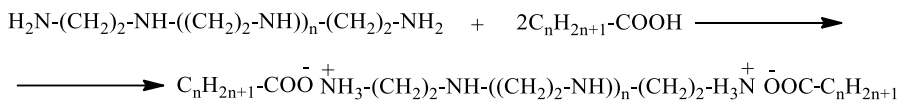
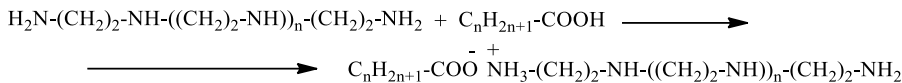
Dodekan turşusu və N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin əsaslı dimer quruluşlu SAM-ın DLS analiz nəticələri

Sulu məhlul, mol/l	1.98*10 ⁻⁵	9.9 *10 ⁻⁵	0.00019	0.00099	0.0019
Diametr intervalı, nm	2.3-9	45-1500	670-4500	1500-5000	1500-4000
Median, nm	4.8	125.2	1894.1	2805.8	2448.2
Moda, nm	4.8	122.4	1862.5	2803.5	2448.7
Həndəsi orta, nm	4.7	132.7	1875.4	2785.8	2432.1
Refraksiya əmsali	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67
Diffuziya əmsali m ² /s *10 ¹³	540	20.6	1.36	0.92	1.05

Yağ turşuları və polietilenpoliamin əsaslı Gemini SAM-ların sintezi və tədqiqi

C₁₂-C₁₈ sırası yağ turşuları və polietilenpoliamin həm bərabər, həm də turşusunun iki dəfə artıq olduğu mol nisbətində 50-90°C temperatur intervalında, qapalı şəraitdə, maqnit qarışdırıcı ilə davamlı qarışdırılaraq 9-10 saat müddətində reaksiya aparılmışdır. Reaksiya

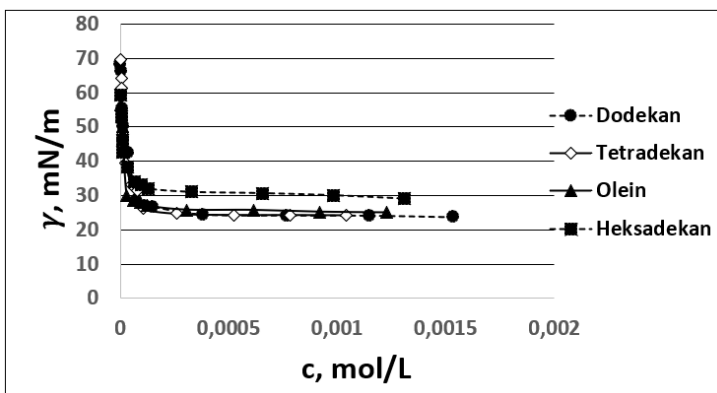
əsasında həm mono, həm də yeni Gemini səthi-aktiv maddələr sintez edilmişdir. Reaksiyaların sxemi aşağıda göstərilmişdir:



Burada, $n=11-17$.

Sintez edilmiş SAM-ların quruluş və tərkibi İQ, UB və NMR spektroskopiyası ilə təsdiq olunmuşdur.

Sintez edilmiş Gemini SAM-ların səthi aktivlik və elektrik keçiriciliyinin termodinamik parametrlərinin təyini məqsədilə müvafiq izotermələr qurulmuş və şəkil 8-də verilmişdir:



Şəkil 8. Yağ turşuları və polietilenpoliamin əsaslı Gemini SAM-ların səthi gərilmə izotermələri

Yağ turşuları və polietilenpoliamin əsaslı SAM-ların səthi aktivlik parametrləri hesablanmış cədvəl 7-də verilmişdir.

