

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

PROPİLEN OKSİDİ VƏ EPİXLORHİDRİN BİRGƏ OLİQOMERLƏRİ ƏSASINDA YENİ SƏTHİ-AKTİV MADDƏLƏRİN SİNTEZİ

İxtisas: 2304.01 – Makromolekullar kimyası
2314.01 – Neft kimyası

Elm sahəsi: Kimya

İddiaçı: **Aygül Ziyafəddin qızı Əbilova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2021

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının akademik Y.H. Məmmədaliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda "Səthi-aktiv reagentlər və preparatlar" laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

kimya elmləri doktoru, dosent
Gülnarə Allahverdi qızı Əhmədova

Rəsmi opponentlər:

kimya elmləri doktoru, dosent
Rasim Mirəli oğlu Alosmanov
kimya elmləri doktoru, dosent
Nizami Allahverdi oğlu Zeynalov
kimya elmləri doktoru, dosent
Fatmaxanım Xeybər qızı Əliyeva

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 Dissertasiya şurasının bazasında qeydiyyat nömrəsi BED 1.16/1 olan Birdəfəlik Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:

kimya elmləri doktoru, akademik
Vaqif Məcid oğlu Fərzəliyev

Dissertasiya şurasının elmi katibi:

kimya elmləri doktoru, dosent
Lalə Məhəmməd qızı Əfəndiyeva

Elmi seminarın sədri:

kimya elmləri doktoru, professor
Nəcəf Tofiq oğlu Qəhrəmanov



İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Məlumdur ki, səthi-aktiv maddələr (SAM) bir sıra unikal xassələrə malikdir və bu xassələr quruluşdan asılı olaraq dəyişir. Belə ki, SAM-ların kolloid-kimyəvi parametrləri onların polyar (hidrofil) və qeyri polyar (hidrofob) qruplarının təbiətindən asılıdır. Hidrofob hissədə alkil zəncirinin uzunluğundan, hidrofil hissənin quruluşundan, polyar qrupların sayından asılı olaraq onların kolloid-kimyəvi göstəriciləri fərqlənir.

Ədəbiyyatdan məlumdur ki, ali alifatik biratomlu spirtlərin, çoxatomlu alifatik spirtlərin və ali karbon turşularının bir sıra nümayəndələrinin propilen oksidi (PO) ilə katalitik qarşılıqlı təsirindən alınan oliqomer təbiətli propoksi törəmələri, bu törəmələrin epixlorhidrinlə (EXH) katalizator iştirakında qarşılıqlı təsir reaksiyasından alınan, xlorpropoksi manqalarından ibarət olan heterozəncirli oliqomer birləşmələr yüksək səthi aktivliyə malik olmaqla qiymətli, praktiki cəhətdən faydalı xassələr nümayiş etdirirlər¹.

Heterozəncirdə eyni vaxtda həm PO, həm də EXH manqaları saxlayan səthi-aktiv birgə oliqomerlərin sintezi və onların ətraflı tədqiqi xüsusilə maraq doğurur. Belə SAM-lar qeyri-ionogen olmaqla yanaşı xlorometil qrupunun iştirakı ilə kvaternizasiya reaksiyası (etanolaminlərin iştirakı ilə) üzrə heterozəncirdə yeni ionogen qrupların yaradılmasını mümkün edir. Nəticədə səthi-aktiv birgə oliqomerlərin xloroksipropilen və oksipropilen manqalarının yerləşmə adıcılığından, etanolaminin təsirindən SAM-ların fiziki-kimyəvi göstəricilərinin dəyişmə xarakterini, eləcə də tətbiq yönümlü xassələrini tənzimləmək imkanları yaranır.

Son illər polimer-SAM komplekslərinin xüsusi sinfi olan birləşmələrin - polielektrolitlərin əks-yüklü SAM-larla qarşılıqlı təsirindən əmələ gəlmiş məhsulların alınma prosesinin tədqiqinə və

¹ Asadov Z.G. Synthesis, physicochemical characteristics and properties of oligomeric surfactants based on pentaerythritol and propylene oxide / Z.G.Asadov, R.A.Ragimov, G.A.Akhmedova // Russian Journal of Applied Chemistry, – 2011. Vol. 84, №.7, – p. 1188-1194.

xassələrinin öyrənilməsinə daha çox diqqət yetirilir. Kation-aktiv SAM-ların baş qrupunun və polielektrolit zəncirinin təbiətindən asılı olaraq, polielektrolit-SAM kompleksləşməsinin öyrənilməsi və bu amillərin alınmış komplekslərin kolloid-kimyəvi parametrlərinə təsirinin, eləcə də onların tətbiq sahələrinin müəyyənləşdirilməsi böyük maraq doğurur. Bu məsələlərin araşdırılması, SAM-polimer komplekslərinin alınması və onların xassələrinin idarə olunması metodlarının işlənilib hazırlanması məsələlərinin tədqiqi həm elmi, həm də praktik baxımdan aktualdır və xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə alaraq, təqdim olunan dissertasiya işi aktual bir mövzuya - ali monokarbon turşuları və epoksidlər əsasında qeyri-ionogen tipli səthi-aktiv birgə oliqomerlərin alınmasına, etanolaminlər vasitəsilə onların ionogen SAM-lara çevrilməsinə, alınmış kation-aktiv SAM-ların polielektrolitlərlə qarışdırılması yolu ilə polielektrolit-SAM komplekslərinin alınmasına və alınmış məhsulların faydalı xassələrinin tədqiqi və tətbiqinə həsr olunmuşdur.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Tədqiqatın obyektı turşular və eyni vaxtda iki epoksi birləşmə (PO və EXH) əsasında birgə oliqomer tipli SAM-ların sintezi, onların etanolaminlərlə qarşılıqlı təsirdən alınmış kation-aktiv SAM-ların (met)akrilat tipli polielektrolitlərlə kompleksləridir. Tədqiqat işinin predmeti isə heterozəncirdə xloroksipropilen və oksipropilen manqalarının növbələnmə ardıcılığının dəyişməsinin oliqomer təbiətli qeyri-ionogen və kation-aktiv SAM-ların, eləcə də SAM-polielektrolit komplekslərinin neftiyyəci, neftdispersləyici, neftsıxışdırıcı effektivliyinin öyrənilməsidir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Ali monokarbon turşuları (C₁₂, C₁₄), PO, EXH və alkanolaminlər əsasında yeni ionogen və qeyri-ionogen SAM-ların sintezi, onların (met)akrilat tipli polielektrolitlərlə komplekslərinin alınması; həmin məhsulların fiziki-kimyəvi göstəricilərinin və kolloid-kimyəvi parametrlərinin təyin olunması; alınmış SAM-ların quruluşunu dəyişməklə quruluş-xassə asılılıqlarının tədqiqi ilə həmin məhsulların müxtəlif minerallaşma dərəcəsinə malik su hövzələri səthinin neft mənşəli tullantılardan təmizlənməsində, həmçinin neft laylarında neftin daha

çox sıxışdırılıb çıxarılmasında tətbiq tapa bilən xassələrin aşkar edilməsi.

Qarşıya qoyulmuş məqsədə uyğun olaraq təqdim olunmuş dissertasiyada aşağıda qeyd edilmiş tədqiqat işləri yerinə yetirilmişdir:

- laurin (LT), miristin (MT) turşularının, PO və EXH-lə qarşılıqlı təsir reaksiyası əsasında qeyri-ionogen SAM-ların alınması, onların etanolaminlərin köməyi ilə ionogen SAM-lara çevrilməsi, alınmış məhsulların tədqiqi;

- alkilaminlərin PO ilə reaksiyasından alınmış aminospirtlərin etilenxlorhidrin (EtXH) ilə qarşılıqlı təsirindən kation-aktiv SAM-ların alınması və tədqiqi;

- sintez edilmiş ionogen tipli SAM-ların neytrallaşdırılmış və oksipropilləşdirilmiş poliakrilat (PAT) və polimetakrilat turşusu (PMAT) ilə SAM-polielektrolit komplekslərinin alınması və tədqiqi;

- sintez edilmiş SAM-ların müxtəlif fiziki-kimyəvi tədqiq üsulları ilə identifikasiyası, eləcə də neftiyyəçilik, neftdispersləmə, neftsıxışdırıcı, antimikrob xassələrinin tədqiqi.

Tədqiqat metodları. Elmi-tədqiqat işində alınmış məhsulların identifikasiyası və xarakteristikalarının təyini zamanı müasir fiziki-kimyəvi analiz üsullarından (İQ-, UB- və NMR-spektroskopiya, derivatoqrafiya, işığın dinamik səpələnməsi, element analizi, konduktometriya, tenziometriya, pH-metriya, differensial skan edici kalorimetriya, viskozimetriya və s.) istifadə edilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

- ali monokarbon turşuları əsasında tərkibində xloroksipropilen və oksipropilen manqaları saxlayan oliqomer qeyri-ionogen SAM-ların etanolaminlərlə reaksiyasından kation-aktiv SAM-lar alınmış, xloroksipropilen və oksipropilen manqalarının oliqomer zəncirində yerləşmə ardıcılığı və etanolaminlərin təsirindən SAM-ların xassələrinin dəyişmə xarakteri müəyyənləşdirilmişdir;

- alkilaminlər, PO və EtXH əsasında tərkibində hidroksietil və hidroksipropil qrupları saxlayan yeni SAM-ların kolloid-kimyəvi parametrləri təyin edilmiş, misellaəmələgəlmə və adsorbsiya proseslərinin termodinamik parametrləri hesablanmışdır;

- kation-aktiv SAM-ların baş qrupunun və polielektrolit

zəncirinin təbiətindən asılı olaraq, polielektrolit-SAM kompleksləşməsi öyrənilmiş və həmin amillərin alınmış komplekslərin kolloid-kimyəvi parametrlərinə təsiri müqayisəli şəkildə tədqiq edilmişdir;

-alınmış SAM-ların su səthindən nazik neft təbəqəsini lokallaşdırma qabiliyyəti öyrənilmiş, faydalı tətbiq xassələri (neftsıxışdırıcı və antimikrob) aşkar edilmişdir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. İşdə:

-ali monokarbon turşuları (C_{12} və ya C_{14}), PO və EXH-in əsasında müvafiq qeyri-ionogen səthi-aktiv birgə oliqomerlər (xloroksipropilen və oksipropilen manqalarının növbələnmə ardıcılığını dəyişməklə) sintez edilmişdir;

-ali monokarbon turşuları (C_{12} və ya C_{14}) və C_3 -epoksidlər əsasında sintez edilmiş oliqomerlər etanolaminlər vasitəsilə ammonium tipli duza keçirilmiş və nəticədə qeyri-ionogen SAM-lar kation-aktiv SAM-lara çevrilmişdir;

-ali monokarbon turşuları (C_{12} və ya C_{14}), EXH, PO (müvafiq olaraq 1:1:2 mol nisbətində) və etanolaminlər [dietanolamin (DEA) və trietanolamin (TEA)] əsasında alınmış kation-aktiv SAM-ların (met)akrilat tipli polielektrolitlərlə kompleksləri hazırlanmışdır;

-alkilaminlərin (C_8H_{17} , C_9H_{19} , $C_{12}H_{25}$, $C_{16}H_{33}$) PO ilə (1:1 və 1:2 mol nisbətində) qarşılıqlı təsirindən sintez edilmiş aminospirtlər EtXH ilə müvafiq ammonium duzlarına çevrilmişdir;

-alkilaminin ($C_{12}H_{25}$) PO ilə 1:1 və 1:2 mol nisbətində və EtXH əsasında alınmış kation-aktiv SAM-ların (met)akrilat tipli polielektrolitlərlə kompleksləri hazırlanmışdır;

-sintez edilmiş qeyri-ionogen, ionogen SAM-ların və polimer-SAM komplekslərinin sulu məhlullarının hava ilə sərhəddə səthi gərilmələri təyin edilmiş və kolloid-kimyəvi parametrləri hesablanmışdır;

-sintez edilmiş SAM-ların və polimer-SAM komplekslərinin neftiyyəçilik, neftdispersləmə, neftsıxışdırıcı, antimikrob qabiliyyətinə müxtəlif amillərin təsiri öyrənilmişdir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Sintez edilmiş yüksək səthi-aktivliyə malik olan SAM-lar sənayenin müxtəlif sahələrində, o cümlədən neft quyularında neftçıxarma əmsalını artırmaq üçün istifadə edilən neftsıxışdırıcı reagent kimi, su

hövzələrinin səthindən ekoloji təhlükə yaradan nazik neft təbəqələrini lokallaşdıran reagent kimi tətbiq edilə bilər.

