

UOT 541.182

**POLIETİLENQLÜKOL(300)-NaCl-H<sub>2</sub>O-SİSTEMİNDƏ  
SƏTHİ GƏRİLMƏNİN TƏDQIQI****E.Ə.MƏSİMOV, K.M.BUDAQOV, Q.M.BAYRAMOV,  
M.Ş.MƏMMƏDOV, Ş.Ş.ƏLƏKBƏROV*****Bakı Dövlət Universiteti  
masimovspectr@rambler.ru***

*Polietilenqlükol (PEQ)–su, NaCl–su və Polietilenqlükol–su–NaCl kimi iki və üçkomponentli məhlulların səthi gərilmə əmsalının həllolan maddələrin konsentrasiyasından asılılığı tədqiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, PEQ-su məhlulu halında PEQ molekuluları adsorbsiya edərək suyun üzərində polyar qrupları suya daxil olan, qeyri-polyar qrupları isə su üzərində olan vəziyyətdə düzülərək səthi aktiv maddə yaradır. NaCl-su məhlulu haında isə NaCl özünü inaktiv maddə kimi aparır. PEQ-su məhluluna NaCl əlavə edildikdə səth təbəqəsində səth enerjisi və səthi gərilmə əmsalı bir qədər də azalır .*

*PEQ-su sistemi, PEQ-NaCl-su sistemi üçün xarakterik nöqtələrdə adsorbsiyanın qiymətləri hesablanmışdır:  $\Gamma_A = 1,46 \cdot 10^{-5} \text{ mol/m}^2$ ;  $\Gamma_B = 5,46 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2$ ;  $\Gamma_C = 8,99 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2$ ;  $\Gamma_D = 4,81 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2$ .*

**Açar sözlər:** Polietilenqlükol, səthi gərilmə, adsorbsiya, səth enerjisi

Maye sistemlərin quruluşu və xassələri onları təşkil edən hissəciklər (atomların, molekulaların, ionların və s.) arasındakı qarşılıqlı təsirlərdən asılıdır. Bu qarşılıqlı təsirlər isə sıx əlaqədar olduğu səth hadisələrində özünü büruzə verir. Ona görə səthi gərilmə əmsalının tədqiqi məhlullarda mövcud olan qarşılıqlı təsirlər haqqında mülahizə yeritməyə imkan verir. Çünki həcmdə gedən qarşılıqlı təsirlər məhlulun səth enerjisini, səth aktivliyini və səthi gərilməsini müəyyən edir [1, 2].

Məhlullarda səth enerjisi, səthi gərilmə, səth aktivliyi və s. kimi səth hadisələrindən biri də həll olan maddənin molekulalarının səthdə *исключоетmə* prosesidir ki, bu da digər səth effektlərinə ciddi təsir göstərir.

Həllolan maddənin konsentrasiyası səth təbəqəsində həcmə nisbətən çox olarsa adsorbsiya müsbət, əgər əksinə olarsa, mənfi qəbul olunur. Müsbət adsorbsiya əmələ gətirən (səthi gərilməni azaldan) maddələr səthi aktiv, əksinə səthi gərilməni artırانlar isə səthi inaktiv maddələr adlanırlar. Molekulaları eyni

zamanda hidrofily və hidrofob qruplara malik olan, difil quruluşlu bütün üzvi birləşmələr adətən səthi aktiv maddə xassəsinə malik olurlar.

Səthi aktiv maddələrin sulu məhlullarında səthi gərilmənin özbaşına azalması onların səth təbəqəsinə yığılması, yəni adsorbsiyası hesabına baş verir. Qeyd edək ki, həll olunan maddənin səth təbəqəsi və həcmi arasında tam bölünmə baş vermir. Adsorbsiyanın qiyməti ilə səthi gərilmənin konsentrasiyadan asılı olaraq dəyişməsi arasındakı əlaqəni kəmiyyətə Gibbsin adsorbsiya tənliyi ilə ifadə edirlər:

$$\Gamma = -C / RT d\sigma / dC \text{ mol/sm}^2 (1)$$

Burada, C-səthi aktiv maddənin məhluldakı konsentrasiyası, R-universal qaz sabiti, T-mütləq temperatur,  $d\sigma/ds$  – konsentrasiyadan asılı olaraq dəyişmə sürəti olub, səthi aktivlik adlanır.

