

UDC 621.082

DOI 10.52171/2076-0515_2024_16_04_17_26

The Impact of Design and Operational Characteristics on Camshafts Reliability

A.G.Huseynov, V.A. Abbasov, Sh.N. Asadov, A.F. Kerimov

Azerbaijan Technical University (H. Javid ave. 25, Baku, AZ1073, Azerbaijan)

For correspondence:

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

Abstract

The article examines the operating principles of the gas distribution mechanisms (GCM) of the internal combustion engines (ICE) and the impact of the operational characteristics of the ICE on the reliability of the main parts. The aim of study is a gas camshaft. A comparative topographic analysis of the main factors affecting the operational reliability of gas camshaft is conducted, and their deficiencies were occurring in production and operation are revealed. The main goal is to investigate the working principle, construction, operational characteristics of the gas distribution mechanism of ICE and the effect on the wear of their parts. In order to increase the reliability and resource of the gas distribution mechanisms, which is the main part of the gas distribution system, the scientific research papers and the literature were investigated to improve its dynamics and structural parameters.

Keywords: internal combustion engine, gas camshaft, cam, reliability, cam wear.

Received 09.02.2024

Revised 13.12.2024

Accepted 16.12.2024

For citation:

Huseynov A.G., Abbasov V.A., Asadov Sh.N., Kerimov A.F

[The Impact of Design and Operational Characteristics on Camshafts Reliability]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2024, vol. 16, № 4, pp. 17-26 (in Azerbaijani)

Paylayıcı valların konstruktiv və istismar xüsusiyyətlərinin onun etibarlılığına təsiri

Ə.G. Hüseynov, V.A. Abbasov, Ş.N. Əsədov, A.F. Kərimov

Azərbaycan Texniki Universiteti (H. Cavid pr., 25, Bakı, AZ1073, Azərbaycan)

Xülasə

Məqalədə daxili yanma mühərriklərinin (DYM) qazpaylayıcı mexanizmlərinin (QPM) iş prinsipi və DYM-nin istismar xüsusiyyətlərinin QPM-nin əsas hissələrinin etibarlılığına təsiri araşdırılmışdır. Tədqiqat obyekti qazpaylayıcı valdır. QPM-in əsas hissəsi olan qazpaylayıcı valın etibarlılığına təsir göstərən konstruktiv amillər, istehsal və istismar zamanı yaranan nöqsanlar müqayisəli analiz olunmaqla topoqrafik təsvir olunmuşdur. DYM-nin qazpaylayıcı mexanizminin iş prinsipi, konstruksiyası, istismar xüsusiyyətləri və onların hissələrinin yeyilməsinə təsirinin araşdırılması əsas məqsəd kimi qarşıya qoyulmuşdur. QPM-nin əsas hissəsi olan qazpaylayıcı valın etibarlılığının və resursunun artırılması üçün onun dinamik, konstruktiv parametrlərinin yaxşılaşdırılması üçün aparılan elmi tədqiqat işləri və ədəbiyyatlar araşdırılmışdır.

Açar sözlər: daxili yanma mühərriki, qazpaylayıcı val, yumrucuq, etibarlılıq, yumrucuğun yeyilməsi.

Влияние конструктивных и эксплуатационных характеристик распределительных валов на их надежность

А.Г. Гусейнов, В.А. Аббасов, Ш.Н. Асадов, А.Ф. Керимов

Азербайджанский технический университет (пр. Гусейна Джавида, 25, Баку, AZ1073, Азербайджан)

Аннотация

В статье исследован принцип работы газораспределительных механизмов (ГРМ) двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и влияние эксплуатационных характеристик ДВС на долговечность основных деталей ГРМ. Объект исследования – газораспределительный вал. Проведен сравнительный топографический анализ основных факторов, влияющих на надежность работы газораспределительного вала и выявлены их недостатки, возникающие при производстве и эксплуатации. Исследован принцип работы, конструкция и эксплуатационные характеристики ГРМ ДВС. С целью повышения надежности газораспределительного вала, являющегося основной частью ГРМ, выявлены меры улучшения динамических и конструктивных параметров этого механизма.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, распределительный вал, кулачок, надежность, износ кулачка.

Giriş

Sənayenin istənilən sahəsini maşın və mexanizmlərsiz təsəvvür etmək mümkün deyil. Müasir maşın və avadanlıqların yaradılması və təmiri zamanı müasir texnologiyalardan istifadə etməklə etibarlılığı təmin etmək olar.

