

На правах рукописи

АЛИЕВ ЧИНГИЗ МАНСУР ОГЛЫ

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДИЗЕЛЬНЫХ
ДВИГАТЕЛЕЙ НАНЕСЕНИЕМ ПОРИСТЫХ ПОКРЫТИЙ
НА НАРУЖНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ВТУЛОК ЦИЛИНДРОВ

3319.013-«Технология судостроения и судоремонта»

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание ученой степени доктора философии
по технике

БАКУ – 2015

Əlyazması hüququnda

ƏLİYEV ÇİNGİZ MANSUR oğlu

SİLİNDİR OYMAQLARININ XARİCİ SƏTHİNƏ MƏSAMƏLİ
ÖRTÜK ÇƏKMƏKLƏ DİZEL MÜHƏRRİKLƏRİNİN
UZUNÖMÜRLÜLÜYÜNÜN ARTIRILMASI

3319.03 – «Gəmiqayırma və gəmi təmiri texnologiyası»

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq
üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

BAKI-2015



Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasında yerinə yetirilmişdir.

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

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

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

Aparıcı təşkilat: Neftqazəlmütədqiqatlayihə İnstitutu (ARDNŞ)

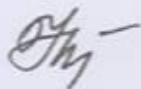
Dissertasiya işinin müdafiəsi 23 sentyabr 2015-ci il tarixində saat 15⁰⁰-da Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının nəzdində fəaliyyət göstərən birdəfəlik dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ1000, Bakı ş., Z.Əliyeva küçəsi, 18

Dissertasiya ilə Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat 10 iyul 2015-ci ildə göndərilmişdir.

Dissertasiya şurasının
elmi katibi, t.e.d. prof.



N.Ş.İsmayılov

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Azərbaycan Xəzər Dəniz Gəmiçiliyinin sürətli inkişafı 2000-ci illərdən başlamışdır. Keyfi yeni gəmilər alınmış, köhnə gəmilər təkmilləşdirilmiş, onların konstruksiyasının, tərkib hissələrinin keyfiyyətinin yüksəldilməsi üçün gəmiqayırma və gəmi təmirinin qabaqcıl dünya təcrübəsi öyrənilmiş və tətbiq edilmişdir.

Gəmiqayırma və gəmi təmiri texnologiyası sahəsində innovasiya işləmələri son illərdə böyük istehsalın səmərəliliyinin artırılmasına yönəldilmişdir.

Məlumdur ki, gəminin ən vacib düyünü, qovşağı və ya komponenti onun mühərrikidir. Gəmi mühərriki ən mürəkkəb və məsul bir aqreqatdır. Mühərrikin texniki vəziyyəti bütövlükdə gəminin iş qabiliyyətini, onun üzvə keyfiyyətlərini, səmərəliliyini, etibarlılığını və ekolojiyini müəyyən edir. Mühərrikin payına bütün imtinaların azı 30%-i, texniki xidmət və təmirin əmək tutumunun isə təxminən 20%-i düşür.

Mühərrikin istismar prosesində – toxunan səthlərin təbii yeyilməsi, əsas sistem və düyünlərin tənzimlənmələrinin pozulması nəticəsində silindrlərin işinin qeyri-bərabərliyi 25-30% artır, səmərəli güc 35% aşağı düşür, yanacaq sərfi 25% artır, digər texniki iqtisadi göstəricilər pisləşir.

İstismar olunmuş silindr oymağının səthlərində məhdud sahədə kifayət qədər dərin boşluqların yaranması müşahidə olunur, onlar adətən çökmüntü izlərinə və ya kavitasiya dağılmalarına malik olurlar. Kavitasiya yeyilməsi prosesi həm neytral mühitlərdə, həm də oksidləşməyən materialların səthində (şüşə, polimerlər və s.) gedə bilər.

Əvvəlcə ayrıca yerləşmiş yaranan boşluqlar sonradan bütöv bir zonaya çevrilir, bəzən isə oymağın divarının tam dağılmasına gətirib çıxarır. İlk dağılmalar sürgüqolunun yellənmə müstəvisində, özü də oymağın sol tərəfində (əgər oymağa dirsəkli valın saat əqrəbi üzrə fırlanması istiqamətində baxsaq) yaranır.

Oymağın yüksək tezlik diapazonunda rəqsləri, ilk növbədə soyuducu mayenin bütövlüyünü pozur və buxar-hava köpüklərinin yaranmasına səbəb olur. Divarətrafi təbəqələrdə köpüklərin partlaması oymağın intensiv dağılmalarına səbəb olur.

Beləliklə, görünür ki, silindr-piston qrupu detallarında əsas aparıcı rollardan biri silindr oymaqlarının üzərinə düşür. Silindr oymaqları əsasən çuqun töküklərindən hazırlanır. Çuqun töküklərin keyfiyyəti

«piston-oymaq» cütündə vacib əhəmiyyətə malikdir. Ona görə də oymaqların istismar müddətinin daha etibarlı artırılması üçün onların özləri keyfiyyətli hazırlanmalı və zəruriyyət varsa onların işçi səthlərinə örtüklər çəkilməlidir.

Tədqiqatın məqsədi silindr oymaqlarının hazırlanmasının və bərpasının mütərəqqi texnologiyalarının işlənməsi əsasında gəmi mühərriklərinin uzunömürlülüyünün artırılmasıdır.

Göstərilən məqsədin həyata keçirilməsi üçün işdə aşağıdakı vəzifələr qarşıya qoyulmuşdur:

- ədəbiyyat mənbələrinin təhlilini aparmaq, silindir oymaqlarının kavitasiya yeyilmələrinə təsir edən amilləri müəyyən etmək, onların mövcud bərpa üsullarını araşdırmaq;

- silindr oymaqlarının töküklərinin keyfiyyətini yüksəltmək üçün mərkəzdənqaçma tökmə üsulunun nəzəri əsaslarının dəqiqləşdirilməsi və yeni tökmə texnologiyasının işlənməsi;

- məsaməli örtük çəkməklə silindr oymaqlarının kavitasiya yeyilməsinin azalmasının nəzəri əsaslandırılması;

- məsaməli örtüyün oymağın xarici səthində formalaşma üsulunun təklif və tədqiq edilməsi;

- kavitasiya təsirindən bərpa olunmuş silindr oymaqlarının kütlə itkisi və istilik ötürmə göstəricilərinin tədqiqi əsasında silindr-piston qrupunun resursuna təsirin qiymətləndirilməsi;

- antikavitasion örtüyün çəkilməsi yolu ilə oymağın təmir üsulunun istifadəsindən alınan iqtisadi səmərənin qiymətləndirilməsi.

