

Əlyazması hüququnda

HƏZİ NƏBİ oğlu NƏBİYEV

**GƏMİ KÖMƏKÇİ MÜHƏRRİKLƏRİNİN DİRSƏKLI
VALLARININ ELEKTROKONTAKT QAYNAĞI VASİTƏSİLƏ
BƏRPA PROSESİNİN İŞLƏNMƏSİ**

3319.01 – Gəmiçilik texnikası

**Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq
üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın**

AVTOREFERATI

BAKI - 2017

İş Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: texnika elmləri doktoru,
professor **Z.Z. Şərifov**

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

texnika üzrə fəlsəfə doktoru,
dosent **R.H. Əhmədov**

Aparıcı təşkilat: Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,
“Maşınqayırma və materialşunaslıq” kafedrası

Müdafiə **03 oktyabr 2017-ci il** tarixində **saat 15⁰⁰-da** Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının nəzdində birdəfəlik Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Az1000, Bakı ş., Z.Əliyeva küçəsi, 18

Dissertasiya ilə Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat **31 avqust 2017-ci ildə** göndərilmişdir.

**Dissertasiya Şurasının
elmi katibi, t.ü.f.d., dos.**

A.Ş. İsmayılov

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Ölkənin iqtisadi inkişafının əsas istiqamətlərindən biri dəniz nəqliyyatının gələcək yüksəlişidir. Dəniz nəqliyyatının texniki cəhətdən yenidən qurulması maşınların və avadanlıqların effektivliyinin yüksəldilməsini, o cümlədən təmir işlərinin və yeyilmiş detalların bərpasının keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasını tələb edir.

Müəyyən olunmuşdur ki, əksər sürtünməyə, yeyilməyə və müxtəlif güclərə məruz qalan maşın detallarının 85%-nin 0,2-0,3 mm civarında yeyilməsi onların iş qabiliyyətinin itirilməsinə səbəb olur. Təmirə uğradılan maşın detallarının 45%-ə qədəri istismara yararlı, 50%-ə qədəri təmirə yararlıdır və yalnız 5-9%-i bərpa oluna bilmir. Bu onu sübut edir ki, təmir fondunun həcmi böyükdür və hissələrin bərpa olunması məqsədəuyğundur.

Yeyilməyə məruz qalmış detalların bərpasının müxtəlif üsulları mövcuddur. Onların arasında əsas və əlavə olunan materialların əridilməsini nəzərdə tutan üstəritmə üsulu daha geniş yayılmışdır. Bunlar müxtəlif üsullarla, o cümlədən diffuzion metallaşdırma, üstəritmə, tozlandırma ilə detalların bərpasıdır. Lakin onlardan hər birinin özünəməxsus üstünlükləri və qüsurları vardır. Belə ki başqa metodlardan istifadə olunduqda detalın əsas metalında böyük termiki təsir zonasının yaranması, əsas və əlavə olunan metallarda legirləyici elementlərin oksidləşməsi və qismən yanması, sonrakı emal üçün böyük mexaniki emal payının yaranması, əlavə olunan metalın xeyli sərfi, əməliyyatlarının böyük əmək tutumu və intensiv işıq şüalanması kimi mənfi cəhətlərin mövcudluğu bu üsullardan istifadəni məhdudlaşdırır.

Məlumdur ki, dizel mühərriklərinin resursu mühüm dərəcədə dirsəkli valın boyuncuqlarının vəziyyəti ilə müəyyən edilir. Onların yeyilməsi sürtgü yağlarının əlavə itkisinə və mühərrikin istismardan çıxmasına səbəb olur. Odur ki, dirsəkli valın keyfiyyətli bərpası gəmi mühərriklərinin əsaslı təmirində xərclərin aşağı salınmasında mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Maşın və mexanizmlərin, o cümlədən gəmi dizel detallarının resurslarının artırılmasının perspektivli üsullarından biri elektrokontakt qaynaqla (EKQ) araqatı materiallarından istifadə edərək detalın səthində yeni metal işçi qatın yaradılmasıdır.

Bununla əlaqədar olaraq, müqavimətlə elektrokontakt qaynağından istifadə edərək aralıq işçi qat vasitəsilə gəmi köməkçi dizel mühərriklərinin dirsəkli vallarının yeyilmiş boyuncuqlarının bərpa texnologiyasının işlənməsi böyük elmi və praktiki maraq doğurur.

İşin məqsədi işçi aralıq qat - permalloydan istifadə etməklə polad zolağın müqavimətlə elektrokontakt qaynağı vasitəsilə köməkçi dizel mühərriklərinin dirsəkli valına birləşdirilməsinin dirsəkli vallarının boyunlarına bitişməsinin qanunauyğunluqlarının müəyyən edilməsi, səmərəli qaynaq rejimlərinin seçilməsi və aralıq qatdan istifadə etməklə dirsəkli valların yeyilmiş hissələrinin bərpa texnologiyasının işlənməsidir.

Qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı **elmi və təcrübə məsələləri** həll olunmalıdır:

– aralıq işçi qat üçün materialın və onun yeyilmiş səthə birləşdirilməsi üçün elektrokontakt qaynaq üsulunun seçilməsinin əsaslandırılması;

– işçi bərpa qatının formalaşmasına və onun əsas metalla birləşməsinin keyfiyyətinə müqavimətlə elektrokontakt qaynaq rejimlərinin təsirinin tədqiqi və nəzəri cəhətdən izahı;

– müqavimətlə elektrokontakt qaynaqda işçi bərpa qatının istiliyin təsirindən davranışının termiki təsir zonasının sahəsinə təsirinin öyrənilməsi;

– işçi bərpa qatının struktur və xassələrinin tədqiqi;

– işçi bərpa qatından istifadə etməklə müqavimətlə elektrokontakt qaynaqla dirsəkli valların bərpa texnoloji prosesinin işlənməsi və qaynaq avadanlığının seçilməsi.

İşdə permalloydan aralıq qat kimi istifadə edilməsilə müqavimətlə elektrokontakt qaynağının əsas parametrlərinin işçi qatın formalaşmasına və onun əsasla bitişməsinə təsiri öyrənilmişdir. Müqavimətlə elektrokontakt qaynağının mexanizminə uyğun olaraq işçi qatın yaranma xüsusiyyətlərinə qaynaq edilən metal və əsas arasında bərk fazada birləşmənin diffuziya mexanizmi müasir təsəvvürlər əsasında genişləndirilmişdir.

