

UOT 532; 539.2

**POLİETİLENQLİKOL(3000)–QLİSERİN–H<sub>2</sub>O SİSTEMİNDƏ  
SƏTHİ GƏRİLMƏNİN TƏDQIQI**

**E.Ə.Məsimov, K.M.Budaqov, Q.M.Bayramov, Ş.Ş.Ələkbərov, Ç.İ.İbrahimov**

*Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Problemləri ETİ  
AZ 1148 Bakı, Z.Xəlilov küç., 23; e-mail: [info@bsu.az](mailto:info@bsu.az)*

*Polietilenqlikol(PEQ)–su, qliserin(1,2,3-trioksilpropan)–su və PEQ–qliserrin–su sistemlərində səthi gərilmə əmsalının komponentlərin konsentrasiyasından asılılığı ölçülmüşdür. Alınan nəticələr göstərir ki, bu məhlullarda həll olan maddələrin molekulları səthə adsorbsiya olunurlar və onların polyar qrupları məhlulun daxilinə, qeyri–polyar qrupları isə səthdən kənara yönələrək səthi aktiv olurlar.*

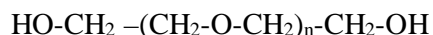
***Açar sözlər:** polietilenqlikol, qliserin, səthi gərilmə, hidrofobluq, adsorbsiya.*

Maye sistemlərin quruluşu və xassələri onları təşkil edən hissəciklər (atomların, molekulların, ionların və s.) arasındakı qarşılıqlı təsirlərdən asılıdır. Bu qarşılıqlı təsirlər isə sıx əlaqədə olduğu səth hadisələrində də özünü biruzə verir. Ona görə də səthi gərilmə əmsalının tədqiqi məhlullarda mövcud olan qarşılıqlı təsirlər haqqında mülahizə yürütməyə imkan verir. Həcmədə gedən qarşılıqlı təsirlər məhlulun səth enerjisini, səthi aktivliyini və səthi gərilməsini müəyyənləşdirir [1].

İstər təmiz mayelərdə, istərsə də məhlullarda səthin yaranması müəyyən iş tələb etdiyindən hər bir mühit öz səthinin sahəsini azaltmağa çalışır. Adətən mayələrin səthi gərilməsi dedikdə maye–qaz sərhədində yaranan səthi gərilmə nəzərdə tutulur. Maye səthində səthi gərilmə verilmiş həcm çərçivəsində səthin konturunun vahid uzunluğuna düşən enerjini xarakterizə edir.

Məlum olduğu kimi, həm polietilenqlikol (PEQ), həm də qliserin təbabətdə, o cümlədən farmakologiya və parfümeriya sahəsində geniş tətbiq edilir və onların sulu məhlullarının öyrənilməsi aktualdır. Ona görə də həm PEQ-in həm də qliserinin su ilə və eyni zamanda hər üçünün birlikdə qarşılıqlı təsirini öyrənmək daha məqsədə uyğun sayılır.

PEQ-in kimyəvi quruluşuna nəzər saldıqda görürük ki, həm polyar OH və O, həm də qeyri-polyar CH<sub>2</sub> qrupları var:



Qliserinin kimyəvi quruluşuna nəzər saldıqda görürük ki, burada da OH– qrupları polyar, digər qrupları isə qeyri-polyardır:



Səthi gərilmə əmsalı yarımstatik metod olan qabarcığın kapilyar təzyiqinin maksimal qiymətini təyin etməyə əsaslanan metod ilə ölçülmüşdür. Belə ki, kapilyarın en kəsiyində sferik formada yaranan damcının kapilyar təzyiqinin maksimal qiyməti onun (kapilyarın) radiusu r-dən asılıdır:

$$P=2\sigma/r_0$$

Bu metod daha çox nisbi metod adlanır və tədqiq olunan mayenin səthi gərilmə əmsalı həmin maye üçün olan kapilyar təzyiqin maksimal qiymətinin etalon mayenin kapilyar təzyiqinin maksimal qiymətinə olan nisbətindən təyin olunan manometrik qalxma hündürlüklərinin nisbətinə əsasən tapılır [2]. Belə ki,  $P=\rho mgh$  olduğunu nəzərə alsaq, onda tədqiq etdiyimiz sistem üçün  $\sigma=\rho mghr_0/2$  olar. Eyni qaydada etalon maddə üçün isə  $\sigma_e=\rho mgh_{er_0}/2$  olar. Qeyd olunan ifadələri tərəf-tərəfə böldükdə:

$$\sigma=\sigma_e h/h_e \text{ alarıq.}$$

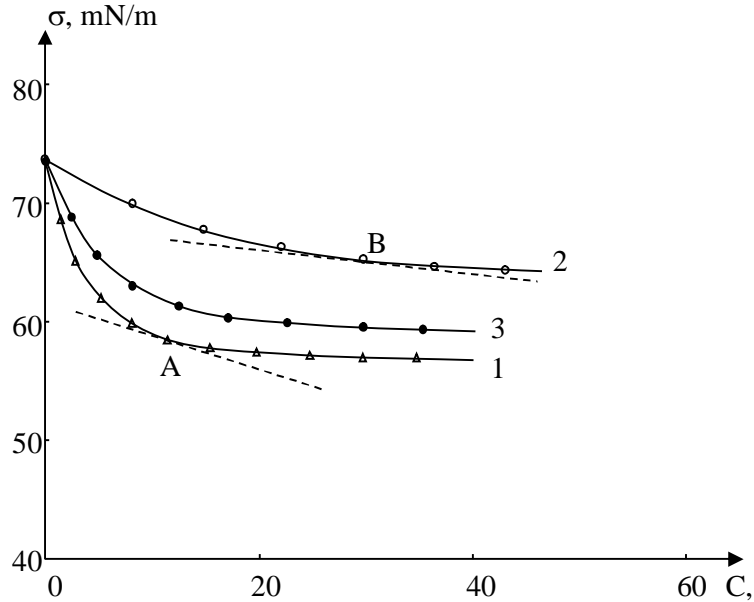
Burada  $\sigma_e$ –etalon mayenin səthi gərilmə əmsalı,  $h_e$  isə etalon mayenin kapilyarda maksimal qalxma hündürlüyüdür.

Bizim apardığımız ölçmələrdə etalon maye kimi bir qayda olaraq bidistillə olunmuş sudan istifadə etmişik.

Şəkildəki 1-əyrisində PEQ-H<sub>2</sub>O məhlulu üçün səthi gərilmə əmsalının komponentlərin konsentrasiyasından asılılığı verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi bu məhlul üçün  $\sigma(c)$  asılılığı səthi aktiv maddələr üçün xarakterik olan formaya malik olmuşdur. Əvvəlcə PEQ-in məhluldakı konsentrasiyasının 10%-ə qədər olan qiymətlərində səthi gərilmə əmsalı azalmış sonradan isə adsorbsiya təbəqəsinin

dolmasının baş verməsi səbəbindən sabit qalmışdır.

Şəkildəki 2-əyrisində isə qliserin-H<sub>2</sub>O məhlulu üçün səthi gərilmə əmsalının komponentlərin konsentrasiyasından asılılığı verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi qliserinin konsentrasiyasının artması ilə sistemin səthi gərilmə əmsalı müəyyən qanunauyğunluğa müvafiq azalmışdır.



Səthi gərilmə əmsalının məhlulun konsentrasiyasından asılılığı.  
1 - PEQ-su, 2 - qliserin-su, 3 - PEQ-qliserin-su məhlulu (PEQ-in konsentrasiyası ümumi məhlulun 20%-ni təşkil etməklə).

Hesab etmək olar ki, səthi gərilmə əmsalının belə azalması qliserinin polyar (hidroksil) fraqmentləri ilə həcmdəki su molekulları arasındakı qarşılıqlı təsir, su-su molekulları arasındakı qarşılıqlı təsirdən zəifdir. Bu eyni zamanda qliserin molekullarının hidrofob fraqmentləri arasında mövcud olan qarşılıqlı təsirin artması hesabına da baş verə bilər. Beləliklə, qliserin-su məhlulu özünü səthi aktiv maddə kimi apardığından onun üçün  $\sigma(c)$  asılılığı da səthi aktiv maddələrə xas olan şəkildə alınır.

