

**MATERIALLAR**

**UOT 621.762**

**MƏİŞƏT QURĞULARININ SÜRTÜNMƏ QOVŞAQLARININ YASTIQ MATERIALLARI VƏ SÜRÜŞMƏ YASTIQLARININ XASSƏLƏRİNİN MÜQAYİSƏLİ TƏDQIQI**

**ŞƏRİFOVA A.V., QULİYEV A.Ə.**

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

E-mail: aynur.sh84@mail.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ СРАВНИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ПОДШИПНИКА И ПОДШИПНИКОВ СКОЛЖЕНИЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ БЫТОВЫХ ПРИБОРОВ**

**ШАРИФОВА А.В., ГУЛИЕВ А.А.**

Азербайджанский Государственный Университет

Нефти и Промышленности

**INVESTIGATION OF COMPARATIVE PROPERTIES OF BEARING MATERIALS AND CLUTCH BEARINGS OF THE FRICTION UNITS OF HOUSEHOLD DEVICES**

**SHARIFOVA A.V., GULIYEV A.A.**

(Azerbaijan State Oil and Industry University)

**Xülasə.** Məqalədə yüngül və orta iş rejimində işləyən mis-qrafit və tunc-qrafit kompozisiya materiallarının tribotexniki xassələrinin müqayisəli öyrənilməsi və onların məsaməlik və özüyəəğləmə prinsipi ilə bağlılığı məsələlərinə baxılmışdır.

**Açar sözlər.** Antifriksion materiallar, sürüşmə yastıqları, mis-qrafit materiallar, yeyilməyədavamlılıq, sürtünmə əmsalı, mexaniki xassələr, məsaməlik.

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы сравнительного изучения триботехнических свойств, композиционных материалов медь-графит и бронза-графит, работающих в легком и среднем режиме работы и их связь с пористостью и принципами самосмазования.

**Ключевые слова.** Антифрикционные материалы, подшипники скольжения, материалы медь-графит, износостойкость, коэффициент трения, механические свойства, пористость.

**Abstract.** The article deals with the comparative study of tribological properties, of composite materials copper-graphite and bronze-graphite, working in light and medium mode and their relationship with porosity and the principles of self-lubrication.

**Keywords.** Antifriction materials, bearings, copper-graphite materials, wear resistance, friction coefficient, mechanical properties, porosity.

**Məsələnin aktuallığı.** Müxtəlif şəraitlərdə sürtünmə əmsalının kiçik qiymətinə və yeyilməyə yüksək müqavimət qabiliyyətinə malik materiallara tələbat iş şəraitinin və sürtünmə rejimlərinin mürəkkəbliyinə uyğun daim artır. Bu isə öz növbəsində yeni antifriksion materialların işlənməsinə diqqətin artırılmasını tələb edir.

Antifriksion materiallar sırasında mis əsaslı istər kompakt, istərsə də ovuntu materiallar xüsusi yer tutur. Mis əsaslı antifriksion materialların geniş tətbiqi onlardan yastıq içlikləri və oyaqlarının, elektrik mühərriklərinin cərəyan götürücülərinin və s. hazırlanması, onların kiçik sürtünmə əmsalını, belə antifriksion materiallardan hazırlanan və onlarla kontaktda olan digər materiallardan hazırlanan detalların uzunömürlülüyünü təmin etməyə imkan verir.

Sürtünmə qovşaqlarında ovuntu metallurjiyası texnologiyaları əsasında hazırlanan materiallardan istifadə edilməsi olduqca mühüm rol oynayır. Belə ki, bu texnologiyalar əsasında əritmə yolu ilə alınan kompakt materiallarda əldə edilə bilməyən xassələr almaq mümkün olur. Ovuntu metallurjiyası texnologiyaları əsasında alınan yüksək qrafit tərkibli metal-qrafit materialların sürtgüsüz, məhdud sürtgülu şəraitdə, su və sulu məhlullar mühitində işləyən sürtünmə qovşaqlarında geniş tətbiqi xüsusilə yüksək tribotexniki effekt verir. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, komponentləri biri-biri ilə qarşılıqlı təsirlənməyən mis-qrafit, nikel-qrafit kimi kompozisiyalarda qrafitin yüksək miqdarının təmin edilməsi çətinlik törədir. Tədqiqatlar göstərir ki, mis-qrafit kompozisiyasında qrafitin kütlə miqdarının 6%-dən çox olması kompozisiyanın mexaniki xassələrinin kəskin surətdə aşağı düşməsinə səbəb olur. Mexaniki xassələrin aşağı düşməsi əsasən qrafitin miqdarının artması ilə materialın metal matrisasının kəsilməzliyinin pozulması və diskret matrisa yaranması ilə izah olunur.

Mexaniki qarışdırma ilə hazırlanan şixtə əsasında yüksək qrafit tərkibli material alınması sahəsində görülən işlər əhəmiyyətli nəticələr verməyib. Bu əsasən onunla izah olunur ki, mis-qrafit tərkibli ovuntu materialının hazırlanmasında komponentlərin dispersliyi nəzərə alınmayıb. Halbı ki, qrafitin dispersliyi artdıqca onun ümumi səthinin şixtədə payı artır, nəticədə iri mis hissəcikləri qrafit hissəciklərini tam örtə bilmir və bunun da nəticəsində diskret matrisa əmələ gəlir.

Adi hesablamalar göstərir ki, kompozisiyada qrafitin hər kütlə faizi ümumi həcmın 2,25%-ni tutur. Beləliklə, kompozisiyada 10% qrafit olduqda həcmın 22,5%-ni qrafit hissəcikləri tutur. Qrafitin miqdarının sonrakı artımı şixtənin presləmə prosesində dağılmasına səbəb olur.

