

UOT 541.8

**SU-BUXAR FAZALARININ TARAZLIQ XƏTTİ BOYUNCA
SUYUN ÖZLÜ AXINININ AKTİVLƏŞMƏ PARAMETRLƏRİ**

E.Ə.MƏSİMOV, H.Ş.HƏSƏNOV, B.G.PAŞAYEV, R.Ş.ƏHMƏDOVA

Bakı Dövlət Universitetinin Fizika Problemləri İnstitutu

p.g.bakhtiyar@gmail.com

Tarazlıq xətti boyunca suyun dinamik özlülüüyünün və sıxlığının temperaturdan asılılığına əsasən özlü axınının aktivləşmə parametrləri ($\Delta G_{\eta}^{\#}$, $\Delta H_{\eta}^{\#}$, $\Delta S_{\eta}^{\#}$) hesablanmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, $\Delta H_{\eta}^{\#}$ və $\Delta S_{\eta}^{\#}$ parametrləri temperatur artdıqca azalırlar, $\Delta G_{\eta}^{\#}$ parametri isə temperaturun artması ilə əvvəlcə azalır, 468,15 K temperaturda minimumdan keçir, sonra isə artır.

Açar sözlər: su, su-buxar fazalarının tarazlıq xətti, özlü axınının aktivləşmə parametrləri

Su (H_2O) sadə kimyəvi formulaya malik olan maddə olsa da, tədqiqatlar göstərir ki, o olduqca mürəkkəb fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir. Ən son tədqiqatlar göstərir ki, su insanın fikirlərini duyur və müəyyən yaddaşa malikdir. Digər mayelərlə müqayisədə suyun əksər xassələri anomaldır. İngilis alimi Martin Çaplin “Suyun quruluşu və xassələri” adlı kitabında [1] suyun 41 anomal xassələrini göstərmişdir.

İşdə suyun bir sıra xassələri özlü axının aktivləşmə parametrlərinin dəyişməsinə görə araşdırılmışdır [2]. Qeyd edək ki, özlü axının aktivləşmə parametrləri dedikdə, sistemin özlü axını zamanı yaranan Gibbs sərbəst enerjisinin ($\Delta G_{\eta}^{\#}$), entalpiyanın ($\Delta H_{\eta}^{\#}$) və entropiyanın dəyişməsi ($\Delta S_{\eta}^{\#}$) başa düşülür. Bu parametrlərin təhlili hər hansı xarici təsir (temperatur, təzyiq, konsentrasiya və s.) nəticəsində mayədə yaranan enerji və struktur dəyişmələrini müəyyənləşdirməyə, sulu məhlullarda hidrogen rabitələrinin yaranması və dağılması haqqında məlumat almağa imkan verir. Özlü axın prosesini xarakterizə edən aktivləşmə parametrləri mayenin axın (G_a, H_a, S_a) və ilkin sükunət (G_s, H_s, S_s) halındakı uyğun termodinamik parametrlərin fərqi bərabərdir.

$$\begin{aligned}\Delta G_{\eta}^{\#} &= G_a - G_s \\ \Delta H_{\eta}^{\#} &= H_a - H_s \\ \Delta S_{\eta}^{\#} &= S_a - S_s\end{aligned}\quad (1)$$

Qeyd edək ki, mayelərdə özlü axının aktivləşmə Gibbs enerjisi ($\Delta G_{\eta}^{\#}$) verilmiş təzyiqlik və temperaturda axın zamanı görülən işdir. Özlü axının aktivləşmə entalpiyası ($\Delta H_{\eta}^{\#}$) axın prosesini enerji baxımından xarakterizə edir, yəni $\Delta H_{\eta}^{\#}$ verilmiş təzyiqlik və temperaturda suyu axın halına gətirmək üçün sərf olunan tam enerjidir. Özlü axının aktivləşmə entropiyası ($\Delta S_{\eta}^{\#}$) mayədə yaranan struktur dəyişmələrini xarakterizə edir. Məlumdur ki, maye nə qədər strukturlu olsa entropiya (S_s) bir o qədər kiçik olur və axın zamanı dəyişməsi daha böyük olur və əksinə.

