

UOT 621.43

ÜSTƏLİK ÜFÜRMƏ TƏZYİQİNİN VƏ MAŞIN ŞÖBƏSİNDƏKİ TEMPERATURUN CAT 3608 MARKALI BAŞ GƏMİ DİZELİNİN İŞİNƏ TƏSİRİNİN NƏZƏRİ TƏDQIQI

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 üstəlik üfurmə təzyiqinin və maşın şöbəsidəki temperaturun dəyişməsindən asılı olaraq CAT 3608 markalı baş gəmi dizelinin əsas göstəricilərinin dəyişməsinin nəzəri təhlilinin nəticələri verilmişdir. Bu zaman riyazi eksperimentlərin köməyi ilə aydınlaşdırılmışdır ki, üstəlik üfurmə təzyiqinin yüksəldilməsi mühərrikin qənaətliliyinin və effektiv göstəricilərinin yaxşılaşmasına səbəb olsa da, silindrdəki maksimum təzyiq də xeyli artır və dirsək-şatun mexanizmi hissələrində mexaniki gərginliklərin də artmasına səbəb olur. Bundan başqa, maşın şöbəsidəki temperaturun artması ilə mühərrikin effektiv göstəricilərinin pisləşir ki, bu da, əsasən, resiverə verilən havanın temperaturunun artması və mühərrikin doldurma əmsalının kiçilməsi ilə izah olunur. Bu baxımdan, üstəlik üfurmə təzyiqinin rəşional qiymətinin 0,37 MPa qəbul olunması və, imkan dairəsində, maşın şöbəsidəki temperaturun 20° S hədlərində saxlanılması təklif olunur.

Abstract. The article presents the results of a theoretical analysis of changes in the main performance indicators of the CAT 3608 marine diesel engine depending on changes in boost pressure and temperature in the vessel's engine room. Mathematical experiments have shown that increasing boost pressure improves fuel economy and engine performance, but at the same time significantly increases the maximum cylinder pressure, as well as the mechanical loads on the engine crank mechanism components. In addition, with an increase in temperature in the engine room, the deterioration in the engine's effective performance is explained mainly by an increase in temperature in the receiver and a decrease in the engine filling factor. Based on this, it is recommended to take a rational value for the boost pressure of 0.37 MPa and, if possible, maintain the temperature in the engine room at around 20° C.

Аннотация. В статье излагаются результаты теоретического анализа изменения основных показателей главного судового дизеля марки CAT 3608 в зависимости от изменения давления наддува и температуры в машинном отделении судна. С помощью математических экспериментов установлено, что с увеличением давления наддува улучшается экономичность и эффективные показатели двигателя, но вместе с этим значительно увеличивается максимальное давление в цилиндре, а также механические нагрузки на детали кривошипно-шатунного механизма двигателя. Кроме того, с увеличением температуры в машинном отделении ухудшение эффективных показателей двигателя объясняется, в основном с увеличением температуры в ресивере и уменьшением коэффициента наполнения двигателя. Исходя из этого рекомендуется рациональное значение давление наддува принимать 0,37 МПа и, по возможности, сохранить температуры в машинном отделении около 20° C.

Açar sözlər: üstəlik üfurmə təzyiqi, maşın şöbəsidəki temperatur, baş gəmi dizeli, havasoyuducusu, resiver, mühərrikin qənaətliliyi, effektiv göstəricilər, energetik göstəricilər, xüsusi effektiv yanacaq sərfi, orta effektiv təzyiq, effektiv güc

Key words: boost pressure, engine room temperature, main marine diesel engine, air cooler, receiver, engine efficiency, performance indicators, energy indicators, specific effective fuel consumption, average effective pressure, effective power

Ключевые слова: давление наддува, температура в машинном отделении, главный судово́й дизель, воздухоохладитель, ресивер, экономичность двигателя, эффективные показатели, энергетические показатели, удельный эффективный расход топлива, среднее эффективное давление, эффективная мощность

