

Sürtküler

E.Ə. Nağıyeva, t.e.d.
Aşqarlar Kimyası İnstitutu

e-mail: aki05@mail.ru

Açar sözlər: sürtkü yağları, sürtküler, nanoölçülü əlavələr, qrafen.

DOI.10.37474/0365-8554/2023-10-30-35

Смазки	Lubricants
Э.А. Нагиева, д.т.н. Институт химии присадок	E.A. Nagiyeva, Cand. in Tech. Sc. Institute of Chemistry of Additives
Ключевые слова: смазочные масла, смазки, нанодобавки, графен.	Keywords: lubricating oils, lubricants, nanoparticles, graphene.
К смазочным материалам относятся смазочные масла и смазки. Большую часть смазочных материалов составляют смазочные масла, из них только 8 % приходится на смазки. Смазки подразделяются на твердые, газообразные и пластические. Из них наиболее широко используются пластические смазки. В производстве смазок в качестве жидкой основы используются различные минеральные, растительные и синтетические масла. По сравнению с маслами показаны преимущества смазок. Пластические смазки в некоторых случаях могут заменить смазочные масла.	The article indicates that lubricating materials include lubricating oils and lubricants. The majority of lubricating materials are lubricating oils, of which only 8 % are lubricants. Lubricants are divided into solid, gaseous and grease (semisolid). Of the lubricants, greases are the most widely used. In the production of lubricants as a liquid base various mineral, vegetable and synthetic oils were used. Lubricants are preferred over oils. In some cases plastic lubricants can replace lubricating oils.
Анализ научно-технической и патентной литературы показал основные направления в области разработки смазок. К ним относятся: широко распространенные смазки "Lithium", наноразмерные частички и графен как добавки к смазкам, высокощелочные кальциевые смазки и другие.	Analysis of scientific, technical and patent literature showed the main directions in the development of lubricants. These include: widely used "Lithium" lubricants, nanosized particles and graphene as additives to lubricants, high-alkaline calcium lubricants, and others.
В Институте химии присадок им. акад. А.М.Кулиева также ведутся научно-исследовательские работы в области разработки смазок.	Research and development work related to lubricants is also underway at the Institute of Chemistry of Additives after acad. A.M. Guliyev.

Məqalənin məqsədi sürtküler haqqında məlumat və bu sahənin inkişafının əsas istiqamətlərini göstərməkdir. Sürtküler – sürtünmənin azalmasına səbəb olur. Onlar bərk, qaz və plastik halında olan maddələrə bölünür [1].

Təsnifata görə sürtkü materiallarının 90 %-dən çoxunu sürtkü yağları, 8 %-ni sürtküler təşkil edir. Sürtkü yağları 40 mln. t-dan çox olduqca plastik sürtküler 1 mln. t-a qədərdir [2].

Bərk sürtküler toza oxşar və ya plyonka örtüklü olan, sürtünməni və sürtünən səthlərin yeyilməsini azaldan maddələrdir.

Bərk sürtküler üzvi və qeyri-üzvi, təbəqəli quruluşla malik – qrafit, molibden, disulfid, bor nitrid, bəzi pigmentlərdən (rəngləyicilər) və s. maddələrdir.

Bərk sürtküler kimi həmçinin yumşaq metallar – qurğuşun, sink və s. plastmaslar, polimerlər – politetraflorətilen (teflon), polietilen və başqaları istifadə edilir.

Bərk sürtkülerin istifadəsi hazırda azdır, onlar ağır şəraitdə işləyən maşın və mexanizmlərin çox yüksək (1500 °C-yə qədər) və ya olduqca aşağı (mənfi 200 °C) temperaturda, yüksək yüklənmədə, nüvə şüalanmasında, dərin vakuum şəraitində və s. tətbiq edilir.

Son illərdə bərk öz-özünə yağlanan materiallar yaradılmışdır. Onlardan, florooplast saxlayan

məsaməli metallik örtükləri və molibden disulfidi saxlayan polimer materialları misal göstərmək olar.

Qaz halında sürtküler fərdi qazları, onların qarışığını və ya bəzi üzvi maddələrin buxarlarını təşkil edir. Hava atmosferinin qazlar və buxarlarla dəyişilməsi zamanı, onların təsiri yağlanmamış səthlərin sürtünməsi və yeyilməsinin azalmasına əsaslanır. Bu keyfiyyətdə sürtkülerdən neft məhsullarının buxarlarından (məsələn, kerosin), reaksiyaya girə bilən qazlar, kükürd və halogen saxlayan birləşmələrdən (CCl_2F_2 , CBrF_3 və s.) istifadə etmək olar.