Hal-hazırda DYM-nin ən müasir modellərinin işlənməsi və yaradılması, nəqliyyat vasitələrinin, aqreqların konstruksiyasının təkmilləşdirilməsi, onların istismar keyfiyyətlərinin və təmirinin yaxşılaşdırılması avtomobil sənayesi üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Maşın və mexanizmlərin, yığım vahidlərinin etibarlılığının təmin edilməsi onların layihələndirilməsindən, istehsal texnologiyasından və istismarından asılıdır. Onların sıradan çıxmasının əsas səbəbi hissələrinin sürtünən səthlərinin yeyilməsidir. Hissələrin yeyilməsi, layihələndirmə zamanı istismar tələblərinin tam nəzərə alınmaması, istehsal prosesində texniki şərtlərinə əməl olunmaması və istismar şərtlərinin pozulmasının nəticəsidir [1, 2].

DYM-nin səmərəliliyinin yüksəldilməsinin əsas istiqamətləri aşağıdakılardır: yanacaq və yağ sərfinin, texniki xidmətə sərf olunan əmək tutumunun, DYM-nin hazırlanmasına materialın sərfinin, səs səviyyəsinin və işlənmiş qazların zəhərliliyinin azaldılması, mühərriklərin konstruktiv etibarlılığının, təmirə yararlılığının və təhlükəsizliyinin təminatıdır. DYM-nin əsas yığım vahidlərindən biri də QPM-dir. QPM-in hissələrinə aşağıdakılar aiddir: yumrucuqlu paylayıcı val, yönəldici oymaqlar, bərkidici hissələr ilə yaylar, klapanların intiqalının lingləri.

QPM-də paylayıcı valın yerinə yetirdiyi əsas funksiyalarından biri mürəkkəb profilli yumrucuqların vasitəsilə klapan təkanvericilərinin hərəkətə gətirilməsidir. DYM-nin QPM-i paylayıcı valın fırlanma hərəkətinin

hesabına aparılan hissələrin (təkanvericinin və lingin) təyinatı üzrə işləməsinə xidmət edir.

DYM-nin nasaz vəziyyətə düşməsinin əsas səbəblərdən biri QPM-nin hissələrinin yeyilməsidir. Məlumdur ki, QPM-nin iş şəraiti çox mürəkkəbdir. Buna səbəb onun hissələrinin yüksək temperaturlu gərgin mühitdə dəyişən qüvvələrin təsiri altında işləməsidir [3, 4].

QPM-nin səmərəli işləməsi üçün onun hissələrinə konstruktiv dəyişikliklər etməklə, yeyilməyə davamlı örtüklər çəkməklə etibarlılığının yüksəldilməsi məqsədəuyğundur. Belə örtüklərdən biri də yeyilməyə davamlı lövhənin elektrokontaktla diffuziya edilib yapışdırılmasıdır. [2, 5-10].

İşin məqsədi

DYM-nin qazpaylayıcı mexanizminin iş prinsipi, konstruksiyası, istismar xüsusiyyətləri və onların hissələrinin yeyilməsinə təsirinin araşdırılması əsas məqsəd kimi qarşıya qoyulmuşdur.

Məsələnin qoyuluşu

QPM-in konstruksiyasının iş prinsipinin araşdırılması, paylayıcı valların sıradan çıxması səbəblərini araşdırmaq və hissələrinin yeyilməsinin topoqrafiyasının öyrənilməsidir.

Məsələnin həlli

DYM-nin QPM-i mühərrikin yanma kamerasına (silindirə) vaxtında yanacaq-hava qarışığının verilməsi və onun yanması nəticəsində alınan işlənmiş qazların silindirdən xaric olunmasını təmin edən mexanizmdir. DYM-nin QPM-nin hissələrinə qoyulan tələblər onun təyinatı və iş şəraitindən asılı olaraq aşağıdakılardır: silindrlərin lazımı miqdarda yanar qarışıqla təmin olunması və qarışığın yanması nəticəsində alınan işlənmiş qazların

silindirdən tam xaric olunması; hissələrin mümkün qədər kiçik ölçü və çəkiyə malik olması; konstruksiyanın tələb olunan sərtliyə malik olması, yeyilməyə davamlılığa, yüksək temperatura davamlılığa və etibarlılığa malik olması; işləmə müddətində kiçik sürtünmə itkilərinə malik olması; hissələrin konstruksiyasının sadə və hazırlanmasının texnoloji olmasıdır [5, 8, 9, 11-17].

