

UOT 532.133:547.781.4

1-BUTİL-3-METİLİMİDAZOLIUM HEKSAFLUOROFOSFAT İONLU MAYESİNİN METANOL İLƏ BİNAR QARIŞIQLARININ DİNAMİK ÖZLÜLÜKLƏRİ

X.SÜLEYMANLI

*Azərbaycan Texniki Universiteti,
AZ1073, Bakı, Hüseyn Javid pr., 25
khagani.suleymanli@mail.ru*

Daxil olub: 21.05.2019
Çapa verilib: 01.09.2019

REFERAT

Təqdim olunan məqalədə 1-butil-3-metilimidazolium heksafluorofosfat [BMİM][PF₆] ionlu mayesinin metanol ilə binar qarışıqlarının $\{x\text{CH}_3\text{OH}+(1-x)[\text{BMİM}][\text{PF}_6]\}$ atmosfer təzyiqində və $T=(263.15\div 413.15)\text{K}$ temperatur intervalında dinamik özlülükləri $\eta(p_0, T)/\text{mPa}\cdot\text{s}$ verilmişdir. Alınmış nəticələr Anton-Paar firmasının SVM 3000 Stabinger viskozimetri və MCR 302 reometri ilə ölçülmüşdür.

Açar sözlər: ionlu maye, metanol, özlülük, polinomial tənlik, izafi özlülük.

GİRİŞ

İonlu mayelər (İM) son illərdə sənayenin müxtəlif sahələrində geniş istifadə olunur [1-2]. Onlar ətraf mühit üçün zərərsiz “yaşıl kimya” adlandırılan orqanik birləşmələrdir. Onlar təbii duzlardır, $T=(373.15\div 423.15)\text{K}$ temperaturundan aşağı intervalda maye halında olurlar. İonlu mayələrin özlülükləri olduqca yüksək olduğundan kiçik temperaturlarda onların sənaye qurğularında hərəkəti zamanı müəyyən çətinliklər yaranır. Eyni zamanda son illərdə İM və orqanik maddələrin binar qarışıqlarının müxtəlif məqsədlərlə istifadə olunması genişlənir. Bu sahələrdən biri də absorpsion soyuducu qurğularda bu qarışıqların istilik daşıyıcısı kimi istifadə olunmasıdır [3]. Absorpsion soyuducu qurğularda əhəmiyyətli olaraq istilik daşıyıcısı kimi istifadə olunan elektrolit duzların su qarışıqları korroziya, kristalizasiya problemləri yaradır və eyni zamanda mənfi temperatur intervalında istifadəni çətinləşdirir. Belə ki, bu zaman su donmağa başlayır. İonlu mayələrin orqanik birləşmələri ilə binar qarışıqlarının istifadəsi zamanı bu problemlər aradan qalxır. Son illərdə müxtəlif ionlu mayelər bu məqsədlə sınaqdan keçirilir ki, bunların arasında anionu [PF₆] olan ionlu mayələrə də rast gəlinir. Metanol isə eyni zamanda qarışıq optimal istilik-fiziki xassələrin alınması üçün əvəzsiz rol oynayır. Məhz buna görə də bu qarışıqların müxtəlif kimyə-

vi, termodinamik və s. xassələrinin öyrənilməsi olduqca vacibdir. Bu məqalədə [BMİM][PF₆] ionlu mayesinin metanol ilə qarışıqlarının özlülüyü $T=(263.15\div 413.15)\text{K}$ temperaturlarda asılılığı Anton-Paar SVM 3000 Stabinger viskozimetri və Anton-Paar MCR 302 reometri ilə ölçülmüşdür.

Zafarani-Moattar və Majdan-Cegincara [4] 2005-ci ildə $\{x\text{CH}_3\text{OH}+(1-x)[\text{BMİM}][\text{PF}_6]\}$ binar qarışığının atmosfer təzyiqində və $T=298.15\text{K}$ temperaturda dinamik özlülüyünü ölçmüşlər. [BMİM][PF₆] ionlu mayesi Solvent Innovation (Almaniya) firmasından təmizliyi 98%-dən çox olaraq alınmışdır. İonlu mayeni istifadə etməzdən əvvəl 4 saat ərzində vakuuma qurutmuşlar. Qarışıqların hazırlanmasında yüksək keyfiyyətli metanol (kütlə fraksiyası - 0.999) istifadə olunmuşdur. Təcrübələr zamanı 83541-3 Setavis Kinematik Viskozimetri və 6 müxtəlif Ubbelohde viskozimetrləri istifadə olunmuşdur. Qarışıqların dinamik özlülüyü axma vaxtının və Hagenbach korrelyasiyası faktorunu nəzərə almaqla xətti tənlik vasitəsi ilə hesablanmışdır. Təcrübələrin xətası $\pm 0.5\%$ (mPa·s) intervalında proqnozlaşdırılmışdır. Alınmış nəticələr Redlich-Kister tənliyi vasitəsi ilə yazılmışdır.