Bəli sürtküler metalların səthinə qarşılıqlı kimyəvi təsir edərək, onların səthində sürtkü pərdəsini əmələ gətirir. Onların yaxşı cəhətləri sürtünmə əmsalının aşağı olması və sürtünmə hissələrində çirklənmənin tamamilə olmamasıdır. Onlardan çox aşağı (kriogen) ya çox yüksək temperaturda, əhəmiyyətli dərəcədə xüsusi gərgin radiasiya zamanı istifadə edilir, lakin bu qrup sürtkü materialları az yayılmışdır.

Plastik sürtküler ən geniş istifadə olunan sürtkülərə aiddir.

Sadə halda plastik sürtküler iki komponentdən ibarətdir – maye əsasdan (dispers mühitli) və bərk qatılaşdırıcıdan (dispers fazadan). Sürtkülerin istehsalında maye əsası kimi müxtəlif mineral, bitki və sintetik yağlar istifadə edilir [3].

Adətən sürtkülerin tərkibini 8–12 % bərk qatılaşdırıcı təşkil edir (nadir hallarda 15–20 %). Qatılaşdırıcılar dispers mühitdə stabil quruluş sistemi yarada bilən bərk maddələrdir. Bu maddələr aşağıdakılardır: bərk karbohidrogenlər – parafin, se-rezin, petrolatum və müxtəlif mumlar; sabunlar – metalların və yüksəkmolekullu alifatik turşuların duzları; qeyri-üzvi və üzvi maddələr – gil, selikagel, bentonit, həmçinin yüksək temperaturda əriyən üzvi maddələr – pigment, seluloz, sidik cövhəri törəmələri. Daha çox yayılan 1 və 2-ci qatılaşdırıcılarıdır.

Plastik sürtküler bəzi hallarda sürtkü yağlarını əvəz edə bilər.

Hazırda onlar ümumi istehsal olunan sürtkü materiallarının 6–7 %-ni təşkil edir.

Rusiya sürtkülerin sənaye istehsalının yaradılması XX əsrin əvvəlinə təsadüf edir.

Neft qalıqlarının və qatran turşularının kalsium sabunları ilə qatılaşmasından araba yağı alınır. Sürtküler adətən onların hazırlanmasında istifadə edilən sabunların adları ilə adlandırılır. Sabunlar kimi stearin və oksi-stearin turşularının duzlarından istifadə edilir. Turşuların kalsium duzundan

istifadə etməklə alınan bu sürtkü Ca sürtküsü adlanır. Həmin sürtkülerin köhnə adı "Solidol"dur. Ca sürtküsü yaxşı sürtkü hesab edilir. Belə ki, o, çox geniş temperatur intervalında istifadə edilə bilər və suya davamlıdır.

Solidol 1906-cı ildə Rusiyada hazırlanmağa başlanmışdır. Son illərdə texnikanın yüksək sürətlə inkişafı, əsasən İkinci Dünya müharibəsi zamanı və ondan sonralar çox çətin şəraitdə işləyən mexanizmlərin meydana gəlməsinə səbəb olmuş, bu da sürtkü yağlarına olan tələbləri artırmışdır. Bu tələbləri sürtkü yağları təmin etmədiyindən plastik sürtkülərə olan marağı əhəmiyyətli dərəcədə artırmışdır. Plastik sürtkülerin alınma və istifadəsinə elmi yanaşma, onların xassələri və təbiətinə qoyulmuş müasir əsaslarını verən tədqiqatçılardan biri Sovet alimi D.S.Velikovski (1892–1959) olmuşdur. 1931–1932-ci illərdə onun yerinə yeridiyi işlərdə birinci olaraq sürtkülerin xassələri və quruluşu arasındakı asılılıq müəyyən edilmişdir.

