

UOT 536.632

## YÜKSƏK TƏZYİQLƏRDƏ METİL VƏ N.UNDESİL SPİRTLƏRİNİN QARŞILIQLI MƏHLULLARININ İZOBAR İSTİLİK TUTUMU

**BƏŞİROV M.M.**

*Azərbaycan Texniki Universiteti*

Müxtəlif temperatur, təzyiq və konsentrasiyalarda metil və n.undesil spirtlərinin binar məhlullarının izobar həcmi istilik tutumu təcrübədə tədqiq edilib. Təcrübələr impuls-müntəzəm rejimlə işləyən qurğuda aparılıb. Spirtlərin məhlullarının izobar istilik tutumunun konsentrasiyadan analitik asılılığını verən yeni tənlik təklif edilib.

Ayrı-ayrı fərdi spirtlərin və onların qarışıqlarının termodinamik xassələrinin öyrənilməsi günün vacib məsələlərindəndir. Spirtlərin sənayenin bir çox sahələrində tətbiqi genişdir. Ona görə də müxtəlif texnoloji proseslərin və aparatların elmi əsaslı hesablanması üçün onlarda istilikdaşıyıcıların termiki və köçürmə xassələrinin məlum olması zəruridir. Bu baxımdan biratomlu spirtlərin izobar istilik tutumunun təcrübi tətqiqi böyük praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Ədəbiyyatda metanol-n.undekanol məhlullarının istilik tutumu barədə hər hansı məlumat yoxdur [1-3]. Bu səbəbdən burada müxtəlif temperatur və təzyiqlərdə onların istilik tutumunun öyrənilməsi qarşıya qoyulur.

Təmiz maye metanol və n.undekanol üçün izobar istilik tutumunun nəzəri və təcrübi qiymətləri geniş temperatur və təzyiq intervalında [4-6] -da verilib.

Burada 0,101-50 MPa təzyiq və 298-525 K temperatur intervallarında metanol-n.undekanol məhlullarının 25, 50 və 75% konsentrasiyalarda (kütlə ilə) izobar həcmi istilik tutumu tədqiq edilmişdir. Təcrübələr impuls-müntəzəm istilik rejimi ilə işləyən qurğuda aparılmışdır [7,8]. Qurğu yalnız həcmi istilik tutumunu ölçməyə imkan verir. Kütlə istilik tutumunu təyin etmək üçün məhlulun sıxlığını bilməliyik. Qeyd etmək lazımdır ki, ədəbiyyatda metanol- n.undekanol məhlullarının sıxlığı haqqında heç bir məlumat yoxdur. Bu səbəbdən kütlə istilik tutumu verilmiş sistem üçün hesablanmayıb.

Tədqiq üçün "XÇ növlü təmiz metanol və n.undekanol götürülmüşdür. Onların əsas xüsusiyyətləri belədir: uyğun olaraq metanol üçün - qaynama temperaturu  $T_q=337,70$  K, kritik temperatur  $T_{kr}=512,64$  K, kritik təzyiq  $P_{kr}=8,096$  MPa, sıxlıq  $\rho_4^{20}=791,15$  kq/m<sup>3</sup> və n.undekanol üçün -  $T_q=515,95$  K,  $T_{kr}=705$  K,  $P_{kr}=2,240$  MPa,  $\rho_4^{20}=831,9$  kq/m<sup>3</sup>.

Məhlullar kvars şüşə qabda VLA -200q-M markalı analitik tərəzi vasitəsilə çəki üsulu ilə hazırlanmışdır.

Təcrübələrin nəticələri cədvəl 1-3-də göstərilib. Misal kimi şəkil 1-də 50% metanol+50% n.undekanol məhlulunun izobarlar üzrə həcmi istilik tutumunun ( $c'_p$ ) temperaturdan asılılığı verilib. Cədvəldən və şəkildən görüldüyü kimi  $c'_p$  təzyiq və temperaturdan asılı olaraq çox mürəkkəb əyrilərlə ifadə olunur. Burada sıxlığın təsiri hiss olunur.

