

UOT 541.182

**AQAR-SU MƏHLULLARININ SƏTHİ GƏRİLMƏSİNƏ
TEMPERATURUN VƏ KONSENTRASIYANIN TƏSİRİ****E.Ə.MƏSİMOV, K.M. BUDAQOV,
Q.M.BAYRAMOV, Ş.Ş.ƏLƏKBƏROV**
Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Problemləri ETİ
masimovspectr@rambler.ru, gazanfarb@mail.ru

Səthi gərilmənin ikili - energetik (termodinamik) və qüvvə (mexaniki) təbiətinə malik olması araşdırılmışdır. Assosiasiya olunmamış birkomponentli mayelər, çox durulaşdırılmış məhlullar və səthi aktiv maddələr üçün Şişkovski tənliyinə əsasən səth gərilmənin temperatur və konsentrasiyadan asılılıq xarakteri müəyyənləşdirilmişdir.

Aqarın sulu məhlullarında səthi gərilməyə konsentrasiyanın və temperaturun təsiri tədqiq edilmişdir.

Açar sözlər: aqar, gel, səthi gərilmə, hidrogen rabitəsi.

Məhlullarda səthi gərilmənin öyrənilməsi onun tərkibini təşkil edən molekulların bir-biri ilə qarşılıqlı təsirləri və məhlulun strukturu haqqında müəyyən informasiya verdiyindən aktualıq kəsb edir.

Səthi gərilmə tarazlıqda olan iki faza sərhədini təşkil edən səthinin termodinamik xarakteristikası olub, bu ayırıcı səthin vahid sahəsinin yaranmasına sərf olunan iş ilə təyin olunur. Bu zaman hər iki fazada sistemin həcmi, temperaturu və bütün komponentlərinin kimyəvi potensialları sabit olur.

Səthi gərilmə ikili fiziki məna daşdığından, energetik (termodinamik) təyini onu göstərir ki, səthi gərilmə bir tərəfdən sabit temperaturda səthin böyüməsinə sərf olunan xüsusi işlə, digər tərəfdən isə mayenin səthini məhdudlaşdıran konturun vahid uzunluğuna təsir edən qüvvə ilə xarakterizə olunur. Səthi gərilmə qüvvəsinin istiqaməti mayenin səthinə toxunan olub, mayenin səthinin konturuna perpendikulyar yönəlmiş olur. Bu konturun vahid uzunluğuna düşən qüvvə (σ) səthi gərilmə əmsalı adlanır. Daha düzgün olaraq vahid səthi (m^2) qoparmaq üçün sərf olunan enerji (coul) vahidindən istifadə olunur. Bu halda səthi gərilmənin aydın fiziki mənası ortaya çıxır.

Mayelərin səthi gərilməsinin birqiymətli olaraq daxili enerjinin bir hissəsi olması anlayışı nəzəri olaraq sübut edilmişdir [1,2]. Bu halda simmetrik molekulların kürəşəkilli formaya yaxın olması qəbul olunmuşdur.

Buxar əmələgəlmə istiliyindən və ya daxili enerjinin dəyişməsindən istifadə edərək, nəzəri yolla bəzi mayelərin səthi gərilmə əmsalı onların fiziki-kimyəvi xassələrinə əsaslanaraq hesablanmışdır .

Səthi gərilmə bərk cisimlərin, mayelərin və qazların sərhədində yarana bilər. Adətən mayelərin səthi gərilməsi dedikdə maye-qaz sərhədində yaranan səthi gərilmə nəzərdə tutulur. Maye səthində səthi gərilmə, verilmiş həcm çərçivəsində vahid kontur uzunluğuna düşən enerjidir.

Mayenin səthinin yaranması müyyən iş tələb etdiyindən, hər bir mühit öz səthinin sahəsini azaltmağa “çalışır”:

-çəkisizlik şəraitində damcı sferik forma alır, çünki eyni həcmə malik bütün cisimlər arasında sferik forma ən kiçik sahəyə malikdir;

-su şırnağı silindirik şəkil alır;

-sıxlığı mayenin sıxlığından böyük olan çox kiçik obyektlər mayenin səthində ona görə üzə bilirlər ki, cəzətmə qüvvəsi mayenin səthinin böyüməsinə mane olan qüvvələrdən kiçikdir;

-bəzi həşəratlar səthi gərilmə hesabına su üzərində qalaraq hərəkət edə bilirlər;

-bir çox islatmayan səthlərdə su və ya başqa mayelər damcı şəklində yığılır.