Tədqiqat obyektı - məsaməli örtüklər çəkilməsi nəzərdə tutulan silindr oymaqlarının xarici səthlərinin kavitasiya yeyilməsinin qanunauyğunluqlarıdır.

İşin elmi yenilikləri aşağıdakılardan ibarətdir:

- oymaqların kavitasiya yeyilməsindən sıradan çıxmasına görə silindr-piston qrupunun resursunu proqnozlaşdırmağa imkan verən analitik asılılıqlar;

- xarici səthlərinə məsaməli örtüklər çəkilməklə bərpa olunmuş silindr oymaqlarının kavitasiya dözümlülüyünün eksperimental tədqiqatlarının nəticələri;

- xarici səthlərinin kavitasiya yeyilməsi səbəbindən oymaqların kütlə itkisini dəqiqləşdirməyə imkan verən analitik asılılıqlar;

- soyuducu mayenin bütövlüyünün pozulmasının qarşısını alan məsaməli örtüyün xarici səthdə formalaşdırılması yolu ilə oymaqların kavitasiya dözümlülüyünün artırılması üsulu;

- bərpa olunmuş silindr oymaqlarının kavitasiya dözümlülüyünün və onun silindr-piston qrupunun resursuna təsirinin qiymətləndirilməsinin eksperimental tədqiqatlarının nəticələri.

İşin təcrübi əhəmiyyəti oymaqların resursunu artırmağa imkan verən soyuq qazodinamik püskürtmə və elektrik qığılcım emalı metodları ilə silindr oymaqlarının xarici səthlərinə məsaməli örtük çəkməklə bərpa texnologiyalarının işlənməsi və təmir təcrübəsində tətbiqindən ibarətdir.

Tədqiqatların nəticələrinin reallaşdırılması. Xarici səthlərinə antikavitasiya örtükləri çəkilmiş silindr oymaqları olan kiçik gəmi dizel mühərrikləri Xəzər Dəniz Gəmiçiliyində istehsalat sınaqlarından keçmişdir. Stend və istismar sınaqlarının nəticələrinə dair gəmi təmiri və gəmi istismarı şirkətlərindən müvafiq sənədlər alınmışdır.

İşin müzakirəsi. Dissertasiya işinin əsas materialları ADDA-nın professor-müəllim heyətinin illik elmi-texniki konfranslarında (2014-2015), Makarov Dəniz Akademiyası, Litva (Latviya) Dəniz Akademiyasının konfrans və seminarlarında, habelə ADDA-nın "Gəmiqayırma və gəmi təmiri" kafedrasının genişləndirilmiş elmi seminarında məruzə edilmiş və bəyənilmişdir.

Tədqiqatların nəticələrinin dərc olunması. Dissertasiya tədqiqatlarının materialları əsasında 13 məqalə dərc olunmuşdur, onlardan 9-u AAK-ın aparıcı jurnalları siyahısındadır. 4 məqalə xaricdə nəşr olunmuşdur.

Dissertasiyanın strukturu və həcmi. Dissertasiya işi giriş, 5 fəsil, ümumi nəticələr, istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı (262 adda) və əlavələrdən ibarətdir. İş 185 səhifədir, işdə 68 şəkil və 38 cədvəl vardır.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Dissertasiya işinin giriş hissəsində mövzunun aktuallığı və tədqiqat obyektinin seçilməsi əsaslandırılır, tədqiqatın məqsədi və vəsifələri, işin elmi yeniliyi və praktiki əhəmiyyəti, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar şərh edilir, həmçinin nəticələrin tətbiqi vəziyyəti göstərilir.

Birinci fəsildə aparılmış ədəbiyyat icmalı aşağıdakı nəticələrə gəlməyə imkan verir:

Mühərrik gəminin ən mürəkkəb və məsul aqreqatıdır, istismar zamanı nasazlıqların 45%-i onun payına düşür, silindr-piston qrupu detallarının imtinaları isə onların 44%-ni təşkil edir.

Silindr-piston qrupunun iş qabiliyyətini itirməsi detalların formasının dəyişməsi səbəbindən baş verir, bu, onların yeyilmə intensivliyinin artmasının və resursunun azalmasının əsas səbəbidir.

Gəmi dizel mühərrikləri oymaqlarının kavitasiya yeyilmələrinin intensivliyinin xarakterinə və ona təsir imkanlarına dair məlumatlar təcrübə olaraq yoxdur.

Silindr-piston qrupunun iş yüksəldilməsinin mövcud üsulları etibarlılığın lazımı səviyyəsini və təmir olunmuş silindr oymaqlarının məqbul kavitasiya dözümlülüyünü təmin etmir.

Silindr oymaqlarının kavitasiya yeyilməsinin intensivliyinin azaldılmasına yönəlmiş əlavə tədbirlərin görülməsinə ehtiyac vardır.

Beləliklə, tədqiqatların məqsədi silindr oymaqlarının xarici səthində vakuum köpüklərinin yaranmasına mane olan (mayenin bütövlüyünü pozan) məsaməli örtüyün çəkilməsi yolu ilə gəmi dizel mühərriklərinin silindr-piston qrupunun kavitasiya dözümlülüyünün artırılmasıdır.

İkinci fəsildə oymaq töküklərinin mərkəzdənqaçma üsulu ilə alınmasının nəzəri müddəaları verilmiş və tökmə texnologiyasının işlənməsi həyata keçirilmişdir.

Dizel mühərriklərinin silindr oymaqlarının mərkəzdənqaçma üsulu ilə tökülməklə vermikulyar qrafitli sintetik çuqundan alınması daha məqsədəuyğun hesab olunur. Lakin oymaqların mərkəzdənqaçma üsulu ilə alınması üçün prosesin nəzəri müddəalarının dəqiqləşdirilməsinə ehtiyac vardır. Bu məqsədlə mərkəzdənqaçma üsulu ilə çuqun oymaqların tökülməsində hidravlika məsələlərinə yeni yanaşma təklif olunmuşdur.

