

UOT 536.77:547.442

## 1-PROPANOL VƏ DİZEL B0 YANACAĞI QARIŞIQLARININ SƏS SÜRƏTİ

Ü.İ.AŞUROVA

*Mingəçevir Dövlət Universiteti*  
AZ 4500, Mingəçevir, Dilarə Əliyeva küç., 21  
*ulker\_ahurova@mail.ru*

Daxil olub: 17.12.2019  
Çapa verilib: 28.02.2020

Açar sözlər: 1-propanol, dizel yanacağı, alternativ yanacaq, səs sürəti, polinomial tənlik.

### REFERAT

1-propanol və dizel B0 yanacağı binar qarışığının səs sürəti  $u(p_0, T)/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$   $T=(278.15\div 343.15)\text{K}$  temperaturlarda və atmosfer təzyiqində  $\Delta u/u=\pm 0.1\%$  xəta ilə təcrübi olaraq ölçülmüşdür. Təcrübələr avtomatik çalışan Anton-Paar DSA 5000M qurğusunun vasitəsi ilə aparılmışdır.

### GİRİŞ VƏ MOTİVASIYA

Dizel yanacağının mühərriklərdə yanmasından sonra ətraf mühitə emissiyası zamanı ətraf mühitə dəyən zərər, o cümlədən “istixana effekti” və s. kimi amillər alternativ enerji mənbələrinin inkişafı zərurətini yaradır. Eyni zamanda yanacağı qiymətinin artması faktoru da alternativ enerji mənbələrinin istifadəsi kimi əhəmiyyətli yanacaqlara müxtəlif alternativ əlavələr etməklə həm ümumi yanacağın miqdarı artırılır, həm də yanmadan sonra ətraf mühitə atılan zərərli xaric qazların miqdarı azalır. Son illərdə dizel yanacağına əlavələr edilməsi aktuallaşmışdır. Dayanıqlı təbii mənbələrdən alınmış bioyanacaqlar bu sahədə daha çox effektivliyə malikdirlər. Burada spirtlərin rolu daha çoxdur və onların istehsalı demək olar ki, bütün ölkələrdə mövcuddur. Məhz bu da dünyanın istənilən yerində dizelə əlavə kimi spirtlərdən istifadə etməyə şərait yaradır [1]. Eyni zamanda spirtlərin dizelə əlavəsi zamanı yanma təzyiqi və alınan istiliyin miqdarı artır, spirtlərin setan ədədi dizelə nisbətən aşağı olduğu üçün alışma müddəti azalır. Spirtlərin qarışıqda miqdarının artması ilə yanmadan sonra tüstünün miqdarı azalır. Spirtlərin tərkibində oksigen olduğu üçün dizel yanacağının yanmasına nisbətən bu cür qarışığın yanması daha sürətli olur. Dizel yanacağına alifatik spirtlərin əlavə olunaraq istifadəsi zamanı yanacağın istilik-fiziki və kimyəvi xassələri, xüsusi ilə də setan ədədi, sıxlığı, özlülüyü, səs sürəti və istilik miqdarı dəyişir. Qarışıqda

spirtin miqdarı artdıqca yanma prosesinin azalması, ilkin istilik istifadə nisbətinin azalması daha sürətlənir. Yanma kamerasında yanma üçün hava ilə qarışma keyfiyyəti də azalır. Çünki yanma diffuziyası, ümumi yanma müddəti və yanma temperaturu azalır [2]. Dizel qarışıqlarında alifatik spirtlərin nisbətinin artması həm də qarışığın aşağı temperaturlarda özlülüyünü artırır [3].

