

UOT 541.8

SUYUN STRUKTUR TEMPERATURU

E.Ə.MƏSİMOV, B.G.PAŞAYEV, H.Ş.HƏSƏNOV

*Bakı Dövlət Universiteti**p.g.bakhtiyar@gmail.com*

İş sulu məhlullarda struktur xüsusiyyətlərinin tədqiqində mühim əhəmiyyət kəsb edən “struktur temperaturu” anlayışına həsr olunmuşdur. İşdə struktur temperaturunun bir kəmiyyət kimi daxil edilməsinin səbəbləri göstərilmiş, bu kəmiyyətin təyini ilə bağlı mövcud olan müxtəlif yanaşmalar təhlil edilmiş və bu yanaşmalara uyğun fiziki mənalara göstərilmiş, həmçinin struktur temperaturunun təyini ilə bağlı yeni yanaşma təklif olunmuşdur. 273.15-373.15 K temperatur intervalında həm normal atmosfer təzyiqində, həm də 0.1-100 MPa təzyiq intervalında, həmçinin su-buxar fazalarının tarazlıq xətti boyunca 273.15-573.15 K temperatur intervalında suyun yeni mənada daxil edilmiş struktur temperaturunun qiymətləri hesablanmışdır. Suyun struktur temperaturunun təzyiqdən və temperaturdan asılı olaraq dəyişmə səbəbləri izah olunmuşdur.

Açar sözlər: Su, mayələrin özlülüyü, suyun strukturu, struktur temperaturu

«Struktur temperaturu» termini elmə ilk dəfə 1934-cü ildə Bernal və Fauler tərəfindən müxtəlif maddələrin suyun strukturuna təsirini xarakterizə etmək üçün daxil edilmişdir. Bernal və Fauler [1] göstərirlər ki, məhlulda ionlar qonşu su molekulları ilə qarşılıqlı təsirdə olaraq suyun məxsusi quruluşunu dəyişirlər. Bunun nəticəsində verilmiş temperaturda məhlulun strukturu və özlülüyü suyun strukturundan və özlülüyündən fərqlənir. Onların fikrinə görə bu fərqi suyun temperaturunu artırıb və ya azaltmaqla da əldə etmək olar. Bernal və Faulerə görə müəyyən konsentrasiyalı məhlulun verilmiş temperaturda struktur temperaturu elə temperatura deyilir ki, bu temperaturda (struktur temperaturunda) suyun strukturu və özlülüyü verilmiş temperaturdakı məhlulun strukturu və özlülüyü ilə eyni olsun [1]. Buradan belə bir nəticə alınır ki, hər hansı c_1 konsentrasiyalı sulu məhlul üçün elə bir T_0 temperaturu var ki, həmin temperaturda suyun fiziki xassəsi, c_1 konsentrasiyalı sulu məhlulun T_1 temperaturundakı fiziki xassəsi ilə eyni olsun. Bu T_0 temperaturu, c_1 konsentrasiyalı sulu məhlulun T_1 temperaturuna uyğun struktur temperaturu

adlanır. Konkret fiziki kəmiyyəti və konkret qiymətləri müqayisə edək: məsələn, tutaq ki, otaq temperaturunda (20°C -də) 10%-li etil spirtinin sulu məhlulunun özlülüyü $1,536\text{ mPa}\cdot\text{san}$ -dir. Suyun özlülüyünün $1,536\text{ mPa}\cdot\text{san}$ olduğu temperatur $\sim 4,6^{\circ}\text{C}$ -dir. Ona görə də, belə demək olar ki, 20°C -də 10%-li etil spirtinin sulu məhlulunun struktur temperaturu $\sim 4,6^{\circ}\text{C}$ -dir. Yuxarıdakı təhlildən görüldüyü kimi, Bernal və Fauler mənasında struktur temperaturunun fiziki mənası başa düşüləndir, həmçinin konsentrasiyadan asılı olaraq onun qiymətinin artması və azalması özlülüyün dəyişməsilə tamamilə eynidir. Belə ki, verilmiş temperaturda konsentrasiyanın artması ilə məhlulun özlülüyü artarsa bu məhlul üçün struktur temperaturunun qiyməti azalır, yəni həllolan maddə suyu strukturlaşdırır və əksinə, konsentrasiyanın artması ilə məhlulun özlülüyü azalarsa bu məhlul üçün struktur temperaturunun qiyməti artır, yəni həllolan maddə suyun strukturunu dağdır.