Moosavi və başqaları [5] 2015-ci ildə $\{x\text{CH}_3\text{OH}+(1-x)[\text{BMİM}][\text{PF}_6]\}$ binar qarışığının atmosfer təzyiqində və $T=(298.15\div 323.15)\text{K}$ temperaturda dinamik özlülüyünü ölçülmüşlər.

[BMİM][PF₆] ionlu mayesi Merck (Almaniya) firmasından alınmışdır. Təcrübələr zamanı Brookfield Viskozimetri (LV DV-II+Pro) istifadə olunmuşdur. Təcrübələrin xətası $\pm 0.01 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ intervalında proqnozlaşdırılmışdır. Qarışıqların dinamik özlülüyü γ sürüşmə nisbətini əvvəlcədən seçməklə və τ toxunma gərginliyi ölçməklə hesablanmışdır. Eyring nəzəriyyəsi əsasında McAllister modeli ilə qarışıqların dinamik özlülükləri yazılmışdır. $\{x\text{CH}_3\text{OH}+(1-x)[\text{BMİM}][\text{PF}_6]\}$ binar qarışığının izafi özlülüyü $\eta^E/\text{mPa}\cdot\text{s}$ analiz edilmişdir.

TƏCRÜBƏ BÖLMƏSİ

Kimyəvi maddə: Təcrübələrdə istifadə edilmiş [BMİM][PF₆] ionlu mayesi (molekulyar kütləsi $M_w=0.28418 \text{ kq}\cdot\text{mol}^{-1}$, CAS №174501-64-5, kimyəvi formulu $\text{C}_8\text{H}_{15}\text{N}_2\text{F}_6\text{P}$, istehsal nömrəsi 4900500100, təmizliyi $\geq 98\%$) Almaniyanın Merck firmasından alınmışdır. [BMİM][PF₆]-nın kationu $\text{C}_8\text{H}_{15}\text{N}_2$ -dən və anionu isə PF₆-dan ibarətdir (Şəkil 1). İlk olaraq ionlu maye deqazasiya olunur və $T=423.15 \text{ K}$ temperaturda vakuum altında qurudulur. Bu prosesdən sonra nümunənin tərkibindəki bütün uçucu maddələr, kiçik qarışıqlar ayrılır. Qurudulmadan sonra isə suyun kütlə fraksiyasının Karl-Fişer titrometri vasitəsilə 140 ppm-dən az olduğu müəyyənəndirilib.

Təcrübənin aparılması: [BMİM][PF₆] ionlu mayesinin metanol ilə binar qarışığının dinamik özlülüyü $\eta(p_0, T)$ SVM 3000 Stabinger viskozimetrində [6] və Reometer MCR 302 qurğusunda [7] ölçülmüşdür. SVM 3000 Stabinger viskozimetri $T=(273.15-373.15) \text{ K}$ temperaturları arasında yüksək dəqiqliklə mayələrin özlülüyünün ölçülməsinə imkan verir. Reometer MCR 302 qurğusu ilə isə təcrübələrin temperatur ölçülmə intervalını həm aşağı, həm yüksək temperaturlar istiqamətində daha da genişləndirmək olur. Bu zaman iki müxtəlif qurğular arasında ölçülmüş müxtəlif təcrübə qiymətlərinin müqayisəsinə də imkan yaranır. Hər iki qurğunun işləmə prinsipi və təcrübələrin aparılması elmi qrupumuzun əvvəlki məqalələrində ətraflı verilmişdir [8-12]. SVM 3000 Stabinger viskozimetri qurğusu tam yuyulub qurudulduqdan sonra, lazım olan miqdarda ölçüləcək nümunənin az hissəsi ilkin olaraq şpris vasitəsi ilə ölçü yuvasına vu-

