

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

ÜZVİ SULFİD VƏ DİSULFİDLƏRİN SÜRTKÜ MATERİALLARINDA ÇOXFUNKSİYALI AŞQAR KİMİ TƏDQIQI

İxtisas: 2314.01-Neft kimyası

Elm sahəsi: Kimya

İddiaçı: **Sara Mirabbas qızı Əzizova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş
dissertasiyanın

AVTOREFERATI

BAKİ – 2021

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Gəncə Bölməsində və akademik Ə.M.Quliyev adına Aşqarlar Kimyası İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

kimya elmləri doktoru, akademik
Əliyev Fuad Yüsif oğlu

Rəsmi opponetlər:

kimya elmləri doktoru, professor
Minavər Cəfər qızı İbrahimova

kimya elmləri doktoru, professor
Musa Rza oğlu Bayramov

kimya elmləri doktoru, professor
Əkbər Əli oğlu Ağayev

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının AMEA 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 Məcid oğlu Fərzəliyev

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. Texnikada avadanlığın etibarlılığı bir çox hallarda onun ətraf mühitin təsirinə dözümlülüyü ilə müəyyən edilir. Üzvi mənşəli materialların, eləcə də neft məhsullarının istismar xassələrindən biri onların oksidləşməyə qarşı davamlılığıdır¹. Oksidləşmə mikroorqanizmlərin (bakteriya, göbələk, maya və s.) təsiri nəticəsində də baş verə bilər. Bu proses zamanı onların istismar keyfiyyətləri pisləşir. Mikroorqanizmlərin neft məhsullarının karbohidrogenlərini mənimsəmə qabiliyyəti neft emalı və istehsalı sahəsində ciddi problemlərin yaranmasına gətirib çıxarmışdır. Mikroorqanizmlər – destruktorlar texniki obyektlərə təsir etməklə onların zədələnməsinə, quruluş və funksional göstəricilərinin dəyişməsinə, hətta parçalanmasına səbəb olur.

Oksidləşmə prosesində əmələ gələn maddələr neft məhsullarının faydalı xassələrini pisləşdirir, mühərrikin yeyilmə sürətini və metal səthlərin korroziyasını artırır. Ona görə də əksər hallarda neft məhsulları əvvəlcədən mikroblara qarşı aşqarlarla (biosidlərlə) stabilizə edildikdən sonra tətbiq edilir. Mikroorqanizmlər ətraf mühitə, qida mənbəyi olan müxtəlif materiallara tez adaptasiya olurlar. Neft məhsulları, o cümlədən sürtkü yağları, yağlayıcı-soyuducu mayələrin (YSM) mikrobioloji zədələnmədən ən effektiv və universal mühafizə üsulu onların tərkibinə biosid aşqarın əlavə edilməsidir.

Qeyd etmək lazımdır ki, neft məhsullarının istismar xassələrinin yaxşılaşdırılması molekulda olan funksional qrupların quruluşu və təbiəti ilə müəyyən olunan müxtəlif təyinatlı aşqarların tətbiqi ilə həll olunur. Neft məhsulları üçün istifadə olunan çoxfunksiyalı aşqarlar sırasında olan kükürd tərkibli birləşmələr xüsusi yer tutur. Onlar oksidləşməyə, yeyilməyə, siyirməyə və korroziyaya qarşı qoruyucu xassələrə malik olmaqla yanaşı, həm də biosid birləşmələr kimi istifadə edilir. Hal-hazırda sürtkü yağlarının

¹Фарзалиев, В.М. Присадки к смазочным маслам: история науки / В.М.Фарзалиев, Н.Д.Исмаилова, М.Э. Мусаева – Баку: ЭЛМ, - 2009. – 232 с.

istismar xassələrini yaxşılaşdıran mono-, bi- və polisulfidlər əsasında alınan çoxfunksiyalı aşqarlara olan maraq getdikcə artmaqdadır.

Biosid xassəli, tərkibində S-saxlayan aşqarların praktiki tətbiqi üçün perspektiv olan sintez üsullarının işlənilməsi, quruluş parametrlərinin reaksiya qabiliyyətinə təsirinin müəyyənləşdirilməsi və sürtkü materiallarında aşqarların təsirinin effektivliyi, eləcə də yeni faydalı tətbiq sahələrinin araşdırılması elmi-texniki nöqteyi nəzərdən aktuallıq kəsb edir.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Tədqiqatın obyektı tərkibində -S-, -S-S- körpüsü ilə yanaşı karbonil, oksikarbonil-, efir, azometin fraqmentləri olan üzvi sulfid və disulfidlərdir. Sintez edilmiş birləşmələrin sürtkü materiallarında çoxfunksiyalı aşqar kimi istifadəsi tədqiqat işinin predmeti kimi tədqiqat müstəvisinə çıxarılmışdır.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Təqdim olunan işdə məqsəd sürtkü materiallarının xassələrini yaxşılaşdıran və müasir texnologiyaların işlənilməsində perspektiv sayılan, mikroblara, oksidləşməyə, yeyilməyə qarşı çoxfunksiyalı aşqar kimi effektiv olan bəzi məlum və yeni sintez olunmuş üzvi sulfid və disulfidlərin tədqiqindən ibarətdir.

Qarşıda duran məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı vəzifələr yerinə yetirilmişdir:

- tərkibində -S-, -S-S- körpüsü ilə yanaşı müxtəlif fraqmentlər, o cümlədən də karbonil $C=O$, oksikarbonil $-OC(O)-$, efir, azometin $CH=N$ fraqmentləri olan üzvi sulfid və disulfidlərin məqsədli sintezi üsullarının işlənilməsi;
- sintez edilmiş birləşmələrin quruluş və xüsusiyyətlərinin tədqiqi;
- sintez edilmiş disulfidlərin kvant kimyası üsulu ilə elektron və həndəsi quruluş parametrlərinin reaksiya qabiliyyətinə təsirinin müəyyən edilməsi;
- karbohidrogenlərin inhibitorun iştirakı ilə oksidləşməsi model reaksiyalarında tədqiq olunan bəzi disulfidlərin kinetik qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi;

- sintez edilmiş birləşmələrin sürtkü yağları və yağlayıcı-soyuducu mayelərdə (YSM) mikroblara, oksidləşmə, yeyilmə və siyirməyə qarşı təsirinin öyrənilməsi;
- sintez olunmuş birləşmələrin kimyəvi quruluşlarının və onların tərkibindəki funksional qrupların aşqarın keyfiyyətinə təsirinin tədqiqi;
- sintez edilmiş və müxtəlif təsirli əmtəə aşqarlarından istifadə etməklə yağ əsasında yeni kompozisiyaların hazırlanması, onların xassələrinin öyrənilməsi.

Tədqiqat metodları. Alınmış nəticələrin etibarlılığı müasir fiziki-kimyəvi tədqiqat üsulları: qaz-maye xromatoqrafiyası (QMX), quruluşları isə NMR və İQ spektroskopiya üsulları ilə müəyyən edilmişdir. Kvant kimyəvi hesablama əsasında sintez edilmiş yeni birləşmələrin molekullarının həndəsi və quruluş parametrləri GAMESS proqramı üzrə B3LYP/6-31+G(d,p) üsulu ilə hesablanmışdır.

Hazırlanan yağ və yağlayıcı-soyuducu kompozisiyalarının yeyilməyə qarşı, yağlayıcı və digər xassələri dörd kürəli sürtünmə məşinində (ЧШМ-3,2) ГОСТ 9490-75 tələblərinə uyğun olaraq tədqiq olunmuşdur. Korroziyaya qarşı xassələri isə DK HAMI (ГОСТ 20502—75) üsulu ilə qurğuşun lövhələr üzərində yoxlanılmışdır; biozədələnməyə qarşı effektivliyi yağ və YSM-də ГОСТ 9.052-88 və ГОСТ 9.085-78 üzrə zonal diffuziya üsulu ilə öyrənilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar.

- tərkibində –S–, –S–S– körpüsü, Se atomu ilə yanaşı müxtəlif funksional qruplar, o cümlədən karbonil (C=O), oksikarbonil (–OC(O)–, azometin (–CH=N–) və fəza çətinlikli fenol fraqmenti olan üzvi sulfid və disulfidlərin yeni nümayəndələrinin sintezi, fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqi;
- tədqiq olunan disulfidlərin molekullarının həndəsi və elektron quruluşlarının onların reaksiya qabiliyyətinə və sürtkü materiallarının funksional xassələrinə təsirinin effektivliyinin tədqiqi;
- sintez edilmiş birləşmələrin quruluşu ilə onların oksidləşməyə qarşı təsiri arasında əlaqənin müəyyənləşdirilməsi;

- sintez edilmiş birləşmələrin sürtkü materiallarında biosid xassələrinin öyrənilməsi;
- –S– və –S–S– saxlayan üzvi birləşmələrin sürtkü yağları və yağlayıcı-soyuducu mayelərdə çoxfunksiyalı aşqar kimi effektinin tədqiqi.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Sürtkü yağlarında mikroblara, oksidləşməyə, yeyilmə və siyirməyə qarşı effektiv xassələrə malik, tərkibində –S–, –S–S– fraqmentləri ilə yanaşı karbonil, oksikarbonil, həm də efir, azometin qrupları olan bir sıra yeni üzvi sulfid və disulfid törəmələrinin məqsədli sintezi üsulları işlənilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq olunan birləşmələrə onların mikroblara və oksidləşməyə qarşı aşqar kimi effektivliyini artıran funksional qruplar daxil edildikdə molekulların həndəsi və elektron quruluşları dəyişir. Bu dəyişikliklər molekulun rabitə uzunluğuna, atomların yükünə və dipol momentlərinə nəzərən birləşmənin reaksiya qabiliyyətinə təsir edir.

Xətti quruluşlu disulfidlər üçün müəyyən edilmişdir ki, ionlaşma potensialı az olduqca onlar əksər hallarda reduksiyaedici kimi təsir göstərir. Bu halda birləşmənin dipol momenti kifayət qədər böyük və elektron sıxlığı olduqca yüksəkdir.