Sürtkülerin istehsalının artması ilə, eyni zamanda onların istifadə sahələri də genişlənməmişdir. Bu da öz növbəsində bu sahədə sonrakı eksperimental və elmi-tədqiqat işləri üçün şərait yaratmışdır. Müxtəlif xassəli plastik yağlardan müxtəlif məqsədlər üçün maşın və mexanizmlərin müxtəlif önlü şəraitdə istismarı zamanı istifadə edilməyə başlanmışdır. Hazırda sürtkülerin istifadəsi: maşın və mexanizmlərdəki sürtünmə və yeyilmənin ümumi təyinatlı antifriktsion və texnoloji cəhətdən metalların təzyiqlə işləməsi zamanı texnoloji proseslərin yüngülləşməsinə; metal məmulatların korroziyadan qoruyan-mühafizə edilməsinə; sürtünən səthlərin – salniklərin kipləşməsinə, çatların məsamələrin sıxlaşdırılmasına; səthlərin sürüşməsinin qabağını almaq üçün sürtünən səthlərin bir-birinə uyğunlaşmasının yaxşılaşdırılmasında və s.

Sürtkülerin əksəriyyəti birinci iki qrupa aiddir. Lakin onların bəli təsnifatı şərtidir. Belə ki, bütün sürtünməyə qarşı (antifriktsiya) sürtküler az və ya çox hallarda metalları korroziyadan qoruyandır, mühafizə sürtküləri müəyyən şəraitdə sürtünməyə qarşı işləyə bilər. Sıxlaşdırıcı sürtkü yağları yüksək kipləşdirici qabiliyyətindən başqa sürtkü və qoruyucu xassəsinə malik olmalıdır.

Yağlara nisbətən sürtkülerin üstünlüyünü aşağıdakı kimi göstərmək olar:

– meyilli və şaquli səthlərdə saxlama qabiliyyəti, axmır və artıq yüklənmədə hissəciklərdən bəslənib çuxmır; daha yaxşı yağlamaya malikdir, yəni yüksək yeyilmə və siyirmə xassəli; metal səthini korroziyadan daha yaxşı qorumaq qabiliyyəti;

sürtünmə hissələrinin yaxşı kipləşdirilmə qabiliyyətinin olması, onlara arzuolunmaz məhsulların daxil olunmasından qorunması; daha geniş temperatur diapazonunda iş qabiliyyəti və yaxşı özlülük-temperatur xassəli; istismarın kəskin şəraitdə daha effektiv işləməsi (eyni zamanda yüksək temperatur təsiri, təzyiq altında, sürətlərin dəyişən rejimində və s.); yüksək iş qabiliyyəti hesabına və az sərfəliyinə görə qənaətiliyi.

Sürtkürlərin əsas çatışmayan cəhətləri bunlardan ibarətdir: yağlanan hissələrdən istiliyin kənarlaşdırılmaması, sürtünmə hissələrinə daha mürəkkəb verilmə sistemi; sabun sürtkürlərinin aşağı kimyəvi sabitliyi onların yüksək oksidləşmə və istismar xassələrinin pisləşməsinə səbəb olması.

Son zamanlar plastik sürtkürlərin hazırlanmasında dispers faza kimi silisium oksiddən geniş istifadə edilir. Bu qatıladdırıcı ilə alınmış sürtkürlər yüksək sabitliyi və korroziyaya qarşı xassələrinə görə çox fərqlənir [4].

Dünya miqyasında ən geniş yayılmış sürtkü "Litium" hesab edilir. Adından göründüyü kimi, bu sürtkünü almaq üçün dispers faza kimi steirin turşusunun litium duzundan istifadə edilir və onlar aşağıdakı adlar altında məşhurdurlar – Litol-24; Litol-24PK. Bu da onunla əlaqədardır ki, həmin sürtkürlər nəmişliyə davamlıdır. Bu sürtkünün Na analoqu keyfiyyətcə litol sürtküsündən geri qalmır, lakin natrium sürtküsünün çatışmayan cəhəti onun suda həll olmasıdır.

Litium-24 sürtküsünün fiziki-kimyəvi xassələrini yaxşılaşdırmaq üçün metilaerosil və polimerin təsiri öyrənilmişdir [5].

Al-Cu-Fe yüksək dispers (1 mkm) qarışığı "Litium-24" sürtküsünə 4-6 % əlavə edildikdə onun istismar xassələrinə müsbət təsir edir [6]. Sürtkürlərin tərkibinə yüksək dispers qeyri-üzvi tozların əlavə edilməsi onların korroziya, oksidləşmə və yeyilməyə qarşı davamlılığını artırır [7].

