

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ

Əlyazması hüququnda

ƏSƏDOV ŞÖVQİ NAYIB OĞLU

**YANACAQ NASOSLARININ VURMA
KLAPANLARININ DIFFUZIYA METALLAŞDIRILMASI İLƏ
BƏRPASI VƏ SƏTHİ MÖHKƏMLİYİNİN ARTIRILMASI**

İxtisas: 3313.01 –Maşınqayırma texnologiyası

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq
üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

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

BAKI-2014

Dissertasiya işi Azərbaycan Texniki Universitetində yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: texnika elmləri doktoru,
professor Ə.G. Hüseynov

Rəsmi opponetlər: texnika elmləri doktoru,
professor A.T. Məmmədov

texnika üzrə fəlsəfə doktoru,
dosent A.N. Tağızadə

Aparıcı təşkilat: Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası
(“Maşınqayırma və material emalı” kafedrası)

Müdafiə 14 may 2014-cü ildə saat 11⁰⁰-da Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən D02.171 dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

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

Dissertasiya ilə Azərbaycan Texniki Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq olar.

Aftoreferat _____ aprel 2014-cü ildə göndərilmişdir.

D02.171 dissertasiya şurasının
elmi katibi, t.ü.f.d., dosent

S.K. Gözəlov

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Azərbaycan Respublikasının sənayesinin inkişaf edirilməsi həmişə diqqət mərkəzindədir. Sahibkarlığın inkişafı və dövlət mülkiyyətinin özəlləşdirilmə prosesi, xidmət müəssisələrinin inkişafını və texniki xidmətin genişləndirilməsini stimullaşdırır. Bu kontekstdə maşınların etibarlılığının və resursunun yüksəldilməsi istismarda olan xüsusi mürəkkəb texnikanın firma təmirinin inkişafını nəzərdə tutur.

Ölkənin yanacaq-enerji resurslarına hər bir vasitə ilə qənaət edilməsi mühüm problemlərdən biridir. Neft məhsullarının əsas istehlakçısı daxili yanma mühərrikləridir. Onlar məlum üstünlüklərə malik olaraq, mobil energetik qurğular kimi öz əhəmiyyətini yaxın gələcəkdə saxlayacaqdır.

İstismar zamanı yağ və yanacaq sərfinin kəskin artması mühərrikin detallarının yeyilməsi, yığım vahidlərinin tənzimlənməsinin pozulması, istismar şəraitlərinin və rejimlərinin dəyişməsi nəticəsində baş verir. Hal-hazırda detalların və yığım vahidlərinin yeyilməyə davamlılığının yüksəldilməsinin kifayət qədər üsul və yolları məlumdur. Bura yeilməyə davamlı materiallardan istifadə olunması, yanacağın və yağların keyfiyyətlərinin yaxşılaşdırılması, mühərrikin sürət, yüklənmə və istilik iş rejimlərinin sabitləşdirilməsi və s. daxildir. Lakin hər bir halda vaxtından əvvəl sıradan çıxma səbəbləri diqqətlə tədqiq olunmalıdır.

Son zamanlar mobil texnikanın, o cümlədən yük və minik maşınlarının dizel mühərriklərinə tam keçmə tendensiyası davam edir. Bu, bir sıra səbəblərlə: dizel mühərriklərinin daha qənaətli, nisbətən aşağı zərərli, daha uzun ömürlü olması, gücünün artırılması hesabına texniki-iqtisadi göstəricilərin yaxşılaşdırılmasının mümkünlüyü ilə izah olunur.

Dizel mühərriklərinin uzunömürlüüyü texniki vəziyyəti yanacaq nasoslarının işləmə qabiliyyətindən asılıdır. Yanacağı ötürən sistemin iş qabiliyyətinin yüksəldilməsi həm nəzəri, həm də praktiki mühüm məsələdir. Onun həllindən mühərrikin həm etibarlığı, həm də faydalılığı (qənaətliliyi) asılıdır. Yeni mühərriklər üçün bu məsələnin həlli iş prosesinin, konstruksiyanın, hazırlanma texnologiyasının və texniki xidmətin təkmilləşdirilməsində, mühərrikin təmirində isə detalların bərpasında və istismar zamanı texniki xidmətdə axtarmaq lazımdır.

Təmir zamanı dizel mühərriklərinin uzunömürlüünün yüksəldilməsinin əsas üsulları mövcud texnologiyaların təkmilləşdirilməsi və detalların bərpası zamanı yeni texnoloji proseslərdən istifadə edilməsidir.

Qeyd etmək lazımdır ki, dizel mühərriklərinin detallarının yeyilməsinin əsas səbəbi abraziv yeyilmədir. Bu ilk növbədə yanacaq aparatlarının presi-

zion detallarına aiddir. Yanacaq aparatlarının detallarının, yeyilməsi yüksək temperatur və mexaniki aşqarları olan kimyəvi aktiv mühitin təsiri şəraitlərində baş verir.

Hal-hazırda maşınqayırma zavodlarının qarşısında qoyulan mühüm vəzifə yanacaq nasoslarının resursunu 10-12 min moto-saata qədər yüksəltməkdir. Təbii ki, təmirdən sonra resurs 8-10 min moto-saatdan aşağı olmamalıdır, firma şəraitində aparılan təmirdən sonra bu resurs yeni mühərrikin resursuna bərabər olmalıdır. Resursun belə yüksəldilməsi ehtiyat hissələrinin sərfinin azalmasına və yanacaq aparatlarının texniki xidmətinə sərfin azalmasına səbəb olur. Tədqiqatlar göstərir ki, bu məsələnin həlli yanacaq aparatının presizion detallarının və qovşaqlarının yeyilməyə davamlılığının aşağı olması ilə məhdudlaşdırılır.

Presizion detalların hazırlanmasında yeni yeyilməyə davamlı materiallardan istifadə etməklə uzunömürlüyünün yüksəldilməsi qeyri-realdır, çünki hal-hazırda bu detallar yüksək dəyərli və nadir poladlardan (ШХ15, ХВГ, 18Х2Н4ВА, Р18, 25Х5МА) hazırlanır.

İlkin tədqiqatlar göstərir ki, bu məsələ poladların səthinə xrom, titan, bor və silisium elementlərinin təsiri ilə bir və çox komponentli diffuziya metallaşdırılmış yeyilməyə davamlı örtüklər çəkməklə həll oluna bilər. Bu üsuldən nəinki presizion detalların işçi səthlərinin möhkəmləndirilməsi, həm də detalların bərpası üçün istifadə etmək olar.

