

KOH və NaOH-ın DURU SULU MƏHLULLARININ DİELEKTRİK XASSƏLƏRİ

E.Ə. MƏSİMOV, H.Ş. HƏSƏNOV, H.F. ABBASOV, B.G. PAŞAYEV

*Bakı Dövlət Universiteti,
Az 1148, Azərbaycan, Bakı, Z. Xəlilov küç, 23*

KOH və NaOH-ın sulu məhlulunun kiçik konsentrasiyalar oblastında dielektrik xassələri tədqiq edilmişdir. Alınan nəticələr göstərir ki, baxılan temperatur və konsentrasiya intervalında həm KOH, həm də NaOH suyun strukturuna dağıdıcı təsir göstərir. Koul-Koul diaqramlarından relaksasiya müddətləri və Skanavi modeli əsasında su klasterlərinin ölçüləri təyin edilmişdir.

Məlumdur ki, bioloji obyektlərin funksional fəaliyyəti onların ayrılmaz tərkib hissəsi olan suyun termodinamik halından və ya strukturundan çox ciddi şəkildə asılıdır. Məhlulun strukturu haqqında ən informativ metodlardan biri dielektrik ölçmə (dielektrik spektroskopiya) metodudur.

Bioloji obyektlərin, məsələn, bioloji membranların, toxumaların və s. dielektrik xassələrini tədqiq etməklə Svan [1] bu növ maddələrdə, əsasən, 3 növ dispersiya - α , β , γ dispersiyaları müşahidə etmişdir.

α - dispersiya ionların diffuziyası ilə bağlı olub, ion-diffuziya və ya ion-miqrasıya polarizasiyası ilə əlaqədardır [2]. Şvarts α -dispersiyasını bioloji obyektin tərkibindəki məhluldakı suspenziya hissəciklərinə ikiqat elektrik layı nəzəriyyəsini tətbiq etməklə izah etmişdir [3]. Məhlulu elektrik sahəsinə gətirdikdə suspenziya hissəciklərindəki ionların yerdəyişməsi polarizasiya yaradır və sahə götürüldükdən sonra ionların ilkin suspenziyadaxili paylanması diffuziya yolu ilə τ relaksasiya müddətində bərpa olunur. α -dispersiya çox kiçik tezliklərdə (10^3 Hs) müşahidə olunur.

β - dispersiya fiziki xassələri (keçiriciliyi və dielektrik nüfuzluluğu) fərqlənən iki mühitin sərhəddində müşahidə edilən Maksvell-Vaqner polarizasiyası ilə bağlıdır [2]. β - dispersiya 10^3 - 10^6 Hs tezliklərdə müşahidə edilir. Hər iki α ilə β - dispersiya dielektrik nüfuzluluğunun yüksək qiyməti ilə (10^5 - 10^8) digər növ dispersiyalardan kəskin fərqlənir.

γ - dispersiya bioloji obyektlərin tərkibindəki «bağlı» su molekulları ilə əlaqədardır və 10^7 - 10^9 Hs tezliklərdə müşahidə edilir. 10^6 - 10^7 Hs tezlik intervalında bioloji obyektlərdə sabit dipol momentinə malik böyük zülal molekullarının varlığı ilə əlaqədar daha bir dispersiya - δ dispersiya müşahidə olunur [4].

Kiçik dipolların orientasiyası ilə bağlı polarizasiya daha yüksək tezliklərdə (10^9 Hs) baş verir, elektronların relaksasiyası isə daha yüksək tezliklərdə - 10^{12} Hs-də özünü büruzə verir. Hər iki relaksasiya yüksək sürətlidir: kiçik dipolların relaksasiya müddəti nanosaniyə, elektronların relaksasiya müddəti pikosaniyə tərtibindədir.

İşdə K^+ və Na^+ ionlarının bioloji obyektlərin, konkret olaraq biomembranların fəaliyyətində çox böyük rol oynadığını nəzərə alaraq [5] KOH və NaOH-ın duru sulu məhlulunun səs tezliklərində dielektrik xassələri tədqiq edilmişdir.

Ölçmələr, əsasən otaq temperaturunda (20 - 30° S) körpü üsulu ilə xüsusi düzəldilmiş yuvacığa aparılmışdır. Yuvacığa üzərinə qızıl çəkilmiş, arasına

tədqiq olunan məhlul doldurulmuş köynəkləri olan müstəvi kondensatordan ibarət olub, nümunənin elektrik tutumunu (C) və keçirijiliyini (σ) 20 - 200000 Hs tezlik intervalında ölçməyə imkan verir.