rulur. Təxminən 5 dəqiqə gözlədikdən sonra qalan hissə də qurğuya vurulur. Daha sonra qurğunun ölçmə rejimi seçilir. Hər bir təcrübə temperaturunun stabilləşməsi gözlənilir, özlülüyün və temperaturun alınmış nəticələri qeyd edilir. Sonra növbəti temperatur rejimi seçilir və təcrübələr bu qayda ilə $T=(273.15-373.15) \text{ K}$ temperatur intervalı arasında ölçülür. Təcrübənin sonunda maye qurğudan təmizlənilir. Daha sonra qurğu təmiz su və aseton ilə yuyulur, nasos vasitəsi ilə vurulan hava axını ilə qurudulur və növbəti nümunənin təcrübə olaraq ölçülməsinə hazırlanır. MCR 302 reometrində təcrübələr zamanı ölçüləcək nümunə qurğunun fırlanmayan diski üzərinə tökülür. Daha sonra yuxarıdakı disk aşağı hərəkət edir və nümunəni sıxır. Bu zaman nümunənin sıxılmış vəziyyətdə hündürlüyü h/mm çox dəqiq ölçülür. Yuxarıdakı disk öz oxu ətrafında fırlanmağa və ölçüləcək mayeni fırlatmağa başlayır. Təcrübə nəticələri kompüter proqram sistemində emal olunur və dinamik özlülüyün $\eta(p_0, T)$ nəticələri cədvəl şəklində verilir.

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN YAZILMASI

$\{x\text{CH}_3\text{OH}+(1-x)[\text{BMİM}][\text{PF}_6]\}$ binar qarışığının dinamik özlülüyünün $\eta(p_0, T)$ alınmış nəticələri Cədvəl 1-də verilmişdir. Cədvəldə doyma temperaturlarında ekstrapolyasiya olunmuş nəticələr qırmızı rənglə verilmişdir. Təcrübə nəticələri aşağıdakı polinomial tənlik vasitəsi ilə yazılmışdır

$$\ln \eta(p_0, T) = \sum_{i=0}^4 \left(\frac{1}{T/K} \right)^i \sum_{j=0}^3 a_{ij} (x/\text{mol fr.})^j, \quad (1)$$

burada a_{ij} (1) tənliyinin əmsallarıdır və Cədvəl 2-də verilmişdir. (1) tənliyi təcrübə nəticələrini $\Delta\eta/\eta = \pm 1.243\%$ orta nisbi xəta ilə verilmişdir.

Şəkil 1-də $\{x\text{CH}_3\text{OH}+(1-x)[\text{BMİM}][\text{PF}_6]\}$ binar qarışığının $T=(263.15-413.15) \text{ K}$ temperatur intervalında, atmosfer və doymuş buxar təzyiqlərində dinamik özlülüyünün $\eta(p_0, T)/\text{mPa}\cdot\text{s}$ metanolun mol hissəsindən asılılığı verilmişdir. Bu asılılıqdan onu izah etmək olar ki, görüldüyü kimi, temperaturun artması ilə özlülük kəskin şəkildə azalır ki, bu da bütün mayələr üçün xarakterikdir.

Cədvəl 1

{xCH₃OH+(1-x)[BMİM][PF₆]} binar qarışığının atmosfer və doymuş buxar təzyiqlərində dinamik özlülüyü $\eta(\rho_0, T)/\text{mPa}\cdot\text{s}$.^b