Cədvəl 7

Yağ turşuları və polietilenpoliamin əsaslı SAM-ların səthi aktivlik parametrləri

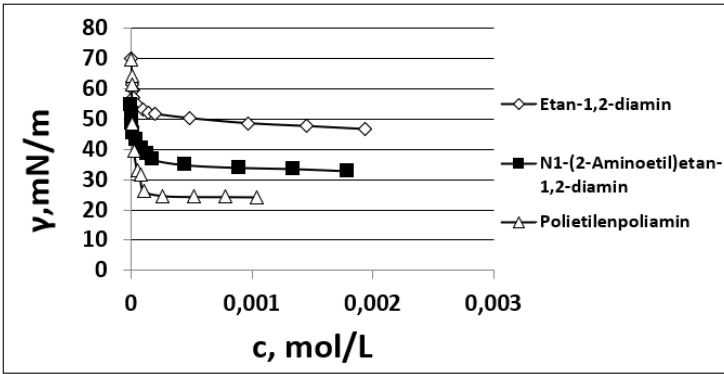
SAM	$KMQ \cdot 10^4$ (mol/l)	γ_{KMQ} (mN/m)	π_{KMQ} (mN/m)	$C_{20} \cdot 10^4$ (mol/l)	$\Gamma_{maks} \cdot 10^{10}$ (mol/sm ²)	$A_{min} \cdot 10^2$ (nm ²)
Dodekan turşusu						
Mono 25°C	5.5	26.95	44.77	0,19	1.6	107.12
Gemini 22°C	1.2	26.73	45.61	0,15	1.7	100.12
Tetradekan turşusu						
Mono 21°C	1.56	25.98	46.66	0.104	1.77	93.72
Gemini 21°C	1.04	26.38	46.26	0.009	1.61	103.38
Heksadekan turşusu						
Mono 21°C	1.5	35.3	36.91	0.092	1.5	253
Gemini 21°C	1.3	32	39.71	0.065	0.99	166
Olein turşusu						
Mono 24.8°C	0.18	28.32	44.35	0.937	4.18584	40
Gemini 22°C	1.23	27	44.66	0.91911	1.08537	153

Cədvəl 7-də birləşmələr üzrə verilmiş parametrlərə əsasən qeyd etmək olar ki, polietilenpoliamin və yağ turşuları əsaslı mono və Gemini tipli SAM-ların səthi gərilmə qiymətləri arasında nəzərə çarpacaq qədər fərq hiss olunmur. Gemini tipli SAM-ları öz aralarında müqayisə etdikdə aydın olur ki, tetradekan turşusundan alınan birləşmə hava-su sərhədində səthi gərilməni ən çox azaltmağa qadirdir (26.38 mN/m). Bundan əlavə, ən kiçik KMQ ($1.04 \cdot 10^{-4}$ mol/l) də məhz tetradekan turşusundan sintez olunan kompleksə aiddir.

Digər aminlərdə olduğu kimi olein turşusunun polietilenpoliaminlə reaksiyasından alınan birləşmədə də karbon atomları sayının maksimum (18) olmasına baxmayaraq sadəcə ikiqat rabitənin mövcudluğu ilə səthi gərilmə dəyərində kifayət qədər yaxşılaşma müşahidə olunur.

Sintez olunmuş Gemini tipli səthi-aktiv maddələrin xassələrində azot atomları sayının təsirinin qiymətləndirilməsi

Tetradekan turşusunun iştirakı ilə etan-1,2-diamin, N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin və polietilenpoliaminlə sintezdən alınan Gemini tipli birləşmələrdə də azot atomlarının sayının təsirini müəyyənəşdirmək üçün bir sıra qrafiklər qurulmuş və müvafiq parametrlər hesablanmışdır. Səthi gərilmənin qatılıqdan asılılıq qrafiki şəkil 9-da göstərilmişdir. Qrafiklərdən istifadə etməklə səthi aktivlik parametrləri müəyyən edilmişdir və cədvəl 8-də verilmişdir.



Şəkil 9. Tetradekan turşusu və poliamin əsaslı Gemini SAM-ların səthi gərilmə izotermələri

Cədvəl 8
Tetradekan turşusu və poliamin əsaslı Gemini SAM-ların səthi aktivlik parametrləri

Poliamin	KMQ*10 ⁴ (mol/l)	γ_{KMQ} (mN/m)	π_{KMQ} (mN/m)	C ₂₀ *10 ⁴ (mol/l)	Γ_{maks} *10 ¹⁰ (mol/sm ²)	A _{min} *10 ² (nm ²)
Etan-1,2-diamin	1.45	52	19	3.44	0.73	227.48
N ¹ -(2-Aminoetil)etan-1,2-diamin	1.5	36.58	34.98	0.075	0.67	248.23
Polietilen-Poliamin	1.04	26.38	46.26	0.12	1.61	103.38

Cədvəl 8-ə istinad edərək deyə bilərik ki, tetradekan turşusunun polietilenpoliaminlə duzu həm KMQ, həm də γ_{KMQ} üçün ən aşağı

qiymətə və maksimum səth təzyiqinə (46.26 mN/m) malikdir. Cədvəldən görüldüyü kimi, son məhsulda azot atomlarının sayı artdıqca səthi gərilmə qiymətində azalma müşahidə olunur. KMQ nöqtəsini səthi gərilmə dəyərində uyğun olaraq müqayisə etdikdə isə yenə də azot atomları sayının artması ilə yaxşılaşma müşahidə olunur. Ən kiçik KMQ nöqtəsi (1.04 mol/l) isə üçüncü, yəni polietilenpoliaminlə olan sintez məhsuluna təsadüf edir. Son məhsulda səth təzyiqinin azot atomları sayının artması ilə mütənasib olduğu görünür.

