

UOT 536.77:547.442

GENİŞ HAL PARAMETRLƏRİNDƏ BUTANOL-1 VƏ DİZEL B0 YANACAĞI QARIŞIĞININ İSTİLİK TUTUMU

B.C. ƏHMƏDOV*

Butanol-1 və dizel B0 yanacağı xüsusi kolbalarda deqazasiya olunur və təmizliyi Karl Fischer 756 KF titratronundan istifadə etməklə yoxlanılır. Sonra xüsusi birləşdirilmiş kolbalardan istifadə etməklə müvafiq $x_{b-1}=(0.0, 0.1773, 0.3493, 0.5514, 1.0)$ mol fraksiyalarında və ya $V_{b-1}=(0.0, 7.0, 15.79, 30.04$ və $100.0)$ % həcm faizlərində binar qarışıqlar hazırlanır. Butanol-1, dizel B0 yanacağı və onların qarışıqlarının atmosfer və doymuş buxar təzyiqlərində izobarik istilik tutumunun $c_p/(C \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1})$ ölçülməsi üçün aparılan təcrübələr Pyris 1 tipli differensial skaner kalorimetrində yerinə yetirilmişdir. Ölçü yuvası $T=573.15$ K temperatura və 24 bar təzyiqa qədər davamlıdır. Ölçmələr (263.15–468.15) K temperaturlarda, atmosfer $p=0.101$ MPa və doymuş buxar P_s/MPa təzyiqlərində aparılmışdır. Butanol-1 və dizel B0 yanacağı qarışıqlarının istilik tutumunun təcrübi olaraq alınmış nəticələri analitik olaraq empirik polinom tənlik vasitəsi ilə yazılmışdır.

Açar sözlər: Dizel B0, butanol-1, izobar istilik tutumu, izoxar istilik tutumu, differensial skaner kalorimetr, geniş hal parametri.

Giriş. Dünyada ənənəvi yanacaqların miqdarı tükənməyə doğru getdiyi üçün onların qiymətlərinin qeyri-stabilliyi, istehsal və istifadə zamanı ətraf mühitə dəyən zərər və s. kimi amillər alternativ enerji mənbələrinin inkişafı zərurətini yaradır. Eyni zamanda ətraf mühitə atılan karbon qazı iqlim dəyişmələrinə səbəb olur [1]. Alternativ enerji mənbələrinin istifadəsi kimi ənənəvi yanacaqlara müxtəlif alternativ əlavələr etməklə həm ümumi yanacağın miqdarı artırılır, həm də yanmadan sonra ətraf mühitə atılan zərərli xaric qazların miqdarı azalır. Təqdim olunan məqalədə dizel yanacağına alternativ əlavə kimi butanol-1 götürülmüşdür. Butanol-1 biokütlə əsaslı yenilənə bilən yanacaqlar qrupuna aiddir və etanol istehsalı zamanı biokütlə xammalından spirtlərin fermentləşməsi yolu ilə alınır.

Bildiyimiz kimi, dizel mühərrikləri ilə işləyən avtomobillərində yanacaq 220 MPa-a qədər təzyiq altında vurulur. Gələcəkdə daxiliyanma mühərrikləri texnologiyasının inkişafı istiqamətində bu təzyiqin 400 MPa və daha yüksəyə qaldırmaq nəzərdə tutulmuşdur. Bu da mühərrikin və sonda avtomobilin sürətinin artmasına və qısa zaman anında optimal sürətin alınmasına gətirib çıxarır. Son illərdə butanol-1 – in dizel yanacağına alternativ kimi əlavə edilməsi, bir-başa mühərrikdə istifadəsi və mühərrikin xassələrinin analizi bir çox elmi işlərdə öz əksini tapmışdır [2]. Bəzi alternativ əlavələr isə mühərrikin ümumi konstruksiyasına və texniki göstəricilərinə elə də təsir etmirlər və müvəffəqiyyətlə istifadə edilirlər [3–8].