w, CH₃OH / %	0.0000	2.0060	5.2354	12.8899
x, CH₃OH / m.f.	0.0000	0.1537	0.3289	0.5675
M_{iM}/mol·kq⁻¹		171.89683	63.69357	23.78035
263.15	4640.8730 ^c	1527.1166	429.5091	66.7292
273.15	1717.1000	645.4994	210.8803	39.9111
283.15	776.2000	323.3893	118.9859	26.1762
293.15	369.0000	168.9850	69.4705	17.5502
303.15	203.2000	100.4146	44.7236	12.5982
313.15	118.9600	62.8568	30.1071	9.3394
323.15	74.6000	41.7739	21.2840	7.1679
333.15	49.6200	29.2434	15.6419	5.6966
343.15	34.7000	21.3753	11.9197	4.6448
353.15	25.0000	16.0174	9.2888	3.8907
363.15	19.0000	12.5749	7.5374	3.3410
373.15	14.5000	9.9255	6.1468	2.8845
383.15	12.0000	8.3697	5.2912	2.5965
393.15	10.0000	7.1126	4.6110	2.3393
403.15	8.5000	6.1473	4.0648	2.1330
413.15	7.2000	5.3124	3.6091	1.9655
w, CH₃OH / %	26.3014	40.9396	50.5213	65.6245
x, CH₃OH / m.f.	0.7599	0.8601	0.9006	0.9442
M_{iM}/mol·kq⁻¹	9.86006	5.07636	3.44622	1.84324
263.15	11.6840	4.3100	2.8159	1.7551
273.15	8.1931	3.2770	2.2070	1.4247
283.15	6.0834	2.5826	1.7846	1.1797
293.15	4.5989	2.0616	1.4577	0.9847
303.15	3.6361	1.6992	1.2177	0.8388
313.15	2.9269	1.4197	1.0372	0.7244
323.15	2.4199	1.2181	0.8964	0.6332
333.15	2.0467	1.0561	0.7843	0.5575
343.15	1.7749	0.9355	0.6939	0.4946
353.15	1.5629	0.8319	0.6218	0.4445
363.15	1.4043	0.7539	0.5651	0.4023
373.15	1.2675	0.6889	0.5157	0.3662
383.15	1.1680	0.6398	0.4768	0.3352
393.15	1.0854	0.5938	0.4408	0.3082
403.15	1.0159	0.5559	0.4101	0.2846
413.15	0.9566	0.5184	0.3825	0.2611
w, CH₃OH / %	80.1295	91.6840	95.5241	100.0000^d
x, CH₃OH / m.f.	0.9728	0.9899	0.9947	1.0000
M_{iM}/mol·kq⁻¹	0.87260	0.31917	0.16488	0.00000
263.15	1.2831	1.0583	1.0016	0.9478
273.15	1.0664	0.8905	0.8455	0.8017
283.15	0.8979	0.7561	0.7195	0.6836
293.15	0.7612	0.6471	0.6178	0.5882
303.15	0.6547	0.5597	0.5354	0.5105
313.15	0.5688	0.4884	0.4680	0.4467
323.15	0.4983	0.4295	0.4120	0.3936
333.15	0.4402	0.3804	0.3652	0.3489
343.15	0.3916	0.3394	0.3260	0.3109
353.15	0.3521	0.3043	0.2922	0.2782
363.15	0.3178	0.2738	0.2625	0.2497

				Cədvəlin davamı
373.15	0.2876	0.2471	0.2367	0.2248
383.15	0.2614	0.2236	0.2137	0.2028
393.15	0.2384	0.2037	0.1934	0.1833
403.15	0.2177	0.1835	0.1753	0.1658
413.15	0.1992	0.1673	0.1590	0.1502

^b Temperaturun standart xətası $u(T)=0.01\text{K}$ və dinamik özlülüynün kombinəlaşdırılmış genişləndirilmiş xətası $U_c(\eta)=0.001\text{Pa}\cdot\text{s}$ (0.95 etibarlılıq dərəcəsi); ^c Ədəb. [11]; ^d Ədəb. [12].

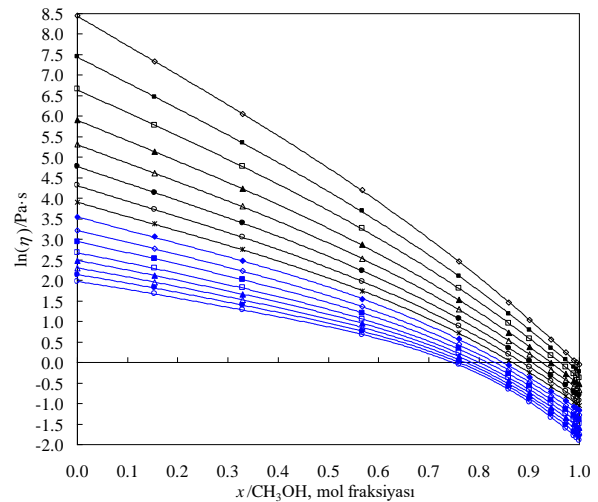
Cədvəl 2

{ $x\text{CH}_3\text{OH}+(1-x)[\text{BMİM}][\text{PF}_6]$ } qarışığının (1) tənliyindəki a_{ij} əmsalları.^e

