

UOT: 621.3:007

SIXMA DƏRƏCƏSİNİ AVTOMATİK DƏYİŞƏN PORŞENİN KONSTRUKSIYASI VƏ ONUN HİDRAVLİK SİSTEMİNİN HESABLAMA METODİKASI

İsmayilov A.Ş., Kərimov E.N.

Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası
AZ1000, Bakı şəh., Z.Əliyeva küç., 18

E-mail: a.ismayilov27@gmail.com, elnur.karimov.8002@mail.ru

Xülasə. Məqalədə dizel mühərrikində sıxma dərəcəsini avtomatik dəyişən porşenin yeni konstruksiyası və onun hidravlik sisteminin təklif olunmuş hesablama metodikasının əsas müddəaları haqqında məlumatlar verilmişdir. Təklif olunan porşenin əsas üstünlüyü onun mühərrikin iş rejimlərinin dəyişməsinə çox həssas olmasıdır. Belə ki, hər bir tsikldə sıxma dərəcəsi mühərrikin iş rejimindən asılı olaraq maksimumdan minimuma qədər dəyişə bilər. Porşenin hidravlik sistemindəki həcmərdən baş verən sızmalar, bu həcmərə qazın düşməsi nəzərə alınmaqla tərtib olunmuş hesablama metodikası həcmərdəki təzyiqləri daha dəqiq təyin etməyə imkan verir.

Abstract. The Article describes the new design and operating principle of a piston that automatically changes the compression rate of the diesel engine and the main provisions of calculation method for the hydraulic system of this piston. The main advantage of the proposed piston design is its more sensitivity to changes in the engine operating mode. Since, the compression rate can vary from the maximum value to the minimum in each duty cycle, depending on the engine operating modes. The proposed calculation method provides the possibility to determine the pressures in these volumes as more as accurately, as well as taking into account the oil leakage from the volumes of hydraulic system of the piston and the ingress of gases into these mentioned volumes.

Аннотация. В статье излагаются новая конструкция и принцип работы поршня, автоматически изменяющий степень сжатия дизельного двигателя и основные положения расчетной методики гидравлической системы этого поршня. Основное преимущество предложенной конструкции поршня большая чувствительность к изменениям режима работы двигателя. Так как в каждом цикле степень сжатия может изменяться от макси-

мального значения до минимального в зависимости от режимов работы двигателя. Составленная расчетная методика с учетом утечек масла из объемов гидравлической системы поршня и попаданию газов в эти объемы, позволяет более точно определить давления в этих объемах.

Açar sözlər: *sıxma dərəcəsi, porşen, əlavə kamera, yuxarı həcm, aşağı həcm, xüsusi həcm, reduksion klapan, doldurucu klapan, hesablama metodikası, hidravlik sistem, yağın hal tənliyi, sızmalar, sıxlıq, təzyiq*

Key words: *compression rate, piston, additional chamber, upper volume, lower volume, special volume, pressure reducing valve, filling valve, calculation method, hydraulic system, oil equation, leakage, density, pressure*

Ключевые слова: *степень сжатия, поршень, дополнительная камера, верхний объем, нижний объем, специальный объем, редуционный клапан, наполнительный клапан, расчетная методика, гидравлическая система, уравнение состояния масла, утечки, плотность, давление*

Giriş. Gəmilərdə dizel mühərriklərindən daha geniş istifadə olunması bir tərəfdən yüksək üstəlik üfurmə tətbiq etməklə onların texniki-iqtisadi göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasını, digər tərəfdən isə bu mühərriklərdə daha ucuz başa gələn alternativ yanacaqların tətbiq edilməsini tələb edir. Çoxyanacaq, ələlxusus da sıxma dərəcəsini avtomatik dəyişən poşenli (SDADP) dizel mühərriklərində bu məsələ çox asanlıqla həll olunur. Belə ki, həmin mühərriklərdə sıxma dərəcəsi işə düşmə zamanı yüksək, nominal yük rejimlərində isə kiçik olur. Bu isə, həm yüksək üfurmə sistemi tətbiq etməyə, həm də yüngül yanacaqlardan istifadə olunmasına imkan verir. Lakin hələlik axıra qədər təkmilləşdirilmiş və istismarda olan SDADP-lı mühərrik yoxdur. Bundan başqa porşenin hidravlik sistemində baş verən prosesləri daha dəqiq əks etdirən hesablama metodikasının tərtib edilməsinə də ehtiyac vardır. Odur ki, bu mühərriklərin yaradılması istiqamətində həm nəzəri, həm də eksperimental elmi-tədqiqat işləri davam etdirilir ki, bu da məqalənin mövzusunun aktual olduğunu göstərir.