Qeyd etmək lazımdır ki, mis-qrafit şixtəsinin hazırlanma üsulu materialın struktur və xassələrinin formalaşmasında böyük rol oynayır. Bir tərəfdən mislə qrafitin sıxlıqları, digər tərəfdən komponentlərin təbiəti kəskin fərqləndiyi üçün mexaniki qarışdırma yolu ilə bircinsli qarışıq alınması olduqca çətindir. Belə ki, qarışdırılmış şixtənin dərhal laylanaraq mis hissəciklərinin çökməsi nəticəsində şixtənin bircinsliyi pozulur. Bu işə öz növbəsində presləməni çətinləşdirir və möhkəmlik xassələrinə mənfi təsir göstərə biləcək texnoloji yağlayıcıdan istifadə etmə zərurəti yaradır.

Yuxarıda göstərilən səbəblər kəsilməz matrisalı strukturda qrafitin kütlə miqdarını məhdudlaşdırır. Bu problemin qrafit hissəciklərinin elektroliz və ya elektrokimyəvi üsulla mislə örtülməsi yolu ilə həll edilməsi mümkündür. Lakin kompozisiyanın bütünlükdə qrafitin elektrokimyəvi üsulla mislə örtülərək yaradılması iqtisadi cəhətdən əlverişli deyil. Bu baxımdan qrafit hissəciklərini nazik mis təbəqəsi ilə örtərək kompozisiyada matrisa yaradacaq mislə mis örtüklü qrafit arasında təbii uyğunluğun yaradılması və qismən də komponentlərin sıxlıqları arasında fərqin azaldılması mis + mis-qrafit şixtəsinin yaradılması yolu ilə daha çox qrafit tərkibli material alınması daha perspektivlidir. Eyni zamanda qrafit hissəciklərinin ölçüsünün artırılması (dispersliyinin azaldılması) ilə onların eyni kütlə miqdarında ümumi səthi azaldıla və beləliklə də kəsilməz matrisa yaranması üçün kompozisiyada qrafitin artırılmış miqdarında misin daha az miqdarından istifadə edilə bilər.

Yuxarıda göstərilənlər komponentləri qarşılıqlı təsirlənməyən mis-qrafit tipli kompozisiya materiallarının komponentlərinin dispersliyini tənzimləməklə yüksək qrafit tərkibli material alınmasının mümkün olduğunu göstərir və belə materiallardan məişət qurğularının yastıq detallarının hazırlanmasına zəmanət verir.

**Tədqiqatın məqsədi:** Hazırkı məqalə məişət qurğularının sürtünmə qovşaqlarının yastıq materialları və sürüşmə yastıqlarının sıxlığının, məsaməliyinin, yağhopdurma qabiliyyətinin, eləcə də bişirilmiş və kalibrələnmiş nümunələrin bərkliyinin, möhkəmlik həddinin, nisbi uzanmasının, zərbə özlülüyünün, sürtünmə əmsalının presləmə təzyiqindən asılılığının tədqiqinə və onların müqayisəli təhlilinə həsr edilmişdir.

**Tədqiqatların metodiki bazası:** Məişət qurğularında və digər sahələrdə tətbiq edilən elektrik mühərriklərində və onlarla bağlı ventilyatorlarda istifadə olunan yastıqlar bu qurğuların uzunmüddətli işini təmin etməlidir. Belə qurğuların yastıqları  $(10-25) \times 10^3$  saat istismar müddətini təmin etməlidir. Adətən bu yastıqların işçi şəraitdə sürüşmə sürəti 0,5 m/san və yüklənmə təzyiqi 0,2 MPa olur. Belə rejimdə işləyən yastıqların hazırlanmasında БрО10С1,5Ц əsaslı tunc-qrafit – 58,8%, elektrolitik mis ovuntu ПМС-1 – 36% və ПО-1 markalı qalay ovuntu – 4% olmaqla göstərilən şixtə tərkibindən istifadə olunur. Bundan əlavə şixtə tərkibinə 1,2% ГК-3 markalı qrafit ovuntusu və 0,2% sink stearatı əlavə olunur. Digər bir texnologiyada bu yastıqların hazırlanmasında ПДК2М3 markalı dəmir ovuntusu tətbiq edilir. Bütün bu texnologiyalarla hazırlanan yastıqlar öz müsbət nəticələrini vermişdir. Nəticədə son zamanlar göstərilən texnologiyalarla hazırlanan yastıqlar tunc-qrafit tərkibli ovuntudan hazırlanan yastıqları əvəz etmişdir. Lakin bu texnologiyalarda ovuntuların bahalıqı, texnologiyanın mürəkkəbliyi, işçi rejimlərin dəqiqliyinin saxlanması, mis və tunc ovuntuların tərkib miqdarının azaldılması və istismar səs-küyü ilə mübarizə kimi məsələlər bu gün də öz həllini gözləyir [1, 2, 3].

Ümumiyyətlə sürtünmə qovşaqlarında, o cümlədən məişət avadanlıqları yastıqlarında tərkibində 25-30%-ə qədər qrafit olan mis əsaslı ovuntu materialından istifadə texnologiyasının işlənməsi ciddi maraq doğurur. Tədqiqatımızda yastıq hazırlanmasında istifadə üçün tövsiyyə olunan Cu-C, Cu+(Cu-C) ovuntu materialları ilə geniş tətbiq edilən yüksək qalaylı БрО10С1,5Ц əsaslı tunc-qrafit materialın müqayisəsi aparılmışdır.