Nümunəyə bir-birilə parallel birləşdirilmiş ideal kondensator və ideal rezistor sistemi kimi baxsaq ona dəyişən elektrik sahəsi verdikdə ($E = E_0 e^{i\omega t}$) sistemdən axan cərəyana sırf «keçiricilik» və «induksiya» cərəyanlarının cəmi kimi baxmaq olar:

$$j = j_s + j_i = \lambda E + \frac{dD}{dt} = \lambda E + \frac{d(\epsilon_0 E + P)}{dt} =$$

$$= \left(\lambda + i\omega \epsilon_0 \epsilon_\infty + \frac{\epsilon_s - \epsilon_\infty}{1 + i\omega\tau} i\omega \epsilon_0 \right) E = \quad (1)$$

$$= \frac{1}{S} \cdot \frac{dq}{dt} = \frac{CdU}{Sdt} = \epsilon_0 \epsilon \frac{dE}{dt} = \epsilon_0 \epsilon i\omega E$$

Müqayisə göstərir ki, dielektrik nüfuzluluğu kompleks kəmiyyətdir:

$$\epsilon = \frac{\lambda}{i\epsilon_0 \omega} + \epsilon_\infty + \frac{\epsilon_s - \epsilon_\infty}{1 + i\omega\tau} = \epsilon' - i\epsilon'' \quad (2)$$

$$\epsilon' = \epsilon_\infty + \frac{\epsilon_s - \epsilon_\infty}{1 + \omega^2 \tau^2} \quad (3)$$

$$\epsilon'' = \frac{\lambda}{\epsilon_0 \omega} + \frac{(\epsilon_s - \epsilon_\infty) \omega \tau}{1 + \omega^2 \tau^2} \quad (4)$$

$\epsilon''(\epsilon')$ asılılığının qrafiki Koul-Koul diaqramını verir. Relaksasiya mexanizmlərinin sayı birdən çox olduqda Koul-Koul tənliyi (2) aşağıdakı kimi modifikasiya olunur:

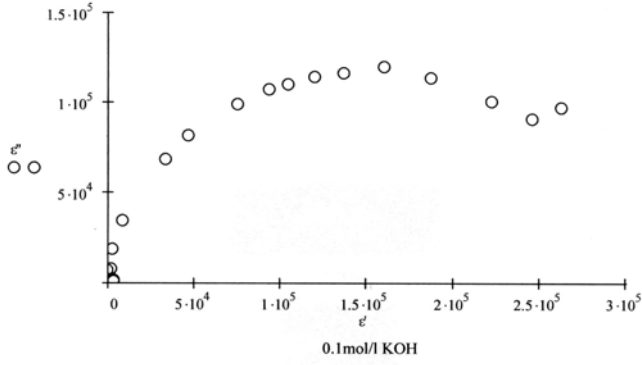
$$\epsilon = \epsilon_\infty + \frac{\epsilon_s - \epsilon_\infty}{1 + (i\omega\tau)^{1-\alpha}} \quad (5)$$

burada α - çox mexanizimli relaksasiya müddətlərinin paylanma əmsalı adlanır.

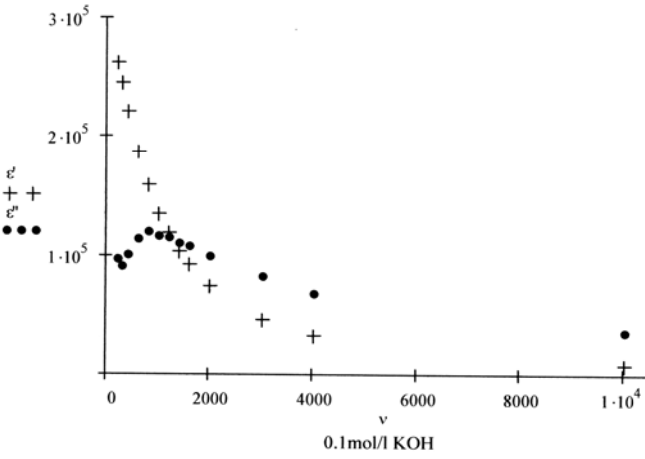
Bir relaksasiyalı halda (3) və (4) tənliklərindən $\omega\tau$ -nu aradan çıxartmaqla alınan $\epsilon''(\epsilon')$ asılılığının qrafiki

mərkəzi ϵ' oxu üzərində olan $\frac{\epsilon_s - \epsilon_\infty}{2}$ radiuslu yarım-

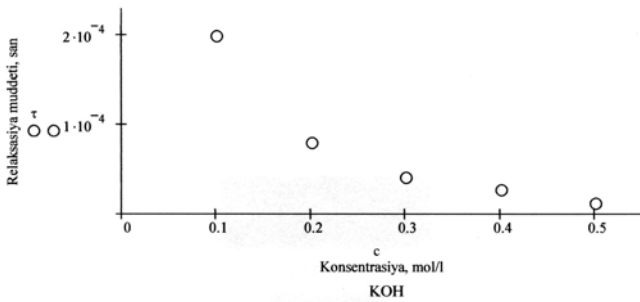
çevrə olur. Çoxrelaksasiyalı halda isə yarımqəvrənin mərkəzi ε' oxuna nəzərən sürüşür.



