

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNIVERSİTETİ

Əlyazması hüququnda

İLHAMƏ HƏMDULLA QIZI HƏMDULLAYEVA

**TƏRKİBİNDƏ ÇUQUN YONQARININ TULLANTILARI
OLAN DƏMİR ƏSASLI NİKEL-XROMLU KOMPOZİSİYA
MATERIALİNİN STRUKTUR VƏ XASSƏLƏRİ**

3312.01- “Materiallar texnologiyası”

texnika üzrə fəlsəfə doktoru alimlik
dərəcəsi almaq üçün təqdim olunmuş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

Bakı -2014

Dissertasiya işi Azərbaycan Texniki Universitetinin “Metallurgiya və metalşünaslıq” və “Tökmə və qaynaq istehsalı” kafedralarında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: texnika elmləri doktoru,
professor **S. N. Namazov**

Rəsmi opponentlər: texnika elmləri doktoru,
professor **Z. Z. Şərifov (ADDA)**

texnika elmləri namizədi,
dosent **A. A. Quliyev (ADNA)**

Aparıcı təşkilat: Azərbaycan Memarlıq və İnşaat
Universiteti (“**Metalsünaslıq və maşın
mexanikası**”) kafedrası

Dissertasiyanın müdafiəsi 19 fevral 2014-cü il tarixdə saat 11⁰⁰ -da
Azərbaycan Texniki Universitetində fəaliyyət göstərən D 02.171
Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Bakı, H.Cavid pr. 25, Azərbaycan Texniki Universiteti.

Dissertasiya ilə Azərbaycan Texniki Universitetinin kitabxanasında tanış
olmaq olar.

Avtoreferat 17 yanvar 2014-cü ildə göndərilmişdir.

**D 02. 171. Dissertasiya Şurasının
elmi katibi, t.e.n., dosent**

S.K. Gözəlov

İşin ümumi xarakteristikası

Mövzunun aktuallığı. Müasir dövrdə bazar iqtisadiyyatına keçidlə əlaqədar olaraq, mövcud xammal resurslarından kompleks istifadə olunmaqla, material sərfinə qənaət etməklə, qeyri-ənənəvi və tullantısız istehsalat texnologiyalarından yararlanmaqla yeni texnologiyaların yaradılması texnikada vacib məsələlərdən biri sayılır. Göstərilən bu tip məsələlərin həlli üçün materiallar texnologiyası sahəsində ən geniş istifadə edilən texnologiyalar klassik ovuntu metallurjiyası texnologiyaları hesab edilir. Lakin nəzərə almaq lazımdır ki, hazırda ovuntuların istehsal həcmi və nomenklaturası onlara qoyulan tələbləri tam ödəyə bilmir.

Digər tərəfdən material resurslarına, xüsusilə, metal və ərintilərin qənaətini təmin etmək məqsədilə ovuntu metallurjiyasının tətbiqi ilə yeni ovuntu kompozisiya material və məmulatlarının alınma metodlarının işlənməsinə və sənayedə tətbiqinə yeni tələblər qoyulur. Belə aktual məsələlərdən biri də metallurjiya və maşınqayırma sənaye sahələrində yaranan qırıntı və digər dispersləşdirilmiş tullantılardan istifadə etməklə, ovuntuların alınması və onlardan məmulatların istehsalının təşkil olunmasından ibarətdir.

Bir sıra xarici ölkələrdə o, cümlədən İngiltərədə sənaye, məişət, tikəş və toxuculuq maşınlarının bir sıra detallarının çuqun yonqarının tullantılarından alınmış ovuntulardan istifadə etməklə alınma texnologiyası işlənmişdir. Respublikamızda da müxtəlif metal qırıntılarından ovuntuların alınmasına əsaslanmış yeni materiallar və texnoloji proseslər işlənmişdir.

Yaponiya və digər xarici ölkə tədqiqatçıları belə hesab edirlər ki, ovuntu metallurjiyası üsulları ilə qırıntıların emal olunmaqla istifadə olunması kifayət qədər səmərəlidir.

Çuqun yonqarından ovuntuların alınması və məmulat istehsalı sahəsində çoxlu sayda işləmələrin və texnologiyaların mövcud olmasına baxmayaraq, çuqun ovuntusundan alınmış məmulatların formalaşdırılması, preslənməsi və bişirilməsi sahəsində kifayət qədər həll edilməmiş məsələlər mövcuddur.

Respublikamızda da bu sahə ilə məşğul olan alimlər tərəfindən, o cümlədən, professorlar A.T. Məmmədov, S.N. Namazov və b. tərəfindən çuqun ovuntusu əsasında müxtəlif şixtə tərkibləri işlənmiş və həmin şixtə tərkibləri soyuq presləmə şəraitində normal preslənmə qabiliyyətinə malik olmuşlar.

Biz belə hesab edirik ki, bu aspektdə çuqun yonqarının tullantıları əsasında bişirilmə prosesi zamanı möhkəmləndirici elementlərlə legirləmə

yolu ilə yeni kompozisiya materiallarının yaradılması materialşünaslığın vacib və perspektiv istiqaməti hesab edilə bilər. Belə materialların bişirilməsi zamanı struktur əmələgətirmə və homogenləşmə məsələləri həm elmi, həm də böyük praktik maraq kəsb edir.

Tədqiqat işinin məqsədi. İşin məqsədi möhkəmləndirici elementlərlə legirlənmiş çuqun yonqarının tullantıları əsasında ovuntu kompozisiya materiallarının istehsal texnologiyası, strukturunun formalaşması və xassələri arasında qarşılıqlı əlaqənin müəyyən edilməsindən, həmçinin, ovuntu məmulatlarının istehsal texnologiyasının işlənməsindən ibarətdir.

Qarşıya qoyulan məqsədə uyğun olaraq dissertasiya işində aşağıdakı məsələlərin həlli nəzərdə tutulmuşdur.

1. Yeni tərkibli yüksək presləmə və bişirilmə qabiliyyətinə malik olan, həmçinin bişirmədən sonra məmulatlara lazımı fiziki-mexaniki xassələrin alınmasına şərait yaradan yeni şixtə tərkibinin işlənməsi.
2. Çuqun ovuntusu, dəmir və nikel əsaslı ərinti ilə legirlənmiş ovuntu qatışığından sintez edilən məmulatların strukturəmələgəlmə xassələrinin formalaşması qanunauyğunluğunun tədqiqi.
3. Çuqun ovuntusunun şixtədə tabı alınmış şəkildə tətbiqi imkanlarının realizə olunması, çuqun ovuntusunun bərpəedicici tabalmaya uğradılmasının, bişirilmiş kompozisiya materialının struktur və xassələrinə təsirinin öyrənilməsi.
4. Tədqiqatın nəticələrinin müxtəlif konfigurasiyalı məişət texnikası detallarında tətbiqini təmin edən elmi əsaslandırılmış tövsiyələrin hazırlanması.