Tetradekan turşusunun müxtəlif amin birləşmələri Gemini SAM-larının dəniz, içməli və distillə suyunda göstərdikləri maksimum neftiyğma və neftdispersləmə xassələri cədvəl 9-da verilmişdir.

Cədvəl 9

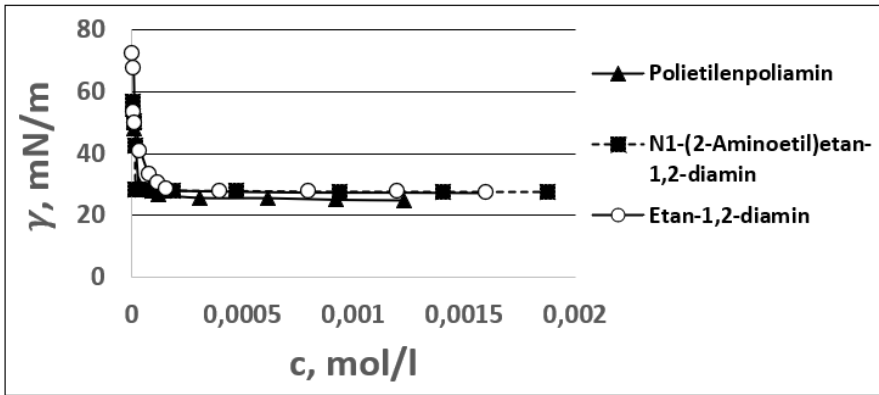
Tetradekan turşusu və poliaminlər əsasında sintez olunmuş müxtəlif SAM-ların maksimal neftiyğma və neftdispersləmə parametrləri

Amin	Reagentin halı	Dəniz suyu		İçməli su		Distillə suyu	
		Müddət τ , saat	K/K _d	Müddət τ , saat	K/K _d	Müddət τ , saat	K/K _d
Etan-1,2-diamin	5% -li sulu məhlul	48	34	48	34	24	19
	5% -li etil spirti məhlulu	24/4	13.77/90%	48/qur. son	34/85%	24	34
	Saf halda	24	12.25	72	12.25	48	12.25
N ¹ -(2-aminoetil)etan-1,2-diamin	% -li sulu məhlul	72	10.5	72	12.25	72	12.25
	5% -li etil spirti məhlulu	2/508	91%/19	24/qur.son	19.2/84%	26/460	25/94.6
	Saf halda	24	78%	48/460	16.7/93.3	508	19
Polietilen poliamin	5% -li sulu məhlul	19	94%	72	16.7	1	12.28
	5% -li etil spirti məhlulu	72/144	9.89/89%	1/72	12.03/89%	1/2 16	12.26/88
	Saf halda	168	87%	1	12.03	1	12.26

Cədvəl 9-dan göründüyü kimi tetradekan turşusunun poliaminlərlə sintezindən əldə olunmuş hər üç kompleks həm neftiyyəci, həm də neftdispersləyici xassəyə malikdir. İlk kompleksdə ən yüksək neftiyyəmə əmsalı 34 olub, hər üç su nümunəsində reagentin saf halı istisna olaraq digər hallarında müşahidə olunur. Etan-1,2-diaminlə olan sintezdə ən yüksək neftdispersləmə isə 90% olub dəniz suyunda 5%-li spirt məhlulu ilə tətbiq olunduqda baş verir.

Olein turşusu və etan-1,2-diamin, N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin və polietilenpoliamin ilə sintezindən alınan hər üç birləşmədə azot atomlarının sayının bir sıra parametrlərdə təsirinin öyrənilməsi ilə aşağıda bəzi qrafik və müqayisəli cədvəllər verilmişdir.

İlk olaraq birləşmələrin səthi gərilmələrinin və eyni zamanda elektrik keçiriciliyinin qatılıqdan asılılıq qrafikləri müvafiq olaraq şəkil 10 və 11-də verilmiş və izotermlərə əsasən hesablanmış parametrlər uyğun olaraq cədvəl 10 və 11-də təsvir olunmuşdur.



