

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNIVERSİTETİ

Əlyazması hüququnda

VURĞUN FƏXRƏDDİN oğlu QƏHRƏMANOV

**KİMYƏVİ-TERMİKİ EMALLA DƏMİR ƏSASLI
OVUNTU KOMPOZİSİYA MATERİALLARININ
XASSƏLƏRİNİN YÜKSƏLDİLMƏSİ**

3315.01- “Metallurgiya texnologiyası”

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi
dərəcəsi almaq üçün təqdim olunmuş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı -2018

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

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

Rəsmi opponentlər: texnika elmləri doktoru,
professor **A.T. Məmmədov**

texnika elmləri doktoru,
professor **Z.Z. Şərifov**

Aparıcı təşkilat: Azərbaycan Memarlıq və İnşaat
Universitetinin “Texnoloji maşın və
avadanlıqlar” kafedrası

Dissertasiyanın müdafiəsi 23 may 2018 - ci il tarixində 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 kitabxana-
sında tanış olmaq olar.

Avtoreferat 20 aprel 2018 - ci ildə göndərilmişdir.

D 02. 171 Dissertasiya Şurasının
elmi katibi, t.e.d., professor

N.M. Rəsulov

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Ovuntu kompozisiya materiallarının istismar xassələri həcmi və ya səthi legirləməklə yaxşılaşdırıla bilər. Onların istismar xassələrinin yalnız həcmi legirləməklə artırılması müəyyən texniki-iqtisadi çətinliklərlə əlaqədardır. Ona görə də əksər hallarda ikinci yol - səthi legirləmə, yəni kimyəvi-termiki emalla legirləmə daha məqsəduşundur.

Ovuntu kompozisiya materiallarının metallurjiyası üzrə tədqiqatlar son illər çox geniş aparılmış və təcrübə olaraq, onun bütün sahələrini əhatə edir. Ovuntuların hazırlanması, presləmə, bişirmə, termiki emal və ovuntu kompozisiya materiallarının bu texnoloji xüsusiyyətlərdən fərqli olaraq, bişirilmiş kompozisiyaların işçi səthlərinin kimyəvi-termiki emalla möhkəmləndirilməsi kifayət qədər öyrənilməmişdir. Bu istiqamətdə aparılan elmi-tədqiqat işləri çoxsaylı olmasa da, məlum olan nəticələr kifayət qədər ziddiyətlidir. Bu və ya digər problemlər üzrə aparılan işlərdə verilən məlumatlar əksər hallarda bir-birindən fərqlənirlər. Nəşr olunmuş işlərdə kompozisiyaların kimyəvi tərkibi, sıxlığı, doydurucu mühitlərin tərkibi və emal rejimləri dəqiq verilmədiyindən onlardan istifadə etmək çətinliklər yaradır.

Kimyəvi-termiki emal üzrə tədqiqatların əksər hissəsi kompakt materiallara həsr olunmuş və burada ovuntu kompozisiyalarının spesifik xassələri nəzərə alınmamışdır.

Sənaye sahələrində çox vaxt böyük çəkiyə malik konstruksiya və antifiriksion təyinatlı ovuntu kompozisiya materiallarından istifadə olunur. Bu qrup materiallara bir qayda olaraq, ucuz və defisit olmayan azlegirli ərintiləri aid etmək olar. Bunların hazırlanma texnologiyaları asan olsa da, əksər hallarda aşağı istismar xarakteristikalarına malik olurlar. Onların əsasını dəmir əsaslı ovuntu kompozisiya materialları təşkil edir.

Akademik İ.M.Federçenkonun fikrinə görə, konstruksiya təyinatlı ovuntu kompozisiya materiallarından hazırlanan detalların kimyəvi-termiki emalı onların etibarlılığını və ömürüzunluğunu əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Konstruksiya təyinatlı ovuntu kompozisiyalarının səthi legirlənməsi iqtisadi cəhətdən həcmi legirləməyə nisbətən daha məqsə-

dəuyğundur. Odur ki, bu qrup materiallar üçün kimyəvi-termiki emalı daha perspektivli saymaq olar.

Xüsusi təyinatlı ovuntu kompozisiya materiallarına friksion, alət, odadavamlı və s. materiallar da aiddir. Bu materiallar yüksəklegirli ərintilər olub, konstruksiya materiallarına nisbətən qoyulan tələbləri əhəmiyyətli dərəcədə ödəyə bilirlər. Bunlara baxmayaraq, bu qrup materiallar da kimyəvi-termiki emala uğradıla bilər. Bunu birinci növbədə alət və odadavamlı ovuntu kompozisiya ərintilərinə aid etmək olar. Məsələn, bərk xəlitələrdən hazırlanan alətlərin dözümlülüyünü artırmaq məqsədi ilə borlamadan istifadə edilməsi məlumdur. Çətinəriyən metallar əsasında yaradılan ovuntu kompozisiya ərintilərinin mühafizəedici örtüklər çəkməklə (məsələn, diffuziya ilə) oksidləşdirici mühitdə istifadəsi ümumiyyətlə mümkün deyil.

Odur ki, ovuntu kompozisiya materialları üçün kimyəvi-termiki emalın geniş tədqiqi və maşın hissələrinin işçi səthlərini yaxşılaşdırmaqla istismar xassələrinin yüksəldilməsi aktual məsələdir. Müxtəlif istehsal sahələrində metal və ərintilərə tələbatın artması, istifadə ediləcək materialların keyfiyyətinin, o cümlədən işçi səthlərinin xassələrinin yüksəldilməsi aktual elmi-praktiki problem kimi qiymətləndirilə bilər.

Tədqiqat işinin məqsədi dəmir əsaslı ovuntu kompozisiya materiallarının işçi səthlərini kimyəvi-termiki emalla möhkəmləndirmək və istismar xassələrinin yüksəldilməsinə nail olmaqdır. Bu problemin həlli üçün qarşıya aşağıdakı məsələlər qoyulur:

1. Dəmir əsaslı ovuntu kompozisiya materiallarının tərkibinin seçilməsi və onların işçi səthlərində diffuziya qatının yaranma kinetikasının araşdırılması.

2. Ovuntu kompozisiya materiallarında ikikomponentli (nitrosentitləmə, sementitləmə və borlama) diffuziya qatının alınma xüsusiyyətlərinin tədqiqi.

3. Dəmir əsaslı ovuntu kompozisiya materiallarında karbidəmələgətirici elementlərlə çoxkomponentli diffuziya qatının araşdırılması.