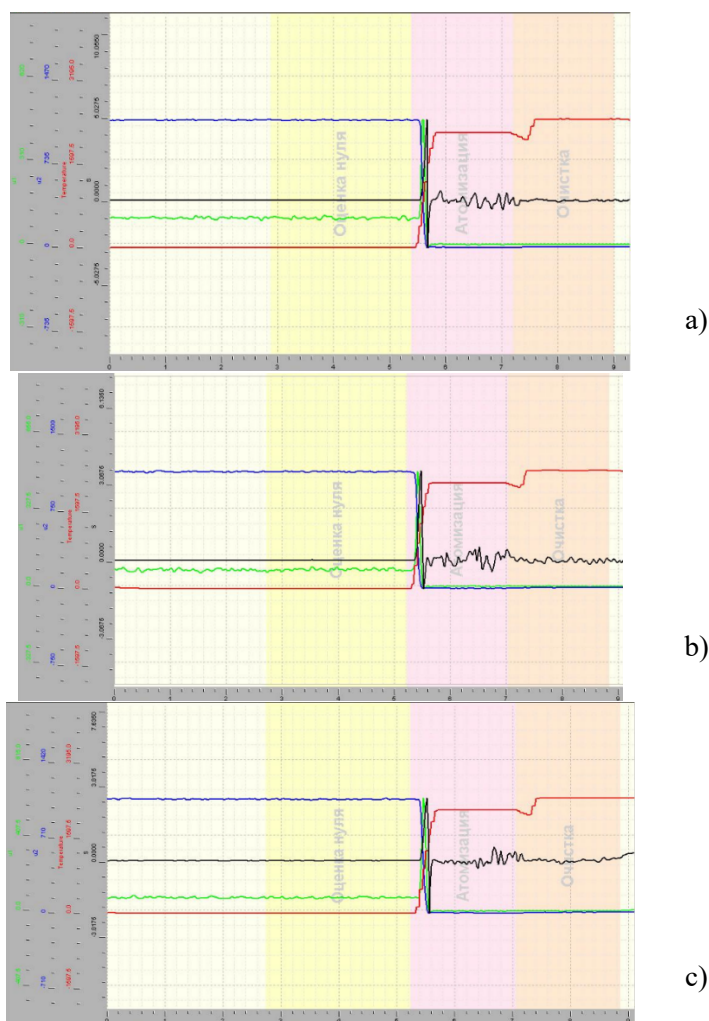
Tədqiqat zamanı bilavasitə qarışıqı olmayan S11000 markalı mis ovuntusundan istifadə olunmuşdur. Digər komponent olan Cu-C işə tədqiqat zamanı tətbiq edilən qrafitləşmiş kömür elektrod (ГК markalı) materialının müxtəlif vaxt rejimlərində elektrokimyəvi üsulla misləndirilməsi ilə əldə edilmişdir [4, 5, 6].

Elektrokimyəvi üsulla əldə edilmiş mis-qrafit ovuntularının tərkibindəki misin miqdarının təyin edilməsi məqsədilə element analizi aparılmışdır. Analiz ADNSU-nun “Fiziki-kimyəvi analiz metodları” mərkəzləşdirilmiş laboratoriyasında aparılmışdır. Element analizi üçün MFA-915 tipli atom – absorbsiya cihazından istifadə edilmişdir. Atom – absorbsiya cihazının iş prinsipi sərbəst element atomlarının işıq enerjisi vasitəsilə udulmasına əsaslanır. Element analizinin nəticələri cədvəl 1-də və şəkil 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1

Mis-qrafit ovuntusu ( $\alpha_q=50$  mkm) üçün element analizinin nəticələri

Elektroliz prosesinə sərf olunan vaxt, dəq	30	60	90
Əldə edilmiş tərkiblər üçün misin miqdarı, %	16,575	24,784	64,5



Şəkil 1. Elektrokimyəvi üsulla alınmış mis-qrafit ovuntu kompozisiyasında misin tərkib miqdarının təyini analizinin nəticələri:  
a – 30; b – 60; c – 90 dəq

Göstərilən komponentlərdən ibarət şixtə tərkibinin hazırlanması hər iki komponentin mexaniki qarışdırılması üsulu ilə yerinə yetirilmişdir. Şixtədə komponentlərin – mis və mis-qrafit ovuntusunun (qrafitin hər bir fraksiyası üçün) miqdarı uyğun olaraq 90 və 10% (kütləcə) təşkil etmişdir.

Tədqiqat zamanı şixtə qarışığından nümunə və yastıqların preslənməsi üçün “Yosuzuka” mexaniki presi seçilmişdir. Bu presdə presləmə 50 kN nominal qüvvə ilə yerinə yetirilmişdir. Xüsusi pres-qələbdən istifadə etməklə aşağı təzyiqdə (100-250 MPa) yüksək sıxlıqlı sürüşmə yastıqları alınmışdır.

Bişirilmiş nümunələrdə sıxlığın və məsaməliklərin təyin edilməsi üçün nümunənin quru çəkisi (havada), yağa hopdurulmuş nümunənin suda çəkisi təyin edilir. Qeyd edək ki, yuxarıda göstərilən bütün çəkmə işləri xüsusi tərtibatlarla təmin edilmiş tərəzi qurğusunda aparılır. Hazırlanmış nümunələrin və məmulatların məsaməliyi və sıxlığı ГОСТ-18898-73 uyğun təyin edilir.

Tədqiqat üçün hazırlanmış nümunələrin bişirilməsi laboratoriya şəraitində ЧИОЛ-1.1,6/12 markalı sobada aparılmışdır. Sobanın konstruktiv quruluşu şaxt tiplidir. Mis-qrafit və mis+mis-qrafit kompozisiyasından hazırlanmış nümunələrin bişirilmə temperaturu 850-1000<sup>0</sup> C qəbul edilmişdir. Bişirilmə vaxtı 1-4 saat intervalında dəyişmişdir.