Şəkil 10. Olein turşusunun müxtəlif amin birləşmələri ilə reaksiyasından alınan SAM-ların səthi gərilmə izotermləri

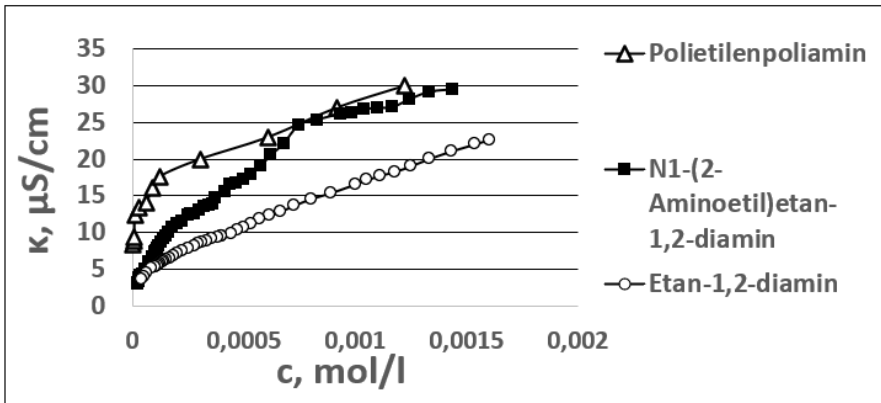
Cədvəl 10-a əsasən qeyd etmək olar ki, olein turşusunun etan-1,2-diamin, N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin və polietilenpoliaminlə olan sintezlərindən hava-su sərhədində səthi gərilməni ən çox azaltmağa (25.925 mN/m) qabil olan birləşmə məhz N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diaminlə olan sintezdən alınan SAM-dır. Digər

birleşmələr üçün də səthi gərilmə qiyməti yaxın göstəricilərə malikdir. Səthi gərilmə dəyərində oxşar olaraq KMQ-nın ən kiçik olduğu (1.12 mol/l) kompleks məhz N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin iştirakı ilə əldə olunan birləşmədir. Səthi gərilmə dəyərləri bir-birindən çox da fərqlənmədiyi kimi səth təzyiqləri də bir-birinə yaxındır. Lakin az da olsa daha böyük səth təzyiqi təbii olaraq N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin birləşməsinə aiddir. Bu da öz növbəsində neftiyyəmə göstəricilərinin digərlərinə nəzərən daha yaxşı olacağına işarə edir, hansı ki, növbəti səhifələrdə bu daha detallı izah olunacaqdır. Γ_{maks} dəyəri polietilenpoliaminlə olan sintez məhsulunda minimum olduğundan bir molekula düşən səthin sahəsi bu sintez üçün digərlərinə nəzərən maksimum qiymətə malikdir.

Cədvəl 10

Olein turşusu və poliaminlər əsasında sintez olunmuş müxtəlif SAM-ların səthi aktivlik parametrləri

Poliamin	KMQ*10 ⁴ (mol/l)	γ_{KMQ} (mN/m)	π_{KMQ} (mN/m)	Γ_{maks} *10 ¹⁰ (mol/sm ²)	A_{min} *10 ² (nm ²)
Etan-1,2-diamin	1.6	28.37	44.01	1.65	60.6
N1-(2-Aminoetil)etan-1,2-diamin	1.12	25.925	45.085	1.29	129.2
Polietilenpoliamin	1.225	27	44.66	1.08	153.04



Şəkil 11. Olein turşusu və poliaminlər əsasında sintez olunmuş müxtəlif SAM-ların elektrik keçiricilik izotermələri

Cədvəl 11

Olein turşusu və poliaminlər əsasında sintez olunmuş müxtəlif SAM-ların elektrik keçiriciliyi və termodinamik parametrləri

Poliamin	α	β	ΔG_{mis} , kC/mol	ΔG_{ad} , kC/mol
Etan-1,2-diamin	0.52	0.48	-32.25	-33.85
N ¹ -(2-aminoetil)etan-1,2-diamin	0.33	0.67	-37.81	-41.31
Polietilenpoliamin	0.15	0.85	-40.58	-44.7

Cədvəl 11-də verilmiş elektrik keçiriciliyinin termodinamik parametrlərinə nəzər saldıqda aydın olur ki, son məhsulda azot atomları sayının artması ilə həm misella əmələgəlmə, həm də adsorbsiya Gibbs sərbəst enerji dəyərinin qiymətləri daha da mənfiiyə doğru dəyişir. Hər iki parametrin ən böyük ədədi qiyməti polietilenpoliaminlə alınan məhsula təsadüf edir. Bu da həm misella əmələgəlmənin, həm də adsorbsiya prosesinin daha təbii və sərbəst şəkildə baş verdiyinə işarədir. Birləşmələrin α dəyərində də bir qanunauyğunluq müşahidə olunur. Belə ki, ilk birləşmə üçün KMQ-dən əvvəl və sonra elektrik keçiriciliyi qatılıqdan asılı olaraq eyni intensivliklə dəyişir. İkinci birləşmədə KMQ nöqtəsindən sonra elektrik keçiriciliyi qatılıqdan asılı olaraq daha az, üçüncü birləşmədə ən az intensivliklə dəyişir. Etan-1,2-diaminlə olan sintezdə elektrik keçiriciliyin termodinamik parametrləri bir-birinə çox yaxın qiymətlər nümayiş etdirirlər. Bu da bu proseslərin eyni zamanda baş verdiyini göstərir. Digər iki birləşmə üçün isə bu parametrlər bir-birindən eyni qədər fərqlənir.