Müəllifin şəxsi iştirakı. Dissertasiyada əksini tapmış bütün nəticələr müəllifin özü tərəfindən alınmışdır. Məsələnin qoyuluşu və sınaqların aparılması, nəticələrin sistemləşdirilməsi, interpretasiyası və ümumiləşdirilməsi müəllifin bilavasitə iştirakı ilə yerinə yetirilmişdir.

Dərc olunma. Dissertasiya işi üzrə 30 elmi əsər, o cümlədən, 12 məqalə, 18 Beynəlxalq və respublika səviyyəli konfranslarda məruzələrin tezisləri çap olunmuşdur.

Aprobasiya. Dissertasiya işinin nəticələri aşağıdakı konfranslarda məruzə və müzakirə edilmişdir: “Monomerlər və polimerlər kimyasının müasir problemləri” III Respublika konfransı (Sumqayıt, 2015); AMEA M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunun 80-illik yubileyinə həsr olunmuş elmi konfrans (Bakı, 2016); IX Бакинская Международная Мамедалиевская конференция по нефтехимии (Баку, 2016); Международная научно-техническая конференция «Нефтехимический синтез и катализ в сложных конденсированных системах», посвященная 100-летию юбилею академика Б.К.Зейналова (Баку, 2017); ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 94-ci ildönümünə həsr olunmuş “Müasir təbiət elmlərinin aktual problemləri” beynəlxalq elmi konfrans (Gəncə, 2017); XI Всероссийская школа-конференция молодых ученых «Теоретическая и экспериментальная химия жидкофазных систем» (Крестовские чтения, Иваново, Россия, 2017); ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 94-cü ildönümünə həsr olunmuş “XXI əsrdə ekologiya və torpaqsünaslıq elmlərinin aktual problemləri” elmi konfrans (Bakı, 2018); ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 95-ci ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların “Kimyanın aktual problemləri” XII beynəlxalq elmi konfransı (Bakı Dövlət Universiteti, 2018); ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 95-ci ildönümünə həsr olunmuş “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” beynəlxalq elmi konfrans (Gəncə, 2018); научно-практическая конференция "Перспективы инновативного развития нефтепереработки и

нефтехимии", посвященная 110-летию юбилею В.С.Алиева (ИНХП НАНА, Баку, 2018); международная научно-практическая конференция и школа молодых ученых «Химия, химическая технология и экология: наука, производство, образование» (Дагестанский Государственный Университет, Россия, Махачкала, 2018); ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş "Gənc Tədqiqatçılar" III beynəlxalq elmi konfrans (Bakı Mühəndislik Universiteti, 2019); "Azərbaycanın İnnovativ İnkişafında Mühəndisliyinin Rolu: Hədəflər və Perspektivlər" adlı elmi-praktiki konfrans (Bakı Mühəndislik Universiteti, 2019); ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 97-ci ildönümünə həsr olunmuş "Müasir təbiət elmlərinin aktual problemləri" beynəlxalq elmi konfrans (Gəncə, 2020); gənc alim və mütəxəssislərin "Fundamental və tətbiqi elmlərin (təbiət elmləri) müasir problemlərinin həllində multidissiplinar yanaşmalar" adlı II Beynəlxalq elmi konfransı (Bakı, 2020); ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 97-ci ildönümünə həsr olunmuş "Gənc tədqiqatçıların IV beynəlxalq elmi konfransı" (Bakı Mühəndislik Universiteti, 2020); "Müasir kimyanın problemləri və inkişaf tendensiyaları" mövzusunda respublika elmi-praktik konfrans (Qərbi Kəspə Universiteti, Bakı 2020); "Kimyanın müasir problemləri" mövzusunda respublika elmi konfransı (Sumqayıt Dövlət Universiteti, 2021).

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi AMEA NKPI-nin elmi-tədqiqat iş planı (Dövlət qeydiyyatı №0113Az2035) üzrə "Səthi-aktiv reagentlər və preparatlar" laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

İşin həcmi və quruluşu. Dissertasiya işi 188 səhifə həcmində olub, girişdən, 5 fəsildən, nəticələrdən, 237 ədəbiyyat istinadından ibarətdir. Dissertasiyaya 37 cədvəl və 110 şəkil daxildir. Dissertasiyanın strukturu mündəricat 6004 işarədən, giriş 13647 işarədən, birinci fəsil 39958 işarədən, ikinci fəsil 12323 işarədən, üçüncü fəsil 54125 işarədən, dördüncü fəsil 29208 işarədən, beşinci fəsil 37977 işarədən, nəticələr 3062 işarədən, ixtisarlara siyahısı 1108 işarədən ibarətdir. Dissertasiya ümumi 190300 işarə həcmindədir (cədvəllər, şəkillər və ədəbiyyat siyahısı istisna

edilməklə).

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

Birinci fəsildə su səthində nazik neft təbəqələrini kənar edən oliqomer və polimer təbiətli SAM-lar, iki növ epoksid-əsaslı qeyri-ionogen birgə oliqomer və polimerlər, iki müxtəlif epoksibirləşmə əsasında ionogen birgə oligomer və polimerlərin sintezi və xassələrinə aid ədəbiyyat araşdırmaları müzakirə olunmuş və məsələnin qoyuluşu əsaslandırılmışdır.

İkinci fəsildə ilkin maddələr, onların təmizlik dərəcəsi və təmizlənmə üsulları, qeyri-ionogen və ionogen SAM-ların sintezi metodikası, SAM-ların səthi-aktivliyinin, elektrik keçiriciliyinin, neftiylmə, neftdispersləmə və lay sularından neftsıxışdırma qabiliyyətinin tədqiqi metodikaları şərh olunmuşdur.

Üçüncü fəsil ali monokarbon turşularının (C_{12}, C_{14}) PO və EXH ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində alınmış qeyri-ionogen SAM-ların etanolaminlərlə reaksiya əsasında ionogen tipli SAM-lara çevrilməsinə, eləcə də LT, polietilenpoliamin (PEPA) və C_3 epoksidlər əsasında oliqomerlərin sintezinə, alınmış ionogen və qeyri-ionogen SAM-ların kolloid-kimyəvi parametrlərinin təyininə, onların neftiylmə, neftdispersləmə, neftsıxışdırma xassələrinin tədqiqinə həsr olunmuşdur.

Dördüncü fəsildə alkilaminlər (C_8, C_9, C_{12}, C_{16}), PO və EtXH əsasında SAM-ların sintezi, tədqiqi, o cümlədən kolloid-kimyəvi parametrlərinin təyini, neftiylmə və neftdispersləmə xassələrinin tədqiqat nəticələri təsvir olunmuşdur.

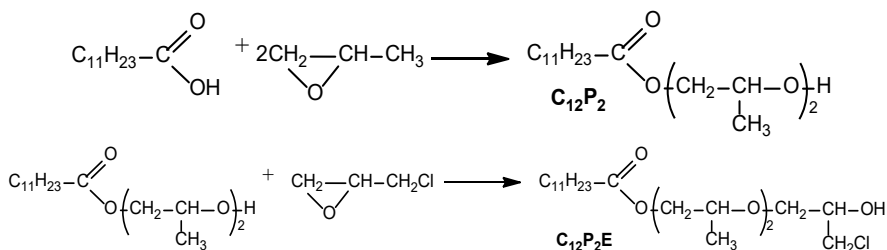
Beşinci fəsildə alınmış ionogen tipli SAM-ların (met)akrilat əsaslı polimerlər vasitəsi ilə polielektrolit-SAM komplekslərinin alınması, fiziki-kimyəvi üsullarla tədqiqi, onların kolloid-kimyəvi parametrlərinin təyini, neftiylmə və neftdispersləmə xassələrinə aid materiallar verilmişdir.

Dissertasiya işinin sonunda aparılmış tədqiqatların nəticələri və ədəbiyyat siyahısı verilmişdir.

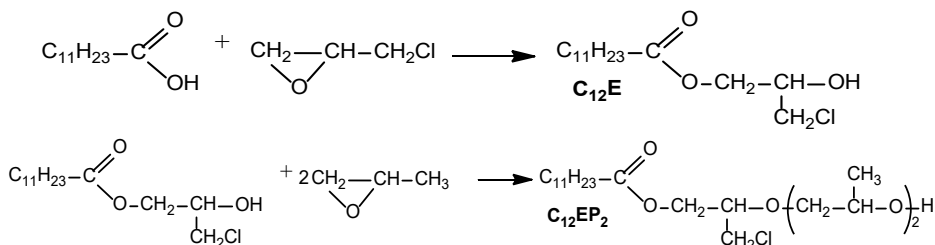
İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Laurin turşusu, propilen oksidi və epixlorhidrin əsasında qeyri-ionogen SAM-ların sintezi və xassələri

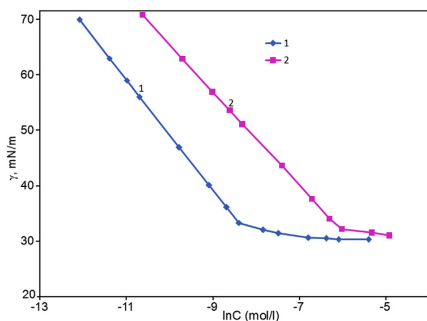
LT-nin, PO və EXH ilə qarşılıqlı təsirindən qeyri-ionogen tipli SAM-lar sintez edilmişdir. Reaksiya iki istiqamətdə aparılmışdır. Birinci istiqamətdə əvvəlcə LT-nin PO ilə müvafiq efiri sintez edilmiş, sonra EXH əlavə edilərək reaksiya davam etdirilmişdir. Reaksiya sxemlərini aşağıdakı kimi təsvir etmək olar:



İkinci istiqamətdə isə əvvəlcə LT-nin EXH ilə müvafiq efiri sintez edilmiş sonra isə PO əlavə edilərək reaksiya aparılmışdır. Hər iki halda reaksiyalar 150-160 °C temperaturda trietilamin katalizatoru iştirakında həyata keçirilmişdir. Reaksiya sxemlərini aşağıdakı kimi göstərmək olar:



Bu maddələrin yüksək səthi-aktivliyə malik olduqları tenziometr vasitəsilə su-hava sərhədində müəyyən edilmiş və səthi gərilmə izotermələri qurulmuşdur (şəkil 1).



