

**KOH-ın SULU MƏHLULUNUN REOLOJİ XASSƏLƏRİ**

**E.Ə.MƏSİMOV, H.Ş.HƏSƏNOV, H.F.ABBASOV, B.G.PAŞAYEV**  
*Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Problemləri İnstitutu*

*KOH-ın sulu məhlulunun kiçik konsentrasiyalar oblastında özlü axın və dielektrik xassələri tədqiq edilmişdir. Alınan nəticələr göstərir ki, baxılan temperatur və konsentrasiya intervalında KOH suyun strukturunu dağıdır.*

Məlumdur ki, bioloji obyektlərin funksional fəaliyyəti suyun strukturu ilə müəyyən olunur və sulu məhlulun fiziki xassələri onun tərkibindəki komponentlərin təbiətindən ciddi şəkildə asılıdır. Buna görə də sulu məhlulların reoloji xassələrinin tədqiqi müasir fiziki-kimyada, biofizikada böyük əhəmiyyət kəsb edir.

İşdə, kiçik konsentrasiyalar oblastında KOH-ın sulu məhlulunun özlü axın və dielektrik xassələri öyrənilmişdir. Bu məqsədlə KOH-ın sulu məhlulunun 0.1; 0.2; 0.3; 0.4 və  $0.5 \frac{mol}{l}$  konsentrasiyalarda,

293.15-323.15 K temperatur intervalında sıxlığı və dinamik özlülüü, həmçinin, otaq temperaturunda dielektrik nüfuzluğu təyin edilmişdir. Məhlulun özlülüü viskozimetrlə, sıxlığı isə piknometrlə ölçülmüşdür.

KOH-ın sulu məhlulunun dielektrik xassələri körpü üsulu ilə kompensasiya metodu ilə ölçülmüşdür. Qurğu, üzərinə qızıl çəkilmiş, arasına tədqiq olunan məhlul doldurulmuş köynəkləri olan müstəvi kondensatordan ibarət olub, nümunənin elektrik tutumunu və keçiriciliyini 20-200000 Hs tezlik intervalında ölçməyə imkan verir. Dəyişən elektrik sahəsinin təsiri ilə nümunədə müxtəlif növ polyarlaşma baş verir: elektron ( $10^{13}$ - $10^{15}$  Hs), ion ( $10^9$ - $10^{13}$  Hs) və oriyentasiya ( $\nu < 10^9$  Hs) [1]. Göründüyü kimi, müxtəlif tezlik diapazonlarında bu və ya digər polyarlaşma mexanizmləri özünü biruzə verir. Kiçik tezliklərdə ( $\nu < 10^9$  Hs), tezliyin müəyyən qiymətindən başlayaraq onun artması ilə oriyentasiya polyarlaşmasının müxtəlif növləri aradan çıxır. Bu tezliklərdə dielektrik itkiləri artır, nümunə qızır, dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsinin ( $\epsilon''$ ) və dielektrik itkiləri bucağının tangensinin tezlikdən asılılığında maksimumlar müşahidə olunur. Maksimumlar müşahidə olunan tezliklərə görə uyğun polyarlaşmaya aid relaksasiya müddəti təyin olunur:

$$\tau_0 = (2\pi\nu_0)^{-1} \quad (1)$$

Əgər baxılan polyarlaşmaya səbəb olan assosiatların (klaster və ya klatratların) formasının sferik olduğunu qəbul etsək, onların radiusunu təxmini olaraq

$$r = \sqrt[3]{\frac{\kappa k T}{4 \pi \eta}} \quad (2)$$

düsturu ilə qiymətləndirmək olar. Burada  $\kappa$ -Bolsman sabiti,  $T$ -mütləq temperatur,  $\eta$ -baxılan temperaturda məhlulun dinamik özlülüyüdür.

Məhlullarda  $\Delta G_{\eta}^{\#}$  özlü axının aktivləşmə Gibbs enerjisi, adətən, Eyriinq nəzəriyyəsinə [2] görə,

$$\Delta G_{\eta}^{\#} = RT \ln \frac{\eta \sum_{i=1}^N x_i M_i}{N_A h \rho} \quad (3)$$

ifadəsinin köməkliyi ilə hesablanır. Burada  $\eta$  və  $\rho$  uyğun olaraq  $T$  mütləq temperaturunda məhlulun dinamik özlülüyü və sıxlığı,  $R$ -universal qaz sabiti,  $N_A$ -Avoqadro ədədi,  $h$ -Planck sabiti,  $x_i$  və  $M_i$  isə məhlulun uyğun komponentinin molyar hissəsi və molyar kütləsidir.