Struktur temperaturu anlayışı 1980-ci ildə yenidən, tamamilə başqa tərzdə, Uberreyter tərəfindən işlədilmişdir [2]. O, suyun və bir çox sulu məhlulların özlülüyünün temperaturdan asılılığına Vogel tərəfindən verilmiş

$$\eta = \eta_0 \exp\left(\frac{B}{T - T_0}\right) \quad (1)$$

empirik düsturunu [3] tətbiq edərək T_0 parametrinin qiymətini hesablamışdır [2, 4, 5, 6]. Burada η_0 , B və T_0 temperaturdan asılı olmayan sabitlərdir. Uberreyter T_0 parametrini “struktur göstəricisi” və ya “struktur temperaturu” adlandırmışdır. Uberreyter, müəyyənləşdirmişdir ki, suyun struktur temperaturu $T_0 = 140 - 150\text{ K}$ intervalındadır [5, 6]. Uberreyter sulu məhlulların struktur temperaturunun konsentrasiyadan asılılıqlarını təhlil edərkən su üçün $T_0 = 143\text{ K}$ qiymətindən istifadə etmişdir [2]. Uberreyterə görə konsentrasiyanın artması ilə sulu məhlulun struktur temperaturunun qiyməti artarsa, onda suda həll olmuş maddə suya strukturlaşdırıcı və əksinə, sulu məhlulun struktur temperaturunun qiyməti azalarsa, onda suda həll olmuş maddə suyun strukturuna dağdırıcı təsir göstərir [5].

(1) ifadəsinə daxil olan T_0 parametrini bir qədər araşdıraq. (1) ifadəsindən görünür ki, mütləq temperatur struktur temperaturuna yaxınlaşdıqca ($T \rightarrow T_0$) dinamik özlülük sonsuzluğa yaxınlaşır ($\eta \rightarrow \infty$) və $T = T_0$ olduqda $\eta = \infty$ olur. Məlumdur ki, bütün mayelər müəyyən donma temperaturuna (T_d) malikdir və donma temperaturuna yaxınlaşdıqca mayelərin özlülüyü də sonsuzluğa yaxınlaşır (söhbət mikro özlülükdən getmir). Tədqiqatlar [4-7] göstərir ki, struktur temperaturu həmişə mayenin donma temperaturundan kiçik olur ($T_0 < T_d$). Bu baxımdan (1) düsturuna daxil olan T_0 parametrini müəyyən mənada fiktiv parametr hesab etmək olar.

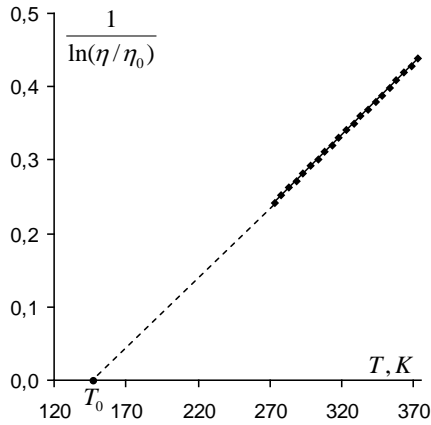
Tədqiqatlar [7] göstərir ki, (1) ifadəsi mayelərin özlülüyünün temperaturdan asılılığını çox yaxşı təsvir edir. (1) ifadəsinin hər tərəfindən natural loqarifm alıb, şəklini bir qədər dəyişərək aşağıdakı kimi də yazmaq olar.

$$\frac{1}{\ln(\eta/\eta_0)} = \frac{1}{B}(T - T_0) \quad (2)$$

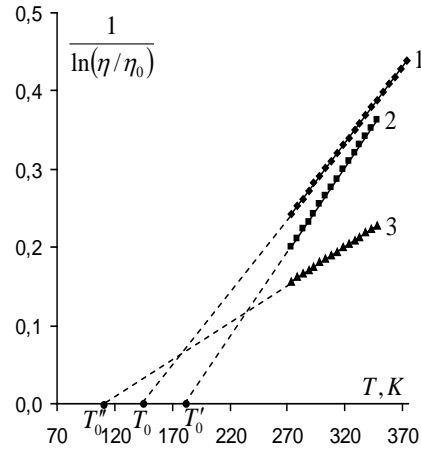
(2) ifadəsindən görüldüyü kimi, hər bir maye üçün η_0 -in elə qiyməti var ki,