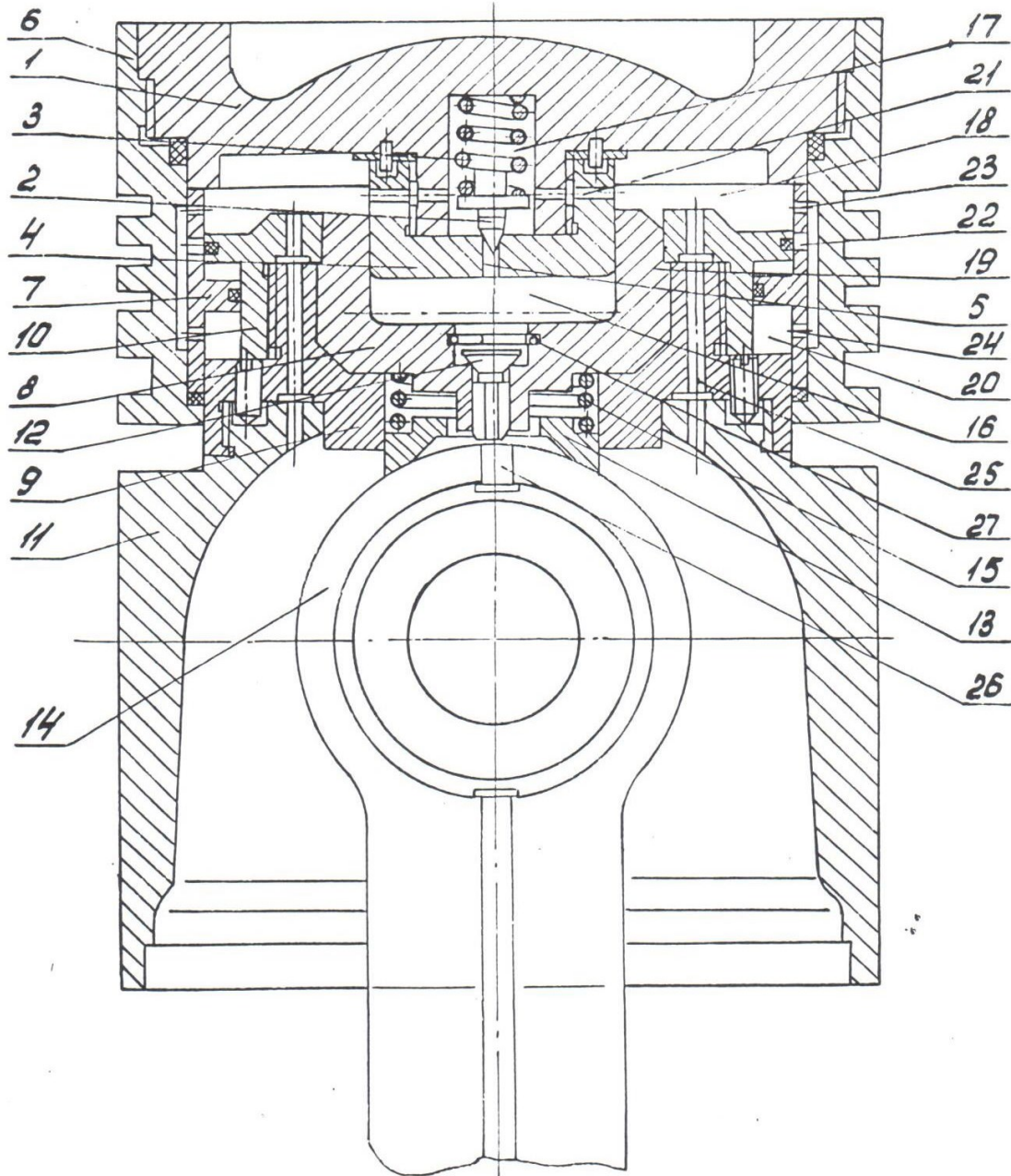
Əsas hissə. Sıxma dərəcəsini avtomatik dəyişən porşenin təklif olunan konstruksiyasının [1] əsas üstünlüyü onun mühərrikin iş rejimlərinin dəyişməsinə çox həssas olmasıdır. Belə ki, hər bir tsikldə sıxma dərəcəsi mühərrikin iş rejimindən asılı olaraq maksimumdan minimuma qədər dəyişə bilər. Bu, təklif olunmuş konstruksiyada nisbətən kiçik həcmə malik olan əlavə kameradan istifadə olunması nəticəsində mümkün olur. Həmin porşenin konstruksiyası şəkil 1-də göstərilmişdir.

Porşen iki hissədən ibarətdir: hərəkət edə bilən başlıq hissəsindən və hərəkətsiz əmək hissəsindən. Hərəkət edə bilən başlıq hissəsinə porşenin təpəsi (1), üzüklərin yerləşdiyi gövdə hissəsi (6), kiçik porşen (4) və aralıq hissə (7) aiddir. Hərəkətsiz əmək hissəsi isə əməkdan (11), gövdə hissəsindən (9), gilzdən (8) və qapaqdan (10) ibarətdir. Bu konstruksiyada iki ədəd klapanndan istifadə olunmuşdur: - kiçik porşen (4) və porşenin təpəsində (1) yerləşən, klapan (2) və yaydan (3) ibarət olan reduksion klapan; gilzdə yerləşən klapanndan (12), kipləşdirici şaybadan (13) və yaydan (15) ibarət olan doldurucu klapanndan.

Məhdudlaşdırıcı şayba (27) doldurucu klapanın əlavə kameraya (16) düşməsinə imkan vermir. Kipləşdirici şayba (13) isə yay (15) vasitəsilə şatunun (14) başlıq hissəsində hazırlanmış səthə sıxılaraq yağ sızmalarının qarşısını alır və doldurucu klapanın (12) yerləşdiyi həcmdə həmişə müəyyən təzyiq altında yağ olmasına şərait yaradır. Bu isə öz növbəsində, klapan (12) yuxarı qalxan kimi əlavə kameraya (16) yağın dolmasına səbəb olur.

Əlavə kamera (16) deşik (5) vasitəsi ilə reduksion həcmə (17) birləşir. Reduksion (17) və yuxarı (18) həcmə isə bir-biri ilə soplo deşikləri (21) ilə əlaqələndirilir. Aşağı (19) və yuxarı (18) həcmə bir-biri ilə (22) və (23), xüsusi (20) və yuxarı (18) həcmə isə (24) və (23) deşiklərinin köməyi ilə birləşdirilir. Yuxarı həcm (18) özü isə kanallar (25) vasitəsi ilə mühərrikin karteri ilə əlaqələndirilmişdir.