Şəkil 1. $C_{12}P_2E$ (1) və $C_{12}EP_2$ (2) qeyri-ionogen SAM-lar üçün su-hava sərhədində səthi gərilmənin natural loqarifmik qatılıqdan asılılıq qrafikləri

$\pi_{KM\dot{O}Q}$ qiyməti isə nisbətən aşağıdır.

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində SAM-lara xas olan kolloid-kimyəvi parametrlər hesablanmışdır (cədvəl 1). Göründüyü kimi LT-yə əvvəlcə PO birləşdirdikdə alınan tərkibin $KM\dot{O}Q$ qiyməti EXH sonra PO birləşdirməklə alınan tərkiblə müqayisədə xeyli kiçikdir. Nümunələrin $\gamma_{KM\dot{O}Q}$ və pC_{20} -qiymətlərinin müqayisəsi göstərir ki, $C_{12}P_2E$ üçün bu göstəricilər nisbətən yüksək,

Cədvəl 1.

Sintez edilmiş qeyri-ionogen SAM-ların kolloid-kimyəvi parametrləri (25 °C)

SAM	$\Gamma_{maks} \times 10^{10}$ mol·sm ⁻²	$A_{min} \times 10^2$ nm ²	$KM\dot{O}Q \times 10^5$ mol·dm ⁻³	pC_{20}	$\gamma_{KM\dot{O}Q}$ mN·m ⁻¹	$\pi_{KM\dot{O}Q}$ mN·m ⁻¹	ΔG_{mis} kJ·mol ⁻¹	ΔG_{ad} kJ·mol ⁻¹
$C_{12}P_2E$	1.71	97.1	2.3	4.47	30.3	41.7	-20.6	-23.19
$C_{12}EP_2$	2.01	82.6	24.0	3.66	32.0	40.0	-14.95	-16.94

Qeyd: $KM\dot{O}Q$ - kritik misella əmələgəlmə qatılığı; $\gamma_{KM\dot{O}Q}$ - $KM\dot{O}Q$ -də səthi gərilmənin qiyməti; Γ_{maks} - maksimal adsorbsiya; A_{min} - polyar qrupun en kəsiyi üzrə minimal səthinin sahəsi; $\pi_{KM\dot{O}Q}$ - səth təzyiqi; pC_{20} - SAM-ın adsorbsiya effektivliyi; ΔG_{mic} - misellaəmələgəlmənin Gibbs sərbəst enerjisi; ΔG_{ad} - adsorbsiya prosesinin Gibbs enerjisi.

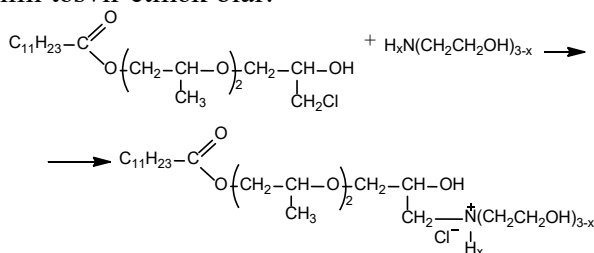
$C_{12}P_2E$ üçün Γ_{max} -ın qiyməti $C_{12}EP_2$ -ninkindən aşağıdır, A_{min} -nin qiyməti isə əksinə yüksəkdir. Bu SAM-lar üçün ΔG_{mic} və ΔG_{ad} qiymətləri hesablanmışdır. Həm adsorbsiya prosesi, həm də misellaəmələgəlmə prosesinin Gibbs sərbəst enerjilərinin qiymətləri mənfidir, deməli, hər iki proses spontan olaraq öz-özünə gedir.

Sintez edilmiş SAM-ların neftiyğma və neftdispersləmə qabiliyyəti laboratoriya şəraitində durulaşdırılmamış məhsul və 5%-li sulu dispersiya şəklində 3 növ suda - dəniz, içməli və distillə, qalınlığı 0.17 mm olan Pirallahı nefti təbəqəsi üzərində tədqiq edilmişdir. Reagentin effektivliyi ilkin neft təbəqəsinin səth sahəsinin neçə dəfə kiçildiyini göstərən neftiyğma əmsalı (K), reagentin təsirindən su səthinin neftdən təmizlənmə dərəcəsini göstərən - K_D

(%-lə) və saxlama müddəti τ ilə qiymətləndirilir. $C_{12}EP_2$ tərkibli SAM-lar durulaşdırılmamış halda tədqiq olunduqda ən yüksək neftiyyəclilik effektivliyini hər üç suda (dəniz, içməli və distillə) $C_{12}EP_2$ göstərir və müvafiq olaraq $K_{maks}=76.0, 101.3, \text{ və } 86.8; \tau=144$ saat təşkil edir. 5 %-li sulu dispersiya şəklində isə $C_{12}P_2E$ (müvafiq olaraq $K_{maks}=76.0, 76.0 \text{ və } 60.8; \tau=168$ saat).

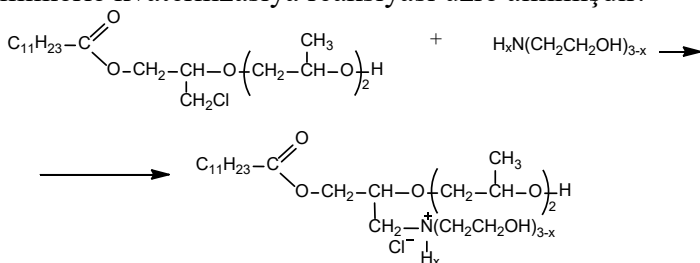
Laurin turşusu, propilen oksidi, epixlorhidrin və etanolaminlər əsasında kation növlü oliqomer SAM-ların sintezi və xassələri

Alınmış efirlərin xloroksipropil törəməsinin xlorometilen qrupu üzrə etanolaminlərlə kvaternizasiya reaksiyası aparılmış və kation-aktiv SAM-lar alınmışdır. Etanolaminlər kimi mono-(MEA), di-(DEA) və trietanolamin (TEA) götürülmüşdür. Reaksiya sxemini aşağıdakı kimi təsvir etmək olar:



burada $x=0$ ($C_{12}P_2ET$ - $C_{12}P_2E$ -nin TEA-li duzu), 1 ($C_{12}P_2ED$ - $C_{12}P_2E$ -nin DEA-li duzu) və ya 2 ($C_{12}P_2EM$ - $C_{12}P_2E$ -nin MEA-li duzu) ola bilər.

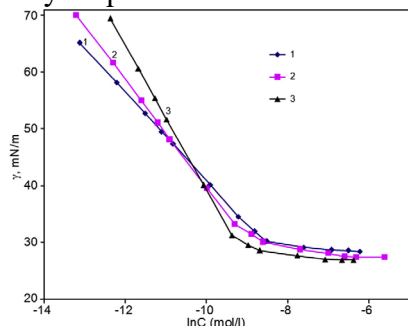
Qeyd edildiyi kimi, yeni kation-aktiv SAM-lar LT-nin EXH ilə qarşılıqlı təsirindən alınmış xloroksipropil efirinin PO ilə oksipropilləşdirilməsindən alınan xloroksipropil törəməsinin etanolaminlərlə kvaternizasiya reaksiyası üzrə alınmışdır:



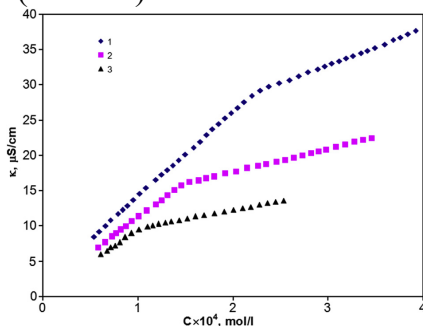
burada $x=0$ ($C_{12}EP_2T$), 1 ($C_{12}EP_2D$) və ya 2 ($C_{12}EP_2M$) ola bilər.

Alınmış SAM-ların hava-su sərhədində səthi aktivlikləri, eləcə

də xüsusi elektrik keçiriciliyi təyin edilmiş (şəkil 2,3) və kolloid-kimyəvi parametrləri hesablanmışdır (cədvəl 2).



Şəkil 2. C₁₂P₂EM (1), C₁₂P₂ED (2) və C₁₂P₂ET (3)-nin sulu məhlullarının hava ilə sərhədində səthi gərilmənin natural loqarifmik qatılıqdan asılılıq qrafikləri



Şəkil 3. C₁₂P₂EM (1), C₁₂P₂ED (2) və C₁₂P₂ET (3)-nin sulu məhlullarının xüsusi elektrik keçiriciliyinin qatılıqdan asılılıq qrafikləri

Müəyyən edilmişdir ki, oksipropilen manqası zəncirin əvvəlində olan SAM-larda KMƏQ-nin qiyməti daha kiçik olur. Hər iki sinif kation-aktiv SAM-larda hidrofıl hissədə etilol qruplarının sayı artdıqca KMƏQ, A_{min} , $\gamma_{KMƏQ}$ və pC_{20} azalır, əks-ionunun əlaqələnmə dərəcəsi - β , Γ_{maks} və $\pi_{KMƏQ}$ isə artır.

Sintez edilmiş kation-aktiv SAM-lardan həm neft yığıcılıq qabiliyyətinə, həm də yığılmış neftin saxlama müddətinə görə durulaşdırılmış halda C₁₂P₂EM, C₁₂EP₂M və C₁₂EP₂T (dəniz suyunda $K_{maks}=121.5$, $\tau>6$ gün) daha yüksək nəticə göstərir.

Cədvəl 2.