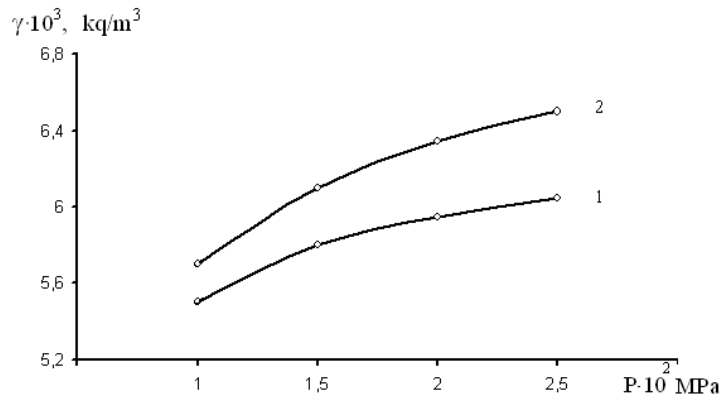
Bişirilmiş yastıq və nümunələrin kalibrənməsi xüsusi pres-qəlibin köməyi ilə KD2128 kalibrəyici presdə yerinə yetirilmişdir. Kalibrənmə zamanı əsas tələblərdən biri sürtünən daxili səthdə məsaməliyin saxlanmasıdır.

Bişirilmiş və kalibrələnmiş nümunələrin bərkliyinin ölçülməsi ИТ 5010-01 markalı bərklikölçəndə yerinə yetirilmişdir. Bişirilmə və kalibrənmədən sonra yastıqların sıxılmada və dartılmada möhkəmlik həddini təyin etmək üçün P-10 qırıcı maşınında sınaq aparılmışdır.

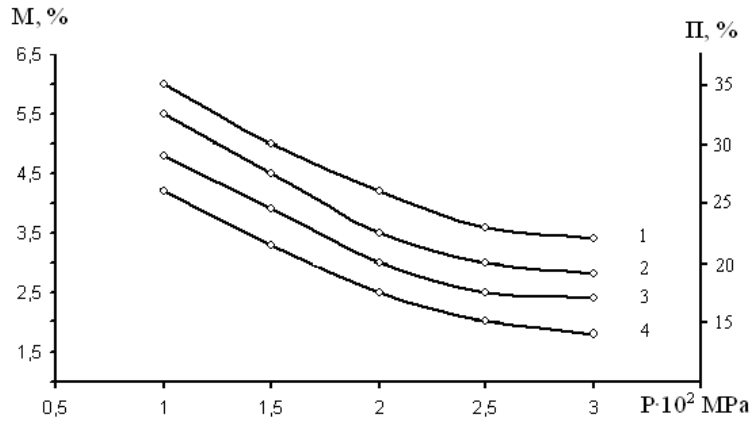
Antifriksion xarakteristikalar МИ-2 markalı maşında 0,8 kq q/sm<sup>2</sup> xüsusi təzyiqlə və 2,0 m/san sürüşmə sürətində tədqiq edilmişdir. Kontrnümunələrin materialı 07X16H6 markalı polad materialı seçilmişdir.

**Ahınmış nəticələrin müzakirəsi:** Hazırkı tədqiqatda istifadə olunan mis əsaslı ovuntu materiallarından istifadənin texnoloji rejimlərinə əsaslanaraq yalnız yuxarıda göstərilən ovuntu materiallardan hazırlanan müxtəlif yastıqların xassələri və işləmə qabiliyyəti müqayisəli şəkildə qiymətləndirilmişdir. Nümunə və yastıqların məsaməliyi presləmə təzyiqindən asılı olaraq Cu-C və Cu+(Cu-C) üçün uyğun olaraq 22-33% (bişirilmiş) və 20-32% (kalibrələnmiş), БрО10С1,5Ц əsaslı tunc-qrafitdən hazırlanmış nümunə və yastıqlarda isə 22-27% götürülmüşdür.

Şəkil 2 və 3-dən görüldüyü kimi presləmə təzyiqinin 100-250 MPa intervalında aparılması ilə bişirilmiş və həmçinin kalibrələnmiş nümunələrdə sıxlıq artır, açıq məsamə və yağhopdurma isə azalır. Qurulan əyriyədən görüldüyü kimi istər sıxlığın artımı, istərsə də məsaməliyin azalma xarakteri dəyişməz qalır.



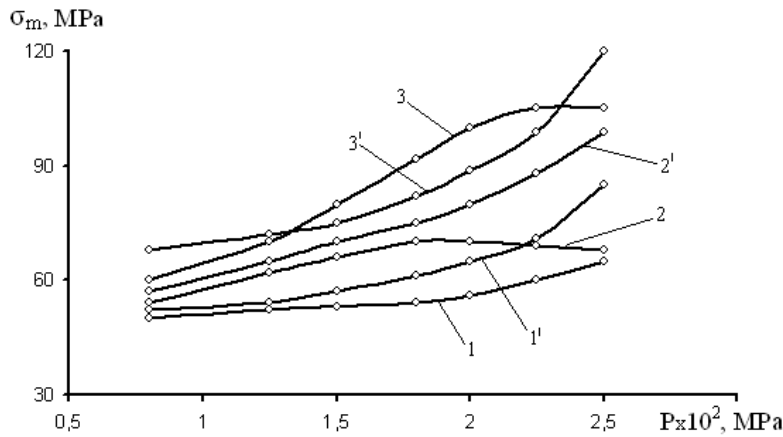
Şəkil 2. Bişirilmiş və kalibrələnmiş nümunələrin sıxlığının presləmə təzyiqindən asılılığı ( $t_b=950^0$  C): 1 – Cu-C; 2 – Cu+(Cu-C)