Bununla yanaşı yanacaq aparatının vurma klapan cütünün presizion detallarının bərpası məsələsi indiyə qədər tam həllini tapmamışdır. Bu həm örtüklərin çəkilməsinə, həm də bərk diffuziya örtüklü presizion detalların mexaniki emal texnologiyasına aiddir.

Poladlardan hazırlanmış detalların diffuziya metallaşdırılması ilə abraziv yeyilmə şəraitlərində yeyilməyə davamlılığının mühüm dərəcədə yüksəldilməsi karbid, nitrid və kompleks örtüklərin alınması nəticəsində əldə olunur. Bu örtüklər geniş spektrli fiziki-mexaniki və istismar xassələrinə malikdir. Çox vacib hal odur ki, yeyilməyə davamlılığın yüksəldilməsi ilə yanaşı diffuziya metallaşdırılma üsulları ilə detalların korroziyaya davamlılığını da yüksəldilə bilər.

Lakin abraziv yeyilmə və yüksək temperatur şəraitlərində işləyən yanacaq nasoslarının vurma klapan cütünün presizion detallarının diffuziya metallaşdırılmaqla bərpa edilməsi üsullarından istifadə olunması tam tədqiq olunmamışdır.

Bununla əlaqədar olaraq mövcud işdə qoyulmuş əsas məsələlər yanacaq aparatlarının vurma klapanlarının bərpasında və səthi möhkəmləndirilməsində diffuziya metallaşdırılma üsullarından istifadə olunmasının

mümkünlüyü və elmi əsaslarının işlənməsi, xrom, silisium elementlərinin əsasında bir komponentli və kompleks diffuziya metallaşdırılması üsulu ilə onların bərpasının yeni texnoloji prosesinin işlənməsidir.

Presizion detalların bərpası və möhkəmləndirilməsi tədqiqat işi V.Q. Qoryaçkin adına MDAU-nin “Maşınların təmiri və etibarlılığı” kafedrasında, Azərbaycan Texniki Universitetinin «Maşınqayırma texnologiyası» kafedrasında aparılmış və davam etdirilir.

Müdafiyə çıxarılan müddəalar:

1. Vurma klapan cütlərinin abraziv yeyilməsinin əsaslandırılması.
2. Sürtünmə cütlərinin iş qabiliyyətinin yüksəldilməsi üçün bərpa üsulu kimi diffuziya metallaşdırılmasından istifadə olunmasının nəzəri əsaslarının işlənməsi.
3. Dizel mühərriklərinin yanacaq aparatlarının vurma klapanın diffuziya metallaşdırılma ilə bərpasının yeni texnoloji prosesi.
4. Bərpa olunmuş vurma klapanın mexaniki emalının yeni texnoloji prosesi.
5. Bərpa olunmuş vurma klapanın işləmə qabiliyyətinin qiymətləndirilməsi üçün eksperimental tədqiqatların, sürətləndirilmiş stend və istismar sınaqlarının nəticələri.

İşin məqsədi. YTH tipli yanacaq nasoslarının vurma klapanlarının presizion detallarının diffuziya metallaşdırılması ilə bərpası və səthi möhkəmləndirilməsidir.

Tədqiqat obyektı. YTH tipli yanacaq nasoslarının vurma klapanlarının presizion detalları.

Ümumi tədqiqat metodikası özündə cəmləşdirir: presizion detalların abraziv yeyilməsinin modelləşdirilməsini; yeni işlənmiş üsulun əsaslandırılmasını; detalların xətti ölçülərinin və diffuziya qatının qalınlığının böyüməsinin nəzəri əsaslandırılması; kompleks diffuziya örtüklərin alınması imkanlarının nəzəri tədqiqatlarını; diffuziya metallaşdırılma rejimlərinin təyini və tədqiqini; rejimlərin seçilməsi ilə bərpa olunmuş presizion detalların fiziki-mexaniki, tribotexniki, texnoloji və istismar xassələrinin tədqiqini; işlənmiş bərpa üsulunun texniki-iqtisadi qiymətləndirilməsini.

Alınan nəticələrin dürüstlüyü eksperimental tədqiqatlar üçün müasir avadanlıqlardan, aparatlardan və cihazlardan istifadə olunması ilə, kompüterlərdən istifadə etməklə eksperiment nəticələrinin emal olunması ilə, digər müəlliflərin nəticələri ilə müqayisə etməklə təsdiqlənir.

İşin elmi yeniliyi ibarətdir:

- yanacaq aparatlarının vurma klapanlarının yeyilmə mexanizmi öyrənilmiş, topoqrafiyası tədqiq olunmuş;

- diffuziya metallaşdırılması üsulu ilə vurma klapanların bərpasında rejim parametrləri təyin olunmuş və onlar arasındakı asılılıqlar müəyyən edilmiş;

- bərpa edilmiş presizion detalların metalloqrafiyası və strukturu öyrənilmiş;

- alınan diffuziya örtüklərinin tribotexniki, fiziki-mexaniki və istismar xarakteristikaları öyrənilmiş.

İşin praktiki əhəmiyyəti. Dizel mühərriklərinin yanacaq apartlarının iş qabiliyyətinin yüksəldilməsi probleminin həllinə imkan verən materialların və ehtiyat hissələrin sərfini azaldan detalların yeni bərpa və möhkəmləndirilmə üsullarının işlənməsindədir.

Təsdiq olunmuşdur ki, diffuziya metallaşdırılma ilə bərpa olunmuş və möhkəmləndirilmiş presizion detallardan istifadə olunması yanacaq nasoslarının resursunun 14 min moto-saata qədər yüksəldir.

İşin tətbiqi. Yanacaq nasoslarının presizion detallarının bərpası və səthi möhkəmləndirilməsi “Xəzərdəniztəmir” gəmiqayırma istehsalat birliyində, Balaxanı təcrübə-eksperimental zavodunda tətbiq olunub. Tətbiq üçün texniki sənədlər “Nord” elmi-istehsal birliyinə (Bakı ş.) “Azəriqaz” istehsalat birliyinə, Bakı aviasiya istehsalat birliyinə və Suraxanı maşınqayırma zavoduna göndərilmişdir.

