

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

Dəmir tunc və dəmirbürünc ovuntu materiallarının işlənməsi, onların strukturunun və xassələrinin tədqiqi

İxtisas: 3312.01– Materiallar texnologiyası

Elm sahəsi: Texnika

İddiaçı: **Musurzayeva Bəturə Bəybala qızı**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

BAKI- 2025

Dissertasiya işi Azərbaycan Texniki Universitetinin “Metallurgiya və materiallar texnologiyası” kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: Əməkdar elm xadimi, texnika elmləri doktoru, professor **R.Q.Hüseynov**

Rəsmi opponentlər: texnika elmləri doktoru,
professor

texnika elmləri doktoru,
professor

texnika elmləri namizədi,
dosent

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD02.09 Dissertasiya şurasının bazasında yaradılmış BFD02.09 Dissertasiya şurası.

Dissertasiya surasının sədri: t.e.d., professor
_____ **Ələkbər Güləhməd oğlu Hüseynov**

Dissertasiya şurasının elmi katibi: t.e.n., dosent
_____ **Füzuli Rəsul oğlu Rəsulov**

Elmi seminarın sədri: t.e.d., professor
_____ **Arif Tapdıq oğlu Məmmədov**

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Məişət avadanlıqları, mexanizmləri və cihazları detallarının istehsalında ovuntu metallurjiyası üsullarından daha geniş istifadə olunur. Bu detallar müxtəlif təyinatlı və çox çeşidlidir. Ovuntu metallurjiyası metodları metaldan istifadə əmsalını yüksəltməyə və əmək məhsuldarlığını artırmağa imkan yaradır. Eyni zamanda, iqtisadi səmərəliliyin artırılmasına, mexaniki emalın maksimum azaldılması və ya tam ləğv edilməsinə gətirib çıxarır.

Yeyilməyə dözümlü detallar ovuntu metallurjiyası üsulları ilə hazırlanan detallar arasında daha çox tətbiq olunanlardandır. Yeyilməyədzümlü ovuntu materiallarından hazırlanan detalların tərkibini əsasən dəmir və əlvan metallar təşkil edir.

Bu materialların strukturunda məsamələrin mövcud olması, iş prosesi zamanı sürtünmədə yağlamaya kömək edir. Əvvəlcədən yağla hopdurulmuş məsamələr yağ rezervuarı rolunu oynayır. Məsamələrə hopmuş yağ, quru sürtünmə zamanı səthdə «tərləmə» sayəsində kontrcismi yağlayır. Nəticədə isə sürtünmə əmsalı azalır və materialın yeyilməyə dözümlülüyü artır.

Digər tərəfdən, ovuntu materiallarının tərkibinə bərk yağlayıcılar kimi qrafit, stearin, talk və s. qatılır. Bu da iş prosesində həmin yağlayıcıların müsbət rolunu meydana çıxarır. Bərk yağlayıcılar sürtünmə prosesində, xüsusən yağlayıcı olmadıqda, kontaktda olan səthləri yağlayır. Maye yağlayıcı olduqda isə sürtünən səthlərin arasında kolloid qatışıq yaradaraq, sürtünmədə iştirak edir və materialın tribotexniki xassələrini yaxşılaşdırmağa kömək edirlər.

Dəmir və qrafit antifriksion təyinatlı ovuntu materiallarının tərkibinin böyük hissəsini təşkil edir. Polad kontrcismilə işlədikdə dəmir-qrafitin yağlamada sürtünmə əmsalı $0,07 \div 0,09$ təşkil edir. 1000-1500MPa-dan çox olmayan buraxıla bilən yükə və 100-200°C maksimal temperaturda dəmirqrafitdən olan yastıqları tətbiq edirlər. Dəmirqrafitin mexaniki xassələri: dartılmada möhkəmlik həddi $\sigma_d = 180-300\text{MPa}$, bərkliyi isə 600-1200MPa təşkil edir.

Lakin dəmirqrafitin tərkibində karbonun mövcud olması (qrafitdəki karbon) bişirmə prosesində sementitin yaranmasına

gətirib çıxarır. Dəmirqrafitin bu arzuolunmaz struktur təşkilədicisi, əsasən yağsız şəraitdə sürtünmədə kontrcismın cızılması, aşınması və nəticə olaraq yastıqla makrotutuşmasına səbəb olur.

Buna görə də dəmirqrafitin tərkibinə digər bərk yağlayıcılar qatırlar ki, bu da əksər hallarda materialın baha başa gəlməsinə gətirib çıxarır. Digər tərəfdən isə onların bəziləri, xüsusən də kükürd və sulfidlər zəhərlidir. Bəziləri isə bişirmə prosesində mənfi rol oynamaqla, materialın mexaniki xassələrini aşağı salır və yükötürmə qabiliyyətinə mənfi təsir göstərir.

Bu məqsədlə dəmir və əlvan metalların ovuntularının qatışıqından alınan antifriksion təyinatlı yeni məsaməli ovuntu materiallarının yaradılması elmi və praktiki cəhətdən daha əhəmiyyətli sayıla bilər. Bu məqsədlə, dəmir ovuntusu ilə mis və qalay ovuntularının müəyyən nisbətlərdə qatışıqından şərti olaraq «dəmirtunc» adlandırılan yeni kompozisiya materialının yaradılmasını aktual məsələ hesab olunur. Bu halda əlvan metal ovuntularının dəmir ovuntusu ilə nisbəti elə götürülməlidir ki, iqtisadi səmərəlilik və zəruri tribotexniki xarakteristikaların vəhdəti təmin edilsin.

Tunc əvəzinə bürüncdən istifadə etməklə, məsələnin iqtisadi cəhətdən daha müsbət həllinə nail oluna bilər. Yəni, dəmir və bürünc ovuntularının müəyyən nisbətdə qatışıqından ovuntu şıxtəsi hazırlana bilər. Bu halda şıxtədə bürünc ovuntusuna nisbətən tunc ovuntusunun daha bahalı olması və nəticədə son materialın da bahalaşması problemi aradan qalxar. Alınmış yeni tərkibli ovuntu materiallarını da şərti olaraq «dəmirbrünc» adlandırmaq olar.

Beləliklə, qeyd etmək olar ki, «dəmirtunc» və «dəmirbürünc» kimi antifriksion təyinatlı yeni məsaməli ovuntu materiallarının işlənməsi aktual məsələdir. Bu məsələnin həlli ovuntu metallurgiyasının imkanlarını daha da genişləndirər. Belə materialların işlənilib tətbiq edilməsi, həm onların iqtisadi səmərəliliyini yüksəldər, həm də yükötürmə qabiliyyətini artırır.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri «dəmirtunc» və «dəmirbürünc» tipli yeni məsaməli ovuntu materiallarının işlənməsi, onların tərkibi, strukturu və xassələri arasındakı qarşılıqlı təsirin öyrənilməsindən ibarətdir.

Bu məqsədə nail olmaq üçün qarşıya aşağıdakı vəzifələr qoyulmuşdur:

- «dəmirtunc» və «dəmirbürünc»dən ibarət olan yeni ovuntu şixtə tərkiblərinin seçilməsi və əsaslandırılması;

- soyuq presləmə və sonrakı bişirməklə alınmış «dəmirtunc» və «dəmirbürünc» heterogen tərkibli ovuntu materiallarının strukturu, mexaniki və tribotexniki xassələrinin tədqiqi;

- işlənmiş materiallarda bişirmədən sonra yaranan struktur təşkilədicilərinin faza tərkiblərinin müəyyənləşdirilməsi;

- «dəmirtunc» və «dəmirbürünc» materiallarının müxtəlif sürtünmə şəraitlərində davranışı və tribotexniki xassələrinin qiymətləndirilməsi;

- kompüterdən istifadə etməklə materialların tərkibi və xassələri arasında əlaqələrin xüsusiyyətləri və inkişaf istiqamətlərinin müəyyənləşdirilməsi;

- alınmış nəticələrin istehsalatda tətbiq edilməsi üçün tövsiyələrin işlənməsi və onların tətbiqinin reallaşdırılması üçün cəhdlər edilməsi.