4. Tədqiqat nəticələrinin istehsalata tətbiqi üçün tövsiyələrin işlənməsi və texnoloji marşrutun müəyyənləşdirilməsi.

Tədqiqat üsulları və nəticələrin etibarlılığı. Dissertasiya işində qarşıya qoyulan məsələlər laboratoriya və istehsalat şəraitində aparılan

nəzəri və eksperimental tədqiqatlar əsasında həll edilmişdir. Alınmış nəticələrin dürüstlüyü müasir cihaz və ölçü vasitələrindən istifadə etməklə aparılan tədqiqatlarla təsdiqlənir.

İşin elmi yeniliyi. Qeyri keçirici, keçirici və yarımkeçirici ovuntu kompozisiyalarının səthi doydurulmasında çoxkomponentli diffuziyanın kinetikasının kimyəvi potensialların konsentrasiyalarının qiymətlərinin xarakterindən asılılığı müəyyən edilmişdir.

Çoxkomponentli sistemlərdə diffuziyalı doydurma prosesləri tədqiq edilərək, legirli ovuntu poladlarının doydurulmasında legirləyici elementlərin diffuziya qatlarının yaranma mexanizmi və formalaşma kinetikasına təsiri öyrənilmişdir.

Ovuntu kompozisiyasının ilkin vəziyyətindən, doydurma rejimlərindən, doydurma mühiti və ardıcılığından asılı diffuziya qatının keyfiyyət xarakteristikaları öyrənilmişdir.

Karbon və karbidəmələgətirici elementlərlə doydurulmuş bişirilmiş dəmir-xrom kompozisiyalarda keçid və qataltı zonalar karbid fazalarına malik strukturdan ibarət olması aydınlaşdırılmışdır.

Strukturda qlobulyar karbid fazalarının miqdarı, onların sementitləndirilmiş qatda olan miqdarından asılılığı müəyyən edilmişdir.

İşin praktiki əhəmiyyəti. Aparılan tədqiqatlar dəmir əsaslı ovuntu kompozisiyalarında yaranan diffuziya proseslərinin kinetikasını müəyyən etməyə və alınan diffuziya qatlarını kəmiyyətcə qiymətləndirməyə imkan verir. Dəmir əsaslı ovuntu kompozisiyalarında ikikomponentli diffuziya qatının alınmasının texnoloji rejimləri işlənmiş, qeyri keçirici, yarımkeçirici və keçirici ovuntu kompozisiyalarında alınan ikikomponentli qatın struktur və xassələrin öyrənilməsi təcrübi əhəmiyyət kəsb edir.

Bir neçə elementlə ardıcıl doydurmada alınan örtüklərin strukturu və xassələri öyrənilmiş və lazımı texnoloji parametrlər təyin edilmişdir. Bu məqsədlə bişirilmiş ovuntu kompozisiyalarının karbon və borla müştərək doydurulmasının özəllikləri müəyyənləşdirilmiş və texnoloji rejimlər işlənmişdir.

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

1. Ümumilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 90-cı ildönümünə

həsr olunmuş “Metallurjiya və materialşünaslığın problemləri mövzusunda” Beynəlxalq elmi-texniki konfrans, Bakı, 2013.

2. International Scientific Conference “Applied Sciences and technologies in the United and Europe” common challenges and scientific finding”, New York. USA, 2014.

3. Sənaye ilinə həsr olunmuş elmi-texniki konfrans. AzTU-Milli Aviasiya akademiyası, Bakı, 2014.

4. Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XIX Respublika konfransı, 2015.

5. “Metallar fizikasının müasir problemləri” V beynəlxalq elmi-praktiki konfrans. Bakı, 2016.

6. Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX respublika konfransı. Bakı, 2016.

7. “Maşınqayırmada intellektual texnologiyalar” mövzusunda Beynəlxalq elmi - texniki konfrans, Bakı, 2016.

8. Инновационные технологии в машиностроении. Сборник трудов. Международной научно-практической конференции. Юрга, Россия, 2016.

9. Ümumilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 94-cü ildönümünə həsr olunmuş “Gənclər və elmi innovasiyalar” mövzusunda keçirilən gənc tədqiqatçıların konfransı. AzTU, 2017.

10. AzTU-nun “Metallurjiya və metalşünaslıq” kafedrasının elmi seminarları.

İşin nəticələrinin dərci. Dissertasiya işinin əsas məzmunu 17 elmi işdə öz əksini tapmışdır.

Dissertasiya işinin strukturu və həcmi: Dissertasiya işi giriş, 5 fəsil, 157 səhifəlik kompüter mətni, 39 şəkil, 30 cədvəl, 132 adda ədəbiyyat siyahısı və əlavədən ibarətdir.

İŞİN MƏZMUNU

Girişdə dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi, elmi yenilikləri, praktiki əhəmiyyəti, həmçinin tədqiqat mövzusu barədə mövcud nəzəri və təcrübi işlərin qısa xülasəsi verilmişdir.

Dissertasiya işinin I fəslində kompakt və ovuntu materiallarının quruluşlarındakı fərq və onların alınma xüsusiyyətləri verilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, kompakt materiallardan, ovuntu kompozisiya materialları makro, mikro və submikroskopik məsələliliyin mövcudluğu, dənələrarası sərhədlərlə müqayisədə ovuntu zərrəcikləri arası sərhədlərin yüksək qüsurluluğu, kimyəvi tərkibcə qeyri-cinsliliyi və yüksək qazudma qabiliyyətilə (O_2 , H_2 , N_2 və s.) fərqlənirlər.

Bişirilmiş kompozisiya materiallarının əsas fərqləndirici cəhətlərindən biri qalıq məsələliliyin mövcudluğudur, bu da materialın faktiki sıxlığının onun nəzəri sıxlığına olan nisbətəli səciyyəlidir.

Ovuntu kompozisiya materiallarının diffuziyalı doydurulmasının nəticələrindən aydın olur ki, sıxlığın mütləq dəyişməsinə məsələliliyin xarakteri, onun forması və ölçüləri əksər hallarda əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Xüsusilə açıq və bağlı məsələlərin nisbəti haqda məlumatlar vacib məsələ kimi işdə qabarıq verilmişdir.

Bişirmə prosesində məsələlərin ölçülərinin və həndəsi formasının fasiləsiz dəyişməsi baş verir. Müəyyən olunmuşdur ki, nisbətən aşağı temperaturalarda (dəmir əsaslı ərintilər üçün $1000-1100^{\circ}C$) ölçülərinə görə iri məsələlər qeyri-bərabər dartılmış formaya düşürlər və nümunələrin en kəsiyində qeyri-bərabər paylanırlar.