Qeyd etmək lazımdır ki, bir-birinə nisbətən asanlıqla hərəkət edə bilən səthlərə malik maye-qaz arasındakı səthi gərilmə ümumi olaraq üç metodla təyin edilə bilər: statistik; yarım statistik və dinamik.

Bizim istifadə etdiyimiz ölçmə üsulu yarımstatistik metod adlanır və qabarcığın (damcının) maksimal kapilyar təzyiqinin ölçülməsinə əsaslanır. Belə ki, r_0 -radiuslu kapilyarın uc nöqtəsində yaranan sferik qabarcığın daxilindəki maksimal təzyiq həmin kapilyarın radiusu ilə təyin olunur:

$$P = 2\sigma/r_0$$

Bu metodda tədqiq olunan mayenin səthi gərilməsi, onun yaratdığı maksimal təzyiqlə etalon mayenin yaratdığı maksimal təzyiqlər nisbətindən P/P_e və ya həmin mayelərin manometrik qaldırma hündürlüklərinin nisbətindən h/h_e təyin oluna bilər. Yəni, $P = 2\sigma/r_0$ və $P_e = 2\sigma_e/r_0$ olduğunu nəzərə alsaq:

$$\sigma = \sigma_e \cdot h/h_e \quad \text{alırıq.}$$

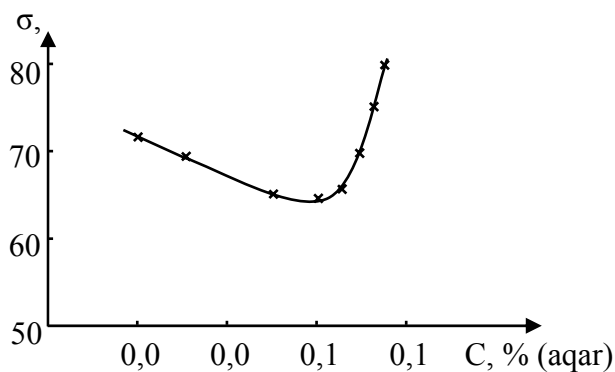
Burada, σ_e - etalon mayenin səthi gərilmə əmsalıdır. Etalon maye kimi distillə olunmuş su götürülmüş və onun 20°C-də səthi gərilməsi $\sigma_e = 72,71$ coul/m olduğu müəyyən edilmişdir. Bu işə kiçik xəta ilə məlumat kitablarında verilmiş qiymətə (72,75) uyğun gəlir.

Bizim təcrübələrdə gələmələgətirici xassəyə malik olan və polisaxaridlərin tipik nümayəndəsi aqardan istifadə edilmişdir. Aqar su mühitində güclü

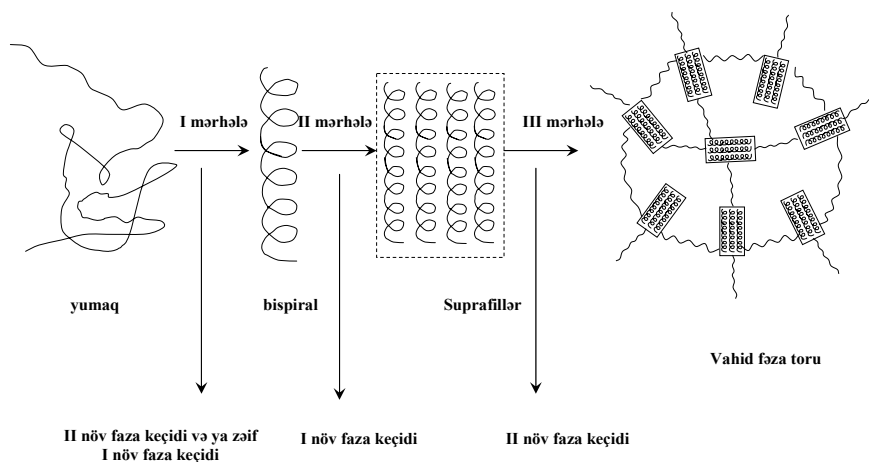
geləmələgətirmə xassəsinə malikdir [3]. Məsələn, 1%-li aqar geli 85-90°C temperaturalara qədər gel xassəsinə saxlayır.

Ölçmələr zamanı 1%-li aqar geli götürərək, onu bidistillə edilmiş suda həll etməklə durultmaq yolu ilə müxtəlif konsentrasiyalı (0,01 ÷ 0,13%-li) aqar - su məhlulları hazırlanmışdır.