Benzilmerkaptan, benzilallildisulfid və amilsikloheksil-disulfid sırasında ionlaşma potensialı azalır, dipol momenti isə artır.

Kvant kimyəvi hesablamalar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, –C–C– rabitəsinin uzunluğu ($1,53 \text{ \AA}$), –C–S– ($1,851 \text{ \AA}$) və –S–S– ($2,083 \text{ \AA}$) rabitələri ilə müqayisədə qısadır, yəni daha davamlıdır.

Müəyyən edilmişdir ki, amilallil-, və benzilamildisulfid, oktilditioasetamid M-8 yağında və YSM-də daha yüksək biosid xassəyə malikdir.

Sintez edilmiş üzvi sulfid və disulfidlərin quruluşdan asılı olaraq reaksiyaya girmə qabiliyyətlərinin dəyişməsi və bir sıra kinetik faktorlara əsaslanaraq onların oksidləşməyə qarşı təsir mexanizmi tədqiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, *orto*-əvəzli tio-, ditiobisfenollar kumolun oksidləşməsinin qarşısını alan birləşmələr olub, peroksid zəncirini qırır və oksidləşmə prosesində katalitik təsir göstərərək əlavə yaranan kumilhidroperoksidi molekulyar məhsullara parçalayır.

Aşkar olunmuşdur ki, birləşmələrin molekulunda mikroblara və oksidləşməyə qarşı aşqar kimi effektivliyinin artmasına təsir edən funksional qrupların olması molekulun həndəsi və elektron quruluşlarının dəyişməsinə səbəb olur. Bu dəyişikliklər rabitənin uzunluğuna, valent bucağına, atomların yükünə və dipol momentlərinə görə qiymətləndirilən molekulun reaksiyaya girmə qabiliyyətini artırır.

Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq olunan qeyri-simmetrik aromatik disulfidlər: alkilbenzil-, β -benziltioetilalkil-, benzilalkanoil- və benzilalkoksikarbonilmetildisulfidlər tərkib, quruluş, funksional qrupların təbiətindən asılı olaraq sürtkü materiallarını zədələyən mikroorqanizmlərə qarşı müxtəlif biosid təsir göstərir.

Aşkar edilmişdir ki,

- alkilbenzildisulfidlərin qatılıqlarının artması onların sürtkü yağlarında effektivliyini yüksəldir, disulfidlərdə alkil radikallarının sayının artması isə onların aktivliklərinin azalmasına səbəb olur. M-11 yağına 1.5% butilbenzildisulfidin əlavə edilməsi bakteriyaya və göbələyə qarşı aktivliyin artmasına səbəb olur. Bu sıradan olan alkilbenzildisulfidlər mikroorqanizmlərin inkişafına nisbətən zəif təsir göstərir;
- β -benziltioetilalkildisulfidlər 1.5% qatılıqda M-11 yağında mikroorqanizmlərin (bakteriya və kif göbələkləri) təsirinə qarşı effektivliyi yüksəldir;
- mikroblara qarşı xassələrinə görə benzilalkanoildisulfidlər effektiv aşqarlardır;
- benzilalkoksikarbonilmetildisulfidlərin mikroorqanizmlərə qarşı effektivliyi 1.5% qatılıqda yüksək olur. Alkil radikallarının uzunluğunun artması həmin birləşmələrdə biosid effektivliyi bir qədər zəiflədir. Molekulda izo-quruluşun mövcud olması, onların normal quruluşlu birləşmələrlə müqayisədə daha yüksək biosid xassəyə malik olmalarını şərtləndirir;
- tədqiq olunan *orto*-əvəzli tio-, ditiobisfenolların və bisfenoltioselenidlərin sintetik yağın (pentaeritrit efiri - PEE) tərkibində 8-oksixinolin etalonu ilə müqayisədə daha yüksək

bakterisid və funqisid effektivliyə malik olduğu müşahidə olunmuşdur. Tədqiq olunan birləşmələrin yüksək biosid təsirinə malik olmaları onların molekullarında fəza çətinlikli fenolun hidrosil qrupu, kükürd və selen atomlarının birgə iştirakı ilə izah olunur;

- *orto*-əvəzli ditiobisfenolların, eləcə də, bisfenoltioselenidlərin vazelin yağında oksidləşməyə qarşı effektivliyi müəyyən edilmişdir. Birləşmələrin tərkibində kükürdün və selenin mövcudluğu alkilfenolların inhibirləşdirici xassələrinin yüksəlməsinə səbəb olur. Belə ki, bu xassələr onların çox kiçik qatılıqlarında (0.025 -1.0%) müşahidə olunur;
- müəyyən edilmişdir ki, ditiobisfenolun *orta*-əvəzli törəməsi 1% qatılıqda baza yağının (M-11) potensial korroziyaya uğramasını kifayət qədər azaldır;
- sintez olunmuş yeni disulfidlər 0,5% qatılıqda YSM-də yüksək biosid effektivliyi göstərilir;
- müəyyən sürtünmə rejimində praktiki olaraq bütün sintez edilmiş disulfidlər AK-15 yağının yeyilmə və siyirməyə qarşı xassələrini yaxşılaşdırır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Molekulunda aktiv –S–, –S–S– körpüsü, eləcə də karbonil–, oksikarbonil–, efir və azometin– qrupları saxlayan yeni üzvi sulfidlər, disulfidlər və onların törəmələrinin preparativ sintez üsulları işlənmişdir.

Tərkibində karbonil (C=O), oksikarbonil (-OC(O)-) və azometin CH=N qrupları olan dialkil-, alkilbenzildisulfidlər və onların törəmələrinin sürtkü yağlarına, YSM-ə çoxfunksiyalı (mikroblara, oksidləşməyə, yeyilmə və siyirməyə qarşı) aşqar kimi istifadəsinin mümkünlüyü aşkar olunmuşdur.

Yağların və YSM-lərin mikroblara və oksidləşməyə qarşı aktivliyinin artırılması məqsədilə onların oksidləşməsinə və biozədələnmədən effektiv mühafizəsini təmin edən yeni bifunksional aşqarlar - nitrobenzilidenasetamidoktildisulfid və 2,2¹-ditiobis(6- α -metilbenzilfenol) tədqiq edilmişdir.

Alınmış elmi nəticələrə əsasən yüksək funksional xassələrə malik olan birləşmələr və onların kompozisiyalarından sürtkü

yağlarının, YSM-lərin və yağ kompozisiyalarının davamlılığını artırmaq üçün aşqar kimi istifadə etmək olar.

Sintez edilmiş və bəzi effektiv oksidləşməyə, korroziyaya və yeyilməyə qarşı əmtəə aşqarlarından istifadə etməklə metalların kəsmə emalı əməliyyatları üçün yeni YSM kompozisiyaları (yağ və su əsaslı) hazırlanmışdır.

Aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıda adları çəkilən konfranslarda məruzə edilmişdir: VIII Бакинской Международной Мамедалиевской Конференции по нефтехимии (Баку: 2012), 1st International Scientific Conference of young scientists and specialists (Baku: 2014), Ümummilli lider Heydər Əliyevin 92-ci ildönümünə həsr olunmuş “Müasir biologiya və kimyanın aktual problemləri” mövzusunda elmi-praktik konfrans (Gəncə: 2015), Akademik Ə.Quliyev adına Aşqarlar Kimyası İnstitutunun yaradılmasının 50 illiyinə həsr olunmuş “Sürtkü materialları, yanacaqlar, xüsusi mayelər, aşqar və reagentlər” mövzusunda Respublika Elmi Konfransı (Bakı: 2015), Ümummilli lider Heydər Əliyevin 93-cü ildönümünə həsr olunmuş “Müasir kimya və biologiyanın aktual problemləri” mövzusunda beynəlxalq elmi konfrans (Gəncə: 2016), IX Бакинская Международная Мамедалиевская Конференция по нефтехимии (Баку: 2016), “Integration processes of the world science in the 21st century”, International Youth Forum (Ganja: 2016), Gənc alimlərin I Beynəlxalq elmi konfransı (Gəncə: 2016), “Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии”, XXX Международной научно-технической конференции посвященной памяти академика Академии наук Республики Башкортостан Дилюса Лутфуллича Рахманкулова (Уфа: Реактив-2016), “Нефтехимический синтез и катализ в сложных конденсированных системах”, Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию юбилею академика Б.К. Зейналова (Баку: 2017), Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 95-ci ildönümünə həsr olunmuş “Gənclər və elmi innovasiyalar” mövzusunda Respublika elmi-texniki konfrans (Bakı: 2018).

Çap olunmuş elmi əsərlər.

Dissertasiya mövzusu üzrə 22 elmi əsər, resenziya olunmuş jurnallarda 9 məqalə (6-ı beynəlxalq nüfuzlu xarici jurnalda olmaqla), o cümlədən 3-ü tək müəllifli, 12 konfrans materialı çap olunmuş və 1 Azərbaycan Respublikası patenti alınmışdır. Çap olunmuş əsərlər dissertasiyanın mahiyyətini tam əks etdirir.

Müəllifin şəxsi iştirakı. İddiaçı dissertasiyada qarşıya qoyulan məsələlərin həlli, tədqiqatların təcrübi icrası, alınan nəticələrin təhlili, tezis və məqalələrin, dissertasiyanın yazılışı ilə bağlı hər bir mərhələdə məsul iştirakçıdır.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Gəncə Bölməsi və akademik Ə.M.Quliyev adına Aşqarlar Kimyası İnstitutu.