Su-buxar fazalarının tarazlıq xətti boyunca suyun özlülüyü və sıxlığı təyin edilmişdir [3]. Bu qiymətlər cədvəldə göstərilmişdir.

Cədvəl

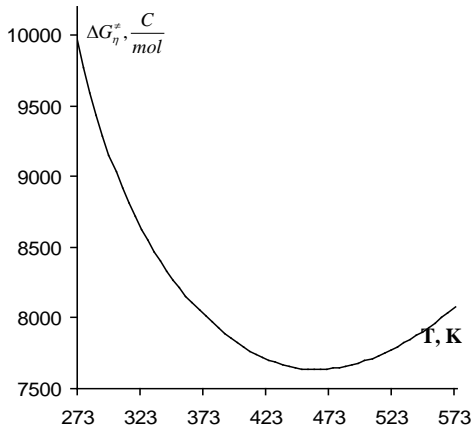
Su-buxar fazalarının tarazlıq xətti boyunca müxtəlif temperaturlarda suyun sıxlığı (ρ), dinamik özlülüyü (η) və özlü axının aktivləşmə parametrləri ($\Delta G_{\eta}^{\#}, \Delta H_{\eta}^{\#}, \Delta S_{\eta}^{\#}$)

T, K	$\rho, \frac{kg}{m^3}$	$\eta, mPa \cdot san$	$\Delta G_{\eta}^{\#}, \frac{C}{mol}$	$\Delta H_{\eta}^{\#}, \frac{C}{mol}$	$\Delta S_{\eta}^{\#}, \frac{C}{K \cdot mol}$
273,15	999,82	1,792	9974	20938	40,14
278,15	1000,00	1,520	9775	19891	36,37
283,15	999,77	1,308	9598	18958	33,06
288,15	999,19	1,139	9438	18124	30,15
293,15	998,29	1,003	9294	17377	27,57
298,15	997,13	0,891	9162	16706	25,30
303,15	995,71	0,798	9041	16100	23,29
308,15	994,08	0,720	8931	15552	21,49
313,15	992,25	0,653	8827	15055	19,89
318,15	990,22	0,596	8732	14601	18,45
323,15	988,02	0,547	8645	14186	17,15
328,15	985,65	0,504	8562	13803	15,97
333,15	983,13	0,467	8488	13450	14,89
338,15	980,45	0,434	8417	13121	13,91
343,15	977,63	0,404	8346	12815	13,02
348,15	974,68	0,378	8283	12527	12,19
353,15	971,60	0,355	8227	12255	11,40
358,15	968,39	0,334	8172	11997	10,68
363,15	965,06	0,315	8120	11752	10,00
368,15	961,62	0,298	8073	11516	9,35
373,15	958,05	0,282	8023	11290	8,75
378,15	954,39	0,268	7983	11071	8,17
383,15	950,62	0,255	7942	10858	7,61