Şəkil 3. Açıq məsaməlik (1, 2) və yağhopdurma qabiliyyətinin (3, 4) presləmə təzyiqindən asılılığı: 1, 3 – Cu+(Cu-C); 2, 4 – Cu-C

Qeyd etmək lazımdır ki, məsaməliyin və yağhopdurmanın ən yüksək qiyməti 100 MPa təzyiqdə preslənmiş nümunələrdə müşahidə olunur, lakin bişirməyə qədər və bişirmədən sonra onlarda sınıma və çatların əmələ gəlməsi baş verir. Bu səbəbdən yastıqların hazırlanması üçün preslənmə təzyiqinin 150 MPa-dan yuxarı olması daha məqsədəuyğundur. Yuxarı təzyiqdə (250 MPa) preslənmiş nümunələr (yastıqlar) aşağı məsaməlik və yüksək möhkəmliyə malik olmaqla bərabər bütün işçi tələblərə cavab verir.

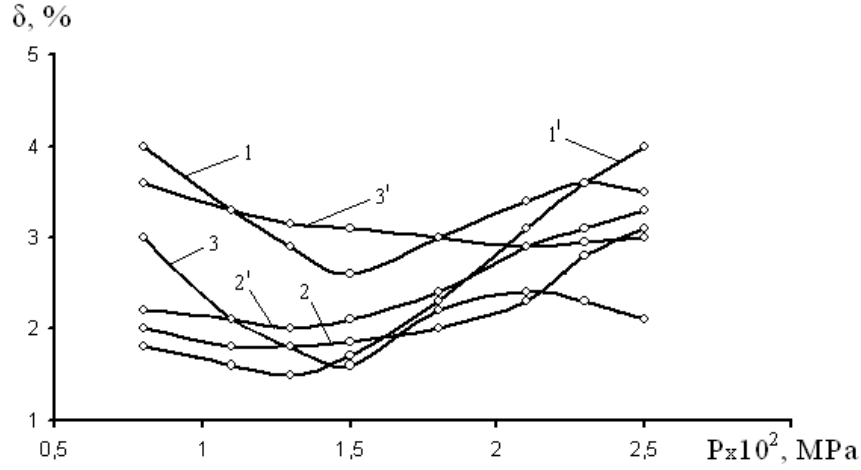
Şəkil 4-dən görüldüyü kimi presləmə təzyiqinin artırılması ilə Cu+(Cu-C) ovuntu materialı daha yüksək möhkəmlik alır. Buna səbəb materialın bütün strukturu üzrə kəsilməz matrisanın formalaşmasıdır. Digər mis-qrafit və tunc-qrafit materiallarda isə möhkəmlik nisbətən aşağı qiymət alır. Kalibrlənmiş nümunələrdə bu ənənə saxlanılır, lakin materialların möhkəmlik həddi bişirilmiş materiala nisbətən yüksək qiymət alır. Tunc-qrafit ovuntu materialında möhkəmlik həddinin aşağı qiymət almasına əsas səbəb bişirilmə zamanı maye fazanın yaranması ilə deqzasiyanın pisləşməsidir.



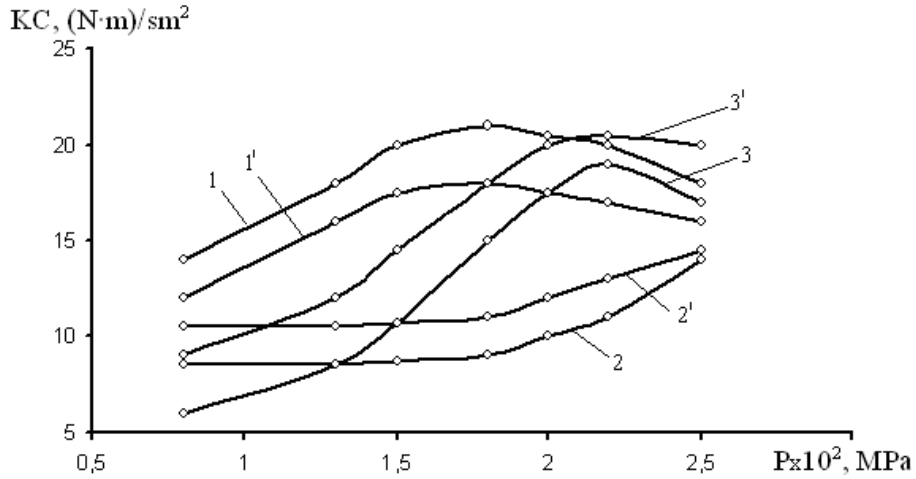
Şəkil 4. Bişirilmiş və kalibrlənmiş nümunələrin möhkəmlik həddinin presləmə təzyiqindən asılılığı: 1, 1¹ – БрО10С1,5ИІ; 2, 2¹ – Cu-C; 3, 3¹ – Cu+(Cu-C); 1, 2, 3 – bişirilmiş; 1¹, 2¹, 3¹ – kalibrlənmiş

Qrafiklərdən (şəkil 5 və 6) görüldüyü kimi ən yüksək plastikliyə və zərbə özlülüyünə malik tunc-qrafit və Cu+(Cu-C) tərkibli ovuntu materialları olmuşdur. Mis əsaslı bu materialın tunc-qrafitə nisbətən aşağı qiymət alması isə tərkibdə mislənmiş qrafitin yüksək miqdarından asılı olur.