Polietilenqlükol (PEQ) polimer material olmaqla, tibb və kosmetika sahəsində, bitkilərin inkişaf mərhələsində və qida sənayesində əlavələr kimi istifadə olunduğundan, onun su və NaCl-la qarşılıqlı təsirini öyrənmək məqsəduyğun və aktualdır. Bu həm də ona görə vacibdir ki, orqanizmin 70%-ə qədərini su təşkil edir və 0,5%-li NaCl-su məhlulu orqanizmdəki qanın və toxuma mayesinin tərkibində mövcuddur.

PEQ hüceyrə membranlarındakı antigenlərə ciddi zərər vermədiyindən, ondan A, B və AB qan qruplarından “0”-cı qan qrupunu təcrübə yolu ilə almaq üçün istifadə olunur. Bu yolla alınmış eritrositlər yaxşı immunogenliyə malik olurlar.

Tədqiq etdiyimiz iki və üçkomponentli sistemlərdə səthi gərilmənin konsentrasiyadan asılılığını və bu asılılıqlardan istifadə edərək adsorbsiya təbəqələrində toplanan maddə miqdarını hesablamışıq.

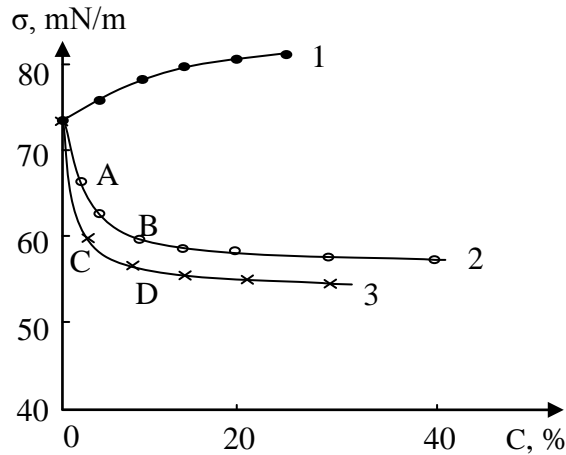
Səthi gərilmə əmsalı yarımstatik metod olan qabarcığın kapilyar təzyiqinin maksimal qiymətini təyin etmək metodu ilə aparılmışdır [3,4].

Şəkil 1-dəki 1-əyrisi NaCl-H<sub>2</sub>O məhlulu üçün səthi gərilmə əmsalının konsentrasiyadan asılılığını göstərir. Şəkil 1-dən görüldüyü kimi  $\sigma$  konsentrasiyadan asılı olaraq artmışdır, yəni NaCl özünü inaktiv maddə kimi aparmışdır. Ona görə ki suda dissosiasiya edən NaCl Na<sup>+</sup> və Cl<sup>-</sup> ionlarına ayrılır və məhlulun səthinə toplanmış ionlarla su molekulları arasındakı qarşılıqlı təsir HO–HO mole-kulları arasındakı qarşılıqlı təsirdən az olur və səthi gərilmə əmsalı artmış olur.

Şəkil 1-dəki 2-əyrisində PEQ-H<sub>2</sub>O məhlulu üçün  $\sigma$ -nın konsentrasiyadan asılılığı verilmişdir. Görüldüyü kimi, bu məhlul özünü səthi aktiv maddə (SAM) kimi aparır. Əvvəlcə (PEQ-in məhluldakı konsentrasiyasının 10%-nə qədər)  $\sigma$  azalır sonradan isə adsorbsiya təbəqəsinin doyması baş verdiyindən  $\sigma$  sabit qalır..