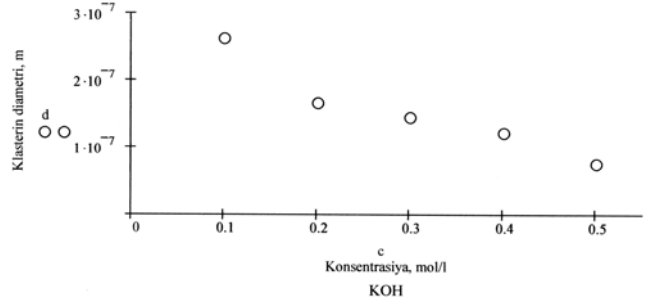
Şəkil 1a. 0.1 mol/l KOH –in sulu məhlulu üçün Koul-Koul diaqramı.



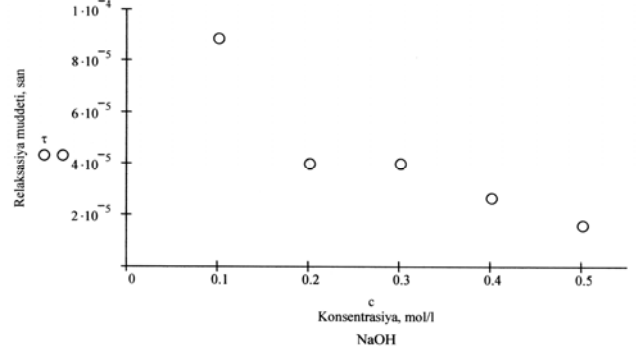
Şəkil 1b. 0.1 mol/l KOH –in sulu məhlulunun dielektrik nüfuzluluğunun həqiqi və xəyali hissələrinin tezlik asılılığı



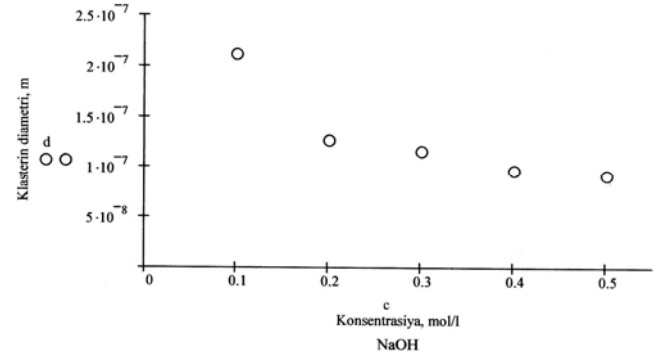
Şəkil 2a. KOH –in duru sulu məhlulu üçün relaksasiya müddətinin KOH–ın konsentrasiyasından asılılığı.



Şəkil 2b. KOH –in duru sulu məhlulunda su klasterlərinin diametrinin KOH–ın konsentrasiyasından asılılığı.



Şəkil 3a. NaOH –in duru sulu məhlulu üçün relaksasiya müddətinin KOH–ın konsentrasiyasından asılılığı



Şəkil 3b. NaOH –in duru sulu məhlulunda su klasterlərinin diametrinin KOH–ın konsentrasiyasından asılılığı

K^+ və Na^+ ionları ilə aparılan təcrübələr göstərir ki, Koul-Koul diaqramlarından müəyyən olunan relaksasiya müddətləri hər iki ion halında ionların konsentrasiyası artdıqca azalır (şəkil 2a,3a). Nümunə kimi şəkil 1-də 0.1mol/l KOH sulu məhlulu üçün Koul-Koul diaqramı (a) və $\varepsilon'(\nu)$, $\varepsilon''(\nu)$ asılılıqlarının qrafikləri (b) göstərilmişdir.

İonların diffuziyası ilə bağlı polyarizasiyanın Skanavi tərəfindən verilən modelindən istifadə etməklə, Koul-Koul diaqramından uyğun relaksatorun ölçülərini qiymətləndirmək olar [6]:

$$P = \varepsilon_o (\varepsilon_s - \varepsilon_\infty) E_o \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) = \frac{n_o q^2 d^2}{12 k T} E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \quad (7)$$

Burada ε_s - statik dielektrik nüfuzluğu, ε_∞ - optik dielektrik nüfuzluğu, ε_o - elektrik sabiti, n_o - ionların konsentrasiyası, q - ionların yükü, d – potensial çəpərin eni,

k - Bolsman sabiti, T - mütləq temperatur, E – elektrik sahəsinin intensivliyi, τ - relaksasiya müddətidir.