Tədqiqat metodları. Bu işdə qarşıya qoyulmuş məsələlər laboratoriya və istehsalat şəraitlərində aparılan nəzəri və eksperimental tədqiqatlar əsasında həll edilmişdir. Aparılmış eksperimentlərin emalında və analitik ifadələrin çıxarılmasında kompüter texnikasından istifadə edilmişdir.

Alınmış nəticələrin dürüstlüyü müasir cihazlar, ölçü vasitələri, qurğu və ləvazimatlardan istifadə etməklə eksperimental tədqiqatlarla təsdiqlənmişdir.

Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. «Dəmirtunc» və «dəmirbürünc» antifriksion ovuntu materiallarının sintezinin əsas müddəaları;

2. «Dəmirtunc» və «dəmirbürünc» ovuntu materiallarının tribotexniki xassələrinin qiymətləndirilməsinin meyarları;

3. Dəmir-əlvan metal ovuntu şixtə qarışığının preslənməsində baş verən proseslərinin izahı;

4. «Dəmirtunc» və «dəmirbürünc» ovuntu materiallarının bişirilməsinin kinetikasi;

5. Bişirilmiş dəmirtunc və dəmirbürünc ovuntu materiallarının strukturəmələgətməsinin izahı.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Şixtədə plastik komponentlərin – mis, qalay, bürünc və talkın anomal yüksək miqdarının dəmir əsaslı kompozision bişirilmiş materiallarının strukturu, fiziki-mexaniki və tribotexniki xassələrinin formalaşmasının gedışinə təsiri müəyyən edilmişdir.

Dəmir, həm də mis əsasında Fe-Cu-Sn və Fe-Cu-Zn bərk məhlulların yaranmasından ibarət olan, tərkibində talk şəklində bərk sürtkü saxlayan dəmirtunc və dəmirbürüncün bişirmə prosesində strukturəmələgətmənin mexanizmi açılmışdır. Keçid zonalarının tərkibi və formalaşma qanunauyğunluqları aşkarlanmışdır. Keçid zonalarında Fe-Cu-Sn və Fe-Cu-Zn bərk məhlulları ilə yanaşı böyük miqdarda bərk ünsürlərin sahələrinə rast gəlinir, bunlar talkın 850-1000⁰C-də bişirmə intervalında termiki dözümlüliyinə dəlalət edir.

Göstərilmişdir ki, talkın mövcudluğu şixtədə komponentlərin paylanmasının bircinsliliyini yaxşılaşdırır: talk dəmir zərrəciklərinin səthinə adsorbsiya olunaraq bişirmə prosesində o zərrəciklərdə qrafitin həll olmasını dayandırır, onun məsaməli strukturu, bişirilmiş materialın yağ hopdurma qabiliyyətini və aydındır ki, tribotexniki xarakteristikalarını yaxşılaşdırır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. «Dəmirtunc» və «dəmirbürünc» tipli kompozision bişirilmiş materialların preslənmə və bişirmə proseslərinin səmərəli rejimləri müəyyən edilmiş, onların tərkibli və istismar xarakteristikaları arasında əlaqə qurulmuşdur.

«Dəmirtunc» və «dəmirbürünc» tərkibli ovuntu şixtələrinin texnoloji sürtküdən istifadə etmədən soyuq presləmə rejimləri işlənmişdir. İşlənmiş texnoloji variant texnoloji sürtgünün mənfi təsirlərindən prespəstahları, sonrakı halda isə bişirilmiş məmulatları qorumağa imkan verir.

Yaradılmış «dəmirtunc» və «dəmirbürünc» kompozision bişirilmiş ovuntu materialları sürüşmə yastıqlarında və digər sürtünmə qovşaqlarında müvəffəqiyyətlə sınaqdan çıxarılmışdır. Onların sürtünmə əmsalı yağla işləmə şəraitində $f=0,02-0,04$

həddindədir, bu isə «tuncqrafit» materialların sürtünmə əmsalinin qiymətinə bərabərdir.

Aprobasiya və tətbiqi. Dissertasiya işinin əsas müddəaları aşağıdakı konfrans və seminarlarda müzakirə olunmuş və bəyənilmişdir:

Beynəlxalq elmi-texniki və elmi praktiki konfranslar:

1. «Maşınqayırmada intellektual texnologiyalar» Beynəlxalq elmi-texniki konfrans, AzTU, 2016.

2. Doktorantların və gənc tədqiqatçıların “Metallurgiya və materialşünaslığın problemləri” mövzusunda 2-ci Beynəlxalq elmi-texniki konfransı, Bakı, AzTU, 2017

3. «Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация», Конфранс, Санкт-Петербург, 2020

Respublika elmi-texniki konfranslar:

4. Professor-müəllim heyətinin və Aspirantların 51-ci elmi-texniki konfransı, Bakı, AzTU, 2004

5. Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XIX Respublika konfransı, ADİU, Bakı, 2015

6. Azərbaycanda “Multikulturulazm ili”nə həsr olunmuş Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX Respublika konfransı, ADNSU, Bakı, 2016

7. Azərbaycan xalqının Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 94-cü ildönümünə həsr olunmuş tələbə və gənc tədqiqatçıların “Gənclər və elmi innovasiyalar” mövzusunda respublika elmi-texniki konfransı, Bakı, AzTU, 3-5 may 2017

8. «Metallurgiya və materiallar texnologiyası» kafedrasının elmi seminarı, Bakı, AzTU, 2018-2023

İşin dərc olunması. Dissertasiya işinin əsas məzmunu 22 məqalə və konfrans materiallarında dərc olunmuşdur.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi. Dissertasiya işinin strukturunu titullar sənədi (410 işarə), mündəricat (4613 işarə), giriş (14981 işarə), I Fəsil – (56609 işarə), II Fəsil – (22032 işarə), III Fəsil – (25291 işarə), IV Fəsil – (42295 işarə), V Fəsil – (32035 işarə), nəticə (3462 işarə), istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı (26897 işarə), əlavələr təşkil edir. Dissertasiya işinin ümumi həcmi 21 şəkil,

28 qrafik, 22 cədvəl, 135 adda ədəbiyyat siyahısı olmaqla mətni kompüterdə yazılmış 156 səhifə, şəkillər, cədvəllər, qrafiklər, əlavələr və ədəbiyyat siyahısı istisna edilməklə 205139 işarədən ibarətdir.

Dissertasiya işi Azərbaycan Texniki Universitetinin «Metallurgiya və materiallar texnologiyası» kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Girişdə işin məqsədi və vəzifələri göstərilmiş, mövzunun aktuallığı, elmi və praktiki əhəmiyyəti, tədqiqatın vacibliyi əsaslandırılmışdır. Qeyd olunmuşdur ki, antifriksion təyinatlı ovuntu detallarının istehsalında dəmirtunc tipli ovuntu şixtəsindən istifadə olunması daha perspektivlidir. Ona görə də belə materialların tədqiq edilməsi aktual elmi-texniki məsələdir.