Olein turşusunun müxtəlif poliaminli törəmələrinin fərqli həlledicilərdə həllolma qabiliyyəti yoxlanılmış və nəticələr cədvəl 12-də verilmişdir. Cədvəl 12-yə nəzər saldıqda aydın olur ki, SAM-lar arasında ən yüksək həllolma qabiliyyəti 0.258 q/ml olub, olein turşusu və etan-1,2-diamin əsaslı birləşməyə təsadüf edir. Ən az həllolma göstəricisini isə yenə eyni birləşmənin suda məhlulunda görmək mümkündür. Reaksiyanın son məhsulunda azot atomlarının sayı artdıqca həlledicilərdə həllolma göstəricilərində əsasən azalma müşahidə olunur.

Cədvəl 12

Olein turşusu və poliaminlər əsasında sintez olunmuş müxtəlif SAM-ların həllolma göstəriciləri

Həllədicisi	Həllolma göstəricisi (q/ml) q-maddənin miqdarı ml-həllədicinin həcmi		
	Etan-1,2-diamin	N ¹ -(2-aminoetil)etan-1,2-diamin	Polietilenpoliamin
Su	0.0084	0.067	Pis həll olur
N-heptan	0.086	0.035	-
Tsikloheksan	0.261	0.034	0.017
Aseton	0.110	0.11	0.059
Etil spirti	0.258	0.024	0.032
Metanol	0.039	0.018	0.062

Olein turşusunun N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin və polietilenpoliaminlə sintezindən əldə olunmuş Gemini tipli SAM-ların suda müxtəlif qatılıqlı məhlullarının bakterisid xassələri yoxlanılmışdır. Əldə olunmuş nəticələr aşağıdakı cədvəldə verilmişdir

Cədvəl 13

Olein turşusu və poliaminlər əsaslı Gemini SAM-ların bakterisid xassələrinin analizi

Komplekslərin şərti adı və tərkibi	Maddənin qatılığı, C-mq/l	Bakteriyaların sayı (hüceyrə sayı/ml)	H ₂ S miqdarı mq/l	Bakterisid effekti, Z-%
N-1/ Olein turşusu və N ¹ -(2-aminoetil)etan-1,2-diamin	50	-	-	100
	100	-	-	100
	200	-	-	100
N-2/ Olein turşusu və polietilenpoliamin	50	-	-	100
	100	-	-	100
	200	-	-	100

Cədvəl 13-ün ardı

Nəzarət-I SRB-siz mühitdə H ₂ S-in miqdarı	24 mq/l
Nəzarət-II SRB-li mühitdə H ₂ S-in miqdarı	375 mq/l
Nəzarət-III -Qidalı mühitdə bakteriyaların sayı	10 ⁸ hüceyrə sayı/ml

Tədqiq olunan nümunələr hər üç qatılıqda 100% bakterisid təsir göstərərək sulfatreduksiyaedici bakteriyaların həyat fəaliyyətini tam şəkildə dayandırır.

NƏTİCƏLƏR

1. C₁₂-C₁₈ yağ turşuları ilə etan-1,2-diamin, N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin və polietilenpoliamin əsasında yeni Gemini tipli SAM-lar sintez edilmiş, quruluş və tərkibi müxtəlif analiz üsulları ilə təsdiq edilmiş, mühüm fiziki-kimyəvi parametrləri hesablanmış, neftiyğma və neftdispersləmə xassələri öyrənilmişdir.
2. Dodekan turşusunun aminlərlə sintezindən alınan SAM-larda spacerdə azot atomlarının sayı artdıqca, hidrofiliyin artması ilə KMQ nöqtəsində azalma müşahidə olunur. Ən yüksək neftiyğma əmsalını (K=25.5) dodekan turşusunun həm N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin, həm də polietilenpoliaminlə sintezindən alınan birləşmədə görmək mümkündür [10, 17, 21-23, 26, 29].
3. Tetradekan turşusunun aminlərlə sintezindən alınan SAM-larda son məhsulda azot atomlarının sayı artdıqca, hidrofiliyin artması ilə həm KMQ, həm də səthi gərilmə qiymətində azalma (52 mN/m-dən 26.38 mN/m) müşahidə olunur. Tetradekan turşusunun etan-1,2-diamin və N¹-(2-aminoetil)etan-1,2-diamin ilə duzu əsasən neftiyğma xüsusiyyətinə malikdir, polietilenpoliamin əsaslı SAM isə həm neftiyığıcı, həm də

