

UDC 23660-79

DOI 10.52171/herald.291

Study of the Camshaft Feed of an Internal Combustion Engine

A.G. Huseynov, A.F. Kerimov

Azerbaijan Technical University (Baku, Azerbaijan)

For correspondence:

Azad Kerimov / e-mail: azad.kerimov@aztu.edu.az

Abstract

The article examines the factors affecting the wear of camshafts of internal combustion engines during operation, provides information on measures to reduce and eliminate them, and discusses the measurement technique and the results of wear of the camshaft cam, which is the object of the study. As is known, the camshaft, as one of the main parts of the gas distribution mechanism, has a direct impact on the synchronous operation of the engine, fuel consumption and environmental pollution. Its failure is considered an operation that requires an expensive repair process. Studying the wear of the camshaft is important for targeted determination of the volume of strengthening and restoration work, as well as for the correct determination of the cause of its failure.

Keywords: camshaft, wear, repair, rise height, cam wear.

Submitted 9 June 2025

Published 22 September 2025

For citation:

A.G. Huseynov, A.F. Kerimov

[Study of the Camshaft Feed of an Internal Combustion Engine]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2025, vol. 17 (3), pp. 35-46

Daxili yanma mühərrikiinin paylayıcı valinin yeyilməsinin öyrənilməsi

Ə.G. Hüseynov, A.F. Kərimov

Azərbaycan Texniki Universiteti (Bakı, Azərbaycan)

Xülasə

Məqalədə daxili yanma mühərriklərinin paylayıcı vallarının istismarı dövründə yeyilməsinə təsir göstərən amillər araşdırılaraq, onların azaldılması və aradan qaldırılması tədbirləri haqqında məlumat verilərək tədqiqat obyekti olan paylayıcı valın yumrucuqlarının yeyilməsinin ölçülmə metodikası və nəticələrindən bəhs edilmişdir. Bildiyimiz kimi qazpaylayıcı val qazpaylama mexanizminin əsas hissələrindən biri olaraq mühərrikin sinxron işləməsi, yanacaq sərfiyyatı və ətraf mühitin çirklənməsinə birbaşa təsir göstərir. Onun sıradan çıxması bahalı təmir prosesi tələb edən əməliyyat hesab olunur. Paylayıcı valın möhkəmləndirmə və bərpa işlərinin məqsədyönlü müəyyən olunmasına görə yeyilməsinin öyrənilməsi onun sıradan çıxma səbəbinin düzgün təyin edilməsi üçün vacibdir.

Açar sözlər: paylayıcı val, yeyilmə, təmir, qalxma hündürlüyü, yumrucuğun yeyilməsi.

Изучение износа распределительного вала двигателя внутреннего сгорания

А.Г. Гусейнов, А.Ф. Керимов

Азербайджанский технический университет (Баку, Азербайджан)

Аннотация

В статье рассматриваются факторы, влияющие на износ распределительных валов двигателей внутреннего сгорания в процессе эксплуатации, приводятся сведения о мерах по их снижению и устранению, а также обсуждаются методика измерения и результаты износа кулачка распределительного вала, являющегося объектом исследования. Как известно, распределительный вал, как одна из основных деталей газораспределительного механизма, оказывает непосредственное влияние на синхронную работу двигателя, расход топлива и загрязнение окружающей среды. Его выход из строя считается операцией, требующей дорогостоящего процесса ремонта. Изучение износа распределительного вала имеет важное значение для целенаправленного определения объема упрочняющих и восстановительных работ, а также для правильного определения причины его выхода из строя.

Ключевые слова: распределительный вал, износ, ремонт, высота подъема, износ кулачка.

Giriş

Daxili yanma mühərriklərinin (DYM) etibarlılığı onu təşkil edən mexanizm, düyün və hissələrin etibarlılıq göstəricilərindən asılıdır. DYM-ni təşkil edən mexanizmlərdən biri qazpaylayıcı mexanizmdir (QPM) ki, onun etibarlılığı əsasən paylayıcı valın texniki vəziyyətindən asılıdır [1-3]. Paylayıcı val DYM-nin istismar göstəricilərinə təsir göstərən əsas hissədir. Paylayıcı valın nasaz vəziyyətə düşməsinə əsas səbəblər kimi onun deformasiyasını, dayaq boyuncuqlarının və yumrucuqlarının yeyilməsini göstərmək olar. Yumrucuqların yeyilməsinə yağlama prosesinin müxtəlif səbəblərdən düzgün olmaması, mühərrikin həddən artıq qızması və uzun müddət istismar olunması səbəb ola bilər. Yağlamanın düzgün olmamasına səbəb yağın keyfiyyətinin pis olması, yağ kanalında tıxac yaranması, yağ səviyyəsinin normadan az olması və s. amillər təsir göstərir [4-5].

İşin məqsədi

Məqalədə DYM-nin QPM-nin paylayıcı vallarının yumrucuqlarının yeyilməsinin analizi və onların təhlilidir.

Tədqiqat obyekti – DYM-nin QPM-nin paylayıcı valının yumrucuqlarıdır.

Avadanlıq – KamAZ-740 markalı yük avtomobilinin daxili yanma mühərrikinin paylayıcı valı; ПБМ-500 qurğusu; böyüdücü şüşə; DÜİST 4381-80 üzrə MP-50 modelli mikrometr; DÜİST 577-68 üzrə saat tipli indiqator.

