

UOT 621.43

ÜSTƏLİK ÜFÜRMƏ TƏZYİQİNİN VƏ MAŞIN ŞÖBƏSİNDƏKİ TEMPERATURUN DİZELİN İŞÇİ TSİKLİNİN HESABINDA NƏZƏRƏ ALINMASI

İsmayilov A.Ş., Məmmədov R.R.

“Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası” PHŞ

Az1000, Bakı şəh., Z.Əliyeva küç., 18

E-mail: akif.ismayilov@asco.az, rauf-mammadov.85@mail.ru

Xülasə. Məqalədə dizel mühərrikinin işçi tsiklinin hesablama metodikasına üstəlik üfurmə təzyiqinin və gəminin maşın şöbəsidəki temperaturun dəyişməsinin də nəzərə alınması üçün müəyyən əlavələrin edilməsi haqqında təkliflər verilmişdir. Bu əlavələrin köməyi ilə üstəlik üfurmə təzyiqinin və maşın şöbəsidəki temperaturun dəyişməsindən asılı olaraq resiverdəki təzyiq və temperaturun da real şəraitdəki qiymətlərini təyin etmək mümkün olacaqdır. Bu isə, öz növbəsində, riyazi eksperimentlər vasitəsi ilə mühərrikin əsas göstəricilərinin necə dəyişməsinə təhlil edərək mühərrikin mexaniki və istilik gərginliklərinin buraxılabilən hədlərdə saxlanması şərti daxilində, üstəlik üfurmə təzyiqinin və maşın şöbəsidəki temperaturun ən rəşional qiymətlərini təyin etməyə imkan verəcəkdir.

Abstract. The article proposes additions to the methodology for calculating the working cycle of a diesel engine in order to take into account changes in boost pressure and temperature in the engine room of a vessel. With these additions, it will be possible to determine the pressures and temperatures in the receiver when the boost pressure and temperature in the engine room change in real conditions. This, in turn, will allow, using mathematical experiments, to determine rational values for boost pressure and temperature in the engine room, which will allow the engine's mechanical and thermal loads to be kept within acceptable limits.

Аннотация. В статье предложены дополнения в методику расчета рабочего цикла дизельного двигателя с целью учета изменения давления наддува и температуры в машинном отделении судна. С помощью этих дополнений будет возможно определить давления и температуры в ресивере при изменении давления наддува и температуры в машинном отделении в реальных условиях. А это, в свою очередь, позволит с помощью математических экспериментов определить рациональные значения давления наддува и температуры в машинном отделении, позволяющие сохранить механические и тепловые нагрузки двигателя в допустимых пределах.

Açar sözlər: üstəlik üfurmə təzyiqi, kompressor, maşın şöbəsidəki temperatur, dizel mühərriki, nominal iş rejimi, istilikdən istifadə olunma əmsalı, rəşional qiymət, tsikllik yanacaq verilişi, hava artıqlıq əmsalı, işçi tsikl

Key words: boost pressure, engine room temperature, diesel engine, nominal operating mode, heat utilization factor, rational value, fuel cycle supply, excess air ratio, duty cycle

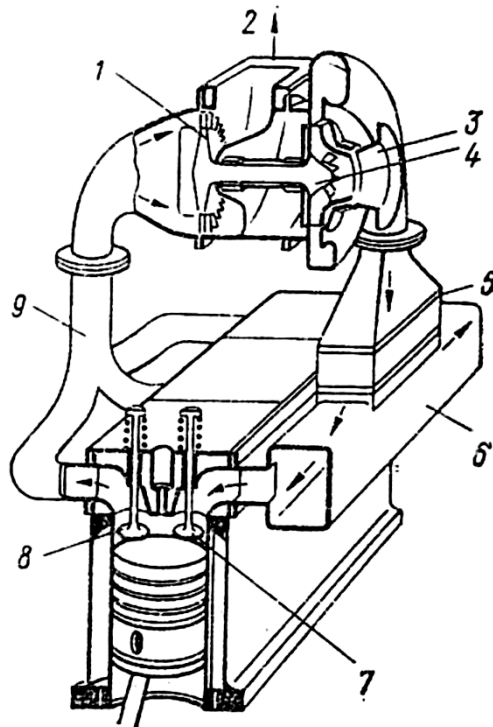
Ключевые слова: давление наддува, температура в машинном отделении, дизельный двигатель, номинальный режим работы, коэффициент использования теплоты, рациональное значение, цикловая подача топлива, коэффициент избытка воздуха, рабочий цикл