Giriş. Daxili yanma mühərriklərində (DYM), xüsusilə də, üstəlik üfurməsiz ikitəktli mühərriklərdə, silindrin yanmış qazlardan təmizlənməsi və onların təzə hava ilə doldurulması ən vacib məsələlərdən biridir. Bunun üçün mühərrikin silindrinin üfürülməsi və yanma məhsullarının silindrdən daha çox çıxarılması prosesi təşkil olunmalıdır. Belə ki, mühərrikin silindrinin yanmış qazlardan yaxşı təmizlənməməsi silindrlərə verilən təmiz havanın miqdarını azaldır və nəticədə yanma prosesinin keyfiyyəti pisləşir, mühərrikin gücü və yanacaq qənaətliliyi aşağı düşür. Mühərrikin silindrinin üfürülməsi üçün üfürmə nasoslarından istifadə olunur. Bu nasoslar adətən porşenli olub mühərrikin dirsəkli valından hərəkət alır. Onların köməyi ilə üfürücü havanın təzyiqini 0,13 MPa-ya qədər yüksəltmək olur və onların hərəkəti üçün mühərrikin gücünün bir hissəsi sərf olunur. Belə üfürmə sistemi çox effektiv olmadığından həm ikitəktli, həm də dördtəktli dizel mühərriklərində qazturbokompressorlu üstəlik üfürmə sistemlərindən daha çox istifadə olunur. Qazturbokompressoru iki əsas hissədən ibarətdir: turbin hissəsi və kompressor hissəsi. Turbinin işçi çarxı mühərrikdən xaric edilən yanma məhsullarının enerjisi hesabına hərəkətə gətirilir. Daha doğrusu, yanma məhsullarının potensial enerjisi əvvəlcə işçi çarxın kinetik enerjisinə, sonra isə işçi çarxın kürəklərində bu kinetik enerji mexaniki enerjiyə, yəni rotorun fırlanma hərəkətinə çevrilir və rotorun üzərində yerləşdirilmiş kompressorun işçi çarxını da hərəkətə gətirir. Kompressorun işçi çarxının üzərində yerləşən kürəklər havanı qəbul edərək sıxır və təzyiq altında hava soyuducusuna ötürür. Soyudulan hava mühərrikin resiverinə, oradan da silindrə daxil olur. Havanın soyudulmasında məqsəd onun sıxlığının yüksəldilməsi nəticəsində silindrlərə verilən havanın kütlə miqdarını artırmaqdır. Üstəlik üfürmə nəticəsində silindrə verilən üfürücü havanın təzyiqini və miqdarını bir neçə dəfə artırmaq mümkündür. Bu isə öz növbəsində, silindrin yanmış qazlardan təmizlənməsini təmin etməklə yanaşı, həm də tsiklik yanacaq verilişini artırmağa və əlavə yanacaq dozasının yanması hesabına işçi cismə əlavə istilik verilməsinə, mühərrikin orta effektiv təzyiqinin, eləcə də effektiv gücünün artırılmasına imkan verir. Belə ki, üstəlik üfürməli mühərriklərdə orta effektiv təzyiq, eləcə də effektiv güc üstəlik üfurməsiz mühərriklərə nəzərən ikitəktli mühərriklərdə 1,5-2,7 dəfə, dördtəktli mühərriklərdə isə 2-4 dəfə artır [1, səh.184]. Bütün bunlarla yanaşı üstəlik üfürmə təzyiqini həddindən çox artırmaq da olmaz. Belə ki, bu zaman silindrdəki maksimum təzyiq də həddindən çox artar ki, bu da dirsək-şatun mexanizminin hissələrinə düşən mexaniki gərginliklərin də həddindən artıq yüksəlməsinə və onların tez sıradan çıxmasına səbəb olar. Odur ki, hər bir mühərrik üçün üstəlik üfürmə təzyiqinin ən rəşional qiymətinin seçilməsi çox vacibdir. Bu isə dizel mühərrikinin işçi tsiklinin riyazi modeli əşasında tərtib olunmuş proqramın köməyi ilə komyuterlərdə riyazi eksperimentlərdən istifadə edərək daha tez reallaşdırıla bilər. Bu baxımdan baxılan məqalənin mövzusunu aktual hesab etmək olar.