Paylayıcı valın texniki tələblərinin ədəbiyyat araşdırması

Paylayıcı valın pəstahı isti ştamplama ilə 18XГT markalı poladdan hazırlanır. Materialın kimyəvi tərkibi cədvəl 1-də verilmişdir. Paylayıcı val əsasən – dayaq boyuncuqları (klapanların yaratdığı əks qüvvələri dəf etmək və silindrlər başlığında balanslaşaraq yığılmasını təmin etmək üçün beş ədəd dayaq boyuncuğu var), giriş və çıxış yumrucuqları, paylayıcı dişli çarx üçün pillə, işkil yuvası və mərkəzi dəşiklərindən ibarətdir [2].

Sementləşdirmədən sonra dayaq boyuncuqları və yumrucuqların səthləri yüksək tezlikli cərəyanlarla bərkidilir. Boyuncuqların və yumrucuqların səthləri dəqiq mexaniki emal olunur: pardaxlanır, cilalanır və sonra fosfatlanır.

İkinci, üçüncü və dördüncü boyuncuqların səthlərinin birinci və beşinci boyuncuqların oxuna nisbi vurması 0,025 mm-dən çox olmamalıdır. Dayaq boyuncuqlarının silindriklikdən meyllənməsi 0,005 mm, birinci və beşinci boyuncuqların səthinə nisbətən bütün yumrucuqların paralellikdən meyllənməsi 0,05 mm-dən çox olmamalıdır [1-6].

Əvəzedici material kimi 30XГT, 25XГT, 12XH3A, 12X2H4A, 20XH2M, 14XГCH2MA markalı poladlardan hazırlana bilər. Paylayıcı val dəyişən qüvvə və zərbə yüklərin təsirinə altında işləyə bilmə qabiliyyətini artırmaq üçün onun sürtünən səthlərinin sementlənməsi aparılır [6-8].

Cədvəl 1 - 18XГT markalı poladın kimyəvi tərkibi %-lə

Table 1 – 18XГT chemical composition of alloyed steel %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	Ti	Cu	N	W	Fe
0,17-0,23	0,17-0,37	0,8-1,1	<0,035	<0,035	1-1,3	<0,11	<0,03	<0,05	0,03-0,09	<0,3	<0,012	<0,2	əsas

Ədəbiyyat araşdırmasına əsasən Kamaz 740 yük avtomobilinin DYM-nin QPM-nin paylayıcı valının iş qabiliyyətinin pozulması hallarına nəzarət üçün texniki tələblər və

etibarlıq parametrləri cədvəl 2-də verilmişdir [5-6]. Şəkil 1-də Kamaz 740 yük avtomobilinin mühərrikinin paylayıcı valına qoyulan texniki tələblər.

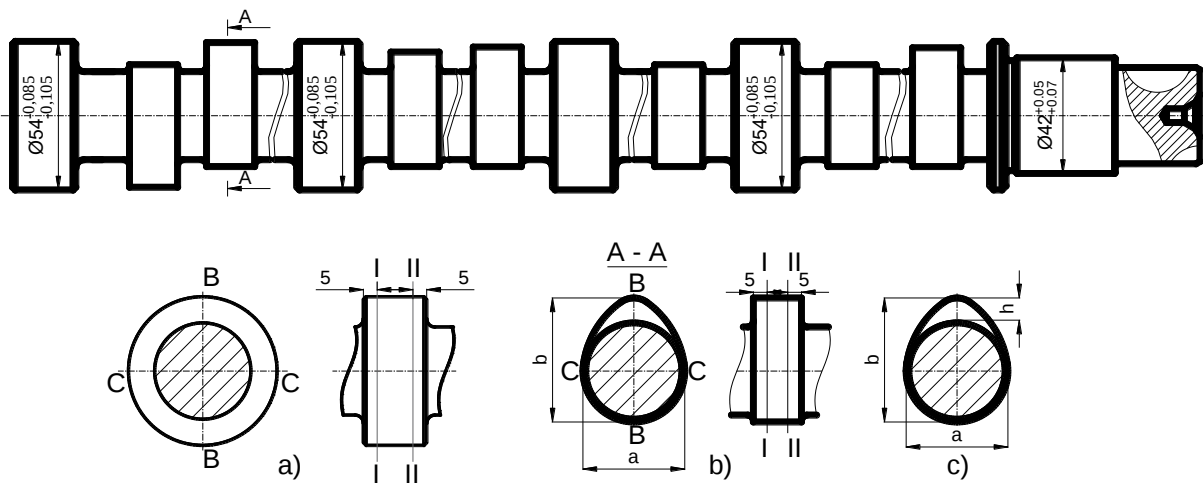
Cədvəl 2 – Kamaz 740 yük avtomobilinin mühərrikinin qaz paylayıcı mexanizminin mühərrikinin paylayıcı valın qüsurlarına qoyulan texniki tələblər xəritəsi

Table 2 – Technical requirements for the defects of the camshaft of the gas distribution mechanism of the KamAZ-740 truck engine

Şəkil 1-ə bax	Hissənin adı		Paylayıcı val		
	Hissənin №		740.1006.015		
	Material		18XIT		
	Bərklik		Dayaq boyuncuğu və yumrucuğun səhi bəkliliyi 58-63 HRC ₃ -dir		
Eskiz üzrə qüsurlar №	Ehtimal olunan qüsurlar	Qüsurların aşkarlanması üsulu və ölçü avadanlığı	Ölçü, mm-lə	Nəticə	
			İşçi çertiyoj	Təmir olunmadan buraxıla bilən	
–	Müxtəlif xarakterli çatlar	Ümumi baxış, qüsurların aşkarlama qurğusu	–	–	Yararsız
1	Yumrucuğun uc hissəsində qopmalar	Ümumi baxış, ştangen pərgar ŞP-11-250-0,05 DÜİST 166-80	–	–	Qopmaların ölçüsü 3 mm-dən çox olduqda, yararsız
2	Yumrucuğun silindrik hissəsinin ölçü azalması “a”	Kalibr 36, 00	a=37 0,05	2	Yumrucuğun silindrik hissəsinin ölçü azalması “a”
3	Giriş və çıxış yumrucuqlarının qalxma hündürlüyünün yeyilməsi “h”	Yumrucuq profilinə nəzarət etmək üçün tərtibat	h=8,05±0,1	h=7,9	Profilin ölçüsünə uyğun h ölçüsünü üstəritmə ilə təmin etməli
4	Qabaq və aralıq dayaq boyuncuqlarının yeyilməsi Ölçülər: I təmir II təmir	Kalibr bənd CP-50-75 53,69 53,49	$\varnothing 54_{-0,105}^{+0,085}$ $\varnothing 53,7_{-0,110}^{+0,090}$ $\varnothing 53,5_{-0,110}^{+0,090}$	53,88 53,59	Təmir ölçüsünə pardaxlamaqla uyğunlaşdırılmalı