Alınan işçi qatın keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi üçün metal qatın ölçüdəyişməsinin qiyməti təyin olunmuşdur. Termiki təsir zonasının işçi qatın dirsəkli valın boyuncuğu ilə birləşməsinin möhkəmliyinin yüksəlməsini izah etməyə imkan verən yeni fiziki-riyazi model yaradılmışdır. Müqavimətlə elektrokontakt qaynaqdan və cilalamadan sonra bərpa olunmuş hissənin səth qatlarının qalıq gərginlikləri qiymətləndirilmişdir.

Tədqiqat obyektini aralıq qatdan istifadə etməklə metallik hissənin dirsəkli valın yeyilmiş boyuncuğuna müqavimətlə elektrokontakt qaynaqlanmasının texnoloji əməliyyatlarıdır.

İşin elmi yeniliyi. Permalloydan aralıq qat kimi istifadə etməklə metallik hissənin dirsəkli valın yeyilmiş boyuncuqlarının səthinə elektrokontakt qaynaq üsulu ilə çəkilməsi və nəticədə birləşmə yerində incə xırda-

lanmış strukturun yaranma mexanizmi izah olunmuşdur. Elektokontakt qaynaq və mexaniki emaldan sonra bərpa olunan boyuncuqlarda yaranan qalıq gərginliklərinin təyini üçün məlum metodika dəqiqləşdirilmişdir.

Temperatur və təzyiqin təsiri altında qaynaq prosesində diyrəkli elektrodların yeyilməsi müəyyən edilmiş və qiymətləndirilmişdir. Yeyilmiş səthin elektokontakt qaynaqda ara qatı materialının metallik hissə ilə kontaktının sıxlığının alınan bərpa qatının keyfiyyətinə təsiri müəyyən edilmişdir.

İşin praktiki əhəmiyyəti. Kiçik seriyalı istehsalat üçün permalloy aralıq qatından istifadə etməklə elektrokontakt qaynaqla gəmi dizellərinin dirsəkli valların boyuncuqlarının metallik hissə ilə bərpa texnoloji prosesi işlənmişdir.

Bu proses istifadə olunan polad hissənin tələb olunan minimal qalınlığını, cilalama ilə valın emalına minimal mexaniki emal payını, bərpa olunan yeyilmiş boyuncuqların yüksək keyfiyyətini (möhkəmlik, kələ - kötürlük, normadan və ölçülərdən kənara çıxma), təmin edir. Proses nəinki qəzalı boyuncuqları tələb olunan ölçülərə bərpa etməyə, həm də dirsəkli valların yeyilmiş əsas və şatun boyuncuqlarını nominal ölçülərdə bərpa etməyə, bərpa olunmuş valın yorulma möhkəmliyini əvvəlki səviyyədə saxlamağa imkan verir. İşlənmiş texnoloji prosesi yerinə yetirmək üçün yeni qaynaq avadanlığının konstruksiyası işlənmişdir.

İşin nəticələrinin reallaşdırılması. Permalloydan aralıq qat kimi istifadə etməklə işlənmiş texnoloji proseslə metallik hissənin elektrokontakt qaynaq ilə bərpa olunmuş dirsəkli valların stend sınaqları keçirilmiş və "Azərbaycan Xəzər Dəniz Gəmiçiliyi" QSC-də tətbiq olunmuşdur. Bu texnologiya ilə yüzdən çox dirsəkli vallar bərpa olunmuşdur.

İşin aprobasiyası. Dissertasiyanın əsas müddəaları bir sıra konfrans və seminarlarda məruzə olunmuş və bəyənilmişdir. İşin əsas nəticələri "Gəmi energetik qurguları və gəmiqayırma" kafedrasının 2015-17-ci illərdə keçirilmiş elmi seminarlarında müzakirə olunmuşdur.

İşin strukturu və həcmi. Dissertasiya işi giriş, beş fəsil, əsas nəticələr, istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı və əlavədən ibarətdir. Dissertasiya 158 səhifədə nəşr olunmuş, 42 şəkili, 19 cədvəli, 131 adda ədəbiyyat mənbəyini və 1 əlavəni əhatə edir.

Müdafiyyə aşağıdakı müddəalar və tədqiqatların əsas nəticələri çıxarılır:

- permalloy ərintisindən aralıq qatı kimi istifadə etməklə metallik hissənin elektrokontakt qaynaqla gəmi dizel mühərriklərinin köməkçi dirsəkli valların boyuncuqlarının bərpa texnoloji prosesi;

- metallik hissənin elektrokontakt qaynağının səmərəli rejimlərinin seçilməsi və alınmış nəticələrin müzakirəsi;
- əritmədən aralıq qatdan istifadə etməklə EKQ-də qaynaq zonasında temperatur sahəsinin paylanması tədqiqi və izahı;
- elektrokontakt qaynaqdan və mexaniki emaldan sonra bərpa olunmuş işçi qatda və dirsəkli valın boynunda yaranan gərginliklərin təyin olunması metodikası;
- metallik hissədən elektrokontakt qaynaqla alınan birləşmənin strukturu və fiziki-mexaniki xassələri;
- bərpa olunacaq səthlərin hazırlanma üsullarının və araqatı materialı – permalloyun birləşmənin möhkəmliyinə təsirinin tədqiqat nəticələri;
- işlənmiş texnologiya ilə boyunlarının diametri 100 mm-dək olan bərpa olunmuş dirsəkli valların istismar sınaqlarının nəticələri.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Girişdə mövzunun aktuallığı əsaslandırılmış və qoyulmuş problemin işlənmə səviyyəsi araşdırılmışdır. Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri müəyyən edilmiş, işin elmi yeniliyi və təcrübə əhəmiyyəti formalaşdırılmışdır.

Birinci fəsil ağır şəraitlərdə, o cümlədən dövrü və zərbəli yüklərdə işləyən və yeyilmələrə məruz qalan istismardan çıxmış dirsəkli valların bərpası, işçi səthinin keyfiyyətinin və etibarlılığının artırılması məsələsinə həsr edilmişdir. Bu problemin bir neçə həlli yolları məlumdur. Bunlar müxtəlif üsullarla, o cümlədən diffuzion metallaşdırma, üstəritmə, tozlandırma ilə detalların bərpasıdır. Lakin onlardan hər birinin özünəməxsus üstünlükləri və qüsurları vardır.

Nisbətən az istifadə olunan bərpa üsullarından biri də elektrokontakt qaynağıdır. Digər üsullarla müqayisədə bu üsul bərpa olunacaq detala daha dar termiki təsir zonasına malikdir. Ona görə də onun dirsəkli valların yeyilmiş boyuncuqlarının bərpasında istifadəsi daha perspektivlidir.