Əsas hissə. CAT 3608 markalı dizel mühərriki “CASPIAN QALA” təchizat gəmisində baş mühərrik kimi istifadə olunur. Bu mühərrik 4-təktli, üstəlik üfürməli və yüksəkdövrüldür. Onun əşas texniki-iqtisadi göstəriciləri cədvəl 1-də göstərilmişdir.

CAT 3608 markalı baş gəmi dizelinin əsas texniki-iqtisadi göstəriciləri

Göstəricilər	Qiyməti
1. Mühərrikin nominal dövrlər sayı (n), $dəq^{-1}$	1000
2. Mühərrikin nominal gücü (N_e), kVt	2495
3. Silindrin diametri (D), mm	280
4. Porşenin gedişi (S), mm	300
5. Silindrlərin sayı (i)	8
6. Mühərrikin sıxma dərəcəsi (ε)	13
7. Porşenin orta sürəti (v_{por}) $m/san.$	10
8. Üstəlik üfurmə təzyiqi (P_s), MPa	0,37
9. Mühərrikin orta effektiv təzyiqi (P_e), MPa	2,082
10. Mühərrikin xüsusi effektiv yanacaq sərfi (g_e), $\frac{q}{kVt \cdot saat}$	178

Mühərrikin əsas istismar rejimində dövrlər sayı $n = 900 \text{ dəq}^{-1}$, gücü, $N_e = 2300 \text{ kVt}$, orta effektiv təzyiqi $P_e = 1,874 \text{ MPa}$, xüsusi effektiv yanacaq sərfi $g_e = 160 \frac{q}{kVt \cdot saat}$, resiverdəki təzyiq isə $P_s = 0,3 \text{ MPa}$ -ya bərabərdir.

Gəmidə Caterpillar zavodunun (ABŞ) istehsalı olan 2 ədəd “CAT 3608” markalı 4 taktlı, 8 silindrlili və üstəlik üfurməli mühərriklərdən istifadə olunur. Bu mühərriklər reverssiz mühərriklər olub, addımı tənzimlənən vintlə (CPP və ya VRŞ) təchiz olunub.

CAT 3608 markalı baş gəmi dizelinin üstəlik üfurmə sistemində daxil olan hava və xaric olan qaz sistemlərinin elementləri yanmaya lazım olan təzə havanın miqdarını tənzimləyir. Belə ki, daxil olan təmiz hava sistemi (resiver) silindr blokunda yerləşir. Bu resiver hava soyuducusuna birləşərək, doldurma klapanı ilə birgə silindr başlığında yerləşir. Klapanlar sisteminin elementləri qazpaylayıcı val ilə hərəkətə gətirilir. Təmiz hava kompressorun işçi çarxı vasitəsi ilə sıxılaraq təzyiq altında hava soyuducusuna verilir. Havasoyuducusunda soyudulmuş və sıxılmış təmiz hava resiverə, oradan da mühərrikin iş qaydasına uyğun olaraq silindrlərə daxil olur. Silindrlərə təmiz havanın verilməsi, doldurma klapanları vasitəsi ilə həyata keçirilir. Hər bir silindrdə iki doldurma klapanı və iki xaricətmə klapanı mövcuddur.