Giriş. “Azərbaycan Xəzər Dəniz Gəmiçiliyi” QSC-nin nəzdində olan gəmilərdə baş və köməkçi mühərriklər kimi dizellərdən istifadə olunur. Belə ki, gücün artırılması nöqtəyindən dizel mühərrikləri daha geniş imkanlara malikdir və hələ yaxın illərdə enerji-güc mənbəyi kimi müxtəlif sahələrdə tətbiq olunacaqdır.

Baş gəmi dizellərinin, demək olar ki, hamısında, köməkçi dizellərin isə əksəriyyətində təmiz havanın silindrə verilməsi üçün üstəlik üfurmə sistemləri tətbiq edilir. Bu üsul mühərrikin energetik və iqtisadi göstəricilərinin yaxşılaşdırılması nöqteyi nəzərindən əsas üsullardan biri hesab olunur. Lakin, üstəlik üfurmə təzyiqinin və temperaturunun artması mühərrikin mexaniki və istilik gərginliklərinin də böyüməsinə səbəb olur. Bu isə mühərrikin ömrünün azalmasına və onun tez sıradan çıxmasına səbəb olur. Odur ki, üstəlik üfurmə təzyiqinin elə bir rəşional qiyməti seçilməlidir ki, bu təzyiqdə mühərrikin mexaniki və istilik gərginlikləri, mümkün qədər, az olmaqla yanaşı, onun energetik və iqtisadi göstəriciləri də qənaətbəxş hədlərdə olsun.

Ona görə də, mühərrikdə üstəlik üfurmə təzyiqi dəyişdikdə mühərrikin göstəricilərinin necə dəyişməsinə qabaqcadan proqnozlaşdırmaq çox vacibdir. Belə proqnozlaşdırma iki yolla mümkündür: birincisi, mühərrikin əsas göstəricilərinin motor sınaqları vasitəsi ilə təyin olunması, ikincisi, üstəlik üfurmə təzyiqinin və maşın şöbəindədi temperaturun dəyişməsinə də nəzərə ala biləcək hesablama metodikasından istifadə etməklə riyazi eksperimentlərin köməylə. Birinci halda, xeyli material və vaxt itkilərinə yol verildiyindən, ikinci hal daha məqsədəuyğun hesab edilir. Belə ki, bu halda çox qısa bir müddətdə, heç bir material itkisinə yol vermədən, mühərrikin əsas göstəriciləri təyin olunur və üstəlik üfurmə təzyiqinin onun ən qənaətbəxş qiymətlərini təmin edə biləcək rəşional qiyməti seçilir. Bu isə magistr dissertasiyasında baxılan məsələlərin aktual olduğunu göstərir.

Əsas hissə. Şəkilə dördtaktlı mühərrikin üstəlik üfurmə sxemi göstərilmişdir [1, səh.187]. Hava ətraf mühitdən hava qəbuledici borudan 3 keçərək kompressora 4 sorulur və burada sıxılaraq havasoyuducusuna 5, oradan da hava resiverinə 6 verilir. Resiverdən hava sorma klapanıdan 7 keçərək silindrə daxil olur.



Şəkil. Dördtaktlı mühərrikin üstəlik üfurmə sxemi:

1-qaz turbini; 2-xaric borusu; 3-hava qəbuledici boru; 4-kompressor; 5-havasoyuducusu; 6-hava resiveri;
7-sorma klapanı; 8-xaricetmə klapanı.