Müqavimətlə elektrokontakt qaynaqla detalların aralıq qatı vasitəsilə birləşdirilmə problemi demək olar ki, tədqiq olunmamışdır. Lakin bu halda aralıq qatı materialının elmi əsaslandırılmış müddəalara söykənməklə seçilməsi çox vacibdir. Əksər tədqiqatçılar bu məqsədlə aralıq qatı materialı kimi müxtəlif tərkibli ovuntuları seçirlər. Lakin elektrokontakt qaynağında ovuntuların araqatı materialı kimi istifadəsi böyük qüsura malik ola bilər. Bu əlavə məsələliliyin və nəticədə birləşmənin bütövlüyünün pozulmasına gətirə bilər. Oudur ki, fikrimizcə, EKQ prosesində aralıq qatı kimi bütöv, yəni folqa şəkilli elementlərdən istifadə daha perspektivdir.

Bu halda birləşmənin keyfiyyətinə xələl gətirmədən termiki təsir zonasını daraltmaq üçün prosesin müqavimətlə, yəni temperatur və təzyiqin birlikdə təsirində aparılması məqsədə uyğundur. Məhz bu yanaşma əsasında müqavimətlə elektrokontakt qaynaqla bərpa texnologiyasının təkmilləşdirilməsi yolları və problemləri müəyyən edilmişdir. Tədqiqatların həll olunmalı məsələləri qoyulmuş və məqsədləri müəyyənləşdirilmişdir.

İkinci fəsildə tədqiqatlar üçün qarşıya qoyulan problemin durumunu əks etdirən alqoritm-sxem işlənmişdir. Bu sxem ədəbiyyat təhlili əsasında dirsəkli valların yeyilmiş boyuncuqlarının bərpası üçün nəzəri müddəalar əsasında parametrlərin seçilməsini, bərpa texnologiyasının texniki-iqtisadi analizini, bərpa texnoloji prosesinin təkmilləşdirilməsini və alınmış nümunələrin stend sınaqlarını özündə əks etdirir.

Müqavimətlə elektrokontakt qaynaq üçün aralıq qatdan istifadə etməklə diyircəkli qaynaq maşınının standart modeli seçilmiş və onun pnevmointiqalının sıxıcı qüvvəsinin, yarana biləcək maksimal gərginliyinin, kinematik sxeminin, elektrodlara və vallara təsir edən momentlərin və digər parametrlərin hesabları aparılmışdır.

Müqavimətlə EKQ-də istifadə olunan ilkin material seçilmiş və onların hazırlanma texnologiyaları şərh olunmuşdur. Bu halda poladların bir-birinə əritmədən keyfiyyətli bitişməsini təmin edən aralıq qatın seçilməsi çox əhəmiyyət kəsb edir. Qaynaqda termiki təsir zonasını azaltmaq, qaynağın aparılma temperaturunu aşağı salmaq, birləşmənin bütövlüyünü təmin etmək məqsədilə xrom və silisiumla əlavə legirlənmiş 50XHC markalı nikel-dəmir ərintisi (permalloy) aralıq qatı kimi təklif olunmuşdur.

Tədqiqatlar üçün istifadə olunmuş dirsəkli valın, metallik qatın və aralıq qatı – permalloyun kimyəvi tərkibləri cədvəldə verilmişdir.

Materialların kimyəvi tərkibləri, %

Marka	Fe	C	Cr	Ni	Mn	Si	V	S	P	C
Polad 45Г2	Əsası	0,4-0,5	-	-	1,8-1,2	0,17-0,37	-	-	-	-
Zolaq 50XГΦA	Əsası	0,48-0,56	0,95-1,2	<0,25	0,8-1,0	0,17-0,37	0,15-0,25	<0,025	<0,025	<0,2
Permolloy 50XHC	13,73-16,6	<0,03	12-15	78,5-80	0,5-1,1	0,3-0,5	3,8-4,1	<0,02	-	<0,2

Alınmış qaynaq birləşməsinin möhkəmliyinin təyini dairəvi valcığı kəsilməyə yoxlama sxemi üzrə aparılmışdır. 50XГΦA poladına bərpa qatı çəkildikdən və termiki emal (tablama+tabəksilmə) aparıldıqdan sonra qatın

yeyilməyə dözümlüyü standart metodika üzrə 2070 CMT-1 maşınında öyrənilmişdir. Qaynaqdan və mexaniki emaldan sonra bərpa olunmuş qatda qalıq gərginliklərin təyini mühim əhəmiyyət kəsb etdiyindən bu gərginliklər DPOH-PUKOP-4 difraktometr dəstində öyrənilmişdir.

Digər mexaniki xassələr, o cümlədən qaynaqlanmış qatın yorulma möhkəmliyi, zərbə özlülüyü, mikrobərəkliyi, habelə aralıq zonanın mikrorentgen spektral analizi, metalloqrafik tədqiqatlar və qaynaq zonasının korroziyaya dözümlüyü standart metodlarla aparılmışdır. Sınaqların aparılmasında məlum olan mövcud avadanlıqlardan istifadə olunmuşdur.

Üçüncü fəsildə permalloydan aralıq qatı kimi istifadə etməklə metallik zolağın dirsəkli valın yeyilmiş boyuncuğuna elektrokontakt qaynağının əsas texnoloji parametrlərinin (istilik mənbəyinin gücü, elektrodların sıxılma qüvvəsi, cərəyanın şiddəti, cərəyan impulsunun müddəti və soyuma sürəti) təyini üçün riyazi planlaşdırma metodundan istifadə olunmuşdur. Bu metod eksperimental işlərin həcmi əhəmiyyətli dərəcədə aşağı salmağa imkan yaradır.

Aralıq qatı vasitəsilə EKQ – də baş verən diffuziya proseslərinin əsas qanunauyğunluqları haqda mülahizələr genişləndirilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, EKQ – də aralıq qatdan istifadə etdikdə bərk halda birləşmə iki proseslə müşayiət olunur: tutuşma və bişirmə (diffuziya). Əgər EKQ prosesinin müddəti az olarsa, bu halda tutuşma hadisəsi üstünlük təşkil edəcəkdir, əks halda isə bişirmə tutuşmanı qabaqlayır. Qeyd olunur ki, tutuşmada birləşdirilən səthlər arasında kristal qəfəslərin mübadiləsi baş verir.