Sıxlığı yüksək olan ovuntu kompozisiyalarının ikiqat: soyuq presləmə və bişirmə ilə isti presləmə; maye metallarla hopdurmaqla və maye fazanın iştirakı ilə ikiqat presləmə texnologiyasının tətbiqindən məlumatların alınmasının mümkünlüyü təhlil olunmuşdur. Birinci bişirmənin $700-900^{\circ}C$ -də, ikinci bişirmənin $1150^{\circ}C$ temperaturda aparılması tövsiyə olunmuşdur. Bu zaman bişirilmiş dəmirin sıxlığının $7,3-7,5$ qr/sm³-ə, bişirilmiş poladların sıxlığının isə $7,3$ qr/sm³-ə çatdığı müəyyənləşdirilmişdir.

Dissertasiya işinin II fəslində dəmir əsaslı ovuntu kompozisiya materiallarında diffuziya qatının yaranma kinetikasi öyrənilmişdir. Məlum olmuşdur ki, diffuziya qatlarının formalaşma kinetikasi, onların quruluşu, faza tərkibi və xassələri, həmçinin ovuntu kompozisiyalarının quruluşunun xüsusiyyətlərindən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Diffuziya qatlarının formalaşma mexanizminə təsir edən əsas amillər məsələlərin ölçüləri, forması və paylanmasının bərabərliyidir.

Bu fəsilə həmçinin qeyri-keçirici ovutu kompozisiyalarının diffuziyalı doydurulması təhlil edilmişdir. Bu materialların kimyəvi-termiki emalında doydurucu mühitin nümunənin daxilinə nüfuz etməsinin mümkün olmadığı məlum olmuşdur.

Kompakt materiallarla müqayisədə qeyri-keçirici materiallarda diffuziya qatlarının formalaşma xüsusiyyətləri, bağlı məsaməliliyin mövcudluğu, dənələrin və subdənələrin sərhədlərinin azacıq uzunluğa malik olması, kristallik quruluşun qüsurluluğu və aşqarların mövcudluğu ilə şərtlənir.

Bişirilmiş ovuntu kompozisiyalarının dənələrinin ölçüləri onların alınma texnologiyası ilə təyin edilir. Burada məsaməli materialların diffuziyalı doydurulmasına da kifayət qədər əhəmiyyət verilmişdir. Məlum olmuşdur ki, belə materiallarda diffuziya qatının formalaşma sürətinə və quruluşuna bir-biri ilə əlaqədə olan açıq məsamələr həlledici təsir göstərir. Burada məsamələrin səthi maksimal doymuş olur və onlardan aralandıqca doydurucu maddənin konsentrasiyası aşağı düşür.

Disseratasiya işinin III fəslində tədqiqat işində istifadə olunan materiallar və onların aparılma metodikaları şərh edilmişdir.

Nitrosegmentləmə əməliyyatını aparmaq üçün avadanlıqlar seçilmiş və ovuntu nümunələrinin şıxtə tərkibi aşağıdakı tərkibdə olmuşdur: 1-ci nümunə dəmir (hamısı); 2-ci nümunə-mis (2) və dəmir (əsas); 3-cü nümunə - mis və dəmir (əsas); 4-cü nümunə-mis (5) və dəmir (əsas).

Hazırlanan şıxtələrə əlavə olaraq 0,8% texnoloji sürtkü sink stearatı qatılmışdır. Hazır şıxtələrin preslənməsi, hidravlik preslə, metallik presqəliblərdə 400-1000 MPa təzyiqlə altında aparılmışdır. Tədqiqat üçün 10x10x55 mm ölçülü prizmatik nümunələr istifadə olunmuşdur.

Nümunələrin bişirilməsi 1150°C temperaturda konveyer tipli sobada endotermiki qaz mühitində aparılmışdır. Bişirmə temperaturunda nümunələrin izotermiki saxlama müddəti ~ 1 saat olmuşdur. Presləmə təzyiqindən asılı olaraq, nümunələrin sıxlığı 75-95% arasında dəyişmişdir.

Üzərinə diffuziyalı qat çəkilmiş nümunələrin mikrostrukturu View Met markalı metalloqrafik mikroskopda öyrənilmişdir. Nümunələr xüsusi paradaqlama dəzgahında paradaqlanmış və sonra laboratoriya cilalama cihazında üzərinə Cr₂O₃ (xrom-oksidi) çəkilmiş fətrlə cilalan-

mışdır. Metalloqrafik analiz üçün hazırlanmış nümunənin səthi spirtlə silinmiş, azot turşusunun spirtlə 4%-li məhlulu ilə aşılanaşdır. Aşılanaşdır səthlərə metalloqrafik mikroskopda 100-500 dəfə böyüdülməklə baxılmış və lazımı səthlərin mikrostrukturunun şəkli çəkilmışdır.

Optik qatların faza tərkibi DRON-2.0 tipli rentgen cihazında Cu-şüalanması ilə tədqiq olunmuşdur. Diffuziyalı qatların müxtəlif nöqtələrinde elementlərin paylanmasının xarakteri EXPERT 3L W134U markalı mikrorentgenspektral analizatorunda tədqiq edilmişdir.

Disseratisya işinin IV fəslində dəmir əsaslı ovuntu kompozisiyalarında ikikomponentli diffuziya qatının alınma xüsusiyyətləri öyrənilmişdir. Bunun üçün nitrosegmentləmə, xromsilisiumlama, xromtitanlama kimi kimyəvi-termiki emal əməliyyatları aparılmışdır.

Nitrosegmentləmə əməliyyatından sonra dəmir əsaslı ovuntu kompozisiyalarının səthi bərkliyinin artması müşahidə olunmuşdur. Burada diffuziyalı qatda azotun və karbonun miqdarının doydurma şəraitində asılı olması müəyyən edilmişdir.

Bu fəsildə həmçinin metal və ərintilərin bir neçə elementlə doydurulma proseslərinin müsbət tərəflərini birləşdirməyin mümkünüyü müəyyən edilmişdir. Xromsilisiumlaşdırılmış poladların xromlaşdırılmış poladlara nisbətən daha yüksək plastiklik xassələrinə malik olmaları müəyyənləşdirilmişdir.