* Azərbaycan Texniki Universiteti

Butanol-1 klassik kimyəvi maddə və geniş istifadə sahələrinə malik olduğu üçün onun istilik-fiziki xassələri ətraflı öyrənilmişdir. Lakin dizel yanacağı stabil kimyəvi maye olmadığı üçün müxtəlif mənbələrdən çıxan neftdən alınan dizel yanacağı da müxtəlifdir. Tək bunu demək bəs edər ki, dizel yanacağının sıxlığı 820-850 kq·m⁻³ intervalında dəyişir. Buna görə dizel B0 yanacağının və onun butanol-1 ilə müvafiq fraksiyalarında və seçdiyimiz geniş hal parametrləri intervalında istilik tutumunu ilk dəfə biz ölçəcəyik.

Təcrübə materialları. Ultra təmiz butanol-1 ($w=99.995\%$, absolute for analysis EMPLURA®, CAS No. 71-36-3, Art. Nr. 8.22262.2500) Merck Schuchardt OHG (Almaniya) və dünya standartlı dizel B0 yanacağı (Shell Global Solution DK5037).

Cədvəl 1.

Butanol-1 və dizel B0 yanacağı qarışıqlarının konsentrasiyaları

Mərhələ	qram	cm ³
Vakuumda olan kolba	147.1955	
Vakuumda olan kolba + Dizel B0	312.2430	
Dizel B0	165.0475	201.18421
Vakuumda olan kolba + Dizel B0 + Butanol-1	324.5030	
Butanol-1	12.2600	15.14253
Qarışq	177.3075	216.3267
Butanol-1 – in konsentrasiyası, %	$w_{b-1}=6.9145\%$	$V_{b-1}=6.9998$
	kütlə %	həcm, %
Butanol-1 – in x mol fraksiyası	$x=0.1773$	
Mərhələ	qram	cm ³
Vakuumda olan kolba	135.1763	
Vakuumda olan kolba + Dizel B0	260.9620	
Dizel B0	125.7857	153.32614
Vakuumda olan kolba + Dizel B0 + Butanol-1	284.2370	
Butanol-1	23.2750	28.74734
Qarışq	149.0607	182.0735
Butanol-1 – in konsentrasiyası, %	$w_{b-1}=15.6144$	$V_{b-1}=15.7889$
	kütlə %	həcm, %
Butanol-1 – in x mol fraksiyası	$x=0.3493$	
Mərhələ	qram	cm ³
Vakuumda olan kolba	110.9190	
Vakuumda olan kolba + Dizel B0	229.6580	
Dizel B0	118.7390	144.73659
Vakuumda olan kolba + Dizel B0 + Butanol-1	279.9740	
Butanol-1	50.3160	62.14614
Qarışq	169.0550	206.8827
Butanol-1 – in konsentrasiyası, %	$w_{b-1}=29.7631$	$V_{b-1}=30.0393$
	kütlə %	həcm, %
Butanol-1 – in x mol fraksiyası	$x=0.5514$	

Seçdiyimiz nümunələr xüsusi kolbada vakuum altında deqazasiya olunduqdan və Karl Fischer 756 KF titratronunda təmizliyi yoxlanılır. Sonra xüsusi kolbaların köməyi ilə aşağıdakı

cədvəl 1-də göstərilən fraksiyalarda qarışıqlar hazırlanır. Hazırlanmış qarışıqların çəkisi xüsus elektron tərzidə - ED224S (Sartorius, Almaniya) 0.0001 q dəqiqliklə ölçülür.

Bu qayda ilə bütün qarışıqların bütün konsentrasiyaları hazırlanmışdır. Qarışıqların həcm, kütlə və mol fraksiyaları aşağıda cədvəl 2-də verilmişdir:

Cədvəl 2.

Butanol-1 və dizel B0 yanacağı qarışıqlarının konsentrasiyaları

V_{b-1} , həcm %	0.0000	6.9998	15.7889	30.0393	100.0000
w_{b-1} , kütlə %	0.0000	6.9145	15.6144	29.7631	100.0000
x_{b-1} /mol fr.	0.0000	0.1773	0.3493	0.5514	1.0000
$M/kq \cdot mol^{-1}$	0.2150	0.2053	0.1930	0.1731	0.0741

Təcrübə prosesi. Butanol-1, dizel B0 yanacağı və onların qarışıqlarının atmosfer və doymuş buxar təzyiqlərində izobarik istilik tutumunun $c_p/(C \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1})$ ölçülməsi üçün aparılan təcrübələr Pyris 1 tipli differensial skaner kalorimetrində yerinə yetirilmişdir (Şəkil 1).