$a_{00} = 3.388028626$	$a_{12} = -72584.02173$	$a_{30} = 124460020.5$
$a_{01} = -20.31901829$	$a_{13} = 66608.32276$	$a_{31} = 14549024.6$
$a_{02} = 92.61610858$	$a_{20} = 600699.3851$	$a_{32} = -1633919954$
$a_{03} = -84.67770994$	$a_{21} = -2729670.512$	$a_{33} = 1595106658$
$a_{10} = -2754.108592$	$a_{22} = 18922237.64$	
$a_{11} = 13629.77822$	$a_{23} = -17844745.54$	

Təxminən $x=0.55$ mol fraksiyasına qədər özlülüynün mol fraksiyasından asılılığı düz xəttə yaxın olaraq azalır, amma daha sonra azalma kəskin halda olur. Belə ki, metanolun molekulunun ölçüləri ionlu mayenin molekulalarının ölçülərindən bir neçə dəfə kiçik olduğu üçün qarışıqda metanolun təxminən 12% miqdarı olana qədər ($x=0.55$ mol fraksiyasına qədər) metanolun kiçik olan özlülüynü qarışığın özlülüynünə elə də kəskin təsir eləmir. Amma bu təsir daha sonra kəskin şəkildə almağa başlayır.

Şəkil 2-də { $x\text{CH}_3\text{OH}+(1-x)[\text{BMİM}][\text{PF}_6]$ } binar qarışığının $T=(263.15\div 413.15)\text{K}$ temperatur intervalında, atmosfer və doymuş buxar təzyiqlərində dinamik özlülüynünün $\eta_{\text{vac.}}(p_0, T)$ və (1) tənliyi ilə hesablanmış dinamik özlülüynünün $\eta_{\text{hes.}}(p_0, T)$ fərqi metanolun müxtəlif mol hissəsində temperaturdan asılılıqları verilmişdir. Burada diqqəti çəkən otaq temperaturundan az və qaynama temperaturundan çox temperaturlarda ölçülmüş və hesablanmış özlülüklərin arasındakı fərq orta temperaturlara nisbətən bir qədər çox olmasıdır (9%-ə qədər). Burada onu qeyd etmək lazımdır ki, aşağı temperaturlarda qarışığın özlülüynü olduqca yüksək qiymət alır. Bu da tənliklə yazılma zamanı xətalari artırır. Eyni zamanda yüksək temperaturlarda özlülük olduqca kiçik qiymətə malik olur. Bu zaman isə nəticələrin tənlik vasitəsi ilə yazılması zamanı kiçik bir kənara çıxma yenə də faiz hesabı ilə xətanı yüksəldir.



Şəkil 1

{ $x\text{CH}_3\text{OH}+(1-x)[\text{BMİM}][\text{PF}_6]$ } binar qarışığının $T=(263.15\div 413.15)\text{K}$ temperatur intervalında, atmosfer və doymuş buxar təzyiqlərində dinamik özlülüynünün $\eta(p_0, T)/\text{mPa}\cdot\text{s}$ metanolun mol hissəsindən asılılığı: \diamond - 263.15K; \blacksquare - 273.15K; \square - 283.15K; \blacktriangle - 293.15K; \triangle - 303.15K; \bullet - 313.15K; \circ - 323.1 K; $*$ - 333.15K; \blacklozenge - 343.15K; \diamond - 353.15K; \blacksquare - 363.15K; \square - 373.15K; \blacktriangle - 383.15K; \triangle - 393.15K; \bullet - 403.15K; \circ - 413.15K.

