

SİLİNDİR OYMAQLARINDA KAVİTASIYA AŞINMALARININ STEND SINAQLARI

İsmayilov N.Ş., Xankişiyev İ.A., Məmmədov E.D., Orucov F.S., İsmayilov A.R.

“Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası” PHŞ
AZ1000, Bakı şəh., Z.Əliyeva küç, 18
E-mail: nizism@mail.ru

Xülasə. Tədqiqatlar silindr oymaqlarının yeyilmə sürətinin qiymətləndirilməsinə həsr olunmuşdur. Gəmi dizelinin silindr oymağında yeyilmənin ölçmə nəticələri təhlil olunmuşdur. Yuxarı kəmərlərində oymağın yeyilməsinin orta hesabı qiyməti, real orta yeyilməsi, yeyilmənin orta sürəti müəyyən olunmuşdur. Silindr oymaqlarının möhkəmləndirilməsinin lazer texnologiyası standart metodika üzrə aparılmışdır. Təyin olunmuşdur ki, lazer texnoloji kompleksinin silindr oymaqlarının daxili səthinin emalında tətbiq olunması texniki-iqtisadi səmərə vəd edir.

Lazer möhkəmləndirilməsinin seçilmiş rejimləri ilə 64PH36/45 mühərrikinin silindr oymaqları emal olunmuşdur. Oymaqlar “Dağıstan” teploxoduna və köməkçi mühərrikli sınaq stendinə qoyulmuşdur. Teploxoda qoyulmuş oymaqlar üç naviqasiya (6000 saat) işləmiş və aparılan texniki baxışda qüsurlar aşkar edilməmişdir. Natur sınaqları göstərmişdir ki, lazerlə emal olunmuş oymaqların yeyilməyə davamlılığı 1,5-1,6 dəfə yüksək olur. Sınaq stendində eksperimental oymaqlar 1000 saat işlədikdən sonra aparılan texniki baxış göstərmişdir ki, oymaqların yeyilməsi normativ qiymətlər həddində dəyişir.

Abstract. Despite the significant work and research carried out today, it was not possible to ensure the standard resource of the cylinder liners of marine diesel engines. The reason for this is: the low quality of the casting blanks produced in disposable molds and centrifugal methods, as well as the lack of reliable methods of hardening the surface layer of the bushings. Therefore, increasing the wear resistance of cylinder liners is an urgent problem and is of scientific and practical importance.

The aim of the work is to improve the technology of manufacturing marine cylinder liners for internal combustion engines based on the strengthening of their working surface by laser treatment. Analysis of hardening technologies of ship cylinder liners; determination of the main causes of wear and failure of cylinder liners; scientific substantiation of hardening of bushings made in one-time and centrifugal forms; assessment of processes occurring in the surface layer of gray cast iron bushings during laser hardening; determination of rational parameters of laser processing of cylinder liners and preparation of recommendations for ship repair and ship building enterprises.

The expediency of hardening by laser treatment of the surface of the cylinder liners of marine diesel engines has been substantiated. The effect of laser processing of bushings on the structures and physical and mechanical properties of gray cast iron has been studied. The influence of technological factors of processing on the structures and properties in the surface layer of the bushings has been determined. The technology of manufacturing cylinder liners for medium-speed marine diesel engines has been improved.

Аннотация. Несмотря проведению значительных работ и исследований сегодня не удалось обеспечить нормативного ресурса цилиндровых втулок судовых дизелей. Причиной тому являются: низкое качество литейных заготовок, производимых в разовых формах и центробежным способом, а также отсутствие надежных способов упрочнение поверхностного слоя втулок. Поэтому повышение износостойкости цилиндровых втулок является актуальной проблемой и имеет научное и практическое значение.

Целью работы является совершенствование технологии изготовления судовых цилиндровых втулок двигателей внутреннего сгорания на основе упрочнения их рабочей поверхности лазерной обработкой. Анализ упрочняющих технологий судовых цилиндровых втулок; определение основных причин износа и отказов цилиндровых втулок; научное обоснование упрочнения втулок изготовленных в разовых и центробежных формах; оценка процессов, происходящих в поверхностном слое втулок из серого чугуна при лазерном упрочнении; определение рациональных параметров лазерной обработки цилиндровых втулок и подготовка рекомендаций для судоремонтных и судостроительных предприятий.

