

INFLUENCE OF THE EFFECT OF REMOTE INTERACTION OF THE INTERPOLYMER SYSTEM KU-2-8:AV-17-8

T.K. Jumadilov^{1,2}, G.T. Dyussebayeva^{1,2*}, Zh.S. Mukatayeva²
J.V. Gražulevicius³

¹A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan

²Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

³Kaunas University of Technology, Kaunas, Lithuania

*E-mail: g_gazinovna@mail.ru

Abstract. *Introduction.* Electrochemical properties of mutual activation of polymers as a result of remote interaction of interpolymer system KU-2-8:AV-17-8 have been studied. Interpolymer systems consisting of polymers cationite: anionite KU-2-8 and AV-17-8 were chosen as objects of study. As a result of remote interaction, mutual activation of ion-exchangers occurs, as a result of which polymers pass to the state of high ionization, significantly changing the electrochemical properties of solutions, such as conductivity and pH. *The purpose* of the study is to investigate the features of mutual activation of interpolymer systems KU-2-8:AV-17-8. *The obtained results* as the value of specific conductivity of aqueous medium in 5:1 ratio gradually increased after 24 hours. It was noted that the pH value of the medium in this ratio gradually decreases, and the swelling coefficient of the anionite AV-17-8 increased to a maximum value of 3.86 after 1 hour at a ratio of 5:1 in the presence of the cationite KU-2-8. In the ratios of the interpolymer systems KU-2-8: AV-17-8 4:2, the specific electrical conductivity of the aqueous medium after 6 hours reaches a maximum value of 7.0, and the pH indicator decreases compared to the initial value. The value of electrical conductivity gradually increases in the ratios 2:4 and 1:5 in different time intervals. At 2.5 hours of the study, it can be observed that the pH of the medium decreased from a maximum value of 7.45 to a minimum value of 4.85 at ratios of 3:3 and 2:4. The swelling ratio at 2:4 ratio increased after 2.5 hours and decreased after 6 hours. *Conclusion.* As a result of remote interaction, changes in electrochemical properties of polymers of cationite KU-2-8 and anionite AV-17-8 are observed in all molar ratios. Remote interaction has a special influence on the electrochemical properties of the environment. The experimental results obtained show that changing the initial state of one component changes the electrochemical behavior of ionites and interpolymer systems.

Keywords: interpolymer system, KY-2-8, AV-17-8, remote interaction, mutual activation, specific conductivity, pH value.

<i>Jumadilov Talkybek Kozhatayevich</i>	<i>Doctor of Chemical Sciences, Professor; E-mail: jumadilov@mail.ru</i>
<i>Dyussebayeva Gulnur Toktagazinovna</i>	<i>PhD student; E-mail: g_gazinovna@mail.ru</i>
<i>Mukatayeva Zhazira Sagatbekovna</i>	<i>Candidate of Chemical Sciences, associated Professor; E-mail: jazira-1974@mail.ru</i>
<i>Gražulevicius Juozas Vidas</i>	<i>Full professor; E-mail: juozas.grazulevicius@ktu.lt</i>

Citation: Jumadilov T.K., Dyussebaeva G.T., Mukataeva Zh.S., Gražulevicius J.V. Influence of the effect of remote interaction of the interpolymer system KU-2-8:AV-17-8. *Chem. J. Kaz.*, 2024, 4(88), 25-34. (In Kaz.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2024-4.2710-1185.45>

КУ-2-8:АВ-17-8 ИНТЕРПОЛИМЕРЛІК ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ӨЗАРА ҚАШЫҚТЫҚТАН ӨРЕКЕТТЕСУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Т.К.Джумадиллов^{1,2}, Г.Т.Дюсембаева^{1,2}, Ж.С. Мукатаева², Ю.В.Гражулявичюс³*