Üstəlik üfurmə təzyiqi və resiverdəki təzyiqlər qiymətcə çox yaxın olduqlarından (fərq yalnız kompressordan sonrakı havasoyuducusunda olan çox kiçik, təxminən $0,001 \div 0,003 \text{ MPa}$ hədlərində olan təzyiq düşküsinə bərabərdir) və gəmidə resiverdəki təzyiqin qeydiyyatı aparıldığından riyazi eksperimentlərdə resiverdəki təzyiqin $0,28 \div 0,4 \text{ MPa}$ hədlərində dəyişməsinə baxılmışdır. Cədvəl 2-də resiverdəki təzyiqin $0,28 \div 0,34 \text{ MPa}$, cədvəl 3-də isə $0,36 \div 0,4 \text{ MPa}$ hədlərində dəyişməsi zamanı CAT 3608 markalı baş gəmi dizelinin əsas göstəricilərinin dəyişməsi göstərilmişdir.

Bu cədvəllərdən göründüyü kimi, üstəlik üfurmə təzyiqinin $0,28 \text{ MPa}$ -dan $0,40 \text{ MPa}$ -ya qədər artırılması zamanı silindrdəki maksimum təzyiq $11,8 \text{ MPa}$ -dan $16,32 \text{ MPa}$ -ya qədər ($38,3\%$), temperatur 1850 K -dən 1868 K -ə qədər ($0,5\%$), mühərrikin effektiv gücü $1924,2 \text{ kVt}$ -dan $2752,2 \text{ kVt}$ -a qədər ($43,0\%$), mühərrikin orta effektiv təzyiqi isə $1,562 \text{ MPa}$ -dan $2,235 \text{ MPa}$ -ya qədər ($43,1\%$) artmış, xüsusi effektiv yanacaq sərfi isə $184,7 \text{ q/(kVt} \cdot \text{saat)}$ -dan $176,9 \text{ q/(kVt} \cdot \text{saat)}$ -a qədər ($4,2\%$) azalmışdır. Buradan aydın olur ki, üstəlik üfurmə təzyiqinin baxılan intervalda böyüdülməsi nəticəsində silindrdəki maksimum təzyiq əhəmiyyətli dərəcədə artır ki, bu da doldurma prosesinin sonundakı təzyiqin artması ilə izah olunur. Mühərrikin effektiv gücünün və orta effektiv təzyiqinin də xeyli artması tsikllik yanacaq verilişinin üstəlik üfurmə təzyiqinə mütənəşib olaraq artırılması nəticəsində baş verir. Xüsusi effektiv yanacaq sərfinin azalması, yəni mühərrikin qənaətliliyinin az da olsa yaxşılaşması silindrə daxil havanın kütlə miqdarının artması hesabına yanma prosesinin müəyyən qədər yaxşılaşması ilə izah edilir.

Cədvəl 2

CAT 3608 markalı baş gəmi dizelinin əsas göstəricilərinin resiverdəki təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsi ($n=1000 \text{ dəq}^{-1}$; $\eta_m=0,9$; $\alpha=2,0$; dizel yanacağı)

Göstəricilər	Resiverdəki təzyiq, MPa			
	0,28	0,3	0,32	0,34
1.Yanmanın maksimum təzyiqi (p_z), MPa	11,8	12,63	13,45	14,77
2.Yanmanın maksimum temperaturu (T_z), K	1850	1854	1857	1860
3.İndikator f.i.ə. (η_i)	0,507	0,5109	0,515	0,519
4.Doldurma əmsalı (η_H)	0,746	0,744	0,7415	0,739
5.Orta indikator təzyiqi (p_i), MPa	1,736	1,861	1,985	2,11
6.İndikator gücü (N_i), kVt	2138	2292	2445	2598
7.Xüsusi indikator yanacaq sərfi (g_i), $\frac{q}{kVt \cdot saat}$	166,6	165,2	163,9	162,6
8.Orta effektiv təzyiq (p_e), MPa	1,562	1,675	1,787	1,899
9.Effektiv güc (N_e), kVt	1924,2	2062,8	2200,5	2338,2
10.Xüsusi effektiv yanacaq sərfi (g_e), $\frac{q}{kVt \cdot saat}$	184,7	183,6	182,1	180,7
11.Effektiv f.i.ə. (η_e)	0,456	0,46	0,464	0,467