Обоснована целесообразность упрочнения лазерной обработкой поверхности цилиндровых втулок судовых дизелей. Изучено влияние лазерной обработки втулок на структуры и механические свойства серого чугуна. Определено влияние технологических факторов обработки на структуры и свойства в поверхностном слое втулок. Совершенствована технология изготовления цилиндровых втулок среднеоборотных судовых дизелей.

Açar sözlər: *silindr oymaqları, kavitasiya aşınmaları, lazer texnologiyası, stend sınaqları*

Ключевые слова: *цилиндровые втулки, кавитационные разрушения, лазерная технология, стендовые испытания*

Key words: *cylinder bushings, cavitation fractures, laser technology, bench tests*

Giriş. Gəmi dizellərinin mürəkkəb istismar şəraiti hissələrin yüksək yeyilməsinə səbəb olur, bu isə ehtiyat hissələrinə böyük tələbat yaradır və buna uyğun olaraq gəmi təmirinə daha çox vəsaitin xərclənməsinə gətirib çıxarır. Müxtəlif tip və modifikasiyalı daxiyanma mühərriklərinin istismarı (DYM) gəmi təmiri müəssisələrinin anbarlarında mühərriklərin ehtiyat hissələrinin böyük ehtiyatlarını saxlamaq zərurətini şərtləndirir. Belə ehtiyat hissələrinin dəyəri gəmilərin balans dəyərinin 15%-dək təşkil edir.

Gəmi mühərriklərinin istismar təcrübəsi göstərir ki, cari və orta təmirlərin aparılma müddətləri silindr piston qrupu (SPQ) detallarının texniki vəziyyətindən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. SPQ-nin daha çox yüklənmiş və bahalı detallarından biri silindr oymağıdır (SO), onun işçi səthinin yeyilməsi mühərrikin işinin təmir arası dövrünü müəyyən edir. Gəmi dizelləri silindr oymaqlarının istismar xarakteristikaları və iş qabı liyyətinə irəli sürülən yüksək tələbləri hazırda möhkəmləndirilməmiş halda istifadə olunan oymaqlar ödəmir, onların resursunun artırılmasına ciddi ehtiyac vardır (1,2).

Oymaqların möhkəmləndirilməsinin kifayət qədər sayda üsulları mövcuddur: xromlaşdırma, azotlama, izotermik tablama və s. Lakin texnoloji proseslərin əmək tutumu, mexaniki emala optimal payların verilmə zərurəti bu metodların səmərəli istifadəsini məhdudlaşdırır. Maşın hissələri və mexanizmlərinin möhkəmləndirilməsi, onların hazırlanması, eləcə də təmir prosesində etibarlılığının yüksəldilməsinin fundamental problemlərinə bir sıra tanınmış alimlərin elmi əsərləri həsr olunmuşdur: D.N.Qarkuna, A.N.Qavrilov, İ.V.Kraqelskiy, İ.A.Mişin, M.K.Ovsiyannikov, L.İ.Poqodayev, A.P.Semenov, M.M.Tonenbaum, Y.N.Svetkov. Maşın və mexanizmlərin etibarlılığının artırılması ilə əlaqədar problemlərin həllinə həmçinin A.B.Astaşkeviç, O.A.Borçevskiy, V.N.Dubnyakov, A.P. Yermakov, U.Y.Yejov, Y.Q.Kulik, Y.İ.Matveev, H.S.Molotsova, A.P.Pimoçenko, Y.B.Sumerkina və b. elmi əsərləri həsr olunmuşdur (3,4).

Əhəmiyyətli işlərin görülməsinə və tədqiqatların aparılmasına baxmayaraq, hələ bu günədək resursunu normativ qiymətlərə qədər artırmağa imkan verən ortadövlü mühərriklərin (ODM) oymaqlarının etibarlı möhkəmləndirilməsinin istehsal texnologiyaları mövcud deyildir. Ona görə də silindr oymaqlarının yeyilməyə davamlılığının artırılması problemi hələ də aktualıq kəsb edir (5,6).

Orta dövlü gəmi mühərriki 64PH36/45 silindr oymaqları təcrübə oymaqlar hazırlanmışdır. Eksperimental silindr oymaqları sınaq stendinə qoyulmuşdur, detalların işləmə müddəti 840 saat təşkil etmişdir. Zığ və Bibiheybət gəmi təmiri zavodlarında dizel mühərrikləri ehtiyat hissələrinin möhkəmləndirilməsi sahəsi yaratmaq təklif olunmuşdur. Gəmi dizelləri silindr oymaqlarının möhkəmləndirilməsi metodlarının təhlili əsasında oymaqların resursunun artırılması istiqamətləri

müəyyən olunmuşdur. Lazer texnologiyası və avadanlıqlarının tətbiqi xüsusiyyətlərinin araşdırılması nəticəsində silindr oymaqlarının lazer emalı texnologiyasının vəzifələri göstərilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, müasir dövrdə uzun ömürlü və yüksək səmərəli maşın və mexanizmlərin yaradılmasında mütərəqqi möhkəmləndirmə və bərpa texnologiyaları olmadan keçinmək mümkün deyildir.