Sintez edilmiş kation tipli oliqomer SAM-ların kolloid-kimyəvi parametrləri (25 °C)

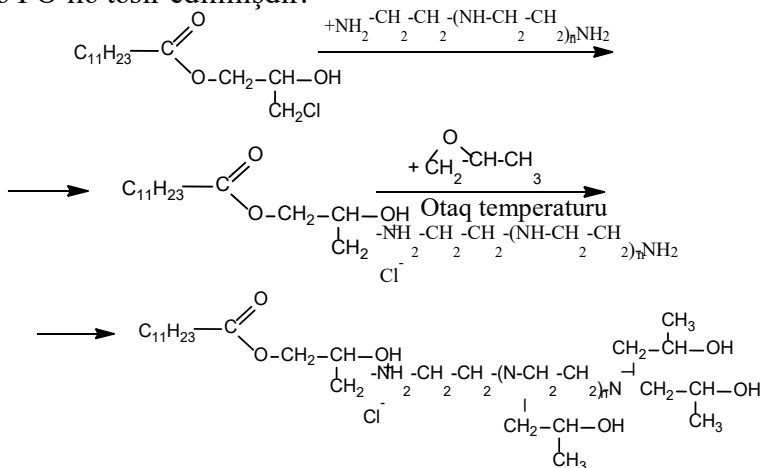
SAM	KMƏQ×10 ⁴ , mol·dm ⁻³		β	Γ _{maks} ×10 ¹⁰ , mol·sm ⁻²	A _{min} ×10 ² , nm ²	pC ₂₀	γ _{KMƏQ} , mN·m ⁻¹	π _{KMƏQ} , mN·m ⁻¹	ΔG _{mis} , kC·mol ⁻¹	ΔG _{ad} , kC·mol ⁻¹
C ₁₂ P ₂ EM	1.9 ^a	2.0 ^b	0.56	1.58	105.2	4.96	28.5	43.5	-33.14	-35.87
C ₁₂ P ₂ ED	1.5	1.5	0.67	1.91	86.9	4.91	27.4	44.6	-36.43	-38.77
C ₁₂ P ₂ ET	1.3	1.2	0.73	2.57	64.6	4.79	27.0	45.0	-38.35	-40.10
C ₁₂ EP ₂ M	6.1	6.2	0.65	1.97	84.2	4.31	27.6	44.4	-30.26	-32.51
C ₁₂ EP ₂ D	2.8	2.9	0.69	2.20	75.5	4.56	27.3	44.7	-34.25	-36.29
C ₁₂ EP ₂ T	2.4	2.5	0.81	3.50	47.4	4.26	27.2	44.8	-37.38	-38.66

^aTenziometrik metodla, təyin olunmuş KMƏQ qiymətləri.

^bKonduktometrik metodla təyin olunmuş KMƏQ qiymətləri.

Laurin turşusu, epixlorhidrin, polietilenpoliamin və propilen oksidi əsasında oliqomer tipli SAM-ların sintezi və tədqiqi

LT-nin EXH ilə qarşılıqlı təsirdən sintez edilmiş efirə PEPA, sonra isə PO ilə təsir edilmişdir:



Alınmış oliqomer tipli SAM-lar laboratoriya şəraitində neft quyularında neftçıxarma əmsalını artırmaq üçün istifadə edilən neftsıxışdırıcı reagent kimi tədqiq edilmiş və yüksək effektivliyə malik olduqları təsdiq edilmişdir (cədvəl 3).

Cədvəl 3.

LT-nin xloroksipropil efiri, PEPA və PO əsasında alınmış oliqomer tipli SAM-ların neftsıxışdırıcı qabiliyyəti (0.05 %-li sulu məhlul şəklində)

Reagent	Su	m _{müt} , %	S, %	η _{susuz} , %	η _{son} , %	V _{məh}	SNF
Reagentsiz	İcməli	42.50	80.80	37.82	58.96	11.21	23.52
Reagentsiz	Dəniz	32.25	100.00	38.60	78.60	20.50	19.65
SAM-la	İcməli	30.34	108.86	29.55	94.00	12.51	12.22
SAM-la	Dəniz	30.34	106.30	16.50	99.00	10.11	9.60

Qeyd: m_{müt} - mütləq məsaməlilik; S - neftlə doyma əmsalı; η_{susuz} - susuz dövrdə neftsıxışdırma; η_{son} - son neftsıxışdırma; SNF - su-neft faktoru; V_{məh} - məhlulun sərfi.

Belə ki, icməli suda oliqomer məhlulunun susuz dövrdəki neftsıxışdırma əmsalı 29.55 %, son neftsıxışdırma əmsalı isə 94.00 %, dəniz suyunda məhlulun isə, müvafiq olaraq 16.50 % və 99.00 % təşkil edir.

Miristin turşusu, propilen oksidi və epixlorhidrin əsasında qeyri-ionogen oliqomer SAM-ların sintezi və xassələri

MT, PO və EXH əsasında oliqomer SAM-lar yuxarıda göstərilən reaksiya sxemləri üzrə iki fərqli yanaşma ilə (oksipropilen-xloroksipropilen - C₁₄PE və xloroksipropilen-oksipropilen - C₁₄EP) alınmışdır. Sintez edilmiş qeyri-ionogen SAM-ların kolloid-kimyəvi parametrləri hesablanmışdır. MT-yə əvvəlcə EXH birləşdirməklə alınan SAM-ın KMƏQ qiyməti daha yüksək (cədvəl 4), $\gamma_{KMƏQ}$ qiymətləri isə C₁₄PE ilə müqayisədə daha kiçikdir. C₁₄EP-nin $\pi_{KMƏQ}$ qiymətləri C₁₄PE-nin qiymətlərinə nisbətən yüksəkdir, C₁₄PE üçün pC₂₀-nin qiymətləri C₁₄EP-dən yüksəkdir. C₁₄EP üçün Γ_{maks} -ın qiyməti C₁₄PE-nin müvafiq qiymətindən yüksək, A_{min}-nin qiyməti isə əksinə aşağıdır.

Cədvəl 4.

MT, PO və EXH əsasında sintez edilmiş qeyri-ionogen SAM-ların kolloid-kimyəvi parametrləri (25 °C)

SAM	$\Gamma_{maks} \times 10^{10}$, mol·sm ⁻²	A _{min} × 10 ² , nm ²	KMƏQ × 10 ³ , mol·dm ⁻³	pC ₂₀	$\gamma_{KMƏQ}$	$\pi_{KMƏQ}$, mN·m ⁻¹	ΔG_{mis} , kJ·mol ⁻¹	ΔG_{ads} , kJ·mol ⁻¹
C ₁₄ EP	1.87	88.7	21.1	4.88	26.6	45.4	-20.97	-23.39
C ₁₄ PE	1.53	108.3	10.5	5.56	29.0	43.0	-22.70	-25.50

MT, EXH və PO əsasında sintez edilmiş qeyri-ionogen SAM-lardan 5 %-li sulu dispersiya halında distillə və içməli suda maksimal neftiylgma effektivini C₁₄EP (hər iki suda K_{maks}=40.5, τ =144 saat), dəniz suyunda isə C₁₄PE (K_{maks}=30.4, τ =75 saat) nümayiş etdirir.

Miristin turşusu, propilen oksidi, epixlorhidrin və etanolaminlər əsasında kation tipli SAM-ların sintezi və xassələri

MT-nin xloroksipropilen-oksipropilen/oksipropilen-xloroksipropilen törəmələrinin etanolaminlərlə (MEA-C₁₄EPM/C₁₄PEM, DEA-C₁₄EPD/C₁₄PED, TEA-C₁₄EPT/C₁₄PET, metilmonoetanolamin-C₁₄EPMM/C₁₄PEMM, və metildietanolamin-C₁₄EPMD/C₁₄PEMD) CH₂Cl qrupu:etanolamin=1:1 (mol) nisbətində kvaternizasiya reaksiyası üzrə kation-aktiv SAM-lar alınmış və kolloid-kimyəvi parametrləri hesablanmışdır (cədvəl 5).

Müəyyən edilmişdir ki, oksipropilen manqası zəncirin əvvəlində olan SAM-larda KMƏQ-nin qiyməti daha kiçik olur. Hidrofil hissədə etilol qruplarının sayı artdıqca, KMƏQ, A_{min} və $\gamma_{KMƏQ}$, azalır, β , Γ_{maks} , pC₂₀ və $\pi_{KMƏQ}$ isə artır. Etilol qrupları ilə

yanaşı metil qrupu olan SAM-lar üçün $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ qruplarının sayı artdıqca, pC_{20} , $\pi_{KM\Theta Q}$ azalır, $\gamma_{KM\Theta Q}$ isə artır.

Cədvəl 5.

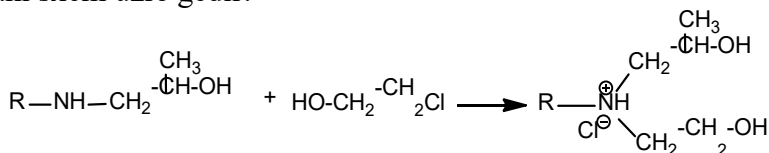
Sintez edilmiş SAM-ların kolloid-kimyəvi parametrləri

SAM	β	$\Gamma_{\text{maks}} \times 10^{10}, \text{mol} \cdot \text{sm}^{-2}$	$A_{\text{min}} \times 10^2, \text{nm}^2$	$KM\Theta Q \times 10^4, \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$		pC_{20}	$\pi_{KM\Theta Q}, \text{mN} \cdot \text{m}^{-1}$	$\gamma_{KM\Theta Q}, \text{mN} \cdot \text{m}^{-1}$	$\Delta G_{\text{mis}}, \text{kC} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\Delta G_{\text{ad}}, \text{kC} \cdot \text{mol}^{-1}$
$C_{14}\text{EPM}$	0.46	2.40	69.1	1.53 ^a	1.57 ^b	4.68	43.7	28.3	-31.78	-33.60
$C_{14}\text{EPD}$	0.49	2.52	65.9	1.09	1.13	4.85	44.8	27.2	-33.68	-35.46
$C_{14}\text{EPT}$	0.53	2.97	56.0	0.99	0.97	4.83	45.1	26.9	-34.95	-36.47
$C_{14}\text{EPMM}$	0.42	1.18	141.1	1.50	1.51	5.82	46.1	25.9	-30.98	-34.90
$C_{14}\text{EPMD}$	0.48	1.40	118.4	0.91	0.88	5.65	45.6	26.4	-34.12	-37.37
$C_{14}\text{PEM}$	0.33	1.92	86.7	1.40	1.46	4.94	43.0	29.0	-29.24	-31.49
$C_{14}\text{PED}$	0.36	2.35	70.6	0.95	0.93	4.92	43.7	28.3	-31.21	-33.06
$C_{14}\text{PET}$	0.41	2.65	62.7	0.62	0.62	5.11	44.7	27.3	-33.85	-35.53
$C_{14}\text{PEMM}$	0.30	1.66	100.2	1.36	1.33	5.21	45.4	26.6	-28.67	-31.41
$C_{14}\text{PEMD}$	0.35	1.98	83.7	0.91	0.88	5.02	42.0	30.0	-31.12	-33.24

Ammonium tipli duzlar ilkin efiirlərlə müqayisədə daha yüksək neftiyğma qabiliyyətinə malikdir. $C_{14}\text{EP}$ əsasında alınmış ionogen SAM-lar daha yüksək neftiyğıcılıq qabiliyyəti nümayiş etdirir. Hər üç suda daha yüksək neftiyğma effektivliyi $C_{14}\text{EPMM}$ ($K_{\text{maks}}=50.6$, $\tau > 6$ gün) göstərir.

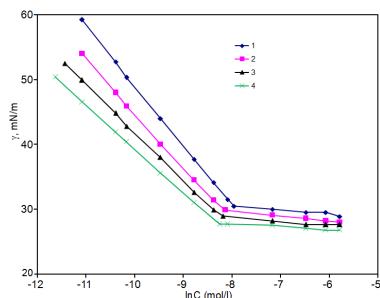
Alkilizopropilolaminlər və etilenxlorhidrin əsasında kation-aktiv SAM-ların sintezi və tədqiqi

Alkilaminin PO ilə 1:1 mol nisbətində qarşılıqlı təsirindən alınmış alkilizopropilolaminin etilenxlorhidrin (EtXH) ilə ekvimolyar nisbətdə otaq şəraitində qarşılıqlı təsir reaksiyası aşağıdakı sxem üzrə gedir:

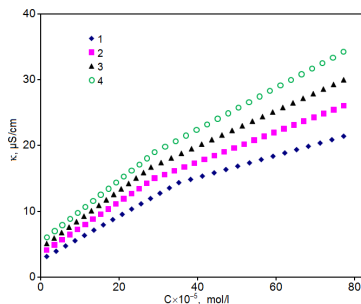


$\text{R}=\text{C}_8\text{H}_{17}$ (C_8PEt); C_9H_{19} (C_9PEt); $\text{C}_{12}\text{H}_{25}$ (C_{12}PEt); $\text{C}_{16}\text{H}_{33}$ (C_{16}PEt).