Diferensial skaner kalorimetri materiallara temperaturdan asılı verilən istiliyi çox yüksək dəqiqliklə ölçməyə imkan verir. Qurğunun əsas elementi daxilində ölçüləcək maddə olan platin-iridium ərintisi ilə örtülmüş paslanmayan poladdan hazırlanmış yuva, qızdırıcılar və platin termorezistorlardır. Ölçü yuvası $T=573.15$ K temperatura və 24 bar təzyiqə qədər davamlıdır. Ölçü yuvasına təxminən 30-70 mq nümunə yerləşdirilir və iki paralel ölçü yuvasından istifadə etməklə yerinə yetirilir. Birinci ölçü yuvasında ölçüləcək maddə, ikincisində isə etalon maddə (səpfi) yerləşdirilir. Təcrübələr temperaturun sabit sürətlə dəyişməsi metodu ilə yerinə yetirildiyi üçün hər iki ölçü yuvasının temperaturu bir-birinə bərabər saxlanılır. İstilikvermə sürəti təcrübələrdə 3 K/dəq. seçilmişdir [9]. Ölçü yuvalarında nümunələr müxtəlif (ölçüləcək nümunə və ədəbiyyat qiymətləri əvvəlcədən dəqiq məlum olan etalon nümunə) olduqlarına görə, yuvaların hər ikisinin sabit temperaturda saxlanması üçün onlara verilən istiliyin miqdarı fərqli olur. Bu istilik fərqlərinə görə istilik tutumu hesablanır:

$$c_p(T) = \frac{dq}{dt}, \quad (1)$$

Ölçü yuvası əvvəlcə boş, sonra doldurulmuş maye ilə birlikdə tərzidə çəkilir və onun daxilindəki mayenin miqdarı tapılır. Eyni qayda ilə ikinci ölçü yuvası da tərzidə çəkilir [9]. Hər iki ölçü yuvası qurğunun xüsusi hissəsinə yerləşdirildikdən sonra qurğu tam avtomatik olaraq işə düşür, ilk öncə ölçü yuvaları iki dəfə 150 °C-dən -70 °C-yə qədər soyudulur və qızdırılır. Bu zaman istiliyin verilmə sürəti 10 K/dəq. həddində saxlanılır. İkinci proses halında nümunələr 50 K intervalı ilə 150 °C-dən -70 °C-yə qədər soyudulur və qızdırılır. Yenə də istiliyin verilmə sürəti 10 K/dəq. həddində saxlanılır. Daha sonra verilmiş istilik miqdarının əsasında [istilik axını – vaxt əyrisi, $\Phi(t)$] izobar istilik tutumunu aşağıdakı düsturların köməyi ilə hesablamaq olur [9]:



Şəkil 1. Pyris 1 tipli differensial skaner kalorimetri [9].

$$c_p(T) = c_{p_{sappfir}}(T) \frac{m_{sappfir} \cdot \beta \cdot \Phi_{nümune}(T) - \Phi_{bos}(T)}{m_{nümune} \cdot \beta \cdot \Phi_{sappfir}(T) - \Phi_{bos}(T)} = K(T) \cdot \frac{\Phi_{nümune}(T) - \Phi_{bos}(T)}{m_{nümune} \cdot \beta}, \quad (2)$$

Burada $K(T)$ temperaturdan asılı kalibrəmə əmsalı olub aşağıdakı kimi tapılır [9]:

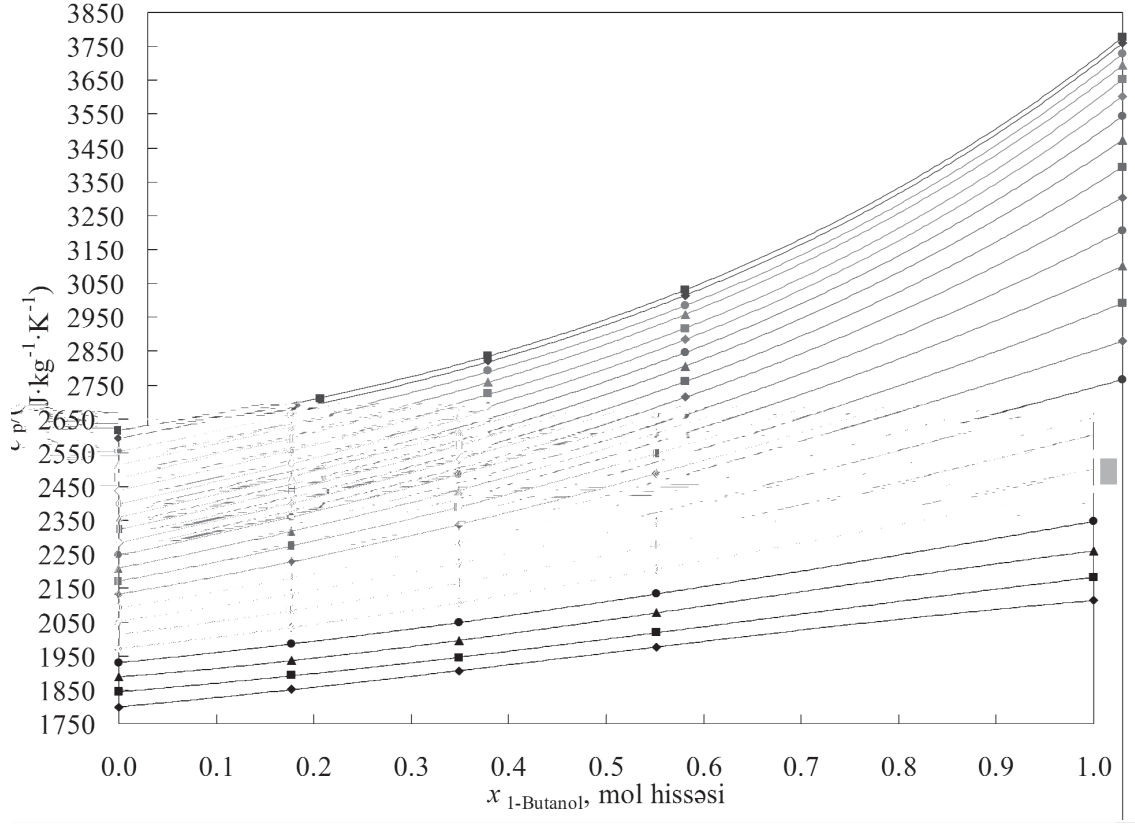
$$K(T) = c_{p_{sappfir}}(T) \cdot \frac{m_{sappfir} \cdot \beta}{\Phi_{sappfir}(T) - \Phi_{bos}(T)}. \quad (3)$$

Təqdim olunan məqalədə butanol-1, dizel B0 yanacağı və onların qarışıqlarının $T=(263.15 - 468.15)$ K temperatur intervalında və atmosfer və doymuş buxar təzyiqlərində izobarik istilik tutumu $c_p/(C \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1})$ təcrübi olaraq ölçülmüşdür. Təcrübələr dəfələrlə təkrar edilmişdir. Alınmış nəticələr cədvəl 3-də hər 10 K-dən bir verilmişdir. Şəkil 2-də butanol-1, dizel B0 yanacağı və onların qarışıqlarının atmosfer və doymuş buxar təzyiqlərində təcrübi olaraq analiz edilmiş izobarik istilik tutumunun $c_p/(C \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1})$ müxtəlif temperaturda T/K konsentrasiyadan asılılığı verilmişdir.

Cədvəl 3.

Butanol-1 – dizel B0 qarışığının atmosfer təzyiqində istilik tutumunun $c_p/(C \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1})$ təcrübi qiymətləri.