Silindr oymaqlarının möhkəmləndirilməsinin mükəmməl texnologiyasının hazırda aparıcı müəssisələrdə olmaması gəmi dizellərinin resursunun azalması, etibarlığının aşağı düşməsi, ehtiyat hissələrinə tələbatın atmasının əsas səbəbləridir və nəticədə dizellərin təmirinin əməktutumu xeyli artmışdır. Bu cür aktual məsələlərin həlli riyazi statistika qanunlarının tətbiqilə tədqiqatların artırılmasını, sonradan kompüterdə emal edilməklə müasir avadanlıqlarda aparılmış eksperimentlərin nəticələrinin emalı ilə mümkündür. Müəyyən olunmuşdur ki, hazırda silindr oymaqlarının resursu normativ qiymətlərdən əhəmiyyətli dərəcədə aşağıdır və bununla əlaqədar gəmi təmiri müəssisələrində ehtiyat hissələrinə tələbat daim artır. Silindr oymaqlarının aşağı resursunun əsas səbəbi, xüsusən ağır yanacaqlarda işləməsi zamanı işçi səthlərin böyük yeyilməsidir. Buna səbəb isə elektrokimyəvi korroziya, ərp əmələgəlmə və intensiv çöküntülərin yaranmasıdır. Diametr üzrə oymaqların daxili işçi səthlərinin yeyilməsi orta hesabla 0,9...1,2 mm təşkil edir.

Müəyyən olunmuşdur ki, gəmi dizelləri silindr oymaqlarının möhkəmləndirilməsinin müasir üsullarından texnoloji və istismar xarakteristikalarına görə daha məqsədəuyğunluğunu lazer emalı hesab oluna bilər. Bir sıra xarici ölkələrdə silindr oymaqlarının lazerlə möhkəmləndirilməsi avtomobil və teplovoz mühərrikləri oymaqlarının hazırlanmasında istifadə olunmuşdur. Gəmi mühərrikləri detalları, xüsusilə silindr-piston qrupu detallarının lazer emalı ilə möhkəmləndirilməsinə dair sistemli tədqiqatlar indiyədək aparılmamışdır. Orta sürətli gəmi dizel mühərrikləri silindr oymaqlarının möhkəmləndirilməsi üçün analoqlarına işçi xarakteristikalarına görə uduzmayan CO₂ lazerini istifadə etmək məsləhət görülmüşdür.

Tədqiqatların metod və vasitələri. Tədqiqat obyekti kimi gəmi dizeli silindr oymaqlarının materialının struktur və keyfiyyət xarakteristikaları öyrənilmişdir. Metallqrafik tədqiqatlar Neofolt-32, MIM-8M və PƏM-200 mikroskoplarında aparılmışdır. Mikrostrukturun faza analizi ДРОН-1 rentgen difraktometri və nüvə-qamma-rezonans analizatorunda (NQR) aparılmışdır. Spektrlər çoxkanallı LP-4840 analizatorunda qeydə alınmışdır.

Yeyilməyə dözümlülüyün qiymətləndirilməsi üçün nümunələr ПИМТ-3 markalı bərklik ölçəndə 1N yüklənmədə 10 mm/dəq. sürətlə hərəkətə gətirilmişdir. Şliflərə silindrin tərəflərinə müxtəlif bucaqlar altında cızıqlar çəkilmişdir. Tribotexniki sınaqlar 2070 CMT-1 sürtünmə maşınında disk-kolodka sxemi üzrə aparılmışdır. Qalınlığı 10 və diametri 50 mm olan disklər ŞÇ25 markalı boz çuqundan qum-gil və mərkəzdənqaçma qalibində hazırlanmışdır. Kontreçisim qismində 6Ч3Н 36/45 ortadövrü mühərrikin porşen həlqələrindən hazırlanmış nümunələr istifadə olunmuşdur.