Tədqiqat metodları və nəticələrin etibarlılığı. Dissertasiya işində qarşıya qoyulan məsələlər laboratoriya və istehsalat şəraitində aparılan nəzəri və eksperimental tədqiqatlar əsasında həll edilmişdir. İşin yerinə yetirilməsi zamanı şixtə tərkibinin optimallaşdırılması üçün eksperimentlərin riyazi planlaşdırılması üsulundan istifadə edilmişdir. Alınmış nəticələrin etibarlılığı müasir cihaz və ölçü vasitələrindən, qurğulardan istifadə etməklə eksperimental tədqiqatlarla təsdiqlənmişdir.

İşin elmi yeniliyi. Briketlərin mayefazalı bişirilməsi zamanı fazaların qarşılıqlı təsiri hesabına “çuqun yonqarının tullantıları və legirli möhkəmləndiricilər” kompozisiyasının məsaməliliyinin dəyişməsilə nəticələnən strukturəmələgətirmə mexanizmi açılmışdır. Bişirmə zamanı maye fazadan bərk fazaya diffuzion köçürməni, həmçinin, bərk fazanın maye fazada həll olma-

sını, ərintinin əmələ gəlməsi anında hissəçiklərin yenidən qruplaşmasını nəzərə alan analitik ifadə alınmışdır.

Ovuntuların qranulometrik tərkibi, legirleyici möhkəmləndiricilərin və bərk hissəçiklərin miqdarının, texnoloji parametrlərlə ovuntu materiallarının xassələri arasında qarşılıqlı əlaqə müəyyənləşdirilmişdir.

Alınmış ovuntu materiallarının fiziki-mexaniki və antifriksion xassələrinin ənənəvi texnologiya ilə alınan materiallara nisbətən legirleyici və möhkəmlədirici qatqılar hesabına 1,2-1,5 dəfə yüksəlməsinin qanunauyğunluğu müəyyən edilmişdir.

İşin praktiki əhəmiyyəti. Məişət texnikasının məsul detallarının hazırlanması üçün konstruksiya və antifriksion təyinatlı yeni ovuntu kompozisiya materialları işlənmişdir. Çuqun yonqarının tullantıları və möhkəmləndiricilərdən ibarət olan dəmir əsaslı şixtənin legirlənməsi ilə maye fazalı bişirmənin təmin olunması, bişirmə zamanı məmulatların xassələrinin formalaşmasının və strukturəmələgətirmə mexanizminin idarə olunmasına imkan vermişdir.

Tövsiyə olunan materialların və onlardan məmulatların alınma texnologiyasının tətbiqi ilə buraxılan məhsulların keyfiyyət göstəricilərinin (möhkəmlik, yeyilməyə davamlılıq, etibarlılıq) artırılması, metal tutumunun azaldılması və məmulatların alınması zamanı əmək sərfinin aşağı salınması və məsrəflərə qənaət olunması imkanı yaranır.

İşin nəticələri. Məişət texnikasının müxtəlif sürtünmə qovşaqlarının detallarının alınmasında tətbiq olunması tövsiyə edilir.

İşin aprobeiası. Dissertasiya işinin əsas müddəaları aşağıdakı konfrans və seminarlarda müzakirə olunmuş və bəyənilmişdir:

1. AzTU-nun professor-müəllim heyətinin və aspirantların 54-cü elmi-texniki və tədris-metodiki konfransı. Bakı, 2009.
2. “Nanotexnologiyalar və onların texnikada tətbiqi” mövzusunda I Beynəlxalq konfrans. Bakı, 2011.
3. Ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 90 illiyinə həsr olunmuş “Metallurgiya və materialşünaslığın problemləri” I Beynəlxalq Elmi Konfrans. Bakı, 2013.
4. Ümummilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 90 illiyinə həsr olunmuş “Heydər Əliyev və Azərbaycan təhsili” Respublika Elmi Konfransı. Bakı, 2013.
5. AzTU-nun “Metallurgiya və metalşünaslıq” və “Tökmə və qaynaq” kafedralarında keçirilən elmi seminarlar.

Dissertasiya işinin nəşri. Dissertasiya işinin məzmunu 10 elmi işdə əksini tapmışdır.

Dissertasiya işinin strukturu və həcmi: Dissertasiya işi girişdən, 5 fəsildən, ümumi nəticələrdən, istifadə olunan ədəbiyyat siyahısından və əlavələrdən ibarətdir. Dissertasiya 166 səhifədən ibarət kompyüter mətnindən, 65 şəkildən, 7 cədvəldən, 130 adda ədəbiyyat siyahısından və 2 əlavədən ibarətdir.

Dissertasiya işi Azərbaycan Texniki Universitetinin “Metallurgiya və metalşünaslıq”, “Tökmə və qaynaq istehsalı” kafedralarında yerinə yetirilmişdir.

İŞİN MƏZMUNU

Girişdə dissertasiya işinin aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi, elmi yeniliyi, praktiki əhəmiyyəti və işin əsas müddəaları müəyyən edilmişdir. Burada həmçinin dissertasiyada tədqiq edilən məsələlər haqqında mövcud nəzəri və təcrübi işlərin qısa xülasəsi verilmişdir.

Dissertasiya işinin I fəslində ovuntu metallurgiyası üsulu ilə alınan maşınqayırma, elektrotexnika, elektronika və s. sənaye sahələrində tətbiq olunan detallar üçün texnologiyalar şərh edilmişdir.

Bu fəsildə nisbətən ucuz materiallardan - çuqun qırıntılarından ovuntu materiallarının istehsalı üçün əlavə nəzəri və təcrübi işlənmələrin tələb edilməsi göstərilir. Buna görə qırıntılardan ovuntu alınmasının yeni texnologiyalarının yaradılmasının aktuallığından və bu nöqtəyi-nəzərdən nikel əsaslı ərintidən olan ovuntularla legirləmə yolu ilə çuqun qırıntıları və dəmir ovuntularının qarışığından istifadə etməklə kompozisiya materiallarının alınması texnologiyaları şərh edilmişdir.