Cədvəl 3

CAT 3608 markalı baş gəmi dizelinin əsas göstəricilərinin resiverdəki təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsi ($n=1000 \text{ dəq}^{-1}$; $\eta_m=0,9$; $\alpha=2,0$; dizel yanacağı)

Göstəricilər	Resiverdəki təzyiq, MPa			
	0,36	0,37	0,38	0,4
1. Yanmanın maksimum təzyiqi (p_z), MPa	15,1	15,51	15,92	16,32
2. Yanmanın maksimum temperaturu (T_z), K	1863	1865	1866	1868
3. Indikator f.i.ə. (η_i)	0,523	0,525	0,527	0,5303
4. Doldurma əmsalı (η_H)	0,738	0,737	0,736	0,734
5. Orta indikator təzyiqi (p_i), MPa	2,234	2,3	2,359	2,483
6. Indikator gücü (N_i), kVt	2751	2828	2905	3058
7. Xüsusi indikator yanacaq sərfi (g_i), $\frac{q}{kVt \cdot saat}$	161,4	160,1	159,5	159,2
8. Orta effektiv təzyiq (p_e), MPa	2,011	2,07	2,123	2,235
9. Effektiv güc (N_e), kVt	2475,9	2545,2	2614,5	2752,2
10. Xüsusi effektiv yanacaq sərfi (g_e), $\frac{q}{kVt \cdot saat}$	179,3	177,9	177,2	176,9
11. Effektiv f.i.ə. (η_e)	0,471	0,473	0,474	0,477

Beləliklə, buradan belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, üstəlik üfurmə təzyiqinin yüksəldilməsi mühərrikin energetik göstəricilərinin (N_e və P_e) artmasına, xüsusi effektiv yanacaq sərfinin (g_e) isə azalmasına, yəni mühərrikin qənaətliliyinin yaxşılaşmasına səbəb olsa da, bu zaman silindrdəki maksimum təzyiq xeyli artır. Bu da, öz növbəsində, dirsək-şatun mexanizmi hissələrində mexaniki gərginlikləri də artırır. Bunun nəticəsində isə, dirsək-şatun mexanizmi hissələrinin möhkəmlilik şərtlərinin sərtləşdirilməsi tələb olunur və mühərrikin motivesursu müəyyən qədər azalır.

Deməli, üstəlik üfurmə təzyiqinin artırılması mühərrikin dirsək-şatun mexanizmi elementlərinin mexaniki gərginliklərinin buraxıla bilən hədləri daxilində mümkündür. Bundan başqa, üstəlik üfurmə təzyiqinin yüksəldilməsi, yalnız mühərrikin effektiv gücünün artırılması baxımından məqsədəuyğundur. Baxılan hal üçün üstəlik üfurmə təzyiqinin rəasional qiymətinin **0,37 MPa** qəbul olunması təklif olunur. Belə ki, bu zaman mühərrikin effekti gücü 2542,2 kVt, silindrdəki maksimum təzyiq 15,51 MPa, xüsusi effektiv yanacaq sərfi isə 160,1 $\frac{q}{kVt \cdot saat}$ olur ki,

bu da həm mühərrikin gücünün artması, həm mexaniki gərginliklərin çox yüksəlməməsi, həm də mühərrikin yanacaq qənaətliliyi baxımından məqsədəuyğun sayıla bilər.