Burada bərpəedici kimi qranullarının ölçüləri 0,63-1,00 mm olan silikokalsiumdan istifadə edilmişdir. Xromsilisiumlaşdırmada məsəmliliyin doydurma sürətinə təsirini öyrənmək üçün sıxlığı 75 və 65% olan nümunələr tədqiq olunmuşdur. Bişirilmiş dəmirin xromtitanlaşdırılmasının, onun odadözümlülüyünü, turşuların və qələvilərin sulu məhlullarında korroziyaya dözümlülüyünü artırmaq məqsədilə istifadə olunduğu aydınlaşdırılmışdır.

Xromsilisiumlamanın ovuntularla doydurulmasında alüminotermiki metoddan istifadə edilir. Xromsilisiumlama üçün alüminotermiki qatışığın tərkibinə aşağıdakı komponentlər daxil edilir: xrom oksidi; silisium oksidi; alüminium – bərpəedici; alüminium oksidi; ammonium xloraktivləşdirici. Aktivləşdirici kimi ammonium xlorun istifadəsi aktiv atomların alınması, xromun və silisiumun hallogenlərinin əmələ gəlməsi doydurulan metalın səthində onların parçalanması sayəsində mümkün

dür. Alüminiumun miqdarının ilkin qatışıqda oksidlərin bərpası üçün zəruri olan miqdarından az və ya ona bərabər olan halında eyni vaxtda xromla və silisiumla doyma baş verir. Xromsilisium qatının formalaşmasına sıxlığın və legirləyici elementlərin təsiri, onların xromlamadakı təsirinə uyğundur.

Məlum olmuşdur ki, xromun və silisiumun birgə diffuziyasında diffuziya qatının formalaşma sürəti, xromlama prosesində olduğundan yüksəkdir. Bu halda xromun diffuziyasının üstünlük təşkil etdiyi müəyyən edilmişdir.

Disseratasiya işinin V fəslində bir neçə elementlə ardıcıl doydurma ilə maşın hissələrinin və texnoloji tərtibatların detallarında kifayət qədər yüksək mexaniki xassələr və yüksək yeyilməyədözümlülük, eyni zamanda müxtəlif aqressiv mühitlərin təsirinə qarşı davamlılıq xassələrinin təmin olunması məsələlərinə baxılmışdır. Burada karbonla və karbid-əmələgətirici elementlərlə doydurulma, bişirilmiş kompozisiyaların karbon və borla doydurulması kimi məsələlər araşdırılmışdır.

Əsas tədqiqat işləri ЖХЗ tipli dəmir-xrom ərintisində aparılmışdır. Birinci mərhələdə bişirilmiş kompozisiyaların karbonlaşma şəraitində asılı olaraq, sonrakı xromlamada yaranan diffuziya qatının dərinliyinə, tərkibinə və quruluşuna təsiri öyrənilmişdir. Üstünlük təşkil edən xromla doydurma prosesi ilkin qatışıqda alüminiumun 30%-dək miqdarında baş verir. Eyni zamanda bişirilmiş dəmirin 6 və 9% miqdarında xromla həcmi legirlənməsinin karbid örtüklərinin formalaşma prosesinə təsiri tədqiq olunmuşdur. Səth qatında karbonun artırılmış miqdarı karbid-əmələgətirmə prosesinin getməsi üçün daha əlverişli şərait yaradır.

Müəyyən olunmuşdur ki, bişirilmiş dəmirin karbonla və karbid-əmələgətirici elementlərlə ardıcıl doydurulmasının nəticələrinə onun məsaməliliyinin təsiri böyükdür. Sementitləmə prosesindən sonra bişirilmiş dəmirin karbid-əmələgətirici elementlərlə doydurulması, tablandırılmış və aşağı temperaturlu tabıxsildilmiş vəziyyətdə mexaniki xassələrin dəyişməsinə səbəb olur. Xüsusi temperaturalarda (875, 925⁰C) sementitləndirilmiş və bişirilmiş dəmirin mexaniki xassələri dəyişir (şəkil 1). Mexaniki xassələrin dəyişməsi, başlıca olaraq, son emalda yüksəktemperaturlu saxlama prosesində məxsusi konsentrasiyanın təsiri altında məmulatın en kəsiyi üzrə yenidən paylanması ilə əlaqədardır.

Burada tablamadan sonra standart termiki emal, tablandırma və aşağı temperaturu tabəksiltmə aparılmışdır. Tablamadan və xromlamadan sonra mexaniki xassələrin müqayisəsi, onların eyni xarakterdə dəyişməsinə birbaşa təsiri aydın olmuşdur. Bu zaman karbonun konsentrasiyası kəskin azalmış və 875-925⁰C temperaturlarda sementitlənmiş nümunələrdə karbonun maksimal konsentrasiyası qatda, uyğun olaraq, 0,30 və 0,35 % təşkil etmişdir.

Xromlamaya uğradılmış nümunələrin, tablama aparılmış nümunələrə nisbətən bərkliyi aşağı, zərbə özlülüyü isə yüksək olmuşdur. Nümunələrin bəzi hissələrində karbid qatının dərinliyi üzrə mikrobərkliyin paylanmasının tədqiqi göstərir ki, 975 və 925⁰C-də sementitlənmiş nümunələrin tablandırma və tablanma qabiliyyəti qismən əhəmiyyətlidir. Sementitlənməyə və karbidəmələgətirici elementlərlə sonrakı doydurmaya uğradılmış bişirilmiş dəmir, karbid qatı altında bərk altlığın mövcudluğundan yeyilməyə yüksək dözümlülüyə malik olur.