İşin aprobasiyası. Dissertasiya işinin əsas müddəaları müzakirə edilmiş və Azərbaycan Texniki Universitetinin professor-müəllim heyətin, elmi işçilərin və aspirantların elmi-texniki konfranslarında 1995-2013-cü illərdə, Azərbaycan Texniki Universitetinin “Maşınqayırma texnologiyası” kafedrasının genişləndirilmiş seminarlarında müzakirə edilmişdir.

İşin nəşri. Dissertasiya mövzusu üzrə 14 məqalə çap olunmuşdur.

İşin strukturu və həcmi. Dissertasiya işi girişdən, 4 fəsildən, ümumi nəticələrdən, istifadə olunmuş ədəbiyyatdan və əlavələrdən ibarətdir.

Dissertasiyanın 160 səhifəlik mətni, 47 şəkli, 14 cədvəli, 250 istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısını əhatə edir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Girişdə işin məqsədi və vəzifələri göstərilmiş, mövzunun aktuallığı, elmi və praktiki əhəmiyyəti, tədqiqatın vacibliyi əsaslandırılmışdır. Qeyd olunmuşdur ki, diffuziya metallaşdırılmasının tətbiqi detalların əvvəlki ölçülərinin bərpa ilə yanaşı, həm də işçi səthlərinin struktur və xassələrinin, o cümlədən səthi möhkəmliyinin artırılmasını təmin edir. Odur ki, bərpa olunmuş detalların etibarlılığı; iş qabiliyyəti, və uzunömürlülüüyü istismardan əvvəlki detallara nisbətən daha yüksək ola bilər. Eyni zamanda bu texnologiyanın tətbiqlə ucuz metallardan hazırlanmış detalların səthində strukturu və xassələri tənzimləmə bilən işçi səth yaratmaq imkanları yaranır. Məsələn, nisbətən daha ucuz dəmir-karbon ərintilərindən hazırlanmış detalların üzərinə örtük çəkməklə çox yüksək fiziki-mexaniki və digər xassələrə malik olan işçi səth yaratmaq olar.

Birinci fəsildə aparılmış ədəbiyyat təhlili göstərir ki, dizel mühərriklərinin dayanmalarının 40-50 %-ə səbəb yanacaq nasoslarının nasazlıqlarıdır. Yanacaq nasoslarının nasazlığı onun presizion detallarının, o cümlədən vurma klapın cütünün sıradan çıxması nəticəsində yaranır.

Yanacağın tərkibinə düşmüş mexaniki aşqarlar və suyun təsirindən istismar zamanı vurma klapın cütünün presizion detalları abraziv və koppoziyalı yeyilməyə məruz qalır. Detaiların yeyilməyə davamlılığının aşağı olması səbəbindən onlar nisbətən aşağı dözümlülüklü olurlar. Vurma klapın cütünün ömrünün uzadılması, “vurma klapın-yəhər” birləşməsində fərqli, eyni möhkəmlikli örtüklərdən istifadə edilməsi mümkündür.

И. В. Крагельский, М.М. Тененбаум, М.М. Хрушов, М.А. Бабичев, Б.И. Костецкий və Ə.G. Hüseynovun işlərindəki metalların abraziv yeyilməsi prosesinin tədqiqatları göstərir ki, materialın bərkliyinin artması ilə onun yeyilməyə davamlılığı artır.

УТН tipli yanacaq nasoslarının vurma klapın cütünün presizion detalları ІІХ-15 markalı poladdan hazırlanır. Onun səthi bərkliyi tablandırımdan sonra 8000 МПа, əsasın bərkliyi isə HRC 60...62-dir. Presizion detalların yeyilməsini minimuma endirmək üçün onların səthi bərkliyini yüksəldərək, tablandırılmış ІІХ-15 markalı poladın bərkliyi ilə müqayisə etmək lazımdır.

Detaiların mövcud bərpa üsulları onun iş qabiliyyətinin tam bərpa olunmasına təminat vermir. Onların bərpa edilməsində diffuziya metallaşdırılma (xromsilisiumlama) prosesi daha çox maraq doğurur. Bu proses yüksək fiziki-mexaniki xassələrə malik diffuziya örtüyünün alınmasına imkan yaradır.

Bununla əlaqədar olaraq Azərbaycan Texniki Universitetində diffuziya metallaşdırılma ilə detalların yeni bərpa texnologiyası işlənmişdir. Bu məsələ Ə.G. Hüseynov, Ə.H. Sadıxov və N.Ə. Hüseynovun işlərində öz həllini tapmışdır.

Ənənəvi texnologiya üzrə diffuziya metallaşdırılma ilə bərpa olunan presizion detalların mexaniki emalı zamanı çətinliklə rastlaşılır. Detaiların mexaniki emal əmək tutumu, material sərfi artır, səthlərin həndəsi parametrləri və kələ-kötürlüyü pisləşir. Bu yüksək fiziki-mexniki xassələrə malik materialların tətbiqində emal olunan örtüklərə mövcud emal rejimlərinin uyğunsuzluğu ilə izah olunur.

Bunu nəzərə alaraq dissertasiya işində qoyulmuş məqsədə uyğun olaraq tədqiqatın aşağıdakı əsas məsələləri müəyyən edilmişdir:

1. YTH tipli yanacaq nasoslarının vurma klapanların presizion hissələrinin yeyilməsinin analizi və topoqrasiyası.

2. YTH tipli yanacaq nasoslarının vurma klapanlarının presizion hissələrinin ovuntularda diffuziya metallaşdırılma ilə bərpasının və möhkəmləndirilməsinin nəzəri əsaslarının işlənməsi. Örtüyün qalınlığının və bərpadan sonra istismar müddətinin təyini.

3. IIIX15 markalı poladdan hazırlanmış vurma klapanların hissələrinin diffuziya metallaşdırılma ilə bərpasında rejimlərin və ovuntu qarışığının tərkibinin onların xətti ölçülərinin böyüməsinə təsirinin tədqiqi.

4. Alınan örtüklərin fiziki-mexaniki və digər xassələrinin tədqiqi. Bərpa edilmiş vurma klapanların presizion detallarının termiki və mexaniki emalının tədqiqi.