Metanol və etanol kimi aşağı karbonlu spirtlər dizel mühərriklərində alternativ əlavələr kimi tətbiq olunmaq üçün geniş analiz edilmişdir. Dizel və bu spirtlərin qarışıqlarının mühərriklərdə yanacaq kimi istifadəsi zamanı setan ədədi nisbətən az olur, eyni zamanda metanol və etanol dizel yanacağı ilə stabil qarışmaya malik deyillər. Müəyyən vaxtdan sonra və temperaturun müəyyən həddində bu qarışıqlar ayrılırlar və stabilliklərini itirirlər. Eyni zamanda yanma istiliyi də müəyyən fərq verir. Məhz buna görə də son illərdə nisbətən yuxarı karbon ədədi olan spirtlərin (1-propanol, 1-butanol, pentanol və s.) dizel yanacağına əlavə edilməsi daha aktual xarakter daşıyır. Əvvəlki elmi araşdırmalarımızda dizel və 1-butanol spirtinin alternativ yanacaq kimi istifadə olunması zamanı zəruri olan termodinamik xassələr ətraflı öyrənilmişdir [4-8]. Bu məqalədə isə dizel və 1-propanolun istilik-fiziki xassələri sırasında qarışığın səs sürətinin təcrübi yolla araşdırılması verilmişdir.

## TƏCRÜBƏ

Bu bölmədə 1-propanol və dizel B0 yanacağı qarışıqlarının atmosfer təzyiqində və  $T=(278.15\div 343.15)K$  temperatur intervalında səs sürətinin  $u(p_0, T)$  təcrübi nəticələri təqdim olunur. Təcrübələr səs sürətinin ölçülməsi üçün avtomatik işləyən Anton-Paar DSA 5000M qurğusunun vasitəsi ilə aparılmışdır [9]. Son model olan DSA 5000M qurğusu temperaturu  $\Delta T=\pm 0.001K$  dəqiqliklə stabil saxlamaq qabiliyyətinə malikdir. Bu isə səs sürətinin olduqca dəqiq ölçülməsi deməkdir.

Təcrübə bölməsində ilk olaraq seçilmiş maddələrin xassələrinin araşdırılması, onların təmizliyi nəzərə alınmalıdır. Ultra təmiz 1-propanol ( $w=99.995\%$ , absolute for analysis EMSURE®, CAS No. 71-23-8, Art. Nr. 1.00997.1000) Merck Schuchardt OHG (Almaniya) firmasından alınmışdır. Nümunə xüsusi kolbada (Duran, Almaniya) vakuum altında deqazasiya və rektifikasiya olunmuşdur. Kolbaların ventilləri yüksək vakuum saxlamaq qabiliyyətinə malikdir və Böyük Britaniyanın Vereflo firmasından alınmışdır. Deqazasiya olunan spirt vakuum təzyiqi altında qaynamağa başlayır (Şəkil 2) və buxarlanır. Buxarlanan spirt soyudulur, xüsusi olaraq başqa kolbaya yığılır.

Daha sonra 1-propanolun təmizliyi yoxlanılmışdır. Bunun üçün xüsusi olaraq Karl Fischer 756 KF titratronundan istifadə edilmişdir [10]. Bu titratron nümunənin tərkibindəki əlavə maddələri (əsasən suyu) 0,001-dən 1%-ə qədər intervalda təyin etmək qabiliyyətinə malikdir. Qurğunun köməyi ilə təcrübələr üçün hazırlanmış 1-propanolun tərkibində 20ppm-dən az su olduğu təyin edilmişdir.

Qarışıqların hazırlanması üçün ikinci maddə kimi dünya standartlı dizel B0 yanacağı (Shell Global Solution DK5037) seçilmişdir. 1-propanoldan fərqli olaraq dizel yanacağı təmiz kimyəvi maddə deyil. Onun tərkibində müxtəlif maddələr mövcuddur. Buna görə deqazasiya prosesi çox az və həssas aparılmışdır ki, yalnız nümunənin tərkibində və yerləşdiyi kolbada olan hava miqdarı xaric edilsin. Bu proses kolbanın ventiline çox həssaslıqla açılması ilə aparılır. Daha sonra qarışıq xüsusi kolba sistemində hazırlanmışdır [5].