Porşenin iş prinsipi aşağıdakı kimidir. O, yuxarı ölü nöqtəyə doğru hərəkət edərkən, təxminən xaricətmə taktının yarısından başlayaraq, ətalət qüvvəsinin təsiri ilə başlıq hissəsi yuxarıya çəkilir, doldurucu klapın (12) açılır və mühərrikin yağlama sistemindən şatundakı (14) kanallar (26) vasitəsi ilə gələn yağ əlavə kamerası (16) doldurur. Əlavə kamerasının diametri porşenin öz diametrindən təxminən üç dəfə kiçik olduğuna görə o, qısa bir müddətdə, daha doğrusu, hər bir tsikldə yağla dola bilər.



Şəkil 1. Sıxma dərəcəsini avtomatik tənzimləyən porşen

Başlıq hissəsi yuxarıya qalxan zaman aralıq hissə (7) yağı aşağı həcmdən (19) sıxışdırır və yağ (22) və (23) dəşiklərindən keçərək yuxarı həcmə (18) daxil olur. Bu halda xüsusi həcm (20) də böyüdüynə görə orada təzyiq aşağı düşür və yuxarı həcmdən (18) yağın bir hissəsi (23) və (24) dəşiklərindən keçərək xüsusi həcmə azad olan hissəsini doldurur. Başlıq hissəsinin ən kənar yuxarı vəziyyətində qapaq (10) dəşikləri (22) bağlayır və aralıq hissə (7) aşağı həcmdə (19) yaranan yağ bufer qatına söykənir. Bu zaman sıxma dərəcəsinin ən böyük qiyməti alınır.

Sorma taktının qalan hissəsində və sıxma taktının böyük bir hissəsində maksimum sıxma dərəcəsi saxlanılır.

İşçi qarışıq öz-özünə alovlanıb yanma prosesi başladıqdan sonra silindrdəki təzyiq sürətlə artır və onun qiyməti yayın (3) gərilmə qüvvəsindən çox olduğu zaman reduksion klapan (2) açılır, yağ əlavə kameradan çıxır və başlıq hissəsi azalan həcmə müvafiq olaraq aşağıya düşür. Sıxma dərəcəsi azalaraq həmin rejim üçün optimal qiymət alır. Bu zaman kiçik porşen (4) yağı əlavə kameradan sıxışdırıb (5) deşiyindən reduksion həcmə (17), oradan da soplo deşikləri (21) vasitəsi ilə yuxarı həcmə (18), aralıq hissəsi (7) isə yağı xüsusi həcmdən (20) sıxışdırıb (24) və (23) deşiklərindən yuxarı həcmə (18) qovurlar. Aşağı həcm (19) azad olmuş hissəsi (23) və (22) deşikləri vasitəsi ilə yuxarı həcmdən (18) gələn yağla dolur.

Özünün ən kənar aşağı vəziyyətində, daha doğrusu, minimum sıxma dərəcəsi alındıqda, gövdə (9) deşikləri (24) bağlayır və aralıq hissə (7) xüsusi həcmdə (20) yaranan yağ buferinə söykənir. Bunun nəticəsində də mayedən olan dayaq sahəsi artdığına görə (xüsusi həcm sahəsinə müvafiq olaraq) əlavə kameradakı (16) təzyiq kəskin azalır. Bu isə, öz növbəsində, əlavə kameradan (16) sızmaları azaldır və kiçik porşenin (4) gilizin (8) dibi ilə toqquşmasının qarşısını alır.

Qeyd etmək lazımdır ki, aşağı və xüsusi həcmələr yığmadan əvvəl yağla doldurulur. Həmin həcmərdən yağ sızmalarının olmaması və qapağın (10) üzərindəki çıxıntıya görə yuxarı həcmdə həmişə yağ təbəqəsinin olması sayəsində aşağı və xüsusi həcmələr heç bir vaxt tamamilə boşalmır. Yuxarı həcmdə yağın miqdarı çoxaldıqda isə əlavə kanallar (25) vasitəsi ilə mühərrikin karterinə qaytarılır.

Mühərrikin iş rejimi dəyişdikdə, daha doğrusu, aralıq yük rejimində, sıxma dərəcəsinin aşağı həddi dəyişir, maksimum qiymət isə həmişə saxlanılır.

Beləliklə, sıxma dərəcəsi hər bir tsikldə avtomatik olaraq dəyişir (böyük yük rejimlərində) və mühərrikin bütün iş rejimlərində yanma prosesi maksimum sıxma dərəcəsi ilə başlayır. Çünki, hər bir tsikldə başlıq hissəsi ən kənar yuxarı vəziyyətdə olur. Odur ki, belə konstruksiyalı SDADP-li mühərriklərdə gilizin yuxarı hissəsində “quru” kəməryanarmır və birinci kompressiya üzüyünün iş şəraiti yaxşılaşır.

Aşağı və xüsusi həcmələrin kipləşdirilməsi üçün ftoroplast üzüklərdən istifadə olunmuşdur (şəkil 1). Belə kipləşdirici üzüklərin olması və həmin həcmələrin yağla yaxşı doldurulması başlıq hissəsinin ən kənar vəziyyətlərdə həmin həcmərdəki yağ qatına söykənməsini təmin edir ki, bu da zərbələrin qarşısını alır. Bundan başqa gövdənin (9) ətəyə (11), qapağın (10) gövdəyə (9), həmçinin porşenin təpə hissəsinin (1) başlığa (6) bağlanması yivlə həyata keçirilir ki, bu da SDADP-nin sökülüb yığılmasını xeyli asanlaşdırır. Belə ki, bu işlər porşeni mühərrikdən çıxarmadan, silindrlər başlığı çıxarıldıqdan sonra görülmə bilər.