Kolodkanın disklə təmas sahəsi 100 mm² olmuşdur. Disklərin səthi Ra=0,63...0,8 mkm, kolodkanın isə Ra=1,25...1,6 mkm kələ-kötürlüyə malik olmuşdur. Sürtünən səthlərin kələ-kötürlüyünə 201 markalı profilometrlə nəzarət edilmişdir. Sürtünmə əmsalı induksiya vericisi vasitəsilə qeydə alınmış və КСН-4 elektron potensiometri ilə yazılmışdır. Sürtünən cütlərin yeyilməyə dözümlülüyə sınaqları kontakt zonasına sulu-yağlı emulsiyanın verilməsi ilə aparılmışdır. Yeyilmənin intensivliyi kriteriyası qismində nümunələrin kütləsinin azalması qəbul edilmişdir. Nümunələrin kütlə itkisi 10⁻⁴ q dəqiqliklə BAP-200 markalı analitik tərəzidə təyin olunmuşdur.

Eksperimentlər və nəticələrin müzakirəsi. Nümunələrin lazer emalı gücü 1700Vt olan "Kometa-2" markalı qurğuda aparılmışdır. Lazer şüasının yerdəyişməsinin xətti sürəti və şüalanma gücü V=4,5...10mm/s, P - 500...1700Vt həddində dəyişmişdir. Lazer emalına uğradılmış nümunələrin işçi səthlərində eni 2...12mm və addımı 2...5mm intervalında, emal olunan səthin oxuna 0, 30, 45 və 90⁰ bucaq altında yerləşmiş möhkəmlənmiş zolaqlar müşahidə olunmuşdur. Sınaqdan əvvəl nümunələr 150⁰C-də 2 saat müddətində M10B₂ yağı ilə hopdurulmuş, sonra isə B-70 benzinində

yuyulmuş və 120°C -də 10 dəq. ərzində quru dulmaqla otaq temperaturunadək soyudulmuşdur Sınaq nümunələri 10 dəq. ərzində ilkin olaraq 800N yük altında 0,2m/s sürətlə işlədilmişdir..

İkinci mərhələdə sınaqlar M10B₂ yağlayıcısını sürtünmə zonasına nasosun köməyiylə damcı üsulu ilə verilməklə aparılmışdır. Hər bir sürtünmə cütünün sınaqları 0,2m/s sürüşmə sürəti və diskret dəyişən 800-1200N xüsusi yüklə aparılmışdır. Sürtünmə cütü kimi silindr oymağı (adi SÇ25 və lazer emalına uğradılmış SÇ25) və porşen həlqəsi götürülmüşdür. Sınaqlarda nümunələrə göstərilən təzyiq müntəzəm olaraq apdırılmışdır: ilkin olaraq 10 dəq ərzində 800N yükləmədə 0,2m/s sürətlə uyuşma aparılmışdır. Sonra kontakt zonasına yağın verilməsi dayandırılmış və proses quru sürtünmə mərhələsinə adlanmışdır. $6500 \cdot 10^2$ dövrədən sonra yükləmə 1000N-dək artırılmışdır.

Sınaqların son mərhələsində nümunələrin yüklənməsi 1200 N-a qədər artırılmışdır. Bu yük altında nümunələr sürtünən səthlərin ilişmə anınadək sınaq edilmişlər. Sürtünmə momentinin kəskin artması ilə cızıqlanma qeydə alınmış və bundan sonra sınaqlar dayandırılmışdır. Beləliklə, ilkin laborator tədqiqatlarla müəyyən olunmuşdur ki, lazer emalın dan sonra silindr oymaqlarının səth qatlarının bərkliyi HV1000...1200 kq/mm² intervalında olur. Buna səbəb silindrin güzgü səthində austenit-martensit-karbidli strukturun üstün mövqelərə malik olmasıdır.

Göstərilmişdir ki, yeyilmə şəraitində işləyən detalların resursunu artırmaq üçün səth qatlarının strukturunu detalların hazırlanması və istismar şəraitinin birgə təhlili əsasında seçmək lazımdır. Boz çuqunun tərkibində daimi aşqar kimi iştirak edən elementlərin çuqunun fiziki-mexaniki xassələrinə təsirinə sinergetik yanaşma tətbiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, əvvəla, silindr oymaqları istehsal etmək üçün boz çuqun tökükləri alarkən çuqunda kükürd və fosfor kimi zərərli elementlərin miqdarını maksimum azaltmaq lazımdır. İkincisi, lazer emalına uğradılan boz çuqun silindr oymaqlarını xüsusi kimyəvi tərkibdə hazırlamaq lazımdır: 2,9...3,3% C; 1,3...1,6% Si; 1,0...1,3% Mn; 0,3...0,5% Cr; $P < 0,2\%$; $S < 0,1\%$. Sonrakı tədqiqatlarda lazer emalı rejimləri və boz çuqunun xassələri arasında qarşılıqlı əlaqələr öyrənilmişdir. C425 markalı qum-gil qəliblərdə və mərkəzdənqaçma üsulu ilə hazırlanmış silindr oymaqlarının lazerlə möhkəmləndirilməsinin müxtəlif rejimləri aprobeasiya edilmişdir. Lazer emalının oymağın materialına təsirinin qiymətləndirilmə meyarları kimi: səth qatları üzrə mikrobərkliyin dəyişməsi (HV), tablanma dərinliyi (h) və yeyilmə intensivliyi (W) götürülmüşdür.