T/K	$x_{butanol-1}$, mol hissəsi				
	0.0000	0.1773	0.3493	0.5514	1.0000
	$V_{butanol-1}$, % - həcm faizi				
	0.0	7.0	15.79	30.04	100.0
$c_p/(C \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1})$					
263.15	1799.53	1851.83	1905.20	1977.02	2113.63
273.15	1844.22	1892.45	1945.28	2019.03	2182.20
283.15	1887.84	1937.61	1994.28	2078.02	2260.21
293.15	1930.49	1985.57	2049.02	2133.02	2347.41
303.15	1972.26	2034.98	2106.93	2206.94	2443.01
313.15	2013.23	2084.74	2165.99	2276.93	2545.74
323.15	2053.50	2134.05	2224.66	2346.00	2653.95
333.15	2093.16	2182.36	2281.84	2423.83	2765.75
343.15	2132.29	2229.30	2336.79	2488.77	2879.03
353.15	2170.99	2274.69	2389.12	2547.92	2991.62
363.15	2209.35	2318.48	2438.66	2609.00	3101.36
373.15	2247.45	2360.74	2485.48	2662.00	3206.17
383.15	2285.38	2401.60	2529.78	2714.00	3304.20
393.15	2323.25	2441.24	2571.86	2760.06	3393.85
403.15	2361.12	2479.86	2612.06	2806.00	3473.95
413.15	2399.11	2517.62	2650.67	2845.91	3543.77
423.15	2437.29	2554.63	2687.93	2884.00	3603.17
433.15	2475.75	2590.91	2723.93	2917.03	3652.70
443.15	2514.59	2626.37	2758.58	2958.00	3693.62
453.15	2553.90	2660.75	2791.53	2983.86	3728.10
463.15	2593.76	2691.00	2822.12	3013.12	3759.23
468.65	2615.95	2710.80	2837.59	3030.09	3776.37



Şəkil 2. Butanol-1 – dizel B0 qar.ş.ğ.n.n izobarik istilik tutumunun $c_p/(C \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$ müxtəlif temperaturda T/K konsentrasiyadan asılılığı. \blacklozenge , 263.15 K; \blacksquare , 273.15 K; \blacktriangle , 283.15 K; \bullet , 293.15 K; \blacklozenge , 303.15 K; \blacksquare , 313.15 K; \blacktriangle , 323.15 K; \bullet , 333.15 K; \blacklozenge , 343.15 K; \blacksquare , 353.15 K; \blacktriangle , 363.15 K; \bullet , 373.15 K; \blacklozenge , 383.15 K; \blacksquare , 393.15 K; \blacktriangle , 403.15 K; \bullet , 413.15 K; \blacklozenge , 423.15 K; \blacksquare , 433.15 K; \blacktriangle , 443.15 K; \bullet , 453.15 K; \blacklozenge , 463.15 K; \blacksquare , 468.65 K.

Təcrübi nəticənin ümumiləşdirilməsi: Tədqiq olunan butanol-1 və dizel B0 yanacağıının atmosfer və doymuş buxar təzyiqlərində $c_p(p_{0 \text{ ya } s}, T, x)$ istilik tutumu empirik polinom tənlik vasitəsi ilə yazılmışdır:

$$c_p / (\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}) = \sum_{i=0}^n a_i T^i, \quad (4)$$

burada: a_i polinomun əmsallarıdır və cədvəl 4-də verilmişdir.

Alınmış təcrübi nəticələrin empirik tənlik vasitəsi ilə yazılması butanol-1 üçün $\Delta c_p/c_p = 100 \cdot (c_{p \text{ exp}} - c_{p \text{ cal}})/c_{p \text{ exp}} = \pm 0.01\%$, dizel B0 yanacağı üçün $\Delta c_p/c_p = 100 \cdot (c_{p \text{ exp}} - c_{p \text{ cal}})/c_{p \text{ exp}} = \pm 0.02\%$ orta nisbi xəta vermişdir.

Qarışıqı təşkil edən butanol-1 və dizel B0 yanacağıının izobarik istilik tutumunun təcrübi nəticələrinin tənlik ilə yazılmasından sonra qarışıqlar üçün atmosfer və doymuş buxar təzyiqlərində istilik tutumunun konsentrasiya və temperaturdan asılılığı üçün aşağıdakı formada empirik tənlik hazırlanmışdır:

$$c_p(p_{0 \text{ or } s}, T, x) = \sum_{i=0}^3 (x/\text{mol fr.})^i \sum_{j=0}^3 q_{ij} (T/K)^j, \quad (5)$$

burada: q_{ij} – (5) tənliyinin əmsallarıdır və cədvəl 5-də verilmişdir.