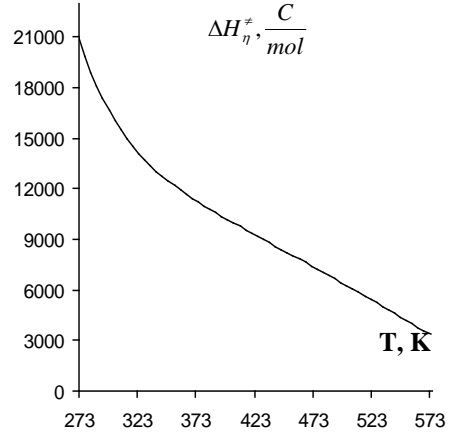
388,15	946,74	0,243	7904	10650	7,07
393,15	942,76	0,232	7868	10447	6,56
398,15	938,67	0,222	7837	10247	6,05
403,15	934,48	0,213	7811	10050	5,55
408,15	930,19	0,204	7778	9855	5,09
413,15	925,79	0,196	7752	9662	4,62
418,15	921,29	0,189	7736	9470	4,15
423,15	916,69	0,182	7714	9280	3,70
428,15	911,98	0,175	7685	9090	3,28
433,15	907,16	0,170	7681	8900	2,81
438,15	902,24	0,164	7666	8710	2,38
443,15	897,21	0,159	7660	8520	1,94
448,15	892,07	0,154	7648	8330	1,52
453,15	886,81	0,149	7639	8140	1,11
458,15	881,43	0,145	7636	7949	0,68
463,15	875,94	0,141	7633	7757	0,27
468,15	870,32	0,137	7631	7565	-0,14
473,15	864,58	0,134	7635	7372	-0,56
478,15	858,71	0,130	7639	7178	-0,96
483,15	852,70	0,127	7653	6984	-1,39
488,15	846,55	0,124	7665	6788	-1,80
493,15	840,26	0,121	7673	6592	-2,19
498,15	833,81	0,118	7679	6394	-2,58
503,15	827,21	0,115	7682	6196	-2,95
508,15	820,44	0,113	7711	5997	-3,37
513,15	813,49	0,110	7716	5798	-3,74
518,15	806,37	0,108	7750	5597	-4,15
523,15	799,05	0,106	7773	5396	-4,54
528,15	791,53	0,104	7791	5194	-4,92
533,15	783,79	0,101	7804	4992	-5,27
538,15	775,82	0,099	7833	4788	-5,66
543,15	767,61	0,097	7862	4585	-6,03
548,15	759,13	0,095	7890	4380	-6,40
553,15	750,38	0,093	7917	4175	-6,76
558,15	741,31	0,091	7959	3970	-7,15
563,15	731,92	0,090	8010	3764	-7,54
568,15	722,18	0,088	8046	3558	-7,90
573,15	712,04	0,086	8081	3351	-8,25

İşdə tarazlıq xətti boyunca suyun özlülüyünün və sıxlığının temperaturdan asılılığına əsasən özlü axının aktivləşmə parametrləri hesablanmışdır (cədvəl, şəkil 1-3). Bu parametrlərin hesablanması üsulu [4] işində verilmişdir.

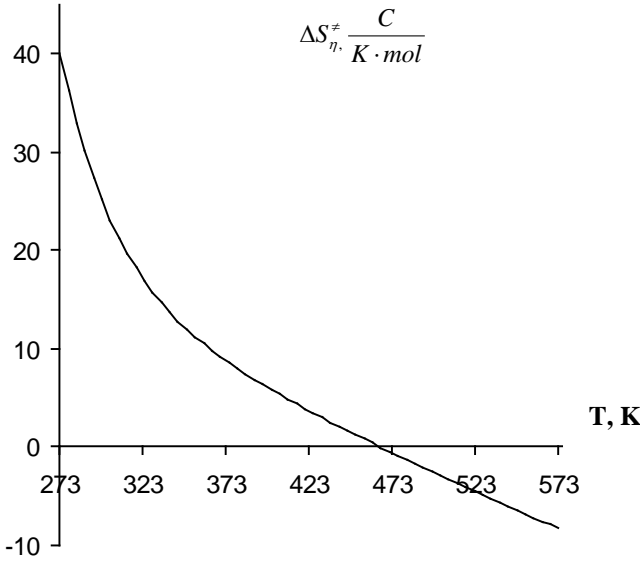
Cədvəldən və şəkil 1-dən görüldüyü kimi, su-buxar fazalarının tarazlıq xətti boyunca suyun özlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisi ($\Delta G_{\eta}^{\#}$) temperatur artdıqca əvvəlcə azalır, minimumdan keçir və sonra isə artır. Cədvəldən və şəkil 2 və 3-dən görüldüyü kimi, su-buxar fazalarının tarazlıq xətti boyunca suyun özlü axınının aktivləşmə entalpiyası və entropiyası temperaturun artması ilə azalırlar.