5. Bərpa edilmiş hissələrli vurma klapanlı YTH tipli yanacaq nasoslarının sürətləndirilmiş stend və istismar sınaqlarının aparılması. Vurma klapanların presizion hissələrinin diffuziya metallaşdırılma ilə bərpası texnoloji prosesinin işlənməsi.

İkinci fəsildə diffuziya metallaşdırılmasının vurma klapan cütlərinin iş qabiliyyətinin yüksəldilməsi bərpa üsulu kimi nəzəri əsasları işlənmişdir.

Nəzəri bölmədə presizion detalların bərpası və möhkəmləndirilməsi vaxtından və diffuziya örtüyünün qalınlığından asılı olaraq elementlərin paylanması nəzəri əsasları verilmişdir. Alınan düsturlar eksperimentlərlə təsdiqini tapmışdır.

Presizion detalların bərpası zamanı örtüyün qalınlığını təyin etmək üçün riyazi düstur alınmışdır:

$$\delta = - \frac{2S}{S_{Cr}} \frac{C_{np} \sqrt{D_{Cr}}}{\sqrt{\pi}} \cdot \sqrt{t}.$$

Burada; D_{Cr} – xromun diffuziya əmsalı; S – nümunənin səthi sahəsi;

S_{Cr} – diffuziya səthi sahəsi; C_{np} – xromun konsentrasiyası; t – vaxt.

Nəzəri hissədə bir komponentli diffuziya prosesi zamanı örtüklərin istismar müddətini təyin etmək üçün düstur alınmışdır.

$$t_m = \frac{D_0 \tau}{D} \operatorname{tg} \left[\frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{C_m}{C_0} \right) \right].$$

Burada; D_0 – optimal temperaturda diffuziya əmsalı;

τ – detalların bərpası vaxtı;

C_m – temperaturu son həddə çatmış xromun konsentrasiyası;

D – 900 °C konsentrasiyalı xromun diffuziya əmsalı;

C_0 – xromun başlanğıc paylanması zamanı konsentrasiyası.

Bu bölmədə 1150 °C-də xromun konsentrasiyasının zamandan asılılığı və örtük qatının qalınlığı üzrə paylanması nəzəri olaraq təyin edilmişdir.

Üçüncü fəsildə eksperimental tədqiqatların metodikası işlənmişdir. Eksperimentlər ovuntu qarışıqında qaz kontakt və vakuum buxarlanma üsulu ilə aparılmışdır. Diffuziya prosesi yüksək temperaturlu CHO-4.8.2,5/13.И.1 modeli quğuda, mühafizəsiz mühütdə və CHB-1.3.1/16.И.1 modeli kameralı vakuum müqavimət qurğusunda aparılmışdır.

Detallar sobada qalınlığı 3...4 mm olan azkarbonlu polad təbəqədən hazırlanan müxtəlif ölçülü konteynerlərə yığmaqla yerləşdirilir.

Detal və nümunələrin metallaşdırılmadan əvvəlki və sonrakı mərhələdə diametrinin dəyişməsinə yoxlamaq üçün aşağıdakı cihazlardan istifadə edilir: ölçmə dəqiqliyi 0,002 mm-ə (ГОСТ 9638-73) qədər olan ЦП-25 modeli lingli bənd; ölçmə dəqiqliyi 0,003-0,004 mm-ə (ГОСТ 6507-78) bərabər olan МК-25, МК-50, МК-75 mikrometrlər; bölgü dəqiqliyi 0,001 mm-ə bərabər olan 109 modeli ölçü başlıqlı iç ölçən cihazı (ГОСТ 9244-75).

Ölçmə istehsalçı-zavodun mikrometraj xəritəsinə əsasən iki bir-birinə perpendikulyar müstəvidə və beş kəsikdə aparılmışdır. Klapanın xarici səthinin və yəhərin yuvasının qeyri-dairəviliyi TAYLEROND cihazında ölçülmüşdür. Səthin kələ-kötürlüyü 201 “Kalibr” modeli profiloqraf-profilometrlə ölçülmüşdür.

Materialın mikrobərəkliyinin təyini optik sistemli ПИМТ-3М cihazında çəp şiliflər üzərində aparılmışdır. Hissələrin bərəkliyi Rokvel üsulu ilə ТКС-1М (ГОСТ 9013-89) bərəklik ölçən cihazında təyin edilmişdir.

Nümunələrin səthində faza tərkibini müəyyən etmək üçün rentgen-struktur analiz ДРОН-1 cihazında aparılmışdır. Polad və onun səthində karbonun miqdarı СП-28 spektroqrafında müəyyən edilmişdir.

Vurma klapanın bağlayıcı konusu və silindrik səthinin paradaqlanması ПП400×200×127А6ПС-1-СТ абразив dairəli ВИ-16 modelli dairəvi paradaqlama dəzğahında yerinə yetirilmişdir.

Padaqlama prosesini tədqiq etmək üçün ağ elektrokorunddan və karbidtitanlı, sintetik almaz və elbordan istifadə edilmişdir.

Vurma klapan cütünün yəhərinin yuvasının çatdırma əməliyyatı ЦИИТА-511087 modelli xüsusi üçşpindelli çatdırma dəzğahında yerinə yetirilmişdir.

Eksperiment zamanı mexaniki emalda абразив pastalardan istifadə edilmişdir: АСМ 60/40-АСМ 2/1 sintetik almazdan, ЛМ 60/40-ПМ2/1 elbordan, КТ125/100-КТ2/1 karbidtitandan, 24А40/28-24А2/1 elektrokorund və 100 % konsentrasiyalı АС6125/100, АС6100/80, АС680/63 almaz pastası, КТ 14/10 karbidtitan pastası. Hər təcrübə zamanı sürtücüyə çəkilən pastanın kütləsi 0,02 q olmuşdur. Metalçıxarmanın məhsuldarlığı (bir dəqiqə ərzində sürtmə prosesində nümunədən götürülən metalın miqdarı, mq) şkalasının bölgü dəqiqliyi 0,0001 q olan АДБ-200М tərəzisinin köməyi ilə müəyyən edilir.

Bərpa olunmuş vurma klapan cütü və möhkəmləndirilmiş itələyici boltlu yanacaq nasosunun sürətləndirilmiş stend sınağı ОСТ 23.1. 364-81-ə uyğun metodika üzrə ЦИИТА 51319 modelli АГ3.624.003 idarə etmə pultlu stenddə aparılmışdır. Sürətləndirmə əmsalı 1:100-dür. Sınaq zamanı vurma klapan cütünün hidrokliyinə sınaqların başlanğıc və sonu zamanı nəzarət edilmiş, sürət xarakteristikası çıxarılmış, hər 20 saatdan sonra seksiyalar üzrə yanacağın verişinin başlanğıc bucağına nəzarət edilmişdir.