Dissertasiyanın həcmi və quruluşu. Dissertasiya işi 179 səhifə həcmində olub giriş hissədən, 4 fəsildən, nəticələrdən, əlavələrdən, 223 adda ədəbiyyat mənbələri olan ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Dissertasiyaya 19 cədvəl və 11 şəkil daxildir. Dissertasiyanın strukturu mündəricat 2981 işarədən, giriş 14909 işarədən, birinci fəsil 46197 işarədən, ikinci fəsil 25951 işarədən, üçüncü fəsil 37716 işarədən, dördüncü fəsil 43231 işarədən, nəticə 3576 işarədən, ədəbiyyat siyahısı 41101 işarədən, ixtisarlara siyahısı 465 işarədən ibarətdir. Dissertasiyanın ümumi həcmi 175641 işarəni (şəkillər, cədvəllər, qrafiklər, əlavələr və ədəbiyyat siyahısı istisna edilməklə) təşkil edir.

Dissertasiyanın giriş hissəsində mövzunun aktuallığı, tədqiqatın obyekti və predmeti, məqsəd və vəzifələri, üsulları, elmi yeniliyi, nəzəri və praktik əhəmiyyəti, işin aprobeşiyası və tətbiqi, quruluşu, həcmi haqqında qısa məlumatlar verilmiş və əsaslandırılmışdır.

Birinci fəsildə (ədəbiyyat icmalı) üzvi sulfid və disulfidlərin sintezi üsulları göstərilmiş, tərkibində müxtəlif funksional qrup saxlayan birləşmələrin sintezinə həsr olunmuş materiallara istinad etməklə sistemləşdirilmişdir. Həmçinin üzvi disulfidlərin oksidləşmə proseslərinin inhibitoru və biosid aşqar kimi sürtkü yağlarında və YSM-də tətbiqi kimi problemin həllində elmi yanaşmanın əsaslandırılması haqqında məlumatlar şərh olunmuşdur.

İkinci fəsildə tədqiqat obyektlərinin sintezi üsulları, fiziki-kimyəvi xassələri, təcrübənin ümumi aparılma qanunauyğunluqları, sintez edilmiş birləşmələrin quruluş və kinetik tədqiqat üsulları təsvir edilmişdir.

Üçüncü fəsildə məlum və yeni sintez edilmiş dialkildisulfidlərin müxtəlif törəmələrinin fiziki-kimyəvi xassələri, onların molekullarının kvant kimyası üsulları vasitəsilə həndəsi və elektron quruluşların tədqiqinin nəticələri göstərilmişdir. Oksidləşməyə qarşı xassələrin quruluştan asılılığını aşkar etmək məqsədilə bir sıra üzvi sulfid və disulfidlərin karbohidrogen oksidləşməsinin inhibirləşdirilməsi reaksiyalarına təsir mexanizmi öyrənilmişdir.

Dördüncü fəsildə sintez edilmiş birləşmələrin mikroblara, oksidləşməyə, yeyilmə və siyirməyə qarşı xassələrinin tədqiqinin nəticələri təhlil olunmuş, onların quruluşları ilə effektivliyi arasında əlaqə araşdırılmış və nəticədə istehsalatda tətbiq üçün müvafiq aşqarlar təklif olunmuşdur.

Dissertasiyanın sonunda aparılmış tədqiqatların mahiyyətini özündə əks etdirən nəticələr, istinad olunmuş ədəbiyyat siyahısı və əlavələr təqdim olunmuşdur.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Neft məhsullarının istismar xassələrini yaxşılaşdıran mono-, di- və polisulfidlər əsasında alınan kükürd tərkibli çoxfunksiyalı aşqarlara maraq getdikcə artmaqdadır. Bu istiqamətdə geniş tədqiqatların aparılmasına baxmayaraq bəzi məsələlər, o cümlədən aşqarların quruluşlarının reaksiya qabiliyyətinə və funksional xassələrə təsiri kimi məqamlar hələ də geniş işıqlandırılmayıb.

Bunları nəzərə alaraq, biosid xassəli disulfidlərin yeni nümayəndələrinin alınması qarşıya məqsəd qoyulmuş və bu istiqamətdə müxtəlif sintezlər aparılmışdır.

Təqdim olunan dissertasiya işində bir sıra yeni çoxfunksiyalı üzvi dialkildisulfidlərin məqsədyönlü sintezi aparılmış, onların fiziki-kimyəvi xassələri, həndəsi və elektron quruluşları müfəssəl

öyrənilmiş, birləşmələrin funksional xassələri ilə quruluşları arasındakı asılılıq müəyyənləşdirilmişdir.

Üzvi sulfid və disulfidlərin məqsədli sintezi və tədqiqi

Neft-kimya sahəsində aparılan mühüm tədqiqatların istiqamətlərindən biri kükürdtərkibli maddələrə funksional qruplar daxil etməklə yeni maddələrin sintezi və onların sürtkü materiallarında müxtəlif təyinatlı aşqar kimi tədqiqidir.

Məlumdur ki, üzvi birləşmələrin funksional xassələri onların həm kimyəvi, həm də adsorbsiya aktivlikləri ilə fərqlənir ki, bu da molekulda səthi-aktiv qrupların mövcudluğu ilə əlaqədardır.

Bu aspektdə molekulunda disulfid (-S-S-) körpüsü ilə eyni zamanda karbonil (C=O) və oksikarbonil (-OC(O)-) qrupları saxlayan çox funksiyalı xassəyə malik bəzi disulfidlərin sintezi və tədqiqi maraq doğurur.

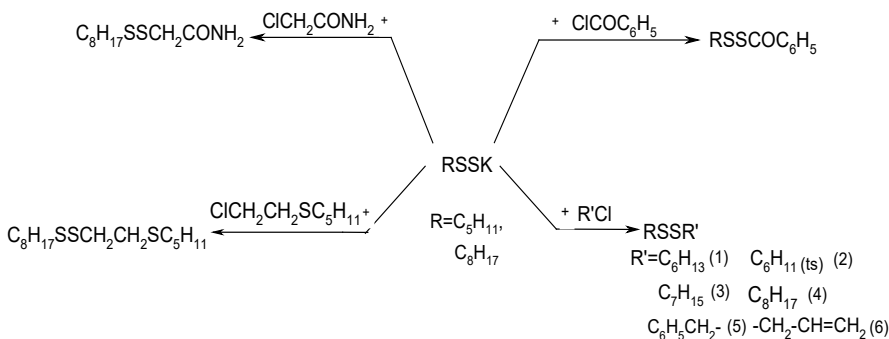


R-S-S-R^1 , burada, $\text{R} = \text{C}_5\text{H}_{11}$; $\text{R}^1 = \text{C}_6\text{H}_{13}$ (1); $\text{C}_6\text{H}_{11-\text{ts}}$ (2); C_7H_{15} (3); C_8H_{17} (4); $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ (5); $-\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ (6);

$\text{R} = \text{C}_8\text{H}_{17}$; $\text{R}^1 = \text{C}_5\text{H}_{11}\text{SCH}_2\text{CH}_2-$ (7); $-\text{CH}_2\text{CONH}_2$ (8); $\text{CH}_2\text{CON}=\text{CHC}_6\text{H}_4\text{NO}_2$ (9).

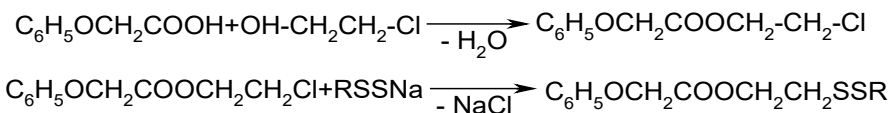
Kaliumoktilmerkaptidlərin kükürd və β -xloretilamilsulfidlə qarşılıqlı təsirindən müvafiq amiltioetiloktildisulfidlər, xlorasetamiddən istifadə etməklə oktilditioasetamid alınmışdır.

Sintez edilmiş birləşmələrin təmizliyi element analiz üsulları, quruluşları isə NMR və İQ spektroskopiya üsulları ilə müəyyən edilmişdir.



Son zamanlar geniş bioaktivlik spektrinə malik fenoksisirkə turşusunun törəmələrinin sintezi və tədqiqi istiqamətində intensiv işlər aparılmaqdadır. Tərkibində fenoksiasetat fraqmenti olan bu sinfin nümayəndələrinin farmokoloji və pestisid aktivlikləri haqda ədəbiyyatda olan məlumatların təhlili bunların fitohormonal və herbisid xassəli olduqlarını göstərir. Fenoksisirkə turşusu əsasında sintez edilmiş maddələrin ağrıkəsici, virus əleyhinə və digər bioaktivlik istiqamətlərində istifadə olunmasının patentləşdirilməsinə baxmayaraq bu cür birləşmələrin çeşidinin genişləndirilməsinə həmişə ehtiyac var. Belə birləşmələrin rahat, asan əldə olunan və iqtisadi cəhətdən səmərəli alınma üsullarının işlənilməsi, daha sonra funksional, o cümlədən onların sürtkü yağları və YSM-də istifadə imkanlarını müəyyənləşdirən biosid xassələrinin tədqiqi perspektiv və aktual istiqamətlərdəndir.

Yuxarıda qeyd olunanlara əsasən yağların mikroorqanizmlərlə biozədələnmədən mühafizəsi məqsədilə yeni, effektiv birləşmələrin əldə edilməsi üçün fenoksisirkə turşusunun törəmələri sintez və tədqiq olunmuşdur. İlkin halogentərkibli komponent kimi fenoksisirkə turşusunun β -xloretilefiri istifadə edilmişdir:



burada: $\text{R}=\text{C}_5\text{H}_{11}$; C_8H_{17} ; $\text{C}_{12}\text{H}_{25}$
 (12) (13) (14)

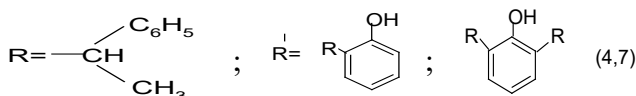
Məlumdur ki, fenol törəmələri arasında fəza-çətinlikli, xüsusilə kükürd tərkibli fenollar effektiv funksional (oksidləşməyə və mikroblara qarşı) xassələrə malikdir. Bu birləşmələrin effektivliyi, onlarda *o*-vəziyyətdə OH-qrupunun hidrogenini optimal ekranlaşdıran əvəzedicilərin olması və müvafiq olaraq fenoksil radikalının zəif olması ilə şərtlənir². Elə bu səbəbdən də onların sürtkü yağlarına və YSM-ə aşqar kimi istifadə edilməsinə böyük maraq var.