Şəkildə verilmiş 3-əyrisində PEQ-in ümumi məhlulda konsentrasiyasını sabit olaraq 20% saxlamaq şərti ilə PEQ-su-qliserin üçkomponentli sistemi üçün səthi gərilmə əmsalının konsentrasiyadan asılılığı verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, bu

üçqat sistem üçün  $\sigma(c)$  asılılığı xaraktercə PEQ-su sistemi üçün alınan  $\sigma(c)$  asılılığına bənzəyir və qliserin-su sistemində alınmış  $\sigma(c)$  asılılığına tərəf sürüşmüş olur. Belə güman etmək olar ki, həcmdəki suyu tutmaq üçün həm PEQ, həm də qliserin molekulları sanki mübarizə aparırlar.

Ümumiyyətlə səthi aktiv maddələrin sulu məhlullarında səthi gərilmənin öz başına azalması onların səth təbəqəsinə yığılması, yəni adsorbsiyası hesabına baş verir. Qeyd etmək lazımdır ki, həll olmuş maddələrin səth təbəqəsi və həcmi arasındakı əlaqəni kəmiyyətcə Gibsin adsorbsiya tənliyi ilə ifadə olunur:

$$\Gamma = -c/RT d\sigma/dc \text{ mol/sm}^2 \quad (1)$$

Burada,  $c$ -səthi aktiv maddənin məhluldakı konsentrasiyası,  $R$ -universal qaz

sabiti, T-mütləq temperatur,  $d\sigma/dc$  – konsentrasiyadan asılı olaraq dəyişmə sürəti olub, səthi aktivlik adlanır.

Əvvəla səthi aktiv maddələrin suyun səthi gərilməsini azaltması təbiidir. Çünki, həll olan maddələrin səthə toplanan polyar qrupları ilə su molekulları arasında olan qarşılıqlı təsirlər su-su molekulları arasındakı qarşılıqlı təsir qüvvələrindən azdır. Bu səbəbdən də səthi aktiv maddə məhlullarında məhlulun səthində adsorbsiya təbəqəsinin yaranması labüddür.

Səthi aktiv maddələrin molekulları iki hissədən, polyar qruplar və zəif molekullar arasına qüvvələr sahəsinə malik olan qeyri-polyar qruplardan təşkil olunur. Polyar qruplar adsorbsiya olunduqda polyar fazaya (suya) tərəf cəzb olunurlar, qeyri-polyar qruplar isə qeyri-polyar fazaya (havaya) tərəf itələnilir. Belə halda sərbəst səth enerjisinin azalması səth təbəqəsinin qalınlığını hətda bir molekulun qalınlığı ölçüsünə qədər azalda bilər. Kiçik konsentrasiyalarda (doymadan uzaq sahədə) havaya tərəf itələnmiş olan karbohidrogen zəncirləri suyun üzərində sanki

“üzürlər”, polyar qrupları isə suya daxil olmuş vəziyyətdə olurlar. Belə orientasiyanın yaranması karbohidrogen zəncirlərinin mütəhərrikliliyi hesabına baş verir. Konsentrasiyanın sonrakı artması ilə səth təbəqəsində molekulların sayı artır və karbohidrogen zəncirləri son halda şaquli vəziyyət almış olurlar [3,4].