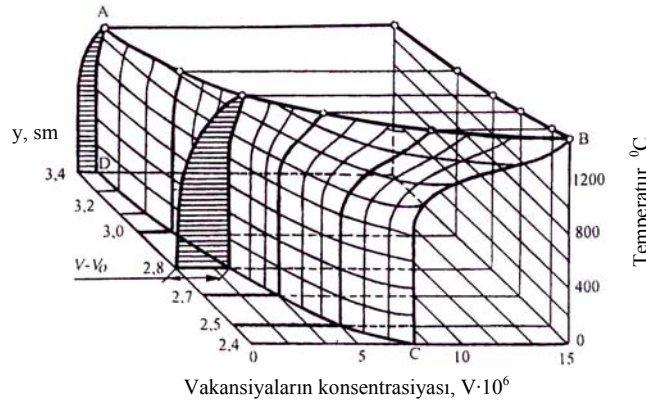
Silindrik və yastı polad detallara permalloyun EKQ prosesinin sxemi və riyazi modeli işlənmişdir. Bu model temperaturun paylanması hesablamaya, ayrı - ayrı nöqtələrdə bərpa olunan səthin qızdırma və soyudulmasının qeyri-bərabər getməsinin dərəcəsini qiymətləndirməyə, habelə araqatında və detalda strukturun formalaşmasına təsir edən TTZ-də austenit çevrilməsinin başlanğıcını və sonunu qeyd etməyə imkan verir. Bunlar son nəticədə bərpa qatının işçi xarakteristikalarını müəyyən edirlər.

Bərpa olunan örtük qatının hesablama yolu ilə alınan əsasla birləşməsinin möhkəmliyi, plastik deformatsiyasının qiyməti və TTZ-nin dərinliyi eksperimental nəticələrdən çox fərqlənir. Hesablama və eksperimental tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, permalloy aralıq qatından istifadə edildikdə EKQ-də bərpa qatının deformatsiyasının qiyməti $\varepsilon=25,28\%$ -dir. Qatın əsasla birləşməsinin möhkəmliyi birləşdirilən metallardan birinin möhkəmliyinə malik olur, TTZ-nin dərinliyi isə 0,3-0,35 mm-i aşmır.

EKQ-dən və bərpa olunmuş qatın paradaqlanmasından sonra qatdakı qalıq gərginliklər öyrənilmişdir. Göstərilmişdir ki, aralıq qatsız EKQ ilə alınmış bərpa qatı ilə müqayisədə permalloydan aralıq qatı kimi istifadə etməklə EKQ-də 50XГΦA markalı poladın əsasa (polad 45Г2) birləşməsi zamanı qalıq gərginliklərin qiyməti iki dəfədən çox azalır.

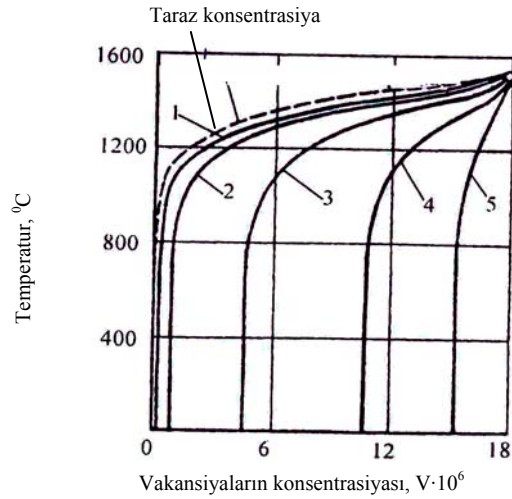
EKQ ilə qaynaq birləşmələrində yarana bilən vakansiyaların paylanması haqda mülahizələr irəli sürülmüşdür (şəkil 1). Vakansiyaların başlanğıc makroskopik paylanması onların materialın həcmində taraz miqdarı ilə ifadə olunur (şəkil 2). Qaynaq zonası soyuduqca orada vakansiyaların taraz konsentrsiyası vakansiyaların taraz miqdarı üçün alınmış riyazi ifadəyə uyğun gəlir.

Vakansiyaların axınlara yerdəyişməsi diffuziya yolu ilə həyata keçirilir. Axınlardan arasındakı məsafənin böyüməsi onların sıçrayışlarının sayının uyğun artmasına gətirir. Hər hansı bir istiqamətdə vakansiyaların yerdəyişməsi atomların əks istiqamətdə yerdəyişməsilə müşayiət olunur.



Şəkil 1. Tikişin mərkəzindən müxtəlif dərəcədə kənarlaşan nöqtələrin soyudulmasında artıq vakansiyaların konsentrasiyasının temperaturdan asılılığı: y – tikişin mərkəzindən zonanın məsafəsi; BC – ərimə zonasında vakansiyaların konsentrasiyasının azalması ($T_{max}=1400^{\circ}C$); AD – həmçinin, $y=3,4$ sm olduqda; AB – maksimal temperaturun ayrısı. Ştrixləmə artıq vakansiyaların konsentrasiyasına uyğun gələn kəsiklərin uzunluğunu göstərir.

Bəzi qaynaq temperaturunda axınlardan fiksasiya olunan sayını və vakansiyaların diffuziya nəticəsində yox olma sürətini təyin etmək üçün analitik ifadə alınmışdır. Bu tənlik vakansiyaların konsentrasiyası, onların taraz konsentrasiyası, sıçrayış tezliyi və sıçrayışların orta sayı arasındakı əlaqəni ifadə edir.



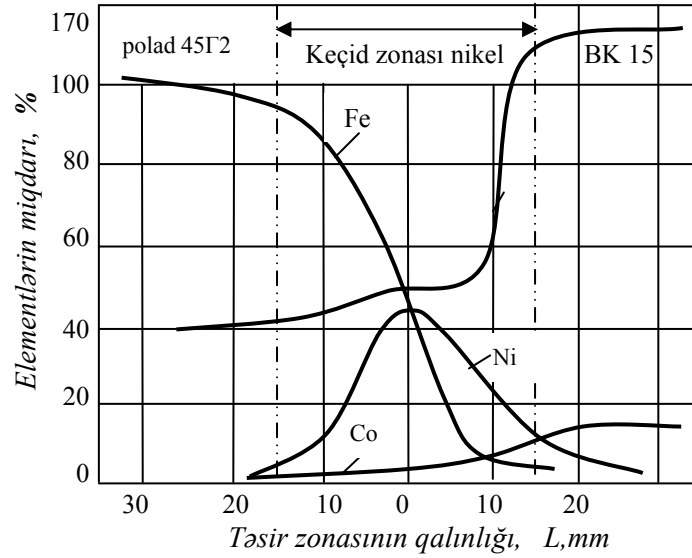
Şəkil 2. Müxtəlif n_0 -da ərimə zonasında vakansiyaların konsentrasiyasının temperaturdan asılılığı:
 1 – $0,67 \cdot 10^8$; 2 – $2,0 \cdot 10^8$; 3 – $6,7 \cdot 10^8$; 4 – $20 \cdot 10^8$; 5 – $66,7 \cdot 10^8$.