1-ci fəsildə ədəbiyyat məlumatlarının təhlili göstərmişdir ki, materiala daxil edilən hər bir komponent spesifik struktura və xassələrə malik olmaqla kompozisiyanın bütövlükdə formalaşmasına öz töhvəsini verir. Bununla birlikdə daxil edilən komponentlərin cinsi və miqdarı, habelə zərrəciklərin ölçüsü, onların dispersliyinin nisbəti, sintez texnologiyası və s.-dən asılı olaraq kompozisiya materialının strukturu və xassələrini geniş diapazonda dəyişmək olar [1]¹. Ona görə də yeni materialın “konsruksiya edilməsi” həmişə bir sıra tədqiqatların aparılması və əvvəllər məlum olmayan qanunauyğunluqların müəyyənləşdirilməsilə əlaqədardır.

Tərkibində anomal yüksək miqdarda mis və onun ərintiləri, çuqun tullantıları, şüşə, bərk sürtkülər olan və birdəfəlik presləmə və bişirmə ilə alınmış mövcud ovuntu materialları yüksək məsaməlilik ucbatından quru sürtülmə şəraitlərində aşağı möhkəmliyə və yeyilməyə dözümlüyə malik olur [2]².

¹ Особенности структурообразования железобронзы. Мусурзаева Б.Б.

² Дəmirtuncqrafit ovuntu materiallarının kimyəvi tərkib və xassələrinə bişirmə temperaturunun təsiri. Musurzayeva B.B., Əbdüləzimova Y.Ə.

Müəyyən edilmişdir ki, birdəfəlik presləmənin məlum fəndlərilə kompakt məmulatların möhkəliyinə yaxın olan aşağı məsaməlilikli və yuxarı möhkəmlilikli məmulatların alınması qeyri mümkündür. Bu problemin ikiqat presləmə-bişirmə, qızmar presləmə və ştaplama, habelə asan əriyən metallarla məmulatların hopdurulması üsulları ilə həlli bir sıra problemlərlə əlaqədardır və məmulatların hazırlanmasının əmək tutumunun artmasını şərtləndirir.

Tərkibində anomal yüksək miqdarda mis və onun ərintiləri, çuqun tullantıları, şüşə və bərk sürtkülər olan materiallar əsasında birdəfəlik presləmə və bişirmə ilə yüksək sıxlıqlı ovuntu məmulatlarının alınmasının elmi əsaslandırılmış texnoloji prosesləri bu günədək işlənməmişdir [3]³.

Ovuntu şixtəsinin sıxlaşdırılmasında texnoloji sürtkünün rolu öyrənilməmiş, heterogen strukturlu yüksək sıxlıqlı ovuntu materiallarının struktur və xassələrinin formalaşmasına, habelə onun şixtədə miqdarının təsirinə baxılmamışdır.

Pres-qəlibdən qazların effektiv drenajı şəraitlərində alınmış heterogen strukturlu ovuntu materiallarının strukturuna, fiziki-mexamiki və antifriksion xassələrinə metal ovuntularının və bərk sürtkünlərin forması və zərrəciklərin ölçülərinin təsiri müəyyən olunmamışdır.

Yuxarıda deyilənlər əsasında anomal yüksək tərkibdə mis və onun ərintilərindən ibarət olan dəmir əsaslı heterogen strukturlu ovuntu materiallarının yaradılmasında yeni istiqamətin işlənməsi zərurəti meydana çıxmışdır [7]⁴.

İkinci fəsildə ilkin materialların təşkilədicilərinin tərkibi və xassələri, həmçinin tədqiqatların aparılma metodikaları verilmişdir. Tədqiqatların aparılması üçün aşağıdakı ovuntulardan istifadə olunmuşdur: ПЖБ 2.160.26 markalı bərpa olunmuş dəmir (Rusiya Federasiyası, Sulin metallurjiya zavodunun istehsalı, ГОСТ 9849-

³ Tərkibində bərk sürtkü olan dəmirbürünc ovuntu şixtəsinin preslənməsinin xüsusiyyətləri. Məmmədov A.T., Musurzayeva B.B.

⁴ Heterogen strukturlu ovuntu materiallarının yaradılmasının əsas müddəaları. Musurzayeva B.B.

86, boz çuqun, ПМС-1 markalı mis, ПО-2 markalı qalay, Л-63 markalı bürünc, mikrotalk, texniki kükürd və sink stearatı (ТУ 6-09-3567-75). Çuqun ovuntusu kimi boz çuqun yonqarının kürəli dəyirməndə xırdalanmış zərrəcikləri istifadə olunmuşdur. İlkin ovuntuların kimyəvi tərkibi və fiziki-texnoloji xassələri cədvəl 1 və 2-də verilmişdir [4]⁵.

Şıxtə tərkibləri cədvəl 3 və 4-də verilmişdir. Ovuntuların qarışdırılması Y şəkilli qarışdırıcıda 1,0 saat ərzində həyata keçirilmişdir. Soyuq və ilıq presləmə üçün ilkin tədqiqatlar əllə pres-qələblərdən istifadə edərək laboratoriya şəraitində aparılmışdır. Ilıq presləmənin qızdırma temperaturu 120-150°C intervalında tənzimlənmişdir. ПП-125 markalı hidravlik presdə ölçüləri 10×10×55 mm olan prizmatik nümunələr və 16×7×11mm olan oymaqlar preslənmişdir. Şıxtənin preslənmə təzyiqi 400-1000MPa hədlərində olmuşdur. Nümunələrin bişirilməsi konveyer tipli sobada 1050-1200°C -də aparılmışdır.

Cədvəl 1

İlkin ovuntuların kimyəvi tərkibi

Sıra N-si	Ovun-tuların adı	Elementlərin miqdarı,% (kütüş),çox olmadan						
		C	Si	Mn	S	P	O ₂	Xlorid turşusunda həll olmayan qalıq
1	ПДКPB markalı dəmir ovuntusu	0,028	0,12	0,36	0,019	0,12	0,21	0,031
2	Boz çuqun ovuntusu	2,1-3,1	2,6-3,7	0,35-0,85	≤0,11	≤0,28	0,48	0,058

Nümunələrin sıxlığı və məsaməliliyi hidrostatik metodla təyin olunmuşdur. Mexaniki xassələr nümunələrdə, həm də detallarda təyin edilmişdir. Bərklik ГОСТ 9013-59-ə əsasən ТК-2М markalı Rokvell cihazında, dartılmaya və əyilməyə sınaqlar üçünsə xüsusi pres-qələbdə ilıq presləmə və sonrakı bişirməklə ГОСТ 1827-72-ə

⁵ Dəmir-tunc ovuntu materiallarının alınmasında pastik təşkilədicilərin rolu. Musurzayeva B.B.

əsasən nümunələr alınmış və standart metodika üzrə sınaqlar aparılmışdır.

Cədvəl 2

İlkin ovuntuların fiziki-texnoloji xassələri

Sıra N-si	Ovuntuların adı	Zərrəciklərin aşağıdakı ölçülərində, mm fraksiyanın çıxımı, %					Səpilmə sıxlığı, q/sm ³	Axıcılıq, s, çox olmada n	700MPa təzyiqdə kipləşmə, q/sm ³ az olmadan
		0,250÷0,160	0,160÷0,100	0,100÷0,071	0,071÷0,045	<0,045			
1	ПДКPB markalı dəmir ovuntusu	0÷12	12÷33	18÷38	22÷28	2,4÷3,1	2,6÷2,8	36	7,0
2	Boz çuqun ovuntusu	45÷52	22÷28	12÷16	6÷11	0,6	2,5	35	5,6

Nümunələrin mikrostrukturlarının tədqiqi «Olimpus» (Yaponiya) və «Neofolt 021» (AFR) tipli mikroskoplar, faza analizi DRON-2,0 cihazı, mikrohəcmərdə kimyəvi tərkibi isə «Samsan» tipli mikrorentgenspektral analizatorda həyata keçirilmişdir.