$\frac{1}{\ln(\eta/\eta_0)}$ -in T -dən asılılıq qrafiki düz xətt olmalıdır. Doğrudan da su üçün $\eta_0 \approx 0,0289 \text{ mPa} \cdot \text{san}$ olduqda bu asılılığın qrafikini qursaq təcrübi nöqtələrdən keçən xəttin düz xətt olduğunu görürük (şəkil 1). Qeyd edək ki, η_0 -in başqa qiymətlərində $\frac{1}{\ln(\eta/\eta_0)}$ -in T -dən asılılıq qrafiki düz xətt olmur. Şəkil

1-dən görüldüyü kimi, $\frac{1}{\ln(\eta/\eta_0)}$ -in T -dən asılılıq qrafikində təcrübi nöqtələrdən keçən düz xətti absis oxuna ekstrapolyasiya etsək, o absis oxunu hər hansı bir T_0 nöqtəsində kəsir ki, bu da struktur temperaturu adlanır. Şəkil 1-dən də görünür ki, $T = T_0$ nöqtəsində $\frac{1}{\ln(\eta/\eta_0)} = 0$ olur ki, bu da $\eta = \infty$ halına uyğundur. Su üçün bu yolla tapılan struktur temperaturunun qiyməti $T_0 \approx 146 \text{ K}$ olur ki, bu da Ueberreyterin aldığı qiymətlə demək olar ki, eynidir.



Şəkil 1. Su üçün $1/\ln(\eta/\eta_0)$ -in temperaturdan asılılığı ($\eta_0 \approx 0,0289 \text{ mPa} \cdot \text{san}$).



Şəkil 2. $1/\ln(\eta/\eta_0)$ -in temperaturdan asılılığı. 1-su, 2-su-etanol (20%), 3-su-etanol (70%)

İndi struktur temperaturu əsasında suda həll olmuş maddələrin suyun strukturuna necə təsir etdiyini müəyyənləşdirək. Şəkil 2-də üç maye üçün (su,

20% və 70%-li etanolun sulu məhlulları) $\frac{1}{\ln(\eta/\eta_0)}$ -in T -dən asılılıq qrafiki verilmişdir. Qeyd edək ki, $\frac{1}{\ln(\eta/\eta_0)}$ -in T -dən asılılığında təcrübi nöqtələrdən keçən xətt su üçün $\eta_0 \approx 0,0289 \text{ mPa} \cdot \text{san}$ olduğu halda, 20%-li etanolun sulu məhlul üçün $\eta_0 \approx 0,03575 \text{ mPa} \cdot \text{san}$, 70%-li etanolun sulu məhlulu üçün isə $\eta_0 \approx 0,00798 \text{ mPa} \cdot \text{san}$ olduqda düz xətt olur.

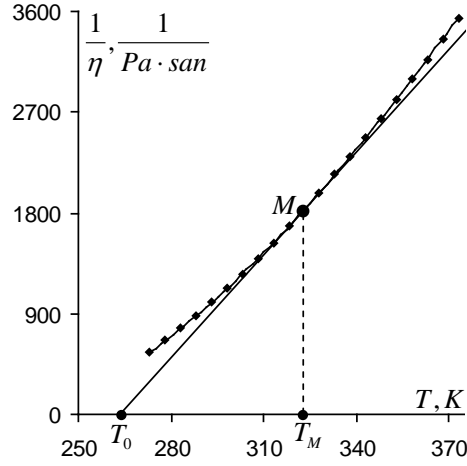
Şəkil 2-dən göründüyü kimi, struktur temperaturu su üçün T_0 , 20%-li etanolun sulu məhlul üçün T'_0 , 70%-li etanolun sulu məhlulu üçün isə T''_0 nöqtələrinə uyğundur və 20%-li etanolun sulu məhlulunun struktur temperaturu suyun struktur temperaturundan böyük ($T'_0 > T_0$), 70%-li etanolun sulu məhlulunun struktur temperaturu isə suyun struktur temperaturundan kiçikdir ($T''_0 < T_0$). Müəyyən olunmuşdur ki, $T_0 \approx 146 \text{ K}$, $T'_0 \approx 181 \text{ K}$ və $T''_0 \approx 110 \text{ K}$ -dir. Buradan belə nəticə çıxara bilərik ki, suyun strukturu ilə müqayisədə 20%-li etanolun sulu məhlulu daha strukturlaşmış halda, 70%-li etanolun sulu məhlulunun strukturu isə nisbətən dağılmış haldadır.