$\Delta H_{\eta}^{\#}$  özlü axının aktivləşmə entalpiyasını

$$\Delta H_{\eta}^{\#} = R \frac{d \ln \frac{\eta}{\rho}}{d \left( \frac{1}{T} \right)} \quad (4)$$

ifadəsi ilə hesablamaq olar [3].  $\Delta H_{\eta}^{\#}$ -ı təyin etmək məqsədilə hər bir

konsentrasiya üçün  $\ln \frac{\eta}{\rho}$ -nın temperaturdan asılılıq qrafiki qurulmuş və

hər xəttə uyğun onu kifayət qədər yaxşı təsvir edən tənlik yazılmışdır. İşdə bu tənlik aşağıdakı kimi seçilmişdir:

$$\ln \frac{\eta}{\rho} = a + b \left( \frac{1}{T} \right) + c \left( \frac{1}{T} \right)^2 \quad (5)$$

Burada  $a$ ,  $b$  və  $c$  temperaturdan asılı olmayan kəmiyyətlər riyazi optimallaşma üsulu ilə təyin edilir.

(5)-i (4)-də nəzərə alsaq, alırıq:

$$\Delta H_{\eta}^{\#} = R \left( b + 2c \left( \frac{1}{T} \right) \right) \quad (6)$$

Qeyd edək ki, özlü axın sabit təzyiq və temperaturda baş verdiyindən bu prosesə

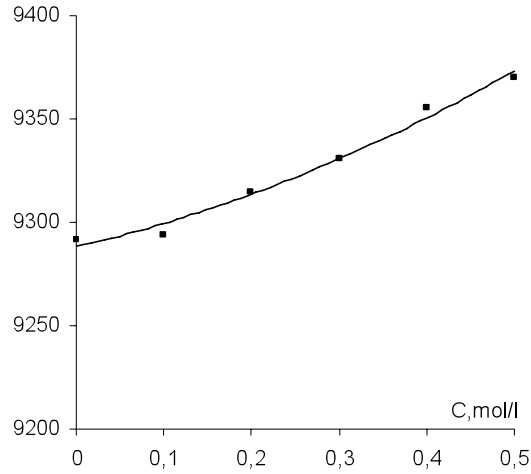
$$\Delta G_{\eta}^{\#} = \Delta H_{\eta}^{\#} - T \Delta S_{\eta}^{\#} \quad (7)$$

düsturunu tətbiq edə bilərik.

Beləliklə, (3) ifadəsinə əsasən  $\Delta G_{\eta}^{\#}$ , (6) ifadəsinə əsasən  $\Delta H_{\eta}^{\#}$  hesablanır.  $\Delta G_{\eta}^{\#}$  və  $\Delta H_{\eta}^{\#}$  məlum olduqdan sonra isə (7) ifadəsinə əsasən  $\Delta S_{\eta}^{\#}$  təyin edilir.

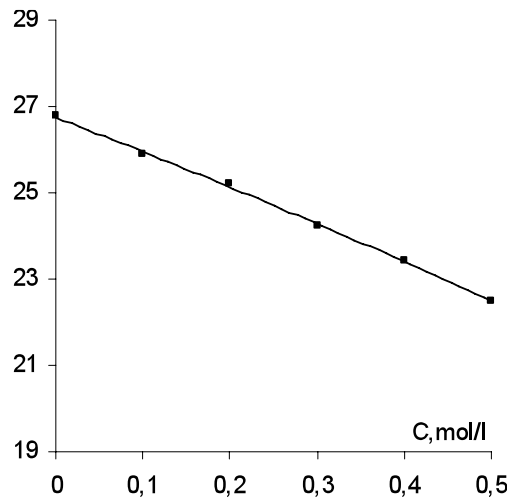
*KOH*-ın sulu məhlulunun  $\Delta G_{\eta}^{\neq}$ ,  $\Delta S_{\eta}^{\neq}$  və  $\Delta H_{\eta}^{\neq}$  parametrlərinin 293.15 K temperaturda konsentrasiyadan asılılıqları şəkil 1, 2 və 3-də göstərilmişdir.