Cədvəl 4.

(4) tənliyində a_i əmsallarının qiymətləri.

a) butanol-1

a_0	a_1	a_2
-23502.8045706606	423.127542637313	-2.77467824697277
a_3	a_4	a_5
$0.883160039558228 \cdot 10^{-2}$	$-0.13436353941981 \cdot 10^{-4}$	$0.785140077009 \cdot 10^{-8}$

b) dizel B0

a_0	a_1	a_2
63.4177019498666	10.6715485019306	-0.0175932706258731
a_3		
$0.14982929595897 \cdot 10^{-4}$		

Cədvəl 5.

(5) tənliyində q_{ij} əmsallarının qiymətləri

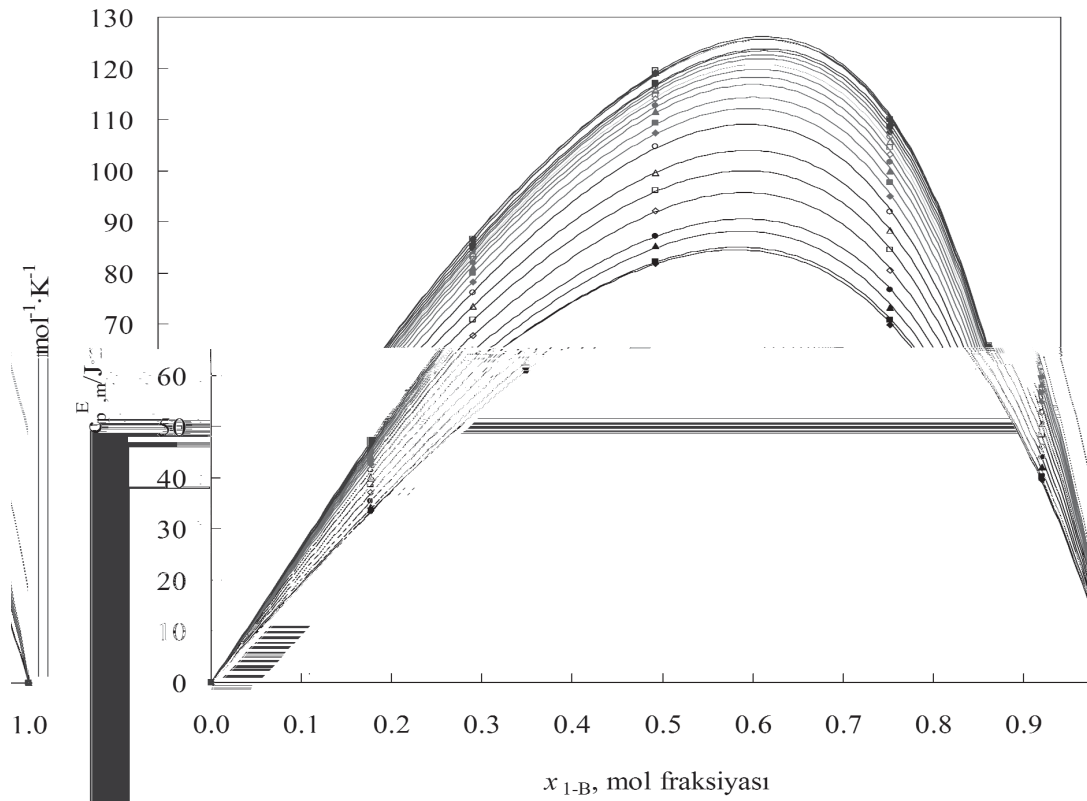
$q_{00} = 455.9261019$	$q_{12} = 135.1477835$	$q_{30} = 0.1497809549 \cdot 10^{-3}$
$q_{01} = 4977.747691$	$q_{13} = -157.328961$	$q_{31} = -0.1461735009 \cdot 10^{-3}$
$q_{02} = -16154.10817$	$q_{20} = -0.3783420129 \cdot 10^{-2}$	$q_{32} = 0.3010091204 \cdot 10^{-3}$
$q_{03} = 18288.20477$	$q_{21} = 0.150583102$	$q_{33} = -0.3742342538 \cdot 10^{-3}$
$q_{10} = 6.008842245$	$q_{22} = -0.3571181928$	
$q_{11} = -47.63529006$	$q_{23} = 0.4312149091$	