2-ci cədvəlin davamı

5	Paylayıcı valın əyilməsi	Valın əyilməsi ölçmək üçün tərtibat ПБМ-500	Aralıq dayaq boyuncuqlarının əyilməsi 0,025 çox olmamalı	0,035	Düzləndirilməli
6	Arxa dayaq boyuncuğunun yeyilməsi Ölçülər: I təmir II təmir	Kalibr bənd CP 25-50 41,73 41,53	$\varnothing 42_{-0,070}^{-0,050}$ $\varnothing 41,8_{-0,070}^{-0,050}$ $\varnothing 41,6_{-0,070}^{-0,050}$	41,93 41,59	Təmir ölçüsünə pardaxlamaqla uyğunlaşdırılmalı
7	Dişli çarx oturan boyunun yeyilməsi	Kalibr bənd 35,01	$\varnothing 35_{+0,018}^{+0,035}$	35,01	Yararlı
8	İşkilin yeyilməsi	Kalibr 5	$\varnothing 5_{-0,055}^{-0,010}$	5	180°-li bucaq altında yeni işkil frezləməli



Şəkil 1 – Paylayıcı valın yumrucuqlarının ölçülmə sxemi
Figure 1 – Measurement scheme of camshaft cams

Avro-1 Kamaz mühərriklərinin 740.21 paylayıcı valları 740.10-la müqayisədə yumrucuqları, qabaq və aralıq dayaq boyuncuqlarının ölçüləri 6 mm böyüdülməklə eyni zamanda klapanların açılma və yanacağı verilmiş vaxtı dəyişdirilmişdir. 740.21 paylayıcı valının qüsurlarına qoyulan texniki tələblər və qüsurların aradan qaldırılması üsullarının xəritəsi cədvəl 3-də verilmişdir [8]. Ədəbiyyatda [7]

göstərilən Kamaz 740.21 yük avtomobilinin DYM-nin QPM-nin paylayıcı valının parametrləri.

Cədvəl 3-də göstərilən parametrlər şəkil 2 və [7] -də təyin olunma üsulu əsasında təyin edilmişdir.

Müəllifin [7] araşdırmasına əsasən paylayıcı valın əsas qusuru profildə bir qədər yeyilmə ilə yumrucuğun təpəsinin yeyilməsidir.

İstismar çirkələrindən təmizlənmiş vallar dayaq boyuncuqları, yumrucuqlar və işkil yuvalarının qüsuru aşkarlanır. Qüsurlar aradan qaldırıldıqdan sonra, bərpa tələb edən yumrucuqları olan paylayıcı valları səthinə örtük çəkilmək üçün yönəldilir.

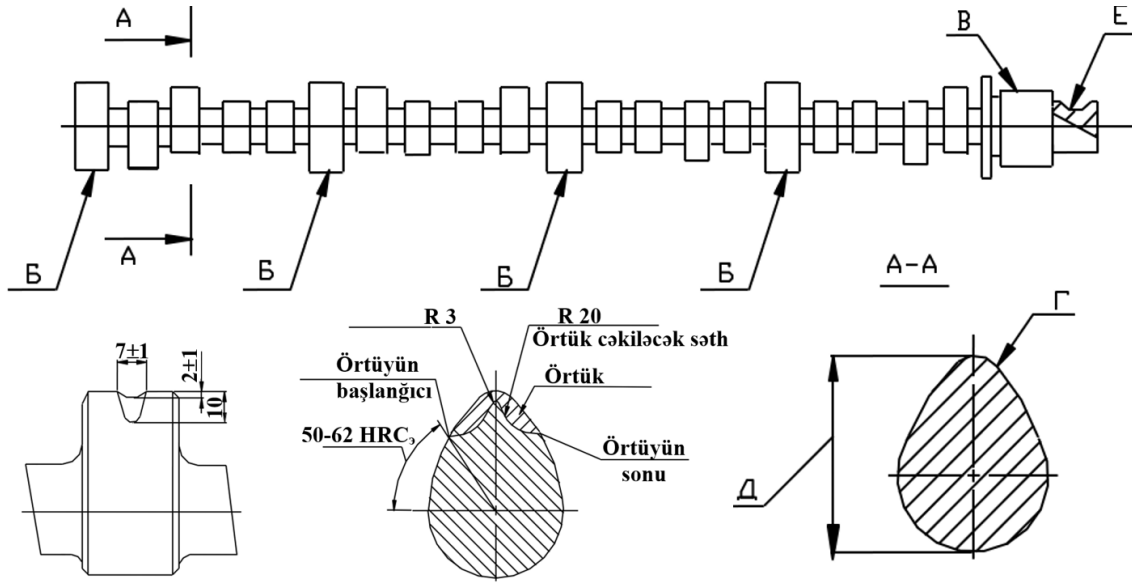
Örtük çəkmədən əvvəl, yeyilmiş yumrucuq profilində nov emal olunur (şəkl. 2).