Şəkil 1-dən görüldüyü kimi aqar-su məhlulunda aqarın konsentrasiyasının 0,01 – 0,13 % intervalında dəyişməsi ilə səthi gərilmə əmsalı əvvəlcə xətti azalmış, sonra isə artmağa başlamışdır. Bu da onu göstərir ki, 0,1%-li konsentrasiyalarda aqarın makromolekulları arasında qarşılıqlı təsir gücləndiyindən gələn fəza torları yaranmağa başlayır və geləmələgəlmə prosesi gedir (şək.2) [3]. Bunun nəticəsi olaraq səthi gərilmə əmsalı da artmağa başlayır.



Şəkil 1. Aqar-su sistemində səthi gərilmənin aqarın konsentrasiyasından asılılığı.



Şəkil 2. Aqar gelinin əmələgəlməsi prosesi.

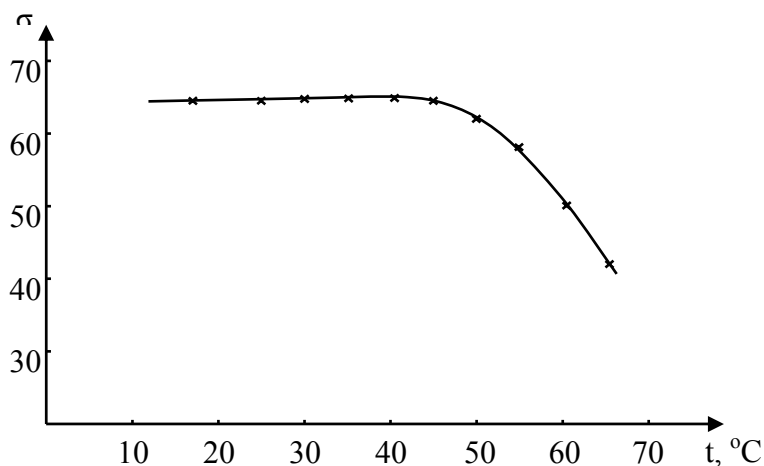
Təmiz birkomponentli mayelər üçün səthi gərilmənin (σ) temperatur asılılığı səth təbəqəsində entropiyanın artması (η) ilə təyin olunur:

$$\eta = - d\sigma/dT, \quad \varepsilon = \sigma - T d\sigma/dT = \sigma + \eta T$$

ε - kəmiyyəti tam enerjinin səth artıqlığıdır.

Aparılan çoxsaylı təcrübələr göstərmişdir ki, assosiasiya olunmamış birkomponentli mayelər üçün temperaturun artması səthi gərilmənin xətti olaraq (geniş temperatur intervalında) azalmasına səbəb olur.

Biz aqar-su sistemi üçün geləmələgəlmənin kritik konsentrasiyası olan 0,1%-li məhlulun 18÷70°C temperatur intervalında səthi gərilmənin temperaturdan asılılığını öyrənmişik (şək.3).



Şək. 3. Aqarın suda 0,1%-li məhlulunda səthi gərilmənin temperaturdan asılılığı.

Geniş temperatur intervalında təmiz maye üçün səthi gərilmənin temperatur asılılığı aşağıdakı kimi göstərilir:

$$\sigma = \eta (T_c - T)$$

Burada, $T = \varepsilon/\eta$ olub, $\sigma = 0$ olduğu nöqtədəki temperaturdur. Bu temperaturda η və ε kəmiyyətləri sabit qalırlar.

Digər tərəfdən Gibbs tənliyinə uyğun olaraq: $\Gamma = -c/RT \cdot d\sigma/dc$ yazmaq olur.

Həll olunan maddələrin səthi gərilmə əmsalının dəyişməsi adsorbsiya əmsalı olan Γ -nin işarəsindən asılıdır. Sistemə daxil edilən maddə əgər səthi gərilməni azaldırsa ($d\sigma/dc < 0$, $\Gamma > 0$) ona səthi aktiv maddə (SAM), əgər səthi gərilməni dəyişmirsə və ya artırarsa ona səthi inaktiv maddə (SİM) deyilir. Səthi aktiv maddə xassəsinə malik maddələrin sulu məhlulları üçün səthi gərilmənin konsentrasiyadan asılılığı Şişkovski tənliyinə tabe olur:

$$\sigma = \sigma_0 - b \cdot \ln(1 + Ac)$$

Burada, b və A sabit kəmiyyətlərdir. Qeyd etmək lazımdır ki, b bütün homoloji sıra üçün sabit qalır; A isə hər bir növbəti homoloqa keçdikcə $3 \div 3,5$ dəfə böyüyür. σ_0 - təmiz həlledicinin səthi gərilməsidir.