Anton-Paar DSA 5000M avtomatik sıxlıq və səs sürəti ölçən qurğusunun istismarı sadədir, o, ölçmələri yüksək sürətlə, keyfiyyətlə və etibarlı

şəkildə yerinə yetirir. Ölçmə aparılması üçün 10 qrama qədər nümunə tələb olunur, kalibrəmə prosesi isə kifayət qədər sadədir.

DSA 5000M qurğusunda akustik yuvanın titrəmə dövrlərinin hesablanması yolu ilə səsin yayılma sürəti ölçülür. Səs dalğaları bir ultrasəsli ötürücü vasitəsi ilə ötürülür və o biri tərəfdə başqa ultrasəsli qəbuledici tərəfindən qəbul olunur. Ultrasəsli ötürücü səs dalğalarını əvvəlcədən məlum olan dövrlərdə ötürür. Səs sürəti ötürücü və qəbuledici arasındakı məsafəni, səs dalğalarının dövrlərini bildikdən sonra aşağıdakı düstur ilə hesablanır [9]

$$v = \frac{\text{original uzunluq} \cdot (1 + 1.6E^{-5} \cdot \Delta_{\text{temp}})}{\frac{P_s}{\text{bölmə sabit}} - \text{TAU} \cdot f_3}, \quad (1)$$

burada original uzunluq - səs dalğalarının orijinal uzunluğu (təxminən  $5000\mu\text{m}$ ),  $\Delta_{\text{temp}}$  -  $T=293.15K$ -də temperatur xətası,  $P_s$  - qəbul edilən səs dalğalarının rəqslər dövrü, bölmə sabit - 512, TAU- qurğunun sabit əmsalı,  $f_3$  - temperatura düzəliş əmsalı. Qeyd: Tənlidəki TAU və  $f_3$  əmsalları DSA 5000M qurğusunu istehsal edən Anton-Paar firmasının sirri olduğu üçün verilmir.

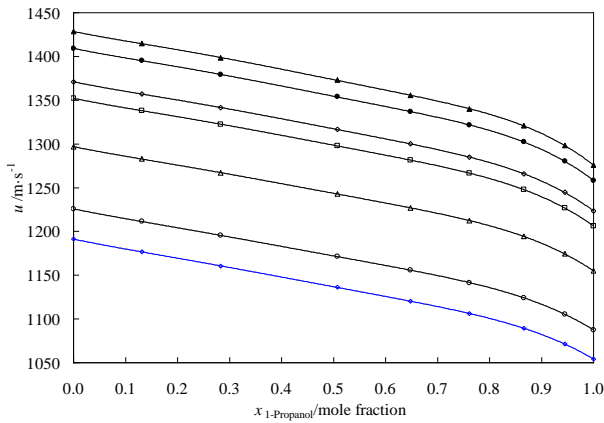
Qurğu tam yuyulub qurudulduqdan sonra, lazım olan miqdarda ölçüləcək maye şpris vasitəsi ilə ölçü yuvasına vurulur. Daha sonra lazım olan temperatur intervalı seçilir və təcrübəyə start verilir. Hər temperatur rejimində mayenin səs sürəti ölçülür və qeyd olunur. Qurğu proqramlaşdırılmış bütün temperatur intervalında təcrübələri apardıqdan sonra dayanır və maye qurğudan təmizlənir [5]. Bu qurğu səs sürətinin atmosfer təzyiqində ölçülməsi üçün ən dəqiq təcrübə qurğusudur. Alınmış nəticələr Cədvəl 1-də verilmişdir.

Şəkil 1-də 1-propanol, dizel B0 yanacağı və onların qarışıqlarının atmosfer təzyiqində səs sürətinin  $u(p_0, T)/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  müxtəlif temperaturalarda  $T/K$  konsentrasiyadan asılılığı verilmişdir. Şəkildən görünür ki, 1-propanolun səs sürəti ötürməsi dizel B0 yanacağına nisbətən aşağı olduğu üçün qarışıqın səs sürəti 1-propanolun konsentrasiyasının artması ilə azalır. Eyni zamanda temperatur azaldıqca səs sürəti də azalmağa başlayır. Bu damolekullararası məsafənin artması ilə səsin akustik dalğalarının ötürülməsi zəiflədiyi üçün əmələ gəlir.