Novun olması elektrodun əridilməsi, örtük çəkmə vaxtını azaltmaq və təmir edilmiş paylayıcı valın keyfiyyətini yüksəltməyə imkan verir [7].

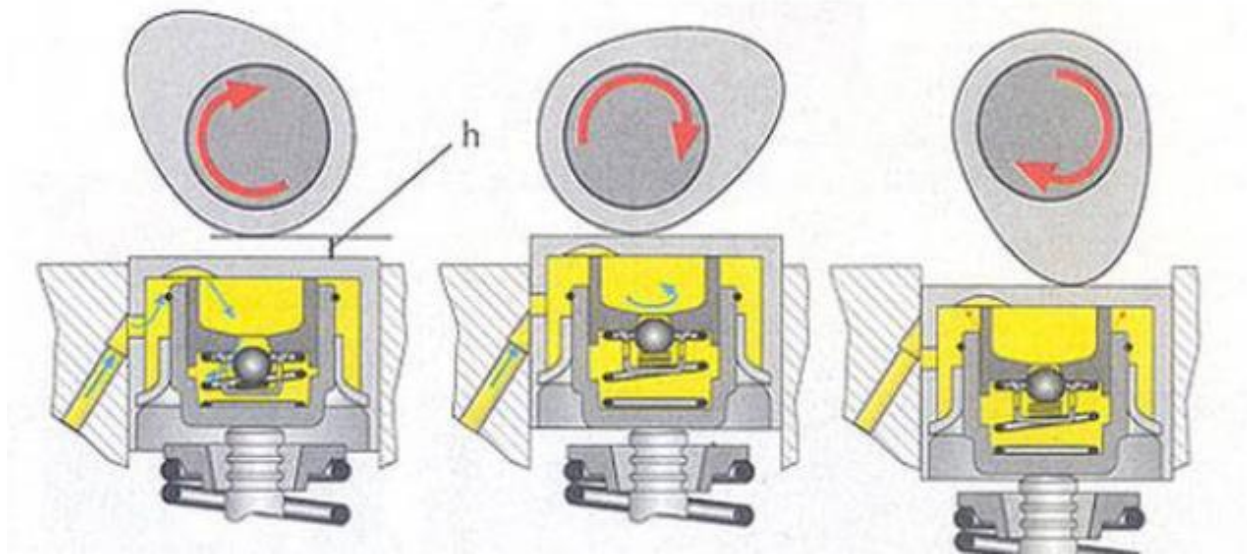
Cədvəl 3 – Paylayıcı valın qüsurlarının araşdırılma xəritəsi

Table 3 – Investigation map of camshaft defects

Kataloq üzrə №-si		Adı	Material	Bərklik	
740.21-1006015		Paylayıcı val	Polad18XGT		
Qüsurların №-si	İşarəsi	Yaranan qüsurlar	Ölçü, mm-lə		Qüsurların aradan qaldırılma üsulu
			Nominal	Təmir olunmadan buraxıla bilən	
1		Çat və ya qırılmalar			Yararsız
2	Б	Aralıq dayaq boyuncuqlarının yeyilməsi	Ø60 $\begin{smallmatrix} -0.085 \\ -0.105 \end{smallmatrix}$	Ø 59,88	Ø59,85 $\begin{smallmatrix} -0.085 \\ -0.105 \end{smallmatrix}$ təmir ölçüsünə mexaniki emal
3	В	Arxa dayaq boyuncuqlarının yeyilməsi	Ø42 $\begin{smallmatrix} -0.05 \\ -0.07 \end{smallmatrix}$	Ø 41,92	Ø41 $\begin{smallmatrix} -0.05 \\ -0.07 \end{smallmatrix}$ təmir ölçü-sünə mexaniki emal
4	Г	Yumrucuğun təpəsinin yeyilməsi	50,70±0,05 (giriş) 50,87±0,05 (çıxış)	50,60	1. Yeyilmiş profili 2-3 mm dərinliyə qədər pardaxlamalı. 2. Yumrucuqların təpəsinə örtük çəkməli, onları nominal ölçüyə emal etməli
	Д	Yumrucuğun profilinin yeyilməsi	41,6±0,05 (giriş) 42,0±0,05 (çıxış)	41,5	Yumrucuqların profilinə örtük çəkməli, onları nominal ölçüyə emal etməli
5		Valın əyilməsi	Aralıq dayaq boyuncuqlarının kənar dayaq boyuncuqlarının mərkəz oxuna nisbətən əyilməsi 0,025 çox olmamalı	0,035	Düzləndirilməli
6	Е	İşkilin deformasiyası	5 $\begin{smallmatrix} -0.010 \\ -0.055 \end{smallmatrix}$	5,01	1. Qaynaq 2. Pardaxlamalı



Şəkil 2 – Paylayıcı valının qüsurlarının araşdırma və təmir sxemi
Figure 2 – Inspection and repair scheme of camshaft defects



Şəkil 3 – Yumrucuq itələyici cütü
Figure 3 – Cam-follower pair

Şəkil 3-də yumrucuq itələyici cütü təsvir edilmişdir. Təsvirdən göründüyü kimi yumrucuqla itələyici arasında zərbənin baş verməsi (yumrucuqla itələyici arasındakı kontaktın başlanğıcı) zərbəli mexaniki yeyilmə, yağlamada (yağın tərkibindəki abrazivlərin təsirinə) abraziv yeyilmə, yumrucuğun təpəsində

(yüksək təzyiqli kontaktda baş verən sürtünmədən) fretink yeyilməsi baş verir. Bu yeyilmələrin mühərrikin qazpaylayıcı mexanizminin iş prinsipinə mənfi təsir göstərərək nəticədə onun etibarlılıq göstəriciləri texniki tələbləri ödəmir.