Mərkəzdənqaçma üsulu ilə tökmədə maye metalın nisbi hərəkəti-tökmə rejimlərinin seçilməsində əsas göstərici kimi qəbul olunmuşdur. Bu məqsədlə qəlibin fırlanmasının bəhran sürətinin hesabı üçün analitik ifadələr dəqiqləşdirilmişdir. Üfüqi istiqamətdə fırlanan qəlibdə metalın uzununa axma hərəkətinin vintvari xətt üzrə getməsi qəbul olunmuşdur.

Mərkəzdənqaçma üsulu ilə oymaqların tökülməsi üçün sintetik çuqunun əridilmə texnologiyası işlənməmişdir. Eksperimentlərin riyazi planlaşdırılması əsasında kimyəvi elementlərin miqdarının çuqunda qəbul olunan qiymətinin intervalı üçün düstur alınmışdır. Sintetik çuqunun alınması üçün şixtə materialları kimi polad və çuqun qırıntıları, istehsalat

tullantıları, çuqun yonqarı, ferroərintilər və ЭГ-0 markalı qrafit elektrod sınıqlarının ovuntusu istifadə olunmuşdur.

Alınmış sintetik çuqunun tərkibi, struktur və xassələri tədqiq olunmuşdur. Mərkəzdənqaçma üsulu ilə tökülmüş sintetik çuqunun karbon ekvivalenti və möhkəmlik həddi arasında asılılıq müəyyən edilmişdir. Bu asılılıq $C_{ekv} = 3,5 \div 4,0$ intervalında olduqda çuqunun darıltmada möhkəmlik həddi $\sigma_d \approx 240 \div 320 \text{ MPa}$ arasında dəyişir.

Şixtədə polad qırıntısı miqdarının, karbon ekvivalenti qiymətinin, modifisirlmə şəraitinin sintetik boz çuqunun struktur və xassələrinə təsiri tədqiq olunmuşdur. Oymaqların tökmə texnologiyasının işlənməsi üçün mərkəzdənqaçma maşınının tipi (üfüqi mərkəzdənqaçma maşını), töküyün hazırlanma prosesi, qəlibdə istilik qoruyucu qat müəyyənləşdirilmiş və texnoloji rejimlər seçilmişdir.

Sintetik çuqundan mərkəzdənqaçma üsulu ilə alınmış töküklərin istismar xassələri, o cümlədən korroziyaya və yeyilməyə dözümlülüyü, müxtəlif temperaturalarda zərbə özlülüyü, möhkəmlik və plastiklik xassələri, odadözümlülüyü tədqiq olunmuşdur. Oymaqların vermikulyar qrafitli sintetik çuqundan hazırlanma imkanları öyrənilmiş və istehsalata tətbiq üçün tövsiyə olunmuşdur.

Sintetik çuqunun kimyəvi analizinin nəticələri göstərmişdir ki, təcrübə əritmələrdə Si/C nisbəti ənənəvi 0,5-0,6-dən 0,7-0,9-a çatmışdır. Bununla yanaşı $C_{ekv} = 0,18-1,0$ intervalında saxlanılmış, Si+C isə 4,8-5,2% olmuşdur. Mn-in çuqunda miqdarı 0,2-0,44% artmışdır. Göstərilən amillər çuqunun xırda lövhəli qrafitli alınmasını və karbidlərin əmələ gəlməməsinə təmin edir. Mn-in əhəmiyyətli artımı isə çuqunda ferritin əmələ gəlməsinə mane olur. Mexaniki sınaqların nəticələri göstərmişdir ki, təcrübə çuqunların möhkəmlik xassələri də yüksəlmişdir: $\sigma_d = 220-320 \text{ MPa}$; HB=1800-2400 MPa (cədvəl 1)

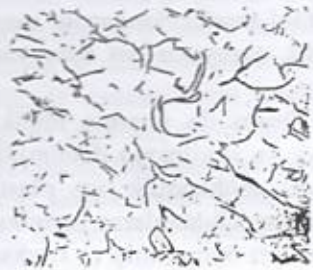
Çuqunların mikrostrukturunun analizi göstərir ki, prototip boz çuqundan (şək. 1) fərqli olaraq bu çuqunda qrafit nazik lövhə birləşmələri ($\Gamma_{\phi 9}$) şəklindədir, onların narınlığı 40-100 mkm təşkil edir. Perlitinin narınlığı isə 0,1-0,2 mkm olmuşdur. Perlitin daha narın ölçüləri mikrobərkliyin 2500-2800 MPa-dək artımını təmin etmişdir (şək. 2).

Təcrübə çuqunların sıxlığı 7,0-7,2-dən 7,3-7,35 q/sm³-a qədər artmışdır. Buna səbəb qrafit və perlitin dispersiyi, modifikatorların təsiri, habelə çuqunun ifrat qızdırılması və şixtəyə polad qırıntısının əlavə olunmasıdır.

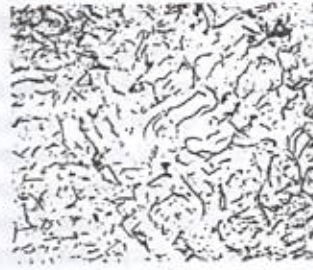
Cədvəl 1

Oymaqlar üçün təcrübi boz çuqunların tərkibi və xassələri

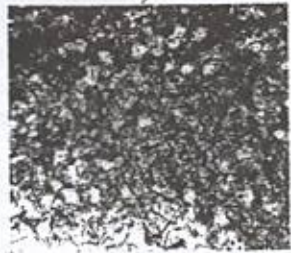
№	Elementlərin miqdarı, %								Xassələri			
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Si/C	σ_B , MPa	HB, MPa	γ , q/sm ³	$C_{\text{əkv}}$
1	3,4	0,6	2,4	0,1	0,06	0,15	0,1	0,7	200	1700	7,05	1,0
2	3,2	1,1	2,4	0,06	0,04	0,25	0,18	0,75	270	2290	7,30	0,9
3	3,1	0,94	2,17	0,04	0,03	0,21	0,15	0,7	320	2410	7,32	0,9
4	3,03	0,98	2,17	0,06	0,03	0,2	0,19	0,71	280	2410	7,35	0,85
5	3,1	0,82	1,74	0,05	0,32	0,2	0,18	0,6	320	2290	7,33	0,8



a)



a)



b)



b)