Nümunələrin tribotexniki xarakteristikalarının təyini CMIQ-2 markalı maşında ГОСТ 26614-85-ə əsasən aparılmışdır. Sürtünmə əmsalı və yeyilmə intensivliyi CMIQ -2 maşınında valın 8s⁻¹ fırlanma tezliyində 4MPa təzyiq altında 10×10×16 mm ölçülü nümunələrdə təyin olunmuşdur.

Üçüncü fəsildə cədvəl 3-də istifadə olunan şixtə tərkibləri və qrafiklərdə ayrıların işarələri verilmişdir.

Qrafitlə birlikdə talkın istifadə edilməsi 400MPa təzyiq altında tərkibində texnoloji sürtkü olmayan şixtənin preslənmə prinsipini reallaşdırmağa imkan verir. Bu halda pres-pəstahlarda məsaməlilik 10-15% təşkil edir. Bu fənd əsasında tərkibində bərk sürtkü olan dəmirtunc almaq üçün şixtə tərkibi işlənmişdir. Şixtədə yenilik tərkibə mikrotalk ovuntusunun daxil edilməsi və komponentlərin nisbətlərinin dəyişdirilməsidir. Bu texnoloji tədbirlər birlikdə

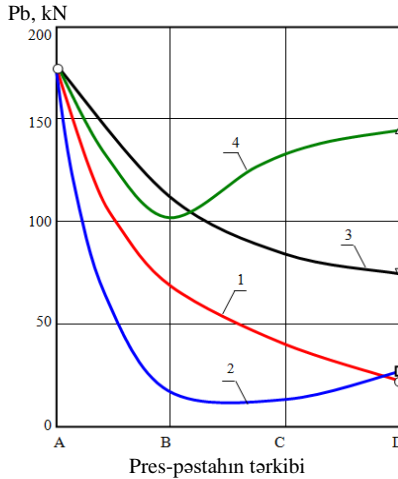
məmulatların fiziki-mexaniki və tribotexniki xassələrinin yüksəlməsinə gətirib çıxarır [5]⁶.

Cədvəl 3

Şixtə tərkibləri və qrafiklərdə ayrılərin işarələri

Şixtə işarələri / ayrinin nömrəsi	Şixtədə ovuntuların miqdarı, küt. %				
	Cu	Pb	C (qrafit)	Talk	Fe
1	5,0	0,3	3,0	4,0	qalanı
2	7,0	0,5	2,5	3,5	qalanı
3	20,0	2,5	2,0	2,5	qalanı
4	45,0	5,0	1,0	1,5	qalanı

Qrafik 1-də tərləyən matrisdə ilıq presləmə prosesində qazların şixtədən drenlənməsi üsulu göstərilmişdir.



Qrafik 1. Şixtənin kimyəvi tərkibindən pres-pəstahların çıxarılma qüvvəsinin asılılığı: ayrılərin işarələnməsi cədvəl 3-də verilmişdir

⁶ Dəmir-tunc ovuntu kompozisiyalarında strukturəmələgətmənin kinetikasi. Məmmədov A.T., Musurzayeva B.B.

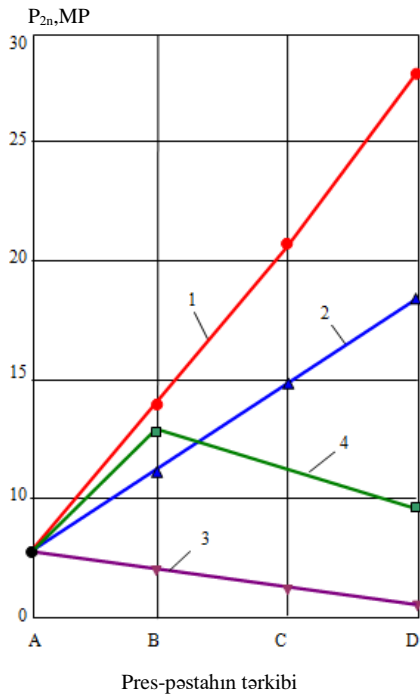
Buradan görünür ki, şixtədə misin miqdarı artdıqca E bir qədər azalır (əyri 2). Bu, dəmir ovuntusu ilə müqayisədə mis ovuntusu zərrəciklərinin yaxşı plastikliyi və daha inkişaf etmiş forması ilə izah olunur. Əgər ikinci amil şixtənin sərbəst səpilmiş vəziyyətində qazla doymasını artırırsa, birinci amil isə presləmədə yenidən qəliblənmiş pres-pəstahın bədənində drenləyici kanalların tezliklə bağlanmasına kömək edir. Buna baxmayaraq, sink stearatın istifadəsilə presləməyə nisbətən (əyri 1) E-nin azalma tempi əhəmiyyətli dərəcədə kiçikdir.

Şixtədə qalayın miqdarının hətta böyük olmayan diapazonda, yəni 0-dan 3%-dək artırılması E-yə müsbət təsir göstərir (əyri 3). Bu, hər şeydən əvvəl püskürdülmüş qalay ovuntu zərrəciklərinin az inkişaf etmiş səthilə əlaqədardır, çünki belə morfolojiylə ovuntular şixtənin komponentlərinin kip qablaşmasına və aydındır ki, ilkin vəziyyətdə onun qazla doymasına kömək edir.

Şixtəyə bərk sürtkülərin - qrafit və talkın əlavə edilməsi E-ni onların miqdarı nə qədər çoxdursa, o qədər çox azaldır. 1 və 4 əyriələrini müqayisə edərək görmək olar ki, bu sürtkülər drenlənmədə həmin mənfi effektlərə malikdirlər, (baxmayaraq əhəmiyyətli dərəcədə az), hansılar ki, sink stearata və istənilən digər üzvi sürtküyə xasdır. Bütün bunlara baxmayaraq, dəmir əsaslı şixtənin bərk sürtkü, həm də plastik metalların ovuntuları ilə (Cu, Sn) kompleks legirləmə prinsipindən istifadə edərək pres-pəstahların pres-qəlibdən çıxarılma qüvvəsinin minimal qiymətinə və qazların kafi drenlənməsinə nail olmaq mümkündür.

Pres-pəstahlarda şixtənin tərkibindən qazların məsamədaxili təzyiqinin asılılığının xarakteri (P_{2n}) onlarda qazların drenlənməsi asılılığının xarakterinə analojidir (qraf. 2). Qeyd etmək lazımdır ki, P_{2n} çox kiçik qiymətləri şixtəyə qalay daxil edildikdə (əyri 3) təmin edilir, bu ovuntu zərrəciyinin forması, həm də onun yüksək plastikliyi ilə təmin olunur. Həm də kompleks legirləmədə P_{2n} -nin yüksək olmayan qiymətləri təmin olunur. Bu, habelə matrisdən pres-pəstahların çıxarılma qüvvəsinin aşağı qiymətləri, şixtədən yüksək sıxlıqlı məmulatların alınması üçün yüksək təzyiq altında ($P=1000\text{MPa}$) texnoloji sürtüksüz presləmə fəndini reallaşdırmağa imkan verir.

Tərkibində bərk sürtkü olan bişirilmiş dəmirtuncun mikrostrukturu çox fazalıdır. Rentgenqrafik tədqiqatların və nöqtəvi kimyəvi analizin köməyi ilə mürəkkəb fazaların tərkibləri öyrənilmişdir. Bunlar dəmir (Fe-Cu, Sn-C), həm də mis əsasında (Cu-Fe-Sn-C) mürəkkəb bərk məhlullardır. Bundan başqa, onların miqdarı bişirmə temperaturunu 850-dən 1150°C-dək artırıqda əhəmiyyətli dərəcədə azalır. Bununla birlikdə şixtədə qrafitin miqdarı və pres-pəstahların bişirmə temperaturları nə qədər yüksəkdirsə, bir o qədər strukturda sərbəst sementit çox yer alır.