Səth təbəqəsində adsorbsiya olunmuş molekulların oriyentasiyası haqqında təsəvvürü Leqmyür yaratmışdır [5]. SAM molekulları iki hissədən –

polyar qruplar və zəif molekulyar qüvvələr sahəsinə malik olan qeyri-polyar qruplardan təşkil olunur. Polyar qruplar adsorbsiya olunduqda polyar fazaya (məsələn, suya) uğunluğuna əsasən ona cəzb olunur, eyni zamanda qeyri-polyar qruplar isə qeyri-polyar fazaya tərəf itələnir. Bu hadisə səth təbəqəsinin təsirinin asılı olmaması prinsipi adlanır. Belə halda sərbəst səth enerjisinin azalması səth təbəqəsinin qalınlığını bir molekulun qalınlığı ölçüsünə qədər azalda bilir. Yəni monomolekullu təbəqə yaranır. Kiçik konsentrasiyalarda (doymadan uzaq oblastlarda) havaya tərəf itələnmiş olan karbohidrat zəncirləri suyun üzərində üzürlər, polyar qruplar isə suya daxil olmuş vəziyyətdə olur. Bu şəkildə və ziyət almaq karbohidrat zəncirinin mütəhərriqliyi hesabına baş verir. Konsentrasiyanın sonrakı artması ilə səth təbəqəsində molekulların sayı artır və karbohidrat zəncirləri son halda şaquli vəziyyət alırlar. Doymuş adsorbsiya təbəqəsi yarananda suyun üzəri tamamilə karbohidrat zəncirləri ilə örtülmüş olur ki, onun da hesabına  $\sigma$ -azalaraq təmiz səthi aktiv maddə-hava üçün mövcud olan qiymətinə yaxınlaşır. Həqiqətən də yalnız şaquli oriyentasiya halında zəncirlərin uzunluğunun dəyişməsi səth təbəqəsindəki molekulların tutduğu vahid səthə düşən sayını dəyişməz.



Şək. 1. Müxtəlif sistemlər üçün səthi gərilmənin konsentrasiyadan asılılığı:  
1 - NaCl-H<sub>2</sub>O, 2 - PEQ-H<sub>2</sub>O, 3 - PEQ-H<sub>2</sub>O-NaCl

PEQ molekulunda OH-hidroksil qrupları polyar, CH<sub>2</sub> –qrupları isə qeyri-polyardır. Ona görə də yuxarıda söylənən təsəvvürləri PEQ-su məhluluna da aid edə bilərik.

Şəkil 1-dəki 3-əyrisində PEQ-H<sub>2</sub>O-NaCl üçkomponentli sistem üçün səthi gərilmə əmsalının konsentrasiyadan asılılığı verilmişdir. Bu halda NaCl-un miqdarı məhlulun ümumi həcmnin 10%-ni təşkil etmiş və sabit saxlanmışdır. Şəkildən görüldüyü NaCl-un iştirakı səthi gərilmə əmsalının konsentrasiyadan asılılığını  $\sigma$ -nın kiçik qiymətlərinə doğru sürüşdürmüşdür. Bu da onunla izah olunur ki, PEQ-H<sub>2</sub>O sisteminə NaCl əlavə olunduqda sistemdəki

suyun bir hissəsi NaCl-un dissosiasiyasına sərf olunur ki, bunun da nəticəsində adsorbsiya təbəqəsindəki PEQ molekullarının sayı artmış olur. Bu səbəbdən də üçkomponentli məhlulda səth enerjisi və sthi gərilmə əmsalı bir qədər də azalır.