Çox durulaşdırılmış məhlullar üçün Şişkovski tənliyinə əsasən səthi gərilmənin konsentrasiyadan asılılığını ifadə edən əyri düz xətt halına yaxınlaşır. Yəni:

$$\sigma \approx \sigma_0 - Abc; \quad -\Delta\sigma \approx Abc; \quad \eta \approx Abc,$$

Burada, $\eta = -\Delta\sigma = \sigma_0 - \sigma$ SAM ikiölçülü təbəqəsinin adsorbsiya təzyiqidir.

$G = \lim_{c \rightarrow 0} (-d\sigma/dc) = Ab$ kəmiyyəti səthin aktivliyi adlanır.

Böyük konsentrasiyalar oblastında ($c \gg 1/A$) səthi gərilmə əmsalı konsentrasiyanın loqarifmasından xətti asılıdır:

$$-\Delta\sigma \approx b \cdot \ln Ac = B + blnc \quad (a)$$

Burada, $B = b \ln A$ olur.

Bu tənliyi Gibbs tənliyi ilə müqayisə etsək, Şişkovski tənliyindəki empirik sabitlərin fiziki mənasını aydınlaşdırmaqla bilərik.

$\Gamma = \Gamma_m = \text{const}$, olması adsorbsiya təbəqəsinin doymasına, (həddindən artıq dolmasına) uyğun gəlir. Gibbs tənliyinin inteqrallanmasından aşağıdakı alınır:

$$\sigma_0 - \sigma = \text{const} + RT \Gamma_m \ln c \quad (b)$$

Qeyd etmək lazımdır ki, burada (b)-ni (a) ilə müqayisə etsək $b = RT \Gamma_m = \text{const}$ alınır. $c \rightarrow 0$ halında, $A = (1/\Gamma_m) d\Gamma/dc$ olur və konsentrasiyasının böyüməsi ilə adsorbsiya kəskin artır. Bu isə adsorbsiya aktivliyi adlanır.

Şəkil 3-dən görüldüyü kimi 45°C temperatúra qədər səthi gərilmə sabit qalmış, sonradan isə, demək olar ki, xətti olaraq azalmışdır. Görünür ki, temperaturun artması ilə molekullar arasındakı qarşılıqlı təsir və həmçinin su molekullarında hidrogen rabitələri zəiflədiyindən səthi gərilmə əmsalı da azalmışdır.

Maye-maye sərhədində yaranan səth effekti yuxarıda qeyd olunan qanunauyğunluqları ilə maye-qaz sərhədi üçün də ödənilir. Belə ki, maye-qaz halında temperaturun və məhlulun tərkibinin dəyişməsi ilə səthi gərilmənin dəyişməsi maye-maye halına çox yaxındır.

ƏDƏBİYYAT

1. Хайдаров Г.Г. О связи поверхностного натяжения с теплотой парообразования // Журнал физической химии, 1983, № 10, с.2528-2530.
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. Masimov E.A., İmamaliyev A.R. Influence of polyethylenglycol on aqar gel rheology properties // J. of Qafqaz, 2009, № 25, p.28-32.

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ НА
ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ В СИСТЕМЕ АГАР-ВОДА**

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

РЕЗЮМЕ

Рассмотрен двойной физический смысл - энергетическое (термодинамический) и силовое (механический) поверхностное натяжение в жидкостях. На основе уравнения Шишковского для неассоциированных однокомпонентных жидкостях, сильно разбавленных растворах и поверхностно активных веществах установлена температурная и концентрационная зависимость.

Исследовано влияние температуры и концентрации на поверхностное натяжение в водных растворах агар-вода.

Ключевые слова: агар, гель, поверхностное натяжение, водородная связь

**INFLUENCE OF AGAR CONCENTRATION AND TEMPERATURE
ON SURFACE TENSION IN AGAR-WATER SYSTEM**

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

SUMMARY

The double physical essence of surface tension has been discussed. The temperature and concentration dependence of surface tension for non-associative, one component and strongly diluted solutions as well as surfactants are obtained from Shishkovsky equation.

The influence of temperature and concentration on surface tension of agar-water solution is investigated.

Key words: Agar, gel, surface tension, hydrogen bond.

Redaksiyaya daxil oldu: 03.09.2011-ci il.

Çapa imzalandı: 03.10.2011-ci il.