Müəllifin [7] qeyd etdiyi kimi paylayıcı

valın yumrucuğun yeyilən hissəsi onun kontaktda olduğu itələyici ilə maksimum yüklənməyə məruz qalan təpə hissəsidir. Eyni zamanda müəllif yeyilməyə məruz qalmış səthin bərpası üçün digər ədəbiyyat təhlilindən məlum olan qaynaq üsulu ilə örtük çəkmə üsulunu təklif etmişdir. Fərq yalnız örtüyün yumrucuqla ilişmə sahəsini çoxaltma və qaynaq vannasını tez formalaşdırmaq məqsədilə yumrucuğun təpəsində nov emal edilməsini təklif edir.

Yuxarıda təklif olunan örtükçəkmə üsulunun tətbiqi zaman yumrucuğun işlək profilində yaranan yüksək temperatur səbəbindən struktur və faza tərkibində müxtəlif dəyişikliklər baş verir, həndəsi ölçü və xarakterində mənfi dəyişmələrə səbəb olur. Eyni zamanda bərpa prosesindən sonra onun mexaniki emalı mürəkkəbləşir və ona sərf olunan xərclər artır. Müəlliflərin [6 – 9] təklif etdiyi üsulların hamısında bütöv paylayıcı val iştirak etdir və müəyyən deformasiyaya uğrayırlar.

Qazpaylayıcı mexanizmin etibarlılığı və mühərrikin istismar göstəricilərinə təsiri yumrucuğun yeyilməsindən bilavasitə asılıdır. Buna görə də itələyici ilə yumrucuğun kontaktda olduğu hissə müstəqil tədqiqat obyektidir.

Bunları nəzərə alaraq biz yeyilən hissənin səthi möhkəmliyinin artırılması və bərpası üçün yeni üsul təklif edirik. Təklif etdiyimiz üsul tərəfimizdən layihələndirilmiş yumrucuqlu paylayıcı valın [10, 11] sökülə bilən konstruksiyaya və hazırlanma üsuluna malikdir. Buna əsasən təklif etdiyimiz vakuumda xromlama titanlama üsulu ilə tsiklik diffuziya bərpa üsuludur. Tədqiqat işi vakuumda diffuziya tsiklik üsulu ilə səthi möhkəmliyinin artırılması və bərpası istiqamətində olacaqdır.

İstismar müddətində paylayıcı val sürünmə qüvvələri, titrəyiş, əlavə yüklər, kritik iş şəraiti, yüksək temperaturu mühit və digər

amillərin təsirinə məruz qalır. Bütün bunlar (0,05 mm-ə qədər) dayaq boyuncuqlarında səth keyfiyyətinin pozulmasına (cızıqlar, korroziya), mexaniki zədələrə (yumrucuqların təpə hissəsində qəlpələnmə və dəliklər, dişli çarxın dişlərinin rəng dəyişməsi) və paylayıcı valın əyilməsinə (0,10 mm-ə qədər) səbəb olur. Paylayıcı valın qüsurlarının bərpası, onun iş resursunun uzadılması məqsədilə müxtəlif emal üsullarından istifadə oluna bilər. Bu üsullar arasında təmir ölçüsünə uyğun emal, çilingər mexaniki emalı, plastiki deformasiya, titrəyişli qövsü və ya səth üzərinə flüs altında üstəritmə kimi metodlar yer alır. Bu metodlar vasitəsilə paylayıcı valın zədələnmiş hissələrinin funksional xüsusiyyətləri bərpa edilə bilər.

Paylayıcı valın qüsurlarının müəyyən edilməsi üçün müvafiq yoxlama prosedurları həyata keçirilir. Bu yoxlamalar zamanı valın istənilən hissəsində, xüsusilə dayaq boyuncuqlarında və yumrucuqlarında cızıqlar və siyrilmələr, yumrucuğun təpə hissəsində qəlpələnmə və dəliklər, işkil yuvası və mərkəz yuvalarının vəziyyəti diqqətlə araşdırılır. Həmçinin, digər görünən qüsurların mövcudluğu da müəyyən edilməlidir.

Valın qüsurlarının zamanında və dəqiq müəyyən edilməsi, onun təmirinin effektivliyini artırmaqla yanaşı, əməliyyat müddətinin uzadılmasına və sistemin ümumi dayanıqlılığının təmin edilməsinə də kömək edir.

İlk öncə ümumi baxış keçirilir, gizli çatlar və ya sürüşmənin olduğu çatlar yoxlanılır. Baxış keçirmək üçün 10 dəfəyə qədər böyütmə qabiliyyətinə malik DÜİST 8309-75 üzrə lupa və defektoskopdan istifadə edilir. Əgər çat varsa paylayıcı val yararsız hesab olunur. Yumrucuğun təpə hissəsinin qəlpələnmələri və kəsilmələri yoxlanılır. Vizual baxış keçirilir və DÜİST 166-80 üzrə ŞÇ-11-250-0,05 modelli ştangenpərgarla ölçülür. Qəlpələr 3 mm-dən