Digər ovuntu ibarət olan materialı kimi mislənmiş qrafit ovuntusundan Cu-C nümunələrin nisbi uzanmasının və zərbə özlülüyünün presləmə təzyiqindən asılı olaraq nisbətən aşağı olması strukturda tam kəsilməz matrisanın olmaması və tərkibdə mis əsasın istifadə edilməməsi ilə bağlıdır.



Şəkil 5. Bişirilmiş və kalibrələnmiş nümunələrin nisbi uzanmasının presləmə təzyiqindən asılılığı: 1, 1' –  $\text{BpO10C1,5Q}$ ; 2, 2' –  $\text{Cu-C}$ ; 3, 3' –  $\text{Cu+(Cu-C)}$ ; 1, 2, 3 – bişirilmiş; 1', 2', 3' – kalibrələnmiş



Şəkil 6. Bişirilmiş və kalibrələnmiş nümunələrin zərbə özlülüyünün presləmə təzyiqindən asılılığı: 1, 1' –  $\text{BpO10C1,5Q}$ ; 2, 2' –  $\text{Cu-C}$ ; 3, 3' –  $\text{Cu+(Cu-C)}$ ; 1, 2, 3 – bişirilmiş; 1', 2', 3' – kalibrələnmiş

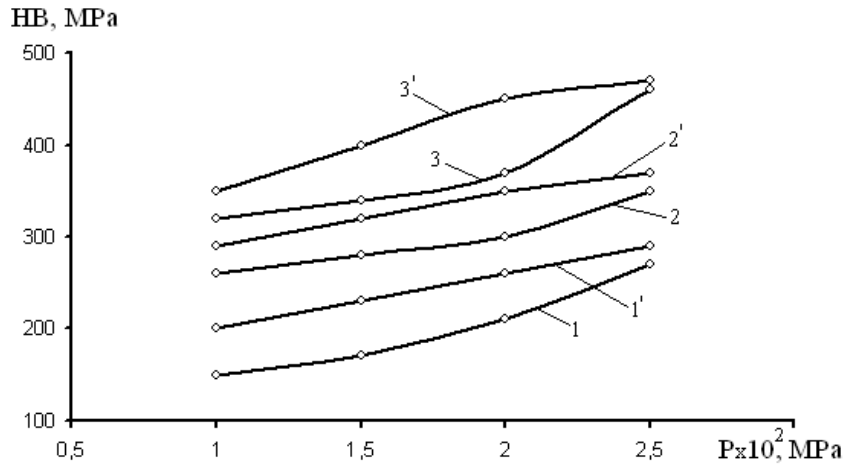
Kalibrələnmiş nümunələrin mexaniki xassələrini təsvir edən əyrilər öz xarakterinə görə bişirilmiş nümunələrin xassələrini təsvir edən əyrilərlə uyğunluq təşkil edir. Qrafiklərdə mexaniki xassələrə görə ən optimal xassəli ovuntu materialı mislənmiş qrafit əlavə edilmiş mis əsaslı  $\text{Cu+(Cu-C)}$  materialı qəbul edilmişdir. Burada baxılan bütün xassələrə görə bu material müqayisə olunan  $\text{BpO10C1,5Q}$  əsalı tunc-qrafit materialını üstələyir.

Hazırlanmış nümunə və yastıqların mexaniki xassələrindən alınan effekti kalibrələnmiş nümunələrin xassələrinin qiymətlərinin bişirilmiş nümunələrin xassələrinin qiymətinə nisbəti ilə təyin edirlər. Kalibrələnmiş nümunələrin təsirinə ən yüksək möhkəmlənmə  $\text{Cu+(Cu-C)}$  tərkibli ovuntu materialında müşahidə olunmuşdur.

Müqayisə üçün seçilən tunc-qrafit materialının 100 MPa təzyiqdə preslənmiş, bişirilmiş və kalibrələnmiş nümunələrdə mexaniki xassələr demək olar ki, artmamışdır. Kalibrələmə zamanı deformasiya olunan nümunədə bəzən möhkəmlənmə bir o qədər də müşahidə olunmur. Bu cəhətdən də kalibrələmə zamanı materiallarda mexaniki xassələr dəyişməz qalır.

Şəkil 7-dən görüldüyü kimi presləmə təzyiqinin 100 MPa-dan 250 MPa-a qədər artırılması bişirilmiş nümunələrdə ümumi bərkliyi yüksəldir. Ümumi bərkliyin artması xarakteri bütün ovuntu materiallarda eyndir.

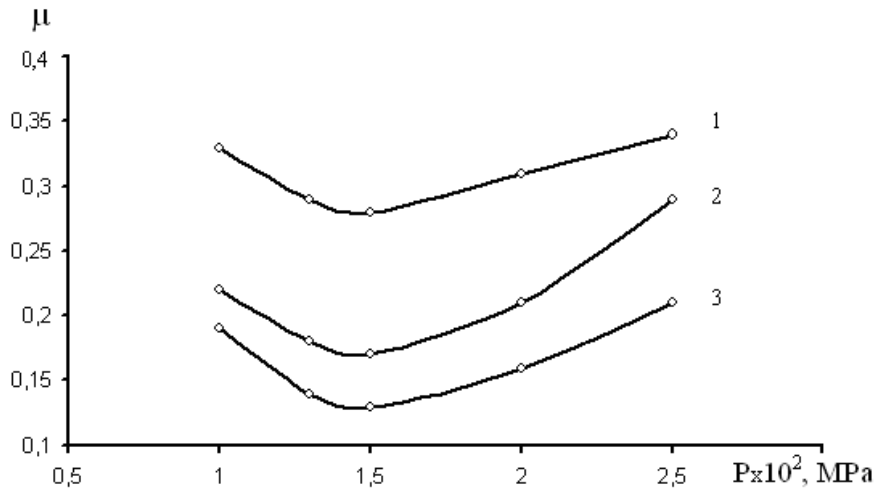
Eyni zamanda kalibrlənmiş nümunələrdə də bu ənənə saxlanılır. Bərkliyin artması ən çox Cu-C və Cu+(Cu-C) ovuntu materiallarında müşahidə olunur.