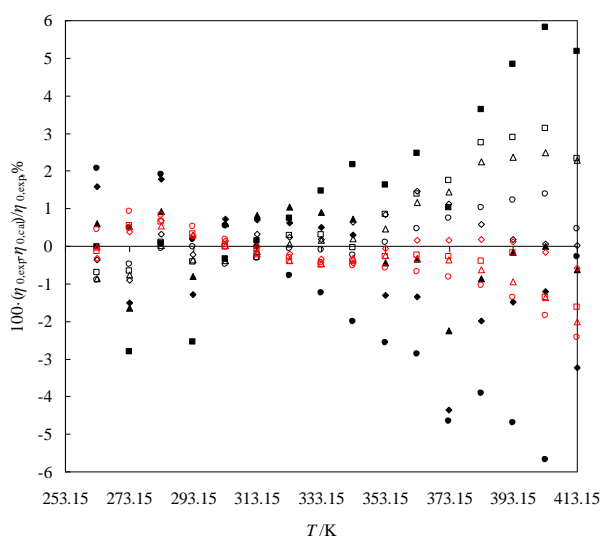
Qarışığın izafi parametrlərinin analizi olduqca vacib parametrdir. Bu zaman hər iki komponentin molekulalarının qarışma anında və qarışmadan sonra istilik-fiziki xassələrinin qarışığı təşkil edən təmiz komponentlərin additivlik qanunu ilə dəyişən parametrlərindən fərqi, yəni kənara çıxmasının tam analizi verilir. Bu məqsədlə də { $x\text{CH}_3\text{OH}+(1-x)[\text{BMİM}][\text{PF}_6]$ } binar qarışığının

izafi özlülüüyü $\eta^E/mPa \cdot s$ aşağıdakı düsturun köməyi ilə hesablanmışdır

$$\eta^E = \eta_{sol} - x \cdot \eta_a - (1-x) \cdot \eta_{IL}, \quad (2)$$

burada η^E $\{xCH_3OH+(1-x)[BMİM][PF_6]\}$ binar qarışığının izafi özlülüüyü, x metanolun mol fraksiyasıdır. η_{sol} , η_a və η_D isə binar qarışığın, metanolun [13] və [BMİM][PF₆] ionlu mayesinin [11] uyğun olaraq özlülükləridir.

$\{xCH_3OH+(1-x)[BMİM][PF_6]\}$ binar qarışığının $T=(263.15-413.15)K$ temperatur intervalında izafi özlülüüyünün η^E metanolun x mol fraksiyasından asılılığı Şəkil 3-də verilmişdir.

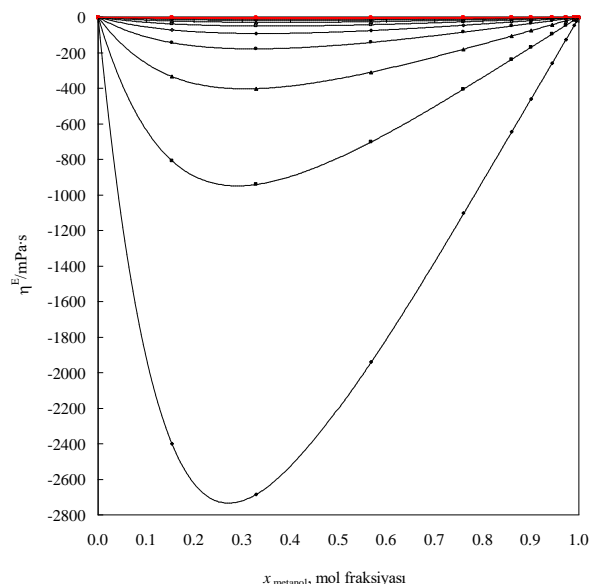


Şəkil 2

$\{xCH_3OH+(1-x)[BMİM][PF_6]\}$ binar qarışığının $T=(263.15-413.15)K$ temperatur intervalında, atmosfer və doymuş buxar təzyiqlərində dinamik özlülüüyünün $\eta_{tac}(p_0, T)$ və (4) tənliyi ilə hesablanmış dinamik özlülüüyünün $\eta_{hes}(p_0, T)$ fərqi metanolun müxtəlif mol hissələrində temperaturdan T/K asılılığı: ◆- 0.0000; ■- 0.1537; ●- 0.3289; ▲- 0.5675; ◇- 0.7599; △- 0.8601; □- 0.9006; ○- 0.9442; ◇- 0.9728; △- 0.9899; □- 0.9947; ○- 1.0000.