Sintez olunmuş birləşmələrin səthi aktivliyi (şəkil 4) və elektrik keçiriciliyi 20, 25, 30 və 35 $^\circ\text{C}$ -də (şəkil 5) tədqiq edilmiş və kolloid-kimyəvi parametrləri hesablanmışdır (cədvəl 6). Göründüyü kimi, tərkibdə hidrofob zəncirin uzunluğu artdıqca $KM\Theta Q$ -nin qiyməti azalır. Temperaturun artması ilə hidrofilyar qrupun hidratasiyasının azalması misellaəmələgəlməyə gətirib çıxarır.



Şəkil 4. C₁₂PEt-nin səthi-gərilmə izotermələri: 1 - 20°C; 2 - 25°C; 3 - 30°C; 4 - 35 °C



Şəkil 5. C₁₂PEt-nin xüsusi elektrik keçiriciliyinin qatlıqdan asılılıq qrafikləri: 1 - 20°C; 2 - 25°C; 3 - 30°C; 4 - 35°C

Temperaturun artması həm də hidrofob fraqmentin yaxınlığında su aqreqatının dağılmasına səbəb olur, bu isə misellaəmələgəlməni çətinləşdirir (KMƏQ-nin qiyməti artır). SAM-ın baş qrupuna CH₂OH fraqmentini daxil etdikdə onların KMƏQ qiymətləri azalır. Kation-aktiv tipli SAM-larda baş qrupun alkil və alkilol zənciri uzandıqca, KMƏQ qiymətləri azalır.

Cədvəl 6.

Alkilizopropilolamin və EtXH əsasında sintez edilmiş SAM-ların kolloid-kimyəvi parametrləri

SAM	T, °C	β	Γ _{maks} × 10 ¹⁰ , mol/sm ²	A _{min} , Å ²	KMƏQ × 10 ⁴ , mol/L	π _{KMƏQ} , mN/m	γ _{KMƏQ} , mN/m	pC ₂₀
C ₈ PEt	20	0.29	2.10	79.1	4.43	42.7	30.1	4.26
	25	0.27	1.84	90.3	4.09	43.0	29.0	4.39
	30	0.26	1.63	101.6	3.91	42.2	29.0	4.61
	35	0.24	1.54	108.2	3.47	43.0	27.4	4.68
C ₉ PEt	20	0.41	1.93	86.1	4.26	43.2	29.6	4.36
	25	0.37	1.78	93.4	3.63	43.5	28.5	4.56
	30	0.34	1.55	107.2	3.22	43.4	27.8	4.75
	35	0.29	1.37	121.1	2.48	43.1	27.3	4.95
C ₁₂ PEt	20	0.47	1.89	87.7	3.52	43.3	29.5	4.52
	25	0.42	1.69	98.5	2.94	43.8	28.2	4.71
	30	0.4	1.47	113.0	2.80	43.6	27.6	4.88
	35	0.38	1.32	126.1	2.61	43.5	26.9	5.05
C ₁₆ PEt	20	0.57	1.85	89.6	1.56	41.8	31.0	4.62
	25	0.55	1.65	100.6	1.52	42.0	30.0	4.86
	30	0.51	1.43	116.0	1.30	42.1	29.1	5.12
	35	0.49	1.32	126.2	1.21	43.5	26.9	5.24

Sintez edilmiş kation-aktiv SAM-lar üçün Gibbs sərbəst enerjisi (ΔG), entropiya (ΔS) və entalpiyanın dəyişməsi (ΔH) kimi mühüm termodinamiki parametrlər hesablanmışdır (cədvəl 7).

Cədvəl 7.

Alkilizopropilolamin və EtXH əsasında sintez edilmiş SAM-larının 20, 25, 30 və 35 °C misellaəmələgəlmə və adsorbsiya proseslərinin termodinamik parametrləri

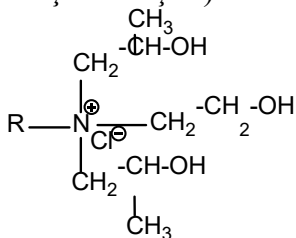
SAM	T, °C	ΔG_{mis} , kJ/mol	ΔG_{ad} , kJ/mol	ΔS_{mis} , C/mol K	ΔH_{mis} , kJ/mol	ΔS_{ad} , C/mol K	ΔH_{ad} , kJ/mol
C ₈ PEt	20	-24.27	-26.30				
	25	-24.55	-26.89	56.5	-7.7	117.2	8.1
	30	-24.91	-27.49	71.6	-3.2	118.6	8.4
	35	-25.29	-28.10	77.6	-1.4	123.2	9.9
C ₉ PEt	20	-26.66	-28.90				
	25	-26.89	-29.33	45.8	-13.2	87.2	-3.3
	30	-27.14	-29.95	51.4	-11.6	122.7	7.2
	35	-27.42	-30.57	56.2	-10.1	124.2	7.7
C ₁₂ PEt	20	-28.48	-30.76				
	25	-28.60	-31.21	26.9	-20.6	89.2	-4.6
	30	-28.85	-31.82	48.5	-14.2	121.9	5.1
	35	-29.16	-32.46	61.1	-10.3	128.4	7.1
C ₁₆ PEt	20	-33.52	-35.78				
	25	-33.76	-36.31	47.5	-19.6	105.1	-5.0
	30	-34.04	-36.98	55.1	-17.4	138.5	5.0
	35	-34.41	-37.72	75.4	-11.2	144.3	6.7

Hidrofob zəncirin uzanması bu molekulların misellaəmələgəlmə tendensiyasını gücləndirir və ΔG_{mis} qiymətlərinin mənfiyyətini daha da artırır. ΔG_{ads} qiymətləri ΔG_{mis} -ə nisbətən daha mənfidir. ΔS_{ads} -ın qiymətləri müsbətdir və ΔS_{mis} -kindən bir qədər böyükdür. Bu su–hava sərhədində karbohidrogen qrupunun daha çox sərbəst hərəkətdə olduğunu əks etdirir. ΔH_{mis} -in qiymətləri mənfidir, bu isə tədqiq olunmuş temperatur intervalında misellaəmələgəlmə prosesinin ekzotermik olduğunu təsdiq edir. ΔS_{mis} həmişə müsbət olduğu halda, ΔH_{mis} həmişə mənfidir. Temperatur artdıqca hər iki parametrlər yüksəlir.

Alkilizopropilolamin və EtXH əsasında alınmış SAM-ın neftiğmə xassələrinin təhlili göstərir ki, alkil zəncirinin uzunluğu C₁₂ olan SAM məhlul şəklində daha effektiv neftiğmə nümayiş etdirir (dəniz suyunda $K_{\text{maks}}=50.7$).

Alkilaminin PO ilə 1:2 mol nisbətində alkildizopropilolaminlər alınmış və EtXH ilə reaksiyası aparılmışdır (etilol qrupu

tərəfindən kvaternizasiya reaksiyası üzrə dördlü ammonium duzlarına çevrilmişdir). Son məhsul aşağıdakı kimi təsvir oluna bilər:



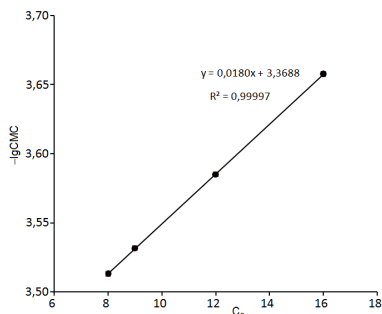
R=C₈H₁₇ (C₈P₂Et); C₉H₁₉ (C₉P₂Et);
C₁₂H₂₅ (C₁₂P₂Et); C₁₆H₃₃ (C₁₆P₂Et).

asililiği şəkil 6-da göstərilmişdir. n(C) artdıqca log KMƏQ xətti azalır. Karbohidrogen fraqmenti C₈P₂Et-ən C₁₆P₂Et-yə qədər uzandıqca hidrofobluğun artması ilə KMƏQ-nin qiymətləri azalır, π_{KMƏQ} artır. C₁₆P₂Et ən yüksək adsorbsiya səmərəliliyi (pC₂₀) nümayiş etdirir (şəkil 7).

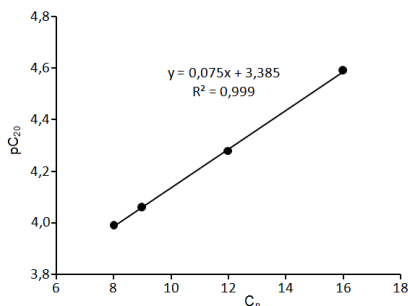
Cədvəl 8.

Alkildiizopropilolamin və EtXH əsasında sintez olunmuş SAM-ların kolloid-kimyəvi parametrləri

SAM	β	KMƏQ ×10 ⁴ , mol·dm ⁻³		Γ _{maks} ×10 ¹⁰ , mol·sm ⁻²	A _{min} ×10 ² , nm ²	γ _{KMƏQ} , mN·m ⁻¹	π _{KMƏQ} , mN·m ⁻¹	pC ₂₀	ΔG _{mis} , kJ·mol ⁻¹	ΔG _{ad} , kJ·mol ⁻¹
C ₈ P ₂ Et	0.39	3.04 ^a	3.07 ^b	2.85	58.3	35.5	36.5	3.99	-27.86	-29.14
C ₉ P ₂ Et	0.47	2.91	2.94	2.80	59.4	32.8	39.2	4.06	-29.62	-31.02
C ₁₂ P ₂ Et	0.48	2.56	2.60	2.77	59.9	32.1	39.9	4.28	-30.27	-31.71
C ₁₆ P ₂ Et	0.58	2.18	2.20	2.52	65.8	31.9	40.1	4.59	-32.97	-34.56



Şəkil 6. C₈P₂Et, C₉P₂Et, C₁₂P₂Et və C₁₆P₂Et üçün log(KMƏQ)-nin alkil zəncirindəki karbon atomlarının sayından asılılığı



Şəkil 7. C₈P₂Et, C₉P₂Et, C₁₂P₂Et və C₁₆P₂Et üçün pC₂₀-nin alkil zəncirindəki karbon atomlarının sayından asılılığı

Sintez olunmuş SAM-larda alkil zəncirinin uzunluğu C_{12} -yə qədər yüksəldikcə neftiyyəçilik qabiliyyəti artır. Alkil zəncirinin uzunluğunun sonrakı artımı ilə sintez olunmuş SAM-ların neftiyyə qabiliyyəti nisbətən zəifləyir. Sintez edilmiş $C_{12}P_2Et$ -nin sulfat reduksiyaedici bakteriyalara qarşı bakterisidlik effektivliyi də aşkar edilmişdir.