Yuxarıdakı təhlildən görünür ki, Bernal və Fauler mənasında struktur temperaturu temperaturdan asılıdır, lakin Uberreyter mənasında struktur temperaturu temperaturdan asılı deyil. Məlumdur ki, mayelərin strukturu bir sıra xarici amillərdən, o cümlədən temperaturdan asılıdır. Qeyd edək ki, temperatur mayelərin strukturuna əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Buna görə də, bizim fikrimizcə strukturu müəyyən edən struktur temperaturu parametri də struktura təsir edən digər xarici faktorlarla yanaşı temperaturun da təsirini özündə əks etdirməlidir.

Struktur temperaturunun temperaturdan asılılığını vermək üçün model olaraq qəbul edək ki, T_0 temperaturunda maye (məhlul) tam strukturlaşmış hala keçir, $T = T_0$ olduqda $\eta = \infty$ olur. Uberreyter mənasında struktur temperaturu $\frac{1}{\ln(\eta/\eta_0)}$ -in T -dən asılılıq qrafikində təcrübi nöqtələrdən keçən düz xətti absis oxuna ekstrapolyasiya etməklə tapılırdısa, təklif etdiyimiz halda struktur temperaturu $1/\eta$ -nin T -dən asılılıq qrafikində hər bir nöqtəyə çəkilmiş toxunanı absis oxuna doğru uzatmaqla tapılır. Aydındır ki, toxunanın uzantısının absis oxu ilə kəsişdiyi nöqtədə $\frac{1}{\eta} = 0$, yəni $\eta = \infty$ olur. Absis oxu üzərindəki bu nöqtəni T_0 -la işarə edəcəyik və struktur temperaturu adlandıracağıq.

İndi yeni mənada təklif olunan struktur temperaturunun təyini ilə tanış olaq. Nümunə olaraq suyun özlülüyünün temperaturdan asılılığını götürək.

Şəkil 3-də su üçün $1/\eta$ -nın T -dən asılılıq qrafiki verilmişdir.



Şəkil 3. Su üçün $1/\eta$ -nın temperaturdan asılılığı.

Bu asılılığın qrafikini kifayət qədər yaxşı təsvir edən tənliyi

$$\frac{1}{\eta} = f(T) = a_0 + a_1T + a_2T^2 + a_3T^3 \quad (3)$$

kimi seçə bilərik. Burada a_0 , a_1 , a_2 və a_3 temperaturdan asılı olmayan kəmiyyətlər olub, riyazi optimallaşma üsulu ilə təyin edilir. $1/\eta$ -nın T -dən asılılıq qrafiki üzərində ixtiyari M nöqtəsi götürək və bu nöqtədən keçən toxunanın tənliyi

$$\frac{1}{\eta} = f(T_M) + f'(T_M)(T - T_M) \quad (4)$$

kimi olar. (3) ifadəsindən T -yə görə törəmə alsaq,

$$f'(T) = a_1 + 2a_2T + 3a_3T^2 \quad (5)$$

alırıq. (3) və (5) ifadələrini $T = T_M$ nöqtəsi üçün yazsaq:

$$f(T_M) = a_0 + a_1T_M + a_2T_M^2 + a_3T_M^3, \quad f'(T_M) = a_1 + 2a_2T_M + 3a_3T_M^2$$

Bu ifadələri (4)-də nəzərə alsaq,

$$\frac{1}{\eta} = a_0 + a_1T_M + a_2T_M^2 + a_3T_M^3 + (a_1 + 2a_2T_M + 3a_3T_M^2)(T - T_M) \quad (6)$$

alırıq. Şəkil 3-dən görüldüyü kimi, toxunanın uzantısı absis oxunu T_0 nöqtəsində kəsir. Aydındır ki, bu nöqtədə $\frac{1}{\eta} = 0$, yəni $\eta = \infty$ olur. Bu nöqtəyə

uyğun temperaturu T_0 -la işarə etsək (6) ifadəsinə görə

$$a_0 + a_1T_M + a_2T_M^2 + a_3T_M^3 + (a_1 + 2a_2T_M + 3a_3T_M^2)(T_0 - T_M) = 0$$

olar. Buradan

$$T_0 = \frac{2a_3T_M^3 + a_2T_M^2 - a_0}{a_1 + 2a_2T_M + 3a_3T_M^2} \quad (7)$$

olduğunu alarıq. Burada T_0 kəmiyyəti T_M temperaturuna uyğun mayenin (məhlulun) *struktur temperaturu* adlanır. M nöqtəsini ixtiyari seçməklə (7) ifadəsinə əsasən müxtəlif temperaturalara uyğun struktur temperaturunu hesablamaq olar. Onda (7) ifadəsinə anoloji olaraq, struktur temperaturunun (T_0) temperaturdan asılılığını

$$T_0 = \frac{2a_3T^3 + a_2T^2 - a_0}{a_1 + 2a_2T + 3a_3T^2} \quad (8)$$

ifadəsi ilə təyin edə bilərik.