Mövcud ədəbiyyatlarda olan məlumatların tənqidi analizi belə bir nəticəyə gəlməyə imkan vermişdir ki, fiziki-mexaniki və istismar xassələrinin çuqun yonqarının tullantılarından alınan dəmir əsaslı legirləyici komponentlərlə zənginləşdirilməsi yolu ilə konstruksiya təyinatlı ovuntu kompozisiya materiallarının yaradılması vacib əhəmiyyət kəsb edir.

Beləliklə, dissertasiyada aşağıdakı məsələlərin həlli qarşıya məqsəd qoyulmuşdur:

- çuqun əsasında yaxşı bişirmə və preslənmə qabiliyyətinə malik olan yeni tərkibli şixtələrin alınması, habelə bişirmədən sonra məmulatların lazımı fiziki-mexaniki xassələrinin təmin olunması.

- Nikel-xrom əsaslı ərinti ovuntusu qatılmış, dəmir-çuqun əsaslı ovuntu qarışığından hazırlanmış məmulatın formalaşma və strukturəmələgəlmə mexanizminin öyrənilməsi.
- çuqun ovuntusunun tabılınmış halda şixtəyə qatılması və bərpəedici tabalmanın bişirilmiş kompozisiya materialının struktur və xassələrinə təsirinin öyrənilməsi.
- elmi-tədqiqat işinin nəticələrinin müxtəlif konstruksiyalı detalların alınmasında tətbiqi üçün elmi əsaslandırılmış tövsiyələrin hazırlanması.

Dissertasiya işinin II fəslində ilkin materiallar, onların strukturu və xassələri, çuqun qırıntısından ovuntunun alınma metodu şərh edilmişdir. Çuqun qırıntısından ovuntu alınmasının texnoloji sxemi verilmişdir. Göstərilir ki, ölçüləri 200 mkm-dək olan ovuntu hissəcikləri istifadə olunan çuqun qırıntılarının 60-70% -ni təşkil edir.

Ovuntu məmulatlarının və nümunələrinin hazırlanma texnologiyası, ovuntu materiallarının strukturu, xassələri və kimyəvi tərkibinin təyin olunma metodları şərh edilmişdir. Ovuntu məmulatlarının kimyəvi tərkibinin və fiziki-mexaniki xassələrinin təyin edilməsi, mikrostrukturun, komponentlərin paylanması və xassələrin təyin olunması bu fəsilə öz əksini tapmışdır.

Bişirilmiş, tablandırılmış və tabəksildilmiş detalların və məmulatların mikrostruktur tədqiqatları Almaniya istehsalı olan “Neofot” və “Buehler” metalloqrafik mikroskoplarında tədqiq olunmuşdur. Nümunələrin tribotexniki sınaqlarının CMIQ-2 sürtünmə maşını üçün işlənmiş xüsusi tərtibatda aparılması şərh edilmişdir.

Rentgenstruktur analiz monoxromatik misdən hazırlanmış DRON-2 difraktometrədən istifadə edilməklə aparılmışdır. K_{α} -şüalanma göstərmişdir ki, tədqiq olunan ərintidə qismən amorflaşma baş vermişdir.

Disseratisiya işinin III fəslində çuqun, dəmir və nikel-xrom ərintisinin ovuntu qarışığından alınmış bişirilmiş poladların struktur və xassələri öyrənilmişdir. Bu fəsilə texnoloji parametrlərin çuqun, dəmir və nikel-xrom ərintisinin ovuntusundan sintez olunan ovuntu qarışığından alınmış bişirilmiş poladların xassələrinə təsiri, nikel-xrom ərintisindən alınan ovuntu hissəciklərinin forma və strukturu tədqiq edilmişdir.

Legirləmə və legirləyici komponentlərin xarakterləri bişirilmiş poladların yaradılmasında əsas faktorlardan hesab olunur. İndiki işdə də əsas tədqiqat obyektini kimi Fe, çuqun və nikel-xrom ərintisinin ovuntu qarışığı götürülür. Sonuncunun legirləyici komponent kimi seçilməsi bununla izah

edilir ki, o, yaxşı presləmə qabiliyyətinə və bişirmə zamanı yüksək legir-ləyici xassəyə malikdir. Şixtədə çuqun ovuntusundan istifadənin məqsədi materialın maya dəyərini aşağı salmaq və karbonun miqdarını poladın tərkibində artırmaqdan ibarətdir. Şixtənin texnolojiliyinə və materialın xassələrinə nikel-xrom ərintisi ovuntusunun təsiri tərkibdə 6,0 %-dək olmaqla baxılmışdır. Bu intervalda nikel-xrom ərintisi birləşməsinin seçilməsi həm iqtisadi baxımdan, digər tərəfdən bişirmədən sonra materialın strukturunda heterogenliyin sürətlənməsinin yolverilməzliyi baxımından əlverişli sayılır. Buna görə də nikel-xrom ərintisinin miqdarının intervalının bizim tərəfimizdən seçilməsi daha rasional yoldur və şixtənin texnolojiliyinə, bişirmədən sonra materialda kifayət qədər yüksək xassələrin formalaşmasına imkan verir.

Hissəciklərinin ölçüsü ovuntular üçün əsas texnoloji xarakteristikadır. Ovuntu hissəciklərinin ölçüsü digər parametrlərlə müqayisədə səpilmə sıxlığı, presləmə təzyiqi, bişirmə zamanı oturma və hazır məmulatların mexaniki xassələrinə daha çox təsir göstərir. Ovuntular kiçik ölçülü olduqca daha böyük presləmə təzyiqi tələb olunur.

Qazla tozlandırma yolu ilə alınmış müxtəlif fraksiyalı NXƏ ovuntusunun forma və strukturu tədqiq edilmiş və “dəmir-çuqun-NXƏ” ovuntularının qarışığından ibarət olan şixtədən soyuq presləmə və bişirmə yolu ilə kompozisiya materialı sintez edilmişdir. Göstərilmişdir ki, kompozisiya materialının daha yüksək fiziki-mexaniki xassələrinin göstəriciləri kompozisiyada NXƏ-nin miqdarı 3,0 ÷ 4,5% (küt.) olduqda müşahidə edilir. Mikrostrukturun analizi zamanı müəyyən edilmişdir ki, şixtədə onun miqdarının artımı dəmir-çuqun matrisasında NXƏ ovuntusunun həll olmasının hissəciklərinin miqdarının artması ilə əlaqədardır (şəkil 1).