Şəkil 1. Boz çuqunun mikrostrukturunu (x100):
a-qrafitin forması; b- metallik əsas

Şəkil 2. Sintetik çuqunun mikrostrukturunu (x100):
a-qrafitin forması; b- metallik əsas

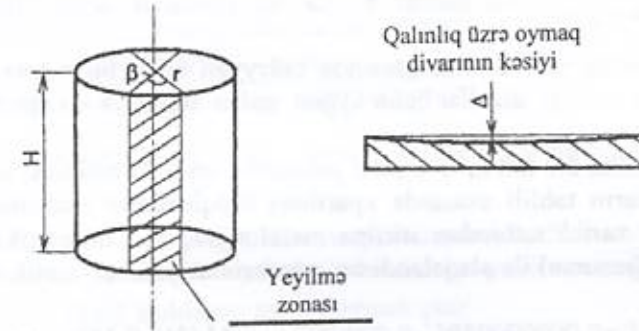
Üçüncü fəsilə dizel mühərriklərinin silindr oymaqlarının kavitasiya yeyilməsinin nəzəri və eksperimental əsaslandırılması həyata keçirilmişdir.

İstismar zamanı dizel mühərriklərinin silindr oymaqlarının kütlə itkisi qiymətləndirilmiş, iş prosesində silindrik qabıqların rəqslərinin

formaları, onlarda mayenin axma və axmaması halları üçün modellər qurulmuş və bu modellər kavitasiya yeyilmə zonasını təsvir etməyə imkan vermişdir.

İntegral yeyilmə göstəricisinə uyğun olaraq titrəyiş kavitasiyasında oymaqların dözümlülüyünün qiymətləndirilməsi həyata keçirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, kavitasiya yeyilməsinin başlanması ayrı-ayrı dağılma ocaqlarının yaranması ilə müşayiət olunur. Kavitasiya yeyilməsi şəraitində mühərrikin qalıq resursu üçün analitik ifadə alınmışdır.

İntegral yeyilmə göstəricisi əsasında titrəyiş kavitasiyasında oymaqların dözümlülüyünün qiymətləndirilməsi aşağıdakı sxem üzrə aparılmışdır (şək.3).



Şəkil 3. Kavitation yeyilmənin təsirinə məruz qalan oymağın xarici səthinin sahəsinin hesabat sxemi

Bu zaman mühərrikin qaçışından asılı olaraq kavitasiya yeyilməsi prosesində 8DP30/50 gəmi dizelinin silindr oymağının divarından «qopardılmış» hissələr şək.4-də göstərilmişdir.

Oymağın divarının kavitasiya yeyilməsi əsasən pistonun yerdəyişmə zonalarında təzahür edir (sxemdə β - yeyilmə sektorunu müəyyən edən bucaqdır, rad.), onun simmetriya oxu dirsəkli valın oxuna paralel yerləşmişdir; bu zaman oymağın xarici divarının qalınlığının Δ kəmiyyəti qədər azalması müşahidə olunur. Məhz bu Δ kəmiyyətini «eroziya dərinliyinin dəyişməsi h_e » xarakteristikasının əvəzinə istifadə etmək təklif olunur.

Yeyilmiş sahəni S aşağıdakı düstur üzrə hesablamaq olar (pistonun yerdəyişmə zonalarında oymağın oxu boyunca kavitasiya yeyilməsi zonalarının simmetrikiyi nəzərə alınmaqla):

$$S = 2 \int_0^{\beta} r \cdot H \cdot d\beta = 2rH\beta, \quad (1)$$

burada r – oymağın radiusudur (xarici səthi üzrə), m;

H – oymağın yeyilmiş sahəsinin aşağıdan yuxarı sərhədinədək hündürlüyüdür, m;

Öz növbəsində, kavitasiya yeyilməsinin həcmi V belə təyin olunur:

$$V = 2 \beta r H \Delta, \quad (2)$$

burada $\Delta = \frac{V}{2\beta r H}$, bu zaman V , hər bir mühərrik üçün fərdi olaraq

eksperimental məlumatlar əsasında müəyyən edilə bilər, yaxud da bir neçə qrup analoji dizellər üçün uyğun gələn funksiya ilə aproksimasiya edilə bilər.

Statistika 8.0 tətbiqi proqram paketinin istifadə edilməsi ilə statistik məlumatların təhlili əsasında aparılmış tədqiqatların nəticələrinə görə oymağın xarici səthindən itirilən metalın həcmi mühərrikin xidmət müddəti (resursu) ilə əlaqələndirən aproksimasiyaedici tənlik alınmışdır (şəkl.4):

$$V = 0,000000059L^4 - 0,000088L^3 + 0,0343L^2 - 0,33L, \quad (3)$$

burada L – mühərrikin xidmət müddəti və ya resursudur.

Onda aşağıdakı düsturla Δ -nı tapırıq:

$$\Delta = (0,000000059L^4 - 0,000088L^3 + 0,0343L^2 - 0,33L) / (2\beta r H) \quad (4)$$

Fərz etsək ki, mühərrikin resursu L (min saat) istismar müddəti t_{ist} ilə $t_{ist} \approx L/20$ asılılığı ilə bağlıdır, onda alarıq:

$$\Delta = (0,00944t_{ist}^4 - 0,704t_{ist}^3 + 13,72t_{ist}^2 - 6,6t_{ist}) / (2\beta r H). \quad (5)$$

$V_{yey.}$ - yeyilmə sürəti üçün ifadəni almaqdan ötrü (3) ifadəsini diferensiallaşdırmaq lazımdır:

$$V_{yey.} = (0,03776t^3 - 2,112t^2 + 27,44t - 6,6) / (2\beta r H) \quad (6)$$

İndi isə t -ni tərsinə, yəni L -ilə əvəz etsək alarıq:

$$V_{yey.} = (0,00000472L^3 - 0,00528L^2 + 1,372L - 6,6) / (2\beta r H) \quad (7)$$