Ən səmərəli konstruksiyalar konstruktor və texnoloqların sıx əməkdaşlığı şəraitində mütərəqqi texnologiyaların, daha ucuz materialların və s. tətbiqi ilə yerinə yetirilə bilər, eyni zamanda hissələrə kifayət qədər yeyilməyə davamlılıq verilməlidir. Bu tələblər xüsusi materialların tətbiqi, səthi möhkəmləndirmənin müxtəlif üsulları ilə (yüksək tezlikli cərəyanla tablandırma, kimyəvi termiki emalla, səthi plastiki deformasiya ilə möhkəmləndirmə, vakuum şəraitində çətin əriyən materialların diffuziyası və ya ion köçürülməsi, elektrokontaktla səthə yeyilməyə davamlı lövhənin diffuziya edilib yapışdırılması və s.) yerinə yetirilə bilər.

DYM-nin yaranmasından muasir dövrə kimi onun konstruksiyasında və istehsal texnologiyasında təkmilləşdirmələr aparılmaqdadır. Lakin çatışmamazlıqlar vardır ki, buna konstruktiv, texnoloji, istismar şərtlərinin pozulması səbəb olur.

Tezgedişli müasir mühərriklərdə, işlənmiş qazların xaric olunması üçün çıxış klapanların açılması porşenin aşağı ölü nöqtəyə çatması anından (yəni yanma tam getmədən) tez baş verir. Eyni qayadada giriş klapanları işlənmiş qazlar tam çıxmamış açıldığından yanar qarışıq ilə qarışır. Nəticədə yanar qarışıqın keyfiyyəti aşağı düşür.

Giriş klapanlarının açıq qalma müddəti çox olduqda, yanma kamerasına daxil olan yanar qarışıqın həcmi artacaqdır. Bu zaman dir-

səkli valın aşağı dövrlərində daha dayanıqlı, stabil işini təmin edəcək və yüksək sürətdə dartma qabiliyyəti artacaqdır. Çıxış klapanlarının bağlanması gecikməsi, işlənmiş qazların müəyyən hissəsini yenidən yanacaq hava qarışığı ilə birgə yanma kamerasına sovrulmasına şərait yaradır. Bu səbəbdən, giriş və çıxış klapanlarının iş rejimini dəyişdirən və açıq qalma müddətini artıran “Vanos” adlı qurğu ixtira olunmuşdur. Bu qurğu BMW şirkətinin istehsalı olan DYM-nin QPM-də tətbiq olunmuş və təkmilləşdirilmişdir. Sonralar itələyicilərin (koromasellərin) çiyini dəyişdirərək giriş klapanlarının açıq qalma müddətini artıran daha da inkişaf etmiş bir cihaz – “Valvetronic” ixtira olunaraq tətbiq etdilmişdir.

“Valvetronic” cihazının tətbiqi qaz mübadiləsini yaxşılaşdıraraq, silindrə daxil olan havanın həcmi tənzimləyən giriş kanalındakı sovrucu mühərriki ixtisar etməyə imkan verdi. Valvetronicli mühərrik orta hesabla ənənəvi mühərriklərdən 10% daha qənaətlidir və qaz pedalının sıxılmasına daha sürətli cavab verir.

DYM-nin konstruksiyası üzərində uzun müddət təkmilləşdirmələr aparılmışdır: lazımi göstəricilərə malik bir mühərrikin hesabının aparılması, konstruksiya edilməsi və layihələndirilməsi sadələşmişdir. Buna baxmayaraq bir çox çatışmazlıqlar da mövcuddur. Belə ki, mühərriklər aşağı səmərəliliyə, struktur mürəkkəbliyinə, yüksək səs-küyə və titrəməyə, maya dəyərinə, istismarda yaranan işlənmiş qazların zərərliyinə və s. malikdir.

Benzinlə işləyən DYM-nin səmərəliliyi təqribən 25-30 %, dizel mühərriklərininki isə 30-35 %-dir. Yalnız stasionar güclü dizel mühərriklərində 40 % və daha yüksək səmərəliliyə nail olunur. Təəssüf ki, bu rəqəmlər optimal rejimlə işləyən mühərriklərin işinə aiddir. Lakin nəqliyyat mühərrikləri dəyişən və optimal olmayan rejimlərdə işləyir, buna görə də

onların səmərəliliyi əksər hallarda maksimum göstəricidən 10-15 % aşağı olur [15-17].

DYM-də istifadə olunan hər on litr yanacaqdan yalnız iki litri faydalı işə sərf olunur, qalan hissəsi isə istilik enerjisinə çevrilərək ətraf mühitə yayılır. Mövcud mühərriklərin faydalı iş əmsalı yalnız 20 %-dir. Dünyada indiyə qədər daha yüksək səmərəliliyə malik, uzun müddətli və etibarlı işləyə biləcək daha mükəmməl bir mühərrik yaradılmamışdır [16, 17].

