

## DEKSTRAN-PEQ, DEKSTRAN-PVP VƏ PEQ-C<sub>4</sub>O<sub>6</sub>H<sub>4</sub>Na<sub>2</sub>- İKİFAZALI SULU SİSTEMLƏRDƏ KOMPONENTLƏR ARASINDA QARŞILIQLI TƏSİR PARAMETRİNİN QİYMƏTİNƏ TEMPERATURUN VƏ POLİMERİN KONSENTRASIYASININ TƏSİRİ

A.Ə. HƏSƏNOV, X.T. HƏSƏNOVA, S.R. BAĞİROVA

*Bakı Dövlət Universiteti, Azərbaycan, AZ-1148, Bakı, Z. Xəlilov 23*

[Xaverhasanova2019@rambler.ru](mailto:Xaverhasanova2019@rambler.ru)

Dekstran-PEQ, Dekstran-PVP və PEQ-C<sub>4</sub>O<sub>6</sub>H<sub>4</sub>Na<sub>2</sub> ikifazalı sistemlərdə fazalara ayrılma prosesinə temperaturun və polimerin molekül kütləsinin təsirinə baxılmışdır. Faza əmələ gətirən komponentlər arasındakı termodinamik qarşılıqlı təsir parametri hesablanaraq həmin parametrlərin fərqi olan  $\Delta\chi$  kəmiyyətinin temperaturdan və polimerin konsentrasiyasından asılılığı tədqiq edilmişdir. Temperaturun və polimerin konsentrasiyasının artması ilə sistemdə  $\Delta\chi$  parametrinin qiyməti azalır və polimerlərin suda həll olması asanlaşır.

**Açar sözlər:** polimerlərin uyumsuzluğu, polimer-su ikifazalı sistem, fazalara ayrılma.

**PACS:** 61.20.N, 66.20.+d, 82.60.Lf, 61.25.Hq.

Polimer məhlulları üçün ilk nəzəriyyə 40-cı illərin əvvəllərində bir-birindən asılı olmayaraq Flori [9] və Xaqqins [11] tərəfindən atermik məhlullar üçün verilmişdir. Məhlullar üçün kvazi-kristallik qəfəs modelinə əsaslanan bu nəzəriyyə qeyri-polyar həlledicilər üçün nəzərdə tutulsa da, onu polimerlərin sulu məhlullarına da tətbiq etmək olar. Məlum olduğu kimi, suyu molekulları arasında hidrogen rabitələri hesabına yaranmış klasterlərdən ibarət, başqa sözlə «su polimeri» molekullarından ibarət maye kimi qəbul etmək olar. Bu halda, ümumilikdə su sanki polyarlığını itirmiş olur. Digər tərəfdən «su polimeri» molekullarından ibarət klasterlərin ölçüləri sistemdəki polimerlərin ölçüləri ilə müqayisə oluna bilər və bununla da Flori və Xaqqins tərəfindən qəbul olunmuş həlledicinin qeyri-polyarlığı və həlledici ilə polimerin ölçülərinin uyğunluğu şərtləri ödənilmiş olur.

Skott [10] ilk dəfə polimer məhlulları üçün Flori və Xaqqins nəzəriyyəsini polimerlərin sulu qarışıqlarına tətbiq edərək sadələşmiş hal üçün polimerlərin effektiv qarşılıqlı təsir parametrlərini ( $\chi_{12}^{eff}$ ) hesablamışdır. Sadələşmiş halda aşağıdakı yaxınlaşmalar qəbul edilmişdir: hər iki polimerin ümumi həlledici ilə qarşılıqlı təsir parametrləri ( $\chi_{10}$ ,  $\chi_{20}$ ), polimerlərin molyar həcmələrinin həlledicinin molyar həcminə nisbətləri ( $x_1$ ,  $x_2$ ) və polimerlərin molekulyar kütlələri eynidir. Belə hal üçün:

$$\Delta\chi_{12}^{eff} = \chi_{12}(1 - \phi_0) \quad (1)$$

burada  $\chi_{12}$ - polimerlərin həlledici olmadıqdakı qarşılıqlı təsir Xaqqins parametri,  $\phi_0$  -həlledicinin həcmi payıdır. (1)-dən göründüyü kimi  $\phi_0 \rightarrow 1$  olduqda  $\chi_{12}^{eff} \rightarrow 0$  olur və sistem biferazlı sistemə çevrilir. Bu nəzəriyyəyə görə, faza əmələ gətirən polimerlərin molekulyar kütlələri artdıqca, ikifazlı sistemin binovalında  $\phi$  və  $\chi_{12}$  -kəmiyyətlərinin kritik nöqtəyə uyğun qiymətləri ( $\phi^{kr}$  və  $\chi_{12}^{kr}$ ) azalır, yəni yüksəkmolekulçəkili polimerlərin uyumsuzluğu (sistemin fazalara ayrılması)  $\chi_{12}$  - parametrinin çox kiçik qiymətlərində belə baş verir. Sistemin ümumi həlledicisi isə polimerlərin

bir-biri ilə olan kontaktların azalmasını təmin edir və  $\chi_{12}^{eff}$  parametri azalır. Nəzəriyyədən alınan bu nəticə bir sıra müəlliflər tərəfindən [5, 9] təsdiq olunur. Lakin [8]-də göstərilmişdir ki, ümumi həlledicisi su olan bəzi sistemlərdə polimerlərin molekül çəkili artdıqca polimer cütlərinin ümumi həlledicidə (suda) uyumsuzluğu artır.

Bu nəticə polimer makromolekullarının tərkibində su ilə qarşılıqlı təsirdə olan və həll olmanı asanlaşdıran bir sıra funksional qrupların (yüklü qruplar, karboksil qrupları və s.) olması ilə izah oluna bilər. Belə hallarda ekzotermik həllolma (qarışma) prosesi baş verir ( $\Delta H_{qar} < 0$ ) və bu da polimerlərin suda uyumsuzluğunun artmasına gətirib çıxarır:

$$\frac{\chi_{12}}{V_i} = \frac{\Delta H_{qar}}{RTV_{\phi_1\phi_2}} \quad (2)$$

burada  $V_1=V_1$ ;  $V_2$ - polimerlərin molyar həcmələri,  $V$  - qarışığın ümumi həcmidir. Təcrübə olaraq müəyyən edilmişdir ki [4], eyni həlledicidə uyuşan polimer cütlərini əldə etmək üçün kimyəvi təbiətləri müxtəlif olan polimer qarışıqlarından istifadə etmək daha əlverişlidir. Bu isə «oxşar oxşarda həll olur» prinsipinə ziddir. Bu səbəbdən, uyuşmaqlıq və uyuşmazlıq proseslərinin mexanizminə aydınlıq gətirmək üçün həm polimer molekulları arasındakı spesifik qarşılıqlı təsirləri, həm də onların ümumi həlledici molekulları ilə qarşılıqlı təsirlərini geniş araşdırmaq lazımdır.

Dobry [8] çoxlu sayda polimer-polimer-həlledici sistemlərini tədqiq etmiş və göstərmişdir ki, əksəriyyət cütləri hər hansı bir həlledicidə uyuşmazdırlarsa, digər həlledicilərdə də uyuşmaz olurlar və yenidən polimer qarışıqlarında həlledicinin rolu yalnız polimerlərin molekulları arasındakı qarşılıqlı təsir yaradan kontaktları azaltmağı haqqında olan nəzəri təsəvvürləri bir daha təsdiq etdi. [4]-da haqlı olaraq qeyd olunmuşdur ki, [7]-də aparılan təcrübələr ikifazlı sistemlərdə, fazalara ayrılmanın mexanizminin başa düşülməsini xeyli ləngitmişdir. Sonralar elmi tədqiqat işlərinin nə-

ticləri göstərdi ki, çoxlu sayda polimer cütləri mövcuddur ki, bir həlledicidə uyuşmayan polimerlər digər həlledicilərdə uyuşurlar. Beləliklə, bir daha qeyd etmək lazımdır ki, fazalara ayrılma prosesinin mexanizmini başa düşmək üçün sistemdə olan bütün qarşılıqlı təsirlər ( $\chi_{12}$ ,  $\chi_{10}$ ,  $\chi_{20}$ ) nəzərə alınmalıdır. Deyilənlər ümumi həlledicisi su olan sistemlərə daha çox aid edilməlidir (0, 1, 2 indeksləri ilə uyğun olaraq həlledici və polimerlər işarə olunmuşdur).