Sıxma dərəcəsinə avtomatik dəyişən porşenin hidravlik sisteminin hesablama metodikası tərtib edilərkən aşağıdakı sadələşdirmələr qəbul olunmuşdur:

1. Hər hansı bir həcmənin bütün nöqtələrində təzyiqlər eynidir;
2. Porşenin divarları ilə yağ arasında istilik mübadiləsi yoxdur;
3. Hər hansı bir həcmənin bütün nöqtələrində temperaturlar eynidir.

Porşenin ayrı-ayrı həcmələrindəki təzyiqlər yağın hal tənliyinə görə təyin olunmuşdur. Yağın kəsilməzliyi şəraitində yağ üçün aşağıdakı hal tənliyindən istifadə edilmişdir [2, səh.59]:

$$1 - a_0 p_h - \frac{a_1}{2} p_h - \frac{a_2}{3} p_h = \frac{[0.71 - 0.001345(\rho_{20} - 850)](t - 20)}{\rho_h} \quad (1)$$

burada p_h - həcmərdəki təzyiq, ρ_h - həcmərdə təzyiq p_h və temperatur t olduqda yağın sıxlığı; ρ_{20} - atmosfer təzyiqində və 20°C temperaturda yağın sıxlığı; a_0 , a_1 və a_2 - tənliyin konstantlarıdır.

Həcmərdə yağın cari sıxlığı (ρ_h) aşağıdakı kimi təyin edilmişdir:

$$\rho_h = G_h / V_h \quad (2)$$

burada G_h və V_h - uyğun həcmərdə yağın kütləsi və həcmidir.

Müxtəlif həcmərdə yağın miqdarı həmin həcmərdə üçün tərtib olunmuş kütlə balansı tənliklərinə görə hesablanır.

Yağ axınının kəsilməzliyinin pozulduğu hallarda ayrı-ayrı həcmərdəki təzyiq aşağıdakı tənlikdən tapılır [2, səh.60]:

$$P_H = \frac{\alpha e \cdot \rho_h \cdot p_0}{\rho_0 - \rho_h + \alpha e \cdot \rho_h} \quad (3)$$

burada αe – yağda havanın həll olunması əmsalından və temperaturdan asılı olan ədədi əmsal; ρ_0 – yağın kəsilməzliyinin pozulduğu an yağın sıxlığı; p_0 – atmosfer təzyiqidir.

SDADP-nin başlıq hissəsinin yuxarıya hərəkəti zamanı yuxarı həcmdə təzyiqin atmosfer təzyiqindən aşağı düşməsi nəticəsində karter qazlarının yuxarı həcmə düşə bilməsi baş verə bilər. Belə ki, yuxarı həcm kanallarla mühərrikin karteri ilə əlaqələnməmişdir. Bundan başqa, yuxarı həcm reduksion həcmi ilə birləşdirici kanallar, əlavə kamera ilə isə kiçik porşen və giliz arasındakı boşluq vasitəsi ilə əlaqələndiyinə görə həmin həcmərdə də qaz keçə bilər. Yuxarı həcmdə həmişə müəyyən qalınlıqda yağ qatının olması bu həcmdən aşağı və xüsusi həcmərdə qazın düşməsinin qarşısını alır. Digər tərəfdən, həcmərdə seyrəklik yaranarsa, onda həmin həcmərdə elə yağın özündən də ayrılan hava da ola bilər ki, həmin havanın miqdarı belə hesablanır:

$$G_h^r = k_h \frac{V_h^m (P_0 - P_h) T_m \rho_h}{P_h T_0} \quad (4)$$

burada V_h^m - həcmdəki yağın həcmə miqdarı; k_h – havanın yağda həll olunması əmsalı; T_m – yağın temperaturudur.

Porşenin daxilindəki həcmərdən yağın sızması aşağıdakı düsturla hesablanmışdır [2, səh 63]:

$$Q = \frac{\pi d h^3}{12 \eta_0 l_0 c_1} \left[1 - \frac{1}{\exp(c_1 P_h)} \right] \quad (5)$$

burada d - kameranın (həcmi) diametri; h – radial araboşluğu; η_0 - yağın dinamik özlülüyü; c_1 -pyeozəmsal; l_0 – işçi səthin uzunluğudur.

Porşenin başlıq hissəsinin nisbi yerdəyişməsi aşağıdakı tənliyə görə təyin edilir:

$$M_b \frac{d^2 S_b}{dt^2} = M_b \frac{d^2 S}{dt^2} + F_b(P - P_0) - F_{\partial k}(P_{\partial k} - P_0) + F_{ah}(P_{ah} - P_0) - F_{xh}(P_{xh} - P_0) - F_{yh}(P_{yh} - P_0) + G_b \quad (6)$$

burada G_b – başlığın çəkisi, N ; M_b – başlığın kütləsi, kq ; $F_{\partial k}$, F_{ah} , F_{yh} , F_{xh} – uyğun olaraq əlavə kameranın aşağı, yuxarı və xüsusi həcmələrinin en kəsik sahələri, m^2 ; $p_{\partial k}$, p_{ah} , p_{yh} , p_{xh} – uyğun olaraq əlavə kameradakı, aşağı, yuxarı və xüsusi həcmərdəki təzyiqlər, Pa ; S -başlığın yerdəyişməsidir, m .

Başlığın yerdəyişməsi dirsək – şatun mexanizminin kinematikasına əsasən aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$S = l(\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \omega t} - 1) - r(\cos \omega t - 1) \quad (7)$$

burada λ – dirsəyin radiusunun (r) şatununun uzunluğuna (l) olan nisbəti; t – zaman, san ; ω - dirsəkli halın bucaq sürətidir, san^{-1} .