Şəkil 2-də metanol- n.undekanol sisteminin 20 MPa təzyiqdə və müxtəlif temperaturlarda həcmi istilik tutumunun konsentrasiyadan asılılığı göstərilib. Cədvəl 1-3 və şəkil 2-dən aydındır ki, istilik tutumu da istilikkeçirmədə, özlülük və sıxlıqda olduğu kimi additivlik qanunundan kənara çıxır. Bu kənaraçıxmanın ( $\delta c'_p$ ) xarakteri həm temperatur, həm də təzyiqdən asılı olur. Lakin təzyiqin təsiri çox zəifdir. Alçaq temperaturlarda kənaraçıxma mənfi, yüksək temperaturlarda isə müsbət olur və kənaraçıxmanın meyli daha çoxdur. Təzyiqin yüksəlməsinin və temperaturun azalmasının təsiri mənfidir.

Cədvəl 1. Yüksək təzyiqlərdə 25% metanol +75% n.undekanol məhlulunun izobar həcmi istilik tutumunun ( $c'_p$ , kC/(m<sup>3</sup>·K)) təcrübi qiymətləri

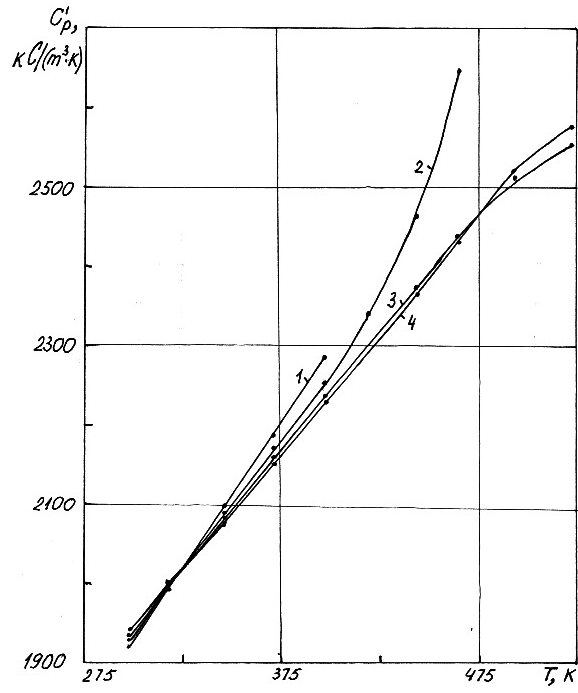
T, K	P, MPa						
	0,101	5	10	20	30	40	50
299,4	1933	1936	1938	1945	1952	1956	1962
322,9	2015	2021	2022	2028	2032	2038	2043
349,6	2105	2106	2105	2110	2114	2120	2124
375,8	2187	2185	2176	2184	2186	2192	2197
403,1	2269	2264	2251	2255	2255	2258	2267
429,3	2350	2347	2330	2318	2316	2321	2332
452,2		2430	2421	2374	2369	2373	2389
477,7			2560	2434	2428	2432	2458
501,5			2689	2486	2477	2484	2509
524,1				2517	2502	2520	2543

Cədvəl 2. Yüksək təzyiqlərdə 50% metanol +50% n.undekanol məhlulunun izobar həcmi istilik tutumunun ( $c'_p$ , kC/(m<sup>3</sup>·K)) təcrübi qiymətləri