Onda oymağın uzunömürlülüyünün düsturu bu şəkildə yazıla bilər:

$$T = \frac{[\Delta]}{V_{yey.}} + \tau_{ak} = \frac{(0,000000059L^4 - 0,000088L^3 + 0,0343L^2 - 0,33L)}{(0,00000472L^3 - 0,000528L^2 + 1,372L - 6,6)} + \tau_{ak}, \quad (8)$$

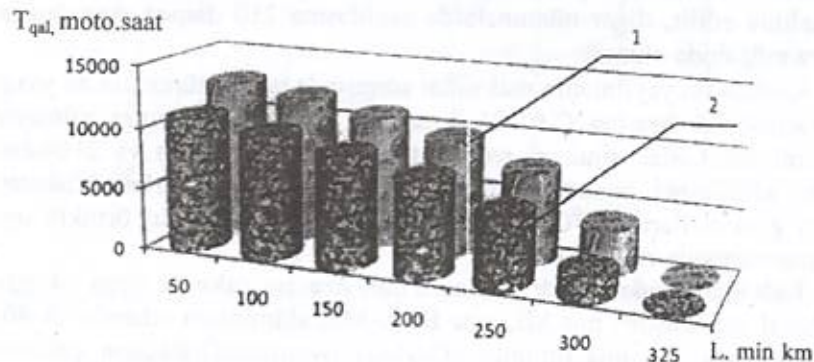
burada $\tau_{ak} = 150000$ moto saat-seriyalı mühərriklər, $\tau_{ak} = 325000$ moto saat-məsaməli antikavitasion örtüklər çəkilməmiş oymaqları olan mühərriklər üçündür.

Nəzərə alsaq ki, Xəzərdə üzən orta tutumlu dizel mühərrikli gəmilərin əsaslı təmirədək xidmət müddəti orta hesabla təxminən 200.000 saat təşkil edir və bu təqribən 10 min motosaata uyğun gəlir, onda mühərrikin qalıq resursu üçün aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$T_{qal} = 10000 - \xi \cdot \frac{(0,000000059L^4 - 0,000088L^3 + 0,0343L^2 - 0,33L)}{(0,00000472L^3 - 0,00528L^2 + 1,372L - 6,6)} + \tau_{ak}, \quad (9)$$

burada ξ – eksperimental yolla alınmış ölçüsüz əmsallar (8DP30/50 mühərrikləri üçün $\xi = 500$ götürülür).

Beləliklə, şəkl. 4-də gərginliklər amplitudundan istifadə etməklə və istismar prosesində silindr oymağının kavitasiya yeyilməsi nəzərə alınmaqla, $T_{qal} = f(L)$ asılılığını təqdim etmək olar.



Şəkil 4. Gəmi dizel mühərrikinin qalıq resursunun istismar müddətindən hesablanmış asılılıqları:

1- məsaməli antikavitasion örtükləri çəkilməmiş oymaqlarla təchiz olunmuş mühərriklərin istismarı; 2- seriyalı mühərriklərin istismarı

Oymaqların kavitasiya yeyilməsini müəyyənləşdirmək və onun qarşısını almaq üçün tədqiqatların proqramı və ümumi strukturu işlənmişdir. Kavitasiya yeyilməsinin tədqiq metodikasının ümumi sxemi qurulmuşdur. Yeyilməni sürətləndirmək üçün ultrasəs vannasından istifadə tövsiyə olunur.

Kavitasiya yeyilməsinin qarşısını almaq üçün oymaqların səthinə məsaməli örtüklərin çəkilməsi məqsədəuyğun sayılmışdır. Bu məqsədlə örtük tərkibləri seçilmiş və onların çəkilməsi üçün aşağıdakı iki metod tövsiyə olunmuşdur: elektroqıyılma emalın köməyiylə örtüklərin çəkilməsi və qazodinamik tozlandırma ilə örtüklərin çəkilməsi. Üzərinə hər iki üsul ilə örtük çəkilmiş oymaqlar istismar sınaqlarına uğradılmışdır. Sınaqlar dizel mühərrikləri üçün qəbul edilmiş standart metodika üzrə aparılmışdır.

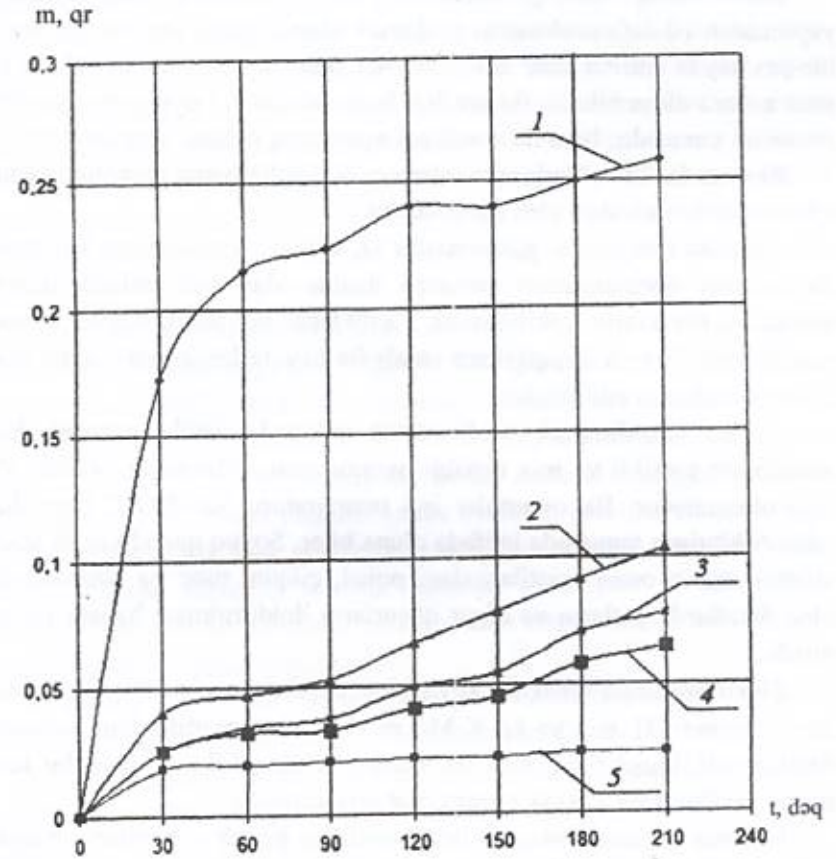
Dördüncü fəsildə silindr oymaqlarının kavitasion dözümlülüyünün eksperimental tədqiqatları aparılmışdır. Aparılan tədqiqatlar əsasında aşağıdakı nəticələrə gəlmək olar.