**Cədvəl 1**

1-propanol və dizel B0 yanacağı qarışıqlarının atmosfer təzyiqində və  $T=(278.15\div 343.15)$  K temperatur intervalında səs sürəti  $u(p_0,T)/m\cdot s^{-1}$ -nin təcrübi nəticələri.

	$V_{1\text{-propanol, \% - həc m faizi}}$								
	0.0000	4.0523	9.9182	22.3387	33.9654	47.0840	64.4324	82.7500	100.0000
	$x_{1\text{-propanol, \% - həc m faizi}}$								
	0.0000	0.1313	0.2826	0.5072	0.6479	0.7610	0.8663	0.9449	1.0000
<b>278.15</b>	1428.575	1414.894	1398.554	1373.083	1355.754	1340.116	1320.691	1298.420	1275.633
<b>283.15</b>	1409.225	1395.392	1379.259	1354.043	1337.070	1321.587	1302.341	1280.319	1258.176
<b>293.15</b>	1371.073	1357.233	1341.512	1316.831	1300.094	1284.941	1265.969	1244.658	1223.475
<b>303.15</b>	1352.271	1338.216	1322.550	1298.039	1281.571	1266.634	1247.836	1226.867	1206.230
<b>313.15</b>	1296.960	1282.910	1267.169	1243.047	1227.000	1212.527	1194.310	1174.395	1154.919
<b>323.15</b>	1225.766	1211.560	1195.409	1171.583	1155.778	1141.489	1124.302	1105.400	1087.491
<b>333.15</b>	1191.265	1176.798	1160.600	1136.256	1120.331	1106.229	1089.446	1071.333	1054.201
<b>343.15</b>	1428.575	1414.894	1398.554	1373.083	1355.754	1340.116	1320.691	1298.420	1275.633



**Şəkil 1**

1-propanol, dizel B0 yanacağı və onların qarışıqlarının atmosfer təzyiqində səs sürətinin  $u/m\cdot s^{-1}$  müxtəlif temperaturlarda  $T/K$  konsentrasiyadan  $x$  asılılığı:  
 ▲- 278.15K; ●- 283.15K; ◇- 293.15K; □- 298.15K;  
 △- 313.15K; ○- 333.15K; ◇- 343.15K.

1-propanol və dizel B0 yanacağı qarışıqlarının səs sürətinin atmosfer təzyiqində nəticələri  $u(p_0,T,x)$  empirik polinom tənliklə yazılmışdır

$$u(p_0, T, x) = \sum_{i=0}^3 (x/\text{mol fr.})^i \sum_{j=0}^3 y_{ij} (T/K)^j \quad (2)$$

burada  $y_{ij}$  - (2) tənliyinin əmsallarıdır və Cədvəl 2-də verilmişdir.

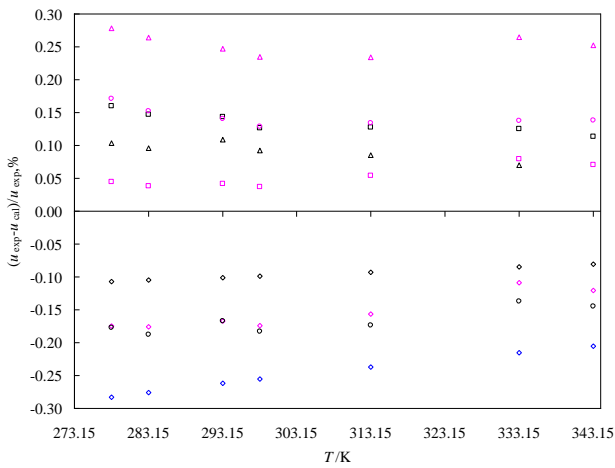
1-propanol və dizel B0 yanacağı qarışıqlarının səs sürətinin (2) tənliyi ilə yazılması zamanı  $u_r(\Delta u/u) = (100/n) \cdot (u_{\text{təc}} - u_{\text{hes}}) / u_{\text{təc}} = \pm 0.149\%$  nisbi orta xəta alınmışdır.