Dörd taktlı benzinlə işləyən mühərrikin işçi tsikli aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir: işçi qarışığının sorulması, işçi qarışığın sıxılması, alovlanması, işlənmiş qazların xaric olunması.

Birinci taktla yanacaq qarışığı (benzinin havaya nisbəti 1:15 normal yanma prosesini təmin etmək üçün optimal hesab olunur) porşenin yuxarı ölü nöqtədən aşağı ölü nöqtəyə doğru hərəkət etməsi nəticəsində silindirdəki həcmnin artması hesabına sovrulur. Silindr açılmış giriş klapanı vasitəsilə yanacaq qarışığı ilə doldurulur. Qarışığın sorulması porşen aşağı ölü nöqtəyə çatana qədər davam edir. Birinci taktla mühərrikin dirsəkli valı yarım dövr fırlanır. Silindrin doldurulma prosesində yanacaq qarışığı işlənmiş qaz qalıqları ilə qarışır və bu işçi qarışığı funksiyasını yerinə yetirir. İkinci taktla işçi qarışığın sıxılması prosesi baş verir, bu zaman hər iki klapan bağlı olur. Porşen silindirin aşağı ölü nöqtəsindən yuxarı ölü nöqtəsinə doğru hərəkət edir, nəticədə işçi qarışığı sıxılaraq temperaturu yüksəlir. İkinci taktın sonunda porşenin yaratdığı təzyiq 880-980 Pa-a, temperatur isə 300-400 °C-ə çatır. İkinci taktla mühərrikin dirsəkli valı növbəti yarım dövrü fırlanır. Üçüncü takt işçi taktıdır. Bu zaman işçi qarışığın yanması nəticəsində ayrılan enerji mexaniki enerjiyə çevrilir. Qazın yanması nəticəsində yaranan

təzyiq porşeni aşağı ölü nöqtəyə hərəkət etdirir. Nəticədə porşenin düzxətli hərəkəti sürgüqolu vasitəsilə dirsəkli valın fırlanma hərəkətinə çevrilir. İşçi taktın sonunda işçi qarışığı şamın elektrodları arasında yaranan elektrik qılgıcımı ilə alovlanır. İşçi taktla mühərrikin dirsəkli valı yenə yarım dövr fırlanır. Dördüncü takt işlənmiş qazların xaric olunmasıdır. Porşen silindirin aşağı ölü nöqtəsindən yuxarı ölü nöqtəsinə hərəkət etdikdə, çıxış klapanı açılır (giriş klapan hələ də bağlıdır) və işlənmiş qazlar yüksək sürətlə silindirdən xaric olunur. Dördüncü taktla mühərrikin dirsəkli valı yenə yarım dövr fırlanır. Ümumilikdə, iş tsiklinin dörd taktı, dirsəkli valın isə iki tam dövr fırlanması baş verir.

Dördüncü taktla sonra növbəti iş dövrü başlayır və proseslər təkrarlanır: sorma – sıxılma – yanma – xaric etmə və s. (şəkl. 1).



Şəkil 1 – DYM-nin giriş kanalı: 1 - sorma klapanı; 2 - çıxış klapanı; 3 - alışırma şamı

Figure 1 – ICE input channel: 1 - suction valve; 2 - outlet valve; 3 - spark plug

Yuxarıda qeyd olunanlardan belə nəticəyə gəlmək olur ki, faydalı mexaniki iş mühərrik tərəfindən yalnız yanma taktında yerinə yetirilir. Qalan üç takt fırlanmaqda olan dir-

səkli valın kinetik enerjisi hesabına yerinə yetirilir.

Dizel mühərrikin əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, yanacaq sıxılma taktının sonunda yüksək təzyiq altında birbaşa yanma kamerasına injektor vasitəsilə püskürdülür. Yüksək təzyiq altında yanacaq qarışığının sıxılmasında benzinlə işləyən mühərriklərə nisbətə təzyiq bir neçə dəfə çox olur. Dizel mühərrikinin yanma kamerasında təzyiq və temperatur çox yüksək olması hesabına yanar qarışığın öz-özünə alovlanması baş verir.