Üzvi birləşmələrin perspektiv oksidləşmə inhibitorlarının çeşidini genişləndirmək məqsədilə α -metilbenzilfenolların bəzi funksional-əvəzli törəmələri tədqiq edilmişdir.

İşdə bəzi S- və Se-tərkibli *orto*-əvəz olunmuş α -metilbenzilfenolların funksional effektivliyi təhlil edilmişdir.

Son zamanlar tərkibində iki və daha artıq funksional qrup saxlayan birləşmələrə maraq artmışdır ki, bu da onların bir neçə xassəyə malik olmaları ilə əlaqədardır. Birləşmənin molekul tərkibi və quruluşu ilə funksional xassələri arasındakı qarşılıqlı təsiri öyrənmək üçün tədqiq olunan ditiobisfenolların molekuluna Se atomunun daxil edilməsi maraq doğururdu.

2- və 2,6- α -metilbenzilfenolların S₂Cl₂ ilə qarşılıqlı təsiri ilə 76-93% çıxımla ditiobis(*orto*-alkilfenollar) sintez edilmişdir:



Bisfenoltioselenidlər 2-hidroksi-3 α -metilbenzil-6-tiofenol və ya 4-hidroksi-3,5-di- α -metilbenziltiofenolun dioksan məhlulunda (komponentlərin nisbəti 2:1 mol) selen-2-oksidlə reaksiyasından 65-67% çıxımla alınmışdır.

Birləşmələrin İQ-spektrlərində 840-880 sm⁻¹ sahəsində müvafiq olaraq 1,2- və 1,2,6- udma zolaqları əvəz olunmuş benzol həlqələrini xarakterizə edir. 3450 sm⁻¹ sahəsində dar udma zolağı

²Капустин, В.М. Нефтяные и альтернативные топлива присадками и добавками / В.М. Капустин. Москва: Колос, - 2008. – 232 с.

ekranlaşmış OH-qrupunu xarakterizə edir, 665 sm^{-1} sahəsində görünən zəif udma zolağı isə C-S rabitəsinə uyğun gəlir.

Sintez edilmiş disulfidlərin həndəsi və elektron quruluşlarının kvant kimyası üsulu ilə tədqiqi

Disulfidlərin əksər reaksiyaları -S-S- rabitəsinin aktivləşdirilməsi və parçalanması zamanı baş verir, buna görə də disulfidlərin həndəsi və elektron quruluşu və -S-S- rabitəsinin təbiəti bu birləşmələrin reaksiya qabiliyyətinin əsas göstəricisidir. Bunu nəzərə alaraq, bəzi üzvi disulfidlərin həndəsi və elektron quruluşlarının öyrənilməsi qarşıya məqsəd qoyulmuşdur.

Disulfid rabitəli (-S-S-) maddələr kükürd-üzvi birləşmələrin bioloji proseslərində sürtkü yağlarına və s. aşqar kimi istifadə edilir.

Müasir zamanda kimyəvi seçim üsullarından istifadə aktualdır, kompüter-informasiya texnologiyalarına əsaslanaraq aşqarın molekul quruluşu ilə onun xassələri arasında əlaqə effektiv biosid aşqarların axtarışını sürətləndirir.

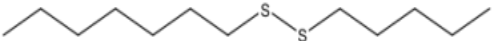
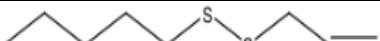
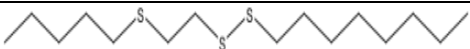
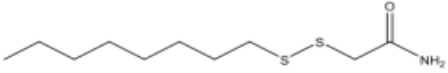
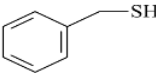
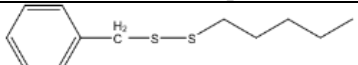
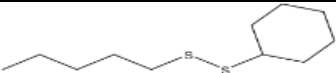
Tərəfimizdən aparılmış fiziki-kimyəvi tədqiqatlar kvant-kimyəvi hesablamaların nəticələrinə əsaslanır və bu üsul hesabi yolla - molekulun quruluş, kimyəvi, fiziki, termodinamik parametrlərini təyin etməyə imkan yaradır. Eyni zamanda həm də rabitə uzunluqları, ardıcılıq qaydası, yuxarı dolmuş molekul orbital (YDMO) və aşağı tam dolmamış molekul orbitalı (ADMO) hesablanmışdır. Kvant-kimyəvi hesablamaların nəticələri əsasında bu birləşmələrin reaksiya qabiliyyəti müəyyən edilmişdir. Reaksiya qabiliyyətinin indeksi kimi atomlarda yüklər, rabitə qaydası, YDMO və ADMO kənar orbitalların enerjisi qəbul olunmuşdur.

Optimallaşdırılmış molekulaların həndəsi və elektron quruluşu funksional sıxlıq üsulu ilə B3LYP/6-31 + G (d,p) funksiyasında GAMESS proqramına uyğun olaraq hesablanmışdır.

Tədqiq olunan birləşmələrin kvant-kimyəvi üsulla hesablanmış parametrləri cədvəl 1 və 2-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1.

**Sintez edilmiş birləşmələrin kvant-kimyəvi üsulla
hesablanmış ionlaşma potensialı və dipol momenti**

No	Birləşmələrin formulları	İonlaşma potensialı I, eV	Dipol momenti D, Debye
1.	 Amilheptildisulfid	6.362	2.342
2.	 Amilallildisulfid	6.389	2.208
3.	 Amiltioetiloktildisulfid	6.106	1.497
4.	 Oktilditioasetamid	6.574	3.556
5.	 Benzilmerkaptan	6.420	1.594
6.	 Benzilamildisulfid	6.346	2.178
7.	 Amilsikloheksildisulfid	6.240	2.359
8.	Natrium pentaxlorfenolyat	5.18	-

Cədvəldən göründüyü kimi birləşmələrin ionlaşma potensialı (4) 6,574 (C_8H_{17} ; -S-S-; $CONH_2$) > (5) 6,420 (C_6H_5 ; CH_2SH) > (2) 6,389 (C_5H_{11} ; -S-S-; $CH_2CH=CH_2$) > (1) 6,362 (C_5H_{11} ; -S-S-; C_7H_{15}) > (6) 6,346 (C_5H_{11} ; -S-S-; $C_6H_5CH_2$) > (7) 6,240 (C_5H_{11} ; -S-S-; C_6H_{17ts}) > (3) 6,106 ($C_5H_{11}S$; - CH_2-CH_2 -; -S-S-; C_8H_{17}) kimidir.

Tədqiq olunmuş disulfidlər üçün dipol momenti (D) belədir: (4) 3,556 > (7) 2,359 > (1) 2,342 > (2) 2,208 > (6) 2,178 > (5) 1,594 > (3) 1,497.

Cədvəl 1-də verilən nəticələrə əsasən 5-7 birləşmələrdə ionlaşma potensialı kiçik olduğu üçün reduksiyaetmə aktivliyi və dipol momenti (D) bir o qədər böyükdür: (7) 2,359 > (6) 2,178 > (5) 1,594.

Cədvəl 2

**Birləşmələrin GAMESS proqramı üzrə B3LYP/6-31+G(d,p)
üsulu ilə həndəsi və quruluş parametrləri**

Rabitənin uzunluğu, Å°							
No	Birləşmə	C ₁ C ₂ N ₁ C ₂	C ₂ C ₃	C ₃ S ₄	S ₄ S ₅ S ₄ C ₅ *	S ₅ C ₆ C ₅ C ₆ *	C ₆ C ₇
1		1,590	1,532	1,851	2,081	1,851	1,530
2		1,334	1,497	1,867	2,080	1,851	1,532
3		1,536	1,531	1,851	2,080	1,857	1,528
4		1,361*	1,534	1,843	2,085	1,851	1,533
5		1,398	1,517	1,849	-	-	-
6		1,537	1,528	1,848	2,083	1,867	1,505
7		1,539	1,532	1,852	2,084	1,861	1,533

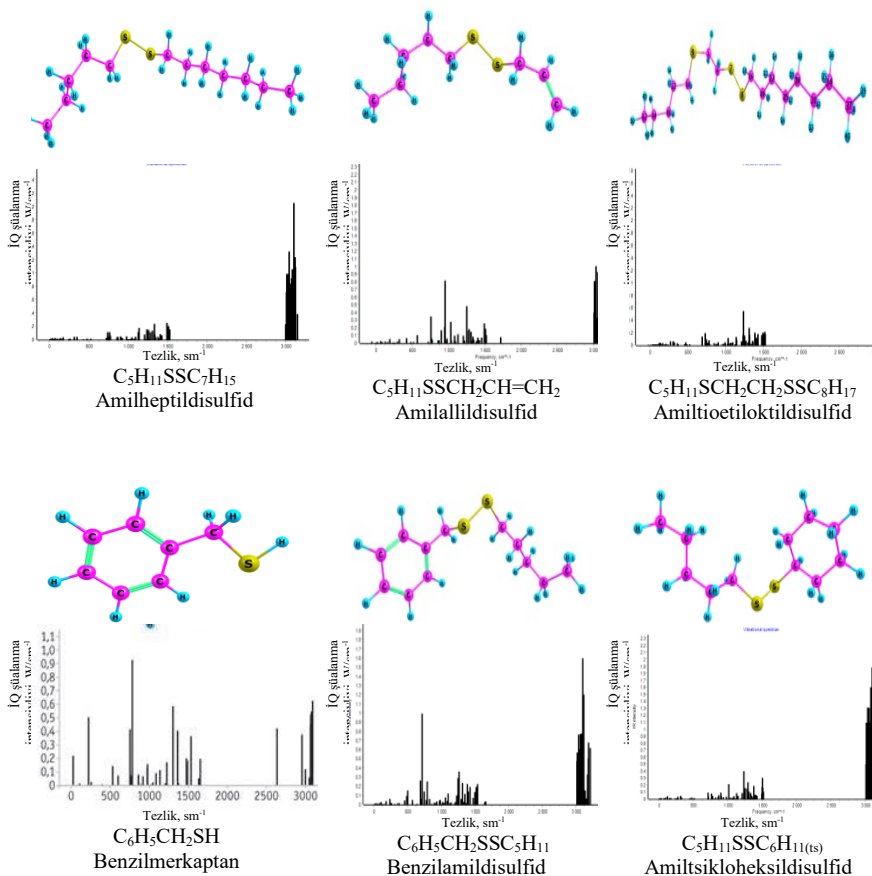
Tədqiq olunan molekularda C-C atomları (cədvəl 2) rabitəsinin uzunluğu C-S və S-S atomları arasındakı rabitələrinə nisbətən azdır (Å):

–C–C: 1,590; 1,532; 1,530; 1,536; 1,536; 1,534; 1,545; 1,536; 1,531; 1,528; 1,835; 1,841; 1,361; 1,534; 1,532; 1,540; 1,398; 1,517; 1,537; 1,528; 1,505; 1,402; 1,394; 1,539; 1,532; 1,533; 1,540; 1,535.