1-propanol və dizel B0 yanacağı qarışıqlarının səs sürətinin əldə edilmiş təcrübi nəticələri (2) tənliyinin köməyi ilə hesablanmışdır. Şəkil 2-də 1-propanol və dizel B0 yanacağı qarışıqlarının səs sürətinin təcrübi  $u_{\text{təc}}/(m\cdot s^{-1})$  nəticələrinin (2) tənliyi ilə hesablanmış  $u_{\text{hes}}/(m\cdot s^{-1})$  nəticələri arasında xətanın müxtəlif mol fraksiyalarında  $x$  temperaturdan  $T/K$  asılılığı, şəkil 3-də isə müxtəlif temperaturda  $T/K$  1-propanolun mol fraksiyasından  $x$  asılılığı verilmişdir.

**Cədvəl 2**

(2) tənliyinin  $y_{ij}$  əmsalları.

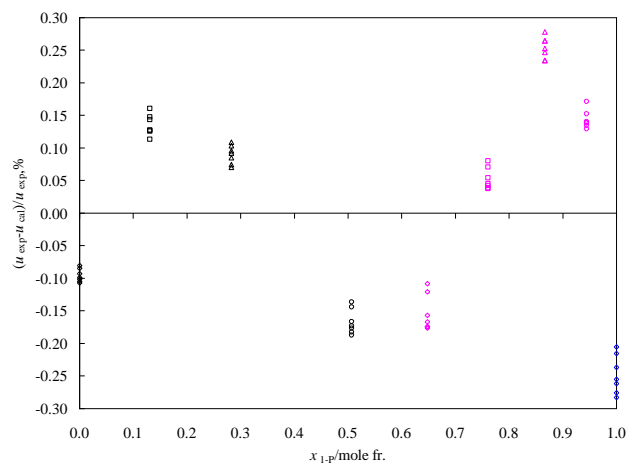
$y_{00} = 2797.877606$	$y_{12} = 15.24920034$	$y_{30} = -0.1392436693 \cdot 10^{-8}$
$y_{01} = -74.91740558$	$y_{13} = -12.54802577$	$y_{31} = -0.6051736533 \cdot 10^{-5}$
$y_{02} = -1494.212486$	$y_{20} = 0.366618508 \cdot 10^{-2}$	$y_{32} = 0.3964936247 \cdot 10^{-4}$
$y_{03} = 1157.491452$	$y_{21} = 0.5055386083 \cdot 10^{-2}$	$y_{33} = -0.3392454477 \cdot 10^{-4}$
$y_{10} = -5.937045563$	$y_{22} = -0.04418599933$	
$y_{11} = -1.221940953$	$y_{23} = 0.0372740843$	



Şəkil 2

1-propanol və dizel B0 yanacağı qarışıqlarının səs sürətinin təcrübi  $u_{\text{təcr.}}/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$  nəticələri ilə (2) tənliyi ilə hesablanmış  $u_{\text{hes.}}/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$  nəticələri arasında xətanın müxtəlif mol fraksiyalarında  $x$  temperaturdan  $T/\text{K}$  asılılığı:  $\diamond$ - 0,00;  $\square$ - 0,1313;  $\triangle$ - 0,2826;  $\circ$ - 0,5072;  $\diamond$ - 0,6479;  $\square$ - 0,7610;  $\triangle$ - 0,8663,  $\circ$ - 0,9449,  $\diamond$ - 1,00.