- neftdispersləyici xüsusiyyətlərə malikdir [2, 4, 6, 7-8, 9, 24].
4. Olein turşusunun etan-1,2-diamin, N^1 -(2-aminoetil)etan-1,2-diamin və polietilenpoliaminlə olan sintezindən alınmış SAM-lardan hava-su sərhədində həm səthi gərilmənin (25.925 mN/m), həm də KMQ qiymətinin ən kiçik olduğu (1.12 mol/l) hal məhz N^1 -(2-aminoetil)etan-1,2-diaminlə olan sintezə məxsusdur. Olein turşusunun N^1 -(2-aminoetil)etan-1,2-diamin və polietilenpoliaminlə olan sintezindən alınmış SAM-lar SRB-yə qarşı 100% bakterisid xassə göstərir. Spacerdə hidrofiliyin artması həm misella əmələgəlmə, həm də adsorbsiya Gibbs sərbəst enerji dəyərinin qiymətlərinin mənfiyə doğru dəyişməsinə yol açır [1, 3, 5, 19, 20].
 5. C_{18} karbon saylı doymuş və doymamış yağ turşularının aminlərlə reaksiyasından alınan Gemini tipli birləşmələrdən doymamış yağ turşusu (olein) bütün xassələrdə doymuş (oktadekan) yağ turşusundan daha yaxşı göstəricilərə malikdir [15-16, 20].
 6. Etan-1,2-diaminin müxtəlif C_{12} - C_{18} yağ turşuları ilə reaksiyasından əldə olunan SAM-lardan ən kiçik səthi gərilmə dəyəri ($\gamma_{KMQ}=30$ mN/m) doymuş karbohidrogenlərdən dodekan turşusu ilə olan sintezdə müşahidə olunur. Alkil zəncirinin uzanması ilə hidrofobluğun artması SAM-ın səthi aktivliyini aşağı salır [12, 15, 18, 30].
 7. N^1 -(2-aminoetil)etan-1,2-diaminin C_{12} - C_{18} doymuş yağ turşuları ilə olan reaksiya məhsullarında alkil zəncirinin uzunluğu və beləliklə, molekulun hidrofobluğunun artması ilə səthi gərilmə qiymətlərində əsasən artım (23.24 mN/m-dən 36.58 mN/m-dək) müşahidə olunur. Bütün birləşmələrdə ΔG_{ad} qiyməti ΔG_{mis} qiymətindən daha mənfidir və C_{18} -ə doğru hər iki parametrin qiyməti daha mənfiyə doğru dəyişmiş olur (-37.81 kC/mol və -41.32 kC/mol) [6, 7, 14, 27-28].
 8. Polietilenpoliaminin C_{12} - C_{18} doymuş yağ turşuları ilə olan reaksiya məhsullarında molekulda karbon atomlarının sayı artdıqca, molekulun hidrofobluğunun artması ilə həm səthi gərilmə, həm də KMQ qiymətində artım müşahidə olunur [11, 13, 25].

Dissertasiya materialları üzrə aşağıdakı elmi əsərlər çap edilmişdir:

1. Asadov, Z.H., Nabiyeva, H.T. Synthesis and study of surface-active salts based on ethylene diamine and oleic acid // Tələbə Və Gənc Tədqiqatçıların I Beynəlxalq Elmi Konfransları, - Bakı: - 06-16 Aprel, - 2020, - s. 19-20.
2. Nabiyeva, H.T. Synthesis and study of surface-active salt based on ethylenediamine and myristic acid // Second International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists Multidisciplinary approaches in solving modern problems of fundamental and applied sciences, - Bakı: - 03-06 March, - 2020, - p. 351.
3. Asadov, Z.H, Nabiyeva, H.T. Synthesis and study of new surfactants based on ethylene diamine and oleic acid // Magyar Tudományos Journal, - 2020. V. 39, - p.14-19.
4. Asadov, Z.H., Nabiyeva, H.T., Zarbaliyeva, I.A., Huseynova, S.M. Synthesis and study of surface-active salts based on ethylene diamine and myristic acid for removing thin petroleum layers from water surface // 1st International Scientific and Practical Internet Conferences, Ways of science development in modern crisis conditions, - Dnipro: - 28-29 May, - 2020, - p. 29-31.
5. Zarbaliyeva, I.A., Nabiyeva, H.T., Isayev, J.H., Gahramanov, F.V. Synthesis and study of new surfactants based on oleic acid and diethylene triamine // The 2nd International Scientific Conferences of students and young researchers dedicated to the 98th anniversary of the National Leader of Azerbaijan Heydar Aliyev, - Bakı: -13-28 April, - 2021, - p. 204-206.
6. Zarbaliyeva, I.A., Nabiyeva, H.T., Alimova, A.N. Synthesis and study surface tension of new surfactants based on myristic acid and diethylenetriamine // International Scientific Conference, - Ganja: - 06-07 May, - 2021, - p. 97-99.
7. Zarbaliyeva, I.A., Nabiyeva, H.T., Alimova, A.N. Petrocollecting and petrodispersing properties of surfactants obtained from myristic acid and diethylenetriamine // Materials of XIV