Qrafik 2. Pres-pəstahda qazların məsamədaxili təzyiqinin şixtənin tərkibindən asılılığı:

1-4- cədvəl 3-dəki kimidir

1000-1150°C temperatur diapazonunda 10-15% məsaməlilikdə bişirilmiş dəmirtuncun möhkəmlik xarakteristikaları tökmə qalaylı tuncun möhkəmliyinə adekvatdır və əhəmiyyətli dərəcədə analoji

məsəməlilikli dəmirqrafitin həmin xassələrini üstələyir. Tribotexniki xassələrinə görə bişirilmiş dəmirtunc quru sürtünmə şəraitində yeyilməyə dözümlü poladlarla rəqabət apara bilər, dəmir və tuncqrafitləri isə əhəmiyyətli dərəcədə üstələyir. Quru sürtünmədə onun yükötürmə qabiliyyəti 10MPa-ya çatır, sürtünmə əmsalı isə 2-10MPa yüklənmə diapazonunda 0,046-0,12 təşkil edir. Bu əhəmiyyətli dərəcədə dəmir və tuncqrafitin, habelə yeyilməyə dözümlü poladların sürtünmə əmsalından aşağıdır.

Kompüterin köməyi ilə ovuntu dəmirtunc materillərinin sürtünmə əmsalı və yeyilmə intensivliyinin kimyəvi tərkib, bişirmə temperaturu və sürtünmədə yüklə əlaqəsini təsvir edən analitik asılılıqlar alınmışdır. Şixtədə texnoloji sürtkü istifadə etmədən soyuq presləmə fəndi işlənmiş və rejimlər optimallaşdırılmışdır. Bunlar tərkibində əlvan metallar olan yüksək sıx, möhkəm və yeyilməyə dözümlü qənaətlə legirlənmiş ovuntu materilləri yaratmağa imkan verir.

Dördüncü fəsildə antifriksion materialın maya dəyərini aşağı salmaq üçün tərkibində mikrotalk və bürünc olan dəmir əsaslı şixtə tərkibi işlənmişdir. Şixtənin tərkibində komponentlər aşağıdakı nisbətədədir, küt.%: bürünc ovuntusu 10-50, mikrotalk ovuntusu 1-5 və dəmir ovuntusu qalanı. Bu şixtə texnoloji sürtküsüz presləmə aparmağa imkan verir və ondan alınmış bişirilmiş material əyilməyə yüksək möhkəmlik həddinə malikdir [8]⁷.

Müəyyən edilmişdir ki, şixtədə mikrotalkın miqdarını 1,0-dən 5,0 küt.%-dək artırıqda materialın plastiklik xassələri və dinamik zərbələrə müqavimət qabiliyyəti pisləşir, tribotexniki xarakteristikaları isə əksinə, yaxşılaşır (cədvəl 4). Dəmir-bürüncün ən yüksək mexaniki və tribotexniki xassələrinə 1000°C bişirmə temperaturunda nail olunur. Bişirmə temperaturunun sonrakı artımı talkın dehidrotasiyasına kömək edir və materialın bir qədər sıxlaşması baş verir. Quru sürtünmə şəraitlərində sınaqda

⁷ Ovuntu dəmirbürüncünün faza tərkibi və mikrostrukturları. Məmmədov A.T., Musurzayeva B.B.

dəmirbürüncün antifriksion xassələri dəmir və tuncqarıflərə, habelə bir neçə legirli ərintilərə nisbətən yüksəkdir.

Kompüterin köməyilə dəmirbürünc ovuntu materillərinin sürtünmə əmsalı və yeyilmə intensivliyilə onların kimyəvi tərkibi, bişirilmə temperaturu və sürtünmədə yük arasında əlaqəni təsvir edən analitik asılılıqlar alınmışdır [6]⁸.

1000°C temperaturda bişirilmiş dəmirbürüncün kimyəvi tərkibini dəmir və mis şüalanmalarında "Comebax" mikrorentgenspektral analizatorunda mikrohəcmlərdə öyrənilmişdir (şəkil 1 və cədvəl 5). Dəmirbürüncün bütün ərintiləri üçün dəmir və bürünc zərrəciklərinin ayrıca seçilən zonaları səciyyəvidir və onların sərhədləri, yəni keçid zonası görünəndir.

Cədvəl 4

Dəmir əsaslı şixtənin kimyəvi tərkibi və bişirilmiş materialların xarakteristikaları

Materialın markası	Şixtədə komponentlərin miqdarı, küt%		Bişirilmiş materialların xarakteristikası				
	ПЛ-80 markalı bürünc ovuntusu	Mikrotalk ovuntusu	σ_D, MPa	$\sigma_{\text{Y}}, \text{MPa}$	KC, kc/m ²	f	J
ЖЛ8Т1(А')	8,1	0,9	251	502	252	0,15	136
ЖЛ10Т(А)	9,9	1,1	256	508	262	0,16	102
ЖЛ30Т3(В)	29,9	2,9	158	328	54	0,15	45
ЖЛ50Т5(В)	51	4,9	93	158	36	0,14	125
ЖЛ52Т5(В')	52,2	4,8	92	138	28	0,14	140

Bürünc zərrəciklərinin yerləşmə zonaları (15 nümunəsi 1,4 nöqtələri və 21 nümunəsi 1,5 nöqtələri) misin və sinkin böyük miqdarı ilə səciyyəlidir, dəmirin miqdarı isə 1,103-dən 5,6%-dək dəyişir. Guman etmək olar ki, bu zonalarda mis əsaslı Cu-Fe-Zn tipli mürəkkəb bərk məhluldan ibarətdir.

⁸ Ovuntu dəmirbürünc materiallarının mexaniki və tribotexniki xarakteristikaları. Musurzayeva B.B.

Cədvəl 5

Dəmirbürüncün mikrohəcmlərdə kimyəvi tərkibi

Əyarların N-si və şixtə tərkibləri	Alınma rejimləri	Mikro analiz nöqtələrinin N-si	Komponentlərin miqdarı, küt. %			
			Fe	Cu	Zn	Talk
Əyar 15, bürünc-50%, talk-5,0%, dəmir-qalanı	P=700MPa, T=950°C	1	1,1	80,5	18,34	—
		2	98,4	1,1	0,38	—
		3	98,7	1,02	0,23	—
		4	3,6	74,78	21,56	0,09
		5	23,4	54,16	22,43	0,045
Əyar 21, bürünc-40%, talk-4%, dəmir-qalanı	P=700MPa, T=1050°C	1	5,44	77,11	17,46	—
		2	98,77	0,86	0,36	0,0222
		3	27,7	11,35	36,8	24,128
		4	98,9	0,9	0,5	0,0218
		5	5,6	78,06	16,4	—

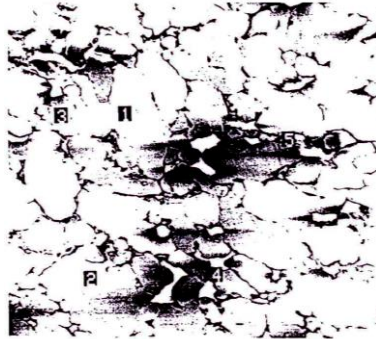
Keçid zonasında dəmirin miqdarı kəskin artır, ancaq misin miqdarı aşağı düşür (15-ci nümunədə 5-ci nöqtə və 21-ci nümunədə 3-cü nöqtə).