Müəyyən olunmuşdur ki, mikrobərkliyin (HV) dəyişməsi əsasən lazer şüa sının gücündən (P) asılıdır. Lazerin gücünü 700-dən 1700Vt-dək artırıdıda səthin mikrobərkliyi HV 750-dək (qum-gil qəlibə tökmə) artır. Mikrobərkliyin maksimal qiyməti (HV 900) mərkəzdənqaçma ilə tökülmüş oymaqlar üçün $P=1700\text{Vt}$ olduqda alınır. Qum-gil qəliblərdə alınmış çuqunlarda 0,12 mm dərinlikdə $P=700\text{Vt}$ olduqda mikrobərklik cüzi dəyişir. Bu, lazer emalının yüksək sürəti və strukturu dəyişmək üçün aşağı gücü ilə izah olunur.

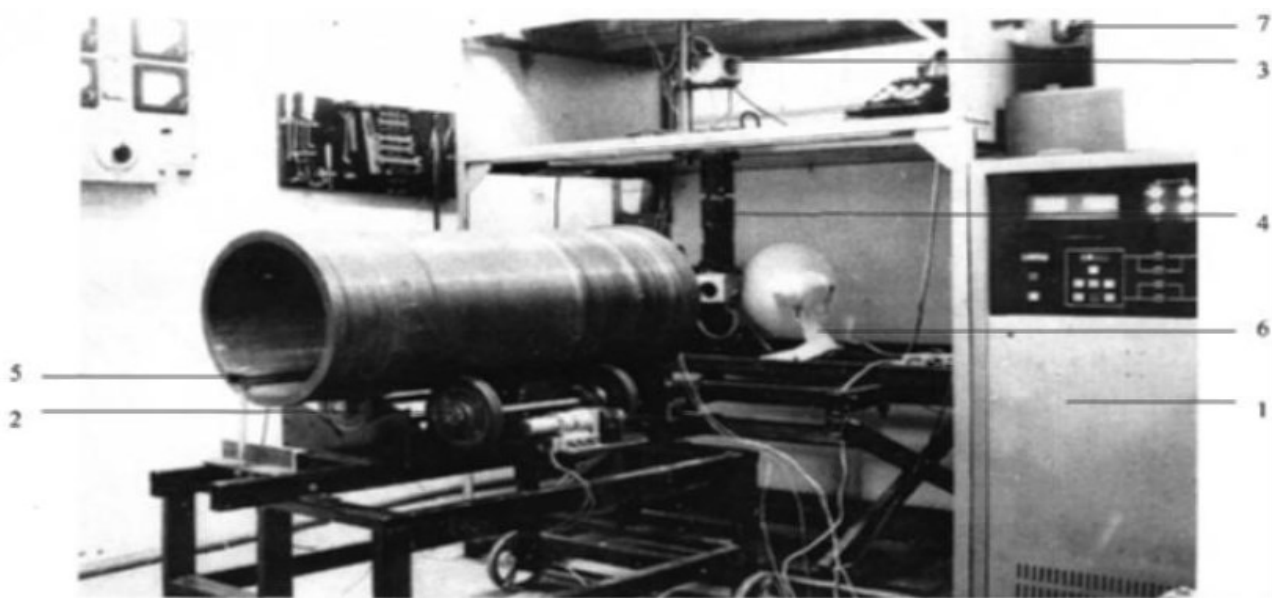
Müəyyən olunmuşdur ki, lazer emalının rejimləri lazer təsiri zonalarının dərinliyi və eninə birbaşa təsirə malikdir. Lazer şüasının gücünün artırılması ilə termiki möhkəmlənmə zonasının eni və dərinliyi artır. Lazer emalının gücünün müxtəlif üsullarla alınmış boz çuqunların möhkəmləndirilmiş zonasının dərinliyinə təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, gücün dəyişməsi daha böyük təsiri mərkəzdənqaçma üsulu ilə alınmış oymaqlara göstərir. Belə ki, çuqunun ərimə zonası (mərkəzdənqaçma tökməsi) $P > 700\text{Vt}$ olduqda müşahidə olunur, eyni zamanda qum-gil qəliblərə tökülmüş çuqunlarda belə zona $P = 800...900\text{Vt}$ olduqda yaranır.