Qaynaq tikişinin mərkəzindən müxtəlif dərəcədə kənarlaşan nöqtələrin soyudulmasında artıq vakansiyaların konsentrasiyasının temperaturdan asılılığı qrafiki qurulmuşdur. Qaynaqlamada soyuyan zonada vakansiyaların temperaturdan asılılığı göstərir ki, axınların sıxlığı artdıqca vakansiyalar kəskin yox olur. Müəyyən edilmişdir ki, qaynaqdan sonra kifayət qədər yüksək temperaturda qaynaq birləşməsini saxladıqda vakansiyalar məhluldan çıxır və qalıq gərginlikləri zonasına diffuziya edə bilərlər.

Dördüncü fəsilə permalloydan aralıq qatı kimi istifadə etməklə EKQ ilə alınan birləşmələrin keyfiyyətinə əsas texnoloji parametrlərin təsiri tədqiq olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, permalloydan istifadə edildikdə boyunlarının diametri 95 mm olan polad 45Г2-dən hazırlanan dirsəkli vallara qalınlığı 0,5 mm polad 50ХГΦА-dan zolağın elektrokontakt qaynağının optimal rejimi $P=1,6$ kN; $J=5,0$ kA; $t_f=0,05$ S; $t_n=0,09$ S-dir.

Metalloqrafik tədqiqatlar, mikrobərkiyə sınaqlar və mikrorentgen-spektral analizlərin nəticələri göstərmişdir ki, aralıq qat kimi permalloy folqadan əritmədən istifadə etdikdə rejimin səmərəli parametrlərində alınan birləşmələrdə məsaməlik, çatlar və qeyri-bütövlük kimi qüsurlar müşahidə olunmur. Bu zaman birləşmə zonasında qalınlığı $<0,5$ mkm, Ni, Mn, Cr və Si-un dəmirə bərk məhlulu şəklində növbələşən ağ zolaq kimi keçid zona yaranır. Bu zona, güman ki, örtüyün, əsasın və permalloyun elementlərinin biri-birinə diffuziyası nəticəsində yaranır (şəkil 3). Qeyd alınmışdır ki, bu

elementlərin qarşılıqlı əlaqə zonası 0,5-0,6 mm-i aşmır. Müəyyən edilmişdir ki, örtüyün strukturu martensitdir, mikrobərkliliyi $H_{1,0}=7840-7920$ N/mm², termiki təsir zonasının mikrobərkliliyi $H_{1,0}=7740-3560$ N/mm², birləşmə zonasının yaxınlığında struktur martensitdir, ondan uzaqlaşdıqca martensit-troostitdir. Termiki təsir zonasının dərinliyi 0,30-0,35 mm-i aşmır.

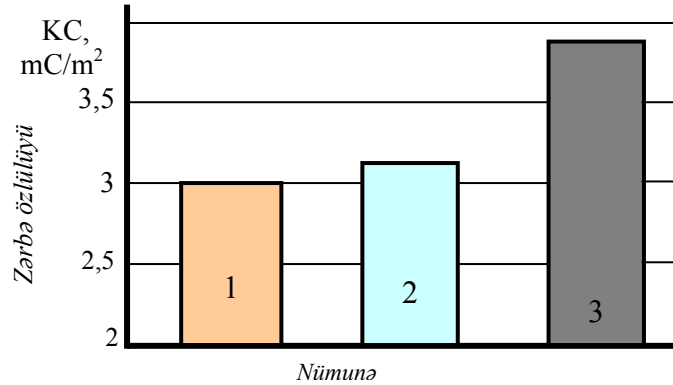


Şəkil 3. Permalloydan aralıq qatı kimi istifadə etdikdə polad 50XΓΦA -polad 45Γ2 birləşmə zonası örtüyünün mikrorəntgenspektal analizinin nəticələri

Müəyyən edilmişdir ki, permalloy ara qatı kimi istifadə etməklə 50XΓΦA poladdan polad 45Γ2-lə örtüyün birləşməsinin möhkəmliyi əsas metalın möhkəmliyi səviyyəsindədir, zərbə özlülüyü təxminən 5% (şəkil 4), yorulma möhkəmliyi 5% polad 45Γ2-in ilkin vəziyyətindəki eyni göstəricilərindən aşağıdır. Zərbə əyilməsinə və yorulma möhkəmliyinə sınaqlarda örtüyün laylanması müşahidə olunmamışdır. Müəyyən edilmişdir ki, polad 50XΓΦA-dan örtüyün yeyilməyə dözümlüyü polad 45Γ2-in ilkin vəziyyətdə eyni göstəricisindən 2,0 dəfədən çox, həmin poladın HRC 49-52-yə qədər termiki emal olunmuşuna nisbətən isə 50%-dək yüksəkdir. Birləşmə zonasının korroziya dözümlüyü birləşdirilən metallardan birinin korroziya dözümlüyündən aşağı deyildir.

Aralıq qatı bütöv metaldan olduqda (məsələn, permalloy) birləşdirilən səthlərin həndəsi və fiziki vəziyyəti böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Həndəsi vəziyyət səthin profilini müəyyənləşdirirsə, fiziki vəziyyət həm də səthin fiziki-kimyəvi quruluşunu əks etdirir. Qaynaqlanacaq metalın səthinin havada quruluşu və kimyəvi aktivliyi göstərilmiş, qaynaqda yaranacaq detallarası mikrokontaktlar üçün ifadə alınmışdır. Dalğalı və kələ-kötür metallar səthlərinin kontaklaşmasının mümkün sxemləri verilmişdir.



Şəkil 4. Elektrokontakt qaynağın nümunələrinin zərbə özlülüyünə təsiri:
 1 – polad 45Г2 ilkin vəziyyətdə; 2 – aralıq qatsız 50ХГΦА poladdan örtüklü;
 3 – permalloydan aralıq qatlı 50ХГΦА poladdan örtüklü

Müəyyən edilmişdir ki, permalloyu əritmədən aralıq qat kimi istifadə etdikdə elektrokontakt qaynaq üçün detalın səthinin hazırlanmasının ən əlverişli üsulları qum şırnağı ilə emal, torna emalı və cilalamadır. Onlar detalın səthində hündürlüyü $h=0,1-0,35$ mkm olan mikrokələ-kötürlüyün alınmasını təmin edirlər.

Permalloyu əritmədən aralıq qat kimi istifadə edərək polad 50ХГΦА zolağını elektrokontakt qaynaqla silindrik detalların daha təkmil bərpa texnologiyası işlənmişdir. İşlənmiş texnologiya gəmi dizel mühərriklərinin dirsəkli vallarının dayaq boyuncuqlarının bərpasında sınaq edilmişdir. Bərpa olunmuş dirsəkli valların resursu təzə valların resursu səviyyəsində olmuşdur.