çox olarsa, paylayıcı val yararsız hesab olunur. Yumrucuğun slindrik hissəsinin ölçüsünün azalmasına nəzarət kalibr bənd vasitəsilə aparılır. Nominal ölçüsü $a=37\pm0,05$ mm, təmirsiz qəbul edilən minimum ölçüsü $a=36,6$ mm-dir. Surətköçürmə dəzgahının bazasında pardaxlamalı $a<44,0$ mm olduqda, yararsız hesab olunur. Giriş və çıxış yumrucuğun h hündürlüyünün yeyilməsinə nəzarət kalibr bənd və ya mikrometr vasitəsilə aparılır. Hündürlüyün nominal ölçüsü $h=8,05\pm0,01$ mm, təmirsiz qəbul edilən minimum ölçüsü $h=7,9$ mm-dir. Əgər h minimum ölçüdən az olarsa, örtük çəkilməklə bərba olunaraq texniki tələblərə uyğunlaşdırılır. Ön və aralıq dayaq boyuncuqlarının yeyilməsinə nəzarət kalibr bənd və ya mikrometr vasitəsilə həyata keçirilir. Bu səthlərin təmir ölçüsünə təmir olunması üçün iki ölçü texniki tələblərdə nəzərdə tutulmuşdur. Bu məqsədlə kalibr bəndin ölçü meyarı 1-ci təmir ölçüsü üçün 53,69 mm, 2-ci təmir ölçüsü üçün isə 53,49 mm nəzərdə tutulmuşdur. Boyuncuqların nominal ölçü $\varnothing 54_{-0,105}^{-0,085}$ mm, təmirsiz qəbul edilən minimum ölçüsü $\varnothing 53,88$ mm-dir. Ölçmə nəticəsi boyuncuğun ölçüsü $\varnothing 53,88$ mm-dən az olarsa, onda 2-ci təmir ölçüsünə $\varnothing 53,6_{-0,105}^{-0,035}$ mm ölçüsünə pardaxlanmalıdır.

İkinci təmir ölçüsünün təmirsiz qəbul olunan minimal ölçüsü 53,39 mm-dir. Əyilmənin yoxlanılması valın əyilməyə nəzarət tərtibatında saat tipli indiqator vasitəsilə ölçülür. Aralıq dayaq boyuncuqlarının əyilməsi 0,025 mm-dən çox olmamalıdır. Əgər 0,025 mm həddi çox olarsa, valı balanslaşdırmaq lazımdır. Arxa dayaq boyuncuğunun yeyilməsinə nəzarət kalibr bənd və ya mikrometr vasitəsilə həyata keçirilir.

Bu səthin təmir ölçüsünə təmir olunması üçün iki ölçü texniki tələblərdə nəzərdə tutulmuşdur. Bu məqsədlə kalibr bəndin ölçü meyarı 1-ci təmir ölçüsü üçün 51,73 mm, 2-ci tə-

mir ölçüsü üçün isə 41,53 mm nəzərdə tutulmuşdur. Boyuncuğun nominal ölçü $\varnothing 42_{-0,070}^{-0,050}$ mm, təmirsiz qəbul edilən minimum ölçüsü $\varnothing 41,93$ mm-dir. Ölçmə nəticəsi əgər boyuncuğun ölçüsü $\varnothing 41,93$ mm-dən az olarsa, onda 1-ci təmir ölçüsünə $\varnothing 41,8_{-0,070}^{-0,050}$ mm ölçüsünə, yaxud ölçüsü $\varnothing 41,73$ mm-dən az olarsa, onda 2-ci təmir ölçüsünə $\varnothing 41,6_{-0,070}^{-0,050}$ mm ölçüsünə pardaxlanmalıdır. İkinci təmir ölçüsünün təmirsiz qəbul olunan minimal ölçüsü 41,5 mm-dir. Dışli çarx oturan səthin yeyilməsinə nəzarət kalibr bənd və ya mikrometr vasitəsilə həyata keçirilir. Bu səthin nominal ölçüsü $\varnothing 35_{+0,018}^{+0,035}$ təmir olmadan qəbul edilən minimum ölçüsü $\varnothing 35,01$ mm-dir. İşkil yuvasının yeyilməsinə nəzarət 5 mm-lik kalibr tıxac vasitəsilə aparılır. İşkil yuvasının nominal ölçüsü $\varnothing 5_{-0,055}^{-0,010}$ mm-dir. Təmir olmadan qəbul edilən minimum ölçüsü $\varnothing 5$ mm-dir. Əgər 5 mm-dən çox olarsa o halda yeyilmə izlərinin tam yox olması şərti ilə frezlənir [7-9].

Paylayıcı valın prisizion hissələrinin həndəsi ölçü dəyişmələrinin təyin olunması üçün aşağıdakı metodikadan istifadə olunmuşdur.

Yumrucuqların və dayaq boyuncuqlarının yeyilmə miqdarının təyini üçün ölçmə prosesinin aparılma metodikasının sxemi şəkil 1-də verilmişdir.

Ölçmə iki en kəsik I-I və II-II olmaqla iki perpendikulyar müstəvi B-B və C-C üzrə aparılır. B-B profil üzrə yan səthinin “a” simmetriya mərkəzindən keçən müstəvi, C-C müstəvisi isə B-B müstəvisinə perpendikulyar olan müstəvidir [9].

Arxa dayaq boyuncuğundan başqa qalan boyuncuqların yeyilmə ölçüsünün təyini 1-düsturuna əsasən təyin olunur.

$$I_{ü.yey} = d_{n.min} - d_{yey} \quad (1)$$

Burada $\dot{I}_{ü.yey}$ - ümumi yeyilmə miqdarı, mm; $d_{n.min}$ -çertyoj üzrə nominal ölçünün minimum həddi, mm; d_{yey} -yeyilmiş yumrucuğun ən kiçik ölçüsüdür. Hesabat nəticələri cədvəl 4-də qeyd olunur.

Birtərəfli qeyri-bərabər yeyilmə miqdarının təyin olunması üçün 2 düsturundan istifadə olunur.

$$\dot{I}_{b.tər} = \beta \cdot \dot{I}_{ü.yey} \quad (2)$$

Burada $\dot{I}_{b.tər}$ -birtərəfli qeyri-bərabər yeyilmə, mm; β -qeyri-bərabərlik əmsalı $\beta = 0,6$.