Dəmirin üstünlük təşkil edən zonalarda sinkin miqdarı öyrəndiyimiz nöqtənin yerindən asılı olaraq (15-cidə 2, 3-cü nöqtələr və 21-cidə 2, 4-cü nöqtələr) 0,8-dən 1,2%-dək fərqlənir, yəni dəmir əsasında Fe-Cu-Zn bərk məhlul yaranır.

Guman etmək olar ki, talk üsürlərinin yerləşdiyi sahələrdə xüsusən 1000°C-dən yuxarı temperaturda ZnO-nun yaranması üçün böyük imkanlar vardır, çünki bu halda talkın strukturunun SiO₂, Mg₂Si₂O₆ kimi incə dispers üsürlərə və H₂O-nun buxarlarına parçalanması baş verir. Ona görə də 21-ci əyarın 3-cü nöqtəsində böyük miqdarda qeyri-metal üsürlər (24,13%) və sink (36,786%) müşahidə olunur, misin və dəmirin miqdarı isə əhəmiyyətli dərəcədə azdır.

Əgər ilkin 4÷1 nisbətində olan misin və sinkin bu nisbətində dəyişməsinə müşahidə etsək, görmək olar ki, hansı nöqtələrdə Cu-Zn-Fe bərk məhlulu yaranır, həmin nöqtələrdə bu nisbət 3,47:1-dən

4,74:1-dək, ancaq dəmir əsaslı Fe-Cu-Zn yaranmış nöqtələrdə isə 1,84:1-dən 4,2:1-dək dəyişir. Bu, bizim fərziyyələrimizi təsdiqləyir ki, bişirmə prosesində ya mis əsasında, ya da dəmir əsasında Cu-Zn-Fe bərk məhlulları yaranır, bunların tərkibləri sabit deyil və bişirmə temperaturundan və digər amillərdən asılıdır [18]⁹.



a



b

Şəkil 1. Materialın kimyəvi tərkibi təyin olunan nöqtələrin yerləşməsi: x200; a-əyar 15; b-əyar 21

Yağlayıcıdan istifadə etmədən “tərləyən” matrisdə dəmirbürünc ovuntu şixtəsinin soyuq presləmə əməliyyatı işlənmiş və prosesin

⁹ Принципы создания порошковой железо-бронзы. Мусурзаева Б.Б.

səmərəli rejimləri təyin edilmişdir. İşlənmiş ovuntu materialının yeniliyi ilk dəfə olaraq onun tərkibində termiki dözümlü komponent kimi mikrotalkın istifadə edilməsidir. Müəyyən edilmişdir ki, mikrotalk şixtə tərkibində 1000°C temperaturadək termiki dözümlüdür [9]¹⁰.

5-ci fəsildə antifriksion materialların maya dəyərini artırmaq, şixtənin texnolojiliyini yaxşılaşdırmaq və alınmış detalların xassələrini yüksəltmək üçün "dəmir-çuqun-bürünc" tipli kompozisiya materialının yaradılması araşdırılmışdır. Materialın alınması üçün şixtənin tərkibi aşağıdakı ovuntulardan ibarətdir, küt.%: dendritlərarası nöqtəli qrafitli çuqun - 54,5-64,5; J163 markalı bürünc - 5-20; texniki kükürd - 0,25-1,0 və dəmir qalanı. Tərkibi 54,5% çuqun, 10% bürünc, 0,5% kükürd və qalanı dəmir olan tərkib səmərəli "dəmirçuqunbürünc" materialı müəyyən edilmiş və ona ЖЧ54,5Л10К0,5 şərti marka verilmişdir [13]¹¹. Bişirmə temperaturunun və müddətinin ЖЧ54,5Л10К0,5 materialının antifriksion və mexaniki xassələrinə təsiri təyin olunmuşdur. Məlum olmuşdur ki, materialın 1200°C temperaturda bişirilməsi zamanı ən yüksək σ_d , σ_a , КС, HB, f və J əldə edilir. Bu effekt çuqun, dəmir, maye bürünc kimi müxtəlifcinsli zərrəciklərin bir-birinə qarşılıqlı təsirini yaxşılaşdırmaq və strukturun qismən homogenləşməsilə izah olunur [10]¹².

Detalların əyilmədə möhkəmlik həddinin (σ_a) artmasına yalnız 1200°C temperaturda bişirmədə nail olunur. Bu halda nümunənin bərkiyi (HB) azalmağa doğru meyil edir. Eyni zamanda materialda karbonsuzlaşma baş verir. Bişirmədə endotermik qazın istifadəsi çuqun ovuntusunda karbonun bir qədər azalmasına gətirib çıxarır [11]¹³.

¹⁰ «Tərləyən» matrissada presləməklə alınan ЖЧ54,5Л10К0,5 ovuntu kompozisiyanın xassələri. Musurzayeva B.B.

¹¹ "Dəmirçuqunbürünc" ovuntu şixtəsinin səmərəli tərkibinin seçilməsi. Musurzayeva B.B.

¹² ЖЧ54,5Л10К0,5 ovuntu kompozisiyasının struktur və xassələrinə bişirmə rejimlərinin Musurzayeva B.B.

¹³ Состав, структура и свойства антифрикционной порошковой композиции «железо-чугун-латунь». Мамедов А.Т., Мусурзаева Б.Б.

”Dəmirçuqunbürünc” kompozisiyasının mexaniki xassələrini və iş qabiliyyətini quru sürtünmə şəraitində yüksəltmək üçün “tərləyən” matrisdə soyuq presləmə texnologiyası tətbiq olunmuşdur. Bu üsul ilə alınmış kompozisiyaların ən səmərəli bişirilmə temperaturu 1200°C, bişirilmə müddəti isə 1 saat müəyyən edilmişdir.

Təyin edilmişdir ki, bu texnologiyanın tətbiqi nəticəsində materialın fiziki-mexaniki və antifriksion xassələri demək olar ki, 2 dəfə yüksəlir. Bu, presləmə zamanı pres-qələbdən qazların aktiv drenaj olunması, presləmədə müxtəlifcins zərrəciklərin etibarlı mexaniki və yuvenil (çılpaq) kontaktlarının yaranması ilə əlaqədardır və nəticədə aktivləşmiş zərrəciklər fəal olaraq bişirmə prosesinə kömək edir.

Çuqun yonqarı tullantılarının istifadəsilə alınmış yeni ”dəmirçuqun-bürüncün” ovuntu kompozisiyası fiziki-mexaniki və istismar xassələrinə, xüsusən tribotexniki xarakteristikalarına görə müxtəlif markalı tunclarla rəqabət apara bilər [12]¹⁴. Maya dəyərinə görə isə ”dəmirçuqunbürünc” tipli kompozisiya bir neçə dəfə ən ucuz tunc markalarından da ucuzdur. Məhz bu amilə görə yeni işlənmiş ovuntu materialı, tərkibinə və “tərləyən” matrisdə preslənməsinə görə böyük prespektivə malikdir və müvəffəqiyyətlə sənayenin müxtəlif sahələrində tətbiq oluna bilər [19]¹⁵.

Nəticə

1. İlk dəfə olaraq tunc, tuncqrafit və dəmirqrafitin alternativini və şixtəsinin tərkibində anomal yüksək miqdarda mis, qalay, bürünc ovuntuları, qrafit və talk kimi bərk sürtkülləri olan “dəmirtunc” və ”dəmirbürünc” tipli bişirilmiş materialların alınma imkanları göstərilmişdir [20]¹⁶. Bu materialların strukturəmələgətməsinin kinetikasi, soyuq presləmə və bişirilmə texnologiyalarının paramtr-

¹⁴ Dəmirçuqunbürünc antifriksion ovuntu kompozisiyasının xassələri. Musurzayeva B.B.