Şək. 1. Su-buxar fazalarının tarazlıq xətti boyunca Gibbs enerjisinin suyun özlü axının aktivləşmə temperaturdan asılılığı.



Şək. 2. Su-buxar fazalarının tarazlıq xətti boyunca suyun özlü axınının aktivləşmə entalpiyasının temperaturdan asılılığı.



Şək. 3. Su-buxar fazalarının tarazlıq xətti boyunca suyun özlü axınının aktivləşmə entropiyasının temperaturdan asılılığı.

Temperatur artdıqca su molekullarının istilik hərəkəti artır, molekullar arasındakı rabitə zəifləyir, suyun axını asanlaşır. Bütün bunlar yekunda temperaturun artması ilə ΔG_η^\ddagger -nin qiymətinin azalmasına səbəb olur. Temperaturun artması ilə suyun sükunət halının entalpiyası (H_s) və entropiyası (S_s) artır. $\Delta H_\eta^\ddagger > 0$, $\Delta S_\eta^\ddagger > 0$ olması və temperatur artdıqca onların azalması onu göstərir ki, bütün temperaturlarda $H_a > H_s$ və $S_a > S_s$ şərtləri ödənilir, lakin temperaturun artması ilə onların fərqi azalır.

ƏDƏBİYYAT

1. Chaplin M. Water Structure and Behavior. <http://www.lsbu.ac.uk/water/chaplin.html>. South Bank University, London 2008, 576 p.
2. Məsimov E.Ə., Paşayev B.G., Həsənov H.Ş. Suyun özlü axınının aktivləşmə parametrlərinin temperaturdan və təzyiqdən asılılığı. Bakı Universitetinin Xəbərləri, fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, 2010, № 3, s.109-116.
3. Волков А.И., Жарский И.М. Большой химический справочник. Мн.: Современная школа, 2005, 608 с.
4. Məsimov E.Ə., Həsənov H.Ş., Paşayev B.G., Həsənov N.H. Özlü axınının aktivləşmə parametrlərinin təyini üsulları. Bakı Universitetinin Xəbərləri, fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, 2005, № 2, s.138-150.

АКТИВАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВЯЗКОГО ТЕЧЕНИЯ ВОДЫ ВДОЛЬ ЛИНИИ РАВНОВЕСИЯ ВОДА-ПАР

Э.А.МАСИМОВ, Г.Ш.ГАСАНОВ, Б.Г.ПАШАЕВ, Р.Ш.АХМЕДОВА

РЕЗЮМЕ

Активационные параметры ($\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$, $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$, $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$) вязкого течения были вычислены вдоль линии фазового равновесия вода-пар на основе температурных зависимостей динамической вязкости и плотности воды. Было установлено, что параметры $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$ и $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$ с увеличением температуры уменьшаются, а параметр $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$ с увеличением температуры сначала уменьшается, достигает минимума при температуре 468,15 К, затем снова увеличивается.

Ключевые слова: вода, линии фазового равновесия вода-пар, активационные параметры вязкого течения.

THE VISCOUS FLOW ACTIVATION PARAMETERS OF WATER ALONG THE WATER-VAPOUR EQUILIBRIUM LINE

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

SUMMARY

The activation parameters ($\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$, $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$, $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$) of viscous flow of water are calculated on the base of temperature dependence of viscosity and density along the water-vapour phase equilibrium line. It was established that $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$ and $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$ decrease with an increase in temperature while the parameter $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$ initially falls, reaches a minimum at 468,15 K temperature, then increases again.

Key words: water, water-vapour phase equilibrium line, the activation parameters of viscous flow.

Redaksiyaya daxil oldu: 10.02.2012-ci il.

Çapa imzalandı: 08.05.2012-ci il.