C–S: 1,851; 1,867; 1,531; 1,534; 1,517; 1,528; 1,532.

S–S: 2,081; 2,080; 2,083; 2,085; 2,082; 2,089.

S–C: 1,851; 1,851; 1,857; 1,867; 1,861.



Kvant-kimyəvi hesablamaların nəticələrinə əsasən qeyd etmək olar ki, C-C rabitəsinin uzunluğu 1,53 Å^o-dir. Bu rabitə C-S (1,851 Å^o) və S-S (2,083 Å^o) rabitələrinin uzunluğundan qısa və daha möhkəmdir.

Sintez olunmuş birləşmələrin quruluşu ilə onların oksidləşməyə qarşı təsiri arasında əlaqə

Sintez olunmuş nitrobenzilidenoktilasetamiddisulfid, tio- və ditiobisfenolların *orto*-əvəzolunmuş törəmələrinin (2,2-tiobis(6- α -metilbenzilfenol) və 2,2-ditiobis (6- α -metilbenzilfenol))-un oksidləş-

məyə qarşı xassələri kumolun oksidləşməsi model reaksiyalarında tədqiq olunmuşdur. Onların kumilperoksid radikalları ilə reaksiyasının və kumilhidroperoksidin parçalanmasının kinetik parametrləri öyrənilmişdir. Aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, oksidləşməyə qarşı xassəni xarakterizə edən inhibirləşmənin stexiometriya əmsalı $f=1,92-3,1$ hüdudunda dəyişir. İnhibitorlaşmanın stexiometriya əmsalının ən yüksək qiyməti 2,2¹-ditiobis(6- α -metilbenzilfenol) da ($f=3,1$) müşahidə edilir.

İnhibirləşmənin sürət sabiti (K_7) isə 2,9-3,25 l/mol's hüdudunda dəyişir.

Nitrobenzilidenasetamidoktildisulfid (1) və 2,2¹ditiobis(6- α -metilbenzilfenol)-un (2) kumilperoksidi və kumilhidroperoksidi ilə model reaksiyalarda inhibitor kimi təsirinin tədqiqinin nəticələri göstərir ki, 2-ci birləşmə yüksək reaksiyaya girmə qabiliyyətinə malikdir. Bu birləşmənin bir molekulu kumilbenzilfenolun 19400 molekulunu parçalaya bilir və bu parametr onun effektiv inhibitor xassəsinə malik olduğunu göstərir.

Alınmış nəticələr ionol əmtəə antioksidantı ilə müqayisədə birləşmənin daha yüksək inhibitor effektivinə malik olduğunu göstərir. İonolun f və K_7 göstəriciləri müvafiq olaraq 2,0 və 2,10 l/mol's -dir.

Məlum olmuşdur ki, sintez olunmuş birləşmələr kumolun oksidləşməsinin qarşısını almaqla yanaşı, peroksid zəncirini qırır və eyni zamanda katalitik olaraq əlavə yaranan kumilhidroperoksidi molekulyar məhsullara parçalayır.

Sintez edilmiş maddələrin sürtkü yağları və yağlayıcı soyuducu mayelərdə funksional xassələrinin öyrənilməsi

Mikroblara qarşı xassələrin tədqiqi. Sintez edilmiş birləşmələrin mikroblara qarşı xassələrini öyrənərkən, müxtəlif mikroorqanizm kulturlarının suspenziyasından (ГОСТ 9.052-88, ГОСТ 9.085-78) və aqar mühitində dəlik üsulundan istifadə edilmişdir. Sınaqlar üçün aşağıdakı mikroorqanizmlərdən istifadə olunmuşdur:

Bakteriyalar: *Pseudomonas aeruginosa* BKMB-588 və *Mycobacterium lacticolium* BKMB-355.

Göbələklər: *Aspergillus niger* BKM-1119, *Cladosporium resinae* BKM-1701, *Penicillium chryseum* Thom BKM-245, *Chaetomium globosum* BKM-109, *Trichoderma viride* BKM-1127.

Maya mikroorqanizmləri: *Candida tropicalis*.

Tədqiq olunan birləşmələrin (alkilbenzil-, β-benziltioetilalkil-, benzilalkanoil- və benzilalkoksikarbonilmetil disulfidlər) biosid effektivlikləri M-11 yağında 0,5-1,5% qatılıqda tədqiq olunmuşdur.

Müəyyən olunmuşdur ki, alkilbenzildisulfidlərin fungusid aktivlikləri (26 mm) bakteriyalara (24 mm) nisbətən daha yüksəkdir. Tədqiqatlar göstərdi ki, sintez edilmiş maddələrin quruluşundan asılı olaraq alifatik radikal (C₄H₉ radikalından sonra) böyüdükcə disulfidlərin təsir gücü azalır.

Sintez edilmiş β-benziltioetilalkildisulfidlər həm bakterisid (22 mm), həm də fungusid (26 mm) effektivliyə malikdirlər. Benzilalkanoildisulfidlərin bakterisid aktivlikləri (12-22 mm) fungusidlərlə (12-18 mm) müqayisədə daha yüksəkdir. Tədqiq olunan benzilalkoksikarbonilmetildisulfidlərdə izo-quruluşlu alkil radikallarının iştirakı bakteriyalara qarşı effektivliyin artmasına (26 mm) gətirib çıxarır.

Quruluş və tərkibinə görə bir-birindən fərqlənən tədqiq edilmiş disulfidləri M-11 yağında biosid təsir effektivliyinin dəyişməsinə görə aşağıdakı sıraya düzmək olar:



Bu ardıcılığa nəzər saldıqda görünür ki, tərkibində oksikarbonil qrupu saxlayan disulfidlərin antimikrob xassələri daha yüksəkdir.

Yeni sintez edilmiş üzvi birləşmələrin mikroblara qarşı təsiri M-8 sürtkü yağında və YSM-də tədqiq olunmuşdur (cədvəl 3).

Cədvəl 3

Sintez edilmiş üzvi birləşmələrin M-8 yağında və yağlayıcı-soyuducu mayelərdə antimikrob xassələri

№	Tədqiq olunan birləşmələr	Aşqarın qatılığı, %	Mikroorqanizmlərin məhv olma zonası, mm			
			M-8 yağında		YSM-də	
			Bakteriya qarışığı ƏPA	Göbələk qarışığı SA	Bakteriya qarışığı ƏPA	Göbələk qarışığı SA
1	2	3	4	5	6	7
1	$C_5H_{11}SSC_6H_{13}$	1,0 0,5 0,25	13-13 10-12 + +	14-16 12-14 + +	14-15 11-12	10-12 + +
2	$C_5H_{11}SSC_6H_{11}(ts)$	1,0 0,5 0,25	16-16 12-14 10-10	16-18 14-16 12-12	12-12 + +	35-35 26-26
3	$C_5H_{11}SSC_7H_{15}$	1,0 0,5 0,25	14-16 12-12 10-10	+ +	16-16 12-14	10-12 + +
4	$C_5H_{11}SSC_8H_{17}$	1,0 0,5 0,25	13-14 10-10 + +	12-14 10-12 + +	17-18 14-15	12-14 10-10
5	$C_6H_5CH_2SSC_5H_{11}$	1,0 0,5 0,25	16-18 12-14 10-10	20-23 16-18 12-14	12-14 + +	25-25 18-20
6	$C_5H_{11}SSCH_2CH=CH_2$	1,0 0,5 0,25	16-18 12-14 10-10	32-33 26-28 18-20	14-16 10-10 + +	30-35 26-28 18-20
7	$C_5H_{11}SSCOC_6H_5$	1,0 0,5 0,25	10-12 9-10 + +	15-16 12-12 10-10	12-17 10-10	18-20 14-16
8	$C_5H_{11}SCH_2CH_2SSC_8H_{17}$	1,0 0,5 0,25	12-12 10-10 + +	12-14 12-12 10-10	10-10 + +	12-12 10-10
9	$C_6H_5CH_2SH$	1,0 0,5 0,25	20-22 18-20 10-12	20-20 16-18 14-14		

Cədvəl 3-ün ardı

1	2	3	4	5	6	7
10	$C_6H_4NO_2CH=NCSNH_2$	1,0 0,5 0,25	+ +	15-16 12-12		
11	$C_8H_{17}SSCH_2CONH_2$	1,0 0,5 0,25	26-28 24-26 18-20	16-18 14-14 10-12	18-20 12-14	25-30 17-20
12	$C_8H_{17}SSCH_2CON=CHC_6H_4NO_2$	1,0 0,5 0,25	12-12 + +	14-15 10-12	10-12 + +	20-22 14-16
13	$C_6H_5OCH_2COOCH_2CH_2SSC_5H_{11}$	1,0 0,5 0,25	14-15 10-12	16-17 10-12	16-18 14-14	11-12 08-10
14	$C_6H_5OCH_2COOCH_2CH_2SSC_8H_{17}$	1,0 0,5 0,25	24-26 20-20	23-24 19-19	18-18 13-14	20-20 15-15
15	$C_6H_5OCH_2COOCH_2CH_2SSC_{12}H_{25}$	1,0 0,5 0,25	12-12 10-10	12-14 10-12	13-13 10-10	15-16 12-12
16	Natrium pentaxlorfenolyat (etalon)	0,5 1,0 0,25	13-15 07-10 -	14-16 08-12 -		
17	M-8 yağı	-	+ +	+ +		
18	YSM biosidsiz	-			+ +	+ +

Sintez edilmiş birləşmələrin yağda alınan nəticələrinə əsasən demək olar ki, dialkildisulfidlər (1-4) bakterisid (10-16 mm) və fungisid (12-18 mm) effektivliyə malikdirlər və onlar praktikada tətbiq olunan natrium pentaxlorfenolyata nisbətən yüksək təsir effektivinə malikdirlər. Dialkildisulfidlərə nisbətən benzilmerkaptanın (9) bakterisid aktivliyi (20-22 mm) fungisid (18-20 mm) aktivliyindən yüksəkdir.