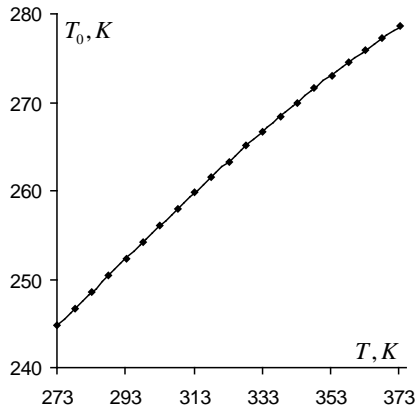
Suyun normal atmosfer təzyiqində özlülüyünün temperaturdan asılılığından [8] (8) ifadəsinə əsasən 273.15-373.15 K temperatur intervalında struktur temperaturları təyin edilmişdir. Suyun normal atmosfer təzyiqində müxtəlif temperaturalarda özlülüü (η), struktur temperaturu (T_0) və $(T - T_0)$ fərqlinin qiymətləri cədvəl 1-də verilmişdir. Cədvəl 1-ə əsasən suyun T_0 struktur temperaturunun və $(T - T_0)$ fərqlinin temperaturdan asılılıq qrafikləri şəkil 4 və şəkil 5-də verilmişdir.

Cədvəl 1

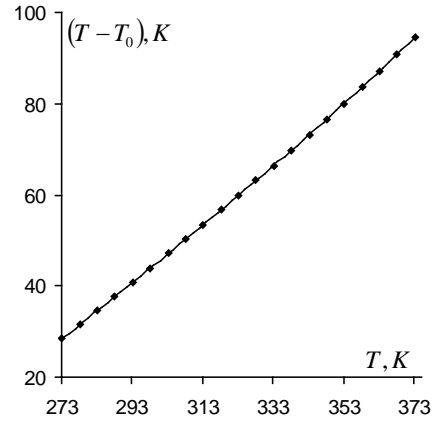
Suyun normal atmosfer təzyiqində dinamik özlülüyünün (η), struktur temperaturunun (T_0) və $(T - T_0)$ fərqlinin müxtəlif temperaturalarda qiymətləri

T, K	$\eta, mPa \cdot san$	T_0, K	$(T - T_0), K$
273,15	1,7921	244,8	28,4
278,15	1,5193	246,6	31,5
283,15	1,3073	248,5	34,6
288,15	1,1383	250,4	37,7
293,15	1,0020	252,3	40,8
298,15	0,8902	254,2	43,9
303,15	0,7973	256,1	47,1
308,15	0,7191	257,9	50,2
313,15	0,6527	259,7	53,4
318,15	0,5961	261,5	56,6
323,15	0,5471	263,3	59,8
328,15	0,5044	265,0	63,1
333,15	0,4670	266,7	66,4
338,15	0,4339	268,4	69,8
343,15	0,4046	270,0	73,2

348,15	0,3785	271,6	76,6
353,15	0,3551	273,1	80,1
358,15	0,3341	274,5	83,6
363,15	0,3150	275,9	87,2
368,15	0,2978	277,3	90,9
373,15	0,2821	278,6	94,6



Şək. 4. Suyun normal atmosfer təzyiqində struktur temperaturunun temperaturdan asılılığı.



Şək. 5. Su üçün normal atmosfer təzyiqində $(T - T_0)$ kəmiyyətinin temperaturdan asılılığı.