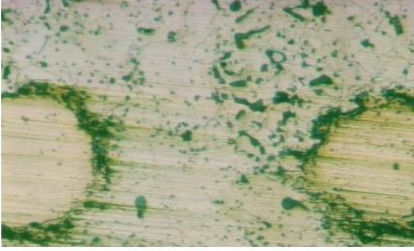
Müəyyən edilmişdir ki, ən yüksək möhkəmlik və zərbə özlülüyü çuqun ovuntusunun dispersliyi (+100 ÷ -160) mkm həddində olduqda müşahidə edilir. Bu dəmir-çuqun matrisasında NXƏ hissəciklərinin yaxşı həllolması ilə izah edilir və bu aydın şəkildə mikrostrukturun tədqiqi zamanı təsdiqlənir. Burada briketlərin son məsaməliliyinin ilkin məsaməlilikdən asılılığını təsdiq edən analitik ifadə təklif edilmişdir.

$$\eta = R\eta_0 + \frac{C_S(I-C)CC_L}{I-C-C_L}(I-R\eta_0)$$

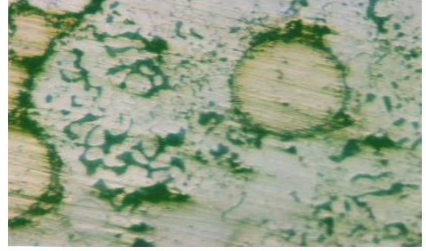
Burada, $\eta - \eta_0$ - uyğun olaraq olaraq ilkin və son məsaməlilik;

R- mütənasiblik əmsalı olub, maye fazanın əmələ gəlməsi anında hissəciklərin yenidən qruplaşması nəticəsində briketlərin ilkin məsələliliyinin neçə dəfə azalmasını göstərir;

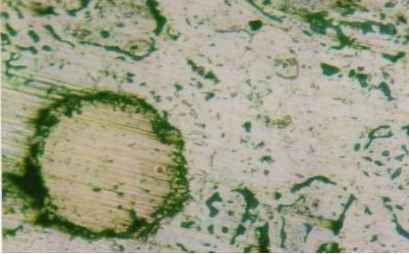
C və C_L - uyğun olaraq briketdə maye faza və bərk faza əmələ gətirən komponentlərin atom və ya həcmə miqdarıdır;



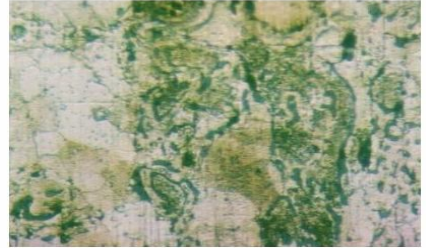
a



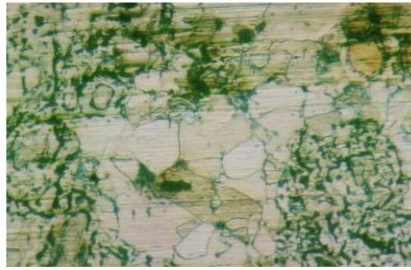
b



v



q



d

Şəkil 1. Tərkibində $(+63 \div -200)$ mkm dispersiyə malik 3,0 % NXØ ovuntusu olan bişirilmiş kompozisiya materialının mikrostrukturu, x 200. a- aşılınmamış; b, v, q, d, - aşılınmış. NXØ-nin dispersliyi: a, b $\rightarrow >160$ mkm; v $\rightarrow (+100 \div -160)$ mkm; q $\rightarrow (+63 \div -100)$ mkm; d $\rightarrow (+50 \div -63)$ mkm.

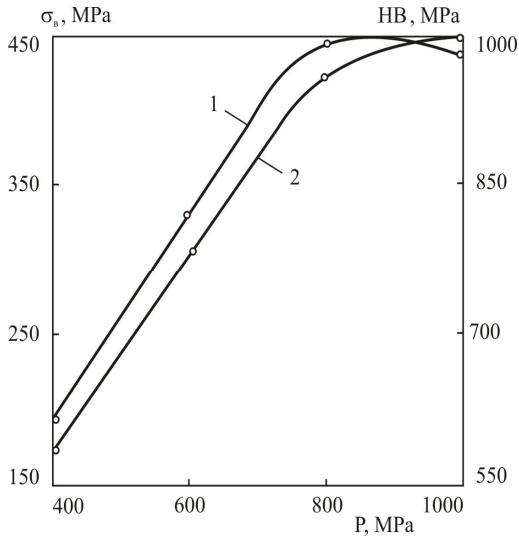
Bu ifadə də maye fazadan bərk fazaya diffuzion köçürülməni nəzərə alan diffuzion qarşılıqlı təsir, bərk fazanın maye fazada həll olma halı, həmçinin ərintinin əmələ gəldiyi halda hissəciklərin yenidən qruplaşma prosesi nəzərə alınmışdır. Aydınlaşdırılmışdır ki, çuqun ovuntusunun yüksək bərkliyə malik olması və zərərli elementlərlə çirklənməsi bu kompozisiya materialından daha yüksək möhkəmlikli məmulatların alınma səmərəliliyini aşağı salır. Ona görə də çuqun ovuntusunun kompozisiya materialının tərkibinə verilməmişdən əvvəl keyfiyyət göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasına ehtiyac vardır.

Disseratasiya işinin IV fəslində çuqun ovuntusunun bərpəedici tabalmasının materialların struktur və xassələrinə təsiri öyrənilmişdir. Çuqun ovuntusu başlanğıc halda böyük miqdarda həm birləşmə şəklində, həm də sərbəst halda karbona malikdir. Bundan əlavə o, yağlayıcı-soyuducu mayenin təsiri ilə mexaniki işlənmə zamanı oksidləşir. Belə halda olan çuqun ovuntusu soyuq halda çox zəif deformasiya olunur və ya deformasiya olunmur və şixtdə daha təmiz komponentlər olmadıqda bişirlər. Bu səbəbdən tərkibdəki karbonun miqdarını tənzimləməklə nisbətən yeni tərkibli çuqun ovuntusunun alınma imkanının araşdırılması çox aktualdır. Məhz istifadədən əvvəl çuqun ovuntusunun bərpəedici tabalmaya uğradılması yolu ilə onun preslənmə və bişirmə qabiliyyətini yaxşılaşdırmaq olur.