Polimer-polimer-su və polimer-duz-su ikifazalı sistemlərinə fazaəmələ gəlmənin mexanizmini aydınlaşdırmaq və həlledicinin (suyun) fazaəmələ gəlməsində rolunu müəyyən etmək məqsədilə hər iki halda fazaəmələ gətirən komponentlərin həlledici molekulları arasındakı qarşılıqlı təsir parametrlərinin öyrənilməsi böyük elmi əhəmiyyət kəsb edir.

Bir çox müəlliflər tərəfindən [1, 4, 6, 14, 15] həlledicinin fazalara ayrılma prosesində (polimerlərin bir həlledicidə uyuşmazlığı prosesində), bu prosesin onun termodinamikasında çox mühüm və bəzən də əsas rol oynadığı göstərilmişdir. Verilmiş polimer cütünün müxtəlif həlledicidə termodinamik xassələri ilk dəfə [16]-da geniş tədqiq olunmuşdur. [16]-da göstərilmişdir ki,  $\chi_{12}$ -nin kiçik müsbət qiymətlərində hətta  $\chi_{10}$  və  $\chi_{20}$  qarşılıqlı təsir parametrləri çox fərqləndikləri halda belə sistemdə fazalara ayrılma (uyuşmazlıq) prosesi baş verir. [11]-də göstərilmişdir ki, polistirol-PMMA və PVP-PMMA polimer cütlərinin müxtəlif həlledicilərdə fazalara ayrılma kritik konsentrasiyaları Mark-Kun-Xauvink tənliyindəki  $\alpha$ -parametrlərinin fərqi ilə ( $|\alpha_1 - \alpha_2|$ ) bilavasitə əlaqədardır. Məlum olduğu kimi MKX-tənliyindəki  $\alpha$  parametri polimerlə həlledici arasındakı qarşılıqlı təsiri xarakterizə edir və polimer məhlullarının xarakteristik özlülüyü [ $\eta$ ] ilə

$$[\eta] = K \cdot M^\alpha \quad (3)$$

kimi əlaqədardır, burada  $M$ -polimerin molekulyar kütləsidir. Fazalara ayrılmanın kritik konsentrasiyası  $|\alpha_1 - \alpha_2|$  fərqi ilə tərs mütənəsidir.  $\alpha$ -kəmiyyəti,  $\chi_{10}$  parametri kimi polimerlərlə həlledicinin arasındakı qarşılıqlı təsiri xarakterizə etdiyindən, müəlliflər [11, 17] belə nəticəyə gəlmişlər ki, polimerlərin bir həlledicidə uyuşmazlığı əsasən  $|\chi_{10} - \chi_{20}|$  fərqi ilə müəyyən olunur və fazalara ayrılmanın kritik konsentrasiyası  $|\chi_{10} - \chi_{20}|$  fərqi artdıqca azalır. Nəzəri olaraq göstərilmişdir ki [16], hətta həlledicisiz, yəni polimerlərin həlledici ilə qarşılıqlı təsirləri fərqli olduqda bir-biri ilə uyuşan polimerlər ( $\chi_{10} < 0$ ) belə verilmiş həlledicidə  $\Delta\chi = |\chi_{10} - \chi_{20}| \neq 0$  olduqda polimerlərin uyuşmasını məhdudlaşdırır.