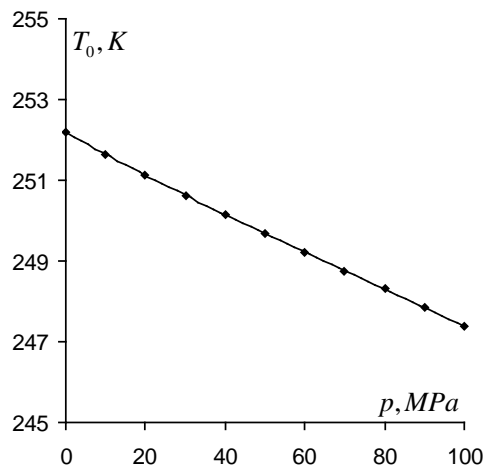
Cədvəl 1-dən və şəkil 4-dən görüldüyü kimi, temperaturun artması ilə suyun struktur temperaturu artır. Lakin temperatur artdıqca struktur temperaturu ilə yanaşı $(T - T_0)$ fərqi də artır (cədvəl 1, şəkil 5). Bu isə onu göstərir ki, temperatur artdıqca baxılan haldan su öz tam strukturlaşmış halına ($\eta = \infty$ halına) nisbətən “daha gec” gəlir. Yəni temperatur artdıqca baxılan haldan suyu öz tam strukturlaşmış halına ($\eta = \infty$ halına) gətirmək üçün sistemdən daha çox enerji ayrılmalıdır. Alınmış bu nəticə başadüşüləndir. Belə ki, birqiymətli məlumdur ki, temperaturun artması ilə ixtiyari sistemin, o cümlədən suyun strukturu dağılır. Bu da struktur temperaturunun temperaturdan asılılığında özünü göstərir. Deməli, temperaturun artması ilə tədqiq olunan sistemin strukturu dağılır ki, əvvəlki halla (nisbətən kiçik temperaturdan) müqayisədə sistemi baxılan haldan tam strukturlaşmış hala ($\eta = \infty$ halına) gətirmək üçün daha çox enerji ayrılır.

0,1-100 MPa təzyiq və 273,15-373,15 K temperatur intervalında suyun dinamik özlülüyünün temperaturdan asılılığından [9] istifadə edərək (8) ifadəsinə əsasən suyun struktur temperaturunun qiymətləri hesablanmışdır (cədvəl 2).

Müxtəlif təzyiq və temperaturlarda suyun struktur temperaturu

T, K	p, MPa										
	0,1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	T_0, K										
273,15	244,4	243,6	242,8	242,1	241,4	241,0	240,3	239,7	239,2	238,7	238,2
283,15	248,3	247,7	247,1	246,5	245,9	245,5	244,9	244,4	243,9	243,4	242,9
293,15	252,2	251,6	251,1	250,6	250,2	249,7	249,2	248,8	248,3	247,8	247,4
303,15	255,9	255,5	255,0	254,6	254,2	253,6	253,3	252,9	252,4	252,0	251,5
313,15	259,6	259,1	258,7	258,3	257,9	257,4	257,1	256,7	256,3	255,8	255,4
323,15	263,0	262,6	262,2	261,9	261,5	260,9	260,7	260,2	259,8	259,4	259,0
333,15	266,2	265,9	265,5	265,1	264,7	264,2	263,9	263,5	263,1	262,7	262,3
343,15	269,2	268,9	268,5	268,0	267,6	267,2	266,8	266,4	266,0	265,6	265,2
353,15	271,9	271,6	271,1	270,7	270,2	269,8	269,4	269,0	268,6	268,2	267,9
363,15	274,4	274,0	273,4	272,9	272,4	272,0	271,5	271,1	270,7	270,4	270,1
373,15	-	276,0	275,4	274,8	274,1	273,7	273,2	272,7	272,4	272,1	271,8

Cədvəl 2-dən görünür ki, baxılan təzyiq və temperatur intervalında suyun struktur temperaturu verilmiş təzyiqdə temperaturun artması ilə artır, verilmiş temperaturda isə təzyiqin artması ilə azalır. Lakin cədvəl 2-yə əsasən asanlıqla göstərə bilərik ki, həm verilmiş təzyiqdə temperaturun artması ilə, həm də verilmiş temperaturda təzyiqin artması ilə $(T - T_0)$ fərqi artır. Bu isə yuxarıdakı mülahizələrə uyğun olaraq həm temperaturun, həm də təzyiqin artması ilə suyun strukturunun dağılmasını göstərir. Əyanilik üçün şəkil 6-da 293.15 K temperaturda suyun struktur temperaturunun təzyiqdən asılılıq qrafiki verilmişdir.



Şəkil 6. Suyun struktur temperaturunun təzyiqdən asılılığı ($T=293.15 K$).

Şəkil 6-dan görüldüyü kimi, təzyiqin artması ilə suyun struktur tempe-

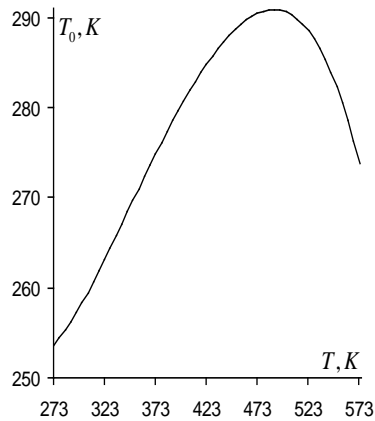
raturu azalır. Verilmiş temperaturda T dəyişmədiyi üçün T_0 azalanda $(T - T_0)$ fərqi artacaq. Bu isə verilmiş temperaturda təzyiqin artması ilə suyun strukturunun dağılmasını göstərir.