Fenoksisirkə turşusunun amilditioetil-, oktilditioetil- və dodesilditioetil efirləri (13-15) həm bakterisid (10-26 mm), həm də fungisid (10-24 mm) aktivliyi göstərilir. Fenoksisirkə turşusunun oktilditioetilefirinin biosid aktivliyi digər iki birləşmənin effektivliklərindən yüksəkdir.

Tədqiq olunan birləşmələrdən amilallildisulfid (6) daha yüksək fungusid aktivliyinə malikdir. Belə ki, birləşmənin göbələklərə qarşı effektivliyi (26-33 mm), bakteriyalara nisbətən (12-18 mm) daha yüksəkdir.

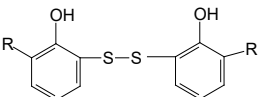
YSM-lərdə aparılan sınaqlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, amilheksildisulfidin YSM-də 0,5 % qatılıqda bakterisid aktivliyi (14-15 mm) göbələklərə qarşı effektivliyindən yüksəkdir.

Amilsikloheksildisulfidin 0,5 % qatılıqda fungusid effektivliyi 35 mm, bakterisid effektivliyi isə 12 mm təşkil edir. Bu birləşmənin fungusid effektivliyi bakterisid effektivliyindən yüksəkdir. Həmin qatılıqda amilheptildisulfid daha yüksək bakterisid xassə göstərir (16 mm). Bu birləşmənin fungusid xassəsi bakterisid xassəsindən zəifdir. Amiloktildisulfidin 0,5 % qatılıqda bakteriyaları məhv etmə zonasının diametri (17-18 mm) təşkil edir, bu da birləşmənin göbələkləri məhvetmə zonasının diametrindən (12-14 mm) yüksəkdir. Amildisulfidfenoksisirkə turşusunun etil efirinin 0,5 % qatılıqda bakterisid xassəsi (16–18 mm) fungusid xassəsindən (11–12 mm) daha yüksəkdir.

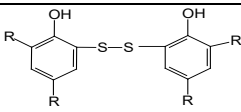
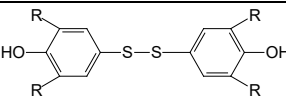
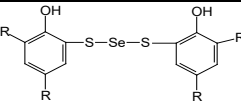
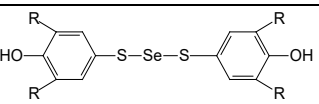
Aparılan tədqiqat işlərini genişləndirmək məqsədilə fenolların kükürd tərkibli törəmələrinin biosid xassələri də tədqiq olunmuşdur. Sintez edilmiş fenolların kükürd tərkibli törəmələri pentaeritrit yağında effektiv bakterisid və fungusid xassələr göstərmişdir.

Cədvəl 4

Tədqiq olunan birləşmələrin mikroblara qarşı aktivliyi

№	Birləşmə	Qatılıq, %	Mikroorqanizmlərin məhv olma zonası, sm	
			Bakteriya qarışığı ƏPA	Göbələk qarışığı SA
1	2	3	4	5
1		0,5	1,4-1,6	2,4-2,6
		0,25	1,0-1,2	2,0-2,2
		0,125	0,8-1,0	1,6-1,8

Cədvəl 4-ün ardı

1	2	3	4	5
2		0,5 0,25 0,125	1,6-1,8 1,4-1,4 + - +	2,0-2,2 1,6-1,6 1,2-1,2
3		0,5 0,25 0,125	1,6-1,8 1,6-1,6 1,0-1,2	2,6-2,8 2,2-2,4 1,6-1,6
4		0,5 0,25 0,125	2,6-2,8 2,8-2,6 1,9-2,0	3,2-3,2 3,0-3,0 2,0-2,2
5		0,5 0,25 0,125	2,0-2,0 1,6-1,8 0,8-1,0	3,0-3,2 2,8-2,8 2,0-2,2
6	8-oksixinolin	1,0 0,5 0,25	1,8-2,0 1,4-1,6 + +	1,6-1,8 0,8-1,1 + +
7	Pentaeritrit efiri (PEE)	-	+ +	+ +

Cədvəl 4-dən görünür ki, sintez edilmiş *bis*fenoltioselenidlər biosid effektivliyinə görə *ditiohis-α*-metilbenzilfenollardan üstündür və 0.25% qatılıqda mikroorqanizmlərin təsir zonası (1,6-1,8 sm) daha yüksək (0,5%) qatılıqda oxşar təsir göstərən *ditiohis-α*-metilbenzilfenolların mikroblara qarşı effektivliyi ilə eyni səviyyədədir.

Tədqiq olunan maddələrin biosid effektivlikləri fəza-çətinlikli fenol molekulunda eyni zamanda S və Se atomlarının olması ilə şərtlənmişdir.

Oksidləşməyə və korroziyaya qarşı xassələrin tədqiqi

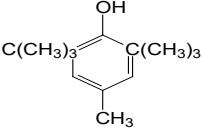
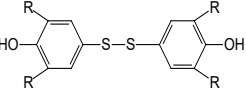
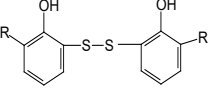
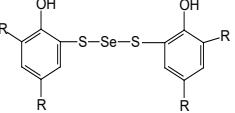
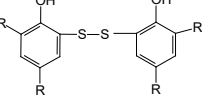
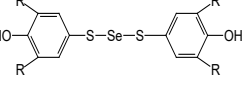
Məlumdur ki, sürtkü yağlarının oksidləşməyə və korroziyaya qarşı xassələrinin yaxşılaşdırılması üçün fenol tipli üzvi birləşmələrdən geniş istifadə olunur.

Çoxfunksiyalı aşqarların sintezi və tədqiqi istiqamətində tərəfimizdən tio- və ditiobis- α -metilbenzilfenolların törəmələrinin oksidləşməyə və korroziyaya qarşı xassələri araşdırılmışdır.

Sintez olunan *orto*-əvəzli ditiobisfenolların (cədvəl 5) vazelin yağında oksidləşməyə qarşı effektivliyi 200°C-də və 0,025-1,0% qatılıqda tədqiq edilmişdir.

Cədvəl 5

Tərkibində S, Se- saxlayan α -metilbenzilfenol törəmələrinin oksidləşməyə qarşı xassələrinin vazelin yağında xemilüminiscent üsulu ilə tədqiqi

Nö	Nümunə	Qatılıq %	XE, %	Nö	Nümunə	Qatılıq %	XE, %
		0,1 0,2 0,5 1,0	47 52 60 66	3.		0,025 0,05 0,1 0,3 0,5 1,0	46 52 61 67 70 82
1.		0,025 0,05 0,1 0,3 0,5 1,0	41 51 67 71 75 77	4.		0,025 0,05 0,1 0,3 0,5 1,0	64 68 74 78 87 90
2.		0,025 0,05 0,1 0,3 0,5 1,0	66 67 72 75 78 80	5.		0,025 0,05 0,1 0,3 0,5 1,0	57 62 67 73 82 88

Beləliklə, tədqiq olunan birləşmələrin vazelin yağında oksidləşməyə qarşı effektivlikləri karbohidrogenlərin α -

metilbenzilfenolların S tərkibli törəmələrlə oksidləşməsinin inhibirləşmə prosesində əldə olunan nəticələri tam təsdiq edir.

Korroziyaya qarşı xassələr isə M-11 yağında (1% aşqar) ДК-HAMИ cihazında mis naftenat katalizatorunun iştirakı ilə (0,02%) 140°C-də 25 saat müddətində tədqiq olunmuşdur.

Sınaq nəticələrindən aydın olur ki, tədqiq olunan maddələr 1% qatılıqda M-11 baza yağının potensial korroziyasını əhəmiyyətli dərəcədə azaldır (230 q/m^3 -dən $2-28 \text{ q/m}^3$ -dək).

Yeyilmə və siyirməyə qarşı xassələr. Yağların, YSM-in xassələrinin yaxşılaşdırılması üçün onların əksəriyyətinin tərkibinə yüksək effektiv aşqarlar, ilk növbədə yeyilmə və siyirməyə qarşı aşqarlar əlavə olunur.

Etibarlı sürtkü materialı əldə etmək üçün mexanizmin istənilən temperatur intervalında və ağır iş şəraitində daimi fəaliyyət göstərməsinə imkan verən effektiv yeyilmə və siyirməyə qarşı aşqarların tədqiqi qarşıya məqsəd qoyulmuşdur. Bu məqsədlə sintez edilmiş üzvi disulfidlərin müxtəlif törəmələrinin triboloji xassələrini öyrənmək üçün funksional təsir və quruluş arasındakı asılılığın mövcudluğu müəyyənləşdirilmişdir.