Geniş tətbiq tapmış sürtkürlərdən biri də alümin adlanır. Bu sürtkünü almaq üçün steirin turşusu $Al(OH)_3$ -lə işlənir və alınan sürtkü -40 və +150°C intervalında işləyə bilər. Bu sürtkürlər sulu mühitdə də çox müvəffəqiyyətlə istifadə edilə bilər. Onların alınmasında nisbətən yüksək özlülüyə malik yağlardan istifadə edilir. Qeyd etmək lazımdır ki, sürtkürlərin alınmasında dispers faza kimi sabunlarla yanaşı artıq qeyd etdiyimiz kimi parafin, serezin və s. neft məhsulları da istifadə edilir. Belə sürtkürlərə karbohidrogen sürtkürləri deyilir. Ucuzluğuna görə onlar da geniş istifadə olunur. Karbohidrogen sürtkürlərinin digər üstünlüyü ondan ibarətdir ki, onlar başqa sürtkürlərlə birlikdə

istifadə edilə bilər. Sürtkürlərin tərkibində artıq bizə məlum olan aşqarlardan – əsasən oksidləşmə, korroziya və yeyilmə əleyhinə aşqarlardan istifadə olunur.

Özlülük indeksinin qiyməti nə qədər yüksək olarsa, həmin yağ əsasında alınan sürtkünün keyfiyyəti də bir o qədər yüksək olar. Sürtkü hazırlamaq üçün adətən orta özlülüklü yağlardan istifadə edilir. 100 °C-də kinematik özlülüüyü 8–12 mm²/s olur ki, yüksək özlülüyə malik yağlara ehtiyac duyulur. Belə olan halda ən yüksək özlülüyə malik olan bitki yağı – gənəgərçək yağından istifadə edilir.

Ən yaxşı sürtkü yağları – sintetik yağlar əsasında alınan sürtkürlər hesab edilir. Lakin sintetik yağlar bəzi hallarda belə əsasda alınan sürtkürlər geniş tətbiq tapa bilmir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, sintetik yağ əsasında alınan sürtkünün istismar müddəti neft yağları əsasında alınanlara nisbətən 3–5 dəfə çox olur.

Sürtkü alınan zaman kolloid sistemin sabitliyini və reoloji xassələrini yaxşılaşdırmaq üçün metilaerosildən istifadə etməklə baza komponentləri kimi pentaeritrit efiri (sintetik üzvi turşu C_7-C_9) PES-5 polisiloksan və polimetilfenilsiloksan maddələri götürülmüşdür [8].

Ədəbiyyat məlumatları göstərir ki, plastik sürtkürlər metal səthində nanometrik qalınlıqda təbəqə əmələ gətirir və bu təbəqənin davamlılığı və möhkəmliyi dispers faza və qatıladdırıcıların təbiəti və quruluşundan asılı olur [9].

Neft və sintetik alkilaromatik karbohidrogenlərin sulfoturşularının müxtəlif qələvili qələvi-torpaq metal duzlarının geniş tətbiq sahələrindən biri də onların mühafizəedici sürtkürlərin hazırlanmasında tətbiqdir [10–13]. Kanada, ABŞ və Avropada kalsium sulfonatdan istifadə etməklə korroziya, oksidləşmə, yüksək temperatur və təzyiqə qarşı davamlı konsistentli sürtkürlərin alınması və sənayedə tətbiqi sahəsində geniş tədqiqatlar aparılaraq maraqlı nəticələr əldə edilmişdir.

Bəzi patentlərdə bir sıra mühafizəedici sürtkürlərin tərkibi verilmişdir [14–16]. Məsələn, detalların səthinin cızılmasının və qayıqlı ötürmədə sürtünmə əmsalını stabil saxlayan sürtkünün tərkibi belədir [15]: 100 °C-də kinematik özlülüüyü 4–7 mm²/s olan baza yağı; 0.5–5 % kalsium sulfonat; 1–4 % monobisamid və borsaxlayan mono- və bis-amid tipli külsüz dispersedici; 0.1–1 % turşu amidi; 0.01–1 % ditiyofosfat və ya ditiokarbonat-molibden kimi molibden üzvi birləşmə; 0.1–1 % amin tipli antioksidant.