Su-buxar fazalarının tarazlıq xətti boyunca 273,15-573,15 K temperatur intervalında suyun dinamik özlülüyünün temperaturdan asılılığından [10] istifadə edərək (8) ifadəsinə əsasən suyun struktur temperaturunun və $(T - T_0)$ fərqinin qiymətləri hesablanmışdır (cədvəl 3). Cədvəl 3-ə əsasən su-buxar fazalarının tarazlıq xətti boyunca suyun struktur temperaturunun və $(T - T_0)$ fərqinin temperaturdan asılılıq qrafikləri uyğun olaraq şəkil 7 və şəkil 8-də verilmişdir.

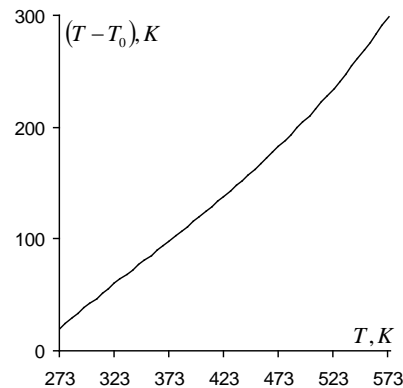
Cədvəl 3

Su-buxar fazalarının tarazlıq xətti boyunca müxtəlif temperaturalarda suyun struktur temperaturu (T_0) və $(T - T_0)$ fərqinin qiymətləri

T, K	T_0, K	$(T - T_0), K$	T, K	T_0, K	$(T - T_0), K$	T, K	T_0, K	$(T - T_0), K$
273,15	253,6	19,5	373,15	274,9	98,3	473,15	290,5	182,7
278,15	254,3	23,9	378,15	276,0	102,2	478,15	290,7	187,5
283,15	255,1	28,1	383,15	277,1	106,1	483,15	290,8	192,3
288,15	255,9	32,3	388,15	278,2	110,0	488,15	290,9	197,3
293,15	256,8	36,3	393,15	279,2	113,9	493,15	290,8	202,3
298,15	257,8	40,4	398,15	280,2	117,9	498,15	290,7	207,5
303,15	258,8	44,4	403,15	281,2	121,9	503,15	290,5	212,7
308,15	259,8	48,3	408,15	282,2	126,0	508,15	290,1	218,0
313,15	260,9	52,2	413,15	283,1	130,0	513,15	289,7	223,4
318,15	262,0	56,1	418,15	284,0	134,2	518,15	289,2	229,0
323,15	263,2	60,0	423,15	284,8	138,3	523,15	288,5	234,6
328,15	264,3	63,8	428,15	285,6	142,5	528,15	287,7	240,4
333,15	265,5	67,6	433,15	286,4	146,7	533,15	286,8	246,3
338,15	266,7	71,5	438,15	287,1	151,0	538,15	285,8	252,4
343,15	267,9	75,3	443,15	287,8	155,4	543,15	284,6	258,6
348,15	269,0	79,1	448,15	288,4	159,8	548,15	283,2	264,9
353,15	270,2	82,9	453,15	288,9	164,2	553,15	281,7	271,5
358,15	271,4	86,7	458,15	289,4	168,7	558,15	280,0	278,1
363,15	272,6	90,6	463,15	289,8	173,3	563,15	278,1	285,0
368,15	273,7	94,4	468,15	290,2	178,0	568,15	276,1	292,1
						573,15	273,8	299,3



Şək. 7. Su-buxar fazalarının tarazlıq xətti boyunca suyun struktur temperaturunun temperaturdan asılılığı.



Şək. 8. Su-buxar fazalarının tarazlıq xətti boyunca $(T - T_0)$ kəmiyyətinin temperaturdan asılılığı.

Cədvəl 3-dən və şəkil 7-dən görüldüyü kimi, su-buxar fazalarının tarazlıq xətti boyunca temperaturun artması ilə suyun struktur temperaturu əvvəlcə artır, $\approx 488.15K$ temperaturda maksimumdan keçir, sonra isə azalır. Lakin temperatur artdıqca $(T - T_0)$ fərqi yalnız artır (cədvəl 3, şəkil 8). Bu onu göstərir ki, temperatur artdıqca suyun strukturu dağılır (normal atmosfer təzyiqində olduğu kimi).