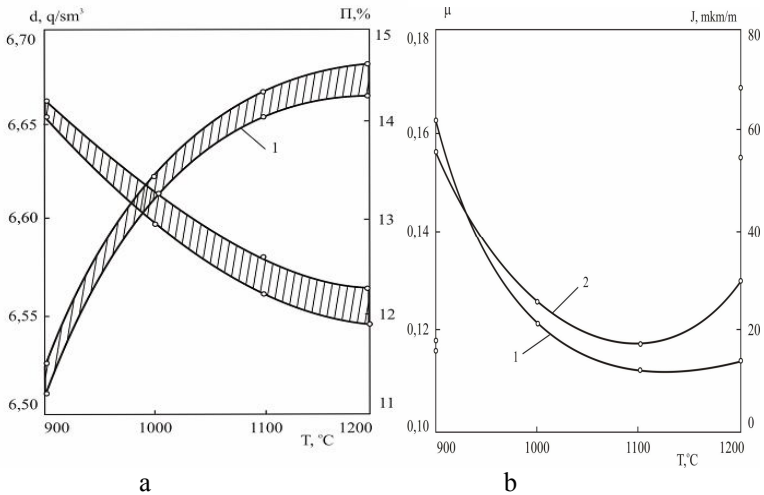
Bununla da dəmir, çuqun və NXƏ-dən olan ovuntu qarışığından sintez olunan ovuntu materiallarının xassələrini yaxşılaşdırmaq mümkündür. Bu zaman şixtdə legirləyici elementlərin diffuziya yüyrüklüyü aktivləşir və legirləyici elementlərin ərinti həcmində paylanması və srtukturun homogenləşməsi sürətlənir.

Bu bölmədə 1000⁰C temperaturda tabalmaya uğradılmış çuqun ovuntusundan istifadə etməklə tərkibində 3,0 % NXƏ-nin ovuntusu olan “dəmir-çuqun” kompozisiyasının struktur və xassələrinə presləmə təzyiqinin, bişirmə temperaturunun, bişirmə atmosferinin və bişirmə müddətinin təsiri tədqiq edilmişdir.

Çuqun qırıntısını istifadə etməmişdən əvvəl onu endotermik qaz mühitində 700-1000⁰C temperaturda bərpəedici tabalma əməliyyatına uğradırlar. Müəyyən olunmuşdur ki, tabalma temperaturu artdıqca karbonun çıxması sürətlənir və ovuntunun mütləq kütləsinin dəyişməsi baş verir. Lakin tabalma temperaturunun 1000⁰C-dən yuxarı artması arzuolunmazdır, çünki bu zaman dənəciklər bir-birinə yapışır və onları əlavə olaraq əzmək lazım olur.



Şəkil 2. Briketlərin dartılmada möhkəmlik həddinin σ_b (1) və bərkliyinin HB (2) presləmə təzyiqindən asılılığı.



Şəkil 3. Nümunələrin sıxlığının d (1) və məsaməliyinin Π (2) (şəkil a) və sürtünmə əmsalını μ (1) və yeyilmə intensivliyinin (2) (şəkil b) bişirmə temperaturundan asılılığı.

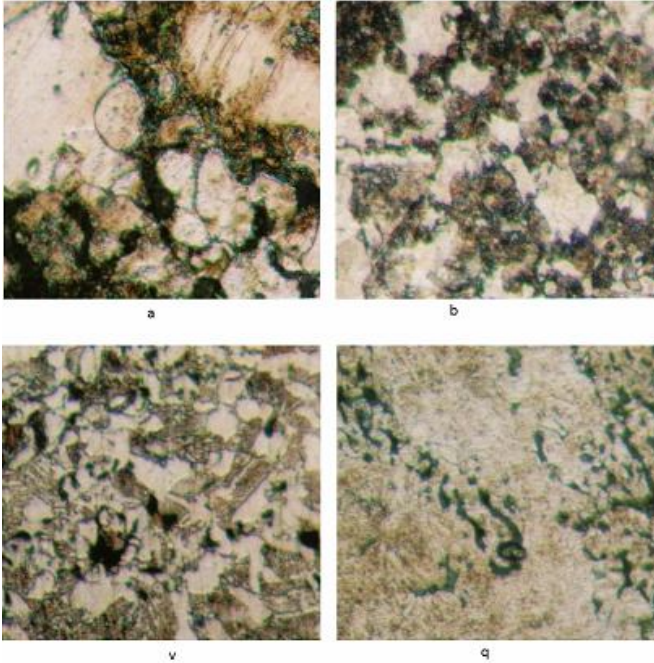
Bərpaedici tabalma əməliyyatı çuqun ovuntusunun fiziki-texnoloji xassələrini tabalmaya uğradılmamış ovuntuya nisbətən əsaslı dərəcədə yaxşılaşdırır. Bişirmə zamanı çuqun ovuntusunun dəmirin və nikel-xrom ərintisinin islatması da yaxşılaşır. Nəticədə nümunədə yad element atomlarının diffuziyası yaxşılaşır və 1000°C temperaturda tabalmaya uğradılmış çuqun ovuntusunda NXƏ ilə “dəmir – çuqun” arasında diffuzion zona müşahidə olunur. 3,0%-li nikel-xrom ərintisi qatılmış, 1000°C-də tabalmaya uğradılmış çuqun ovuntusundan alınan “dəmir-çuqun” əsaslı kompozisiya materialının dartılmada və əyilmədə möhkəmlik həddi yüksək olur. Bu göstərilənlərə görə nümunələr tərkibində çuqun ovuntusu olmayan tərkiblərlə müqayisədə, demək olar ki, onlardan geri qalmırlar. Şəkil 2 və şəkil 3-dən görüldüyü kimi materialların ən yaxşı xassələri 800 Mpa və təzyiqdə 1100-1150°C temperaturda müşahidə olunur ki, bu da bişirmə zamanı ərinti daxilində legirleyici elementlərin diffuziya selinin güclənməsi ilə əlaqədardır. Müəyyən olunmuşdur ki, daha yaxşı struktur və xassələr 1150°C-də 2-3 saat müddətində bişirmə zamanı müşahidə olunur. Tədqiqat üçün çuqun qırıntıları, işlənmiş və karbonizə edilmiş qarışıq və endoqaz mühitləri götürülmüşdür. Ən yaxşı xassələri endoqaz mühitində bişirilən nümunələr əks etdirmişlər. Çuqun qırıntısında bişən nümunələr oksidləşir və ona görə xassələri nisbətən zəif olur. İşlənmiş və karbonizə olunmuş mühitdə bişirilən nümunələrin xassələri aralıq vəziyyət tutur. Bu iki haldan endoqaz mühiti olmadıqda və ya qeyri-məsul detalların istehsalı tələb olunduqda istifadə etmək olar.