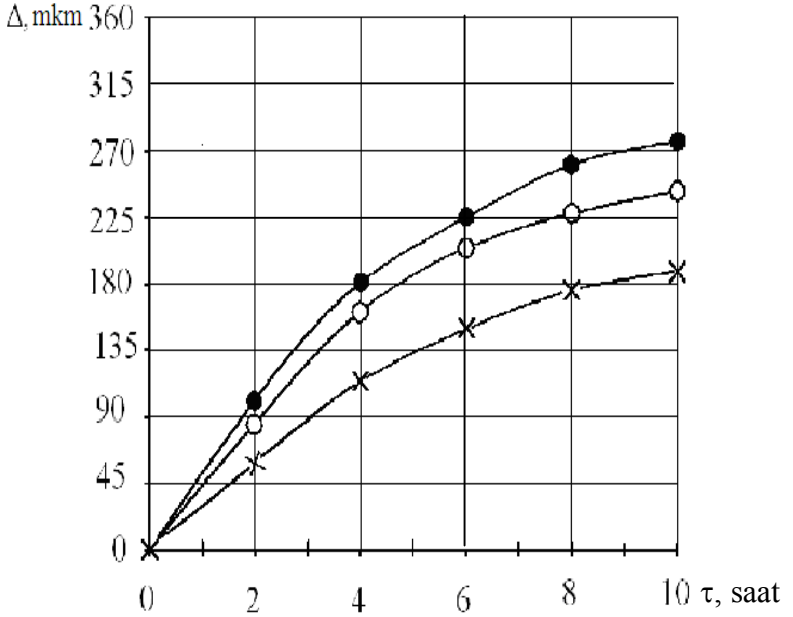
Dördüncü fəsildə vurma klapan cütünün presizion detallarının bərpasının nəticələrinə həsr olunmuşdur. Yeyilmənin mikrometrajının analizi aparılmış: *S* araboşluğunun qiymətinin paylanmasının tədqiqi göstərdi ki, onun orta qiyməti 0,049 mm və maksimal qiyməti 0,060 mm olduqda Veybulun nəzəri qanununa tabe olur. Orta kvadratik meyillənmə 0,005 mm, variasiya əmsalı $V=0,587$ təşkil edir.

Vurma klapanın yükboşaldan kəmərciyinin və onun yəhərinin yuvasının yerli yeyilməsinin qiymətinin təyin edilməsi üçün dairəqramlar çıxarılmışdır. Onların təhlili göstərdi ki, vurma klapanın yükboşaldan kəmərciyi üzrə maksimal yeyilmə onun aşağı hissəsində baş verir və onun qiyməti 0,013-0,015 mm təşkil edir. Yəhərin yuvasında isə maksimal yerli

yeyilmə onun üst hissəsində baş verir və onun qiyməti 0,010 mm-dən çox olmur.

Ekspərimentlər həm qazfazlı, həm də vakuumda buxarfazlı üsulla aparılmışdır. Tədqiqatlar nəticəsində çökdürülən qarışıqın optimal tərkibi (kütlə, %-lə) aşağıdakı kimi müəyyən edilmişdir: $60Cr+35Si+5NH_4Cl$.

$T=1100\text{ }^{\circ}C$, $\tau=4$ saat rejimdə qazfazlı xromsilisiumlama aparıldıqda İİХ15, XВГ və 45 markalı poladlardan olan nümunələrin xətti ölçülərinin artması müvafiq olaraq 180, 160 və 120 mkm təşkil edir. Örtük qatının artmasının intensivliyi ilk 4-6 saat müddətində baş verir, sonra isə texnoloji prosesin intensivliyi xeyli aşağı düşür. 6 saat diffuziya metallaşdırılma aparıldıqdan sonra qatın qalınlığının artması İİХ15 markalı polad nümunələr üçün 225 mkm, XВГ üçün 200 mkm və 45 üçün 150 mkm olmuşdur (şək. 1). Bu zaman səthin kələ-kötürlüyü $Ra=1,8-2$ mkm olur.



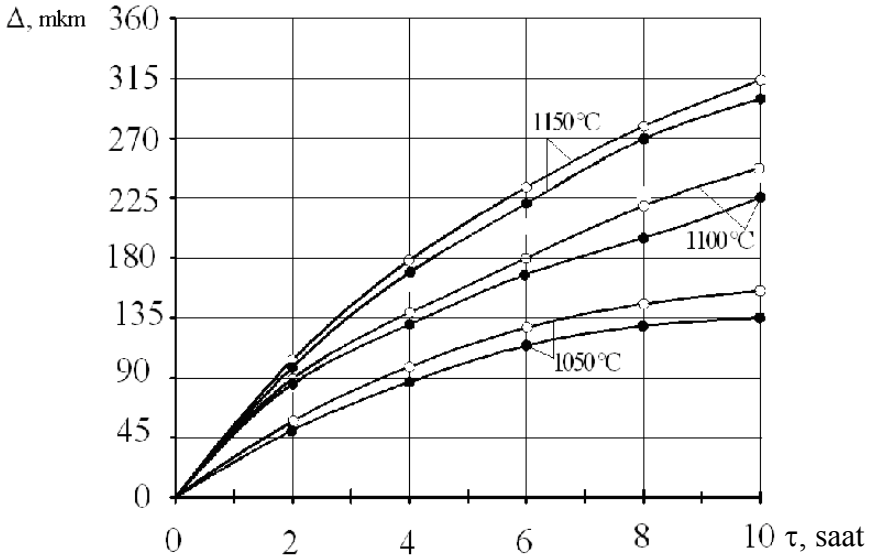
Şək. 1. Qazfazlı xromsilisiumlama prosesinin müddətinin xətti ölçülərin dəyişməsinə təsiri ($T=1100\text{ }^{\circ}C$).
Poladlar: ● – İİХ-15; ○ - XВГ; × - 45.