Reduksion və doldurucu klapanların en kəsik sahələri klapanların qalxma hündürlüyündən asılı olaraq dəyişir. Bu klapanların hərəkət tənlikləri aşağıdakı kimidir:

$$M_{rk} \frac{d^2 x_{rk}}{dt^2} = F_{rk}(p_{\partial k} - p_0) - C(x_0 + x_{rk}) - M_{rk} \frac{d^2 S}{dt^2} - G_{rk}, \quad (8)$$

$$M_{dk} \frac{d^2 x_{dk}}{dt^2} = F_{dk}(p_y - p_{\partial k}) - M_{dk} \frac{d^2 S}{dt^2} - G_{dk}, \quad (9)$$

burada x_{rk} , x_{dk} , F_{rk} , F_{dk} – uyğun olaraq reduksion və doldurucu klapanların qalxma hündürlükləri və en kəsik sahələri, m və m^2 ; M_{rk} , M_{dk} , G_{rk} , G_{dk} – uyğun olaraq reduksion və doldurucu klapanların kütləsi və çəkirləri, kq və N ; x_0 , C – reduksion klapanın başlangıç deformasiyası və sərtliyi, m və N/m ; p_y – yağverici quruluşda yağın təzyiqidir, Pa .

Sıxma dərəcəsinə avtomatik tənzimləyən porşenin hesabi sxemi şəkil 2-də göstərilmişdir. Bu porşenli mühərrikin işçi tsiklinin hesablamə metodikası əsasən aşağıdakı tənliklərlə ifadə olunur:

$$\frac{dG}{dt} = \mu_{sor} F_{sor} W_{sor} p_{sor} - \mu_{xar} F_{xar} W_{xar} p_{xar} \quad (10)$$

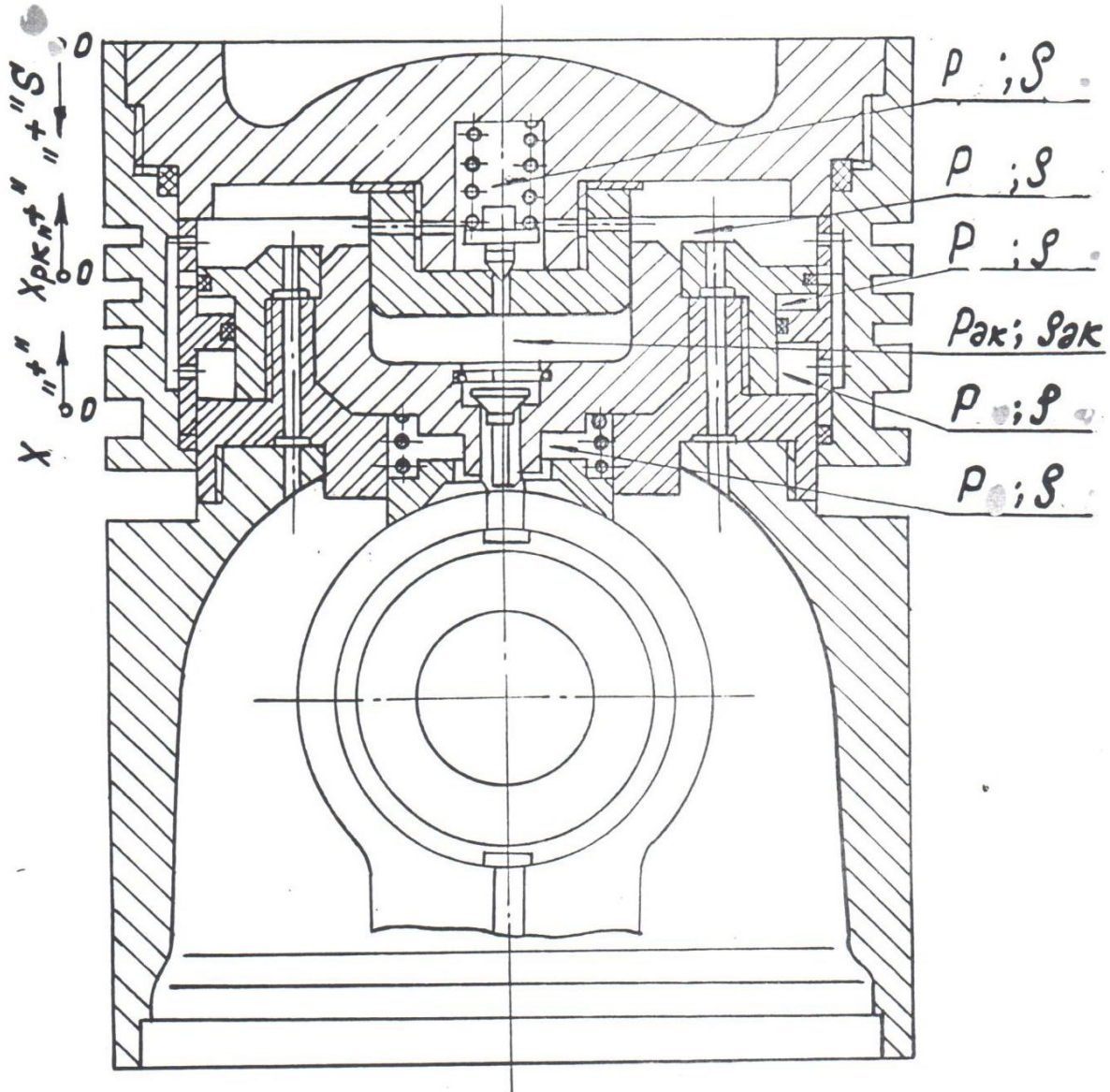
$$du = i_{sor} dG_{sor} - i_{xar} dG_{xar} + dQ_{HU} - dQ_W - dQ_H \quad (11)$$