- International Scientific Conference of postgraduates, masters and young researchers on “Actual Problems of Chemistry”, - Baku: - 25-26 May, - 2021, - p. 127-129.
8. Zarbaliyeva, I.A., Nabiyeva, H.T., Alimova, A.N. Surface activity properties of salts synthesized from myristic acid and ethylenediamine // Materials of XIV International Scientific Conference of postgraduates, masters and young researchers on “Actual Problems of Chemistry”, - Baku: - 25-26 May, - 2021, - p. 129-130.
 9. Зарбалиева, И.А. Синтез и исследование поверхностно-активных солей полученных по реакции полиэтиленполиамина и триэтилентетрамина с миристиновой кислотой / И.А.Зарбалиева, А.Н.Алимова, Х.Т.Набиева, У.Д.Йолчиева, Г.М. Байрамова // Polish Journal of Science, - Poland: - 2021. V. 1. № 45, - p. 19-23.
 10. Зарбалиева, И.А., Алимова, А.Н., Набиева, Х.Т. Синтез и применение поверхностно-активных солей, полученных по реакции N^1 -(2-аминоэтил)-1,2- этандиамин и N,N^1 -бис(2-аминоэтил)-1,2-этандиамина с додекановой кислотой // VI Международная научная конференция молодых ученых, - Баку: - 29-30 апреля, - 2022, - с. 149-152.
 11. Zarbaliyeva, I.A., Nabiyeva, H.T., Alimova, A.N., Ahmadbayova, S.F. Synthesis and analysis of mono and dimer surfactants based on hexadecanoic acid and polyethylenepolyamine // ANAS Institute of Petrochemical Processes Republican scientific conference "Catalysts, olefin-based oils" - Baku: - 19-20 may, - 2022, - p. 102.
 12. Zarbaliyeva, I.A., Nabiyeva, H.T., Alimova, A.N. Comparative analysis of new monomer and gemini surfactants synthesized on the basis of dodecanoic acid and ethane 1.2-diamine depending on the molar ratio // Modern problems of theoretical and experimental chemistry, - Baku: - 29-30 September, - 2022, - p. 124-125.
 13. Zarbaliyeva, I.A., Nabiyeva, H.T., Alimova, A.N. Synthesis and analysis of the salts based on dodecanoic acid and polyethylene

- polyamine // "Actual problems of the chemistry of heteroatomic compounds"-Baku: - 3-4 November, - 2022, - p. 72
14. Nabiyeva, H.T. Comparative analysis of the mono- and dimer surfactants based on lauric acid and diethylenetriamine // XXV Republican Scientific Conference of Doctoral Students and Young Researchers, - Baku: - 23-24 November, - 2022, - p. 54-58
 15. Зарбалиева, И.А., Алимова, А.Н. Набиева, Х.Т. Синтез и исследование поверхностно-активной соли, полученной пореакции 1,2-диаминоэтана на основе додекановой и октадекановой кислоты // Республиканская Конференция по «Охрана окружающей среды, утилизация промышленных и бытовых отходов», - Гянджа: - 22-24 ноября, - 2022, - с. 46-49.
 16. Зарбалиева, И.А., Алимова, А.Н., Набиева, Х.Т. Синтез и исследование нового нефтесобирающего и диспергирующего реагента на основе октадекановой кислоты и диэтилентриамин // Международная научная конференция «Актуальные проблемы современных естественных и экономических наук», - Гянджа: - 5-6 мая, - 2023, - с. 328-329.
 17. Zarbaliyeva, I.A. Analysing the effect of the amine group on the properties of the gemini surfactants / Ilhama Zarbaliyeva, Hajar Nabiyeva, Amina Alimova // European Chemical Bulletin, - 2023. V. 12. № 3, - p. 1337-1344.
 18. Zarbaliyeva, I.A. Comparative analysis of new monomer and gemini surfactants synthesized on the basis of dodecanoic acid and ethane- 1,2- diamine depending on their molar ratio / Ilhama Zarbaliyeva, Hajar Nabiyeva, Amina Alimova, Sevda Zargarova // Chemical problems, - 2023. V. 21. № 2, - p. 178-187.
 19. Zarbaliyeva, I.A., Nabiyeva, H.T., Alimova, A.N., Zargarova, S.H. Treatment of contaminated water under the influence of new surfactant based on (z)-octadec-9-enoic acid and 1,2-diaminoethane // "Scientific advances and innovative approaches" Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference, - Tokyo: - 02-03 November, - 2023, - p. 40-41.