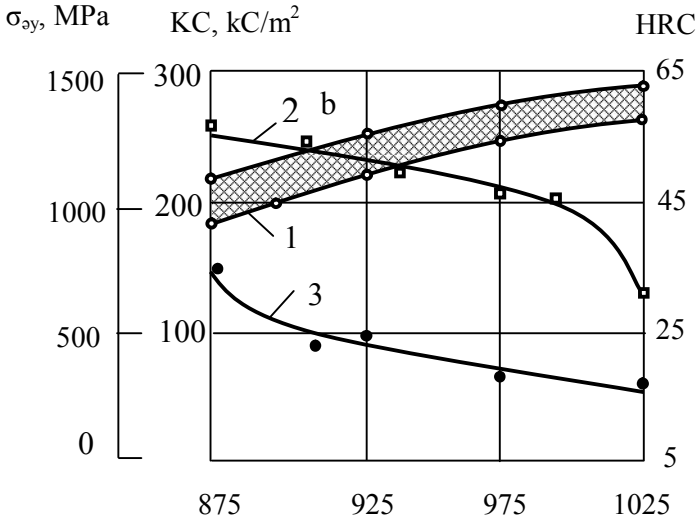
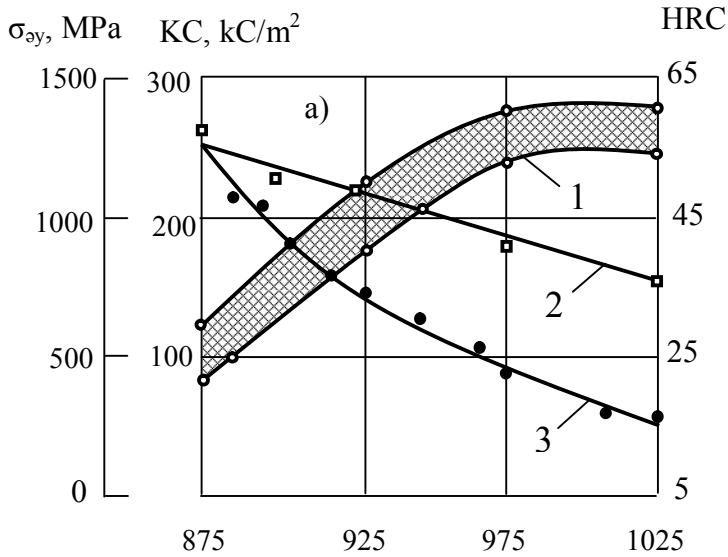
Diffuziya örtüklərinin yeyilməyə dözümlülüyü, digər xassələrdə olduğu kimi doydurma prosesinin texnoloji parametrlərindən asılıdır və sonuncuların müəyyən qiymətlərində maksimal qiymətlərə malik olur.

Minimumlaşdırma parametri kimi quru sürüşmə sürtünməsi şəraitində yeyilmə olmuşdur (HRC 60-62 olan P18 poladında kontur-cisimlə çütlükdə). Yeyilmə MII tipli maşında, 1,0 MPa yüklə, 1,0 m/san sürüşmə sürətində və 2 saat yeyilmə müddətində aparılmışdır.

Oksidləşmə kinetikasının tədqiqi (şəkil 2) göstərir ki, ilkin sementitlənməyə məruz qalmış bişirilmiş ovuntu kompozisiyalarında karbid örtüklər, doydurucu elementlərin α -dəmirdə bərk məhlulları tipində olan örtüklərə nisbətən daha böyük odadözümlülüyə malik olurlar. Əgər yüksək temperaturlarda (700, 800, 900⁰C) uzun müddətli saxlamada sonuncuların dərinliyi azalsa da, ancaq karbid örtüklərin quruluşunda hər hansı dəyişiklik müəyyən edilməmişdir.

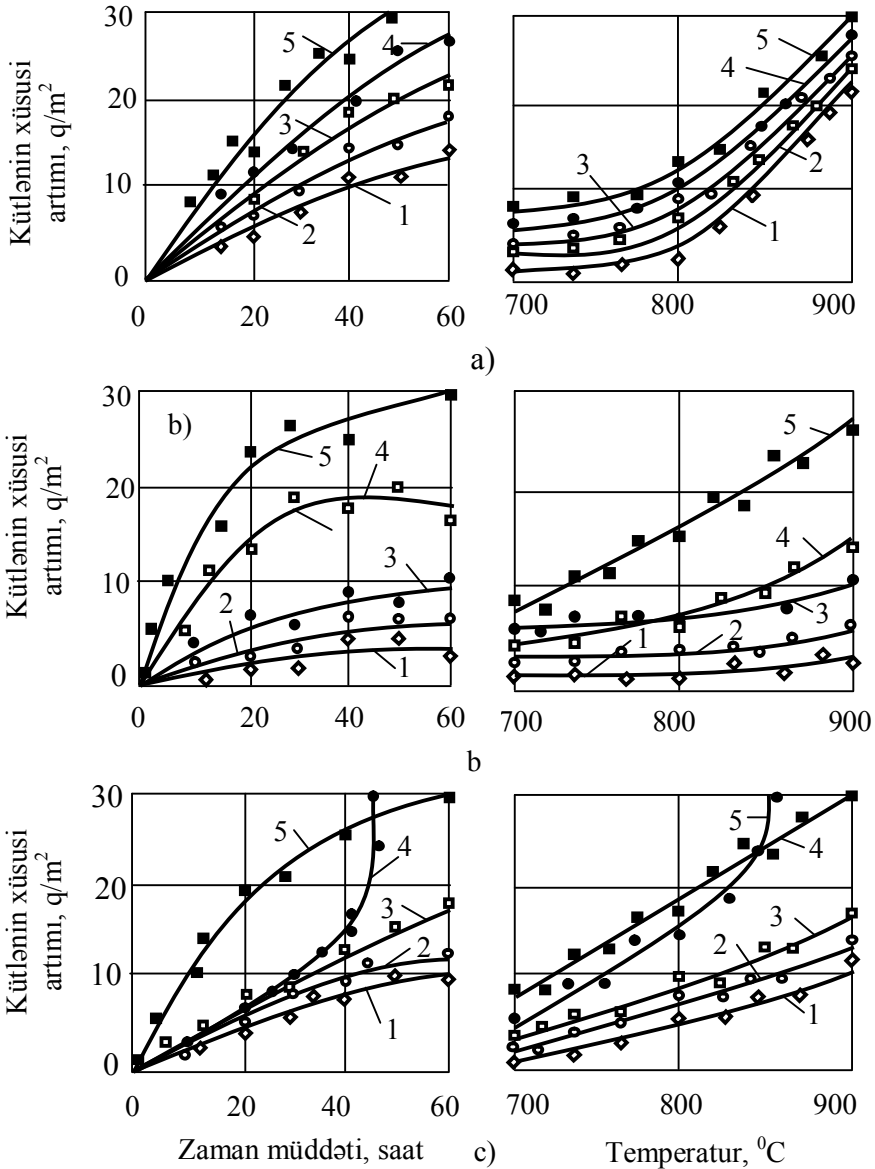
Odadözümlülüyün artırılması halında karbidli diffuziya qatını aşağıdakı qaydada yerləşdirmək tövsiyə olunmuşdur: xromsilisiumlaşdırılmış, xromtitanlaşdırılmış və xromlaşdırılmış.