Dörd taktlı dizel mühərrikinin iş dövrü: birinci takt - sovurma, mühərrik silindrini yalnız hava ilə doldurmağa xidmət edir. İkinci takt - sıxılma, porşen üst ölü nöqtəyə hərəkət edərək havanın həcmi 18-22 dəfə sıxır (benzinlə işləyən mühərriklər üçün 8-10 dəfə) porşenin üstündəki təzyiq 4 kPa-a çatır, temperatur isə 500°C-dən yuxarı qalxır. Üçüncü takt işçi taktıdır, yanan yanacağın enerjisini mexaniki işə çevirməyə xidmət edir. Sıxılma taktının sonunda dizel yanacağı forsunka vasitəsilə yanma kamerasına püskürülür. Dizel yanacağı sıxılmış havanın yüksək temperaturunun olması səbəbindən öz-özünə alovlanıb yanaraq genişlənir. Bu zaman silindirdə təzyiq 10 kPa-a çatır, temperatur isə 2000°C-dən yüksək olur. Yüksək təzyiq porşeni aşağı ölü nöqtəyə itələyir və hərəkət sürgü qolu vasitəsilə dirsəkli vala ötürülür.

Benzinlə işləyən DYM kifayət qədər güclü və qənaətcildir. Eyni keyfiyyətli yanacaqqla işləyən karbürətorlu mühərriklərlə müqayisədə elektron yanacaq tənzimləmə sistemli mühərriklərdə sıxılma bir qədər yüksəlir və ötürülən yanacaq payının miqdarı daha dəqiq olur. Bütün bunlar yanacaq sərfini azaldır, mühərrikin gücünü artırır və işlənmiş qazların zəhərlilik təsirini azaldır.

1996-cı ildən etibarən Ford şirkətinin istehsalı olan mühərriklərdə yanma kamerasına yanacağın püskürülməsi giriş kanalında homogen hava-yanacaq qarışığının hazırlanmasını təmin edən proqramlaşdırılmış alışmanın idarə olunması alışma bucağına görə nizamlanmışdır.

Bu da forsunkadan yanacağın birbaşa püskürülməsi zamanı sovrulma prosesində yanacaqqla havanın qarışmasının tənzimlənməsini təmin edir. Yanacağın püskürülməsi və alışması sistemləri sərbəst olurlar və onlar mühərrikin integral idarəetmə sistemlərinin tərkib hissəsinə çevrilir.

Giriş və çıxış klapanlarının yumrucuq profilləri bir-birindən fərqlənən paylayıcı valların bir neçə konstruksiyası vardır. Yumrucuğun profilindəki dəyişiklik qazpaylanma fazalarının dəyişməsinə səbəb olur. Bu da sürətlənmə dinamikasını yaxşılaşdırmaq üçün mühərrikin fırlanma momentini və güc xüsusiyyətlərini dəyişdirməyə xidmət edir.

QPM mühərrikin silindrlərinə yanacaq-hava qarışığının verilməsi və işlənmiş qazların xaric edilməsini təmin edir. QPM-in hissələri paylayıcı val, klapanlar və klapan yönləndiricisi, bərkidici hissələri olan yaylar, klapan linglərdir. QPM dirsəkli valın köməyi ilə hərəkətə gətirilir. Klapanların açılıb bağlanmasını təmin edən paylayıcı val çuqundan hazırlanmaqla yumrucuqlarının səthi yüksək tezlikli cərəyanla təbdləndirilir. 1982-1984-cü illərdən etibarən paylayıcı vallar 40X markalı poladdan hazırlanaraq yumrucuqlarının sürtünən səthləri azotlaşdırılır və yüksək tezlikli cərəyanla təbdləndirilmişdir. Səthin azotla və karbonla qismən doyması nəticəsində korroziyaya, yeyilməyə və zərbəyə davamlılığı artmışdır. Səthin təbdləndirilməsi nəticəsində qalınlığı 20 mkm-ə qədər olan Fe₂N-dən, dərinliyi

0,5 mm-ə qədər olan azot və karbonun diffuziya zonasından və Fe-dən ibarətdir.

1985-ci ildən etibarən yumrucuqları ağardılmış paylayıcı vallar tətbiq edilmişdir. Ağartma prosesinin mahiyyəti, səthlərin elektrik qövs qaynağı vasitəsilə əridilməsi nəticəsində yüksək bərkliyə malik ağ çuqun təbəqənin əldə olunmasından ibarətdir. Paylayıcı val gövdə üzərində sürtünmə yastıqlarının içliklə-

rində, sancaqlar vasitəsilə bərkidilir. Sancaqların hər biri gövdəyə iki bolt vasitəsilə bağlanılır. Paylayıcı valın sürtünən səthlərinin yağlanması mərkəzi yağ kanalı vasitəsilə təmin edilir. Paylayıcı val mühərrikin gücünə, iş diapazonuna və paylayıcı valın işləmə müddətinə əsasən seçilməlidir. Mühərrikin maksimal fırlanma tezliyi onun etibarlılığına bilavasitə təsir göstərir (cədv.).