Elektrokontakt qaynaq başlığının konstruksiyası təkmilləşdirilmişdir. Başlıq praktiki olaraq istənilən dəzgahın fırladıcı hissəsinə bərkidilə bilər və diametri 100 mm-ə qədər olan silindrik detalların bərpasında istifadə oluna bilər.

Bərpa texnologiyasının effektivliyini artırmaq məqsədilə deformasiya olunmuş dirsəkli valların düzəldilmə yolları təhlil olunmuşdur. Valların düzəldilmə mexanizmi müəyyənləşdirilmiş və düzəltmə prosesini aparmaq

üçün riyazi model işlənmişdir. Bu model valların deformasiyasında sürüşmənin nəzəri ayrılmasının qurulması üçün əmsalların hesablanmasına imkan verir. Əyilmiş dirsəkli valların düzəltmə texnologiyası işlənmiş və bu məqsədlə yüksək tezlikli cərəyanın istiliyindən istifadə tövsiyə olunmuşdur.

Beşinci fəsildə gəmi dizel mühərriklərinin dirsəkli vallarının yeyilmiş boyuncuqlarının müqavimətlə EKQ bərpa texnologiyasının "Azərbaycan Xəzər Dəniz Gəmiçiliyi" QSC-nin gəmi təmiri zavodlarında tətbiqinin texniki-iqtisadi səmərəliliyi qiymətləndirilmişdir.

Təltif olunmuş bərpa texnologiyasının texniki-iqtisadi qiymətləndirilməsi aşağıdakı meyarlar üzrə aparılmışdır:

a) məhsulun əsas xarakteristikaları müəyyənləşdirilmişdir;
b) məhsula tələbat səviyyəsi qiymətləndirilmişdir;
c) təltif olunmuş bərpa texnologiyasının rəqabət qabiliyyəti müəyyən edilmişdir;

d) istehsal xərcləri və maya dəyəri hesablanmışdır;

q) təmir müəsisəsinin maliyyə planı qurulmuşdur.

Hesablamalar nəticəsində alınmış texniki-iqtisadi göstəricilər EKQ texnologiyasının dirsəkli valların yeyilmiş boyuncuqlarının bərpasında səmərəliliyini təsdiqləmişdir. Təklif olunan texnologiyanın digər təmir işlərində istifadəsi məqsədəuyğun hesab olunmuşdur.

ÜMUMİ NƏTİCƏLƏR

1. Gəmi dizel mühərrikləri dirsəkli vallarının yeyilmiş boyuncuqlarını təmir etmək üçün aralıq qatdan istifadə etməklə elektrokontakt qaynağının tətbiqi məqsədəuyğun hesab olunmuşdur. Prosesi aparmaq üçün alqoritm təklif olunmuş və müqavimətlə elektrokontakt qaynağı maşınının modeli seçilmişdir. Tədqiqatlar 45Г2 poladından hazırlanan dirsəkli valın və örtük kimi 50ХГФА poladının üzərində aparılmışdır. Aralıq qat kimi 50ХHC markalı permalloy folqa daha məqsədəuyğun hesab olunmuşdur. Bu folqa daha yüksək plastikliyə malikdir və bütöv qaynaq birləşməsi alınmasını təmin edir.

2. Araqatı vasitəsilə EKQ-də diffuziya proseslərinin əsas qanunauyğunluqları təhlil olunmuş və qaynaq birləşməsinin yaranması haqda mülahizələr dəqiqləşdirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, müqavimətlə EKQ-də plastik araqatı istifadə olunduqda qaynaq birləşməsi iki hadisə ilə müşayiət oluna bilər: tutuşma və diffuziya (bişirmə).

Bu hadisələrdən hansının üstünlük təşkil etməsi qaynaq prosesinin sürətindən asılıdır. Tutuşma diffuziyasız hadisə olub kontaktlaşan səthlərdə kristal qəfəslərin mübadiləsilə baş verir. Təyin olunmuşdur ki, permalloy

folqadan istifadə etdikdə müqavimətlə EKQ-də tutuşma hadisəsi üstünlük təşkil edir.

3. Dirsəkli valların EKQ ilə bərpasında birləşmə zonasında temperatur sahəsinin paylanması tədqiq olunmuşdur. Bu məqsədlə silindrik və yastı detallara aralıq qatının (permalloyun) birləşdirilməsində temperatur sahəsinin hesablanması üçün riyazi model işlənmişdir. Bu model temperaturun paylanmasını hesablamağa, ayrı-ayrı nöqtələrdə bərpa olunan səthlərin temperaturunun paylanma dərəcəsini qiymətləndirməyə, termiki təsir zonasının ölçüləri, bu zonada poladda austenit çevrilməsinin başlanğıc və son temperaturlarını qeyd etməyə və birləşmənin ara qatında strukturəməlgəlmə mexanizmini açmağa imkan verir.

4. Permalloyu əritməyərək aralıq qat kimi istifadə etməklə müqavimətlə elektrokontakt qaynaqla alınan birləşmənin keyfiyyətinə əsas texnoloji amillərin təsiri tədqiq olunmuşdur. Qalınlığı 0,5 mm olan polad 50XГΦA-dan zolağın polad 45Г2-dən hazırlanan boyunlarının diametri 95 mm vallara permalloydan aralıq qat kimi istifadə etməklə elektrokontakt qaynağının səmərəli rejimləri seçilmişdir: $P=1,6$ kN; $J=5,0$ kA; $t_r=0,07$ S və $t_n=0,09$ S.

5. Metalloqrafik tədqiqatlar, mikrobərkliyə sınaqlar və mikrorentgenspektral analizlərin nəticələri göstərmişdir ki, permalloyu əritməyərək aralıq qat kimi istifadə etdikdə elektrokontakt qaynaq rejiminin səmərəli parametrlərində alınan birləşmələrdə məsamələr, çatlar və qeyri bütövlük kimi qüsurlar yaranmır. Bu zaman birləşmə zonasında permalloy bərpa qatı və metal əsasın elementlərinin diffuziyası nəticəsində Ni, Mn, Si və Cr-un dəmirdə bərk məhlulundan ibarət qalınlığı $\leq 0,5$ mkm-dək fasiləli ağ zolaq şəklində keçid qat yaranır.