SAM-polielektrolit komplekslərinin alınması və tədqiqi

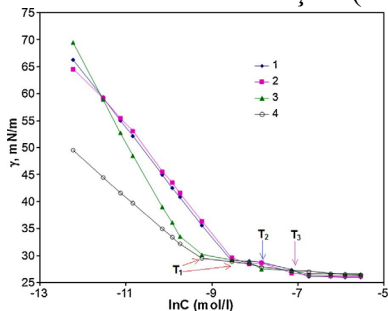
Əks-ionlu SAM-polimer sistemlərində həm SAM-ın, həm də polimerin ionogen qruplarının təbiətinin təsirini tədqiq etmək üçün PAT və PMAT-ın, həmçinin onların oksipropilləşmiş törəmələrinin C_{12} -alkil zəncirli, müxtəlif hidrofil qruplu SAM-larla kompleksləri alınmışdır. Komplekslərin tərkibinə daxil olan SAM-ların və polielektrolitlərin formulları:

SAM	Polielektrolit
$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH-OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_{12}\text{H}_{25}-\text{NH}^{\oplus} \\ \\ \text{Cl}^{\ominus} \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array} $ $C_{12}PEt$	$ \begin{array}{c} \text{-(CH}_2\text{-CH)- (CH}_2\text{-CH)-} \\ \qquad \qquad \\ \text{COOH} \qquad \text{COONa} \\ \textbf{NPAT} \end{array} $
$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH-OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_{12}\text{H}_{25}-\text{N}^{\oplus} \\ \qquad \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \\ \qquad \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH-OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $ $C_{12}P_2Et$	$ \begin{array}{c} \text{-(CH}_2\text{-CH)- (CH}_2\text{-CH)- (CH}_2\text{-CH)-} \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \\ \text{COOH} \qquad \text{COONa} \qquad \text{C=O} \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \text{O-(CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-O)-H} \\ \textbf{NOPAT} \end{array} $
$ \begin{array}{c} \text{C}_{11}\text{H}_{23}-\text{C=O} \\ \\ \text{O-CH}_2\text{-CH-O-} \left(\text{CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-O} \right)_2\text{-H} \\ \qquad \qquad \\ \text{CH}_2 \quad \text{N}^{\oplus}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2 \\ \qquad \\ \text{Cl}^{\ominus} \quad \text{H} \end{array} $ $C_{12}EP_2D$	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \\ \text{-(CH}_2\text{-C)- (CH}_2\text{-C)-} \\ \qquad \qquad \\ \text{COOH} \qquad \text{COONa} \\ \textbf{NPMAT} \end{array} $
$ \begin{array}{c} \text{C}_{11}\text{H}_{23}-\text{C=O} \\ \\ \text{O-CH}_2\text{-CH-O-} \left(\text{CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-O} \right)_2\text{-H} \\ \qquad \qquad \\ \text{CH}_2 \quad \text{N}^{\oplus}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3 \\ \qquad \\ \text{Cl}^{\ominus} \quad \text{H} \end{array} $ $C_{12}EP_2T$	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \qquad \text{CH}_3 \qquad \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \\ \text{-(CH}_2\text{-C)- (CH}_2\text{-C)- (CH}_2\text{-C)-} \\ \qquad \qquad \\ \text{COOH} \qquad \text{COONa} \qquad \text{C=O} \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \text{O-(CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-O)-H} \\ \textbf{NOPMAT} \end{array} $

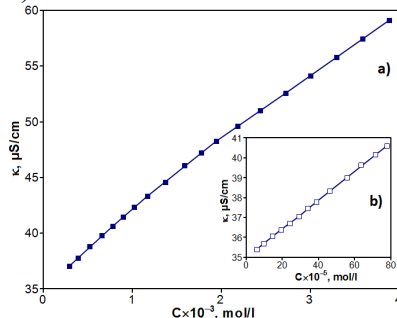
PAT-in xarakteristik özlülüyü- $[\eta]$ 0.20 dl/q, PMAT-ın isə 0.16 dl/q-dır. Mark-Houwink tənliyinin (PAT üçün $[\eta]=7.6 \cdot 10^{-4} \cdot M^{0.5}$,

PMAT üçün $[\eta]=6.6 \cdot 10^{-4} \cdot M^{0.5}$) köməyi ilə PAT-ın orta molekul kütləsi 69 000, PMAT-ın isə 59 000 səviyyəsində hesablanmışdır. Hər iki politurşu NaOH ilə 50 % neytrallaşdırılmış və nəticədə NPAT və NPMAT alınmışdır. $\alpha=0.5$ olan NPAT və NPMAT-ın üzərinə sərbəst karboksil qruplarının payı qədər PO əlavə edilmiş, nəticədə NOPAT və NOPMAT alınmışdır.

Polielektrolit-SAM kompleksləri politurşunun sulu məhlullarının (0.01% küt.) və SAM-ın 0.2% qatılıqlı məhlullarının qarışdırılması yolu ilə hazırlanmışdır. SAM-polielektrolit komplekslərinin xüsusi elektrik keçiriciliyi və səthi aktivliyi ölçülmüş (25°C), izotermələri qurulmuş (şəkil 8,9) və səthi aktivlik parametrləri hesablanmışdır (cədvəl 9).



Şəkil 8. $C_{12}EP_2D$ -polielektrolit kompleksinin səthi gərilmənin SAM-ın qatılığından asılılıq qrafiki:
1-NPAT, 2-NOPAT,
3-NPMAT, 4-NOPMAT



Şəkil 9. $C_{12}EP_2D$ -NPAT kompleksin xüsusi elektrik keçiriciliyinin SAM-ın qatılığından asılılıq:
a) $(0-8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l})$;
b) $(0-1.5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l})$

Məhlulda SAM-ın qatılığı artdıqca SAM molekulları və polielektrolitin polyar qrupları arasında kompleks əmələ gəlməyə başlayır. Bu zaman səthi gərilmənin qiyməti kəskin azalır. Səthi gərilmənin qismən stabiləşdiyi qatılıq intervalı SAM molekulları və polielektrolitin polyar qrupları arasında mübadilə reaksiyasının tam başa çatması ilə nəticələnir. Bu zaman SAM-ın əks-ionu polielektrolitin ionu ilə əvəz olunur. Proses tam başa çatdıqda, yəni monomer məqalaları SAM-la tam doydudan sonra, məhlula əlavə edilmiş SAM molekulları sərbəst misellaların formalaşması prosesinə sərf olunur. Bu halda səthi gərilmənin azalması baş verir. KMƏQ-dən sonra isə misellaların formalaşması başa çatır.

Kompleksdə olan SAM-ın baş qrupunda izopropilol qruplarının sayı çox olan sistemlərdə T_3 -ün qiyməti daha kiçikdir.

Cədvəl 9.

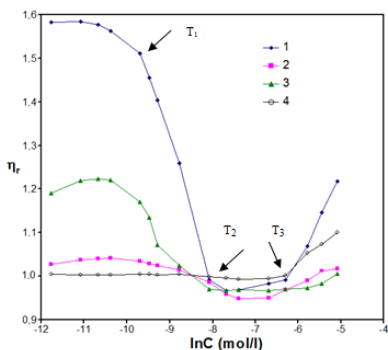
Polielektrolit-SAM komplekslərinin sulu məhlullarının səthi aktivlik parametrləri (298K)

Kompleks	β_1	β_2	$T_1 \times 10^4$, mol·dm ⁻³		$T_2 \times 10^3$, mol·dm ⁻³	$T_3 \times 10^3$, mol·dm ⁻³		$\frac{KAQ}{KM\Theta Q}$	$\Gamma_{\text{maks}} \times 10^{10}$, mol·sm ⁻²	$A_{\text{min}} \times 10^2$, nm ²	$\pi_{\text{KM}\Theta Q}$, mN·m ⁻¹
NPAT- C_{12} PEt	0.10	0.30	6.20 ^a	6.17 ^b	3.08	3.90 ^a	4.32 ^b	0.143	1.73	96.2	41.3
NOPAT- C_{12} PEt	0.14	0.31	1.55	6.17	1.23	3.09	3.08	0.200	1.52	109.2	41.7
NPMAT- C_{12} PEt	0.17	0.44	1.05	1.54	1.23	1.85	1.87	0.08	1.79	92.5	41.3
NOPMAT- C_{12} PEt	0.14	0.30	1.5	4.63	3.09	3.05	4.32	0.107	2.01	82.6	42.4
NPAT- C_{12} P ₂ Et	0.05	0.25	0.58 ^a	0.52 ^b	0.39	0.55 ^a	0.52 ^b	0.100	2.11	78.6	41.3
NOPAT- C_{12} P ₂ Et	0.29	0.36	1.55	0.52	0.26	0.39	0.40	0.130	2.80	59.3	39.6
NPMAT- C_{12} P ₂ Et	0.24	0.26	1.05	2.62	0.52	1.85	1.00	0.262	1.64	101.2	42.5
NOPMAT- C_{12} P ₂ Et	0.12	0.15	1.30	1.31	0.26	0.42	0.39	0.336	1.63	102.1	42.0
NPAT- C_{12} EP ₂ D	0.03	0.19	2.90 ^a	1.95 ^b	0.78	1.15 ^a	1.17 ^b	0.167	2.05	80.8	45.9
NOPAT- C_{12} EP ₂ D	0.29	0.30	1.90	1.95	0.39	1.08	0.78	0.250	1.95	85.1	45.6
NPMAT- C_{12} EP ₂ D	0.44	0.50	0.97	0.97	0.29	0.40	0.39	0.250	2.90	57.2	44.5
NOPMAT- C_{12} EP ₂ D	0.27	0.38	0.92	0.97	0.29	0.37	0.39	0.250	1.40	118.4	44.8
NPAT- C_{12} EP ₂ T	0.22	0.31	0.89 ^a	1.80 ^b	0.36	0.74 ^a	0.72 ^b	0.250	2.90	57.2	43.8
NOPAT- C_{12} EP ₂ T	0.32	0.39	0.54	0.89	0.27	0.39	0.36	0.247	2.62	63.4	44.4
NPMAT- C_{12} EP ₂ T	0.50	0.52	0.45	2.70	0.36	1.85	1.00	0.270	1.57	105.9	45.2
NOPMAT- C_{12} EP ₂ T	0.34	0.41	0.45	0.89	0.36	1.00	0.72	0.124	1.52	109.3	45.0

T_1 –KAQ-kritik aqreqasiya qatılığı; T_2 –kritik doyma qatılığı; T_3 –KMƏQ-kritik misella əmələgəlmə qatılığı, β_1 -kritik aqreqasiya qatılığında SAM-ın əks-ionunun əlaqələnmə dərəcəsi, β_2 isə kritik misellaəmələgəlmə qatılığında SAM-ın əks-ionunun əlaqələnmə dərəcəsidir.

Göründüyü kimi C_{12} EP₂D və C_{12} EP₂T olan SAM-polielektrolit komplekslərində isə PAT əsasında alınmış komplekslərdə SAM-ın baş qrupunda etilol qruplarının sayı artıqca T_3 -ün qiyməti azalır. PMAT əsasında alınmış komplekslərdə isə SAM-ın baş qrupunda etilol qruplarının sayı artıqca T_3 -ün qiyməti artır.