Təqribi hesablama üsulu (toxunanlar və ya Nyuton) ilə  $\sigma$  və  $c$  –nin qiymətlərindən istifadə edərək şəkildə verilən 1 və 2 -əyrlərində  $\sigma$  ( $c$ ) asılılıqlarındakı A və B nöqtələrinə toxunanın tənliyi və meyl bucağı ( $tg\alpha = d\sigma/dc$ ) tapılır. Sonradan isə  $tg\alpha$ -nın qiymətini və  $R=8,31 \text{Coul}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $T=293^0\text{K}$  olduğu nəzərə alınaraq (1) tənliyindən A və B nöqtələrində adsorbsiya təbəqəsində mövcud olan maddə miqdarını hesablamaq olur:

$$\Gamma_A = -0.443 \cdot 10^{-3} \text{ mol/sm}^2; \Gamma_B = -0.356 \cdot 10^{-3} \text{ mol/sm}^2.$$

Beləliklə, aparılan tədqiqatların nəticəsi onu göstərir ki, belə uçqat sistemlərdə baş verən qarşılıqlı təsirlər mürəkkəb xarakterə malikdir.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Məsimov E.Ə. Polimerlərin fiziki kimyası. Bakı Universiteti Nəşriyyatı 2010. 416 s.
2. Məsimov E.Ə., Budaqov K.M., Bayramov Q.M., Ələkbərov Ş.Ş. Aqar–su məhlullarında səthi gərilməyə temperaturun və konsentrasiyanın təsiri. //BDU xəbərləri 2011. N3, s.133- 138.
3. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Химия, Ленинградское отделение, 1984. 368 с. (Fridriksberg D.A. Kurs kolloidnoy khimii. Leningrad. "Khimiya". Leningradskoe otdeleniye. 1984. 368s.)
4. Хайдаров Г.Г. Вывод теоретической зависимости поверхностного натяжения от температуры распаковки молекул. // Журнал «Диалоги о науке». 2011, №2, с.33-38. (Haydarov G.G. Vivod teoreticheskoy zavisimosti poverkhnostnogo natyajeniya ot temperaturi raspakovki molekul. // Jurnal "Dialogi o nauke". 2011, № 2, s. 33-38).
5. Остроумов С.А., Лазарева Е.В. Поверхностное натяжение водных растворов додецилсульфата в присутствии водных растений. // Вода. Технология и экология. 2008, №3, с.57-60. (Ostroumov S.A., Lazaryeva E.B. Poverkhnostnoe natyajeniye vodnix rastvorov dodesilsulfata vodnix rasteniy. Voda. Tekhnologiya i ekologiya. 2008. № 3. s. 57-60).

---

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ  
В СИСТЕМЕ ПЭГ-ГЛИЦЕРИН-ВОДА**

**Э.А.Масимов, К.М.Будагов, Г.М.Байрамов, Ш.Ш.Алекперов**

Бакинский государственный университет  
AZ 1148 Баку, ул. З.Халилова, 23; e-mail: [info@bsu.az](mailto:info@bsu.az)

*Изучена концентрационная зависимость поверхностного натяжения в системах полиэтиленгликоль (ПЭГ)–вода, глицерин-вода и ПЭГ-глицерин-вода. Полученные результаты показывают, что молекулы растворяющихся в этих растворах веществ адсорбируются на поверхности, при этом их полярные группы, обладающие большим сродством к воде, втягиваются в объем раствора, а неполярные группы - на поверхность, тем самым понижая поверхностное натяжение.*

**Ключевые слова:** полиэтиленгликоль, глицерин, поверхностное натяжение, гидрофобность, адсорбция.

**RESEARCH INTO SURFACE TENSION SYSTEMS IN THE  
POLYETHYLENEGLYCOL–GLYCERIN WATER**

**E.A.Masimov, K.M.Budagov, G.M.Bayramov, Sh.Sh. Alekperov**

Baku State University  
Z.Xalilov str., 23, Baku AZ 1148; e-mail: [info@bsu.az](mailto:info@bsu.az)

*The concentration dependence of surface tension coefficient within the polyethyleneglycol–water, glycerin–water, and polyethyleneglycol–glycerin–water solutions has been analyzed. Results obtained show that molecules of substances dissolved in these solutions are adsorbed on the surface; in so doing, their polar groups with their propensity for water are drawn into solution volume while non-polar groups are drawn into surface to thus reduce surface tension.*

**Keywords:** polyethyleneglycol, glycerin, surface tension, hydrophobic, adsorption.

Redaksiyaya daxil olub 26.12.2014.