Lazer şüasının gücünü 900...1700Vt-dək intervalda qaldırıdıda mərkəzdənqaçma çuqun oymaqlarda lazer möhkəmlənməsinin dərinliyi 2 mm-dək artır, qum-gil qəliblərdə hazırlanmış oymaqlarda bu göstərici 1,6 mm təşkil edir. Çuqunun möhkəmlənmiş zonasının dərinliyi üzrə mikrobərkliyin paylanma xarakteri təhlil olunmuşdur. Lazer emalının gücü 520...1700Vt olduqda dərinlik üzrə mikrobərkliyin azalmasının ümumi qanunauyğunluğu müşahidə olunur. $P = 1280\text{Vt}$ olduqda lazer emalı zonasının səthində mikrobərkliyin müşahidə olunan azalması münasibdir, çünki materialın uyuşma prosesi daha az vaxt ərzində baş verəcəkdir.

Bu zaman lazer emalından sonra silindr oymaqlarının „uyuşma” əməliyyatının əmək tutumu azalır. Uyuşmadan sonra kontakt səthlərində 0,05...0,07mm dərinlikdə mikrobərklik $HV = 800$ kq/mm²-dək artır, bu qatda yüksək yeyilməyə davamlı mikrostrukturun formalaşması gedir. Bu qalınlıqda xırdadənəli sementit birləşmələri ilə austenit-martensit sahələri müşahidə olunur. Sınaqlar zamanı nümunələr lazerin gücü $P=520...1700Vt$ və sürət $V=10mm/s$ olduqda möhkəmləndirilmişdir. Torpaq qəliblərdə alınmış çuqun oymaqların lazer emalının dərinliyini artırmaq üçün qrafit birləşmələrinin ölçüsü 95 mkm-dən az, onların faizlə miqdarı isə maksimal olmalıdır. Perlitin ölçüləri və miqdarı da lazer emalının dərinliyinə eyni cür təsirə malikdir. Perlitin ölçüləri 0,9 mkm-dək və onun miqdarı 88%-dən çox olduqda lazer emalının dərinliyi artır.

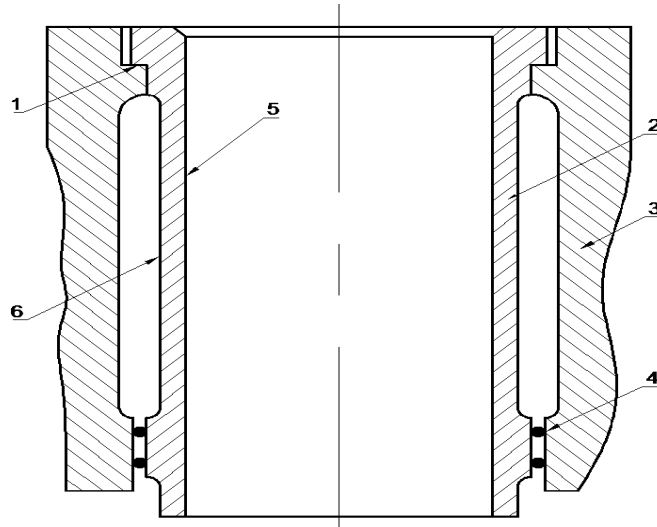
Mərkəzdənqaçma tökmə üsulu ilə alınmış çuqunlarda qrafit birləşmələrinin böyüməsilə lazer emalının dərinliyinin azacıq artımı baş verir. Qrafitin faizlə miqdarının artması isə tərs mütənəşib asılılığa tabe olur. Lazer emalının dərinliyini artırmaq üçün perlitin maksimal miqdarı və minimum ölçülərini əldə etmək zəruridir. Qrafitin ölçüsü və perlitin miqdarının yeyilməyə təsir xarakteri qumgil və mərkəzdənqaçma qəliblərində hazırlanan oymaqlar üçün eyni qanunauyğunluğa malikdir. Qrafitin ölçüsü 100mkm və miqdarı 90%-dək olduqda çuqunun yeyilməyə davamlılığı azalır. Qrafit 100-110 mkm ölçüdə və perlit 90...92% olduqda maksimal yeyilmə müşahidə olunur. Odur ki, yeyilməni azaltmaq üçün perlitin maksimal və qrafiti 110...130 mkm olan struktur əldə etmək lazımdır.