SAM-polielektrolit komplekslərinin vizkozimetrik ölçmələri ($t=25$ °C) göstərir ki (şəkil 10), NPMAT ilə müqayisədə NPAT-da nisbi özlülük daha yüksəkdir. Bunun səbəbi sulu məhlulda NPMAT makromolekullarının spiralvari formada mövcudluğu və metil qrupunun polyar qruplar arasındakı qarşılıqlı təsirə maneçilik törətməsi ola bilər. Polielektrolitləri oksipropilləşdirdikdə onların nisbi özlülüklərinin qiyməti azalır. Sərbəst karboksil qruplarını oksipropilləşdirdikdə polimer zəncirində ionogen qruplar qeyri-ionogen qruplara çevrilir. Ona görə də qarşılıqlı təsirdə olan polyar qrupların sayı azalır, nəticədə nisbi özlülüyn azalması müşahidə edilir.



Şəkil 10. C₁₂PEt-polielektrolit kompleksinin nisbi özlülüyünün SAM-ın qatılığından asılılıq qrafikləri: 1-NPAT, 2-NOPAT, 3-NPMAT, 4-NOPMAT

kimyəvi qarşılıqlı təsir növləri üstünlük təşkil edir. Bunun səbəbi isə tədqiq olunan SAM-ların baş qrupunda mürəkkəb funksional fraqmentlərin (etilol və izorpopilol) olmasıdır.

Baş qrupun mürəkkəb quruluşlu olması onların polimerdəki funksional qruplara yaxınlaşmasını çətinləşdirir. Bu isə elektrostatik qarşılıqlı təsir qüvvəsi əvəzinə hidrogen rabitəsinin əmələ gəlməsi ilə nəticələnir.

Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, SAM-polielektrolit komplekslərinin kolloid-kimyəvi, xüsusi elektrik keçiriciliyi, özlülük parametrləri SAM-in baş qruplarının və polielektrolitin təbiətindən asılıdır.

Sintez olunmuş polielektrolit-SAM komplekslərinin antibakterial xassələri disk-diffuziya üsulu ilə tədqiq olunmuş və müəyyən olunmuşdur ki, onlar *B.anthracoïdes*, *C.albicans*, *S.aureus* və *K.pneumoniae* qarşı müxtəlif dərəcədə təsir göstərir.

Alınmış komplekslər kifayət qədər qüvvətli neftıyıcı və neftdispersləyici qabiliyyətə malikdir. Belə ki, dəniz suyunda ən yüksək effektivliyi NOPMAT-C₁₂P₂Et ($K_{maks.}=125.0$, $\tau >7$ gün) neftıyıcı, NPAT-C₁₂PEt isə neftdispersləyici ($K_D=99.2\%$, $\tau >3$ gün) təsir nümayiş etdirir.

SAM-polielektrolit komplekslərinin sulu məhlullarında misellaəmələgəlmə, aqreqasiya proseslərinin Gibbs sərbəst enerjilərinin qiymətləri, eləcə də polielektrolitlər və SAM-lar arasında qarşılıqlı təsirin Gibbs sərbəst enerjisinin qiymətlərinin dəyişməsi (ΔG_{ps}^0) hesablanmışdır.

Polielektrolit-SAM komplekslərində elektrostatik qarşılıqlı təsir qüvvələrinə nəzərən digər fiziki-

NƏTİCƏ

1. Laurin turşusu, propilen oksidi ($n=2$) və epixlorhidrinin ($m=1$) iştiraki ilə heterozəncirdə fərqli ardıcılıqda yerləşmiş epoksid manqaları saxlayan qeyri-ionogen oliqomer tipli SAM-lar sintez edilmiş və etanolaminlərlə kvarternizasiya reaksiyası üzrə kation-aktiv SAM-lar alınmışdır. Bu kation-aktiv SAM-ların səthi aktivlik xassələrinin müqayisəsi əsasında müəyyən edilmişdir ki, oksipropilen manqası zəncirin əvvəlində olan SAM-larda KMƏQ-nin qiyməti daha kiçik olur. Hər iki kation-aktiv SAM-larda hidrofilyar hissədə etilol qruplarının sayı artdıqca KMƏQ, $A_{\min}$, $\gamma_{\text{KMƏQ}}$ və pC_{20} azalır, β , $\Gamma_{\max}$ və $\pi_{\text{KMƏQ}}$ isə artır. $C_{12}P_2EM$, $C_{12}EP_2M$ və $C_{12}EP_2T$ kation-aktiv SAM-ların 5 %-li sulu məhlulları müxtəlif minerallaşma dərəcəsinə malik olan suların səthində daha yüksək neftiyyə qabiliyyəti nümayiş etdirir ($K_{\max}=121.5$, $\tau>6$ gün) [2,3,8,10,11,16,17,24].

2. Miristin turşusu, propilen oksidi ($n=1$) və epixlorhidrin ($m=1$) əsasında iki müxtəlif qeyri-ionogen SAM-lar sintez edilmiş və bu efirlərin etanolaminlərlə qarşılıqlı təsir reaksiyasından kation-aktiv SAM-lar alınmışdır. Bu kation-aktiv SAM-ların səthi aktivlik xassələrinin müqayisəli tədqiqindən müəyyən edilmişdir ki, oksipropilen manqası zəncirin əvvəlində olan SAM-larda da KMƏQ-nin qiyməti daha kiçik olur. Alınmış kation-aktiv SAM-larda hidrofilyar hissədə etilol qruplarının sayı artdıqca, KMƏQ, $A_{\min}$ və $\gamma_{\text{KMƏQ}}$, azalır, β , $\Gamma_{\max}$, pC_{20} və $\pi_{\text{KMƏQ}}$ isə artır. Etilol qrupları ilə yanaşı metil qrupu olan SAM-lar üçün CH_2CH_2OH qruplarının sayı artdıqca, pC_{20} , $\pi_{\text{KMƏQ}}$ azalır, $\gamma_{\text{KMƏQ}}$ isə artır. $C_{14}EP$ əsasında sintez edilmiş kation-aktiv SAM-lar $C_{14}PE$ əsasında alınmış SAM-la müqayisədə daha qüvvətli neftiyyə qabiliyyətinə malikdir ($K_{\max}=50.6$, $\tau>6$ gün) [13,15,18,22,23].

3. Laurin turşusunun xloroksipropil efiri, polietilenpoliamin və propilen oksidi əsasında oliqomer tipli məhsul alınmış, bir sıra fiziki-kimyəvi göstəriciləri təyin edilmiş və müəyyən edilmişdir ki, həmin oliqomer tipli SAM neft quyularında neftsıxışdırıcı reagent kimi istifadə olunduqda neftçıxarma əmsalını artırmaq qabiliyyətinə malikdir. Bu reagentin 0.05 %-li sulu məhlulunun (dəniz suyunda)

son neftsıxışdırması 99.0% (reagentsız-78.6%) təşkil edir [6,20,26,30].

4. Alkilaminin (C_8H_{17} , C_9H_{19} , $C_{12}H_{25}$, $C_{16}H_{33}$) propilen oksidi ilə (mol nisbəti 1:1 və 1:2) qarşılıqlı təsirindən alınmış alkilizopropilolaminin və alkildizopropilolaminin etilenxlorhidrin ilə reaksiyasından tərkibində hidrosietil və hidrosipropil qrupları saxlayan ionogen tipli SAM-lar sintez olunmuş, onların mühüm kolloid-kimyəvi parametrləri təyin edilmişdir. Aşkar olunmuşdur ki, SAM-larda alkil zəncirinin uzunluğu C_{12} -dək artdıqca, SAM-ların neftiğicilik qabiliyyəti artır ($K_{maks}=46.8$, $\tau>10$ gün). Alkil zəncirinin uzunluğunun sonrakı artımı ilə sintez olunmuş SAM-ların neftiğmə qabiliyyəti nisbətən zəifləyir [4,5,7,9,12].

5. PAT və ya PMAT-ın NaOH ilə 50 % mol neytrallaşdırılması və propilen oksidi ilə oksipropilləşdirilməsi yolu ilə alınmış modifikatların sulu məhlullarının və SAM-ın (dodesil zəncirli kation növlü dörd SAM) müvafiq qatılıqlı məhlullarının qarışdırılması ilə polielektrolit-SAM kompleksləri hazırlanmışdır. Polielektrolit-SAM komplekslərinin və SAM-ın kolloid-kimyəvi və xüsusi elektrik keçiricilik parametrləri, həmin komplekslərin və polielektrolitin özlülük parametrləri müqayisəli tədqiq edilmiş və müəyyən olunmuşdur ki, bu göstəricilər SAM-ın baş qrupunun və polielektrolitin təbiətindən asılıdır. Bu komplekslər dəniz suyunda yüksək neftiğmə və neftdispersləmə nümayiş etdirir ($K_{maks}=125.0$, $K_D=99.2\%$) [1,14,19,21,25,27, 28, 29].

DİSSERTASIYA MATERIALLARI ÜZRƏ AŞAĞIDAKI ELMİ ƏSƏRLƏR ÇAP EDİLMİŞDİR:

1. Асадов, З.Г., Ахмедова, Г.А., Гусейнова, Х.А., Рагимов, Р.А., Асадова, А.З. Синтез и исследование новых комплексов на основе октадециламина, пропилен оксида и поли(мет)акриловой кислоты для локализации нефтяных разливов // Monomerlər və polimerlər kimyasının müasir problemləri. III Respublika konfransının materialları, - Sumqayıt: –5-6 noyabr, – 2015, – s.77-78.

2. Ahmadova, G.A. Novel surface-active cooligomers containing units of propylene oxide and epichlorohydrin in heterochain / G.A. Ahmadova, A.Z.Asadova, R.A.Rahimov,

Z.H.Asadov, S.M.Huseynova, S.F. Ahmadbayova, A.M.Mammadov // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, – 2015. Vol.16, № 4(64), – p.282-290.

3. Asadov, Z.H. Synthesis and Study of Nonionic Surfactants Based on Propylene Oxide and Lauric Acid / Z.H.Asadov, G.A. Ahmadova, R.A. Rahimov, A.Z. Asadova, I.G.Nazarov // Russian Journal of Applied Chemistry, – 2016. Vol. 89, No. 4, – p. 559–565.

4. Ахмедова, Г.А., Абилова, А.З., Гусейнова, Х.А., Рагимов, Р.А., Асадов, З.Г., Заргарова, С.Г. Синтез и исследование новых поверхностно-активных реагентов на основе С₃-эпоксидов и нониламина // Материалы IX Бакинской Межд. Мамедалиевской конф. по нефтехимии, – Баку, 4-5 октября, - 2016, - с. 100.

5. Асадов, З.Г., Ахмедова, Г.А., Рагимов, Р.А., Асадова, А.З., Заргарова, С.Г. Особенности каталитического хлорокси-пропилирования додециламина с помощью эпихлоргидрина // Материалы научн.конф., посвященной 80-летию юбилею Института Катализа и Неорганической Химии им. М.Нагиева НАНА, – 15-16 ноября 2016, – с. 244.

6. Асадов, З.Г. Новые поверхностно-активные реагенты на основе полиэтиленполиаминов и высших монокарбоновых кислот для локализации тонких нефтяных пленок на поверхности воды / З.Г. Асадов, Г.А. Ахмедова, Р.А.Рагимов, И.Г. Назаров, А.З. Асадова, С.М.Гусейнова // Нефтепереработка и нефтехимия, – 2017. №1, – с.42-46.