Şəkil 7. Bişirilmiş və kalibrlənmiş nümunələrin bərkliyinin presləmə təzyiqindən asılılığı: 1, 1' – BpO10C1,5II; 2, 2' – Cu-C; 3, 3' – Cu+(Cu-C); 1, 2, 3 – bişirilmiş; 1', 2', 3' – kalibrlənmiş

Şək. 8-dən görüldüyü kimi 150 MPa təzyiqdə preslənmiş bütün materiallar kiçik sürtünmə əmsalı ilə fərqlənir.

Sürüşmə yastığının valla (xüsusi qurğuda)  $1 \times 10^4$  saat işləməsindən sonra hər iki detalda (cütədə) səthin kələ-kötürlük sinfi öz ölçü həddini saxlayır. Yastığın sınaqdan əvvəl səthi məsamələrin hamısı açıq vəziyyətdə olduğu halda, sınaq prosesində bu məsamələr tədricən yeyilmə məhsulları ilə dolur. Bu işə yastığın özuyağlama qabiliyyətini pisləşdirir. Bu amili təsdiqləmək üçün yastıqların yağhopdurma qabiliyyətini sınaqdan əvvəl və sonra öyrənmək tələb olunur. Aşkarlanmışdır ki, 100 saat istismardan sonra yağhopdurma qabiliyyəti istismara qədərki ilə müqayisədə 30-40% aşağı düşür. Sürtünən cütlərdə (yastıq və val) gedən yeyilmə prosesi nəticəsində səthin kələ-kötürlüyü bir-birinə yaxınlaşır ki, bu da hər iki materialda sürtünmə əmsalının aşağı qiymət almasına müsbət təsir göstərir.



Şəkil 8. Kalibrlənmiş nümunələrin sürtünmə əmsalının presləmə təzyiqindən asılılığı: 1 – BpO10C1,5II; 2 – Cu-C; 3 – Cu+(Cu-C)

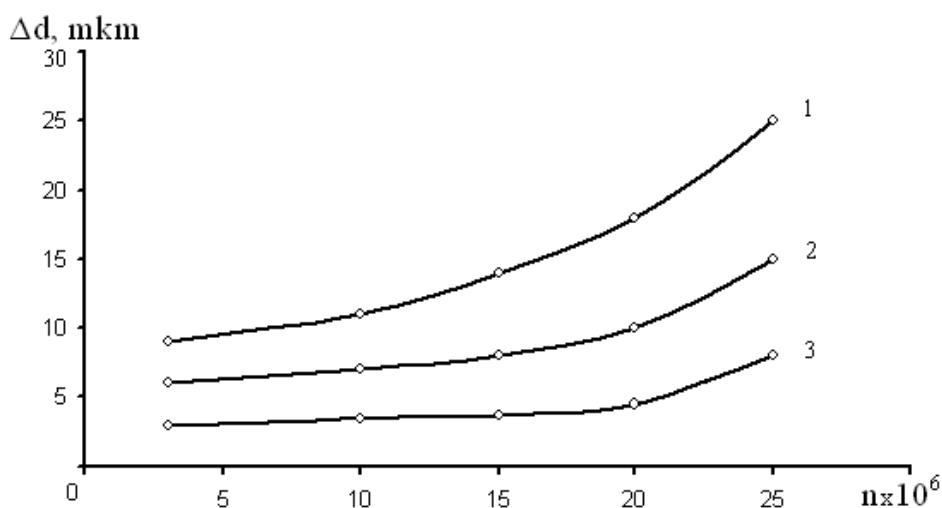
Tədqiqatın nəticələri cədvəl 2-də verilmişdir. Buradan aydın olur ki, eyni iş şəraitində istər məişət qurğusu stendində, istərsə də yastıqların istismarı üçün işlənmiş xüsusi qurğuda xətti yeyilmənin nəticələri demək olar ki, eyni olur. Bu nəticələrlə CMIİ-1 maşınının nəticələri arasındakı fərqləri onların iş rejimlərinin müxtəlifliyi ilə izah etmək mümkündür.

Şəkil 9-da 150 MPa-da preslənmiş sürüşmə yastığının xətti yeyilməsinin mühərrikin valının ümumi dövrlər sayından asılılıq qrafiki verilmişdir. Xüsusi stenddə  $15 \times 10^6$  dövrlər sayından sonra ən böyük yeyilmə tunc-qrafitdən hazırlanmış sürüşmə yastığında olmuşdur.