Tədqiqat nəticələri göstərmişdir ki, oymaqların minimal yeyilməsinə nail olmaq üçün lazer şüasının gücü $P=1000...1300Vt$, sürət $V = 5...8mm/s$ intervalında olmalıdır, bu halda mikrobərklik $HV 800...900$ kq/mm² həddində alınır. Belə mikrobərklik çuqun oymaqların maksimal yeyilməyə davamlılığını təmin edir. Gəmi dizəlləri silindr oymaqlarının lazerlə möhkəmləndirilməsi xüsusi texnoloji kompleksdə yerinə yetirilmişdir (şəkil 1). Lazer qurğusu (1), oymaqları fırlatmaq üçün ləvazimat (2), şüanı nəql etmə sistemi (3,4), fokuslayan quruluş (5), ventilyator (6) və siyirtmədən (7) ibarətdir. Şüanı nəql etmək üçün optik sistem onu fokuslama qurğusuna çatdırmağa imkan verir, sonuncu isə şüanı oymağın daxili səthinə istiqamətləndirir.



Şəkil 1. Lazer texnoloji qurğusu

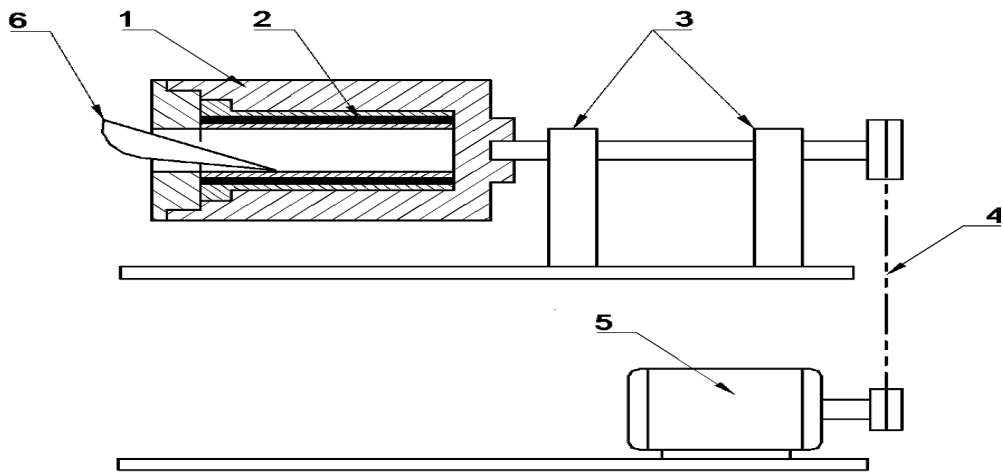
Gəmi dizel mühərriklərində istilik mübadiləsi proseslərinin effektivliyinin artırılması üçün blokda yerləşmə sxemi (şəkil 2) əsasında oymağın istismar şəraiti təhlil olunmuşdur.



Şəkil 2. Silindr oymağının mühərrikin blokunda quraşdırılma vəziyyəti:
1- dayaq bortu; 2- silindr oymağı; 3- silindr bloku; 4- kpləşdirici araqaqları;
5- güzgü səthi; 6- soyutma səthi

Silindr oymağını bimetallik tökmə üsulu ilə hazırlamaq təklif olunmuşdur: xarici qat – azkarbonlu tökmə poladı, aralıq qat – termoizolyator, daxili qatı – modifikasiya edilmiş boz çuqun. Bimetallik silindr oymaqlarının hazırlanma texnologiyası belə təsvir edilir (şəkil 3). Əvvəlcə fırlanan metal qəlibə 25Л (ГОСТ 997-98) markalı azkarbonlu maye polad tökülür. Kristallaşma başladıqdan sonra polad pəstahın daxili səthinə pulverizatorla sirkon qumundan ibarət 0,3..0,4mm qalınlığında nazik termoizolyator qatı çəkilir. Sonra qəlibə lazımi qalınlıqda maye çuqun tökülür. Oymağın divarının termiki müqavimətinin artırılması temperatur basqısının artmasına gətirib çıxarır. Bu, istilikverən divarın temperaturu dəyişməz olduqda, istiliyi qəbul edən divarın temperaturunun artması hesabına baş verir.