A.A. Papelkinin əməkdaşları ilə məlumatların

da göstərilir ki, yüksəkqələvili sulfonatlar əsasında alınan kompleks sürtkürlər kifayət qədər effektiv olmadıqlarına görə onların keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq üçün əlavə olaraq ya yüksəkkeyfiyyətli oksidləşməyə və korroziyaya qarşı aşqarlardan istifadə etmək, ya da onları yüksək qələvili alkilsalisilatlarla istifadə etməklə hazırlamaq lazımdır [17].

Amerika patentlərində sürtkünün mühafizəedici və deemulqator xassələrini yaxşılaşdırmaq üçün tərkibində metal külsüz inhibitor olan sinergik kombinasiya kompozisiyası yaradılmışdır [18]. Belə sürtkü baza yağından, metal sulfonat və külsüz alkilsuksinimiddən ibarət kombinasiya şəklində korroziya inhibitoru və bor saxlayan disperqatordan ibarətdir. Yüksəkqələvili sulfonatların istifadə etməklə yüksək korroziya, yeyilmə, siyirmə və paslanmaya qarşı xassələrə malik plastik sürtkürlər hazırlanır ki, bunların tərkibinə bəzi hallarda nanoöçülü MoS_2 əlavə edilir.

Ədəbiyyat məlumatları göstərir ki, qatıladdırıcıları, baza komponentləri və aşqarların təbiətini, eyni zamanda miqdarını dəyişməklə yüksəkkeyfiyyətli plastik sürtkürlər almaq mümkündür. Bu haqda sisteməlik tədqiqatlar yoxdur və ən vacibi başqa sürtkürlərin tərkibində lipofil üzvi birləşmə duzlarının və onlarla birgə başqa komponentlərin yüksək nəticələr veridiyini baxmayaraq aparılan tədqiqatlar zəif və dağınıqdır. Halbuki, ədəbiyyatda [19] göstərilir ki, sürtkürlər hazırlanıqda baza yağı komponenti kimi yağlar, dispers faza kimi 15–25 % kalsium sabununu və 55–65 % qrafit götürüldükdə yüksək keyfiyyət alınır və bu sürtkü mənfə 50 °C-dən müsbət 200 °C-yə qədər temperatur intervalında öz plastikliyini itirmir və mayelərdə 90 MPa, qazlarda 70 MPa təzyiq olduqda kipləşdirici xassələrini saxlayır.

Mənfə 60 °C-dən aşağı temperaturda işləməyi təmin edən sürtkürləri almaq üçün dispersiya mühitləri cəlb edilir. Onlardan ən çox mürəkkəb efir əsaslı sürtkürlər istifadə edilir, polidimetilsiloksan

əsaslı sürtkürlərə yalnız bir neçə patentdə rast gəlmək olur [20, 21].

Son illər sürtkü materiallarına nanoöçülü əlavələr istiqamətində tədqiqatlar aktiv inkişaf etdirilir [22–24].

Belə ki, 3–5 nm nanoöçülü almanın hissəciklərini 0.01–0.05 % qatılıqda Litol-24 sürtküsünə qatdıqda iki dəfədən çox podşipnikin (maşında oxun və ya valin oturdugu dayaq) xidmət müddətini artırır. Bu onunla izah edilir ki, nanohissəciklər mikroayrılığı doldurur, nəticədə səthin sürtünməsi üç dəfə və daha çox azalır [22].

Göstərilmişdir ki, ИТОЛ-150Н (qatıladdırıcı – borat və 12-oksisteirin turşularının litium kompleks duzudur) kompleks litium sürtküsünə nanoöçülü əlavələr (0.1 % almaz-grafit şıxtı, 2 % MoS_2 və s.) qatıldıqda Litol-24-ə (qatıladdırıcı-litium 12-oksisteeratdır) qatılmasından daha çox effekt verir [23].

Bundan əlavə son illər yeni tədqiqat obyektinə – qrafena çox diqqət verilir [25].

Massaçusets Texnologiya İnstitutunda yüksək mexaniki və termik xassəli 3D həcmli qrafen kaşp edilmiş və onun xassələrini nəzərə alaraq sürtkürlərə əlavə kimi sınaqlar aparılmışdır. Göstərilmişdir ki, maddənin 0.3 %-i litium sürtküsünə əlavə edildikdə iki dəfə sürtünmə və 20 % sürtünmə əmsalı azalır [26].