20. Nabiyeva, H.T. New gemini-type surfactants based on oleic acid with ethylenediamine, diethylenetriamine and polyethylenepolyamine // XXVI Republican Scientific Conference of Doctoral Students and Young Researchers, - Baku: - 17-18 November, - 2023, - p. 16-20.
21. Zarbaliyeva, I.A., Nabiyeva, H.T., Alimova, A.N. Evaluation of the effect of the number of nitrogen atoms on the properties of synthesized gemini-type surfactant // Synthesis and research of metal complex and organometallic catalysis, (so) oligomer, (so) polymers Y.H. Mammadaliyev's Institute of Petrochemical Processes of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, - Baku: - 15 November, - 2023, - p. 138.
22. Зарбалиева, И.А. Синтез и исследование поверхностноактивных солей, полученных по реакции п-(2-аминоэтил)-1,2-этандиамина и п,п`-бис(2-аминоэтил)-1,2-этандиамина с додекановой кислотой / И.А. Зарбалиева, А.Н. Алимова, Х.Т. Набиева // Нефть и Газ, - Астана: - 2024. V. 139. № 1, - с. 149-160.
23. Zarbaliyeva, I.A., Nabiyeva, H.T. Comparative analysis of the surfactants synthesized from the reaction of lauric acid with polyethylenepolyamine // Book of Abstracts. "Women in Stem" International Forum, - Tashkent: - 13-15 February, - 2024, - p. 163-164.
24. Zarbaliyeva, I.A. Synthesis and research of new Gemini type surfactants based on tetradecanoic acid with 1,2 diaminoethane, N-(2-aminoethyl)-1,2-ethanediamine and poly(N-ethenamine) / Ilhama Zarbaliyeva, Hajar Nabiyeva, Amina Alimova, Saida Ahmadbayova, Munavvar Ibrahimova // Processes of Petrochemistry and Oil Refinery, - Baku: - 2024. V. 25. № 1, - p. 217- 229.
25. Zarbaliyeva, I.A., Nabiyeva, H.T. Analyzing the effect of number of carbon atoms on the properties of the synthesized surfactants // Нефть и Газ, - Kazakhstan: - 2024. 2 (140), - p. 228-240.
26. Zarbaliyeva, I.A., Nabiyeva, H.T. Application of mono and gemini surfactants in the removal of oil spills from Caspian Sea //

- Azərbaycanda ətraf mühitin sağlamlaşdırılmasında ümummilli Lider Heydər Əliyevin rolu mövzusunda elmi-praktiki konfrans, - Baku: - 16 aprel, - 2024, - p. 203-204
27. Зарбалиева, И.А., Алимова, А.Н., Набиева, Х.Т. Синтез и исследование поверхностноактивной соли, полученной по реакции 1,2- диаминоэтана и п 1 -(2 аминоэтил) 1,2- этандиамина с октадекановой кислотой // LXXXVI–LXXXVII международной научно-практической конференции на тему «Химия, физика, биология, математика: теоретические и прикладные исследования», - Москва: - 7-8 августа, - 2024, - с. 41-46.
 28. Zarbaliyeva, I.A. Thermogravimetric and petrocollecting and petrodispersing study of the surfactants synthesized from the reaction of N¹-(2-aminoethyl) ethane-1,2-diamine with fatty acids having different carbon chain length / Ilhama Zarbaliyeva, Hajar Nabyeva, Amina Alimova // Azerbaijan Oil Industry Journal, - 2024. № 8, - p. 38-44.
 29. Zarbaliyeva, I.A. Application of mono and gemini surfactants in the removal of oil spills from Caspian Sea // Ilhama Zarbaliyeva, Hajar Nabyeva, Amina Alimova, Saida Ahmadbayova, Ulviyya Yolchuyeva // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, - Baku: - 2024. № 3, - p. 921-930.
 30. Nabyeva, H.T., Zarbaliyeva, I.A., Alimova, A.N. Comparative analysis of gemini and mono surfactants based on tridecanoic acid and ethane-1,2-diamine // International Conference on Advances in Biotechnology, Chemistry and Life Sciences, - Luxembourg: - 6th -7th January, - 2025, - p. 3



Dissertasiyanın müdafiəsi 18 mart 2025-ci il tarixində saat 10⁰⁰-da Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ1025, Bakı ş., Xocalı pr, 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 14 fevral 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb:11.02.2025
Kağızın formatı: A5
Həcm: 36830
Tiraj:100