6. Təyin olunmuşdur ki, göstərilən elementlərin qarşılıqlı əlaqə zonası 0,5-0,6 mm-i aşmır. Müəyyən edilmişdir ki, mikrobərkliyi $H_{1,0}=7840-7920$ N/mm² olan örtüyün strukturu martensit, birləşmə zonasının yaxınlığında bərkliyi $H_{1,0}=7740-3560$ N/mm² termiki təsir zonasının strukturu martensit, ondan uzaqlaşdıqca isə struktur martensit-troostitidir. Termiki təsir zonasının dərinliyi 0,35-0,4 mm həddindədir. Müəyyən edilmişdir ki, permalloydan aralıq qatı kimi istifadə etməklə polad 50XГΦA-dan elektrokontakt qaynağının səmərəli parametrlərində alınan örtüyün polad 45Г2 ilə birləşmə möhkəmliyi əsas metalın möhkəmliyinə bərabər, zərbə özlülüyü və yorulma möhkəmliyi isə polad 45Г2-nin ilkin halındakı analoji xarakteristikalarından aşağıdır. Qeyd olunur ki, zərbə əyilməyinə və yorulma möhkəmliyinə sınaqlarda örtüyün laylanması müşahidə olunmamışdır. Müəyyən edilmişdir ki, 50XГΦA

poladdan örtüyün yeyilməyə dözümlüyü polad 45Г2-nin ilkin vəziyyətin-dəkindən 2,0 dəfə, 50-52 HRC-yə qədər termiki emal olunmuş həmin poladından 50%-dək yüksəkdir, korroziya müqaviməti isə birləşdirilən əsasın korroziya dözümlüyündən aşağı deyildir.

7. Dirsəkli valların yeyilmiş boyuncuqlarının birləşdirilməsində aralıq qat kimi bütöv metaldan istifadə olunması kontaklaşdırılan səthlərin həndəsi və fiziki vəziyyətinin qiymətləndirilməsini ön plana çıxarmışdır. Əgər səthin həndəsi vəziyyəti onun profilini təyin etməyə imkan verirsə, səthin fiziki vəziyyəti onun fiziki-kimyəvi quruluşunu əks etdirir.

Müəyyən edilmişdir ki, permalloyu əritməyərək aralıq qat kimi istifadə etməklə elektrokontakt qaynaq üçün əsas metalın səthinin hazırlan-masının ən səmərəli üsulları qum şırnağı və torna emalı, həmçinin cilalamadır. Bu emal üsulları detalın səthində hündürlüyü $h=0,2-0,35$ mkm kələ-kötürlüyün alınmasını təmin edir.

8. Permalloydan aralıq qat kimi istifadə etməklə metallik qatın elektrokontakt qaynaqlanmasının əsas parametrləri (cərəyan şiddəti, istilik mənbəyinin gücü, elektrodların sıxılma gücü və soyudulma sürəti) eksperimental yolla müəyyən edilmişdir. Aktiv eksperimentlərin sayını azaltmaq məqsədilə riyazi planlaşdırma metodu tətbiq olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, hesablamalar yolu ilə alınan örtüyün əsas metalla birləşmə möhkəmliyi, polad zolağın deformasiyası və termiki təsir zonasının dərinliyi eksperimental qiymətlərdən cəmi 5%-dək fərqlənir. Hesablama və eksperimentlərlə müəyyən edilmişdir ki, aralıq qatı istifadə etdikdə elektrokontakt qaynaqda polad zolağın deformasiyasının optimal qiyməti $\varepsilon=25-28\%$ təşkil edir. Bu zaman örtüyün əsasla birləşməsinin möhkəmliyi birləşdirilən metalların birinin möhkəmliyinə bərabərdir, ter-miki təsir zonasının dərinliyi isə 0,3-0,35 mm-i aşmır. Diyircəkli elek-trodların yeyilmə müddətinin hesablama və eksperimental yolla qiymət-ləndirilməsi təklif olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, elektrokontakt qaynağın parametrlərindən asılı olaraq diametri 150 mm-dək diyircəkli elektrodların maksimal işləmə vaxtı yeyilmə 0,7 mm olduqda 80 saat, yeyilmə 0,4 mm olduqda 160 saatadək davam edə bilər.

9. Müqavimətlə elektrokontakt qaynaqdan sonra dəqiq ölçülərin alınması üçün örtüyün paradaqlanmasından sonra qalıq gərginliklərin qi-ymətləndirilməsi aparılmışdır. Göstərilmişdir ki, permalloydan aralıq qat kimi istifadə edilməsilə elektrokontakt qaynağı zamanı qalıq gərginliklərin səviyyəsi aralıq qat olmadan qaynaqla müqayisədə 2,0 dəfədən çox aşağı düşür.

10. Diametri 100 mm-dək olan detalların bərpası və möhkəmləndirilməsi üçün qaynaq başlığının konstruksiyası təkmilləşdirilmişdir. Tutqacların gücləndirilməsi və diyircəkli oymaqların diametrinin azaldılması hesabına başlığın sərtliyi yüksəldilmişdir.

11. Permalloyu aralıq qat kimi istifadə etməklə 50XГΦА poladdan qatın elektrokontakt qaynaqla dirsəkli valların boyuncuqlarına çəkilmə texnoloji prosesi işlənmişdir. Texnoloji proses bu köməkçi dizel mühərrikləri dirsəkli vallarının bərpasında sınaqdan çıxarılmışdır. Stend sınaqları göstərmişdir ki, dirsəkli valların istismar resursu təzə detalların istismar resursu səviyyəsindədir.

12. İstismardan çıxmış əyilmiş dirsəkli valların yenidən bərpası üçün onların ifrat deformasiyasının yaranma öyrənilmiş və deformasiyalar riyazi qiymətləndirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, dirsəkli valların əyilməsini şərtləndirən əsas səbəb sürünmədir. Bu məqsədlə valların sürünməsinin nəzəri əyriləri qurulmuş və onların yüksək tezlikli cərəyanla qızdırılmaqla bərpa texnologiyası işlənmişdir.

13. Dirsəkli valın dayaq və şatun boyuncuqlarının bərpasının tətief olunmuş texnoloji prosesinin tətbiq olunmasının gözlənilən texniki-iqtisadi səmərəliliyi ildə 26600 man. təşkil edəcəkdir, qoyulan xərclərin ödənilmə müddəti isə 1,8 il qiymətləndirilmişdir.