Akademik Ə.M.Quliyev ad. Aşqarlar Kimyası İnstitutunda sürtkürlərə aid elmi-tədqiqat işləri aparılır [24–29].

Plastik sürtkürlərin işlənməsi sahəsinin müasir vəziyyəti S.A. Antonovun icmalında verilmişdir [30].

Beləliklə, aqreqat vəziyyətində olmasına görə sürtkürlər aşağı yükdə özünü bərk cisim kimi aparır: öz çəkirlərinə görə axıb getmir; şaquli vəziyyətdə dayanır, hərəkət edən hissələrdən inersiya gücü ilə atılır; onların möhkəmlik həddindən artıq olan yüklərin təsirindən sürtkürlər özlü maye kimi axmağa başlayır.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Фукс М.Г. Пластические смазки. – М.: Изд-во "Химия", 1972, 157 с.
2. Паренего О.П., Сафаева Р.З., Антонов С.В. и др. // Нефтехимия, 2017, т. 57, № 6, с. 766–768.
3. Манг Т., Дрезель У. Смазки. Производство, применение, свойства. Справочник / пер. с англ. под ред. В.М.Школьников – Профессия, 2010, 944 с.
4. Кабридзе Л.В., Симашко В.В., Вознюк Ф.З., Василенко Г.Н. Тезисы докладов V Всесоюзной научно-технической конференции. Бердянский, 1991, с.125 // Реферативный журнал "Химия", 1991, 24П 261.
5. Назаров А.В., Киташов Ю.Н., Джамалиев А.А., Федорова Т.В. Тезисы докладов V Всесоюзной научно-технической конференции. Бердянский, 1991, с. 60 // Реферативный журнал "Химия", 1991, 23П 252.
6. Пат. РФ 2414504. Пластичная смазка / М.Б.Цетлин, М.Н.Михеева, Ю.А.Абузин, Е.А.Черняк, С.Ф.Ромашин заявл. 22.12.2009, оп. 20.03.2011 // Реферативный журнал "Химия", 2011, 19П 433П.