$\{xCH_3OH+(1-x)[BMİM][PF_6]\}$ binar qarışığının izafi özlülüüyünün η^E hesablanması zamanı qarışığı təşkil edən komponentlərin özlülüklərinin təcrübə nəticələri olduqca dəqiq götürülməlidir. Bu məqsədlə [BMİM][PF₆] ionlu mayesi elmi qrupumuz tərəfindən ətraflı analiz edilmişdir və mümkün ədəbiyyat nəticələri ilə müqayisə edilmişdir [11]. Metanolun özlülüüyü isə müasir ədəbiyyat

standartından [13] götürülmüşdür. Hesabatlar nəticəsində $\{xCH_3OH+(1-x)[BMİM][PF_6]\}$ binar qarışığının izafi özlülüüyünün η^E neqativ asılılıq şəklində alınması qarışığı təşkil edən komponentlərin molekullarının müxtəlif ölçüdə, formada olması və dipolyar assosiasiyanın zəifləyərək yox olması nəticəsində qarışığın özlülüüyünün azalması ilə izah edilir. Ölçüləri əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənən müxtəlif molekulların H-rabitələri və nəql komplekslərinin yükləri kimi xüsusi qarşılıqlı təsirlər də burada mühüm rol oynayır. Belə ki, qarışma zamanı H-rabitələrinin qarışıqda azalması çox güman ki, izafi özlülüüyü azaldır. İzafi özlülüüyün azalmasında başqa maraqlı fakt kimi müxtəlif ölçülü molekulların dispersiya qüvvəsinin xüsusi rol oynadığını da göstərmək olar.



Şəkil 3

$\{xCH_3OH+(1-x)[BMİM][PF_6]\}$ binar qarışığının $T=(263.15-413.15)K$ temperatur intervalında izafi özlülüüyünün η^E metanolun x mol fraksiyasından asılılığı: ◆- 263.15K; ■- 273.15K; ▲- 283.15K; ●- 293.15K; ◇- 303.15K; □- 313.15K; △- 323.15K; ○- 333.15K; x- 343.15K; ◆- 353.15K; ■- 363.15K; ▲- 373.15K; ●- 383.15K; ◇- 393.15K; □- 403.15K; △- 413.15K.

$\{xCH_3OH+(1-x)[BMİM][PF_6]\}$ binar qarışığının təcrübə vasitəsi ilə alınmış nəticələri hər iki ədəbiyyat [4-5] nəticələri ilə müqayisə edilmişdir. Müqayisə nəticəsində [4] ədəbiyyatında dərc edilmiş 14 təcrübə nəticələri ilə $\Delta\eta/\eta=\pm 21.67\%$ və [5] ədəbiyyatında dərc edilmiş 30 təcrübə nəticələri ilə $\Delta\eta/\eta=\pm 45.19\%$ xəta alınmışdır. [4] ədəbiyyatının

nəticələri əsasən bizim nəticələrdən həm az, həm də çox olduqları halda, [5] ədəbiyyatının nəticələri bizim nəticələrdən əsasən çoxdurlar.

XÜLASƏ

{ $x\text{CH}_3\text{OH}+(1-x)[\text{BMIM}][\text{PF}_6]$ } binar qarışığının temperaturun geniş intervalında, atmosfer və doyma təzyiqlərində dinamik özlülükləri analiz

edilmişdir. Alınmış nəticələr uyğun olan ədəbiyyat qiymətləri ilə müqayisə edilmişdir. Qarışığın izafi özlülüüyü η^E hesablanmışdır. Yüksək temperaturalarda özlülüüyün nəticələrini analiz etmək üçün alınmış nəticələr $T=413.15\text{K}$ və doyma təzyiqlərində ekstrapolyasiya edilmişdir. Ölçülmüş və ekstrapolyasiya ilə hesablanmış özlülük qiymətlərinin temperaturdan asılılığı polinomial tənliyin köməyi ilə yazılmışdır.