Hər bir polimer üçün  $\chi_{10}$  kəmiyyətinin xarici amillərin təsiri ilə dəyişməsi (xüsusi halda temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi-  $\Delta\chi$  -nin temperatur asılılığı) polimer-həlledici qarşılıqlı təsirinin əsas rolunu malik olmasını müəyyənləşdirir. Qeyd etmək lazımdır ki,  $\Delta\chi$  -nin qiyməti və eləcə də həlledicinin təbiəti  $\chi_{12}$  -kəmiyyətinə də öz təsirini göstərir.  $\Delta\chi$  -nin sabit verilmiş qiymətində ( $\Delta\chi = \text{const}$ )  $\chi_{12}$  -nin qiyməti azaldıqca  $\Delta\chi^{\text{eff}}$ ,  $\chi_{12}$  -ə daha çox təsir göstərir.  $\Delta\chi$  -effektinin iki polimerin ümumi bir həlledicidə uyuşmasını xarakterizə

zə edən əsas parametri olduğu [17]-də təcrübi olaraq təsdiq edilmişdir.

Beləliklə, həm klassik Flori-Xaqqins nəzəriyyəsinin təhlili, həm də təcrübi nəticələr göstərir ki, iki polimerin ümumi həlledicidə uyuşması demək olar ki, əsasən  $\Delta\chi = |\chi_{10} - \chi_{20}|$  parametri ilə müəyyən olunur.  $\Delta\chi$  -parametrlərinin temperaturdan asılılığı  $\chi_{10}$  və  $\chi_{20}$  parametrlərinin temperatur asılılıqları ilə əlaqədardır.

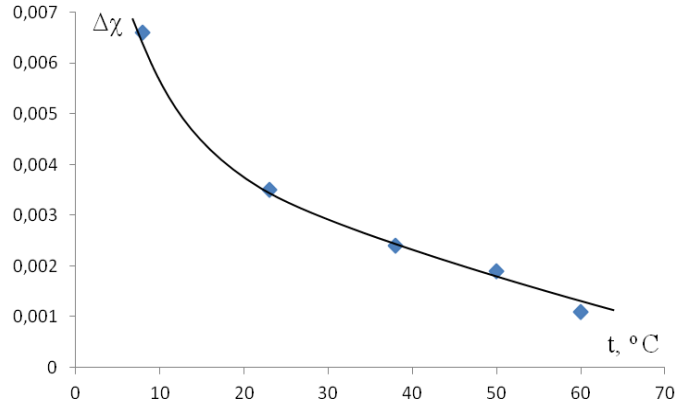
1-ci şəkildə dekstran-PEQ-su ikifazalı sistemində  $\Delta\chi$ -nin temperatur asılılıqları verilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi temperatur artdıqca  $\Delta\chi$  parametrlərinin qiyməti azalır,  $\Delta\chi$  effekt zəifləyir və polimer cütünün suda uyuşması artır. Tədqiq olunan sistemdə polimerlər arasındakı qarşılıqlı təsir Xaqqins parametrlərinin qiymətinin ( $\chi_{\text{dekstran-PEQ}} \approx 0.05$ ) polimerlərin hər birinin su ilə qarşılıqlı təsir Xaqqins parametrlərindən təqribən 10 dəfədən çox kiçik olduğunu nəzərə alsaq, bu polimerlərin suda uyuşmazlığının  $\Delta\chi = \chi_{\text{dek-su}} - \chi_{\text{peq-su}}$  fərqi ilə əlaqədar olduğu bir daha təsdiqlənir.

Polimerlə suyun qarşılıqlı təsiri isə öz növbəsində suyun strukturu ilə sıx əlaqədardır. Beləliklə, temperaturu nartması ilə  $\Delta\chi$  parametrlərinin təcrübədən tapılan qiymətinin azalması onu göstərir ki, suyun strukturu dağılır və polimerlərin su ilə qarşılıqlı təsirinin fərqlinin effekti azalır, bu qarşılıqlı təsirlər bir-birinə daha çox yaxın olurlar. Alınmış nəticələr eyni zamanda onu göstərir ki, temperatur artdıqca sistemin halı homogen məhlul oblastına doğru istiqamətlənir. Deyilənlər eyni zamanda tədqiq olunan sistemin hal diaqramının temperaturdan asılılığında da özünü göstərir. Belə ki, dekstran-PEQ-su ikifazalı sisteminin binodal əyrisi temperatur artdıqca koordinat başlanğıcından uzaqlaşır, homogen oblastın sahəsi artır [2,3].