Yuxarıda qeyd olunan mülahizələri ümumiləşdirərək sulu məhlullar üçün deyə bilərik ki, sulu məhlullarda verilmiş temperaturda məhlulun struktur temperaturu $(T_0(m))$ suyun struktur temperaturundan $(T_0(su))$ böyükdürsə, yəni $T_0(m) > T_0(su)$ olarsa, həllolan maddə suyu strukturlaşdırır, əksinə $T_0(m) < T_0(su)$ olarsa, həllolan maddə suyun strukturunu dağıdır. Deməli, verilmiş temperaturda suda həllolan maddənin konsentrasiyasının artması ilə baxılan sistemin struktur temperaturunun qiyməti artırsa, onda bu maddə suya strukturlaşdırıcı, baxılan sistemin struktur temperaturunun qiyməti azalırsa, onda bu maddə suyun strukturuna dağıdıcı təsir göstərir. Beləliklə, sulu məhlullarda yeni mənada daxil edilmiş struktur temperaturu parametrinin konsentrasiyadan asılı olaraq dəyişməsinə izah etmək mümkündür və bu parametr struktur göstəricisi kimi real prosesləri daha düzgün təsvir edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Бернал Дж., Фаулер Р. Структура воды и ионных растворов. Усп. физ. наук, 1934, т.14, с.586-644.
2. Ueberreiter K. Change of Water Structure by Polyalcohols. Density and Viscosity Measurements. Water/Aliphatic Alcohol Solutions. Makromol. Chem., Rapid Commun. 1. Science. 1980, p.139-142.
3. Ueberreiter K. Change of Water Structure by Polyalcohols. Density and viscosity Measurements. Water/Polyalcohol Solutions. Makromol. Chem., Rapid Commun. 1. Science. 1980, p.143-147.
4. Ueberreiter K. Change of Water Structure by Solvents and Polymers. Colloid & Polymer

- Science. 1982, v.260, No1, p.37-45.
5. Ueberreiter K., Ziegler D. Change of Water Structure by Solvents and Polymers. Colloid & Polymer Science. 1987, v.265, No10, p.908-910.
 6. Vogel H. Das Temperaturab-hangigkeitgesetz der viskosität von Flüssigkeiten // Z. Physik. 1921. Bd. 22, s. 648-651.
 7. Məsimov E.Ə., Nəsənov H.Ş., Paşayev B.G., Nəsənov A.Ə. Su və sulu məhlulların özlü axınının aktivləşmə parametrləri. BDU, Preprint №42, Bakı, 2000, 35 s.
 8. Краткий справочник физико-химических величин. Под ред. А.А.Равделя и А.М.Пономаревой. Ленинград 1983. с. 111.
 9. Ривкин С.Л., Левин А.Я., Израилевский Л.Б. Вязкость воды и водяного пара. Государственная служба стандартных справочных данных. Издательство стандартов. М., 1979, с. 96-103.
 10. Волков А.И., Жарский И.М. Большой химический справочник - Мн.: Современная школа, 2005, 608 с.

СТРУКТУРНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ

Э.А.МАСИМОВ, Б.Г.ПАШАЕВ, Г.Ш.ГАСАНОВ

РЕЗЮМЕ

Работа посвящена концепции структурной температуры, которые играют важную роль в анализе структурных свойств водных растворов. Существующие подходы анализируются и новый метод для определения структурной температуры предлагается в данной статье. Значения структурной температуры воды рассчитываются по новому методу в диапазоне температур 273,15-373,15 К при атмосферном давлении и при давлении в пределах 0,1-100 МПа, а также при условии равновесия водяного пара в диапазон температур 273,15-573,15 К. Объяснения структурной температуры воды и ее зависимость от температуры и давления предусмотрены.

Ключевые слова: вода, вязкость жидкости, структура воды, структурная температура

STRUCTURAL TEMPERATURE OF WATER

E.A.MASIMOV, B.G.PASHAYEV, H.Sh.HASANOV

SUMMARY

The work is dedicated to the concept of the structural temperature that plays an important role in the analysis of structural properties of water solutions. The existing approaches are analyzed and a new method to determine the structural temperature is proposed in this paper. The values of the structural temperature of water are calculated by new method in the temperature range 273,15-373,15 K at atmospheric pressure and at pressure within the range 0.1-100 MPa and also at the condition of a water-vapor equilibrium in the temperature range 273,15-573,15 K. The explanations of the structural temperature and its dependence on temperature of water and pressure are provided.

Key words: water, fluid viscosity, water structure, structural temperature

Redaksiyaya daxil oldu: 07.11.2014-cü il

Çapa imzalandı: 20.04.2015-ci il