7. Нестерев А.В., Дорофеева Т.А., Юнусова З.Т., Кириллов В.В., Воронина Н.А., Окинина Н.В., Романенко В.А., Нестеров С.Б. Материалы V Международной научно-технической конференции. – М.: 2010, с. 155-159 // Реферативный журнал "Химия", 2011, 19П 430.
8. Уманская О.И., Ишук Ю.А., Абаджаева Р.Н., Смерчинский В.Б. Модификация и стабилизация структуры силикателесных смазок // Химия и технология топлив и масел, 1990, № 3, с. 27.
9. Stephen N. // Tribol. Ins. 2004. №7. 37. P. 537-545. Реферативный журнал "Химия", 2005, 19П 199.
10. Пат. РФ 2323961. Защитный смазочный материал / Сайдаков Ю.Н., Королев Ю.В., Ваганов В.К. и др., Оп. 10.05.2008.
11. Пат. 6677281 США. Co Giveris Willil Allan Galino, Roth Angela Stefana Synergistic combination of metallic and ashless rust inhibitors of yield improzed rust protection and demulsibility in dispersant – containing lubricants. Exxon Mobil Research and Engineering. On 13.01.2004.
12. Macwood Wayne, Muir Ronald. Calsium sulfonate grease one decada later. NLGI Spokesman, 1999, № 5, с. 24-37.
13. Fan X., Li W., Wang J. Tribology international, 2018, v. 118, pp. 128-139.
14. Пат. 6107259 США. Oil soluble calcite overbased detergent and engine oils same / Witco Corp. Muir Ronald J., Eliadse Theo J., Niece Ken, Mackwood Wayne A. On. 22.08.2000.
15. Пат. 6051536 США. Oil composition for continovously variable transmissions / Igarashi Hideo, Deshimaru Junichi. Оп. 18.04.2000.
16. Пат. РФ 2182592. Защитный смазочный состав / Гудовик С.Т., Качалова Т.Н., Харлампиди Х.Е. и др. Оп. 18.04.2000.
17. Памелкин А.А., Железный Л.В., Кабылянский Е.В. Алкилсалицилатная смазка / Материалы Международной Научно-практической конференции. – Уфа, 22–25 мая 2007, с. 140-142.
18. Пат. 7371710 США. Lubricating oil composition / Nippon oil Comp. Marita Eitaro. On.13.05.2008.
19. Пат. РФ 2231540. Смазки для герметизации резьбовых материалов / Курбанов В.Н., Егорова Г.В., Пузенко В.И. Заявл. 17.03.2003. оп. 27.06.2004. / Реферативный журнал "Химия" 2004, № 21, 19П 197П.
20. Pat. CN 10748670 (Cin)
21. Pat. 2011 03456 (ABSH)
22. Вахрушев С.И., Цыленков Р.Г., Дмитриев С.Э. Наука и военная безопасность, 2017, № 1, с. 78-81.
23. Taha-Tijerina J., Castafios-Guitron B, Pena-Puras L. et al. Wear. 2019, v. 426-427. Part A. 30, pp. 862-867.
24. Мамедов С.А., Фатализаде Ф.А., Акчурина Т.Х., Аскерова К.Т., Алиев Э.Ю. Влияние состава компонентов уплотнительных смазок с вовлечением наноразмерных частиц металлов на их термоокислительные свойства // Азербайджанский химический журнал, 2015, № 2, с. 89-92.
25. Liu Y., Ge X., Li J. Applied Materials Today, 2020, v. 20, Article 100662
26. Ouyang T. Shen Y., Yang R. et al. Tribology international, 2020, v. 144, Article 106118.
27. Əsgərova K.T., Qasimova N.Ə., Məmmədov S.Ə. İşlənmiş yağların təbiət və miqdarının kipləşdirici – yağlayıcı plastik sürtkülərinə təsiri // Elmi Məcmuələr, 2015, c. 17, № 3, s. 32-38.
28. Əsgərova K.T., Qasimova N.Ə., Məmmədov S.Ə., Seyidov M.M. Alkid boyasının dispers faza kimi kipləşdirici-yaglayici plastik sürtkülerin keyfiyyətinə təsiri // Elmi Məcmuələr, 2016, c. 18, № 2, s. 53-56.
29. Əsgərova K.T. Kipləşdirici nano sürtkülerin termoanalitik tədqiqatları / "Kimya və kimya texnologiyası" Respublika Elmi Konfransı, J. 2022, s. 424-425.
30. Антонов С.А., Братко Р.В., Никольский П.А. и др. Современное состояние разработок в области пластических смазок // Химия и технология топлив и масел, 2021, № 2, с. 50-56.

References

1. Fuks M.G. Plasticieskie smazki. – М.: Izd-vo "Khimiya", 1972, 157 s.
2. Parenago O.P., Safayeva R.Z., Antonov S.V. i dr. // Neftekhimiya, 2017, t. 57, No 6, s. 766-768.
3. Mang T., Drezel' U. Smazki. Proizvodstvo, primeneniye, svoystva. Spravochnik / per. S angl. Pod red. V.M. Shkol'nikova – Professiya, 2010, 944 s.
4. Kaberidze L.V., Simashko V.V., Voznyuk F.Z., Vasilen'ko G.N. Tezis dokladov V Vsesoyuznoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Berdyansk, 1991, s. 125 // Referativnyi zhurnal "Khimiya", 1991. 24P 261.
5. Nazarov A.V., Kitashov Yu.N., Dzhambaliyev A.A., Fedorova T.V. Tezis dokladov V Vsesoyuznoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Berdyansk, 1991, s.60 // Referativnyi zhurnal "Khimiya", 1991. 23P 252.
6. Pat. RF 2414504. Plastichnaya smazka / Tsetlin M.B., Mikheeva M.N., Abuzin Yu.A., Cheryak E.A., Romashin S.F. zayavl. 22.12.2009, op. 20.03.2011 / Referativnyi zhurnal "Khimiya", 2011, 19P 433P.
7. Nesterev A.V., Dorofeeva T.A., Yunusova Z.T., Kirillov V.V., Voronina N.A., Okinina N.V., Romanenko V.A., Nesterov S.B. Materialy V Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. – М.: 2010, с. 155-159 // Referativnyi zhurnal "Khimiya", 2011, 19P 430.
8. Uman'skaya O.I., Ishchuk Yu.A., Abadzaeva R.N., Smerchinskii V.B. Modifikatsiya i stabilizatsiya struktury silik-

agelevykh smazok // Khimiya i tekhnologiya topliv i masel, 1990, No 3, s. 27.