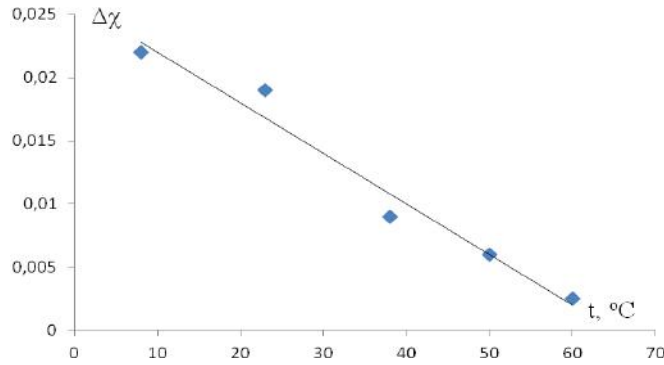
Dekstran-PVP-su ikifazalı sistemi üçün də  $\Delta\chi$  parametrlərinin qiyməti hesablanmış və onun temperaturdan asılılığı qurulmuşdur. Alınan nəticələr şəkil 2-də verilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi bu sistem üçün də temperatur artdıqca  $\Delta\chi$  parametrlərinin qiyməti azalır və polimerlərin suda uyuşması artır.

PEQ- C<sub>4</sub>O<sub>6</sub>H<sub>4</sub>Na<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O ikifazalı sistemlərinin binodal əyriləri qurularaq  $\chi_{12}$ -nin hesablanması üçün proqram tərtib olunmuş və binodalların termodinamik analizi nəticəsində  $\chi_{\text{PEQ-həlledici}}$  qarşılıqlı təsir parametri hesablanmışdır. Tədqiq olunmuş sistem üçün  $\chi_{\text{pol-həlledici}} = 0,525 \pm 0,003$  alınmışdır. Qarşılıqlı təsir parametri üçün alınmış bu qiymət ədəbiyyatdakı digər metodlarla alınmış qiymətlərə uyğun gəldiyindən bir daha təsdiq olunur ki, qeyri polyar həlledicilər üçün verilmiş Flori-Xaqqins nəzəriyyəsini polimer-su sistemlərinə də böyük dəqiqliklə tətbiq etmək olar.

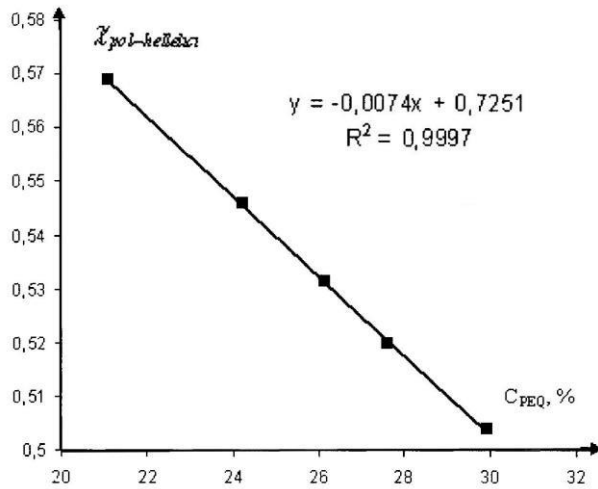
Şəkil 3-də PEQ-C<sub>4</sub>O<sub>6</sub>H<sub>4</sub>Na<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O ikifazalı sistemində  $\chi_{\text{PEQ-həl}}$  termodinamik qarşılıqlı təsir parametrlərinin polimerin konsentrasiyasından asılılığı verilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi, polimerin konsentrasiyası artdıqca  $\chi_{\text{PEQ-həlledici}}$  azalır. Bu təcrübi faktı onunla izah etmək olar ki, polimerin konsentrasiyası artdığından polimer məhlulları üçün Flori-Xaqqins nəzəriyyəsinə dəki kvazikristallik qəfəs modelində qəfəsin düyünlərinin əksəriyyətini polimer molekulu tutur və qəfəsin Z koordinasiya ədədi azalır. Nəticədə,  $\chi_{12} = Z\Delta\omega_{12}/kT$  ifadəsinə görə qarşılıqlı təsir parametri azalır.