Hesabat nəticələri cədvəl 4-də qeyd olunur.

Boyuncuqların qeyri-silindrikliyi və konusluluğu qiymətləri uyğun olaraq 3 və 4 ifadələri ilə hesablanır.

$$\Delta_{q.s} = d_{B-B} - d_{C-C}, \quad (3)$$

$$\Delta_k = d_{I-I} - d_{II-II}, \quad (4)$$

Burada $\Delta_{q.s}$ -boyuncuğun qeyri silindrikliyi, mm; Δ_k -boyuncuğun konusluğudur, mm. Hər boyuncuğun iki qeyri silindrik və iki konusluluq qiyməti alınır. Alınmış qiymətlərdən böyüyü seçilərək cədvəl 4-də qeyd olunur.

Təmir ölçüsü daxilidə yeyilmiş boyunucunun mexaniki emal payı ən çox yeyilmiş boyunucunun ölçüsünə əsasən 1 ifadəsi ilə hesablanır.

$$d_t = d_{yey} - \dot{I}_{b.tər} = 2Z, \quad (5)$$

d_t - təmir olunacaq boyuncuğun ən böyük qiymətidir, mm; Z – bir tərəfə düşən minimum emal payıdır (pardaxlama üçün $2Z=0,05$ mm). Alınan nəticələr hesabatda qeyd edilir. Dayaq boyuncuqları üçün təmir ölçüləri cədvəl 2-yə əsasən təyin olunur. Yumrucuqların vəziyyətinin müəyyənləşdirilməsi üçün uyğun olaraq yumrucuqların yan səthlərindən 5 mm aralı olmaq şərtilə iki en kəsikdə silindrik hissəsinin diametrlərini “a” və hündürlüyünü “b” mikrometrlə ölçərək hər bir yumrucuğun “h” qalxma hündürlüyünü tapırıq. Yumrucuqların qalxma hündürlüyü (1) ifadəsi ilə təyin olunur.

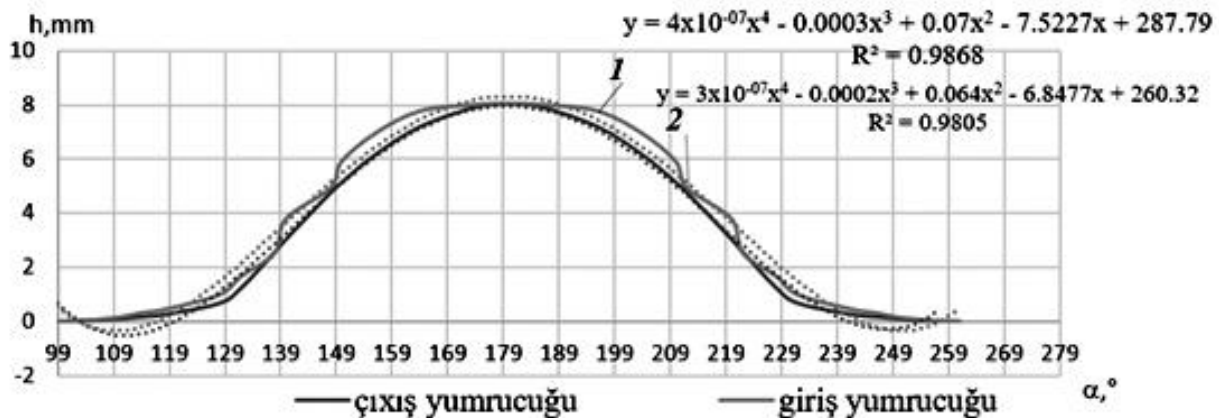
$$h=b-a \quad (6)$$

Ölçmə nəticələri cədvəl 4-də verilmişdir.

Burada müəllif [7] bucaq dəyişməsindən asılı olaraq “h” kəmiyyətinin minimum və maksimum qiymətlərini vermişdir. Məlumatların Microsoft Excel proqramında emalı cədvəl 4-də verilmişdir.

Cədvəl 4 – Yumrucuğun profilinin yeyilməsini xarakterizə edən h kəmiyyətinin bucağa uyğun qiymətləri
Table 4 – Angle-dependent values of the parameter h characterizing cam lobe wear

Çıxış						Giriş					
α^0	h, mm	α^0	h, mm	α^0	h, mm	α^0	h, mm	α^0	h, mm	α^0	h, mm
99	0,000	128	0,656	150	5,142	99	0,000	128	0,967	150	5,901
104	0,019	132	1,235	156	6,163	104	0,027	132	1,663	156	6,939
110	0,088	138	2,562	164	7,200	110	0,138	138	2,520	164	7,769
114	0,156	140	3,034	174	7,929	114	0,300	140	3,788	174	8,005
118	0,236	148	4,759	180	8,050	118	0,419	148	4,922	180	8,050



Şəkil 4– Paylayıcı valın profilinin bucaqdan asılı olaraq giriş və çıxış yumrucuqlarının qalxma hündürlüyünün müqayisə qrafiki

Figure 4 – Comparison graph of intake and exhaust cam lobe lift height versus camshaft angle

Paylayıcı valın giriş və çıxış yumrucuqlarının qalxma hündürlüyünün “h” yeyilməsinin bucaqdan asılı olaraq profilinin yeyilməsinin qrafik təsviri şəkil 4-də verilmişdir. Şəkildən aydın görünür ki, yumrucuğun profilində h qalxma məsafəsinin başlanğıcında $\alpha = 99^\circ$ olduqda $h = 0$ və $\alpha = 180^\circ$ olduqda $h = 8,05$ qiymətini hər iki yumrucuqda eynidir. Lakin bucaq dəyişməsi 99° ilə 180° arasında olduqda “h”-ın qiymətləri müxtəlif olur [7]. Bu da imkan verir ki, yeyilmənin göstərilən qiymətlərinin dəqiqləşdirilməsi üçün öz təklif etdiyimiz üsuldən istifadə edərək yeyilmənin dəqiq qiymətini, innovativ üsul tətbiq etməklə bərpa və yeyilmənin həndəsi qiymətini təyin edək.