Beləliklə, soyutmaya verilən istilik miqdarı və istilik mübadiləsinin digər faktorları sabit olduqda termiki müqavimətin artırılması silindrin səthləri arasında istilikötürmənin bərabərliyi təmin edilir. Bu işə mühərrikin effektiv f.i.ə. artmasına gətirib çıxarır və təklif edilən konstruktiv həllər və onların additiv texnoloji reallaşdırılmasının müsbət nəticəsinə dəlalət edir.



Şəkil 3. Bimetallik oymağın mərkəzdənqaçma tökmə sxemi:
1- metal qəlib; 2 - tökmə pəstah; 3 – yastıq dayaqqları; 4 - mexaniki ötürmə;
5 - elektrik mühərriki; 6 – novça

Nəticə. Beləliklə, tədqiqatlar silindr oymaqlarının resursunun artırılmasının qiymətləndirilməsinə həsr olunmuşdur. “Akademik Tofiq İsmayılov” gəmisində dizelin silindr oymağında yeyilmənin ölçmə nəticələri təhlil olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, yuxarı kəmər rayonunda oymağın yeyilməsinin orta hesabı qiyməti 0,126mm, real orta yeyilməsi isə 0,136mm, yeyilmənin orta sürəti isə 6,8mkm/saat təşkil edir. Silindr oymaqlarının möhkəmləndirilməsinin lazer texnologiyasının tətbiqinin iqtisadi səmərəsinin hesablanması standart metodika üzrə aparılmışdır. Texniki-iqtisadi hesablamalarla təyin olunmuşdur ki, lazer texnoloji kompleksin silindr oymaqlarının daxili səthinin emalında tətbiq olunmasından əldə olunan iqtisadi səmərə 100 oymaq üçün resurs 50% artdıqda 47390 man, 100% artdıqda isə 188.325 man təşkil edir.

Lazer möhkəmləndirilməsinin seçilmiş rejimləri ilə 64PH36/45 mühərrikinin silindr oymaqları emal olunmuşdur. Oymaqlar “Dağıstan” teploxoduna sınaq stendinə qoyulmuşdur. Teploxoda qoyulmuş oymaqlar üç naviqasiya (6000 saat) işləmiş və aparılan texniki baxışda qüsurlar aşkar edilməmişdir. Natur sınaqları göstərmişdir ki, lazerlə emal olunmuş oymaqların yeyilməyə davamlılığı 1,5-1,6 dəfə yüksəkdir. Sınaq stendində eksperimental oymaqlar 1000 saat işlədikdən sonra aparılan texniki baxış göstərmişdir ki, oymaqların yeyilməsi normativ qiymətlər həddində dəyişir.

Ədəbiyyat

1. Провотар А.Г., Дорохов А.Ф. Исмаилов А.Р. Минимизация потерь мощности на преодоление сил трения судовых ДВС / Вестник Астраханского Государственного Технического Университета, 2015, №2, с. 30-36
2. Исмаилов А.Р., Исмаилов Н.Ш. Особенности технологии дефектации цилиндрических втулок судовых дизелей // “Dəniz nəqliyyatında innovativ texnologiyalar” X Beynəlxalq elmi-texniki konfransın materialları, ADDA, 2015, №1, s. 33-35
3. İsmayılov A.R., İsmayılov N.Ş. Gəmi mühərriklərində silindr oymaqlarının imtinalarının xüsusiyyətləri / ADDA, Elmi Əsərlər, 2015, №2, с. 30-36
4. İsmayılov A.R., İsmayılov N.Ş., Məmmədov E.D. Silindr oymaqlarının hazırlanma üsullarının xüsusiyyətləri / ADDA, Elmi Əsərlər, 2016, №2, s.18-20
5. Исмаилов А.Р., Исмаилов Н.Ш., Мамедов Э.Д. Повышение эффективности процессов теплообмена судовых двигателей путем получения биметаллических цилиндрических втулок / Науковий вісник Херсонської Державної Морської Академії, Херсон, 2016, № 2 (15), с. 20-24
6. İsmayılov N.Ş., Sadıqov V.B., Xankişiyev İ.A., İsmayılov A.R. Gəmi silindr oymaqlarının lazerlə emalında səth qatında çuqunun struktur və xassələrinin dəyişməsi / ADDA, Elmi Əsərlər, 2020, №1, s. 12-17

Məqalə qəbul olunub: 25.09.23
Təvsiyə edib: prof. Məmmədov A.T.