Ən yaxşı antikavitasion örtük elektroqıyılma emal ilə çəkilən Bp-K-Mu tuncdur, bu örtük kavitasion yeyilməni 9,1- 14,9 dəfə azaltmağa imkan verir. A-80-13 ovuntusundan olan örtük kavitasion yeyilməni 2,5-4,5 dəfə, C-01-01 ovuntusundan olan örtük 3,3-6,7 dəfə, M1 mis örtük isə 4,0-6,8 dəfə azaltmağa imkan verir. Bu zaman üzərinə tunc çəkilmiş nümunənin yeyilmə prosesinin sabitləşməsi 25-30 dəqiqədən sonra müşahidə edilir, digər nümunələrdə sabitləşmə 210 dəqiqə sınaqlardan sonra müşahidə olunur.

Kavitasion yeyilmənin maksimal zonasında istilikötürmənin ən yaxşı göstəricilərini üzərinə C-01-01 ovuntusu çəkilmiş oymaqlar nümayiş etdirmişdir. Onlar minimal temperaturun artması ($0,5^{\circ}\text{C}$) və 210s-dən sonra sabitləşmə zonasının mövcudluğu ilə səciyyələnirlər. Nisbətən aşağı göstəriciləri ($0,5^{\circ}\text{C}$ həddində) M1 mis və Bp-K-Mu örtüklü oymaqlar nümayiş etdirmişdir.

Tədqiqat işində silindr oymaqlarının üzərinə çəkmək üçün 4 növ material seçilmişdir: mis M1, tunc Bp-K-Mu, alüminium tutumlu A-80-13 ovuntusu və mis tutumlu C-01-01 ovuntusu. Örtüklərin çəkilmə üsulları kimi elektroqıyılma emal (EQE) və soyuq qazodinamik əritmədən (SQDƏ) (şək. 5) istifadə olunur. Örtük çəkildikdən sonra nümunələr ultrasəs vannasında yerləşdirilir və 210 dəq. müddətində 22kHs

tezlikli titrəmənin təsirinə məruz qalmışdır Kavitasiyalı yeyilmə sınaqlarının nəticələri şək.5-də göstərilir.



Şəkil 5. USV-də kavitasion yeyilmə prosesində nümunələrin kütlələrinin dəyişməsinin nəticələri:

- 1- ilkin örtüksüz nümunə; 2-A-80-13 ovuntu çəkilmiş nümunə;
- 2- 3- C-01-01 ovuntu çəkilmiş nümunə; 4- M1 mis çəkilmiş nümunə; 5- Bp-K-Mu tunc çəkilmiş nümunə

Şəkil 5-dən görünür ki, ən yaxşı antikavitasion örtük elektroqıfılcım emal ilə çəkilən Bp-K-Mu markalı tuncdur.

Əlavə olaraq o faktı göstərmək olar ki, dizel mühərrikində kavitasion yeyilmənin 10 dəfə azalmasını gözləmək olmaz, çünki yeyilmə prosesinə bir çox sayda amillər təsir edir. USV-də sınaqlar aparıldıqda onların hamısı nəzərə alın bilmir. Bu amillər həm müsbət rol oynayaraq yeyilmə prosesini yavaşdır, həm də mənfi rol oynayaraq prosesi sürətləndirir.

Beşinci fəsildə silindr oymaqlarının iki üsulla bərpa texnologiyasının işlənməsinin nəticələri şərh olunmuşdur.

Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, silindr oymaqlarının kavitasion dağılmadan qorunmasının səmərəli üsullarından biri onların üzərinə məsaməli örtüklərin çəkilməsidir. Örtüklərin iki üsulla-soyuq qazodinamik üsulla və elektroqıfılcım emalı ilə həyata keçirilməsi daha məqsəduyğun hesab edilmişdir.

Soyuq qazodinamik üsulla örtük çəkmədə örtük materialı kimi alüminium tərkibli və mis tərkibli ovuntu materiallarından istifadə tövsiyə olunmuşdur. Bu ovuntular işçi temperaturu 600-800°C olan dizel mühərriklərinin təmirində istifadə oluna bilər. Soyuq qazodinamik üsulla alüminium və onun ərintilərindən, polad, çuqun, tunc və bürünclərdən olan detallarda çatların və digər qüsurların doldurulması həyata keçirilmişdir.

Elektroqıfılcım emal ilə kavitasion dağılmaya məruz qalmış detalların üzərinə M1 mis və Bp-K-Mu markalı tunc məftillərdən məsaməli örtüklər çəkilmişdir. Bu üsul ilə üzərinə örtük çəkilmiş oymaqlar kavitasiya yeyilməsinə yüksək müqavimət göstərmişdir.

İstismar zamanı məsaməli örtük çəkilmiş silindr oymaqları ilə təchiz olunmuş dizel mühərriklərinin əsas göstəriciləri müəyyən olunmuşdur. Bu məqsədlə silindr-piston qrupunun detallarının vəziyyətinə nəzarətin diaqnostikası aparılmışdır. Diaqnostika sökülməyən metodlarla həyata keçirilmişdir. Aparılmış diaqnostikanın nəticələri dizel mühərrikinin qalıq resursunu müəyyən etməyə imkan verir. Silindr-piston qrupunun qovuşan səthinin qalıq ehtiyatının təyini üçün analitik ifadə alınmışdır.