Örtüyün keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün vakuumda buxarfazlı diffuziya xromsilisiumlama üsulundan istifadə olunur. Proses $1100\text{ }^{\circ}C$

temperaturda 4 saat müddətində aparıldıqda XBF və IIIX-15 markalı poladlar üçün qatların qalınlığının artması müvafiq olaraq 125 və 140 mkm təşkil edir. Prosesin işçi temperaturu 1150 °C olduqda isə qatların artımı 165 və 180 mkm təşkil edir (şək. 2). Səthin kələ-kötürlüyü isə Ra=1,4-1,6 mkm-dir.

Diffuziya meitallaşdırılma temperaturunun 1150 °C-dən çox olması örtüyün keyfiyyətinin pisləşməsinə səbəb olur, çünki cökürülən ovuntu hissəcikləri səthə yapışaraq xətti ölçülərin dəyişmə intensivliyini aşağı salır.

Şək. 2-dən görünür ki, prosesin temperaturu və saxlama müddəti artıqca diffuziya qatının qalınlığı artır. Proses 1050-1150 °C temperaturlarda və saxlama vaxtı 4 saatda aparıldıqda diffuziya qatının qalınlığının artması yeyilmiş presizion cütliyün detalların ayrı-ayrılıqda hər birinin xətti ölçülərinin bərpası şərtlərini təmin etmir. Temperaturun sonrakı artımı diffuziya qatının qalınlığını artırır. Temperatur 1150 °C və saxlama vaxtı 5 saat olduqda göstərilən poladların xətti ölçülərinin artması 200-220 mkm-ə çatır. Bu isə presizion cütün detallarının bərpası üçün kifayətdir (Cütün ayrı-ayrılıqda hər bir detalını bərpa etmək olar).



Şək. 2. Vakuumda xromsilisiumlama müddətinin nümunələrin xətti ölçülərinin dəyişməsinə təsiri.

Poladlar : ● -XBF; ○ -IIIX-15

Ekspərimentlər əsasında müəyyən edilmişdir ki, vurma klapan cütünün presizion detallarının yeyilmənin həndəsi qiymətlərindən asılı olaraq xətti ölçülərinin tam bərpası 1100-1150 °C temperaturda 5 saat saxlama müddətində, ovuntunun dənəvərliyi 0,3-0,5 mm, $1,33 \cdot 10^{-3}$ Pa təzyiqində əldə olunur. Temperaturun 1150 °C-dən çox yüksəlməsi nəticəsində ovuntun səthə yapışması müşahidə olunur və səthin keyfiyyəti aşağı düşür. 5 saat saxlama müddətindən sonra alınan örtük qatı iqtisadi cəhətdən səmərli olmur.

Metalloqrafik tədqiqatlar diffuziya xromsilisiumlanmış klapan cütünün detallarının materialından hazırlanmış çəp mikroşliflərdə aparılır.

Təcrübə nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, diffuziya metallaşdırılma zamanı qazfazalı üsulla alınan qatın strukturu perlit-ferritdən, vakuumda buxarfazalı üsulla alınan qatda isə perlitdən ibarətdir. Tablamadan sonra diffuziya qatı tam saxlanılır. Metalın əsas strukturu martensitdir. Analizlər göstərdi ki, örtüyün əsas möhkəmləşdirici fazaları xrom karbidləri, Cr_5Si_3 , Cr_3Si , və $CrSi$ xrom silisidləridir. Bu fazaların mikrobərkliliyi 12800-18000 MPa aralığında dəyişir.

Ekspərimental hissədə müqaisəli sürətləndirilmiş stend sınaqları aparılmış, yanacaq nasosunun yüksək təzyiq seksiyasından birinə qoyulmuş vurma klapanların və plunjer cütünün müxtəlif əlaqələnmələri yoxlanılmışdır. Bu əlaqələnmələrin variantları cədv. 1-də göstərilir.

Cədvəl 1

Detallar		Variantlar		
		1	2	3
Vurma klapan cütü	Klapan	Seriya	Diffuziya xromsilisiumlanmış (tablanmış)	Diffuziya xromsilisiumlanmış (tablanmış)
	Yəhər	Seriya	Diffuziya xromsilisiumlanmış	Diffuziya xromsilisiumlanmış
Plunjer cütü	Plunjer	Diffuziya xromlanmış	Diffuziya xromlanmış	Seriya
	Oymaq	Diffuziya xromlanmış	Diffuziya xromlanmış	Seriya
İtələyicinin boltu		Diffuziya xromlanmış (tablanmış)	Diffuziya xromlanmış (tablanmış)	Seriya

Sürətləndirilmiş stend sınağı zamanı növbəti tənzimləmə arası dövr üçün prosesdə YTHM-4 yanacaq nasosunun yanacağıın dövrü ötürülməsinin dəyişməsi müəyyən edilmişdir.

23.1.364.-81 OCT-a əsasən parametrin dəyişməsinə verilən müsaidə sahəsinin sərhəddi $\pm 3,45 \text{ mm}^3/\text{dövr}$ ($\pm 5\% q_n$)-dir.

Nominal rejimdə dövrü yanacağıın ötürülməsinin göstərilən sərhəddən kənara çıxması I qrup mürəkkəblik imtinalar kimi qeyd olunur.

Sürətləndirilmiş vibrodinamik müqaisəli stend sınaqlarının nəticələrinə görə 1-ci və 3-cü variantlar I qrup imtinalara səbəb olur.

1-ci variantda buna səbəb yanacağıın dövrü ötürülməsinə yalnız vurma klapanın yükboşaldan kəmərcik üzrə birləşməsində baş verən yeyilmənin baş verməsidir. Beləliklə, yanacağıın dövrü ötürülməsi kəskin artır.

3-cü variant yanacağıın dövrü ötürülməsi sabit olmuşdur. Bu səbəb, möhkəmləndirilmiş vurma klapan və plunjer cütünün təqribən bərabər olaraq yeyilməsidir.

Stend sınaqlarının nəticələri yanacaq nasosunun bütövlüklə resursunun yüksək sabitliyini təmin edən möhkəmləndirilmiş vurma klapan möhkəmləndirilmiş plunjer cütünün uyğunlaşdırılmasını təsdiq etdi.

İstismar sınaqları diffuziya xromsilisiumlama ilə bərpa olunmuş vurma klapanların iş qabiliyyətinin yoxlanması üçün aparılmışdır. Bunun üçün işlənmiş texnoloji prosesə əsasən hazırlanmış detallar müəssisələrdə yanacaq nasoslarında quraşdırılmış və istismar şəraitlərində sınaqdan keçirilmişdir.