Butanol-1 və dizel B0 yanacağı qarışıqlarının istilik tutumunun (5) tənliyi ilə yazılması zamanı $u_r(\Delta c_p/c_p) = \pm 0.18$ % nisbi orta xəta alınmışdır. Bu tənliklər butanol-1, dizel B0 yanacağı və onların qarışıqlarının müxtəlif istilik-fiziki xassələrinin (izotermal sıxılma κ_T/MPa^{-1} , izobarik termiki genişlənmə α_p/K^{-1} , xüsusi izobarik və izoxorik istilik tutumu fərqləri $(c_p - c_v)/\text{C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, termal təzyiq əmsalı $\gamma/\text{MPa} \cdot \text{K}^{-1}$, daxili təzyiq $p_{\text{int}}/\text{MPa}$, izobarik istilik tutumu $c_p/\text{C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, izoxorik istilik tutumu $c_v/\text{C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, səs sürəti $u/\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ və izoentrop genişlənmə əmsalı κ_s) hesablanması üçün vacib tənlikdir.

Butanol-1 və dizel B0 yanacağının izafi molyar istilik tutumu $c_{p,m}^E/\text{C} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ eyni zamanda molekulların qarşılıqlı cazibəsi haqqında ətraflı informasiya üçün vacib parametridir və aşağıdakı kimi hesablanır:

$$c_{p,m}^E = c_{p,m,BL} - x \cdot c_{p,m,a} - (1-x) \cdot c_{p,m,D}, \quad (6)$$

burada: $c_{p,m}^E$ - butanol-1-in və dizel B0 yanacağının izafi molyar istilik tutumu, $c_{p,m,BL}$, $c_{p,m,a}$ və $c_{p,m,D}$ uyğun olaraq qarışıqın, butanol-1-in və dizel B0 yanacağının molyar istilik tutumu, x butanol-1-in mol fraksiyasıdır. Şəkil 3-də butanol-1 və dizel B0 yanacağı binar qarışıqının $T=(273.15-468.15)$ K temperatur intervalında izafi molyar istilik tutumunun $c_{p,m}^E/\text{C} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ butanol-1 – in mol fraksiyasından asılılığı verilmişdir.



Şəkil 3. Butanol-1 və dizel B0 yanacaq, binar qarışığı, $n, n, T = (273.15-468.15) \text{ K}$ temperatur intervalında izafi molyar istilik tutumunun $C_{p,m}^E / \text{C} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ butanol-1 – in mol fraksiyasından asılılığı: \blacklozenge , 263.15 K; \blacksquare , 273.15 K; \blacktriangle , 283.15 K; \bullet , 293.15 K; \diamond , 303.15 K; \square , 313.15 K; \circ , 323.15 K; \circ , 333.15 K; \blacklozenge , 343.15 K; \blacksquare , 353.15 K; \blacktriangle , 363.15 K; \bullet , 373.15 K; \diamond , 383.15 K; \square , 393.15 K; \circ , 403.15 K; \blacklozenge , 413.15 K; \blacksquare , 423.15 K; \blacktriangle , 433.15 K; \bullet , 443.15 K; \diamond , 453.15 K; \square , 463.15 K; \square , 468.15 K.

Qeyri-polyar molekulların iştirakı ilə əlaqədar olaraq spirt molekullarında H-rabitələri zəifləyir və sistem zəif molekullararası qarşılıqlı təsir göstərir. İzafi molyar istilik tutumunun $C_{p,m}^E / \text{C} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ müsbət qiyməti göstərir ki, istilik tutumunun genişləndirilməsi spirt molekulları arasında hidrogen rabitələrinin qırılması hesabına mümkün olur.