ÜMUMİ NƏTİCƏLƏR

1. Ədəbiyyat mənbələrinin və yerinə yetirilmiş tədqiqatların təhlili əsasında müəyyən edilmişdir ki, gəmi dizel mühərriklərinin bütün imtinalarının 40%-i silindr-piston qrupu detallarının payına düşür, imtinaların 10-12%-i silindr oymaqlarının xarici səthinin kavitasion yeyilməsilə əlaqədardır. Silindr oymaqları gəmi dizel mühərriklərinin məsul hissəsi olub, ağır istismar şəraitində işləyir. Onların hazırlanma və bərpa texnologiyalarının təkmilləşdirilməsi və mənimsənilməsi mühüm elmi və təcrübə əhəmiyyət kəsb edir. Silindr oymaqlarının xarici səthinin hazırda məlum olan bərpa üsulları kifayət qədər yeyilməyə dözümlülüyü təmin etmir.

2. Tərəfimizdən işlənmiş mütərəqqi çuqun əritmə və mərkəzdənqaçma tökmə texnologiyaları C425, C430 markalı sintetik boz çuqunlardan yüksək keyfiyyətli oymaq tökükləri istehsal etməyə imkan verir.

Gəmi dizel mühərriklərinin silindr oymaqlarının mərkəzdənqaçma üsulu ilə tökmə texnologiyasında hidravlika məsələlərinə yeni yanaşma təklif olunmuşdur. Maye metalın qəlibə nisbətən hərəkəti tökmə rejimlərinin seçilməsində əsas göstərici kimi qəbul olunmuş, qəlibin fırlanmasının böhran sürətinin analitik ifadələri alınmışdır. Üfüqi fırlanan qəlibdə maye metalın fırlanma oxu boyunca axma hərəkətinin vintvari xətt üzrə getməsi qəbul olunmuşdur.

Aparılmış sənaye və istismar sınaqları mərkəzdənqaçma üsulu ilə alınmış oymaqların yeyilməyə daha davamlı olduğunu təsdiq etmişdir.

3. Silindr oymaqlarının üfüqi şpindelli mərkəzdənqaçma maşınında sintetik çuqundan tökülməsinin texnoloji parametrlərinin eksperimentlərinin riyazi planlaşdırılma ilə optimallaşdırılması aparılmışdır. Sintetik çuqunun tərkibində kimyəvi elementlərin miqdarının hesablanması üçün riyazi ifadə alınmışdır. C425 və C430 markalı sintetik çuqunun alınması üçün şixtə materialları kimi polad və çuqun qırıntıları, istehsalat tullantıları, çuqun yonqarı, ferroərintilər və elektrod qrafit sınıqlarının ovuntusu tövsiyə olunmuşdur.

4. Nəzəri tədqiqatların nəticələri əsasında kavitasion yeyilmədə asılı olaraq silindr oymaqlarının resursunu proqnozlaşdırmağa imkan

verən analitik ifadələr alınmışdır. Bu halda qalıq resurs üzrə nəzəri alınmış qiymətlərlə eksperimental məlumatlar arasında uyğunsuzluq 11,9% olmuşdur.

5. Ultrasəs vannasından istifadə etməklə örtüklərin kavitasion dözümlüünün eksperimental tədqiqatları göstərmişdir ki, kavitasion yeyilməyə məruz edilən səthə Бр-К-Мц markalı tuncun və М1 markalı misin elektroqıyıcım üsulu ilə çəkilməsi kütlə itkisini uyğun olaraq 9,1-14,9 və 4,0-6,8 dəfə, А80-30, S-01-01 markalı ovuntuların qazodinamik püskürdölməsində isə 6,3 dəfə azaltmağa imkan verir.

6. Müəyyən edilmişdir ki, istilikötürməyə görə ən yaxşı göstəricilərə temperaturun ən kiçik artımını ($0,5^{\circ}\text{C}$) təmin edən, stabilləşmə zonası yaradan soyuq qazodinamik püskürtmə metodu ilə С-01-01 ovuntusu çəkilmiş səth malikdir. Məqbul temperatur göstəricilərinə elektroqıyıcım emalı ilə Бр-К-Мц və М1 örtükləri çəkilmiş səthlər malik olmuşdur.

7. Xarici səthinə elektroqıyıcım emalı (Бр-К-Мц tuncu) və soyuq qazodinamik püskürtmə metodları ilə (С-01-01 mis ovuntusu) kavitasion yeyilmənin azalmasını təmin edən metal örtükləri çəkməklə silindr oymaqlarının bərpasının mükəmməl texnoloji prosesləri işlənmişdir.

8. İstismar tədqiqatları gəmi dizel mühərriklərinin silindr oymaqlarının xarici divarına antikavitasion örtüklərin çəkilməsi üzrə təklif olunmuş texnologiyanın yüksək səmərəliliyini təsdiq etmişdir, seriyalı mühərriklərlə müqayisədə hesabi resurs ~20%-dək yüksəlmişdir.

DƏRC OLUNMUŞ İŞLƏR

1. Aliyev Ch.M. Effekt of cavitation deterioration on hermeticity of combustion chamber of diesel engines // Journal of maritime transport and engineering, Latviya, 2014, Volume 3, № 2, p.11-16.
2. Əliyev Ç.M. Gəmi dizel mühərrikləri hissələrinin imtina səbəbləri // ADDA-nın Elmi Əsərləri, 2014, № 2, s.5-8.
3. Алиев Ч.М. Нанесение антикавитационных покрытий на гильзы цилиндров судовых дизельных двигателей / Труды межвузовской научно-технической конференции «Морские технологии 2014г.», г. Севастополь, 24-25 сентября, с.104-106.
4. Şərifov Z.Z., Əliyev Ç.M. Silindr gilizlərinin töküklərinin istehsal texnologiyasının işlənməsi // AzTU-nun Elmi Əsərləri, 2014, № 1, s.161-168.
5. Алиев Ч.М. Методика эксплуатационных испытаний дизельных двигателей с гильзами, имеющими антика-витационные покрытия // Вестник государственного университета морского и речного флота им. Адмирала Макарова», 2014 г, Санкт-Петербург, Россия, Выпуск № 6 (28), с.84-88.
6. Əliyev Ç.M. Dizel mühərriklərinin çuqundan giliz töküklərinin istismar xassələrinin tədqiqi // AzTU, Maşınşünaslıq jurnalı, 2014, № 2, s.56-61.
7. Əliyev Ç.M. Dizel mühərrikləri silindr gilizlərinin vermikulyar qrafitli çuqundan hazırlanma imkanlarının tədqiqi // Ali məktəblər arası elmi-texniki jurnal "Nəzəri və tətbiqi mexanika", 2014, № 3/4 (35 – 36), s.108-111.
8. Şərifov Z.Z., Əliyev Ç.M. Kavitasion yeyilmənin silindr gilizinin deformasiyasına və antikavitasion örtüklərin gilizin divarlarının yeyilməsinə təsiri // AzTU-nun elmi əsərləri. 2014, № 3, s.75-82
9. Əliyev Ç.M. Neft təsərrüfatında istismar olunan dizel mühərriklərinin silindr gilizlərinə qoyulan tələbatlar və onların istehsal texnologiyaları // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, 2015, № 1, s.35-38.
10. Шарифов З.З., Алиев Ч.М. Определение долговечности гильз судового дизеля с антикавитационными покрытиями // «Годишник» Технический Университет, Болгария, г. Варна, 2015, с.238-245.