Yeyilməyə qarşı xassələr dördküreləli sürtünmə cihazında (ASTM-D2266, ASTM-D2536 və ЧИИМ-3.2, ГОСТ 9490-75) tədqiq edilmişdir. Tədqiqatlar AK-15 yağında 1,5% qatılıqda aparılmışdır.

AK-15 yağında amilbenzildisulfid (5), amilheksildisulfid (2), amilallildisulfid (6) və amilheptildisulfid (4) effektiv yeyilməyə qarşı xassəyə malikdir. 1,5% (kütlə) qatılıqda yeyilmə ləkəsinin diametri (D_y) 0,80 mm- dən 0,62-0,52 mm-dək azalır.

Sınaqların nəticələrinə əsasən müəyyən sürtünmə şəraitində praktiki olaraq bütün sintez edilmiş disulfidlər AK-15 yağının yeyilmə və siyirməyə qarşı xassələrini yaxşılaşdırır (cədvəl 6).

Beləliklə, 1,5% benzil-, allil- və amiltioetiloktildisulfidlərin əlavə edilməsi yağın siyirmə indeksini I_s müvafiq olaraq 323-dən 458 N-ə qədər artırır. Bu zaman P_b və P_q göstəriciləri də artır.

Sürtkü yağında yeyilmə və siyirməyə qarşı aşqar kimi tədqiq olunmuş üzvi disulfidlərin sınaqlarının nəticələri

№	Nümunə	Qatılıq	$\dot{I}_s, N$	P_b	P_q	D_y
1	AK-15	-	323	588	980	0,80
2	AK-15+C ₅ H ₁₁ SSC ₆ H ₁₃	1,5	390	770	3070	0,54
3	AK-15+C ₅ H ₁₁ SSC ₆ H _{11-ts}	1,5	379,26	784	2450	0,63
4	AK-15+C ₅ H ₁₁ SSC ₇ H ₁₅	1,5	398,86	784	3096,8	0,52
5	AK-15+ C ₅ H ₁₁ SSCH ₂ C ₆ H ₅	1,5	411,6	617,4	3096,8	0,54
6	AK-15+ C ₅ H ₁₁ SSCH ₂ CH=CH ₂	1,5	431,2	784	3096,8	0,62
7	AK-15+ C ₅ H ₁₁ SCH ₂ CH ₂ SSC ₈ H ₁₇	1,5	458,64	980	2450	0,63
8	AK-15+ C ₅ H ₁₁ SSCOC ₆ H ₅	1,5	335,16	588	2450	0,58
9	AK-15+ C ₈ H ₁₇ SSCH ₂ CON=CHC ₆ H ₄ NO ₂	1,5	398	640	1381	0,8
10	SAE 80W90 GL-5 (etalon)	1,5	568	235	3687	0.40
11	TAD-17ИХП	1,5	646	1235	3920	0.55

Yeni yağlayıcı-soyuducu texnoloji vasitə kompozisiyalarının hazırlanması

Aşqarların keyfiyyəti əksər hallarda sürtkü materiallarına qoyulan tələblərə cavab vermir. Buna görə, sənayenin sürtkü materialları ilə təmin edilməsi problemlərinin həllində ən vacib vəzifələrdən biri yeni kükürd tərkibli aşqarların yaradılmasıdır.

Metalların kəsmə üsulu ilə emalında və digər əməliyyatlarda (itiləmə, frezləmə və yiv açma) MP tipinin (MP-1, -7) YSM-ləri geniş şəkildə istifadə edilir.

Sənayedə istifadə olunan kəsici alətlərin məhsuldarlığını artıran və emal olunmuş səthlərin keyfiyyətini yaxşılaşdıran YSM-lərin çeşidini genişləndirmək məqsədilə И-12 sənaye yağında az sayda aşqar istifadə etməklə, YSM-nin MP tipinin yeni kompozisiyaları hazırlanmışdır.

Sürtkü yağlarının istismar xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmaq üçün hazırladığımız aşqar kompozisiyalarında aşağıdakılardan

istifadə edilmişdir: yuyucu-dispersləşdirici C-75 tipli aşqar, oksidləşməyə qarşı aşqar ИХП-103 və yeyilməyə qarşı aşqar ИХП-14А. Bundan başqa YSM kompozisiyasına mikroblara, oksidləşməyə və yeyilməyə qarşı xassələrə malik sintez edilmiş üzvi disulfidlər də əlavə edilmişdir.

Hazırlanmış YSM kompozisiyasının tərkibi:

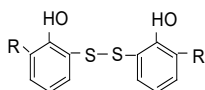
YSM -1 И-12 + 3% C - 75 + 2% nümunə 1 + 2% ИХП-14А

YSM -4 И-12 + 3% C - 75 + 2% ИХП-103 + 2% nümunə 4

YSM -5 И-12 + 3% C - 75 + 2% ИХП-103 + 2% nümunə 5

YSM -6 И-12 + 3% C - 75 + 2% ИХП-103 + 2% nümunə 6

YSM -7 И-12 + 3% C - 75 + 2% ИХП-103 + 2% nümunə 7



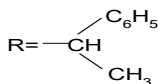
Sample1



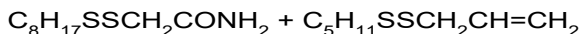
Nümunə 4



Nümunə 5



Nümunə 6



(1:1,5)

Nümunə 7

Aparılmış sınaqların nəticələrindən məlum olmuşdur ki, tədqiq edilən YSM-lər korroziyanı, sürtünməni və səthin dağılmasını azaldır.

Hazırlanmış YSM kompozisiyalarının fiziki-kimyəvi xassələri, o cümlədən siyirmə indeksi (I_s), böhran yükü (P_b), qaynaq yükü (P_q) tədqiq olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, hazırlanmış YSM-lər yüksək effektivliyə malik olaraq korroziyanı 190-dan 2 və 28 qm³-yə, həmçinin yeyilmə və sürtünməni azaldır ($D_y = 0,6$ sm)

NƏTİCƏLƏR

1. Tərkibində müxtəlif funksional qruplar: -S-, -S-S- qrupu, karbonil-, oksikarbonil- və digər fraqmentlər saxlayan dialkil-, alkilaril- disulfidlər sintez edilmiş, quruluşları NMR və İQ spektroskopiya üsulları ilə təsdiqlənmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, birləşmələrə müxtəlif funksional qruplar daxil edildikdə onların həndəsi və elektron quruluşu dəyişir və rabitə uzunluğuna, atomların yükünə, elektron sıxlığına, dipol momentlərinə görə maddələrin reaksiyaya girmə qabiliyyəti artır ki, bu da öz növbəsində yağların mikroba və oksidləşməyə qarşı aşqar kimi effektivliyini yüksəldir. İlk dəfə olaraq kvant kimyası üsullarından istifadə etməklə müəyyən edilmişdir ki, C-C rabitəsinin uzunluğu ($1,53\text{Å}$), C-S ($1,851\text{Å}$) və S-S ($2,083\text{Å}$) rabitələrinin uzunluğundan qısadır və bu, birləşmələrin daha davamlı olmasına səbəb olur [1-5, 9, 19, 21].
2. Yeni sintez olunmuş birləşmələrin antimikrob, oksidləşmə, yeyilmə və korroziyaya qarşı xassələri sürtkü materiallarında aşqar kimi tədqiq edilmiş, onların M-11 yağında biosid effektivliklərini aşağıdakı ardıcılıqla ifadə etmək olar [10, 14, 15, 22]:
$$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{SSR} < \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{SCH}_2\text{CH}_2\text{SSR} < \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{SSC}(\text{O})\text{R} < \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{SSCH}_2\text{CO}(\text{O})\text{R}.$$
3. Tədqiqatlar nəticəsində aşkar olunmuşdur ki:
 - alkilbenzildisulfidlərin sürtkü yağlarında qatılıqlarının artması ($0,5\text{-}1,5\%$ kütlə) onların təsir effektivliyinin yüksəlməsinə, radikalların böyüməsi isə biosid effektivliyinin qismən azalmasına səbəb olur [2];
 - β -benziltioetilalkildisulfidləri $0,5\text{-}1,5\%$ qatılıqda M-11 yağının bakteriya və göbələklərə qarşı davamlılığı artırır, alkil radikallarının uzunluğunun artması mikroorqanizmlərə qarşı ciddi təsir göstərmir [3];
 - benzilalkanoildisulfidlər bakterisid və fungisid xassələrinə görə alkilbenzildisulfidlərdən aktiv, biosid xassələrinə görə yalnız benzilalkoksikarbonilmetildisulfidlərdən zəifdir [4];