$$\Delta G_{\eta}^{\neq}, \frac{C}{mol}$$

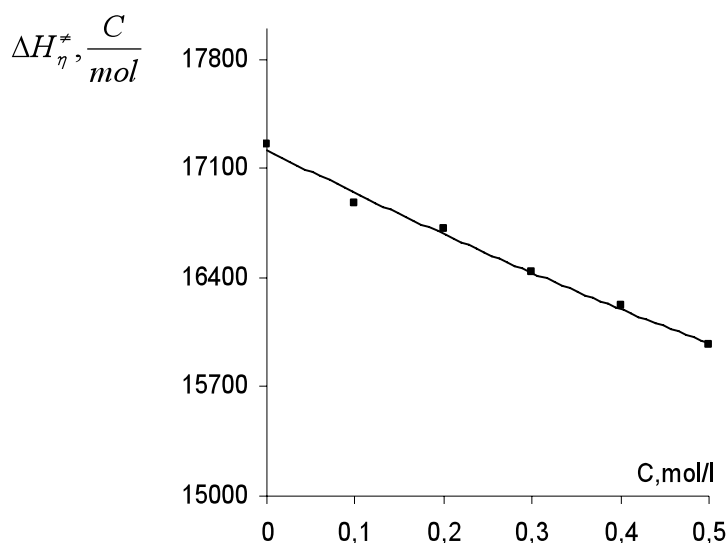


**Şəkil 1.** *KOH*-ın sulu məhlulunun 293.15 K temperaturda üzlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisinin konsentrasiyadan asılılığı.

$$\Delta S_{\eta}^{\neq}, \frac{C}{K \cdot mol}$$



**Şəkil 2.** *KOH*-ın sulu məhlulunun 293.15 K temperaturda üzlü axınının aktivləşmə entropiyasının konsentrasiyadan asılılığı.



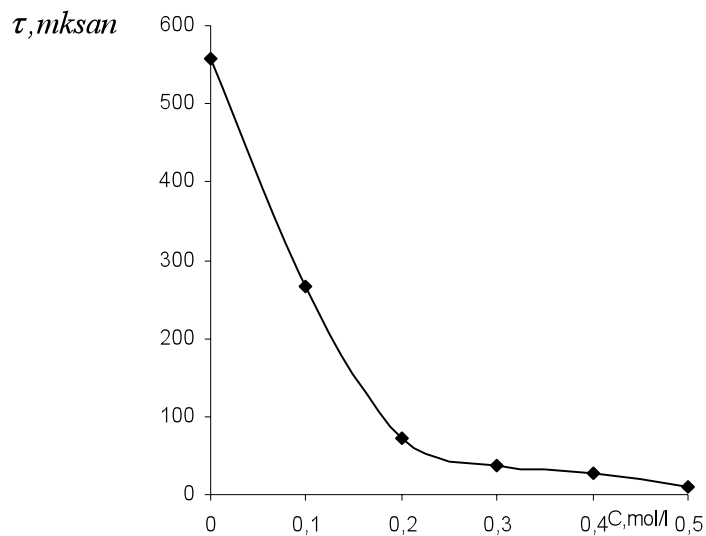
Şəkil 3. *KOH*-ın sulu məhlulunun 293.15 K temperaturda özlü axınının aktivləşmə entalpiyasının konsentrasiyadan asılılığı.

Şəkil 1-dən görüldüyü kimi,  $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$  özlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisi baxılan temperaturlarda konsentrasiyanın artması ilə artır. Özlü axınının Frenkel [4] və Eyrinq [2] nəzəriyyələrinə görə,  $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$  molekulun potensial çəpəri keçməsinə sərf olunan enerjisidir. Ehtimal etmək olar ki, məhlulda *KOH*-ın konsentrasiyasının artması özlü axında iştirak edən hidratların sayının artmasına səbəb olur, bu isə öz növbəsində  $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$ -nin konsentrasiyadan asılı olaraq artmasına gətirib çıxarır.

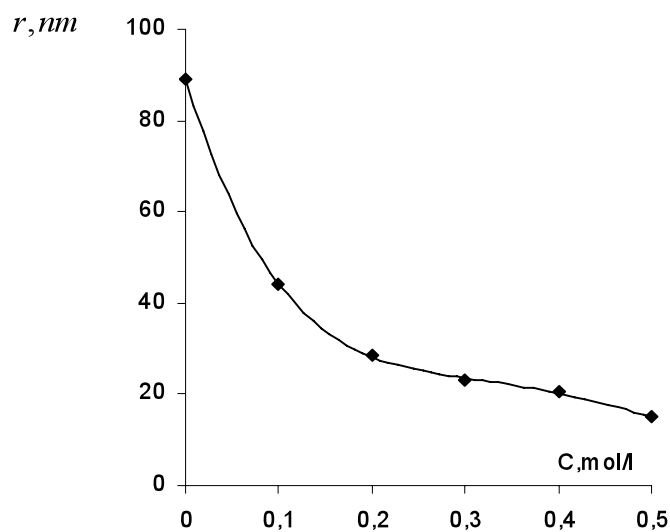
Qeyd etmək ki,  $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$  özlü axınının aktivləşmə entalpiyası məhlulda yaranan dəyişmələri enerji baxımından,  $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$  özlü axınının aktivləşmə entropiyası isə struktur baxımından xarakterizə edir. Müəyyən olunmuşdur ki,  $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$  və  $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$  parametrləri tədqiq olunan temperatur və konsentrasiya intervalında uyğun olaraq həm temperaturdan, həm də konsentrasiyadan asılı olaraq azalırlar. Birqiymətli məlumdur ki, temperaturun artması məhlulda mövcud olan bütün qarşılıqlı təsirləri zəiflədir, bu da həm suyun həm də məhlulun ümumi enerjisinin azalmasına və strukturunun dağılmasına səbəb olur.