$$du = \mu c_v M dT, \quad (12)$$

$$\frac{dv}{dt} = F_p \left(\frac{ds}{dt} + \frac{ds_{bas}}{dt} \right), \quad (13)$$

$$dp = G/V, \quad (14)$$

$$p = MR_u T/V, \quad (15)$$



Şəkil 2. Sıxma dərəcəsinə avtomatik tənzimləyən porşenin hesabi sxemi

$$S = f(\omega t), \quad (16)$$

$$\mu c_v = f(T, \alpha), \quad (17)$$

$$M_h \frac{d^2 s_{bas}}{dt^2} = M_h \frac{d^2 S}{dt^2} F_p (p - p_0) - F_{\partial k} (p_{\partial k} - p_0) + F_{ah} (p_{ah} - p_0) - F_{xh} (p_{xh} - p_0) - F_{yh} (p_{yh} - p_0) + Gh, \quad (18)$$

$$M_{pk} \frac{d^2 x_{pk}}{dt^2} = F_{pk} (p_{ak} - p_{ph}) - c(X_0 + X_{pk}) - M_{pk} \frac{d^2 S}{dt^2} - G_{pk}, \quad (19)$$

$$M_{pk} \frac{d^2 X_{dk}}{dt^2} = F_{pk}(p_m - p_{\partial k}) - M_{pk} \frac{d^2 S}{dt^2} - G_{pk}, \quad (20)$$

$$F_{pk} = f(x_{pk}), \quad (21)$$

$$F_{dk} = f(x_{dk}), \quad (22)$$

burada μ_{sor} və μ_{xar} - sorma və xaric klapanlarında sərf əmsalları; F_{sor} və F_{xar} - sorma və xaric klapanlarının en kəsik sahələri; W_{sor} və W_{xar} - sorma və xaric klapanlarında qaz axınının sürəti; p_{sor} və p_{xar} - sorma və xaric klapanlarından əvvəl qazın sıxlığı; i_{sor} və i_{xar} - sorma klapanlarından daxil olan və xaric klapanlarından çıxan qazın entalpiyası; F_p - porşenin alın səthinin sahəsi; S - porşenin getdiyi yol; $S_{baş}$ - porşenin başlıq hissəsinin nisbi yolu; α - hava artıqlıq əmsalı; M_h - porşenin başlıq hissəsinin kütləsi; $p_{\partial k}$, p_{ah} , p_{yh} , p_{xh} , və p_{ph} - uyğun olaraq əlavə kameradakı, aşağı, yuxarı və reduksion həcmərdəki təzyiqlər; $F_{\partial k}$, F_{ah} , F_{yh} , F_{xh} , və F_{ph} - uyğun olaraq əlavə kameranın, aşağı xüsusi, yuxarı və klapanların kütlələri; X_{pk} və X_{dk} - reduksion və doldurucu klapanların qalxma hündürlükləri; C - yayın sərtliliyi; X_0 - reduksion klapanın yayının başlanğıc gətirilməsi; G_h , G_{pk} və G_{dk} - başlıq hissəsinin, reduksion və doldurucu klapanların ağırlıq qüvvələridir.

Riyazi modeldəki silindrdə kütlə balans tənliyi (10) silindrə daxil olan və yaxud silindrdən xaric olan qazların miqdarını, (11) tənliyi isə silindrdəki işçi qarışığın daxili enerjisini təyin etmək üçündür. (12), (13), (14) və (15) tənliklərinin köməyi ilə uyğun olaraq silindrdəki qazların cari temperaturunu, həcmi, sıxlığını və təzyiqini hesablamaq mümkündür. (18), (19) və (20) hərəkət tənlikləri porşenin başlıq hissəsinin yerdəyişməsinə, reduksion və doldurucu klapanların qalxma hündürlüklərini tapmağa imkan verir. Reduksion və doldurucu klapanların en kəsik sahələri, uyğun olaraq (21) və (22) tənlikləri ilə bu klapanların qalxma hündürlüklərindən asılı olaraq hesablanır.

Sıxma dərəcəsini avtomatik dəyişən porşenin hidravlik sisteminin hesablama metodikasına yuxarıda göstərilən tənliklərdən başqa porşenin həcmələrinin kütlə balans tənlikləri, bu həcmələrin cari qiymətlərini və həcmərdə sıxlığı təyin etməyə imkan verən tənliklər, o cümlədən, müvafiq həcmərdəki təzyiqi təyin etmək üçün yağın hal tənlikləri də daxildir. Ayrı-ayrı həcmələr üçün həmin tənliklər sistemi aşağıdakı kimi ifadə edilir:

- əlavə kamera üçün

$$\frac{dG_{\partial k}}{dt} = G'_{dk} - G'_{rk} - G_{\partial k}^S \quad (23)$$

$$\frac{dV_{\partial k}}{dt} = F_{\partial k} \frac{dS_b}{dt} \quad (24)$$

$$G'_{dk} = MF_{dk} \sqrt{2p_g^y} \cdot \frac{p_y - p_{\partial k}}{\sqrt{|p_y - p_{\partial k}|}} \quad (25)$$

$$G'_{rk} = MF_{rk} \sqrt{2p_g^y} \cdot \frac{p_{\partial k} - p_{rh}}{\sqrt{|p_{\partial k} - p_{rh}|}} \quad (26)$$

$$G_{\partial k}^S = \frac{\pi d_{\partial k}^3 h_{\partial k}^3}{12 r_0 l_{\partial k} c_1} \left\{ 1 - \frac{2}{\exp[c_1(p_{\partial k} - p_{yh})]} \right\} \cdot \frac{p_{\partial k} - p_{yh}}{[p_{\partial k} - p_{yh}]} \cdot p_g^y \quad (27)$$

$$\rho_{\partial k} = G_{\partial k} / V_{\partial k} \quad (28)$$

$$p_{\partial k} = f(\rho_{\partial k}) \quad (29)$$

- reduksion klapan yerləşən həcm üçün

$$\frac{dG_{rh}^y}{dt} = G_{rk}^i - G_{rhyh}^y - G_{yrh}^q \quad (30)$$

$$\frac{dG_{rh}^q}{dt} = G_{yhrh}^q + G_{yrh}^q \quad (31)$$

$$\frac{dV_{rh}^q}{dt} = - \frac{dV_{rh}^y}{dt} \quad (32)$$

$$G_{rhyh} = \mu(NF_r) \sqrt{2p_g^y} \cdot \frac{p_{rh}-p_{yh}}{\sqrt{|p_{rh}-p_{yh}|}} \quad (33)$$

$$G_{yrh}^q = K_h \frac{V_{rh}^y(p_0-p_{rh})T_y p_{rh}}{p_{rh}T_0} \quad (34)$$

$$G_{yhrh}^q = \pm \mu(NF_r) p_g \sqrt{\frac{2k}{k-1} \frac{p_g}{p_g}} [(p_{çix}/p_g)^{2/k} - (p_{çix}/p_g)^{(k+1)/k}] \quad (35)$$

reduksion həcmdə qaz olduqda

$$\rho_{rh} = G_{rh}^q / V_{rh}^q \quad (36)$$

$$p_{rh} = R_\mu \rho_{rh} T_y / \mu_h \quad (37)$$

reduksion həcmdə qaz olmadıqda

$$V_{rh}^y = V_{rh} \quad (38)$$

$$\rho_{rh} = G_{rh}^y / V_{rh}^y \quad (39)$$

$$p_{rh} = f(\rho_{rh}) \quad (40)$$

- yuxarı həcm üçün

$$\frac{dG_{yh}^y}{dt} = G_{rhyh}^y - G_{yhk}^y + G_{əkyh}^s + G_{ahyh}^s + G_{xhyh}^s - G_{yyh}^q + G_{ahyh}^q + G_{xhyh}' \quad (41)$$

$$\frac{dG_{yh}^q}{dt} = -G_{yhrh}^q + G_{yhx}^q + G_{yyh}^q \quad (42)$$

$$\frac{dV_{yh}}{dt} = F_{yh} \cdot \frac{dSb}{dt} \quad (43)$$

$$G_{yhk}^y = \mu(N_0 F_{des}) \sqrt{2p_{yh}(p_{yh} - p_{0k})} \quad (44)$$

$$G_{ahyh}^s = p_g^y \cdot \frac{\pi d_{an} h_{an}^3}{12 r_0 l_{xh} c_1} \left\{ 1 - \frac{1}{\exp[c_1(|p_{ah}-p_{yh}|)]} \right\} \cdot \frac{p_{ah}-p_{yh}}{|p_{ah}-p_{yh}|} \quad (45)$$

$$G_{xhyh}^s = p_g^y \cdot \frac{\pi d_{xh} h_{xh}^3}{12 r_0 l_{xh} c_1} \left\{ 1 - \frac{1}{\exp[c_1(|p_{xh}-p_{yh}|)]} \right\} \cdot \frac{p_{xh}-p_{yh}}{|p_{xh}-p_{yh}|} \quad (46)$$

$$G_{yyh}^q = K_h \cdot \frac{V_{yh}^y(p_0-p_{yh})T_y p_{yh}}{p_{yh}T_0} \quad (47)$$

$$G_{ahyh} = \mu(N_a F_{roah}) \sqrt{2p_g^y} \cdot \frac{p_{ah}-p_{yh}}{\sqrt{|p_{ah}-p_{yh}|}} \quad (48)$$

$$G_{xhyh} = \mu(N_x F_{roah}) \sqrt{2p_g^y} \cdot \frac{p_{xh}-p_{yh}}{\sqrt{|p_{xh}-p_{yh}|}} \quad (49)$$

$$G_{yhk}^q = \pm \mu(N_0 F_{des}) p_g \sqrt{\frac{2k}{k-1} \frac{p_g}{p_g}} [(p_{çix}/p_g)^{2/k} - (p_{çix}/p_g)^{(k+1)/k}] \quad (50)$$

yuxarı həcmdə qaz olduqda

$$V_{yh}^q = V_{yh} - V_{yh}^y \quad (51)$$

$$\rho_{yh} = G_{yh}^q / V_{yh}^q \quad (52)$$

$$p_{yh} = R_\mu \rho_{yh} T_y / \mu_h \quad (53)$$

yuxarı həcmdə qaz olmadıqda

$$V_{yh}^y = V_{yh} \quad (54)$$

$$\rho_{yh} = G_{yh}^y / V_{yh}^y \quad (55)$$

$$p_{yh} = f(\rho_{yh}) \quad (56)$$

- aşağı həcm üçün

$$\frac{dG_{ah}}{dt} = -G_{ahyh}' - G_{ahyh}^s \quad (57)$$

$$\frac{dV_{ah}}{dt} = F_{ah} \frac{dSb}{dt} \quad (58)$$

$$\rho_{ah} = G_{ah}/V_{ah} \quad (59)$$

$$p_{ah} = f(\rho_{ah}) \quad (60)$$

- xüsusi həcm üçün

$$\frac{dG_{xh}}{dt} = -G'_{xhyh} - G^s_{xhyh} \quad (61)$$

$$\frac{dV_{xh}}{dt} = F_{xh} \frac{dSb}{dt} \quad (62)$$

$$\rho_{xh} = G_{xh}/V_{xh} \quad (63)$$

$$p_{xh} = f(\rho) \quad (64)$$

Yuxarıda göstərilən tənliklərdə əlavə olaraq aşağıdakılar göstərilmişdir:

p_{rh} – reduksion həcmdəki təzyiq, Pa ; ρ_{ak} , ρ_{yh} , ρ_{ah} , ρ_{xh} və ρ_{rh} – uyğun olaraq əlavə kameradakı, yuxarı, aşağı, xüsusi və reduksion həcmələri sıxlıqlar, kq/m^3 ; G_{ak} , G^y_{yh} , G_{ah} , G_{xh} , G^y_{rh} – uyğun olaraq əlavə kameradakı, yuxarı, aşağı, xüsusi və reduksion həcmələri yağın miqdarı, kq ; V_{ak} , V_{yh} , V_{ah} , V_{xh} , V_{rh} – uyğun olaraq əlavə kameranın, yuxarı, aşağı, xüsusi və reduksion həcmələri cari qiymətləri, m^3 ; G^q_{yh} , G^q_{rh} – uyğun olaraq yuxarı və reduksion həcmələri qazın miqdarı, kq ; F_r , $F_{deş}$, F_{0ah} , F_{0xh} , N , N_0 , N_a və N_x – uyğun olaraq reduksion həcmələri yuxarı həcmi, yuxarı həcmə mühərrikin karterini, aşağı həcmələri yuxarı həcmi və xüsusi həcmələri yuxarı həcmə birləşdirən dəşiklərin en kəsik sahəsi, m^2 və sayıdır; p_{0k} – mühərrikin karterindəki təzyiq, Pa ; G'_{dk} , G'_{rk} , G_{rhyk}^y , G_{yhk}^y , G'_{ahyh} , G'_{xhyh} – uyğun olaraq yağverici quruluşdan doldurucu klapan vasitəsi ilə əlavə kameraya keçən, əlavə kameradan reduksion klapan vasitəsi ilə reduksion həcmə keçən, reduksion həcmdən soplo dəşikləri vasitəsi ilə yuxarı həcmə keçən, yuxarı həcmdən karterə keçən, aşağı həcmdən yuxarı həcmə keçən, xüsusi həcmdən yuxarı həcmə keçən yağın miqdarı, kq/san ; G^q_{yhrh} , G^q_{ykh} – uyğun olaraq yuxarı həcmdən reduksion həcmə, mühərrikin karterindən yuxarı həcmə keçən yağın miqdarı, kq ; G^s_{akyh} , G^s_{ahyh} , G^s_{xhyh} – uyğun olaraq sızma nəticəsində əlavə kameradan yuxarı həcmə, aşağı həcmdən yuxarı həcmə, xüsusi həcmdən yuxarı həcmə keçən yağın miqdarı, kq ; ρ^y_g – yağın çıxdığı həcmdəki sıxlıq, kq/m^3 ; d_{ak} , d_{ah} , d_{xh} – uyğun olaraq əlavə kameranın, aşağı və xüsusi həcmələri diametri, m ; h_{ak} , h_{ah} , h_{xh} – uyğun olaraq əlavə kameradakı aşağı və xüsusi həcmələri radial araboşluqları, m ; l_{ak} , l_{ah} , l_{xh} – əlavə kameranın, aşağı və xüsusi həcmələri işçi səthlərinin uzunluğu, m ; μ – porşenin hidravlik sistemindəki dəşiklərdə yağın sərf əmsalıdır.

Nəticə. Sıxma dərəcəsini avtomatik dəyişən porşenin konstruksiyasının və porşenin hidravlik sisteminin hesablama metodikasının təhlili nəticəsində aşağıdakılar aydınlaşdırıldı:

a) sıxma dərəcəsini avtomatik dəyişdirilməsi yüksək üfurmə təzyiqli mühərriklərdə silindrdəki maksimum təzyiqi və təzyiqin orta yüksəlmə sürətini azaltmağa imkan verir və mühərrikin çox yanacaq liliğini təmin edir;

b) mühərrikin iş rejimlərinin dəyişməsinə həssas olan sıxma dərəcəsini avtomatik dəyişən porşenin konstruksiyası daha perspektivlidir;

v) sıxma dərəcəsini avtomatik dəyişən porşenin hidravlik sisteminin dəqiqləşdirilmiş hesablama metodikasından istifadə olunması hesabi eksperimentlərin köməyi ilə alınan nəticələrdən daha doğru təkliflərin hazırlanmasına imkan verir.

Ədəbiyyat

1. А.С. 958675 (СССР) . Поршень для автоматического регулирования степени сжатия. Авт. изобрет. Н.А.Керимов, Р.И.Мехтиев, В.С. Эфендиев и А.Ш.Исмаилов. – Заявл. 10.03.81. № 2965929/25-06,-Опубли. в. Б.И. 1982, № 34
2. Исмаилов А.Ш. Исследование рабочего процесса дизеля с ПАРСС восстанавливающим объем камеры сгорания в конце выпуска –в начале наполнения. Дис. канд.техн.наук-Баку, 1990, 208 с.

Məqalə qəbul olunub: 10.05.2022

Təvsiyə edib: t.e.d., prof. A.M.Qafarov