Dissertasiyanın əsas müddəaları aşağıdakı elmi işlərdə dərc olunmuşdur:

1. Nəbiyev H.N. Gəmi köməkçi dizel mühərriklərinin dirsəkli valının elektrokontakt qaynağı ilə bərpa imkanları // ADDA, Elmi əsərlər, 2015, №2, s. 74-76
2. Şərifov Z.Z., Nəbiyev H.N. Gəmi köməkçi dizel mühərriklərinin dirsəkli vallarının qalıq gərginliklərinin təyini // ADDA, Elmi əsərlər, 2016, №1, s. 51-60
3. Sharifov Z.Z., Nəbiyev H.N. The impact of electro contact welding of metallic strip to the worn surface through gasket on strength and structure of connection // Journal of maritime transport and engineering, Latvia, 2016, volume 5, No 2, pp. 31-37
4. Şərifov Z.Z., Nəbiyev H.N. Gəmi köməkçi mühərriklərinin dirsəkli vallarının aralıq qat vasitəsilə metallik zolağa bərpa rejiminin eksperimental qiymətləndirilməsi //AzTU, Elmi əsərlər, 2016, cild 1, №1, s. 78-85

5. Nəbiyev H.N. Metallik zolağın elektrokontakt qaynağında diyircəkli qaynaq elektrodlarının yeyilməsinin qiymətləndirilməsi // Beynəlxalq elmi-texniki jurnal, Maşınşünaslıq, 2016, cild 5, №1, s.31-33
6. Sharifov Z.Z., Nəbiyev H.N. Impact bending and fatigue strength, wear and corrosion tolerance of electro contact welding connections of metallic strip to the worn surface through gasket // Годишник на Технически Университет, България, Варна, 2016, том 1, pp.41-44
7. Əliyev Ç.M., Nəbiyev H.N. Diyircəkli elektrokontakt qaynaqla örtüklərin alınması üçün avadanlıq və materiallar // ADDA, Elmi əsərlər, 2017, №1, s.7-12
8. Nəbiyev H.N. Diyircəkli elektrokontakt qaynaq üsulu ilə alınmış örtüyün struktur və möhkəmliyinin təyini // “Su nəqliyyatının problemləri” XII Beynəlxalq elmi-texniki konfransının məruzə materialları, ADDA, Bakı, 2017, 6 səh.
9. Nəbiyev H.N., Şərifov Z.Z. Elektrokontakt qaynaq birləşməsində vakansiyaların yaranması və paylanması//AzTU, Elmi əsərlər, 2017, №2, s. 7-12
10. Nəbiyev H.N. Şərifov Z.Z. Dirsəkli valların yeyilmiş boyuncuqlarının bərpadan sonra stend sınaqları və deformasiya olunmuş valların düzəldilməsi//Beynəlxalq elmi-texniki jurnal, Maşınşünaslıq, 2017, cild 6, №2, s. 31-33

Həmmüəlliflərlə çap olunmuş işlərdə müəllifin şəxsi iştirakı:

[2,4,6,8] - məsələnin qoyuluşu və aparılmış eksperimentlərdə iştirak, alınmış elmi nəticələrin təhlili;

[3,7,9,10] - məsələnin qoyuluşu, texniki həllərdə iştirak və alınmış nəticələrin əsaslandırılması;

[1,5,8] - həmmüəllifsiz çap olunmuş əsərlər.

Гази Наби оглы Набиев
Разработка процесса восстановления коленчатых валов
вспомогательных двигателей судов посредством
электроконтактной сварки
РЕЗЮМЕ

Диссертационная работа посвящена восстановлению изношенных шеек коленчатых валов вспомогательных дизельных двигателей судов посредством электроконтактной сварки металлического слоя через промежуточной фольги пермаллоя.

Целью диссертационной работы является определение закономерностей соединения металлического слоя на изношенные поверхности шеек коленчатых валов судовых двигателей посредством электроконтактной сварки с использованием промежуточного слоя.

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

Во введении обоснована актуальность темы и проанализирован уровень изученности проблемы. Определены цель и задачи исследований, сформированы научная новизна и практическая ценность работы.

В первой главе проведен литературный обзор по восстановлению изношенных деталей машин и механизмов, в том числе и коленчатых валов судовых дизелей. Установлена необходимость проведения исследований в области восстановления шеек коленчатых валов электроконтактной сваркой.

Во второй главе разработана алгоритм-схема, отражающая последовательность решения поставленной проблемы. Выбрана стандартная машина для электроконтактной сварки металлической ленты к изношенной шейке коленчатого вала через промежуточный слой.. Изучены физико-механические свойства сварного соединения.

В третьей главе проведено математическое планирование экспериментов для восстановления изношенных шеек коленчатых валов вспомогательных дизелей судов. Обсуждены основные закономерности диффузионных процессов при электроконтактной сварке с использованием промежуточного слоя.

В четвертой главе исследовано влияние основных технологических параметров на качество соединений, полученных электроконтактной сваркой с использованием промежуточного слоя пермаллоя.

В пятой главе проведена оценка технико-экономической эффективности разработанной технологии восстановления, изношенных шеек коленчатых валов в условиях судоремонтных предприятий Азербайджанского каспийского морского пароходства.

Hazi Nabi oğlu Nabiyev
Development of the recovery process crankshafts auxiliary engines of ships through the electric welding

SUMMARY

The thesis is devoted to the restoration of worn cheeks crankshafts auxiliary diesel engines of ships through the electric-welding of the metal layer by means of the intermediate foil permalloy.

The aim of the thesis is to determine the laws of connection of the metal layer on to the worn surface of marine engines crankshafts cheeks, consequences electric-welding by means of the intermediate layer between main detail and to be added layer.

The thesis consists of an introduction, five chapters, general conclusions, bibliography and appendices.

In the introduction has been highlighted the urgency of the topic and analyzed the level of the problem. Determined the purpose and task of research, formed the scientific novelty and practical value of the work. In the first chapter of the literature review conducted to restore worn-out parts of machines and mechanisms, including crankshafts of ship auxiliary diesel engines. The necessity of conducting research in the field of restoration of crankshafts cheeks with electro-welding was searched.

In the second chapter, developed an algorithm diagram showing the state of the problem for a given problem. Selected standards for with electro-welding machine for metal strip worn cheek to the crankshaft via the intermediate transfer belt. The physical and mechanical properties of welded joints were studied.

In the third chapter the mathematical planning of experiments to rebuild worn cheeks crankshafts auxiliary diesel engines of ships were studied. Discussed the basic laws of diffusion processes during electric-welding through the intermediate layer.

The fourth chapter the influence of the basic technological parameters to the quality of the compounds prepared by electric-welding through the intermediate foil permalloy has been investigated. In the fifth chapter of an assessment of technical and economic efficiency of the developed technology of restoration of worn cheek crankshafts in a ship-repair enterprises of the Azerbaijan Caspian Shipping Company were implemented.

На правах рукописи

ГАЗИ НАБИ оглы НАБИЕВ

**РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ
КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
СУДОВ ПОСРЕДСТВОМ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ СВАРКИ**

3319.01-Судовая техника

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени доктора философии
по технике**

БАКУ – 2017