İlk dəfə olaraq, Azərbaycan Texniki Universitetinin “Xüsusi texnologiyalar və avadanlıqlar” kafedrasının Mütərəqqi texnologiyalar laboratoriyasında sökülə bilən yumrucuqların bərpa texnologiyası müəlliflər tərəfindən bor xromlama örtükçəkmə üsulu ilə yerinə yetrilir.

Yuxarıda göstərilən metoddan istifadə edilərək giriş və çıxış yumrucuqlarının yeyilməsini xarakterizə edən h-dan asılılıq qrafiki şəkil 4-də göstərilmişdir. Yeyilmənin Boks

Uilson metodu ilə reqressiv tənliyi alınmışdır. Həmin qrafikdə nəzəri və təcrübi əyrilərin qanunauyğunluğu təsdiq edilmişdir. Bu istiqamətdə araşdırmalarımız davam etdirilir.

Elmi tədqiqat işinin davamı olaraq yeni konstruksiyalı sökülə bilən yumrucuqların yeyilməsi, etibarlılığı diffuziya bor xromlama ilə yumrucuğun səthinin möhkəmləndirilməsi və bərpası istiqamətində dissertasiya elmi işinin aparılmasıdır. Növbəti mərhələdə sıradan çıxmış yeni konstruksiyalı yumrucuqların səthinin möhkəmləndirilməsi və bərpa edilməsinin mümkünlüyü araşdırılmışdır.

Hal hazırda yumrucuğun etibarlılığının texnoloji tələblərinin ödənilməsi və bərpa edilməsinin mümkün olan üsullarla aparılması araşdırılmışdır. Ədəbiyyat və elektron məlumat bazasından əldə olunan məlumatların təhlili və araşdırılması sınaq təcrübələri göstərir ki, xrom və titan ilə vakuum diffuziya metallaşdırması qarşıya qoyulan məqsədi və etibarlılığı təmin edəcəkdir.

Nəticə

Mövcud ədəbiyyatlar və müəlliflərin fikirlərinin araşdırılması nəticəsində məlum ol-

muşdur ki, paylayıcı valın etibarlılığı və onun hissələrinin yeyilməsi haqqında fikirlər müxtəlifdir. Tədqiqat işində məqsədlərdən biridə onların dəqiqləşdirilməsidir.

Ədəbiyyat araşdırmasından məlum olmuşdur ki, yumrucuğunun təmir ölçüsü mümkünsüzdür və onun profil üzrə yeyilməsi çox kiçik olmasına baxmayaraq təpəsinin yeyilməsi paylayıcı valın ən çox iş qabiliyyətinin itirilməsinə səbəb olan halıdır.

Göstərilən ölçü metodika əsasında müəllif tərəfindən təmir fondundan götürülmüş 50 ədəd KAMAZ-740 mühərrikinin paylayıcı vallarının yeyilməsi və etibarlılığı haqqında

tədqiqat aparması dissertasiya işində nəzərdə tutulmuşdur.

Paylayıcı valın yeyilməyə məruz qalan səthinin möhkəmliyinin artırılması və bərpası işləri AzTU-nun “Xüsusi texnologiyalar və avadanlıqlar” kafedrasında Ə.G. Hüseynovun rəhbərliyi ilə müəllif tərəfindən yerinə yetirilir.

Maraqlar münaqişəsi

Müəlliflər bu məqalədə araşdırılması tələb olunan maraqlar münaqişəsinin olmadığını qeyd edirlər.

REFERENCES

1. **Huseynov A., Nazarov I., Huseynli F., Safarov M.** Determination of deformation and machining allowance of precision parts hardened by laser method RT&A_SI 2025, # 7(83) Vol.20.
2. **Hüseynov Ə.G., Abbasov V.A., Əsədov Ş.N., Kərimov A.F.** Paylayıcı valların konstruktiv və istismar xüsusiyyətlərinin onun etibarlılığına təsiri. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri. Bakı, 2024, cild, 16 (4), s. 17-26.
3. **Abbasov V., Amirov F., Karimov A.** Wear properties of camshaft cams and improvement of their wear resistance. RT&A_SI 2025, # 7(83) Vol.20.
4. https://kovsh.com/library/ice/gas_distribution_mech/camshaft/defektatc_raspredelitel_val
5. **Irgashev A., Hamroev R.K.** Eksperimentalnaja ocenka koncentracii produktov iznosa v masle agregatov mashin // Universum: tehniçeskie nauki. – M., 2020, № 11 (80), s. 66–68.
6. **Barun V.N., Azamatov R.A., Trynov V.A. i dr.** Avtomobili KamAZ: Tehniçeskoe obsluzhivanie i remont. – M.: Transport, 1984. – 251 s.
7. <https://studfile.net/preview/3864807>
8. <https://studfile.net/preview/3180270/page:4/>
9. <https://studfile.net/preview/9593859/page:7/>
10. **Summanen A. V., Uolkov S. V.** Features of measuring the camshaft of internal combustion engines // System analysis and logistics.: №4(30), ISSN 2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg: SUAI, 2021. – Pp. 99-105.
11. https://www.researchgate.net/publication/387060334_Yumrucuqlu_paylayici_val_v_onun_hazirlanma_usulu_Potent_I2024_0109