9. Stephen N. // Tribol. Ins. 2004. No7. 37. P. 537-545. Referativnyi zhurnal "Khimiya", 2005, 19P 199.
10. Pat. RF 2323961. Zashchitniy smazochniy material / Saydakov Yu.N., Korolev Yu.V., Vaganov V.K. i dr. op. 10.05.2008.
11. Pat. 6677281 SSHA. Co Giveris Willil Allan Galino, Roth Angela Stefana Synergistic combination of metallic and ashless rust inhibitors of yield improzed rust protection and demulsibility in dispersant – containing lubricants. Exxon Mobil Research and Engineering. Op. 13.01.2004.
12. Macwood Wayne, Muir Ronald. Calsium sulfonate grease one decada later. NLGI Spokesman, 1999, No 5, s. 24-37.
13. Fan X., Li W., Wang J. Tribology international, 2018, v. 118, pp. 128-139.
14. Pat. 6107259 SSHA. Oil soluble calcite over-based detergent and engine oils same / Witco Corp. Muir Ronald J., Eliadse Theo J., Niece Ken, Mackwood Wayne A. Op. 22.08.2000.
15. Pat. 6051536 SSHA. Oil composition for continuqusly variable transmissions / Igarashi Hideo, Deshimaru Junichi. Op. 18.04.2000.
16. Pat. RF 2182592. Zashchitniy smazochniy sostav / Gudovik S.T., Kachalova T.N., Kharlamnidi Kh.E. i dr. Op. 18.04.2000.
17. Papelkin A.A., Zhelezniy L.V., Kobilyanskiy E.V. Alkilsalitsilatnaya smazka / Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Ufa, 22-25 maya, 2007, s. 140-142.
18. Pat. 7371710 SSHA. Lubricating oil composition / Nippon oil Comp. Marita Eitaro. Op.13.05.2008.
19. Pat. RF 2231540. Smazki dlya germetizatsii rezyebovykh materialov / Kurbanov V.N., Egorova G.V., Puzenko V.I. Zayavl. 17.03.2003. op. 27.06.2004 / Referativnyi zhurnal "Khimiya", 2004, No 21, 19P 197P.
20. Pat. CN 10748670 (Chin)
21. Pat. 2011 03456 (ABSH)
22. Vakhrushev S.I., Tsyplenkov R.G., Dmitriev S.E. Nauka i voennaya bezopasnost', 2017, No 1, s. 78-81.
23. Taha-Tijerina J., Castafios-Guitron B, Pena-Puras L. et al. Wear. 2019, v. 426-427. Part A. 30, pp. 862-867.
24. Mamedov S.A., Fatalizade F.A., akchurina T.Kh., Askerova K.T., Aliyev E.Yu. Vliyaniye sostava komponentov uplotnitel'nykh smazok s вовлечением nanorazmernykh chastits metallov na ikh termookislitel'nye svoystva // Azerbaidzhanskiy khimicheskii zhurnal, 2015, No 2, s. 89-92.
25. Liu Y., Ge X., Li J. Applied Materials Today, 2020, v. 20, Article 100662.
26. Ouyang T. Shen Y., Yang R. et al. Tribology international, 2020, v. 144, Article 106118.
27. Asgarova K.T., Gasymova N.A., Mammadov S.A. Ishlenmish yaghlaryn təbiət və migdarinin kipləşdiriji – yaghlayiji plastik sürtkü khasselerinə təsiri // Elmi mejmueler, 2015, s. 17, No 3, s. 32-38.
28. Asgarova K.T., Gasymova N.A., Mammadov S.A., Seyidov M.M. Alkid boyasinin dispers faza kimi kipləşdiriji – yaghlayiji plastik sürtkülerin keyfiyyətinə təsiri // Elmi mejmueler, 2016, j. 18, No 2, s. 53-56.
29. Asgarova K.T. Kipləşdiriji nano sürtkülerin termoanalitik tədqigatları // "Kimya və kimya texnologiyası" Respublika Elmi Konfransı, 2022, s. 424-425.
30. Antonov S.A., Bratko R.V., Nikul'shin P.A. i dr. Sovremennoe sostoyaniye razrabotok v oblasti plasticheskikh smazok // Khimiya i tekhnologiya topliv i masel, 2021, No 2, s. 50-56.