1. P.Wasserscheid, T.Welton (eds.). *Ionic Liquids in Synthesis*, Wiley-VCH, Weinheim, (2003) 364.
2. Edited by Scott T.Handy. *Applications of Ionic Liquids in Science and Technology*, Published by InTech, (2011) 516.
3. L.Moens, D.M.Blake, D.L.Rudnicki, M.J.Hale. *Advanced Thermal Storage Fluids for Solar Parabolic Trough Systems*, Transactions of the ASME, **123** (2003) 112-116.
4. M.Zafarani-Moattar, R.Majdan-Cegincara. *Viscosity, Density, Speed of Sound, and Refractive Index of Binary Mixtures of Organic Solvent+Ionic Liquid, 1-Butyl-3-methylimidazolium Hexafluorophosphate at 298.15K*, Journal of Chemical & Engineering Data, **52** (2007) 2359-2364.
5. M.Moosavi, A.Daneshvar, E.Sedghamiz. *Rheological properties of {[bmim]PF₆+methanol} mixtures at different temperatures, shear rates and compositions*, Journal of Molecular Liquids, **209** (2015) 693-705.
6. Betriebsanleitung, SVM 3000/G2 Stabinger Viskosimeter Firmware Version: 3.0.0., Anton Paar GmbH, Graz, Österreich, (2009) 52.
7. Betriebsanleitung MCR Serie, Modular Compact Rheometer MCR 52/MCR 102/MCR 302, Veröffentlichung von Anton Paar, Druck: Anton Paar, Österreich, (2016) 60.
8. J.Safarov, G.Huseynova, M.Bashirov, E.Hassel, I.Abdulagatov. *Viscosity of 1-ethyl-3-methylimidazolium methanesulfonate over a wide range of temperature and Vogel-Tamman-Fulcher model*, Physics and Chemistry of Liquids, **56** (2018) 703-717.
9. J.Safarov, F.Lesch, Kh.Suleymanli, A.Aliyev, A.Shahverdiyev, E.Hassel, I.M.Abdulagatov. *Viscosity, Density, Heat Capacity, Speed of Sound and other Derived Properties of 1-Butyl-3-Methylimidazoliumtris(Pentafluoroethyl)Trifluorophosphate over a Wide Range of Temperature and at Atmospheric Pressure*, Journal of Chemical & Engineering Data, **62** (2017) 3620-3631.
10. 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.
11. A.Namazova, X.Süleymanlı, A.Əliyev, C.Səfərov, A.Şahverdiyev, E.Hassel. *1-butyl-3-metilimidazolium tetraflüoroborat və 1-butyl-3-metilimidazolium heksaflüorofosfat ionlu mayələrinin özlülüklərinin təcrübi araşdırılması*, Azərbaycan Texniki Universitetinin elmi xəbərləri, №4 (2016) 46-53.
12. A.Əhmədov, M.Bəşirov, C.Səfərov, E.Hassel. *Azərbaycanın Qax və Qəbələ rayonlarının geothermal sularının özlülüüyü*, Journal of Qafqaz University, **2** (2014) 47-53.
13. H.W.Xiang, A.Laesecke, M.L.Huber, *A New Reference Correlation for the Viscosity of Methanol*, Journal of Physical and Chemical Reference Data, **35** (2006) 1597-1620.

VISCOSITY OF 1-BUTYL-3-METHYLIMIDAZOLIUM HEXAFLUOROPHOSPHATE AND METHANOL BINARY MIXTURES AT AMBIENT PRESSURE

KH.SULEYMANLI

The viscosity values $\eta(p_0, T)/\text{Pa}\cdot\text{s}$ of 1-butyl-3-methylimidazolium hexafluorophosphate and methanol binary mixtures $\{x\text{CH}_3\text{OH}+(1-x)[\text{BMIM}][\text{PF}_6]\}$ at ambient pressure and temperatures $T=(263.15\div 413.15)\text{K}$ have been investigated using the Anton Paar SVM 3000 Stabinger viscometer and MCR 302 reometer within an uncertainty of $U_c(\eta)=0.001\text{Pa}\cdot\text{s}$. The obtained experimental values have been compared with the available literature values.

**ВЯЗКОСТЬ БИНАРНЫХ СМЕСЕЙ 1-БУТИЛ-3-МЕТИЛИМИДАЗОЛИЙ ГЕКСАФТОРФОСФАТА И
МЕТАНОЛА ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ**

Х.СУЛЕЙМАНЛЫ

Представлены значения экспериментальных исследований вязкости $\eta(p_0, T)/\text{Pa}\cdot\text{s}$ бинарных смесей 1-бутил-3-метилимидазолий гексафторфосфата и метанола при атмосферном давлении и температурах $T=(263.15\div 413.15)\text{K}$, которые были исследованы с помощью вискозиметра установок Anton Paar SVM 3000 Stabinger и реометра MCR 302 в пределах погрешности $U_c(\eta)=0.001\text{Pa}\cdot\text{s}$. Проведено сравнение полученных экспериментальных значений с имеющими литературными данными.