İstismar sınaqları «Aqrolizinq» ASC-nin Saatlı rayon “Aqroservis” filialında aparılmışdır. Sınaq detallarlı yanacaq nosaoları Д-65H və Д-240 (MT3-80) mühərriklərində yerləşdirilmişdir. 16 ay müddətində onlara sınaq zamanı müşahidə edilmişdir. Müşahidə müddətində vurma klapanların nasazlığından dayanmalar olmamışdır. İstismar sınaqları həmçinin İmişli və Beyləqan rayonlarında aparılmışdır.

ÜMUMİ NƏTİCƏLƏR

1. Təmir fonduna daxil olmuş vurma klapanların yeyilməsinin analizi göstərir ki, yeyilmə vurma klapanın «vurma klapan-yəhər qovuşmasında» d_3 və D_1 kəsiklərdə müşahidə olunur. Bu kəsikdə araboşluğunun (S) orta qiyməti 0,049 mm, maksimal qiyməti isə 0,060 mm-ə çatır. d_3 kəsikdə yerli yeyilmə 0,013-0,015 mm-ə, D_1 kəsikdə isə 0,010 mm-ə çatır. Vurma klapanın bağlayıcı konusu üzrə dairəvi qanovun dərinliyi 0,050 mm, eni isə 0,5 mm-ə çatır.

2. Ovuntularda diffuziya xromsilisiumlamanın qarışığının tərkibi kütlə, %-lə; 60Cr+35Si+5NH₄Cl, ovuntunun dənəvərliyi 0,3-0,5 mm; optimal rejimi isə işçi temperatur 1100-1150 °C, işçi temperaturda saxlama müddəti 5 saatdır. Detalların ölçülərinin ümumi artımı 200-220 mkm-dir. Bu isə təmir fondunun yeyilmiş detallarının 100 %-nin bərpası üçün kifayətdir.

3. Ovuntularda diffuziya və vakuumda diffuziya xromsilisiumlamada alınan qatların mikrobərəkliyi təqribən eyni qiymətə malikdir və örtüyün səthində maksimal qiyməti 16000-18000 MPa-dir. Diffuziya qatının dərinlik boyunca bərəkliyi kəskin aşağı düşür və özəkdə 2980 MPa təşkil edir. Diffuziya metallaşdırılmadan sonra IX15 poladın özəyində bərəkliyi HRC 20-30 -a qədər aşağı düşür.

4. Diffuziya metallaşdırılmadan sonra termiki emala yalnız vurma klapanlar uğradılmalıdır, yəhərsiz. Təmir müəssisələri üçün qəbul edilən TBÇ ilə tablanmadır, saxlama 3-4 san, sonrakı И-20А markalı yağda soyudulmadır. Tablamadan sonra vurma klapanlar 160 °C-də aşağı temperaturu tabalma 1,5-2 saat müddətində uğradılır. TBÇ ilə tablanmadan sonra detalların bərəkliyi özəkdə HRC 45-47, səthə HRC 61-63 təşkil edir. Tablamadan sonra diffuziya qatının dərinliyi boyunca mikrobərəkliyin bərabərliyi baş verir, bu isə qatın fiziki-mexaniki xassələrinin yüksəlməsinə səbəb olur.

5. Ovuntularda diffuziya metallaşdırılmada qatın strukturu perlit-ferritdən, vakuumda diffuziya metallaşdırmada isə perlitdən ibarətdir. Tablamadan sonra diffuziya qatı tamamilə saxlanılır. Metalın əsas strukturu martensitdir. Rentgenoqrafik faza analizi göstərdi ki, örtüyün əsas möhkəmləşdirici fazaları xrom karbidləri, Cr₅Si₃, Cr₃Si, CrSi xrom silisidləridir.

6. Seriyalı texnologiyada istifadə edilən pastanın əvəzinə karbidtitanlı pastalardan istifadə olunması ilə diffuziya örtüklü detalların mexaniki emalı seriyalı avadanlıqlarda və rejimlərdə aparılması məqsədəuyğundur.

7. Sürətləndirilmiş stend sınaqları ilə təsdiq olunmuşdur ki, qazfazalı və vakuumda buxarfazalı diffuziya xromlama ilə bərpa olunmuş vurma klapanların resursları praktiki olaraq bərabərdir. Vurma klapanın yeyilmə-yədavamlığı seriyalı istehsalə nisbətən 3 dəfə artır. Sürətləndirilmiş stend sınaqları göstərdilər ki, yanacaq nasosunun bütövlüklə resursunun göstəricilərinin yüksək sabitliyini presizion möhkəmləndirilmiş vurma klapan möhkəmləndirilmiş plunjer cütü ilə birlikdə təmin edir. İstismar sınaqları göstərdilər ki, bütün iş müddətində (1940-2967 moto-saat) bərpa edilmiş vurma klapanın nasazlığından imtinalar müşahidə olunmamışdır.

Dissertasiyanın əsas müddəaları aşağıdakı elmi məqalələrdə nəşr olunmuşdur.

1. Гусейнов А.Г., Мусаев Я.Б., Асадов Ш.Н. Применение теории планирования экспериментов при диффузионной металллизации. // Ученые записки АЗТУ. Баку: 1994, с.47-54.

2. Садыхов А.И., Гусейнов А.Г., Мусаев Я.Б., Асадов Ш.Н. Износостойкость деталей газоперекачивающих агрегатов после диффузионной металллизацией. / Материалы докладов 43-ей науч. тех. и мет. конф. АЗТУ. Баку: 1995, с.70-71

3. Садыхов А.И., Асадов Ш.Н. Упрочнение деталей глубинных скважинных насосов методом диффузионной металллизацией. / Материалы 46-ой НТК. Баку: Ученые записки том № 2, 1998, с.93-95.

4. Movlazedə P.Z., Allahverdiyev N., Əsədov Ş.N. Dərinlik nasosu plunjer-silindr cütünün yeyilməsi mexanizmi haqqında. / Aspirant, gənc tədqiqatçı, magistrant və tələbələrin elmi-texniki konfransın məruzə materialları. Bakı: 1999, с.105-107.