(7) düsturunda d -ni relaksatorun ölçüsü qəbul etsək alarıq:

$$d = \frac{2}{q} \sqrt{\frac{3kT\epsilon_o(\epsilon_s - \epsilon_\infty)}{n_o}} = \frac{2}{q} \sqrt{\frac{6kT\epsilon_o\epsilon_{\max}''}{n_o}} \quad (8)$$

$$\epsilon_{\max}'' = \frac{\epsilon_s - \epsilon_\infty}{2} \text{-yə bərabərdir.}$$

(8) düsturunu KOH və NaOH-ın duru sulu məhluluna tətbiq etməklə uyğun Koul-Koul diaqramlarının köməylə məhluldakı su klasterlərinin diametrləri qiymətləndirilmişdir. Su klasterlərinin diametrlinin məhluldakı ionların konsentrasiyasından asılılıq qrafikləri şəkil 2b və 3b-də göstərilmişdir. Göründüyü kimi K^+ və Na^+ ionlarının konsentrasiyası artdıqca su klasterləri kiçilir. Bu faktı K^+ və Na^+ ionlarının məhluldakı konsentrasiyası artdıqca yeni-yeni su molekullarının klasterlərdən qoparaq ionların hidrata-

siyasına cəlb olunması ilə izah etmək olar. Yaxşı məlumdur ki, bioloji membranın daxilində K^+ ionları (0.140mol/l), xaricində isə Na^+ ionları (0.142mol/l) üstünlük təşkil edir [5]. Şəkil 2b ilə 3b-nin müqayisəsi göstərir ki, göstərilən konsentrasiyalı məhlullarda su klasterlərinin ölçüləri NaOH məhlulunda KOH məhluluna nisbətən ~1.5 dəfə kiçikdir. Deməli, hüceyrənin daxilindəki su klasterlərinin ölçüləri xaricindəkindən böyükdür, yəni suyun termodinamik halı membranın daxilində və xaricində fərqlidir. Bu fərq hüceyrənin fəaliyyətinə ciddi təsir edir: göstərilən konsentrasiyada suyun hüceyrənin daxilinə keçməsi hüceyrədən xaricə çıxmasına nisbətən asandır. Deməli, suyun membrandan keçmə istiqaməti K^+ və Na^+ ionlarının balansı ilə müəyyən olunur. Onu da qeyd edək ki, bu balansdan, həm də membran potensialı ciddi şəkildə asılıdır. Digər maddələrin də suyun strukturuna ayrılıqda və birgə təsirini öyrənmək istiqamətində işlər davam etdirilir.

- [1] *H.P. Schwan*. "Electrical Properties of Tissue and Cell Suspensions". *Advances in Biological and Medical Physics; J.H. Lawrence, C.A. Tobias*, Acad Press: New York, 1957, vol.V, 147-209.
- [2] *P.T. Oreşkin*. «Fizika poluprovodnikov i dielektrikov», 1977, Moskva «Vıssşaya şkola». (Rusca).
- [3] *G. Schwart*. "A theory of the low frequency dispersion of colloid particles in electrolyte solution", *J.Phys. Chem.*, 1962,66, 2636-2642.
- [4] *R.D. Stoy, K.R. Foster, H.P. Schwan*. Dielectric

- properties of mammalian tissues from 0,1 to 100 MHz ; a summay of resent data. "Phys Med.Biol.", 1982, 27, 501-513.
- [5] *G. Martinsen, S. Grimnes, H.P. Schwan*. "Interface phenomena and dielejtrij properties of biological tissue", *Encyclopedia of Surface and Colloid Science*; 2002, by Marcel Dekker.
- [6] Q.İ. Skanavi. *Fizika dielektrikov*. I çast, 1949, qos. izd. tex. teor. lit. Moskva-Leningrad.(Rusca).

Э.А. Масимов, Г.Ш. Гасанов, Х.Ф. Аббасов, Б.Г. Пашаев

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАЗБАВЛЕННОГО ВОДНОГО РАСТВОРА NaOH и KOH

Были исследованы диэлектрические свойства водного раствора NaOH и KOH при их низких концентрациях. Полученные результаты показывают, что NaOH и KOH при рассмотренных интервалах температур и концентраций разрушают структуру воды. Из диаграмм Коул-Коуля были определены времена релаксации и были оценены размеры водных кластеров на основе модели Сканави.

E.A. Masimov, H.Sh. Hasanov, H.F. Abbasov, B.G. Pashayev

DIELECTRIC PROPERTIES OF WATER SOLUTION OF NaOH and KOH

The dielectric properties of water solution of NaOH and KOH were investigated at lower concentration. The obtained results show that NaOH and KOH destroy the water structure in the considered temperature and concentrations. The relaxation times were found by Cole-Cole diagrams and the dimensions of the water clusters were estimated on the base of Skanavi model.

Received: 08.07.06

+

++

+