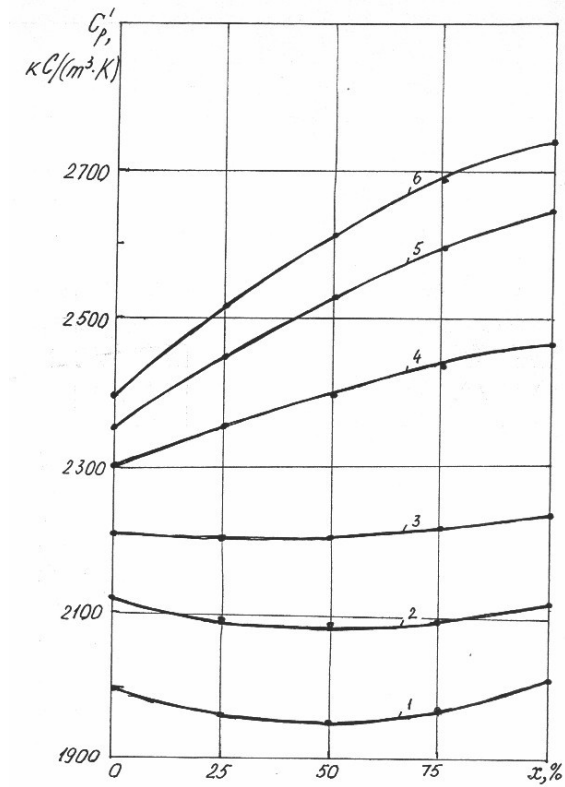
T, K	P, MPa						
	0,101	5	10	20	30	40	50
297,6	1919	1922	1925	1929	1933	1937	1939
318,4	1993	1998	1999	2003	2000	2001	2002
346,3	2097	2095	2091	2092	2086	2085	2084
371,1	2187	2182	2169	2168	2161	2155	2155
396,6	2286	2280	2255	2249	2236	2225	2230
418,5		2376	2340	2318	2300	2285	2293
442,9		2499	2462	2394	2368	2353	2364
464,0		2646	2644	2464	2429	2415	2429
492,6				2559	2511	2500	2519
522,2				2613	2552	2562	2575

Cədvəl 3. Yüksək təzyiqlərdə 75% metanol +25% n.undekanol məhlulunun izobar həcmi istilik tutumunun ( $c'_p$ , kC/(m<sup>3</sup>·K)) təcrübi qiymətləri

T, K	P, MPa						
	0,101	5	10	20	30	40	50
298,7	1941	1946	1950	1955	1954	1951	1953
319,5	2011	2016	2016	2017	2010	2008	2003
342,1	2097	2094	2088	2085	2072	2067	2060
368,9	2205	2198	2174	2168	2152	2139	2133
395,2		2315	2272	2258	2232	2213	2210
421,8		2459	2403	2354	2317	2288	2289
443,6		2603	2544	2435	2386	2354	2359
463,5		2795	2793	2514	2450	2418	2426
492,7				2632	2547	2518	2533
521,9				2687	2580	2582	2587



Şəkil 1. 50% metanol+50% n.undekanol məhlulunun izobar həcmi istilik tutumunun temperaturdan asılılığı : 1-P=0,101 MPa; 2-10; 3-30; 4-50.



Şəkil 2. Metanol- n.undekanol binar qarşılığının 20 MPa təzyiqdə və müxtəlif temperaturlarda izobar həcmi istilik tutumunun metanolun konsentrasiyasından asılılığı: 1-T=303 K; 2-343; 3-383; 4-443; 5-483; 6-523.

Maye halında olan metil və n.undesil spirtlərinin məhlullarının izobar həcmi istilik tutumunun konsentrasiya ( $x$ ), temperatur ( $T$ ) və təzyiqdən ( $P$ ) asılılığını ifadə etmək üçün aşağıdakı tənliyi vermək olar