Şəkil 1. Dekstran-PEQ-su ikifazalısistemində  $\Delta\chi$ -nin temperatur asılılığı.



Şəkil 2. Dekstran-PVP-su ikifazalısistemində  $\Delta\chi$ -nin temperatur asılılığı.



Şəkil 3. PEQ- $C_4O_6H_4Na_2-H_2O$  ikifazalı sisteminin yuxarı fazasında  $\chi_{PEQ-həllədicisi}$  qarşılıqlı təsir parametrinin PEQ-in konsentrasiyasından asılılığı.

Qeyd edək ki, PEQ-  $C_4O_6H_4Na_2-H_2O$  ikifazalı sisteminin eyni zamanda mövcud olan fazalarında termodinamik qarşılıqlı təsir parametrinin polimerin konsentrasiyasından asılılığı eyni deyildir. Belə ki, alt faza üçün bu asılılıq demək olar ki, yoxdur. Tədqiq etdiyimiz ikifazalı polimer-duz-su sisteminin alt fazasında termodinamik qarşılıqlı təsir sabitliyi ( $\chi_{PEQ-həllədicisi} = 0,501 \pm 0,003$ ) onunla izah olunur ki, bu fazada duzun konsentrasiyası çoxluq təşkil edir və onunla müqayisədə polimer-həllədicisi qarşılıqlı təsiri sabit qalır  $\Delta\chi$  kəmiyyəti də polimerin fazadakı konsentrasiyasının artması ilə azalır [18, 19].

Beləliklə, Flori-Xaqqins nəzəriyyəsini həllədicisi su olan polimer məhlullarına tətbiq edərək sistemin komponentləri arasındakı termodinamik qarşılıqlı təsir parametrlərini hesablayaraq  $\Delta\chi$  effektinin qiymətinə görə sistemdə fazalara ayrılma prosesinin istiqamətini təyin etmək olar. Qeyri-polyar həllədicilər üçün verilmiş Flori-Xaqqins nəzəriyyəsinin həllədicisi su olan polimer məhlullarına tətbiq edilməsinin mümkünlüyünü ( $-H_2O$ )<sub>n</sub> assosiatlarından ibarət suda  $n$ -in qiymətinin böyük olmasını suyun polyarlığının azalması ilə izah etmək olar.

- [1] *B.H. Кулезнев, Л.С. Крохина, Ю.Г. Оганесов, А.М.Злауск.* Коллоидный журнал, 1971, т. 33, №1, с.98-105.
- [2] *Э.А. Масимов, Т.О. Багиров, Х.Т. Гасанова.* Журнал изв. вузов «Химия и химическая технология», 2008, том 51, вып.2, с.123-126.
- [3] *Э.А. Масимов, Т.О. Багиров, У.Р. Саламова.* Салех Азерпур. Вестник Бакинского Университета, серия физико-математических наук, 1998, №2, с. 82-85.
- [4] *А.Е. Нестеров, Ю.С. Лунатов.* Термодинамика растворов и смесей полимеров. Киев, Наукова Думка, 1984, 300 с.
- [5] Полимерные смеси, под редакцией *Д.Пола и С.Ньютен.* М.: Мир, 1981, т.1,549 с.
- [6] *Л.З.Роговина, Г.Л.Слонимский.* Успехихимии, 1977, т. 46, №10, с.1871-1899.
- [7] *P.A.Albertsson,* Partition of cell particles and macromolecules, 3rd Ed., Willey Press: New York, 1986, 396 p. v.2, №1, p.90-100.
- [8] *A.Dobry, Boyer, F.Kawencki.* Phase separation in polymer solution. Polymer Sci. 1947.
- [9] *P.J. Flory.* Prediction of thermodynamic properties of polymer solutions. J. of Chemical Physics, 1941, v.9, p. 660-667.
- [10] *R.Scott.* Prediction of thermodynamic properties of polymer solutions.J. of Chemical Physics, 1949, v.17, p.279-285.
- [11] *Ch.Hugelin, A.Dondos.* Macromol. Chem., 1989, v.126, p.206-216.
- [12] *M.L.Huggins.* Prediction of thermodynamic properties of polymer solutions. J. of Physical Chemistry, 1942, v.46, p.151.
- [13] *Minh le van, T. Ohtsuka, H. Soyama, T.Nase.* Polymer J., 1982, v.14, №7, p.575-578.
- [14] *A.Robara, B. Patterson./* Macromolecules, 1977, v.10, №5, p.1021-1033.
- [15] *G.Vandana, N.Sunil and C.Subhash.* J.Polymer, 2002, v.43, №11, p. 3387-3390.
- [16] *L.Zeman, B.Patterson.* Macromolecules, 1972, v.3, №4, p.513-516.
- [17] *B.Y.Zaslavsky.* Aqueous Two-Phase Partitioning: Physical Chemistry and Bioanalytical Applications, Marcel Dekker, New York, 1994, 212 p.
- [18] *Е.Ә.Мәсимов., Т.О.Бағиров, Х.Т.Һәсанова.* PEQ-qeyri-üzvi elektrolit sistemlərinin hal diaqramlarının termodinamik analizi. Bakı Universitetinin xəbərləri, 2004, №3, səh. 97-102
- [19] *А.Ә.Һәсанов, Х.Т.Һәсанова, S.R.Бағирова.* Influence of some salts on binodaline of biphasic systems formed by nonionic polymers AJP Fizika 2022vol.XXVIII №1, sec.En. 3-7.