¹⁵ «Dəmirçuqun» tip ovutu kompozitlərinin elastiki-plastiki deformatsiyasının xüsusiyyətləri. Məmmədov A.T., Hüseynov M.Ç., Musurzayeva B.B. Cəfərova A.A..

¹⁶ Microstructure and elemental analysis of iron-based powder composite materials. Musurzaeva B.B.

ləri arasındakı asılılıqlar müəyyən edilmişdir. Şixtədə anomal yüksək miqdarda plastik ovuntular (mis, qalay və bürünc) və bərk sürtkülərin istifadə edilməsi şixtənin soyuq preslənməsini texnoloji sürtküdən istifadə etmədən aparmağa imkan verir. Bunun nəticəsində materialın daha yüksək fiziki-mexaniki və tribotexniki xassələri əldə olunur [14]¹⁷.

2. Kompozisiya ovuntu materialı almaq üçün tərkibində mis (9-27%), qalay (0,5-3,0%), qalanı dəmir ovuntuları, habelə bərk sürtkülər - qrafit (1,5-2,5%) və talk (2,0-3,5%) olan şixtə işlənmişdir [17]¹⁸. Bu tərkib şixtədə komponentlərin bərabər paylanmasını təmin edir, şixtədən alınan məmulatlar isə kifayət qədər yüksək yağ hopdurma qabiliyyətinə və səthin təmizliyinə malik olur [16]¹⁹.

3. "Dəmərtunc" tipli materialın presləmə və bişirmə rejimlərindən asılı olaraq fiziki-mexaniki xassələrinin dəyişmə səbəbləri müəyyən edilmişdir. Bunlar texnoloji sürtküsüz dəmərtuncun preslənməsində sıxlaşması və bişirmədə strukturəmələgətirmə xüsusiyyətlərilə əlaqədardır və bişirmədə maye fazanın yaranması ilə müşayiət olunur [18]²⁰.

4. Müəyyən edilmişdir ki, "dəmərtunc" kompozisiyasında sementitin üsürləri əsasən məsamələrin ətrafında və izafi misin və tunc üsürlərinin yaxınlığında, onlar arasında üstünlük təşkil etməklə yerləşərək əmələ gəlirlər. Bunun əsasında belə bir hipotez irəli sürülür ki, izafi mis və tunc üsürlərinin yerləşdiyi sahələrdə lokal soyutma sürəti sementit üsürlərinin yaranmasını şərtləndirir.

5. Göstərilmişdir ki, misin və qalayın miqdarından asılı olmayaraq nümunələrin yüksək möhkəmliyinə 1000-1150°C temperatur intervalında nail olunur. 16-17% civarında məsaməlilikdə bu nümunələr möhkəmlik xarakteristikalarına görə tökmə qalaylı tunca

¹⁷ Evtetik kompozisiya materiallarında komponentlərin qarşılıqlı təsir məsələləri. Mehdiyev R.K., Musurzayeva B.B., Rüstəмова S.M.

¹⁸ Dəmərtuncqrafit ovuntu materiallarının alınmasında bişirmə temperaturunun rolu Musurzayeva B.B.

¹⁹ Пропитка порошкового композита жидким металлом в процессе литья. Расулов Ф.Р., Мусурзаева Б.Б.

²⁰ Принципы создания порошковой железо-бронзы. Мусурзаева Б.Б.

adekvatdır və analogi məsaməlilikli dəmirqrafitin həmin xassələrini əhəmiyyətli dərəcədə üstələyir. Bu effekt, texnoloji sürtküsüz presləmə şəraitində müxtəlifcins zərrəciklərin bitişmə keyfiyyətinin yaxşılaşması ilə əlaqədardır. Bişirmədən sonra kifayət qədər yüksək möhkəmliyə malik olması tunc, tuncqrafit və dəmirqrafitlə müqayisədə dəmirtuncun yükötürmə qabiliyyətinin artmasını şərtləndirir. Dəmirtuncun yükötürmə qabiliyyəti $2 \div 12 \text{MPa}$, sürtünmə əmsalı isə $0,046-0,12$ həddində olur.

6. Bişirilmiş “dəmirbürünc” almaq üçün şıxtə işlənmişdir. Şıxtənin tərkibi bürünc (10-50%), talk ($1 \div 2\%$) və qalanı dəmir ovuntularından ibarətdir. Bu halda talk ovuntusunun iriliyi 10-25mkm, bürünc və talk ovuntuları zərrəciklərinin iriliyinin nisbəti isə $2:1 \div 10:1$ hədlərindədir. Bu nisbət bişirilmiş materialın statik əyilmədə möhkəmliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırmağa imkan verir, onun səbəbi isə dəmir matrisdə bərabər paylanmış bürünc lövhələrinin dağılmanı əyləndirməsilə əlaqədardır [15]²¹.

7. Pres-pəstahların $800-1050^{\circ}\text{C}$ diapazonunda bişirmə temperaturunun “dəmirbürüncün” fiziki-mexaniki xassələrinə təsiri müəyyən edilmişdir. Göstrəilmişdir ki, materialın ən yüksək möhkəmliyinə 1000°C bişirmə temperaturunda nail olunur. Bişirmə temperaturunun sonrakı artımında talkın dehidratlaşması və strukturunun dağılması ucbatından materialın möhkəmlik xarakteristikalarının azalması baş verir, bunlar isə zərrəciklər arası rabitənin zəifləməsinə gətirib çıxarır.

8. Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq olunan materiallarda talkın miqdarının artırılması onların plastiklik xasələrini pisləşdirir. Yağla sürtünmə şəraitlərində dəmirbürünclər yüksək tribotexniki xarakteristikalara malik olur. Bu halda onların yükötürmə qabiliyyəti 8 MPa təşkil edir, lakin quru sürtünmə şəraitlərində onların strukturunda dayanaqlı bərk ünsürlərin olmaması ucbatından tez yeyilirlər.

²¹ Dəmir-bürünc ovuntu kompozisiyalarının yaradılma imkanlarının araşdırılması. Hüseynov R.Q., Musurzayeva B.B

9. "Dəmirbürüncələr" xırda və orta qabaritli elektrik mühərriklərinin sürtünmə yastıqlarının hazırlanması, "dəmirtuncları" isə daha ağır şəraitlərdə işləmək üçün tövsiyə etmək olar. Lakin bu materialın kütləvi tələbat üçün nisbətən baha olması onların daha ucuz əvəzedicilərinin işlənməsini diqtə etmişdir. Məsələyə bu kontekstdən yanaşma daha ucuz ovuntulardan istifadə problemini ortaya qoyur. Yaxşı antifriksion material sayılan çuqunun yonqar tullantılarının istifadəsi daha aktual məsələ kimi meydana çıxır. Ona görə də tədqiqatların sonrakı mərhələsində "dəmirçuqunbürünc" tipli yeni antifriksion material işlənmişdir [22]²².

10. Dəmirçuqunbürünc tipli yeni antifriksion materialın şixtəsinin tərkibində 54,5-64,5% çuqun ovuntusu, 5-20% Л63-markalı bürünc ovuntusu, 0,25-1,0 % texniki kükürd və qalanı isə dəmir ovuntusudur. Tədqiqatlar nəticəsində ən səmərəli tərkib kimi ЖЧ54,5Л10К0,5 markalı "dəmirçuqunbürünc" seçilmiş və həmin material ətraflı tədqiqatlara uğradılmışdır. "Tərləyən" matrisdə presləmə texnologiyasını tətbiq etməklə və 1200⁰C temperaturda bişirməklə yüksək fiziki-mexaniki və antifriksion xassələrə malik olan kompozisiya materialı sintez olunmuşdur. Bu material tunc, tuncqrafit, dəmirqrafit kimi antifriksion təyinatlı materiallarla rəqabət aparma qabiliyyətinə malikdir.