Cədvəl – DYM-nin əksəriyyəti üçün maksimum dövrlər sayı və etibarlılıq

Table – Maximum number of cycles and reliability for the majority of ICE

Mühərrikin maksimal dövrlər sayı	Təklif olunan iş şəraiti	Mövcud hissələrlə gözlənilən xidmət müddəti
4500/5000	Adi hərəkət	160000 km-dən çox
5500/6000	Yumşaq sürətlənmə	160000 km-dən çox
6000/6500	Hər gün sürmə/yumşaq qovma üçün sürətlənmə	~120000-160000 km
6200/7000	Hər gün sürmə / yumşaq qovma üçün sürətlənmə	80000 km-ə yaxın
6500/7500	Çox "sərt" küçə sürməsi və ya "yumşaq"dan "sərt" qədər qovma	Küçədə sürmə zamanı 80000 km-dən az
7000/8000	Ancaq "sərt" qovma	~ 50-100 yürüş

Mühərrikin səmərəli işləməsi onun və paylayıcı valın konstruksiyasının bir-birindən fərqlənməsi və QPM-in sazlanmasından asılıdır.

Yeni mühərriklərin layihələndirilməsi zamanı paylayıcı valların profilinin formasında və funksiyalarında bəzi dəyişikliklər etməklə qaz paylanması sürətə uyğun-

laşdırılmış sistemləri yaradılmışdır. Giriş və çıxış klapanları üçün ayrı-ayrı paylayıcı valların quraşdırılması nəzərdə tutulmuşdur.

Əksər hallarda paylayıcı val bütöv metal boru və onun üzərinə otuzdurulmuş yumrucuq və dayaq boyuncuqlarının yığma konstruksiyalarından (məsələn, Audi Valvelift Sisteminəki paylayıcı val) hazırlanır (şək. 2).



Şəkil 2 – Yığma konstruksiyalı paylayıcı val

Figure 2 – A camshaft with a prefabricated construction

Ancaq indiyə qədər əksər nəqliyyat vasitələrində çuqundan və ya yeyilməyədavamlı poladdan hazırlanmış bütöv konstruksiyalı paylayıcı vallardan istifadə edilir.

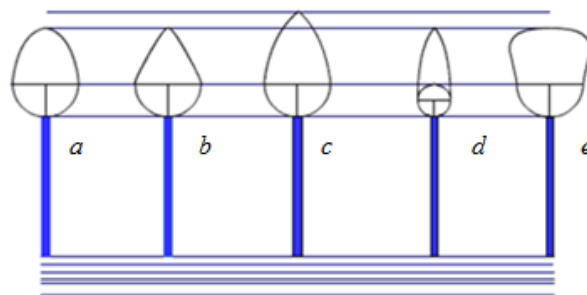
Paylayıcı valın əsas konstruktiv hissələri birbaşa və ya linglər vasitəsilə klapanları açan yumrucuqlardır. Paylayıcı val sürtünmə yastığı-içliklər vasitəsilə dayaqqlar üzərində fırlanır. Bu zaman içliklər və valın səthi arasında yağ qatının olması minimal sürtünməni təmin edir. Paylayıcı val fırlandıqda yumrucuqlar vasitəsi ilə klapanlar açılır və sonra yayın köməyi ilə bağlanırlar.

Layihələndirmə zamanı konstruktorlar yumrucuqların formasına və ölçüsünə xüsusi diqqət yetirirlər. Ona görə ki, klapanların qalxma hündürlüyü və açıq qalma müddəti bu parametrlərdən asılıdır. Bu parametrlərin optimal qiyməti havanın səmərəli verişini və işlənmiş qazların xaric olunmasını təmin edir.

Məlumdur ki, giriş klapanının açıq qalma müddəti nə qədər çox olarsa, yanma kamerasına bir o qədər çox yanar qarışıq daxil ola bilər. Digər tərəfdən, giriş klapanının çox açıq qalması nəticəsində onun porşenlə "toqquşma" təhlükəsi yaranır. Konstruktorlar bu problemi aradan qaldırmaq üçün hələ də ciddi səylə çalışmaqdadırlar.

QPM-nin paylayıcı valının bir dövründə dirsəkli val iki dövr edir. Bu zaman klapanların hər biri yalnız bir dəfə açılıb bağlanır (hər iki klapan sıxılma və işçi taktlarda bağlı olur). Dirsəkli val ilə QPM-nin sinxron işləməsini təmin etmək üçün ondan fırlanma hərəkəti dişli qayış və ya zəncir ötürməsi vasitəsi ilə paylayıcı vala ötürülür. Hal-hazırda ən müasir DYM-də hərəkətin paylayıcı vala ötürülməsi zəncir və ya qayış vasitəsilə təmin olunur. İkinci paylayıcı vala fırlanma hərəkəti isə birinci valdan dişli çarx ötürməsi vasitəsilə verilir.