Cədvəl 4

ÇAT 3608 markalı baş gəmi dizelinin əsas göstəricilərinin maşın şöbəsidəki temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi
 $(n=1000 \text{ daq}^{-1}; \eta_m=0,9; \alpha=2,0; p_s=0,37 \text{ MPa, dizel yanacağı})$

Göstəricilər	Maşın şöbəsidəki temperatur, °C, (K)			
	20 (293)	25 (298)	30 (303)	35 (308)
1. Resiverdəki temperatur (T_s), °C, (K)	47 (320)	53 (326)	58 (331)	64 (337)
2. Yanmanın maksimum təzyiqi (p_z), MPa	15,56	15,28	15,2	15,1
3. Yanmanın maksimum temperaturu (T_z), K	1865	1840	1835	1823
4. İndikator f.i.ə. (η_i)	0,525	0,5054	0,5029	0,5
5. Doldurma əmsalı (η_H)	0,737	0,729	0,721	0,714
6. Orta indikator təzyiqi (p_i), MPa	2,3	2,224	2,191	2,158
7. Indikator gücü (N_i), kVt	2828	2739	2658	2618
8. Xüsusi indikator yanacaq sərfi (g_i), $\frac{q}{kVt \cdot saat}$	160,1	167,0	168,7	169,5
9. Orta effektiv təzyiq (p_e), MPa	2,07	2,0	1,972	1,942
10. Effektiv güc (N_e), kVt	2545,2	2465,1	2392,2	2356,2
11. Xüsusi effektiv yanacaq sərfi (g_e), $\frac{q}{kVt \cdot saat}$	177,9	185,6	186,4	187,4
12. Effektiv f.i.ə. (η_e)	0,473	0,455	0,453	0,45

Məlum olduğu kimi, üstəlik üfurməli gəmi dizel mühərriklərinin göstəricilərinə kompressordan sonrakı temperaturdan daha çox maşın şöbəsidəki temperatur təsir edir. Belə ki, kompressorun vurduğu havanın temperaturu artsa da havasoyuducundan keçərkən onun temperaturu müəyyən həddə qədər azaldığı halda, kompressora hava maşın şöbəsidən daxil olduğundan oradakı temperatur kompressorun məhsuldarlığına birbaşa təsir göstərir.

Odur ki, burada maşın şöbəsidəki temperaturun dəyişməsinin mühərrikin göstəricilərinə təsiri araşdırılır. Cədvəl 4-də riyazi model əsasında maşın şöbəsidəki temperatur $20 \div 35^\circ \text{C}$, cədvəl 5-də isə $40 \div 50^\circ \text{C}$ hədlərində dəyişdirildikdə CAT 3608 markalı baş gəmi dizelinin əsas göstəricilərinin riyazi eksperimentlər vasitəsilə alınan qiymətləri göstərilmişdir.

Cədvəllərdən göründüyü kimi, maşın şöbəsidəki temperaturun $20 \div 50^\circ \text{C}$ hədlərində tədricən artması zamanı silindrdəki maksimum təzyiq 15,56 MPa-dan 14,8 MPa-ya qədər (4,9%), temperatur 1865 K-dən 1812 K-nə qədər (2,8%), mühərrikin effektiv gücü 2545,2 kVt-dan 2287,8 kVt-a qədər (10,1%), mühərrikin orta effektiv təzyiqi isə 2,07 MPa-dan 1,858 MPa-ya qədər (10,2%) azalmış, xüsusi effektiv yanacaq sərfi isə 177,9 q/(kVt·saat)-dan 190,3 q/(kVt·saat)-a qədər (4,2%) artmışdır.

Maşın şöbəsidəki temperaturun artması ilə mühərrikin effektiv göstəricilərinin pisləşməsi kompressorun məhsuldarlığının azalması ilə yanaşı, həm də resiverə verilən havanın temperaturunun artması ilə izah olunur. Belə ki, cədvəl 4 və 5-dən göründüyü kimi, maşın şöbəsidəki temperaturun $20 \div 50^\circ \text{C}$ hədlərində tədricən artması zamanı resiverdə də havanın temperaturu 47°C -dən 80°C -yə qədər (70,2%) artır, mühərrikin doldurma əmsalı 0,737-dən 0,694-ə qədər (5,8%) azalır. Bu isə, öz növbəsində, mühərrikin silindrinə daxil olan havanın kütlə miqdarının azalması nəticəsində yanma prosesinin pisləşməsi ilə izah edilir. Odur ki, maşın şöbəsidəki temperaturun 20°C hədlərində saxlanması mühərrikin əsas göstəricilərinin daha qənaətbəxş alınması baxımından məqsədəuyğun hesab oluna bilər.