Alınmış nəticələrdən istifadə edərək adsorbsiya olunmuş maddə miqdarını (1) tənliyinə əsasən PEQ-su sistemi üçün A və B nöqtələrində, PEQ-NaCl-su sistemi üçün isə C və D nöqtələrində hesablanmışdır:

$$\Gamma_A = 1,46 \cdot 10^{-5} \text{ mol/m}^2; \Gamma_B = 5,46 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2; \Gamma_C = 8,99 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2; \Gamma_D = 4,81 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2.$$

#### ƏDƏBİYYAT

1. Məsimov E.Ə. Polimerlərin fiziki kimyası. Bakı Universiteti Nəşriyyatı, 2010, 416 s.
2. Хайдаров Г.Г. Вывод теоретической зависимости поверхностного натяжения от температуры из теории «распаковки молекул». Журнал «Диалоги о науке», 2011, №2, с.33-38.
3. Остроумов С.А., Лазарева Е.Б. Поверхностное натяжение водных растворов додецилсульфата натрия в присутствии водных растений. Вода: технология и экология. 2008, №3, с.57-60.
4. Məsimov E.Ə., Budaqov K.M., Bayramov Q.M., Ələkbərov Ş.Ş. Aqar –su məhlullarında səthi gərilməyə temperaturun və konsentrasiyanın təsiri. BDU-nun xəbərləri, 2011, 3, s.133-138.
5. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Химия, Ленинградское отделение 1984, 400 с.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ В СИСТЕМЕ ПЕГ-НАСІ-ВОДА

Э.А.МАСИМОВ, К.М.БУДАГОВ, Г.М.БАЙРАМОВ,  
М.Ш.МАМЕДОВ, Ш.Ш.АЛЕКПЕРОВ

#### РЕЗЮМЕ

Изучена концентрационная зависимость поверхностного натяжения для систем полиэтиленгликоль–вода NaCl–вода и полиэтиленгликоль–вода–NaCl. Выявлено, что в системе ПЭГ–вода при адсорбции полярная группа, обладающим большим средством к воде, втягивается в объем, а неполярная группа на поверхность воды, создавая при этом поверхностно активное вещество. А в случае NaCl–вода NaCl ведет себя как инактивным. С добавлением NaCl в растворе ПЭГ–вода, еще больше уменьшаются поверхностная энергия и поверхностное натяжение.

Вычислены значения адсорбции характеристических точек для системы ПЭГ–вода, ПЭГ–NaCl–вода и получены:  $\Gamma_A = 1,46 \cdot 10^{-5} \text{ mol/m}^2$ ;  $\Gamma_B = 5,46 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2$ ;  $\Gamma_C = 8,99 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2$ ;  $\Gamma_D = 4,81 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2$ .

**Ключевые слова:** полиэтиленгликоль, поверхностное натяжение, адсорбция, поверхностная энергия

**THE INVESTIGATION OF SURFACE TENSION IN THE POLYETHYLENE  
GLYCOL – NaCl H<sub>2</sub>O SYSTEM**

**E.A.MASIMOV, K.M.BUDAGOV, G.M.BAYRAMOV, M.Sh.MAMMADOV,  
Sh.Sh.ALAKBAROV**

**SUMMARY**

The concentration dependence of surface tension coefficient of polyethylenglycol–water, NaCl–water and polyethylenglycol–water–NaCl has been investigated. It was established that polyethylenglycol behaves as surfactant due to the polar groups of PEQ molecules toward inside the bulk, but non–polar groups toward the outside surface of the solution.

The adsorption values of the characteristic points for PEG – water and PEG–NaCl – water systems have been calculated and it has been obtained that:  $\Gamma_A = 1,46 \cdot 10^{-5} \text{ mol/m}^2$ ;  $\Gamma_B = 5,46 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2$ ;  $\Gamma_C = 8,99 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2$ ;  $\Gamma_D = 4,81 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2$ .

**Key words:** polyethylenglycol, surface tension coefficient, adsorption, surface energy

*Redaksiyaya daxil oldu: 22.05.2014-cü il.*

*Çapa imzalandı: 11.06.2014-cü il.*