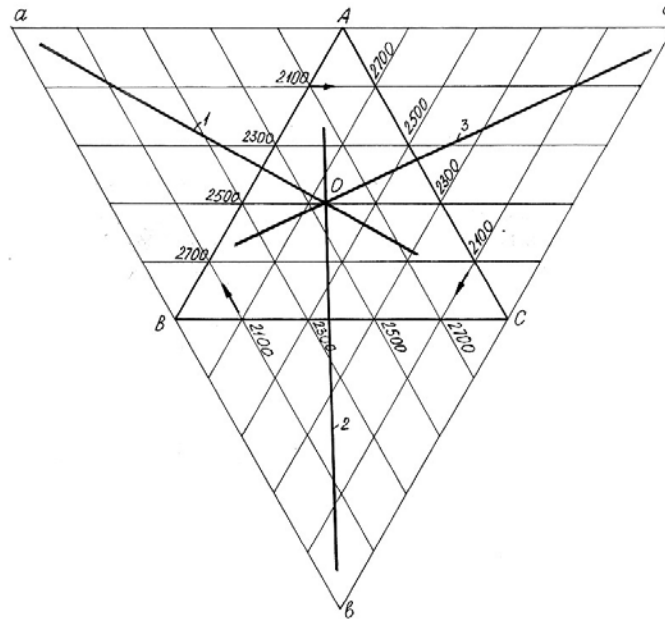
$$c'_p = c'_{p_1} x_1 + c'_{p_2} x_2 + x_1 x_2 (\alpha \Delta T - \beta P + \gamma), \quad (1)$$

burada  $c'_{p_1}, c'_{p_2}$  - uyğun olaraq birinci və ikinci komponentlərin izobar həcmi istilik tutumları,  $\text{kC}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ ;  $x_1, x_2$  - birinci və ikinci komponentlərin kütlə ilə hissələri;  $x_1 x_2 (\alpha \Delta T - \beta P + \gamma) = \delta c'_p$  - additivlikdən kənar çıxma,  $\text{kC}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ ;  $\alpha, \beta, \gamma$  - verilmiş sistem üçün sabit əmsallar;  $\Delta T = T - T_0$ ,  $T_0$  - baza temperaturu,  $\text{K}$ ;  $T_0 = (T'_q + T''_q) / 2$ ,  $T'_q, T''_q$  - birinci və ikinci komponentlərin qaynama temperaturlarıdır. Metanol- n.undekanol sisteminə ötrü tapılıb ki,  $\alpha = 1,843$ ;  $\beta = 0,32$ ;  $\gamma = 23,662$ ;  $T_0 = 426,825 \text{ K}$ .

(1) tənliyi metil-n.undesil spirtlərinin məhlulları üçün təcrübi izobar istilik tutumunu 1,1% maksimum xəta ilə ifadə edir.

İstilik fiziki xassələrin əlaqələndirilməsi üçün müqayisəli hesablama üsulu [9] böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu üsulun orjinal variantı [10, 11] - işlərində tətbiq edilmişdir. Üçkoordinatlı sistemdə müqayisəli hesabat üsulunun mahiyyəti belədir: burada üç kəmiyyət və ya üç müxtəlif maddə (məhlul) arasında əlaqə yaradılır. Deməli iki maddənin köməyiylə bir maddənin xassəsini hesablamaq olar. Bunun üçün yalnız bir dayaq nöqtəsi təcrübi tədqiq etmək lazımdır. Beləliklə, düzbucaqlı koordinat sistemə nisbətən üçkoordinatlı sistem daha etibarlıdır.

Şəkil 3-də metanol- n.undekanol sisteminin üç məhlulunun (25, 50 və 75%-li) izobar istilik tutumları arasında əlaqə göstərilib.



Şəkil 3. Metanol- n.undekanol məhlullarının izobar həcmi istilik tutumlarının ( $c'_p$ ,  $\text{kC}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ ) qarşılıqlı əlaqəsi: 1-(A-B) məhlulu üçün, 2-(B-C), 3-(C-A); A-25 % metanol, B-50 % metanol, C-75 % metanol.

İki qarışıqın əlaqəsi demək olar ki, bir düz xətt verir. Burada üç cüt kombinasiya olduğundan üç düz xətt alınır (1, 2 və 3 xəttləri). Beləliklə, müxtəlif temperatur və təzyiqlərdəki istilik tutumunu göstərən nöqtələr vahid bir xətt üzərində düşür. Bu hal üçbucaqlı sistemin çox vacib xüsusiyyətidir. Hər üç xətt, üçbucaqlının (ABC) içərisində bir nöqtədə kəsişir. Hər üç xətt üçün ayrılıqda tənlik vermək olar:

$$(c'_p)^{**} = 1,096(c'_p)^* - 142,1 \quad (2)$$

$$(c'_p)^{***} = 1,184(c'_p)^{**} - 356,2 \quad (3)$$

$$(c'_p)^* = 0,75(c'_p)^{***} + 507,5, \quad (4)$$

burada  $(c'_p)^*$ ,  $(c'_p)^{**}$ ,  $(c'_p)^{***}$  - birinci, ikinci və üçüncü məhlulların izobar istilik tutumlarıdır.