Müxtəlif aqressiv mühitlərdə elementlərin bərk məhlulları tipində örtüklərlə müqayisədə karbid örtüklərin korroziyadözümlülüyü daha yüksək olmuşdur. Bişirilmiş dəmirin xromla 3, 6 və 9 % həcmi legirlən-



Sementitləmə temperaturu, °C

Şəkil 1. İlk sementitləmə temperaturunun ($\tau=4$ saat) bişirilmiş dəmirin (a) və ЖХ 3 (b) ($\gamma=95\%$) ərintisinin tablamadan sonra ($T=1100^{\circ}\text{C}$, $\tau=4$ saat) mexaniki xassələrinə təsiri: 1-bərklik, 2-əyilmədə möhkəmlik həddi, 3-zərbə özlülüyü



Şəkil 2. Xomlu (a), xromsiliumlu (b), xromtitanlı (c) örtüklərin oksidləşmə kinetikasi: 1-polad 45; 2, 3-dəmir (sıxlığı 95%), 4,5-dəmir (sıxlığı 85%), 2,4-ilkin sementitləməklə dəmir (sıxlığı 85%), 3,5-sementitləndirilmiş dəmir (sıxlığı 85%).

məsinin, demək olar, diffuziya qatlarının odadözümlülüyünə və korroziyadözümlülüyünə təsir etmədiyi müşahidə olunmuşdur.

Sementitləmə temperaturu artdıqca ferrit təşkiledicilərinin miqdarı, 975 və 1025⁰C temperaturlarda karbonlaşdırılmış bişirilmiş dəmirin borlaşdırılmasında azalmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, təxminən eyni strukturla səciyyələnən, özəkdə dəqiq ayrılma səthinə malik olan və en kəsiyi üzrə karbonun ilkin bərabər paylanması ilkin sementitləndirilmiş dəmirin borlaşdırılması halında keçid zonasının strukturu ferrit təşkiledicinin artması tərəfə, borid qatından özəyə doğru dəyişməsi müşahidə olunmuşdur. Qatda karbonun konsentrasiyasının artması, onun boridlərlə həllolma qabiliyyətinin olmaması ilə izah olunur.

Xromla legirləmədə karbonun konsentrasiyasının sementitləşdirilmiş qatda “sorulması” nəticəsində bərk məhlulda karbonun konsentrasiyası bir qədər azalır, lakin sonradan karbidlərin həll olması hesabına karbonun miqdarı müəyyən dərəcədə kompensasiya olunur.

Bununla belə xrom materialın tablandırma dərinliyini artırır. Bu da kompleks kimyəvi-termiki emaldan sonra xassələrin yüksəlməsinə imkan verir.

Dəmirin və ЖХ3 kompozisiyasının ilkin sementitləmə prosesi karbürizatorlarda, ЖХ6 və ЖХ9 kompozisiyaları isə aşağıdakı tərkibli xüsusi karbürizatorlar içərisində aparılmışdır, % (kütlə üzrə): 85% ağac kömürü + 15% natrium bikarbonatı (T=975⁰C, τ=4 saat).

İlkin tərkibli kompozisiyalara nisbətən sementitləşdirilmiş kompozisiyalarda borid qatlarının dərinliyi aşağı, onların bütövlüyü isə yuxarı alınır. Bu borlama prosesinə karbonun ləngidici təsiri ilə izah edilir. Dərinlik üzrə alınan bu fərq xromun miqdarı yüksəldikcə artır. Bu, sementitləndirilmiş qatda karbonun konsentrasiyasının artması və borlama prosesində saxlama zamanı onun “sorulma” sürətinin azalması ilə izah olunur. Həmçinin xrom austenitdə karbonun diffuziyasını yavaşdıraraq onun artan borid qatı ilə kompozisiyasının dərinliyinə itələnmə prosesini çətinləşdirir. Ona görə də sementitləşdirilmiş dəmir-xrom kompozisiyalarında diffuziya prosesləri əlavə enerji və vaxt sərfini tələb edir. İlkin sementitləşdirməyə uğradılmış kompozisiyalarda diffuziyalı qatda

FeB yüksək, borlu fazanın miqdarı isə karbürizatorlara nisbətən 10-20% az olur.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Dəmir əsaslı məsaməli ovuntu kompozisiyalarının kimyəvi-termiki emalının bəzi nəzəri müddəaları dəqiqləşdirilmiş və məsaməli səthlərində çoxkomponentli diffuziya proseslərinin baş vermə xüsusiyyətləri müəyyənləşdirilmişdir. Xromlama, nitrosegmentləşdirmə, xromsilisiumlaşdırma, xromtitanlama və karbidəmələgətirici elementlərlə doydurma proseslərinin rejimləri müəyyənləşdirilmiş və təcrübi olaraq yoxlanılmışdır.
2. Qeyrikeçirici, keçirici və yarımkeçirici ovuntu kompozisiyalarının kimyəvi-termiki emalında baş verən proseslərin kinetikasi araşdırılmış və qeyrikeçirici mühitlərdə məsaməli mühitlərə nisbətən ovuntu kompozisiyalarının diffuziyalı doydurulmasının daha effektiv getdiyi müəyyən edilmişdir. Bu, açıq məsamələr vasitəsi ilə diffuziyaedici elementlərin məmulatın daha dərin qatlarına maneəsiz nüfuz etməsilə əlaqədardır.
3. Açıq məsaməliliyi çox olan ovuntu kompozisiyalarında doydurucu mühit məmulatın dərin qatlarına nüfuz edir. Bunun nəticəsində açıq məsamələrin tam və ya qismən “müalicəsi”, yəni bağlanması baş verir. Yarımkeçirici ovuntu kompozisiya materiallarında açıq məsamələr məmulatın həcmində qeyri-bərabər paylandığına görə doydurmadan sonra alınan qat sabit olmur.
4. Dəmir əsaslı məsaməli ovuntu kompozisiyalarının ikikomponentlə diffuziyalı doydurulmasının kinetikasi öyrənilmiş və bu məqsədlə nitrosegmentləşdirmə, xromsilisiumlama və xromtitanlama prosesləri tədqiq olunmuşdur. Nitrosegmentləşdirmədə alınan diffuziya qatının dərinliyinə doydurulan ərintinin ilkin kimyəvi tərkibinin böyük təsiri aşkar olunmuşdur.
5. İki və daha çox komponentli örtükçəkmə prosesi tədqiq olunmuş, və qatın dərinliyinə doydurma rejimləri və ovuntu materialının sıxlığının ciddi təsir etdiyi məlum olmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, doydurma temperaturu və müddətinin artırılması materialın sıxlığı-

nın azaldılmasına və diffuziyalı qatın dərinliyinin artmasına səbəb olur.