Kompressorun işçi çarxı qaz turbininin rotoru ilə ümumi bir val üzərində yerləşdiyindən qaz turbini 1 ilə hərəkətə gətirilir. Qaz turbininin özü isə mühərrikin xaric klapanından 8, xaric kollektorundan və borudan 9 keçərək daxil olan yanma məhsullarının enerjisi hesabına hərəkətə gətirilir. Yanma məhsulları xaric borusundan 2 ətraf mühitə verilir.

Üstəlik üfurməli mühərriklərdə hava kompressorda sıxıldıqdan sonra silindrə daxil olduğuna görə bu mühərriklər üçün ətraf mühit şəraiti kimi kompressordan sonrakı təzyiq (p_k) və temperatur (T_k) qəbul edilir. Qeyd etmək lazımdır ki, baş gəmi dizellərində kompressordan çıxan havasoyuducusunda soyudulduqdan sonra mühərrikin silindrinə verilir. Belə olduqda, ətraf mühit parametrləri kimi havasoyuducusundan sonra yerləşdirilən resiverdəki təzyiq və temperatur qəbul olunur.

Mühərrikin nominal iş rejimi üçün resiverdə olan havanın təzyiq və temperaturunun rəşional qiymətləri, uyğun olaraq, p_s və T_s ilə, onların cari quymətləri isə p'_s və T'_s ilə işarə edilir.

Üstəlik üfurmə təzyiq və temperaturunun mühərrikin göstəricilərinə təsiri tədqiq edilərkən resiverdəki təzyiqin cari qiymətləri p'_s mühərrikin nominal iş rejimindəki rəşional təzyiqdən p_s kiçik və böyük hədlərdə qəbul edilərək kompressordan sonrakı təzyiq və temperaturun cari qiymətləri (uyğun olaraq p'_k və T'_k) aşağıdakı kimi təyin edilir:

- kompressordan sonrakı təzyiqin cari qiyməti

$$p'_k = p'_s + p_{soy}, \text{ MPa} \quad (1)$$

burada $p_{soy} = 980 \div 2940 \text{ Pa}$ – hava soyuducusunda təzyiq düşküsidür.

- kompressordan sonrakı temperatur (T_k) isə aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$T'_k = T_0 \left(\frac{p'_k}{p_0} \right)^{\frac{n_k-1}{n_k}}, \text{ K} \quad (2)$$

burada n_k - kompressorda havanın sıxılmasının politrop göstəricisi; $p_0 = 0,1 \text{ MPa}$ - normal atmosfer təzyiqi; $T_0 = 293 \text{ K}$ - normal atmosfer təzyiqində havanın temperaturudur.

Üfurmə nasoslarının növündən və soyudulma dərəcəsiindən asılı olaraq n_k aşağıdakı hədlərdə qəbul edilir:

- 1) porşenli üfurmə nasosları üçün - $n_k = 1,4 \div 1,6$;
- 2) həcmi üfurmə nasosları üçün - $n_k = 1,55 \div 1,75$;
- 3) oxboyu və mərkəzdənqaçma üfurmə nasosları üçün - $n_k = 1,4 \div 2,0$.

Resiverdəki havanın cari temperaturu:

$$T'_s = T'_k - E_x (T'_k - T_0), \text{ K} \quad (3)$$

burada E_x - mühərrikin nominal iş rejimində havanın soyudulma dərəcəsidir:

$$E_x = \frac{T_k - T_s}{T_k - T_0}, \quad (4)$$

burada T_k - resiverdəki təzyiqin rəşional qiymətində (p_s) kompressordan sonra havanın temperaturudur:

$$T_k = T_0 \left(\frac{p_k}{p_0} \right)^{\frac{n_k-1}{n_k}}, \text{ K} \quad (5)$$

p_k - resiverdəki təzyiqin rəşional qiymətində (p_s) kompressordan sonra havanın təzyiqidir:

$$p_k = p_s + p_{soy}, MPa \quad (6)$$

Mühərrikin nominal iş rejimində resiverdəki havanın sıxlığı:

$$\rho_s = \frac{p_s \cdot 10^6}{R_h T_s}, kq/m^3 \quad (7)$$

R_h - havanın xüsusi qaz sabitidir:

$$R_h = \frac{R}{\mu_h}, C/(kq \cdot dər)$$

burada $R = 8315 C/(kq \cdot dər)$ - universal qaz sabiti; $\mu_h = 28,96 \frac{kg}{kmol}$ - havanın mol çəkisidir.