CAT 3608 markalı baş gəmi dizelinin əsas göstəricilərinin maşın şöbəsidəki temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi

($n=1000 \text{ daq}^{-1}$; $\eta_m=0,9$; $\alpha=2,0$; $p_s=0,37 \text{ MPa}$, *dizel yanacağı*)

Göstəricilər	Maşın şöbəsidəki temperatur, °C, (K)		
	40 (313)	45 (318)	50 (323)
1. Resiverdəki temperatur (T_s), °C, (K)	69 (342)	75 (348)	80 (353)
2. Yanmanın maksimum təzyiqi (p_z), MPa	15,01	14,9	14,8
3. Yanmanın maksimum temperaturu (T_z), K	1823	1818	1812
4. İndikator f.i.ə. (η_i)	0,498	0,495	0,493
5. Doldurma əmsalı (η_H)	0,707	0,700	0,694
6. Orta indikator təzyiqi (p_i), MPa	2,126	2,095	2,064
7. Indikator gücü (N_i), kVt	2618	2580	2542
8. Xüsusi indikator yanacaq sərfi (g_i), $\frac{q}{\text{kVt} \cdot \text{saat}}$	169,5	170,4	171,3
9. Orta effektiv təzyiq (p_e), MPa	1,91	1,886	1,858
10. Effektiv güc (N_e), kVt	2356,2	2322	2287,8
11. Xüsusi effektiv yanacaq sərfi (g_e), $\frac{q}{\text{kVt} \cdot \text{saat}}$	188,3	189,3	190,3
12. Effektiv f.i.ə. (η_e)	0,448	0,446	0,444

Nəticə. Riyazi eksperimentlərin köməyi ilə yerinə yetirilən nəzəri tədqiqatlar aşağıdakı əsas nəticələrə gəlməyə imkan verir:

- üstəlik üfurmə təzyiqinin yüksəldilməsi mühərrikin energetik göstəricilərinin (N_e və P_e) artmasına, mühərrikin qənaətliliyinin yaxşılaşmasına səbəb olsa da, bu zaman silindrdəki maksimum təzyiq xeyli artır ki, bunun da nəticəsində dirsək-şatun mexanizmi hissələrinin möhkəmlik şərtlərinin sərtləşdirilməsi tələb olunur və mühərrikin motoresursunun müəyyən qədər azalması gözlənilir;
- üstəlik üfurmə təzyiqinin artırılması mühərrikin dirsək-şatun mexanizmi elementlərinin mexaniki gərginliklərinin buraxıla bilən hədləri daxilində, yalnız mühərrikin effektiv gücünün artırılması baxımından məqsədəuyğundur;
- maşın şöbəsidəki temperaturun $20-50^\circ\text{C}$ hədlərində tədricən artması zamanı silindrdəki maksimum təzyiq və temperatur, mühərrikin effektiv gücü, mühərrikin orta effektiv təzyiqi azalır, xüsusi effektiv yanacaq sərfi isə artır;
- maşın şöbəsidəki temperaturun artması ilə mühərrikin effektiv göstəricilərinin pisləşməsi kompressorun məhsuldarlığının azalması ilə yanaşı, həm də resiverə verilən havanın temperaturunun artması və mühərrikin doldurma əmsalının kiçilməsi ilə izah olunur;
- üstəlik üfurmə təzyiqinin rəşional qiymətinin **0,37 MPa** qəbul olunması, maşın şöbəsidəki temperaturun isə **20°C** hədlərində qəbul saxlanılması təklif olunur.

Ədəbiyyat

3. A.Ş. İsmayılov, N.Ş. Talıbov. Gəmi daxili yanma mühərriklərinin konstruksiyası. Dərslik. Bakı, ADDA, 2019, 362 s.

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