Nəticə. Butanol-1-in, dizel B0 yanacağının $x_{b-1} = (0.0, 0.1773, 0.3493, 0.5514, 1.0)$ mol fraksiyalarında və ya $V_{b-1} = (0.0, 7.0, 15.79, 30.04 \text{ və } 100.0)\%$ həcm faizlərində binar qarışıqlarının $T = (263.15-468.15) \text{ K}$ temperatur, atmosfer $p = 0.101 \text{ MPa}$ və doymuş buxar p_s / MPa təzyiqlərində istilik tutumu təcrübi olaraq ölçülmüşdür. Alınmış təcrübi nəticələri əsasında istilik tutumunun (c_p, T, x) , asılılıqlarının butanol-1-in mol fraksiyasından asılı analitik təsvirləri üçün empirik tənlikləri alınmışdır. Butanol-1 və dizel B0 yanacağı binar qarışıqlarının dizel mühərriklərində alternativ yanacaq kimi istifadə edildiyi zamanı mühərrikin püskürmə sisteminin layihələndirilməsi, digər istilik-fiziki xassələri araşdırma bilmək üçün vacib təcrübi nəticələr alınmışdır və cədvəl şəklində tərtib edilmişdir.

REFERENCES

1. Əhmədova Ş.Ə., Əhmədova M.Ş. Karbon qazının iqlim dəyişmələrinə təsiri, Beynəlxalq elmi-texniki jurnal. Cild 9. №4, Bakı. 2017.
2. Gershan D.G. Vliyanie sostava topliva, soderzhashhego butanol, na pokazateli rabocheho processa dizelya // Nauka i tehnika, 2017, t.16, № 3, s.225-231.
Гершань Д.Г. Влияние состава топлива, содержащего бутанол, на показатели рабочего процесса дизеля // Наука и техника, 2017, т.16, № 3, с.225-231.
3. Ajav E.A., Akingbehin O.A. A Study of some Fuel Properties of Local Ethanol Blended with Diesel Fuel // Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development, 2002, Manuscript EE 01 003.
4. Akoh C.C., Chang S. Shu-Wie, Lee G. Guan-Chin et al. Enzymatic Approach to Biodiesel Production // Journal of Agriculture Food Chemistry, 2007, v.55, 22, pp.8995-9005.
5. Lapuerta M, Armas O, Herreros JM. Emissions from a diesel–bioethanol blend in an automotive diesel engine // Fuel, 2008, v.87, pp.25–31.
6. Lave L., MacLean H., Hendrickson Ch., Lankey R. Life-Cycle Analysis of Alternative Automobile Fuel/Propulsion Technologies // Environ Sci.Technol. 2000, v.34, No 17, pp.3598-3605.
7. Papaioannou D., Panayiotou C. Viscosity of Binary Mixtures of Propylamine with Alkanols at Moderately High Pressures // Journal of Chemical and Engineering Data, 1995, v.40, pp.202-209.
8. Rakopoulos D.C., Rakopoulos C.D., Giakoumis E.G., Dimaratos A.M., Kyritsis D.C. Effects of butanol–diesel fuel blends on the performance and emissions of a high-speed DI diesel engine // Energy Conversion and Management, 2010, v.51, pp.1989–1997.
9. Safarov J., Ahmadov B., Mirzayev, S., Shahverdiyev A., Hassel E. Thermophysical Properties of 1-Butanol + Diesel Mixtures at High Pressures / VDI "Thermodynamik-Kolloquium" und "Ingenieurdaten", 5-7 October 2015, Bochum, Germany.

ТЕПЛОЕМКОСТЬ РАСТВОРОВ БУТАНОЛ-1 И ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В0 В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ

Б.Д. АХМЕДОВ

Впервые в широком диапазоне параметров состояния бинарных смесей топлива бутанол-1 и дизельного топлива В0 с мольными долями $x_{b-1}=(0.0, 0.1773, 0.3493, 0.5514, 1.0)$ или объемными процентами $V_{b-1}=(0.0, 7.0, 15.79, 30.04$ и $100.0)\%$ были изучены экспериментальные значения теплоемкости при температурном диапазоне $T=(273.15 \div 468.15)$ К и атмосферном давлении $p_b = 0.101$ МПа, давлении насыщенного пара $P_s/МПа$, получены эмпирические уравнения для анализа c_p б и c_p и c_p экти