7. Асадов, З.Г., Ахмедова, Г.А., Рагимов, Р.А., Абилова, А.З., Ахмедбекова, С.Ф. Новые поверхностно-активные вещества на основе алкиламинов, пропиленоксида и этиленхлоргидрина для локализации тонких пленок нефти на водной поверхности //“Müasir təbiət elmlərinin aktual problemləri”, beynəlxalq elmi konfransının materialları, - Gəncə: – 4-5 may, – 2017, I hissə, – s. 257-260.

8. Ахмедова, Г.А., Абилова, А.З., Рагимов, Р.А., Асадов, З.Г., Ахмедбекова, С.Ф. Новые катионоактивные ПАВ на основе лауриновой кислоты, эпоксидов и этаноламинов для локализации нефтяных пленок на водной поверхности // Материалы межд. научн-техн. конф. «Нефтехимический синтез

и катализ в сложных конденсированных системах», посвящ. 100-летию юбилею Б.К.Зейналова, Баку: – 29-30 июня, - 2017, – с. 108.

9. Asadov, Z.H. Surface activity, adsorption, and micellization parameters of ammonium surfactants containing a hydroxyethyl and hydroxypropyl head group / Z.H.Asadov, G.A. Ahmadova, R.A. Rahimov, A.Z. Abilova, I.G.Nazarov, F.I.Zubkov // Journal of Chemical and Engineering Data, – 2017. Vol. 62, - p. 3297-3305.

10. Ahmadova, G.A. Synthesis and properties of surface-active cooligomers based on C₃-epoxides and lauric acid / G.A. Ahmadova, A.Z. Abilova, R.A. Rahimov, Z.H.Asadov, S.M.Huseynova, G.M. Musayeva // Processes of petrochemistry and oil refining, – 2017. Vol. 18. No 2, – p.150-156.

11. Ahmadova, G.A. Influence of head-group composition and (chloro)propoxy units disposition consequence on properties of surfactants based on lauric acid, propylene oxide, epichlorohydrin and ethanolamines / G.A.Ahmadova, A.Z.Abilova, R.A.Rahimov, Z.H.Asadov, S.F. Ahmadbayova // Materials Chemistry and Physics, – 2018. 205, – p.416-422.

12. Asadov, Z.H. Synthesis and Properties of Quaternary Ammonium Surfactants Based on Alkylamine, Propylene Oxide and 2-Chloroethanol / Z.H.Asadov, G.A. Ahmadova, R.A. Rahimov, A.Z. Abilova, S.H.Zargarova, F.I.Zubkov // Journal of Surfactants and Detergents, – 2018. 21, – p. 247-254.

13. Əhmədova, G.A., Əbilova, A.Z., Rəhimov, R.A., Əsədov, Z.H., Hüseynova, X.A., Quliyeva, T.X. Miristin turşusu və epoksidlər əsasında su səthindən nazik neft təbəqələrini kənarlaşdıran yeni qeyri-ionogen səthi-aktiv maddələrin alınması və tədqiqi // Материалы научн-практ.конф. «Перспективы инновативного развития нефтепереработки и нефтехимии», посвящ.110-летию юбилею В.С.Алиева, Баку:–9-10 октября,–2018,–с. 122.

14. Асадов, З.Г., Ахмедова, Г.А., Абилова, А.З., Рагимов, Р.А., Гусейнова, Х.А., Насибова, Ш.М. Новые нефтесобирающие комплексы на основе аминоспиртов, пропиленоксида, этиленхлоргидрина и полиакриловой кислоты // Материалы

научн-практ.конф. «Перспективы инновативного развития нефтепереработки и нефтехимии», посвящ.110-летию юбилею В.С.Алиева, Баку: – 9-10 октября, –2018,–с. 62.

15. Ahmadova, G.A. Effect of alternation of chloropropoxy-and propoxy-units and impact of the ethylol-groups number on properties of surfactants / G.A.Ahmadova, A.Z.Abilova, R.A.Rahimov, S.M. Askerzade, Z.H.Asadov, F.I. Zubkov, S.F. Ahmadbayova // Australian Journal of Chemistry, – 2018. 71, – p.837-845.

16. Əhmədova, G.A., Əbilova, A.Z., Hüseynova, X.A., Rəhimov, R.A., Əsədov, Z.H. Laurin turşusu, epoksidlər və etanolaminlər əsasında kation-aktiv səthi-aktiv maddələrin akrilat tipli polielektrolitlərlə komplekslərinin alınması və tədqiqi // 1st International science and engineering conference, Baku Engineering University Proceedings, Baku: – 29-30 November, - 2018, –p.21-23.

17. Асадов, З.Г., Заманова, А.М., Абилова, А.З., Ахмедова, Г.А., Рагимов, Р.А., Гусейнова, Х.А. Новые нефтесобирающие реагенты на основе лауриновой кислоты, хлорэпоксипропана и этаноламинов // Материалы международной научно-практической конференции и школы молодых ученых «Химия, химическая технология и экология: наука, производство, образование», г.Махачкала: изд.ДГУ-18-19 октября, – 2018, – с.233.

18. Əhmədova, G.A., Əbilova, A.Z., Hüseynova, X.A., Rəhimov, R.A., Əsədov, Z.H. Alkil zəncirinin uzunluğunun, xloroksipropilen və oksipropilen manqalarının ardıcılığının SAM-ların neftiğicilik qabiliyyətinə təsiri // Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş "Gənc Tədqiqatçılar" III Beynəlxalq Elmi Konfransın materialları. Bakı Mühəndislik Universiteti, Bakı: – 29-30 aprel, - 2019, – s.530-531.

19. Ахмедова, Г.А., Абилова, А.З., Гусейнова, Х.А., Рагимов, Р.А., Насибова, Ш.М., Асадов, З.Г. Комплексы на основе нейтрализованной оксипропилированной полимет-акриловой кислоты и додецил(диизопропил)этилоламмоний хлорида для локализации нефтяных разливов на водной поверхности // International Scientific Conference "Actual Problems of Modern Chemistry" dedicated to the 90-th anniversary of acad.

Y.H.Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes, Baku : – Oktober, - 2-4, – 2019, – p.423.

20. Əhmədova, G.A., Əbilova, A.Z., Hüseynova, X.A., Rəhimov, R.A., Əsədov, Z.H. Su səthində nazik neft təbəqələrini lokallaşdırmaq üçün laurin turşusu, epixlorhidrin və polietilenpoliamin əsasında yeni səthi-aktiv reagent // International Scientific Conference of Young Researchers "Actual Problems of Modern Chemistry" dedicated to the 90-th anniversary of acad. Y.H.Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes, Baku : – Oktober, - 2-4, – 2019, - p.428.

21. Əhmədova, G.A., Əbilova, A.Z., Hüseynova, X.A., Rəhimov, R.A., Əsədov, Z.H. Dodekan turşusu, epoksibirləşmələr, trietanolamin və polimetakril turşusu əsasında neftiyyəici və neftdispersləyici komplekslərin alınması və tədqiqi // Baku Engineering University, International Scientific and Practical Conference "The Role of Engineering in Innovative Development of Azerbaijan: Aims and Perspectives" Proceedings, Baku : – November, 29-30, – 2019, – p.29-31.

22. Əbilova, A.Z. Nonionic cooligomeric and copolymeric and surfactants based on epoxy compounds // Polish journal of science, – 2019. Vol. 1, №19, – p.11-17.

23. Əbilova, A.Z. Ionic cooligomeric surfactants on the basis of epoxy compounds // Znanstvena misel, – 2019. Vol. 1, №36, – p.12-24.

24. Əbilova, A.Z. Impact of sequence of chloropropoxy-and propoxy-units on petrocollecting capacity of surfactants based on lauric acid // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, – 2019. № 4, – p.383-388.

25. Əbilova, A.Z., Hüseynova, X.A., Rəhimov, R.A., Əhmədova, G.A. Polielektrolitlər və kation növlü səthi-aktiv maddə əsasında yeni neftiyyəici komplekslərin alınması və tədqiqi // Gənc alim və mütəxəssislərin "Fundamental və tətbiqi elmlərin (təbiət elmləri) müasir problemlərinin həllində multidissiplinar yanaşmalar" adlı II Beynəlxalq elmi konfransı, Bakı : – 3-6 mart, – 2020, – s.364-366.

26. Əhmədova, G.A., Əbilova, A.Z., Hüseynova, X.A., Rəhimov, R.A., Asadov, Z.H. Nazik neft təbəqələrini su səthindən kənar etmək üçün yeni oliqomer növlü səthi-aktiv reagent// Ümummilli Liderimiz Heydər Əliyevin anadan olmasının 97-ci ildönümünə həsr olunmuş Gənc tədqiqatçıların IV beynəlxalq elmi konfransı, Bakı Mühəndislik Universiteti, Zoom Meeting, Bakı: –5 iyun, – 2020-ci il, – s.386-388.

27. Əhmədova, G.A., Əbilova, A.Z., Hüseynova, X.A., Rəhimov, R.A., Asadov, Z.H. Yeni polielektrolit-SAM komplekslərinin alınması və tədqiqi // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 97-cü ildönümünə həsr olunmuş “Müasir təbiət elmlərinin aktual problemləri” beynəlxalq elmi konfransının materialları, – Gəncə, - 2020, – s.64-67.

28. Əbilova, A.Z., Hüseynova, X.A., Rüstəмова, İ.V., Əliyeva, A.A. Nazik neft təbəqələrini su səthindən kənar etmək üçün yeni polielektrolit/SAM komplekslərinin sintezi və tədqiqi // “Müasir kimyanın problemləri və inkişaf tendensiyaları” mövzusunda respublika elmi-praktik konfransı, Qərbi Kaspi Universiteti, – Bakı, – 12 dekabr, – 2020,– s.124-127.

29. Ahmadova, G.A. Effect of head-group of cationic surfactants and structure of ionic groups of anionic polyelectrolyte in oppositely charged polymer-surfactant complexes / G.A.Ahmadova, R.A.Rahimov, A.Z.Abilova, Kh.A.Huseynova, E.İmanov, F.İ.Zubkov // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, –2021. Vol. 613, 126075.

30. Əhmədova, G.A., Əbilova, A.Z., Nəsibova, Ş.M., Hüseynova, X.A. Laurin turşusu, epixlorhidrin, polietilenpoliamin və propilen oksidi əsasında yeni səthi-aktiv maddənin sintezi və xassələri // “Kimyanın müasir problemləri” mövzusunda respublika elmi konfransı, Sumqayıt Dövlət Universiteti, - Sumqayıt, - 15-16 aprel, -2021, - s.219-222.

Dissertasiyanın müdafiəsi 1 dekabr 2021-ci il tarixində saat 10⁰⁰-da Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 Dissertasiya şurasının bazasında qeydiyyat nömrəsi BED 1.16/1 olan Birdəfəlik Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

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

Dissertasiya ilə AMEA Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

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

Avtoreferat 29 oktyabr 2021-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 27.10.2021
Kağızın formatı: 60x90 1/16
Həcm: 37121
Tiraj: 100