Cədvəl 2

Məişət qurğuları ventilyatorlarının elektrik mühərrikləri üçün yastıq materiallarının tribotexniki tədqiqinin nəticələri

Sınaq qurğusu	Sınaq şəraiti			Sınağın nəticəsi			
	Yağlayıcının növü	Sürüşmə sürəti	Təzyiq, MPa	Sürtünən cütlərdə temp., °C	Sınağın vaxtı, saat	Yastıqda yeyilmə, mkm/km	Valda yeyilmə, mkm/km
CMIQ -1 maşını	Тп -30 yağı	2,65	2,0	Müəyyən edilməyib	0,5	-	-
Məişət qurğusu stenti	Тп -30 yağı	0,5	0,2	Müəyyən edilməyib	10000	0,00020	0,00015
Xüsusi qurğu	-	0,8	1,4	80	100	0,0006	0,0004



Şəkil 9. Yastığın xətti yeyilməsinin elektromühərrik valının dövrlər sayından asılılıq: (V=0,8 m/s, P=100 N, L=160 km); 1 – БрО10С1,5Ц; 2 – Cu-C; 3 – Cu+(Cu-C)

Xüsusi stenddə БрО10С1,5Ц, Cu-C, Cu+(Cu-C) ovuntu materiallarından hazırlanmış yastıqların  $1 \times 10^4$  saat müddətdən sonra yeyilməyədavamlılıq öyrənilmişdir. Sınaq zamanı aşkarlanmışdır ki, elektrik mühərrikinin A30 poladından hazırlanmış valı ilə sürtünən yastıqların içərisində ən böyük gətirilmiş yeyilmə БрО10С1,5Ц əsaslı tunc-qrafit ovuntu materialında olmuşdur. Yeyilmənin yastıqda və valda olan qiymətləri materialın markasından asılı olaraq cədvəl 3-də verilmişdir.

Cu+(Cu-C) materialından hazırlanmış sürüşmə yastıqları ilə təchiz edilmiş elektromühərrik yüksək səviyyədə dayanıqlılıq və etibarlılıq qabiliyyəti göstərmişdir. Mislənmiş qrafit əlavə edilmiş mis əsaslı materialdan hazırlanmış yastıqlarla təmin edilmiş elektromühərriklərin etibarlılığa sınaq nəticələri cədvəl 4-də göstərilmişdir.

Cədvəl 3

Müxtəlif materiallardan hazırlanan yastıqlarda gətirilmiş yeyilmənin qiymətləri

Gətirilmiş yeyilmə, mkm/km
----------------------------



Yastığın hazırlandığı materialın markası	yastıq	val
БрО10С1,5Ц	0,0004	0,0003
Cu-C	0,0005	0,0004
Cu+(Cu-C)	0,0003	0,0002

Cədvəl 4

Cu+(Cu-C) materialından hazırlanmış yastıqlarla təmin edilmiş elektromühərriklərin etibarlılığa sınaq nəticələri

Etibarlılıq kəmiyyətləri	Buraxılabilən norma	Nəticə
Etibarlılıq ehtimalı 0,8 və işləmə vaxtı $1 \times 10^4$ saatda imtinasız işləmə ehtimalı	0,9	Ehtimal təsdiqləndi
İmtinaya qədər orta işləmə vaxtı, saat	$1 \times 10^4$	Elektrik mühərriki $1 \times 10^4$ saat müddətdə imtinasız işlədi

**Nəticə:** Beləliklə, tərkibində 25-30% qrafit olan Cu-C və Cu+(Cu-C) materiallarının tətbiqi və bu materialların БрО10С1,5Ц əsaslı tunc-qrafitlə müqayisə olunması nəticəsində aşkarlanmışdır ki, materialın tribotexniki xassələri (yüngül və orta rejimlərdə işləyən) onların məsələliyi, həmçinin effektiv özüyağlama prinsipi ilə sıx bağlıdır. Bu səbəbdən də məsələliyin presləmə təzyiqindən asılı olaraq optimal qiyməti əldə edilərək Cu-C üçün 22-23%, Cu+(Cu-C) üçün 20-32% və БрО10С1,5Ц əsaslı tunc-qrafit üçün 22-27% müəyyən edilmişdir. Ventilyatorların elektrik mühərriklərində tətbiq edilən yırğalanan (kürəcikli) və ЖГр1, Ж, БрО10С1,5Ц əsaslı tunc-qrafit, Cu-C və Cu+(Cu-C) ovuntu materiallarından hazırlanan sürüşmə yastıqları içərisində Cu+(Cu-C) kompozisiya materialından hazırlanan yastıqlar  $1 \times 10^4$  saat müddətində sınaqdan sonra səsin orta səviyyəsinin ən aşağı qiymətinə malik olmuşdur. Bu işə buraxıla bilən normadan 1,5-1,6 dəfə az deməkdir.

#### Ədəbiyyat

1. Rəsulov S.R., Sadıqov A.S. Neft-qaz sənayesində istehsalatın təhlükəsizliyi. ADNA-nın mətbəəsi, 2010, 323 s.
2. Исследование износостойкости спеченных подшипников скольжения вентиляторных моторов бытовых кондиционеров/ Х.И. Иманов, Т.Н. Корнев, А.И. Бабаев// За техн. прогресс. 1981, № 8, с. 36-37
3. Крагельский И.В., Михин Н.М. Узлы трения машин. Справочник. М.: Машиностроение, 1984, 280 с.
4. Mustafayev S.M., Quliyev A.Ə., Qasimov S.Ə. Elektrokimyəvi metodla mis-qrafit ovuntusunun alınma texnologiyasının tədqiqi //Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, ADNA, Bakı, 2002, №4(20), səh. 27-33
5. Şərifova A.V. Elektrokimyəvi metodla qrafitin misləndirilmə rejimlərinin kompozisiyanın strukturuna təsiri. Metallar fizikasının müasir problemləri, II beynəlxalq elmi-praktiki konfransının materialları, Bakı, 2010, səh. 48-50
6. X.G. Song, J.H. Chai, S.P. Hu, J.Cao, J.C. Feng, D.Y. Tang. A novel metallization process for soldering graphite to copper at low temperature. Journal of Alloys and Compounds (2017), doi: 10.1016/j.jallcom.2016.12.104.