Klapanın qalxma hündürlüyü və müddətini tənzimləmək üçün müxtəlif formaya malik yumrucuqlar işlənib hazırlanmışdır. Lakin bu konstruksiyaların hamısı seriyalı istehsalda tətbiq olunmamışdır. Şəkil 3-də bu yumrucuqların formaları göstərilmişdir.



Şəkil 3 – Müxtəlif formaya malik yumrucuqlar
Figure 3 – Different shaped cams

Giriş və çıxış klapanları üçün ayrı-ayrı paylayıcı vallar tətbiq olunur, yaxud bir paylayıcı val giriş və çıxış klapanlarına xidmət edir. Çıxış klapanının hələ bağlanmadığı an giriş klapanı artıq açılır. Konstruktorlar bunu üfurmə adlandırırlar: işlənmiş qazlar axını xaric olunduqdan sonra əlavə təzyiq yaranır, bu da yanma kamerasına havanın daxil olmasını təmin edir. Üst-üstə düşmə bucağı nə qədər kiçik olarsa (təxminən 15 dərəcədən), mühərrik daha qənaətlı və aşağı dövrlərdə sürətlənmə yaxşı olur. Əksinə, hər iki klapan eyni vaxtda nə qədər açıq qalırsa, mühərrikin yüksək sürətlərə reaksiyası bir o qədər yaxşı olar, lakin yanacaq sərfi artacaq və ekoloji standartlara cavab verməyəcəkdir [9-18].

Yuxarıda baxılan mühərriklərin konstruktiv təhlilləri göstərir ki, onun qazpaylayıcı sistemləri əsas elementlərindən biridir, mühərrikin etibarlı işləməsini və istismar göstəricilərini təmin edir.

Nəticə

Aparılmış təhlildən məlum olur ki, mühərlik konstruksiyalı mühərliklərin QPM-nin elementləri eyni funksiyanı yerinə yetirməsinə baxmayaraq dəyişən yüksək təzyiqə məruz qalırlar. Eyni zamanda istismar prosesində yüksək temperaturda işləyirlər. Bu səbəbdən QPM-in hissələrinin yeyilməsi növləri və yeyilmə ölçüləri müxtəlif olur. Tədqiqat işinin növbəti mərhələsində QPM-in hissələrinin yeyilməsi tədqiq ediləcəkdir.

Araşdırmalardan məlum olur ki, DYM-nin yuxarıda göstərilən istismar göstəriciləri ümumi təyinatlıdır. Ona görə ki, tezgedişli mühərliklərin etibarlı işləməsi üçün onun maksimal dövrlər sayı 6500 dövr/dəq-dən aşağı olmalıdır. Əks halda mühərliyin istismar müddəti nəzərə çarpacaq dərəcədə azalır. Həmin fırlanma tezliyi DYM üçün səciyyəvidir və orta gücə malik klapan yayları ilə əldə olunur. Əgər istismar prosesində əsas məqsəd etibarlılığın yüksəldilməsidirsə, mühərliyin fırlanma tezliyinin qiyməti 6000/6500 dövr/dəq-dən çox olmamalıdır.

Klapanın açıq qalma müddətinin çox olması mühərlik üçün faydalı olsa da, onun etibarlılığını azaldır. Giriş klapanı daha çox açıq qalarsa, buna müvafiq olaraq mühərlik güclənəcək. Mühərliyin gücünü artırmaq və etibarlılığını təmin etmək üçün paylayıcı valın yumrucuğunun profilinin optimallaşdırılması məsələsinin həlli həmişə aktualdır.

Giriş klapanının açılması anı ilə çıxış klapanının bağlanması anının üst-üstə düşməsi qazpaylama fazasından və yumrucuqların mərkəzləri arasındakı bucaqdan asılıdır. Bu xüsusiyyətlərin heç birini bir paylayıcı valı mühərliklərdə sərbəst şəkildə nizamlamaq mümkün deyil. Bundan əlavə, paylayıcı val giriş sisteminin əsas detallarından biri hesab olunur. Silindr başlığı, giriş kollektoru və çıxış sistemi ilə mütləq uyğunlaşdırılmalıdır.

Aparılan analiz göstərir ki, konstruktiv baxımdan QPM-lər müxtəlifdir. Buna görə də onların iş prinsipinin və istismar göstəricilərinin hissələrin yeyilməsinə təsiri müxtəlif olacaqdır. Bu baxımdan həmin konstruksiyalı hissələrin yeyilməsinin öyrənilməsi aktualdır.