Dissertasiyanın əsas məzmunu aşağıdakı işlərdə çap olunub:

1. Мусурзаева Б.Б. Особенности структурообразования железобронзы. "Doktorantların və gənc tədqiqançıların XIX respublika elmi konfransının materialları". Aspirant və gənc tədqiqatçıların elmi-texniki konf. materialları. Bakı, AzTU, II hissə, 2004, s.164-165.

2. Musurzayeva B.B., Əbdüləzimova Y.Ə. Dəmirtuncqrafit ovuntu materiallarının kimyəvi tərkib və xassələrinə bişirmə temperaturunun təsiri. AzTU, Maşınşünaslıq, Bakı, 2014, №1, səh. 45-48.

²². Novel Method of Manufacture of Highly Porous Powder Products. Mammadov A.T., Babaev A.I., Ismailov N.Sh., Guseinov M.Ch., Musurzaeva B.B.

3. Məmmədov A.T., Musurzayeva B.B. Tərkibində bərk sürtkü olan dəmirbürünc ovuntu şixtəsinin preslənməsinin xüsusiyyətləri. SDU, Elmi xəbərlər, 2014, cild14, №1, səh. 68-72.
4. Musurzayeva B.B. Dəmir-tunc ovuntu materiallarının alınmasında pastik təşkiledicilərin rolu. ADDA, Elmi əsərlər, 2014, №1, səh. 20-23.
5. Məmmədov A.T., Musurzayeva B.B. Dəmir-tunc ovuntu kompozisiyalarında strukturəmələgətmənin kinetikasi. AzTU, Elmi əsərlər, 2014, №4, səh.18-24.
6. Musurzayeva B.B. Ovuntu dəmir-bürünc materiallarının mexaniki və tribotexniki xarakteristikaları. AzMIU, Elmi əsərləri, 2014, №2, səh.52-58
7. Musurzayeva B.B. Heterogen strukturlu ovuntu materiallarının yaradılmasının əsas müddəaları. ADDA, Elmi əsərlər, 2015, №2, səh. 66-69.
8. Məmmədov A.T., Musurzayeva B.B. Ovuntu dəmirbürüncülərin faza tərkibi və mikrostrukturları. Bakı. Milli Aviasiya Akademiyası, Elmi Məcmuələr, 2015, №2, səh. 31-38.
9. Musurzayeva B.B. «Tərləyən» matrissada presləməklə alınan ЖЧ54,5Л10К0,5 ovuntu kompozisiyanın xassələri. Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının 70 illik yubileyinə həsr olunmuş “Doktorantların və gənc tədqiqançılıqların XIX Respublika Elmi konfransının materialları”, ADİU, Bakı, 2015, cild.1. səh. 165-166.
10. Məmmədov A.T., Musurzayeva B.B. ЖЧ54,5Л10К0,5 ovuntu kompozisiyasının struktur və xassələrinə bəşirmə rejimlərinin təsiri. Azərbaycan Ali texniki məktəblərin xəbərləri, ADNSU, Bakı, 2015, №5, səh. 32-37.
11. Мамедов А.Т., Мусурзаева Б.Б. Состав, структура и свойства антифрикционной порошковой композиции «железо-чугун-латунь». Вестник машиностроение, Москва, 2016, № 1, стр. 69-72
12. Musurzayeva B.B. Dəmirçuqunbürünc antifriksion ovuntu kompozisiyasının xassələri. Azərbaycanda “Multikulturulazm ili”nə həsr olunmuş doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX Respublika konfransı. ADNSU, Bakı, 24-25 may 2016, səh. 332-334.

13. Musurzayeva B.B. “Dəmirçuqunbürünc” ovuntu şixtəsinin səmərəli tərkibinin seçilməsi. «Maşınqayırmada intellektual texnologiyalar» Beynəlxalq elmi-texniki konfrans AzTU, Bakı, 2016, sentyabr, səh. 382-386.

14. Musurzayeva B.B. Dəmir-tuncqrafit ovuntu materiallarının alınmasında bişirmə temperaturunun rolu. “Gənclər və elmi innovasiyalar” mövzusunda Respublika elmi-texniki konfransı. Bakı, AzTU, 3-5 may 2017, səh. 98-100.

15. Hüseynov R.Q., Musurzayeva B.B. Dəmir-bürünc ovuntu kompozisiyalarının yaradılma imkanlarının araşdırılması. Bakı, AzTU, Elmi əsərlər, 2018, №3, səh. 69-78.

16. Расулов Ф.Р., Мусурзаева Б.Б. Пропитка порошкового композита жидким металлом в процессе литья. Вестник машиностроения, Москва, 2018, №2, с. 52-55.

17. Mehdiyev R.K., Musurzayeva B.B., Rüstəmov S.M. Evtetik kompozisiya materiallarında komponentlərin qarşılıqlı təsir məsələləri. “Metallurgiya və materialşünaslığın problemləri” 2-ci Beynəlxalq Elmi-texniki konfransı, Bakı, AzTU, 28-30 noyabr, 2017, s. 279-282.

18. Мусурзаева Б.Б. Принципы создания порошковой железо-бронзы. «Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация», Санкт-Петербург, 2020, стр. 50-53

19. Məmmədov A.T., Hüseynov M.Ç., Musurzayeva B.B. Cəfərova A.A. «Dəmirçuqun» tip ovutu kompozitlərinin elastiki-plastiki deformatsiyasının xüsusiyyətləri. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, Bakı, cild15, № 3, 2023, səh. 71-80.

20. Musurzaeva B.B. Microstructure and elemental analysis of iron-based powder composite materials. Известия высших учебных заведений. Черная Metallургия, Москва, 2023, Том 66, № 2, стр. 148-153.

21. Guseinov R.K., Musurzaeva B.B., Fataliev V.M. Improving the Properties of High-Strength Steel for Critical Components by Microscopic Additions of Vanadium and Nitrogen. Russian Engineering Research. Moscow, 19 may, 2023 rd year. pp.435 –438.

22. Mammadov A.T., Babaev A.I., Ismailov N.Sh., Guseinov M.Ch., Musurzaeva B.B. Novel Method of Manufacture of Highly Porous Powder Products. Russian Engeneering Research, Moskow, 2024, Vol.44, Issue 10, pp.1450 – 1457.

Çap olunmuş əsərlərdə müəllifin şəxsi iştirakı:

[1,4,6,7,9,12,13,14,18,20] sayılı işlər müəllif tərəfindən müstəqil yerinə yetirilmişdir.

[10] sayılı işdə iddiaçı məsələnin qoyuluşunu, nəzəri araşdırmaları və eksperimental tədqiqatların aparılmasını yerinə yetirmişdir.

[11] sayılı işdə iddiaçı məsələnin qoyuluşunu, nəzəri tədqiqatları və məqalənin tərtibini yerinə yetirmişdir.

[19] sayılı işdə iddiaçı nəzəri və eksperimental tədqiqatları aparmışdır.

[2,3,5,8,10,11,15,16,17,19,21,22] sayılı işlər müəlliflər tərəfindən bərabər səviyyədə yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın müdafiəsi ____ _____2025-ci il tarixində saat ____Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən BFD2.09 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ1073, Bakı ş., H.Cavid prospekti, 25.

Dissertasiya ilə Azərbaycan Texniki Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Texniki Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat ____ _____ 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: _____
(gün, ay, il)

Kağızın formatı: _____

Həcm: _____
(işarə sayı)

Tiraj: _____