5. Асадов Ш.Н. Упрочнение и восстановление деталей глубинных скважинных насосов методом плазменной металллизации. / Материалы докладов международной научно-технической конференции «Проблемы машиностроения на пороге XXI века». Баку: 2000, с.154-155.

6. Асадов Ш.Н. Исследование повышения долговечности пары плунжер-втулка глубинных скважинных насосов, изготовленных из различных материалов. / Aspirant və gənc tədqiqatçıların elmi-texniki konfransın məruzə materialları (1-ci hissə). Bakı: 2004, с.279-282.

7. Асадов Ш.Н. Исследование повышения долговечности пары: седло-шар клапанного узла глубинных скважинных насосов, изготовленных из различных материалов. / Aspirant və gənc tədqiqatçıların elmi-texniki konfransın məruzə materialları (2-ci hissə). Bakı: 2005, с.253-256.

8. Yusubov N.D., Məmmədov A.M., Əsədov Ş.N. SANDVIK COROMANT və TaeguTec Ltd. firmalarının alətlərinin avtomatlaşdırılmış seçilməsi / Elmi əsərlər, АЗТУ. «Yüksək texnologiyalar və ali təhsil» Beynəlxalq elmi-texniki konfransının materialları dərc olunmuş xüsusi buraxılış (21-24 noyabr). Bakı: 2011, s.20-22.

9. Гусейнов А.Г., Асадов Ш.Н. Теоретические основы восстановления и упрочнения прецизионных деталей комплексной диффузионной металлизацией. // *Maşınşunaslıq*, 2012, №2. s.28-31.

10. Гусейнов А.Г., Асадов Ш.Н. Толщина покрытия при восстановлении и упрочнении прецизионных деталей. *AzTU-nun* //“Elmi əsərlər” jurnalı, 2012, № 2, с.16-18.

11. Гусейнов А.Г., Асадов Ш.Н. Восстановление деталей диффузионным хромосилисированием. // *Вестник машиностроения*, 2013, № 2, с.56-59

12. Hüseynov Ə.G., Əsədov Ş.N. Diffuziya xromsilisiumlama ilə möhkəmləndirilmiş və bərpa edilmiş hissələrin metalloqrafik tədqiqi. // *Maşınşunaslıq*, 2013, № 3. s. 72-75.

13. Гусейнов А.Г., Асадов Ш.Н. Увеличение срока службы деталей восстановленных упрочненных диффузионной металлизацией. // *Вестник машиностроения*, 2013, № 3, с. 38-40.

14. Guseinov A., Asadov Sh. Life of parts restored by diffusional metallization. // *Journal of Russian Engineering Research*, 2013, v.33, No. 6, p.p. 327-329.

Çap olunmuş elmi işlərdə iddiaçının şəxsi iştirakı 5,6,7 sayılı işlər müəllif tərəfindən sərbəst yerinə yetirilmişdir. 1,2,3,4,8,9,10,11,12,13,14 sayılı müəlliflər tərəfindən bərabər səviyyədə yerinə yetirilmişdir

РЕЗЮМЕ

АСАДОВ ШОВГИ НАИБ оглы

ВОССТАНОВЛЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ НАГНЕТАТЕЛЬНОГО КЛАПАНА ТОПЛИВНОГО НАСОСА ДИФфуЗИОННОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ

Диссертационная работа посвящена, исследованию восстановления и упрочнения рабочей поверхности деталей нагнетательного клапана топливного насоса дизельных двигателей, путем создания рабочего покрытия из порошка хрома и кремнием, применением диффузионной металлизации.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложения.

Во введении обоснованы актуальность темы и возможность проведения по ней исследований, определены их цель и задачи.

В первой главе дан обзор литературы по износостойкости деталей клапанной пары топливных насосов. Показаны причины их износа и пути повышения износостойкости, путем нанесения покрытий на изложенные поверхности и на поверхности вновь изготовленных деталей.

Во второй главе рассмотрены теоретические основы при восстановлении и упрочнении прецизионных деталей нагнетательных клапанов топливной аппаратуры, определена толщина диффузионных покрытий при восстановлении однофазной и комплексной диффузионной металлизацией.

Третья глава посвящена разработке программы по обеспечению экспериментальных исследований по восстановлению деталей диффузионной металлизацией. В качестве упрочняющего металла для диффузионной металлизации выбрана смесь порошка: $60\%Cr+35\%Si+5\%NH_4Cl$.

В четвертой главе исследованы параметры диффузионного хромосилицирования. Исследованы триботехнические характеристики восстановленных деталей. Установлено, что триботехнические характеристики восстановленных деталей лучше, что объясняется наличием в их структуре твердых и дисперсных фаз, а также микропор.

SUMMARY

ASADOV SHOVTGI NAIB OGLU

REHABILITATION AND REINFORCING SURFACE DISCHARGE VALVE FUEL PUMP DIFFUSION METALLIZATION

The thesis is devoted to research the restoration and strengthening the parts of the delivery valve of the fuel pump for diesel engines, through the coating chromium and silicon powder on the working surface, using the diffusion metallization.

The dissertation consists of an introduction, 4 chapters, conclusion, bibliography and appendices.

In the introduction were substantiated relevance of the topic and the possibility of research on it, defined their purpose and objectives.

In the first chapter were analysed the literatures to improve the wear resistance of the valve pairs of fuel pumps. It was described the causes of wear and the methods to increase the wear resistance of the worn and new manufactured parts through the diffusion metallization.

In the second chapter were analysed the theoretical basis for the restoration and the strengthening methods of precision parts of the fuel equipments, defined the thickness of the diffusion coating for the single-phase and complex diffusion metallization.

The third chapter is devoted to the development of a program to provide experimental studies on the restoration of the parts through the diffusion metallization. As the coating material was selected powder mix: 60%Cr+35%Si +5%NH₄Cl.

In the fourth chapter were investigated the parameters of the chrome siliconisation and tribological characteristics of the restored parts. Due to presence micro porous, solid and dispersed phase in the microstructure, it was established that the tribological characteristics of the coated parts better than the new one.

АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ШОВГИ НАИБ оглы АСАДОВ

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ
ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ НАГНЕТАТЕЛЬНОГО
КЛАПАНА ТОПЛИВНОГО НАСОСА ДИФфуЗИОННОЙ
МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ**

33 13.01 – «Технология машиностроения»

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание научной
степени доктора философии по технике

Баку – 2014