6. Xromsilisiumla ilə örtük çəkilmiş ovuntu materiallarının odadözümlülüyünün qiymətləndirilməsi üçün eksperimentlərin riyazi planlaşdırılması aparılmışdır. Prosesə təsir edən amillər kimi doydurma temperaturu, SiO_2 , Al, Al_2O_3 , HN_4Cl -un miqdarı qəbul olunmuşdur. Odadözümlülüyün qiymətlərinə sınağın aparılma müddəti və sınaq temperaturlarının ciddi təsiri müəyyən edilmişdir.
7. Ovuntu poladlarının üzərinə diffuziyalı xromsilisium örtüklərinin çəkilməsi, onların səthi qatlarında mikrostrukturunu, kimyəvi və faza tərkibini dəyişir. Səthində Cr_{23}C_6 və Cr_7C_3 karbid fazaları formalaşır, onların tərkibində silisiumun miqdarı 0,25% (atom payı) olur. 20 və 45 markalı poladlarda silisiumun maksimal miqdarı (7%) örtüyün səthin-dən 40-50 mkm dərinlikdə karbid qatı altında, polad Y10-da isə karbid qatı -matrisa sərhəddində (1,9%) müşahidə olunur.
8. Dəmir əsaslı bişirilmiş ovuntu kompozisiyalarının xromtitanlaşdırılması onların odadözümlülüyünü və aqressiv mühitlərdə korroziyaya dözümlülüyünü artırır. İlk bərpa olunmuş qarışıqlarda bişirilmiş məsaməli materialların termodiffuzion xromsilisiumlaşdırılması üçün diffuziya qatının formalaşma sürəti və prosesin texnoloji effektivliyi alüminotermiki qarışıqlar olduğu müəyyən edilmişdir.
9. Müəyyən edilmişdir ki, bişirilmiş ovuntu materiallarının karbonla, sonra isə xromla və silisiumla diffuziyalı doydurulması, xromsilisium qatları arasında legirli karbid qatının yaranmasına səbəb olur. Sementitləşmiş məsaməli ovuntu materiallarının aralıq zonasında xrom bərabər paylanmır. Bilavasitə karbid zonasına bitişik 20-25 mkm dərinlikdə olan sahədə xromun 12-15-dən 6-7%-dək dəyişən daha yüksək konsentrasiyası müşahidə olunur.
10. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, alınmış karbid örtüklərində xromun və silisiumun konsentrasiyası uyğun olaraq 66 və 15% təşkil edir. Sementitləmədən sonra xromlanmış qata nisbətən xromsilisiumlanmış qatın mikrobərkliyi daha yüksək alınır. Sementitlənmiş səthin karbidmələgətirici elementlərlə ardıcıl doydurulması, tablamanadan və tabəksiltmədən sonra materialın mexaniki xassələrinin yüksəlməsinə

səbəb olur. Bu effekt sonuncu emalda yüksək temperaturlu saxlama prosesində karbonun yenidən paylanması ilə izah edilir.

Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı elmi əsərlərdə əksini tapmışdır:

1. Namazov S.N., Qəhrəmanov V.F., Cabbarov T.Q., Namazova Z.Ə. Bişirilmiş ovuntu kompozisiyalarının kimyəvi-termiki emalının texnoloji xüsusiyyətləri. Elmi əsərlər, AzTU, Xüsusi buraxılış, Bakı, 2013, s. 75-77.
2. Hüseyinov B.H., Babanlı M.B., Qəhrəmanov V.F., Maşayev Ş.M. TPA 140 boruyayma aqreqatının dəşici dəzgah alətlərinin səthi birləşdirmə rejiminin tərtib edilməsi, Elmi əsərlər, AzTU, xüsusi buraxılış, Bakı, 2013, s. 29-32.
3. Namazov S.N., Namazova Z.Ə., Qəhrəmanov V.F. Effekt of compaction pressure with a pause on the density and mechanical properties of the compacts. International scientific conference Applied Sciences and technologies in the United and Europe” common challenges and scientific findings. New York, USA, 2014, p. 127-130.
4. Namazov S.N., Qəhrəmanov V.F. Azotlaşdırmanın dəmir əsaslı birləşmələrin xassələrinə təsirinin öyrənilməsi. Sənaye ilinə həsr olunmuş elmi-texniki konfrans. AzTU-Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, 2014, s. 61-65.
5. Qəhrəmanov V.F., Namazov S.N., Namazova Z.Ə. Bişirilməmiş və ilkin bişirilmiş ovuntu pəstahlarının kimyəvi-termiki emalının xüsusiyyətləri. Journal of Qafqaz University. Mechanical and industrial engineering. 2014, V. 2, N 2, s.132-136.
6. Qəhrəmanov V.F. Kimyəvi-termiki emalla ovuntu poladlarının xassələrinin yaxşılaşdırılması. Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XIX Respublika konfransı. Bakı, 2015, s. 167-169.
7. Qəhrəmanov V.F., Namazov S.N., Maşayev Ş.M. ПЖ2М+30%ПХ30 tərkibli kompozisiya materiallarında sementitləmənin tədqiqi “Metallar fizikasının müasir problemləri” mövzusunda V beynəlxalq elmi-praktiki konfrans. Bakı, 2016, s. 359-361.