Ümumiləşmə göstərir ki, (2)-(4) tənlikləri maksimum 3,9% xəta ilə tədqiq olunan sistemin həcmi izobar istilik tutumunun təcrübi qiymətlərini verir.

1. *Хасанишин Т.С.* Теплофизические свойства предельных одноатомных спиртов при атмосферном давлении. Мн.: “Наука и техника”, 1992.-256с.
2. *Zabransky M., Ruzicka V.J., Majer V.* Heat capacities of organic compounds in the liquid state. 1.C<sub>1</sub> to C<sub>18</sub> 1-alkanols //J.Phys. Chem. Ref. Data, 1990.V.19.No3.p.719-762.
3. *Назиев Я.М., Шахвердиев А.Н., Баширов М.М., Алиев Н.С.* Тепловые свойства одноатомных спиртов(Изобарная теплоемкость)//ТВТ РАН,1994.т.32.№6.с.925-948.
4. *Зубарев В.Н., Прусаков П.Г., Сергеева Л.В.* Теплофизические свойства метилового спирта. М.: Изд. стандартов, 1973.-202 с.
5. *Назиев Я.М., Баширов М.М., Талыбов М.А., Бадалов Ю.А.* Экспериментальное исследование изобарной теплоемкости метилового и изопропилового спиртов // ТВТ РАН, 1993. т.31. №2. с.213-215.
6. *Назиев Я.М., Баширов М.М.* Исследование изобарной теплоемкости н.ундецилового и н.додецилового спиртов при различных температурах и давлениях // ИФЖ, 1991. т.60. №3. с.503-504.
7. *Назиев Я.М.* Новый метод комплексного определения теплофизических свойств жидкостей при высоких параметрах состояния // ИФЖ,1986. т.51. №4. с.613-621.
8. *Назиев Я.М., Баширов М.М., Бадалов Ю.А.* Экспериментальный прибор для измерения изобарной теплоемкости электролитов при высоких параметрах состояния // ИФЖ, 1986. т.51. №5. с.789-795.
9. *Назиев Дж.Я.* Теплопроводность углеводов и методы ее измерения. Баку. “Элм”, 2001. -362 с.
10. *Назиев Я.М., Назиев Дж.Я., Гасанов В.Г.* Обобщение экспериментальных данных по теплофизическим свойствам растворов углеводов и спиртов // ТВТ РАН, 2001. т.39. №2. с.235-239.
11. *Назиев Я.М., Баширов М.М., Алиев Н.С., Мамедов Ф.Ф.* Теплопроводность взаимных растворов метилового и н.ундецилового спиртов при высоких давлениях // Проблемы энергетики НАН АР, 2002. №1-2. с.107-114.

## ИЗОБАРНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ВЗАИМНЫХ РАСТВОРОВ МЕТИЛОВОГО И Н.УНДЕЦИЛОВОГО СПИРТОВ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ

**БАШИРОВ М.М.**

Проведены результаты экспериментального исследования изобарной объемной теплоемкости бинарных растворов метилового и н.ундецилового спиртов в интервале температур 298-525 К и давлений 0,101-50 МПа. Полученные данные аналитически обобщены эмпирическим уравнением.

## HEAT CAPACITY OF METHANOL AND N.UNDECANOL ALCOHOLS MUTUAL SOLUTIONS AT HIGH PRESSURES

**BASHIROV M.M.**

In this paper the heat capacity of methanol-n.undecanol binary solutions has been experimentally investigated at 298-525 K temperature and 0,101-50 MPa pressures ranges. The obtained experimental results have been described by analytical equations.