Dissertasiya işinin V fəslı tərkibində nikel-xrom ərintisi olan “dəmir-çuqun” əsaslı bişirilmiş kompozisiya materiallarının termiki emalının xüsusiyyətləri və alınmış nəticələrin sənayedə tətbiqi perspektivlərinə həsr edilmişdir. Termiki emalın müxtəlif növlərinin tətbiq olunma imkanları ovuntu materialının hər bir hissəciyinin özünü kompakt material kimi aparmasına əsaslanır. Bu zaman qızdırma və soyutma zamanı kompakt materialın struktur quruluşunda gedən proseslər ovuntu hissəciklərində də baş verir.

Müəyyən edilmişdir ki, tərkibində 3,0% NXƏ (küt.) ovuntusu olan “dəmir-çuqun” kompozisiya materialı üçün nisbətən daha homogen austenit strukturlu kompozisiya materialı alınmaı üçün 950°C-də tablama aparmaq lazımdır. Nümunələrin tablama temperaturunda optimal saxlama müddəti 1-2 saat müddətində olur. Müəyyən edilmişdir ki, daha bircins struktur yağda tablama zamanı formalaşır (şəkil 4). Havada tablama zamanı tam tablanma getmir, suda tablandırma zamanı isə yağla tablanma ilə eyni

bərklik alınsa da, bu zaman məsaməli nümunələrin oksidləşməsi müşahidə edilir. Uyğun olaraq alınmış kompozisiya materialı üçün daha optimal tablama mühiti kimi H-20 markalı yağ seçilir. Tablandırılmış nümunələrin tabəksildilməsi 150-300°C intervalında aparılmışdır.

Müəyyən edilmişdir ki, nümunələrin lazımi bərkliyi 150-200° C-də tabəksiltmə zamanı saxlanır. Möhkəmliyin kifayət qədər yüksək qiyməti isə 200-250°C-də tabəksiltmə zamanı alınır.



Şəkil 4. Tərkibində 3% NXØ ərintisinin ovuntusu olan tablanmış Dəmir-çuqun kompozisiyasının mikrostrukturunu, x400. Tablama temperaturu, °C; a-800; b-850; v- 900; q-950. Soyuducu mühit – yağ.

Müəyyən edilmişdir ki, dartılmada və əyilmədə möhkəmliyin optimal qiyməti, habelə, nümunələrin nisbətən homogen strukturu tabəksiltmənin aşağıdakı rejimində alınır: $T = 250-300^{\circ}\text{C}$; $t = 2 - 3$ saat. Bişirmədən sonra NXØ hissəciklərinin və dəmir-çuqun matrisasının sərhəddində müşahidə olunan keçid zonaları tablama və tabəksiltmədən sonra mövcud olur.

Hal-hazırkı dövrdə istehsalatda ovuntu detallarının istehsalı, maşın-qayırma sənayəsində yüksək səviyyədə istifadə olunması, eyni zamanda mürəkkəb konfiqراسiyalı və yüksək istismar xassələrinə malik, həmçinin az əmək sərf etməklə hazırlanması kifayət qədər səmərəli yoldur.

Tətbiq obyektini kimi soyuducu və kondisionerlərin rotasion kompressorlarının “pər” detallı seçilmişdir. “Pər” detallının istismar şəraiti analiz edilmiş, materialın seçilməsi həyata keçirilmiş və onun hazırlanması üçün texnologiya işlənmişdir. Pərin hazırlanması üçün material kimi tərkibində 3,0 % NXƏ (küt.) olan “dəmir-çuqun” ovuntu kompozisiyası seçilmişdir. Pərin hazırlanması üçün aşağıdakı əməliyyatları özündə əks etdirən texnologiya təklif edilmişdir: ovuntuların qarışdırılması 40 dəqiqə, soyuq presləmə təzyiqi $P = 800\text{MPa}$, endoqaz mühitində bişirmə temperaturu $T = 1150^\circ\text{C}$, yağda tablandırma temperaturu $T = 950^\circ\text{C}$ və tabəksiltmə temperaturu $T = 200^\circ\text{C}$, $t = 2$ saat olmuşdur.

Aparılan tədqiqatların nəticəsi olaraq yaradılmış yeni ovuntu detallarının tətbiqi perspektivli materiallar sayılır. Xüsusilə, son vaxtlaradək xüsusi legirli çuqunlardan alınan kompressor pərinin bu materialla əvəz olunması texniki-iqtisadi cəhətdən səmərəlidir. Bir sıra xarici ölkələrin firma və şirkətlərinin təcrübəsindən də görünür ki, onların çoxu belə tip detalların ovuntu variantına keçmişlər.

Beləliklə, çuqun tullantıları əsasında yeni istiqamətdə yaradılmış ovuntu kompozisiya materialları sənaye istehsalatında konstruksion və anti-friksion təyinatlı məmulatların istehsalında tətbiq edilə bilər.

ALINAN ÜMUMİ NƏTİCƏLƏR

1. Dəmir və çuqun ovuntuları əsasında (1:1) nikel-xrom ərintisinin ovuntusunu legirləyici komponent kimi (6,0%-dək (küt.)) istifadə etməklə ovuntu kompozisiya materialının alınması üçün şixtə materialı alınmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, şixtənin tərkibinə 3,0% miqdarında nikel-xrom ərintisinin verilməsi materialın bişirmədən və termiki emaldan sonra fiziki-mexaniki xassələrinin yüksəlməsini təmin edir. Belə təklif olunur ki, legirləyici komponent kimi NXƏ-nin kiçik fraksiyalarından istifadə etmək lazımdır. Belə ki, onlar müəyyən kristallıq qəfəsə malik olurlar, lakin böyük hissəciklər isə bir qədər amorf halı ilə xarakterizə olunurlar. Şixtə materialında nikel xrom ərintisinin miqdarının 3,0 %-dən çox olması dəmir-çuqun matrisasında

həll olmayan hissəciklərin miqdarının yüksəlməsinə səbəb olur və nəticədə materialın mexaniki xassələri aşağı düşür.