8. Qəhrəmanov V.F., Namazov S.N., Tağıyev T.Ə. Dəmir əsaslı ovuntu kompozisiya materiallarının səth qatında xromsilisiumlaşdırma ilə örtüklərin alınması. “Metallar fizikasının müasir problemləri” mövzusunda V beynəlxalq elmi-praktiki konfrans. Bakı, 2016, s. 354-356.
9. Maşayev Ş.M., Namazov S.N., Qəhrəmanov V.F., Quliyeva A.M. Presləmə və bişirmə proseslərinin molibdenli ovuntu poladlarının fiziki-mexaniki xassələrinə və struktur çevrilmələrinə təsiri. “Metallar fizikasının müasir problemləri” mövzusunda V beynəlxalq elmi-praktiki konfrans. Bakı, 2016, s. 367-369.
10. Qəhrəmanov V.F. Dəmir əsaslı ovuntu kompozisiya materiallarının səth qatında xromtitanlaşdırmanın tədqiqi. Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX respublika konfransı. Bakı, 2016, s. 323-325.
11. Namazov S.N., Qəhrəmanov V. F., Namazova Z.Ə. Ovuntu pəstahlarının bişirmə və kimyəvi-termiki emal proseslərinin birləşdirmə imkanları haqqında. “Maşınqayırmada intellektual texnologiyalar”. Beynəlxalq elmi-texniki konfrans. AzTU, Bakı, 2016, s. 278-281.
12. Намазов С.Н., Джафарова А.А., Гахраманов В.Ф. Структурные характеристики порошкового железного графита с последующим окислением. Инновационные технологии в машиностроении. Сборник трудов. Юрга, Россия, 2016, с. 91-94.
13. Qəhrəmanov V.F., Namazov S.N., Qafarov E.N. Dəmir əsaslı ovuntu kompozisiyalarında xromtitanlaşdırma ilə örtüklərin əmələ gəlmə xüsusiyyətləri. Beynəlxalq elmi-texniki jurnal. Maşınşünaslıq, №2, Bakı, 2016. s. 73-76.
14. Qəhrəmanov V.F., Namazov S.N., Tağıyev T.Ə. Dəmir əsaslı ovuntu kompozisiya materiallarının sementitləmədən və borlamadan sonra mexaniki xassələrinin yaxşılaşdırılması. Elmi əsərlər, AzTU, Bakı, 2017, №1 s. 11-16.
15. Maşayev Ş.M., Qəhrəmanov V.F., Quliyeva A.M. Molibdenli ovuntu poladlarının bişirmə texnologiyası və bişirmənin poladın xassələrinə təsiri. Ümumilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 94-cü il dönümünə həsr olunmuş Gənclər və elmi innovasiyalar mövzusunda keçirilən tələbələrin və gənc tədqiqatçıların konfransı, AzTU, 2017, s.172-174.

16. Namazov S.N., Qəhrəmanov V.F. “Dəmir əsaslı kompozisiya materiallarında əmələ gələn karbid örtüklərinin yeyilməyə təsiri”, “Nəzəri və tətbiqi mexanika”, AzMIU, Bakı, 2018, №1-2, s. 59-63.
17. Namazov S.N., Qəhrəmanov V.F. “Səth qatı karbonla və borla doyurulmuş dəmir əsaslı bişirilmiş kompozisiyaların struktur və xassələri”, “Elmi əsərlər”, ADDA, Bakı, 2018, №1, s. 145-148.

Müəllifin həmmüəlliflərlə dərc olunmuş elmi işlərdə şəxsi iştirakı:

[1-5, 9, 11-15] -tədqiqat məsələlərinin qoyuluşu , təcrübələrin aparılmasında və nəticələrin emalında iştirakı.

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

[10,16,17]-iddiaçı tərəfindən sərbəst yerinə yetirilmişdir.

Vurgun Fakhraddin oglu Gahramanov
Improving properties of iron based powder composite
materials by chemical-thermal process.

SUMMARY

Introduction describes topic relevance and dissertation purpose. Investigation methods and results, practical significance, approbation, publishing, structure, work volume and purpose are informed in this part.

First chapter is dedicated to the literature review about the iron based powder composite materials structure properties, their diffusion saturation, also technological features of thermal chemical processing of baked powder composite materials and merging opportunities of baking and chemical processes. It is investigated the kinetic of diffusion layers formation in iron based powder composite materials and diffusion saturation mechanisms of porous powder composite materials in second chapter.

Third chapter of dissertation utilizes the experimental method of research. Methods of obtaining and diffusion saturation of chemical thermal processed samples are studied. Information about chemical content, physico-mechanical, tribotechnical characteristics of samples and equipment implemented for their carbonitriding, chromesilicifying, chroming is given in this chapter.

Fourth chapter is about the obtaining methods of bicomponent covers in iron based powder composite materials and their carbonitriding, chromesilicifying, chroming. Determining of the porosity by the carbonitriding indicates, that the increasing of carbonitrided layer deepness depended on material density is the same as in the cementing. It was determined that, chroming of titanized baked composites greatly improves their fireproof and corrosion resistance in acids and alkalis.

Fifth chapter of dissertation includes the saturation processes of baked powder composites with carbon and carbide forming elements. Besides, influence of carbide covers on wear resistance and saturation of baked composites with carbon and boron are studied.

Вургун Фахрадин оглы Гахраманов
Повышение свойств порошковых композиционных материалов
на основе железа химико-термической обработкой

РЕЗЮМЕ

В введении определено актуальность темы, цель диссертационной работы, практическая значимость исследования и результаты методы и исследования, приведены об апробации, публикации, структуре и объеме работы.

Первая глава диссертации посвящена литературному обзору, в которой изучены структурные характеристики, диффузионное насыщение, технологические особенности химико-термической обработки порошковых композиционных материалов, на основе железа возможности слияния процесса спекания и химико-термической обработки.

Во второй главе исследованы кинетика образования диффузионных слоев в порошковых композиционных материалах на основе железа, механизмы диффузионного насыщения пористых порошковых композиционных материалов.

Третья глава диссертации посвящена методике проведения экспериментов. Исследованы методы получения и диффузионного насыщения химико-термически обработанных образцов. В этой главе приведены сведения о химических составах, физико-механических, триботехнических характеристик образцов, также об оборудовании, применяемых для их карбонитрирования, хромо силикации, хромирования.

В четвертой главе рассматриваются методы получения двухкомпонентных покрытий в порошковых композиционных материалах на основе железа, также их карбонитрирование, хромо силицирование, и хромирование. Процесс определения пористости путем анализа карбонитрирования показывает, что возрастающее действие глубины карбонитрированного слоя в зависимости от плотности материала протекает, как в цементации. Было установлено, что хромирование титанированных спеченных композитов значительно улучшает их жаростойкость и коррозионную стойкость в кислотах и щелочах.

В пятой главе диссертации изложены процессы насыщения спеченных порошковых композиционных материалов углеродом и карбидообразующими элементами. Кроме того, обработаны методы влияния на износостойкость образованных карбидных покрытий и насыщение спеченных композиционных материалов углеродом и бором.

АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ВУРГУН ФАХРАДИН оглы ГАХРАМАНОВ

**ПОВЫШЕНИЕ СВОЙСТВ ПОРОШКОВЫХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ
ЖЕЛЕЗА ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ**

3315.01 - «Технология металлургии»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой
степени доктора философии по технике

БАКУ-2018