**A.A. Hasanov, X.T. Hasanova, S.R. Bagirova**

**IMPACT OF THE TEMPERATURE AND CONCENTRATION TO THE HUGGINS INTERACTION PARAMETERS BETWEEN THE COMPONENTS IN WATER-POLYMER TWO-PHASE SYSTEM DEKSTRAN-PEQ, DEKSTRAN-PVP AND PEQ-C<sub>4</sub>O<sub>6</sub>H<sub>4</sub>NA<sub>2</sub>**

With the purpose to clarify the mechanism of the influence of external factors on the compatibility of polymers in a solvent, to study the effect of temperature, concentration of polymer on the phase separation in two-phase systems dextran-PEG-water and dextran-PVP-water and PEG- C<sub>4</sub>O<sub>6</sub>H<sub>4</sub>NA<sub>2</sub>. The thermodynamic parameters of the interaction between the components of the systems and the difference of these parameters ( $\Delta\chi$ ) was calculated and  $\Delta\chi$  effect the temperature dependence, dependence from concentration of additions was investigated. With increasing temperature and the concentration of polymer  $\Delta\chi$  effect decreases, simultaneously improving compatibility of polymers in aqueous solution.

**A.A. Гасанов, Х.Т. Гасанова, С.Р. Багирова**

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУР И КОНЦЕНТРАЦИИ ПОЛИМЕРА НА ПАРАМЕТР ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ХАГГИНСА МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ В ВОДНО-ПОЛИМЕРНЫХ ДВУХФАЗНЫХ СИСТЕМАХ ДЕКСТРАН-ПЭГ, ДЕКСТРАН-ПВП И ПЕГ- C<sub>4</sub>O<sub>6</sub>H<sub>4</sub>NA<sub>2</sub>.**

С целью выяснения механизма влияние внешних факторов на совместимость полимеров в одном растворителе изучено влияние температуры концентрации полимера на фазовое расслоение в двухфазных системах декстран-ПЭГ-вода и декстран-ПВП-вода и ПЕГ- C<sub>4</sub>O<sub>6</sub>H<sub>4</sub>NA<sub>2</sub>. Вычислены термодинамические параметры взаимодействий между компонентами систем и определены разницы этих параметров ( $\Delta\chi$ ) и исследованы зависимость  $\Delta\chi$  эффекта от температуры, концентрации полимера. С увеличением температуры и концентрации полимера уменьшается  $\Delta\chi$  эффект и одновременно улучшается совместимость фазообразующих компонентов в водном растворе.

*Qəbul olunma tarixi: 22.12.2022*