2. Çuqun və NXƏ ovuntusunun dispersliyi və bişirilmiş kompozisiya materialını struktur və xassələri arasında qarşılıqlı əlaqə edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, ən yüksək xassələr və bircins struktur çuqun ovuntusunun $+100\pm -160$ mkm və NXƏ ovuntusunun isə $+50\pm -63$ mkm disperslikdə tətbiqi ilə alınan nümunələrdə müşahidə edilir. Dispersliyin belə nisbəti bişirmə zamanı komponentlərin diffuzion aktivləşməsini təmin edir. Komponentlərin maye fazadan bərk fazaya köçürülməsi hesabına, maye fazada bərk fazanın həll olması və hissəciklərin yenidən qruplaşması hesabına komponentlərin diffuzion qarşılıqlı təsiri zamanı briketlərin son məsaməliliyinin ilkin məsaməlilikdən asılılığını ifadə edən analitik ifadə təklif edilmişdir.
3. Çuqun ovuntusunun preslənmə və bişirmə qabiliyyətinin yüksəldilməsi üçün istifadə olunmazdan əvvəl $700-1000^{\circ}\text{C}$ temperaturunda və endotermik qaz mühitində bərpəedici tabalma əməliyyatına uğradılmışdır. Tabalma temperaturunun yüksəldilməsi ilə karbonun qazlaşma sürəti artmış, beləliklə, ovuntu kütləsinin mütləq kütləsi daha çox dəyişmişdir. Çuqun ovuntusunun $900-1000^{\circ}\text{C}$ temperatur intervalında bərpəedici tabalma əməliyyatına uğradılması bişirmə zamanı komponentlərin diffuzion qarşılıqlı təsirini yaxşılaşdırır və nəticədə “dəmir-çuqun” matrisası ilə NXƏ hissəcikləri arasında diffuzion zona müşahidə edilir.
4. Bişirilmiş nümunələrin ən yüksək fiziki-mexaniki xassələri çuqun ovuntusunun 1000°C temperaturda bərpəedici tabalmaya uğradılmış şixtələrdə tətbiq olunan halda müşahidə edilir. Preslənmə və bişirmənin texnoloji rejimlərinin bişirilmiş nümunələrin möhkəmlik və tribotexniki xarakteristikalarının təsiri müəyyənləşdirilmişdir. Göstərilmişdir ki, bu xassələrin maksimum göstəriciləri preslənmənin 800MPa təzyiq altında və bişirmənin $1100-1150^{\circ}\text{C}$ temperaturunda aparılması zamanı əldə edilir. Bişirmə temperaturunun 1150°C -dən yuxarı olduğu halda endoqaz mühitində nümunələrin karbonsuzlaşması güclənir və ona görə də onların xassələri aşağı düşməyə başlayır.
5. Nümunələrin keyfiyyət göstəricilərinə bişirmə müddəti də ciddi təsir göstərir. Bişirmə 1150°C -də 2-3 saat müddətində aparılmışdır. Nisbətən aşağı temperaturda – $900-1000^{\circ}\text{C}$ temperaturda daha böyük saxlama müddəti tələb olunur. İşlənmiş kompozisiya materialları üçün üç bişirmə mühiti tətbiq edilmişdir: çuqun qırıntıları; işlənmiş və təmiz

karbürüzator qarışığı və endoqaz. Müəyyən olunmuşdur ki, çuqun qırıntılarından qoruyucu mühit kimi istifadə etdikdə nümunələr oksidləşir. Beləliklə, nümunələrin yüksək xassələri və bircins strukturu endotermik qaz mühitində bişirmə zamanı əldə edilir.

6. Tərkibində 3,0 % (küt.) nikel-xrom ərintisinin ovuntusu olan dəmir-çuqun əsaslı ovuntu kompozisiyasının termiki emal olunma xüsusiyyətləri tədqiq edilmişdir. Termiki emalın (tablama və tabəksitmə) optimal rejimləri müəyyən edilmişdir: $T_r=950^{\circ}\text{C}$ $\tau_r= 1,2$ saat, soyuducu mühit – yağ; t_{so} - $150-200^{\circ}\text{C}$, $\tau_{\text{so}} = 2-3$ saat. Termiki emalın bu rejimlərində nümunələr 38-43HRC bərkliyə tabəksidilmiş troostit-martensit strukturaya malik olurlar. Bişirmə zamanı nikel-xrom ərintisi hissəcikləri və “dəmir-çuqun” matrisası arasında müşahidə edilən keçid zonaları tablama və tabəksiltmədən sonra mövcud olmur, bu da ərintidə diffuzion proseslərin başa çatmasına dəlalət edir.
7. Tərkibində 3,0 % (küt.) NXƏ ovuntusu olan “dəmir-çuqun” əsaslı ovuntu kompozisiyasında soyuducuların və kondisionerlərin rotasion kompressorlarının “pər” detallarının alınması texnologiyası işlənmişdir. Bu kompozisiya materialının tərkibində təxminən 50%-dək sənaye tullantısı olan çuqun qırıntısından istifadə edilmişdir. Bu kompozisiya materialının “pər” detalının hazırlanması üçün tətbiq olunması illik 47 min AZN. həcmində iqtisadi səmərə alınmasına imkan verir. Kompressorların istismar xarakteristikalarının (soyuqvermə-havavurma məhsuldarlığı) sınağı zamanı məlum olmuşdur ki, ovuntu metallurjiyası üsulu ilə alınan “pər” detalları ənənəvi çuqundan hazırlanmış “pər” detallarına nisbətən daha cox üstünlüyə malikdir.

Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı elmi əsərlərdə əksini tapmışdır:

1. Namazov S.N., Həmdullayeva İ.H. “Çuqun ovuntusunun dispersliyinin dəmir əsaslı nikel-xromlu kompozisiya materiallarının struktur və xassələrinə təsiri”. “Nanotexnologiyalar və onların texnikada tətbiqi” mövzusunda I Beynəlxalq konfrans. Bakı- 2010, s. 53-58.
2. Намазов С.Н., Гамдуллаева И.Г., Намазова З.А. «Влияние некоторых технологических параметров на структуру и свойства порошковой композиции «железо-чугун». Прогрессивни технологии системи машинобудовання. Вип. 1,2 (43), Донецьк, Україна, 2012, стр. 223-227.