- M-11 yağına benzilalkoksikarbonilmetildisulfidlərin 0,5-1,5% qatılıqda əlavə olunması mikroorqanizmlərlə zədələnmədən qoruyur, izo-quruluşlu radikallar isə normal quruluşlu radikallar saxlayan birləşmələrlə müqayisədə daha yüksək biosid xassələrə malikdir [5, 6];
 - *ditio*bisfenollar və *bis*fenolselenidlərin *orto*-əvəzli törəmələri sintetik pentaeritrit efirinin (PEE) tərkibində effektiv bakterisid və fungisid xassə göstərir və etalon kimi qəbul edilmiş natrium pentaxlorfenolyatdan daha effektivdirlər. Tədqiq olunan birləşmələrin mikroblara qarşı yüksək effektivliyi onların molekulalarına daxil olan fəza çətinlikli fenol fraqmentləri, S və Se ilə şərtlənir [11, 12].
4. Sintez olunmuş birləşmələrin oksidləşməyə qarşı təsiri kumolun oksidləşməsi modelində tədqiq olunmuş, oksidləşməyə qarşı xassəni xarakterizə edən inhibirləşmənin stexiometriya əmsalı $f=1,92-3,1$ həddində, sürət sabiti (K_7) isə 2,9-3,25 l/mol·s intervalında dəyişdiyi müəyyən edilmişdir. Alınmış nəticələr ionolla müqayisədə onların daha yüksək inhibitor effektivinə malik olduqlarını, kumolun oksidləşməsinin qarşısını almaqla yanaşı, peroksid zəncirini qırması, eyni zamanda katalitik olaraq əlavə yaranan kumilhidroperoksidi molekulyar məhsullara parçalamasını göstərmişdir.
 5. Aşkar edilmişdir ki, α -metilbenzil-əvəzli fenolların tərkibinə S və Se atomlarının daxil edilməsi kiçik qatılıqlarda oksidləşməyə qarşı effektivliyi artırır və onların korroziyaya qarşı davamlılığını təmin edir.
 6. Üzvi disulfidlərin triboloji parametrləri öyrənilmiş və bu aşqarların AK-15 yağının tərkibində olan allil-, benzil-, alkanoil fraqmentləri ilə birgə yeyilmə və siyrlməyə qarşı xassələri yaxşılaşdırdığı aşkar edilmişdir. Amilbenzil-, amilallil-, amiltioetiloktildisulfidlər 1,5% qatılıqda AK-15 yağının siyrlmə indeksini (I_s) 323-dən 458 N-a qədər artmış, böhran yükü (P_b) 588-dən 980 N qədər, qaynaq yükü (P_q) 980-dən 3097 N qədər yüksəlir, yeyilmə ləkəsinin diametri isə (D_y) 0,80-dən 0,52 mm-ə qədər azalır [13, 16].
 7. Sintez edilmiş çoxfunksiyalı üzvi disulfidlər və müxtəlif əmtəə

aşqarlarından istifadə etməklə II-12 sənaye yağı əsasında yeni effektiv biostabil MP tipli yağlayıcı-soyuducu maye kompozisiyaları hazırlanmış və tədqiq edilmişdir.

Dissertasiyanın nəticələri aşağıdakı elmi əsərlərdə əks olunmuşdur:

1. Əliyev, F.Y., Əzizova, S.M. Ksantogenat və ditiokarbamat turşularının efirlərinin antimikrob xassələri // Материалы VIII Бакинской Международной Мамедалиевской Конференции по нефтехимии, - Баку: - 3-6 октября, - 2012, - с. 434-435.

2. Əliyev, F.Y., Əzizova, S.M. Alkilbenzildisulfidlərin sintezi və antimikrob xassələrinin sürtkü yağlarına təsirinin tədqiqi // АМЕА-nın Gəncə Bölməsinin Xəbərlər məcmuəsi, - Gəncə: -2013. № 53, - с. 45-50.

3. Aliev, F.Y. Synthesis of β -benzylthioalkyldisulfides and investigation of their antimicrobial properties / Fuad Aliev, Sara Azizova // Processes of petrochemistry and oil-refining, - 2013. vol. 14, № 3(55), -p. 180-185.

4. Алиев, Ф.Ю., Азизова, С.М. Антимикробные эффективность бензилалканойлдисульфидов в составе масла М-11 // Молодой ученый, Казань: - 2014. №17(76), - с. 22-25.

5. Aliev, F.Y. Benzyl alkoxy carbonyl methyl disulfides as the antimicrobial additives to the lubricating oils / Fuad Aliev, Sara Azizova // Processes of petrochemistry and oil-refining, - 2014. vol. 15, № 1(57), -p.15-20.

6. Aliyev, F.Y., Azizova, S.M. Benzylalkanoildisulfides as antimicrobial agents // The role of multi disciplinary approach in solution of actual problems of fundamental and applied sciences (earth, technical and chemical). 1st International Scientific Conference of young scientists and specialists, - Baku: - 15-16 october, - 2014, -p. 373-375.

7. Алиев, Ф.Ю., Азизова, С.М. Исторический аспект исследования антимикробных присадок к смазочным маслам / Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr olunmuş “Müasir biologiya və kimyanın aktual

problemləri” mövzusunda elmi-praktik konfransı, - Gəncə: -05-06 may, - 2015, - s. 219-223.

8. Azizova, S.M. Chemical and physical methods for controlling microbiological growth in lubricating oils // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, - Bakı: - 2015.№ 12, - s.44-47.

9. Алиев, Ф.Ю., Азизова, С.М. Защита смазочных масел от микробиологического поражения // Akademik Ə.Quliyev adına Aşqarlar Kimyası İnstitutunun yaradılmasının 50 illiyinə həsr olunmuş “Sürtkü materialları, yanacaqlar, xüsusi mayelər, aşqar və reagentlər” mövzusunda Respublika elmi konfransı, Məruzələrinin tezisləri, - Bakı: - 13- 14 oktyabr, - 2015, - s. 128.

10. Azizova, S.M. Influence of functional groups on the antimicrobial properties in lubricating oil M-11 // Theoretical & Applied Science Technological advances, - Philadelphia, USA: - 2016. №03 (35), - p.186-188.

11. Мамедова, П.Ш. Исследование антиокислительных и антимикробных свойств серосодержащих производных прострастенно-затрудненных фенолов / П.Ш.Мамедова, Э.Р.Бабаев, И.М.Эйвазова, С.М.Азизова, О.Ю.Полетаева, Э.М.Мовсумзаде, Г.Ю.Колчина // Нефтегазохимия, - Москва: - 2016. №4, - с.27-30.

12. Алиев, Ф.Ю., Мамедова, П.Ш., Азизова, С.М., Бабаев, Э.Р., Султанова, С.А. S, Se-содержащие производные α -метилбензил-фенолов в качестве многофункциональных присадок к смазочно-охлаждающим жидкостям // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş “Müasir kimya və biologiyanın aktual problemləri” mövzusunda beynəlxalq elmi konfransın materialları, - Gəncə: - 12 -13 may, - 2016, - s.107-108.

13. Мамедова, П.Ш., Азизова, С.М., Бабаев, Э.Р., Солтанова, З.Г., Аминова, Б.М. Органические дисульфиды в качестве многофункциональных присадок к смазочным маслам // Тезисы докладов IX Бакинская Международная Мамедалиевская Конференция по нефтехимии, - Баку: - 4-5 октября, - 2016, - с.172.

14. Azizova, S.M. Protection of the lubricating oils from against biodegradation of special biocidal additives // Integration processes of the world science in the 21st century. International Yourth Forum, Book of abstracts, - Ganja: -10 - 14 october, - 2016, - p. 31-33.

15. Азизова, С.М. Оценка бактерицидной эффективности дисульфидов как присадок к смазочным маслам // Gənc alimlərin I Beynəlxalq elmi konfransının materialları, - Gəncə: - 17 – 18 oktyabr, - 2016, - s. 230-232.

16. Мамедова, П.Ш., Бабаев, Э.Р., Азизова, С.М., Солтанова, З.К., Исмаилов, И.П. Исследование некоторых серосодержащих соединений в качестве многофункциональных присадок к смазочным маслам и смазочно-охлаждающим жидкостям // Тезисы докладов XXX Международной научно-технической конференции «Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии» посвященной памяти академика Академии наук Республики Башкортостан Дилюса Лутфуллича Рахманкулова, -Уфа:- 14-16 ноября, - 2016, - с. 38-39.

17. Aliyev, F.Y., Mammedova, P.Sh., Azizova, S.M. Antimicrobial studies of organic disulfides as additive // Тезисы докладов Международной научно-технической конференции «Нефтехимический синтез и катализ в сложных конденсированных системах» посвященной 100-летию юбилю академика Б.К. Зейналова, - Баку: - 29-30 июня, 2017, - с. 131.

18. Мамедова, П.Ш., Бабаев, Э.Р., Азизова, С.М., Солтанова, З.К., Исмаилов, И.П., Аминова, Б.М. Влияние S-содержащих присадок на смазывающие свойства смазочно-охлаждающих жидкостей // Тезисы Докладов VI Международной Научно-Технической Конференции «Альтернативные источники сырья и топлива», - Минск: - 30 мая - 1 июня, - 2017, - с. 58.

19. Fərzəliyev, V.M., Fenoksisirkə turşusunun β -tioamiletil efiri sürtkü yağlarına antimikrob aşqar kimi, Patent i2018 0047, Azərbaycan Respublikası / Məmmədova P.Ş., Əliyeva H.Ş., Babayev E.R., Sultanova S.Ə., Soltanova Z.Q., Əzizova S.M.

20. Алиев, Ф.Ю., Мамедова, П.Ш., Бабаев, Э.Р., Азизова, С.М., Солтанова, З.К. Исследование антимикробных свойств

производных 1-амилтио-3-хлор пропанола-2 в качестве присадок к смазочным маслам и смазочно-охлаждающим жидкостям // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 95-ci ildönümünə həsr olunmuş “Gənclər və elmi innovasiyalar” mövzusunda Respublika elmi-texniki konfransın materialları, - Bakı: - 3 -5 may, - 2018, - s. 323-324.

21. Бабаев, Э.Р. Исследование ряда органических дисульфидов в качестве антимикробных присадок к смазочным маслам / Э.Р. Бабаев, Ф.Ю. Алиев, Э.М. Мовсумзаде, О.Ю. Полетаева, С.М. Азизова, П.Ш. Мамедова // Территория Нефтегаз, - Москва: - 2019. № 1–2, - с.74-79.

22. Əzizova, S.M. Bəzi üzvi disulfidlərin sürtkü yağlarının biodavamlılığına təsirinin tədqiqi // AMEA-nın Gəncə Bölməsinin “Xəbərlər məcmuəsi”, - Gəncə: - 2019. №78(4), - s.34-38.

Dissertasiyanın müdafiəsi 25 iyun 2021-ci il tarixində saat 10⁰⁰
AMEA akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri
İnstitutu nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 Dissertasiya şurasının
iclasında keçiriləcək.

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

Dissertasiya ilə AMEA akad. Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-
Kimya Prosesləri İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq
mümkündür.

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

Avtoreferat 21 may 2021-ci il tarixində zəruri ünvanlara
göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 19.05.2021
Kağızın formatı: 60x84 16/¹
Həcm: 39543
Tiraj: 100