11. Əliyev Ç.M. Yüksək kavitasiya dözümlülüyünə malik materialların gəmi mühərriklərinin silindr gilizləri üçün seçilməsi // ADDA-nın Elmi Əsərləri, 2015, № 1, s.5-8.
12. Əliyev Ç.M. İstismar zamanı silindr gilizlərinin kütlə itkisinin qiymətləndirilməsi // Milli Aviasiya Akademiyasının "Elmi məcmuələr", 2015, № 1, s.25-32.
13. Əliyev Ç.M., Yadigarov T.A. Azərbaycanın xarici-iqtisadi əlaqələr sistemində dəniz nəqliyyatının rolu // ADDA-nın Elmi əsərləri, 2015, № 1, s.129-134.
14. Əliyev Ç.M., Abbasov E.O. Dəniz naviqasiyasının texniki vasitələri // Bakı, ADDA – 2014, 207 s.
15. Əliyev Ç.M., Abbasov E.O. Dəniz astronomiyasından praktiki məsələlər // Bakı, ADDA – 2015, 214 s.

Həmmüəlliflərlə çap olunmuş işlərdə müəlliflərin şəxsi iştirakı:

[4, 8, 10]-məsələnin qoyuluşu və aparılmış eksperimentlərdə iştirak, alınmış elmi nəticələrin təhlili;

[13-15]-məsələnin qoyuluşu, texniki həllərdə iştirak və alınmış nəticələrin əsaslandırılması;

[1-3, 5-7, 9, 11, 12]-həmmüəllifsiz çap olunmuş əsərlər.



АЛИЕВ ЧИНГИЗ МАНСУР ОГЛЫ

Повышение долговечности дизельных двигателей нанесением пористых покрытий на наружную поверхность втулок цилиндров

РЕЗЮМЕ

Диссертационная работа посвящена разработке технологии центробежного литья чугунных втулок цилиндров судовых дизельных двигателей и повышению долговечности этих втулок путем нанесения пористых покрытий на их наружную поверхность.

Целью диссертационной работы является повышение долговечности дизельных двигателей на основе разработки современных технологий изготовления и восстановления втулок цилиндров

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

Во введении представлены цель и задачи научных исследований, обоснованы актуальность темы и необходимость проведения исследований.

В первой главе дан критический анализ существующих технологических процессов литья втулок цилиндров дизельных двигателей, определены причины их отказа.

Во второй главе разработана технология получения отливок втулок цилиндров из синтетического чугуна центробежным литьем. Исследована технология плавки синтетического чугуна с вермикулярным графитом, а также определены состав, структура и свойства такого чугуна.

В третьей главе представлено теоретическое и экспериментальное обоснование причин кавитационного износа втулок цилиндров дизельных двигателей. Показаны пути снижения их кавитационного износа путем нанесения на рабочую поверхность втулок пористого покрытия методами электроискровой обработки и холодного газодинамического напыления.

В четвертой главе проведены экспериментальные исследования кавитационной стойкости втулок цилиндров. Изучено влияние пористого покрытия на кавитационный износ и температуру стенок втулок.

В пятой главе представлен механизм формирования пористых покрытий на поверхности втулок цилиндров и определены основные показатели дизеля при эксплуатации.

ALIYEV CHINGHIZ MANSOUR OGLU

Increase of durability of diesel engines drawing porous coverings on an external surface of plugs of cylinders

SUMMARY

Dissertation work is devoted to development of technology of centrifugal molding of pig-iron plugs of cylinders of ship diesel engines and increase of durability of these plugs by drawing porous coverings on their external surface.

Whole dissertation work increase of durability of diesel engines on the basis of a razabotka modern manufacturing techniques and restoration of plugs of cylinders is

Dissertation work consists of introduction, five heads, the general conclusions, the list of the used literature and the appendix.

In introduction the purpose and problems of scientific researches are presented, relevance of a subject and need of carrying out researches is proved.

In chapter 1 the critical analysis of the existing technological processes of molding of plugs of cylinders of the diesel engines defined the reasons of their refusal is given.

In chapter 2 the technology of receiving castings of plugs of cylinders from synthetic cast iron is developed by centrifugal molding. The technology of smelting of synthetic cast iron with vermikulyarny graphite is investigated, and also the structure, structure and properties of such cast iron are defined.

In a chapter 3 theoretical and experimental justification of cavitation wear of plugs of cylinders of diesel engines is presented. Ways of decrease in their cavitation wear by drawing on a working surface of plugs of a porous covering are shown by methods of elektroiskrevo processing and a cold gasdynamic dusting.

In chapter 4 pilot studies of cavitation firmness of plugs of cylinders are conducted. Influence of a porous covering on cavitation wear and temperature of walls of plugs is studied.

In a chapter 5 the mechanism of formation of porous coverings on a surface of plugs of cylinders is presented and the main indicators of the diesel at operation are defined.

Format 60x84 $\frac{1}{16}$. Sifariş №30.
Kağız əla növ. Tiraj 100 nüsxə.

Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının mətbəəsi