3. Намазов С.Н., Гамдуллаева И.Г., Машаев Ш.М. «Математические планирование и оценка погрешности экспериментов» Elmi əsərlər. Fundamental elmlər. №2, Cild II (42), AzTU, Bakı-2012, səh.55-57.
4. Namazov S.N., Həmdullayeva İ.H. Çuqun ovuntusunun tabalma temperaturunun dəmir-çuqun kompozisiya materialının struktur və xassələrinə təsiri. Maşınşünaslıq, Beynəlxalq elmi-texniki jurnal. №2, Bakı, 2012, səh.72-76.
5. Namazov S.N., Həmdullayeva İ.H. «Tabəksiltmə rejiminin tərkibində nikel-xrom ərintisinin ovuntusu olan “dəmir-çuqun” kompozisiya materiallarının mexaniki xassələrinə təsiri». “Elmi əsərlər”. AzTU, Elmi-texniki jurnal. №2, Bakı, 2012, səh. 36-40.
6. Намазов С.Н., Гамдуллаева И.Г., «Влияние технологические параметров спекания на структуру и свойства порошковой композиции «железо-чугун». Известия Вузов, «Порошковая металлургия и функциональные покрытия», Москва, 2012, №4, стр. 22-25.
7. Həmdullayeva İ.H. “Nikel-xrom əsaslı ərinti ilə legirlənmiş dəmir əsaslı kompozisiya materiallarında texnoloji parametrlərin yeyilməyə davamlılıq xassələrinə təsirinin öyrənilməsi”. Ümummilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 90 illiyinə həsr olunmuş “Metallurgiya və Materialşünaslığın problemləri” I Beynəlxalq elmi konfrans. Bakı, 2013, səh.126-130.
8. S. N. Namazov, F. C. Həmidov, İ.H. Həmdullayeva. “Azərbaycanda metalların təzyiqlə emalı sənayesinin inkişaf mərhələləri”. Ümummilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Heydər Əliyev və Azərbaycan təhsili” mövzusunda respublika konfransı. AzTU, Bakı, 2013, səh. 260-263.
9. Гамдуллаева И.Г. “Влияние температуры отжига на структуру и свойства композиционных материалов на основе железа, содержащий порошок никель-хромового сплава”. Elmi əsərlər. Azərb. Ali Hərbi Dənizçilik Məktəbi. XXII buraxılış. Bakı, 2013, səh. 66-75.
10. Həmdullayeva İ.H. “Çuqun qırıntılarından alınan ovuntunun bişirilmə və preslənmə qabiliyyətinin yaxşılaşdırılması yolları”. Elmi əsərlər. Fizika-riyaziyyat və texnika elmləri seriyası. Naxçıvan Dövlət Universiteti. 2013, №1 (51), səh. 83-88.

Müəllifin həmmüəlliflərlə dərc olunmuş elmi işlərdə şəxsi iştirakı:

[1-5] -tədqiqat məsələlərinin qoyuluşu , təcrübələrin aparılmasında və əyriyənin qurulmasında iştirak.

[6,8]-məsələnin qoyuluşu və tədqiqatın nəticələrinin müzakirəsində iştirakı.

РЕЗЮМЕ

Во введении определена цель диссертационной работы, обоснована актуальность, научная новизна, практическая значимость и основные части работы. А также в диссертации изложен краткий обзор о теоретических и практических научных работах.

В первой главе диссертации проведен литературный обзор, изложена разработка и технологии деталей применяемых в машиностроении, электротехнике, электронике и т.д. полученных методом порошковой металлургии.

Во второй главе диссертации приведены структура и свойства применяемый исходных материалов и изложен метод получения порошка из стружковых отходов чугуна.

В третьей главе диссертации исследован спеченный композиционный материал, полученной из порошковой смеси чугуна, железо и никель– хромового сплава. В этом разделе было исследовано влияния технологических параметров на свойства полученных спеченных материалов из смеси порошков чугуна, железо и никель - хромового сплава. А также изучены форма и структура порошка из никель–хромового сплава.

В четвертой главе диссертации изучено влияния восстановительного отжига чугунного порошка на структуры и свойства образцов. Одновременно исследовано влияние давления прессования, температуры спекания, время и атмосфера спекания на структуры и свойства композиционных материалов на основе «железо-чугун», содержащего 3,0% НХС порошка, полученных с применением восстановительного отжига чугунного порошка при температуре 1000⁰С.

В пятой главе диссертации изложено особенности термической обработки композиционных материалов на основе «железо-чугун», содержащего порошка НХС и перспективы применения полученных результатов в промышленности.

SUMMARY

In the introduction defined aim of the thesis, justified the actuality, the scientific novelty practical importance and fundamental part of the work. And also in the thesis is presented a brief overview of the theoretical and practical scientific papers.

In the first chapter of the thesis carried out a literature review, outlined the development and technology of the details used in mechanical engineering, electrical engineering, electronics, etc. produced by powder metallurgy.

In the second chapter of the thesis are presented the structure and properties of the starting materials used and described a method for producing a powder of cast iron chip waste.

In the third chapter of the dissertation have been investigated sintered composite material prepared from the powder mixture of cast iron, iron and nickel-chromium alloy. In this section has been investigated influence of the technological parameters on the properties of the obtained sintered materials from the mixture of powders of cast iron, iron and nickel-chromium alloy. Also studied powder form and structure of the nickel-chromium alloy.

In the fourth chapter of the thesis have been investigated the influence of recovery annealing of cast iron powder on the structure and properties of the samples. At the same time have been investigated the influence of the pressing pressure, sintering temperature, time and sintering atmosphere on the structure and properties of composite materials on the basis of "iron-cast iron" containing 3.0% NCA powder obtained with the recovery annealing at a temperature of iron powder 1000 °C.

In the fifth chapter of the thesis have been described features of the thermal processing of composite materials on the basis of "iron-cast iron" powder containing NCA and prospects of application of the obtained results in the industry.

АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ИЛЬГАМА ГАМДУЛЛА КЫЗЫ ГАМДУЛЛАЕВА

**СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НИКЕЛЬ-ХРОМОВЫХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА
СОДЕРЖАЩИХ СТРУЖКОВЫЕ ОТХОДЫ ЧУГУНА**

3312.01 - «Технология материалов»

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой
степени доктора философии по технике

БАКУ-2014