1. B.Rajesh Kumar, T.Muthukkumar, V.Krishnamoorthy, S.Saravanan. A comparative evaluation and optimization of performance and emission characteristics of a DI diesel engine fueled with n-propanol/diesel, n-butanol/diesel and n-pentanol/diesel blends using response surface methodology, RSC Advances, **6** (2016) 61869-61890.
2. B.Mokhtarani, A.Sharifi, H.R.Mortaheb, V.Mirzaei, M.Mafi, F.Sadeghian. Density and viscosity of 1-butyl-3-methylimidazolium nitrate with ethanol, 1-propanol, or 1-butanol at several temperatures, Journal of Chemical Thermodynamics, **41** (2009) 1432-1438.
3. S.Atsumi, T.Hanai, J.C.Liao. Non-fermentative pathways for synthesis of branched-chain higher alcohols as biofuels, Nature, **451** (2008) 86-89.
4. J.Safarov, U.Ashurova, B.Ahmadov, E.Hassel. Vapor Pressure of 1-Butanol and Diesel B0 Binary Fuel Blends, Journal of the Serbian Chemical Society, **84** (2019) 599-607.
5. J.Safarov, U.Ashurova, B.Ahmadov, E.Hassel. Butanol-1 və Dizel B0 yanacağı qarışıqlarının səs



Şəkil 3

1-propanol və dizel B0 yanacağı qarışıqlarının səs sürətinin təcrübi  $u_{\text{təcr.}}/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$  nəticələri ilə (2) tənliyi ilə hesablanmış  $u_{\text{hes.}}/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$  nəticələri arasında xətanın müxtəlif temperaturda  $T/\text{K}$  1-propanolun mol fraksiyasından  $x$  asılılığı:  $\diamond$ - 0,00;  $\square$ - 0,1313;  $\triangle$ - 0,2826;  $\circ$ - 0,5072;  $\diamond$ - 0,6479;  $\square$ - 0,7610;  $\triangle$ - 0,8663,  $\circ$ - 0,9449,  $\diamond$ - 1,00.

- sürəti, Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin xəbərləri, (Riyaziyyat və təbiət elmləri seriyası), **66** №3 (2018) 175-182.
6. J.Safarov, U.Ashurova, B.Ahmadov, E.Hassel. Heat capacity of 1-Butanol and Diesel B0 Binary Fuel Blends, Journal of Processes of Petrochemistry and Oil Refining, **19** №3 (2018) 255-264.
7. J.Safarov, U.Ashurova, B.Ahmadov, E.Hassel. Density of 1-Butanol and Diesel fuel blends at ambient and saturated pressures, Journal of Processes of Petrochemistry and Oil Refining, **19** №2 (2018) 129-139.
8. J.Safarov, U.Ashurova, B.Ahmadov, A.Shahverdiyev, E.Hassel. Viscosity of 1-Butanol and Diesel fuel blends, Journal of Processes of Petrochemistry and Oil Refining, **18** (2017) 316-330.
9. Instruction Manual DSA5000M, Firmware Version V2.20, Anton Paar GmbH, Gray, Austria, (2011) 163.
10. <http://analytica.metrohm.de/de/de/produkte/17560010>

**SOUND VELOCITY OF 1-PROPANOL AND DIESEL FUEL BLENDS**

**U.LASHUROVA**

Speed of sound  $u(p_0, T)/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  1-propanol and Diesel B0 fuel blends have been investigated experimentally at temperatures  $T=(278.15\div 343.15)\text{K}$  and ambient pressure with an uncertainties in  $\Delta u/u=\pm 0.1\%$ . Experiments have been carried out using the automatic Anton-Paar DSA 5000M densimeter.

**СКОРОСТЬ ЗВУКА СМЕСЕЙ 1-ПРОПАНОЛА И ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА**

**У.И.АШУРОВА**

Скорость звука  $u(p_0, T)/\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$  бинарных растворов пропанол-1 и дизельного топлива B0 исследована экспериментально при температурах  $T=(278.15\div 343.15)\text{K}$  и в атмосферном давлении с погрешностью  $\Delta u/u=\pm 0.1\%$ . Эксперименты были проведены на автоматической денсиметра Anton-Paar DSA 5000M.