Resiverdəki təzyiqin cari qiymətlərində (p'_s) resiverdəki havanın sıxlığı:

$$\rho'_s = \frac{p'_s \cdot 10^6}{R_h \cdot T'_s}, kq/m^3 \quad (8)$$

Resiverdəki təzyiqin cari qiymətlərində (p'_s) yanma nəticəsində ayrılan istilikdən istifadə olunma əmsalının cari qiymətləri (ξ'_z);

$$\xi'_z = \xi_{zopt} \rho'_s / \rho_s, \quad (9)$$

Bu ifadədən göründüyü kimi silindrə daxil olan hava miqdarının mühərrikin nominal iş rejimindəki hava miqdarından çox olması yanma prosesinin yaxşılaşması nəticəsində istilikdən istifadə olunma əmsalının böyüməsinə, az olması isə, əksinə yanma prosesinin pisləşməsi, daha doğrusu, natamam yanmanın artması nəticəsində istilikdən istifadə olunma əmsalının da kiçilməsinə səbəb olacaqdır.

Silindrə daxil olan havanın sıxlığı:

$$\rho_s = \frac{p_s \cdot 10^6}{R_h T_s}, kq/m^3 \quad (10)$$

Resiverdəki havanın təzyiqinin dəyişməsi silindrə daxil olan havanın miqdarına da təsir göstərəcəkdir. Belə ki, bu təzyiqin nominal iş rejimindəki təzyiqə nəzərən böyüməsi silindrə daxil olan havanın miqdarının artmasına, azalması isə, əksinə, havanın miqdarının azalmasına səbəb olacaqdır. Odur ki, resiverdəki havanın cari təzyiqlərində bir tsikldə silindrə verilən havanın cari miqdarının aşağıdakı ifadə ilə təyin olunması təklif edilir:

$$G'_h = G_h \cdot p'_s / p_s, kq/tsikl \quad (11)$$

burada G_h - mühərrikin nominal iş rejimində bir tsikldə silindrə verilən havanın miqdarıdır (verilir).

Bu ifadədən göründüyü kimi, resiverdəki havanın cari təzyiqlərində bir tsikldə silindrə verilən havanın cari miqdarının artıb azalması p'_s/p nisbəti ilə nəzərə alınmışdır.

Resiverdəki havanın təzyiqinin dəyişməsi nəticəsində bir tsikldə silindrə verilən havanın miqdarı dəyişdiyinə görə bir tsikldə silindrə verilən yanacağın miqdarını da dəyişmək, yəni artırmaq, və yaxud azaltmaq olar. Bu halda, resiverdəki havanın cari təzyiqlərində mühərrikin tsikllik yanacaq verilişinin miqdarının dəyişməsinə də p'_s/p_s nisbəti ilə nəzərə almaq olar:

$$g'_{ts} = g_{ts} \cdot p'_s / p_s, kq/tsikl \quad (12)$$

burada g_{ts} - mühərrikin nominal iş rejimində silindrə verilən yanacağın tsikllik miqdarıdır:

$$g_{ts} = G_h / (30 \cdot n \cdot \alpha \cdot l_0 \cdot i), \text{ kq/tsikl} \quad (13)$$

burada n - mühərrikin dövrlər sayı, $dəq^{-1}$; α - mühərrikin nominal iş rejimində hava artıqlıq əmsalı; l_0 - 1 kq yanacağın tam yanması üçün tələb olunan havanın çəki ilə nəzəri miqdarıdır, kq/kq ; i - mühərrikin silindrlərinin sayıdır.