Yumrucuqlu paylayıcı valın etibarlılığının təmin olunmasının konstruktiv həlli istiqamətində aparılan işlər layihələndirilərək potensiallaşdırılmışdır. Hesab edilir ki, istismar göstəricilərindən asılı olaraq göstərilən konstruksiyaların presizion hissələrinin yeyilməsinin təhlili məqsədə uyğundur. Bu nöqtəyi nəzərdən təmir fondundan yeyilmiş yumrucuqlu paylayıcı valların öncə topoqrafiyası və həndəsi ölçüləri yoxlanılmaqla, yumrucuqların yeyilmə qanunauyğunluğu öyrənilməlidir.

Maraqlar münaqişəsi

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

REFERENCES

1. Maşınların etibarlılığı. Dərslik. Bakı, 2017. - 347 s. *(in Azerbaijani)*
2. Hüseynov Ə.G. Maşınların təmir texnologiyası. Dərslik. - Bakı, 2006. - 467 s. *(in Azerbaijani)*
3. Hüseynov Ə.G., Əsədov Ş.N., Kərimov A.F., Hüseynli F.S. Əyləc mexanizmində disk-qəlib cütliyünün yeyilməsinin analizi. Tələbə və gənc tədqiqatçıların "Mütərəqqi texnologiyalar və innovasiyalar" mövzusunda VII Respublika ETK, 2023, s. 1479-1783. *(in Azerbaijani)*

4. **Əsədov Ş.N., Kərimov A.F., Hüseynli F.S.** Dışli çarxların sıradan çıxması səbəblərinin araşdırılması. Ümummilli Lider H. Əliyevin anadan olmasının 100 illiyinə həsr olunmuş “Dördüncü sənaye inqilabı və innovativ texnologiyalar” Beynəlxalq ETK, 2023, s. 354-356. *(in Azerbaijani)*
5. **Əmirov F.Q., Kərimov A.F.** Paylayıcı valların təmirinin araşdırılma ardıcılığı. XVI International scientific-technical conference on “Water transport problems”. Baku, 2021, s. 83-87. *(in Azerbaijani)*
6. **Gusejnov A.G., Kyazimova H.A.** Diffuzionnaya metallizatsiya dlya povysheniya iznosostojkosti detalej gusenichnyh dvizhitelej. Vestnik mashinostroeniya. M., 2019, №1. *(in Russian)*
7. **Gusejnov A.G., Asadov Sh.N.** Vosstanovlenie detalej diffuzionnym hromosilisirovaniem. Vestnik mashinostroeniya. M., 2013, № 2. *(in Russian)*
8. **Alekseev I., Morozov K., Shatrov M.** Avtomobil'nye dvigateli. M.: Akademiya, 2011, 464 s. *(in Russian)*
9. **Richard Van Basshuysen, Fred Schäfer.** Internal combustion engine handbook: basics, components, systems, and perspectives. SAE International, 2004, 811 p. *(in English)*
10. **Guseynov A.G.** Rehabilitation of precision machine parts by diffusional metallization. Russian Engineering Research. New York, N.Y. 10001, Vol. 20, No. 5, 2000, pp. 33-38 *(in Russian)*
11. **Hüseynov Z., Kərimov N.Ə., Mehdiyev R.İ., Əfəndiyev V.S.** Avtomobil və traktor mühərrikləri. – Bakı: Maarif, 1971, 435 s. *(in Azerbaijani)*
12. Ustrojstvo i rabota porshnevnyh i kombinirovannyh dvigatelej. Pod obshchej redak. A.S. Orlina, M.G. Kruglova. – M.: Mashinostroenie, 1990, 283 s. *(in Russian)*
13. **Gscheidle R.** Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik. Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, 2009, 720 p. *(in English)*
14. **Kosenkov A.A.** Ustrojstvo avtomobilej s dvigatelyami vnutrenngo sgoraniya. Tipy i sistemy dvigatelej. – Rostov-na-Donu: “Feniks”, 2004, 448 s. *(in Russian)*
15. **Vahlamov V.K., Shatrov M.G., Yurchevskij A.A.** Avtomobili: Teoriya i konstrukciya avtomobilya i dvigatelya. - M.: “Akademiya”, 2003, 816 s. *(in Russian)*
16. http://www.mehanikaauto.ru/raspredelitelny_val.html
17. [https://autodata.ru/article/all/dvigateli_serii_nz_1nz_fe_i_2nz_fe_/](https://autodata.ru/article/all/dvigateli_serii_nz_1nz_fe_i_2nz_fe/)
18. https://dok.ua/stati-i-obzory/dvigatel_i_sistema_vuhlopa/39/raspredelitelnyy-val-dvigatelya