Aparılmış tədqiqatlar zamanı müəyyən olundu ki, *KOH*-ın sulu məhlulunda özlü axın prosesində müşahidə olunan qanunauyğunluqlar, məhlulun dielektrik xassələrinin tədqiqində də özünü biruzə verir. Belə ki, şəkil 4 və 5-də *KOH*-ın sulu məhlulundakı klasterlərdə ionların diffuziyası ilə bağlı relaksasiya müddətinin ( $\tau$ ) və klasterin radiusunun

(r) *KOH*-ın məhluldakı konsentrasiyasından asılılıq qrafikləri göstərilmişdir:



Şəkil 4. *KOH*-ın sulu məhlulunun 293.15 K temperaturda məhluldakı klasterlərin relaksasiya müddətinin konsentrasiyadan asılılığı.



Şəkil 5. *KOH*-ın sulu məhlulunun 293.15 K temperaturda məhluldakı klasterlərin radiusunun konsentrasiyadan asılılığı.

Göründüyü kimi, konsentrasiya artdıqca hər iki parametrenin qiyməti azalır. Bu isə *KOH*-ın təsiri ilə su klasterlərinin kiçilməsini, yəni suyun strukturunun dağılmasını göstərir.

Suda *KOH*-ın miqdarı artdıqca *KOH* molekulları suyun təsiri ilə  $K^+$  və  $OH^-$  ionlarına dissosiasiya edir. Bu ionların konsentrasiyası artdıqca su klasterlərində bağlı su molekulları klasterlərdən qopur. Bu ona görə baş verir ki,  $70^{\circ}C$ -yə qədər hidrofob olan  $K^+$  ionlarının [5] konsentrasiyası artdıqca onlar su klasterlərinə nüfuz edərək dağıcı təsir göstərirlər. Müəyyən konsentrasiyadan ( $C \geq 1\%$ ) başlayaraq klasterlərin dağılması zəifləyir.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Сканиви Г.И. Физика диэлектриков. II часть, 1949, гос. изд. тех. теор. лит. Москва-Ленинград.
2. Глестон С., Лейдлер К., Эйринг Г. Теория абсолютных скоростей. М.: Изд-во иностр. лит., 1948. 600 с.
3. Məsimov E.Ə., Həsənov H.Ş., Paşayev B.G., Həsənov N.H. Özlü axının aktivləşmə parametrlərinin təyini üsulları. Bakı Universitetinin Xəbərləri, fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, 2005, № 2, s.138-150.
4. Френкель Я. И. Кинетическая теория жидкостей. Издательство «Наука» Ленинградское отделение. Ленинград 1975, с.221-235.
5. Болдырев А. А. На/К – АТФ-аза свойства и биологическая роль. Соросовский Образовательный Журнал, № 4, 1998, с. 2-9.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ *KOH*

Э.А.МАСИМОВ, Г.Ш.ГАСАНОВ, Х.Ф.АББАСОВ, Б.Г.ПАШАЕВ

#### РЕЗЮМЕ

Были исследованы вязкое течение и диэлектрические свойства водного раствора *KOH* при низких концентрациях. Полученные результаты показывают, что в рассмотренном температурном и концентрационном интервале *KOH* разрушает структуру воды.

#### THE INVESTIGATION OF THE STRUCTURE CHANGES IN *KOH* WATER SOLITON

E.A.MASIMOV, H.Sh.HASANOV, H.F.ABBASOV, B.G.PASHAEV

#### SUMMARY

Viscous flow and dielectric properties of *KOH* water soliton were investigated at the small concentrations. The obtained results show, that *KOH* disorder the water structure in the considered interval of temperature and concentration.