Ayındır ki, resiverdəki havanın təzyiqinin dəyişməsi mühərrikin hava artıqlıq əmsalının da dəyişməsinə səbəb olacaqdır. Belə ki, resiverdəki havanın təzyiqinin artması nəticəsində silindrə daxil olan havanın sıxlığı və silindrə verilən havanın miqdarı artır ki, bu da öz növbəsində, hava artıqlıq əmsalını da artırır. Odur ki, resiverdəki havanın cari təzyiqlərində mühərrikin hava artıqlıq əmsalını da aşağıdakı ifadə ilə təyin etmək təklif edilir:

$$\alpha' = \alpha \cdot \rho'_s / \rho_s, \quad (14)$$

Bu ifadədən göründüyü kimi, ρ'_s / ρ_s nisbətinin böyüməsi hava artıqlıq əmsalının da böyüməsinə, kiçilməsi isə onun azalmasına səbəb olacaqdır.

(3) və (5) ifadələrindən görünür ki, üstəlik üfurməli mühərriklərdə üstəlik üfurmə təzyiqinin qəbul olunmuş qiymətində həm resiverdəki temperatur, həm də kompressordan sonrakı temperatur yalnız ətraf mühit temperaturundan asılıdır. Ətraf mühit temperaturunun artması kompressordan sonrakı temperaturun artmasına resiverdəki temperaturun artmasından daha çox təsir göstərir. Belə ki, (5) ifadəsindən göründüyü kimi ətraf mühit temperaturunun artması ilə kompressordan sonrakı temperatur, demək olar ki, ona düz mütənəşib olaraq artır. Lakin (3) ifadəsinə görə ətraf mühit temperaturunun artması ilə kompressordan sonrakı temperatur (T'_k), eləcə də, ($T'_k - T_0$) temperaturlar fərqi də artır ki, bu da son nəticədə resiverdəki temperatura (T'_s) çox cüzi təsir edir.

Məlum olduğu kimi, gəminin maşın şöbəsində yay mövsümündə temperatur 35-40⁰ C-yə kimi arta bilər. Bu halda kompressora daxil olan havanın sıxlığı azaldığından onun vurduğu havanın kütlə miqdarı da azalır. Bu isə, hava çatışmamazlığı səbəbindən yanma prosesində natamam yanmanın, eləcə də, mühərrikin xüsusi effektiv yanacaq sərfinin artmasına, gücünün azalmasına və mühərrikin tüstüləməsinə səbəb olacaqdır.

Yuxarıda göstərilənlər nəzərə alınaraq CAT 3608 markalı dizel mühərrikinin işçi tsiklinin hesablama metodikasının əsasında tərtib olunmuş riyazi model, alqoritm və Fortran alqoritmik dilində hazırlanmış proqram [2, səh.152-160] qeyd olunan mühərrikin əsas göstəricilərinin üstəlik üfurmə təzyiqindən və ətraf mühitin temperaturundan asılı olaraq təyin olunmasına imkan verir.

Nəticə. Tərtib olunmuş hesablama metodikasının köməyi ilə üstəlik üfurmə təzyiqindən və gəminin maşın şöbəsindəki temperaturdan asılı olaraq riyazi eksperimentlərin köməyi ilə CAT 3608 markalı dizel mühərrikin əsas göstəricilərinin dəyişməsinin təhlili nəticəsində qısa bir müddətdə, çox vaxt və material itkilərinə yol vermədən üstəlik üfurmə təzyiqinin və maşın zalındakı temperaturun rəşional qiymətləri təyin edilə bilər.

Ədəbiyyat

1. A.Ş. İsmaylov, N.Ş. Talıbov. Gəmi daxili yanma mühərriklərinin konstruksiyası. Dərslik. Bakı, ADDA, 2019, 362 s.
2. A.Ş. İsmaylov. Gəmi daxili yanma mühərriklərinin nəzəriyyəsi. Dərslik. Bakı, ADDA, 2018, 370 s.

Məqalə qəbul olunub: 30.10.25
Təvsiyə edib: prof. Qafarov A.M.