¹«Ә.Б.Бектұров атындағы химия ғылымдары институты»АҚ, Алматы, Қазақстан

²Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

³Каунас технологиялық университеті, Каунас, Литва

*E-mail: g_gazimova@mail.ru

Түйіндеме. *Kіріспе.* КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлік жүйелерінің өрекеттесуі нәтижесінде полимерлердің өзара активтенуінің электрохимиялық қасиеттері зерттелген. Зерттеу нысандарына КУ-2-8 және АВ-17-8 катионит:анионит полимерлерінен тұратын интерполимерлі жүйелер таңдалған. Қашықтықтан өзара әсер ету нәтижесінде ион алмастырғыштардың активтенуі байқалады, нәтижесінде полимер жоғары иондану күйіне түседі, бұл ерітіндінің меншікті электрөткізгіштігінің және рН ортасының электрохимиялық қасиеттерін айтарлықтай өзгертеді. *Жұмыстың мақсаты.* КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлік жүйелерінің өзара активтелу ерекшеліктерін зерттеу болып табылады. *Алынған нәтижелер.* Ұзақ мерзімді өрекеттесудің нәтижесінде 5:1 қатынасында сулы ортаның меншікті электрөткізгіштігінің мәні бір тәуліктен соң біртіндеп жоғарлаған. Дәл осы қатынаста ортаның рН мәні біртіндеп төмендегені байқалады. Қашықтықтан өзара өрекеттесу нәтижесінде 5:1 қатынасында 1 сағаттан соң катионит КУ-2-8 қатынасында анионит АВ-17-8 ең жоғары ісіну дәрежесі 3.86 максимум мәніне дейін көтерілген. КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлі жүйелердің 4:2 қатынастарында сулы ортаның меншікті электрөткізгіштігі 6 сағаттан соң 7.0 максимум мәнге жетті, ал рН көрсеткіші бастапқы мәнмен салыстырғанда төмендеген. Ісіну коэффициентінің әсіресе күрт төмендеуі 6 сағаттан кейін 4:2 қатынасында байқалады, мұнда ісіну дәрежесі 24 сағаттан кейін 0.25-ке жуық төмендейді. Электрөткізгіштігінің мәні әртүрлі уақыт аралықтарында 2:4 және 1:5 қатынастарында уақытқа байланысты жоғарлаған. Сулы ортаның рН мәні зерттеудің 2.5 сағатында 3:3 және 2:4 қатынастарында 7.45 максимум мәнінен 4.85 минимум мәнге дейін түскенін байқай аламыз. Ісіну коэффициентінің айтарлықтай ауытқуы 2:4 қатынасында байқалады, себебі 2.5 сағатта көтеріліп, 6 сағатқа жеткенде төмендеген. *Қорытынды.* Қашықтықтан өзара өрекеттесу нәтижесінде катионит КУ-2-8 және анионит АВ-17-8 полимерлерін зерттеу барысында электрохимиялық қасиеттерінің өзгерістері барлық мольдік қатынастарында байқалады. Қашықтықтан өзара өрекеттесу ортаның электрохимиялық қасиеттеріне айрықша әсер етеді. Алынған тәжірибие нәтижелері бір компоненттің бастапқы күйінің өзгеруі ион алмастырғыштар мен интерполимерлі жүйелердің электрохимиялық өрекетін өзгертетінін көрсетеді.

Түйін сөздер: интерполимерлі жүйе, КУ-2-8, АВ-17-8, қашықтықтан өзара өрекеттесу, меншікті электрөткізгіштік, рН көрсеткіші, өзара активтену.

<i>Джумадиллов Талқыбек Қожатаевич</i>	<i>Химия ғылымдарының докторы, профессор</i>
<i>Дюсембаева ГульнурТоктаргазиновна</i>	<i>PhD докторант</i>
<i>Мукатаева Жазира Сағатбековна</i>	<i>Химия ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор</i>
<i>Гражулявичюс Юозас Видас</i>	<i>Профессор</i>

1. Кіріспе

Қазіргі уақытта ион алмастырғыштардың түрлері көп кездеседі және нарықта қол жетімді [1]. Ион алмастырғыш шайырлар– құрамында қышқылдық немесе негізгі функционалдық топтары бар және ерітінділердегі қарсы иондары қайтымды алмасуға қабілетті үш өлшемді макрокеуекті құрлымы бар ерімейтін полимерлер [2]. Интерполимерлі жүйе– бұл екі немесе одан да көп әртүрлі полимерлерді біріктіру арқылы жасалған материалдар. Зерттеу жұмысының объектілеріне катион алмастырғыш

ретінде КУ-2-8 ион алмастырғыш шайыры, ал анион алмастырғыш ретінде АВ-17-8 таңдалды [3].

КУ-2-8- катионит күшті қышқылдық көп функционалды қасиеттерге ие. Катионит қаңқасы болып келетін макромолекулалы қозғалмайтын R^+ анионына және ісінгенде қозғалғыш H^+ ыдырайды [4].

АВ-17-8- анионит күшті негізді гель құрлымы бар ион алмастырғыш. АВ-17-8 анионитін суды минералсыздандыруда және жұмсарту технологияларында қолданады. Органикалық еріткіштерде және суда ерімейді, қышқылдарда және сілтілерде жақсы осмостық тұрақтылығымен және химиялық төзімділігімен ерекшеленеді [5-7].

2. Тәжірбиелік бөлім

Зерттеуге қажетті құрал-жабдықтар: Сулы ортаның меншікті электрөткізгіштігін өлшеу үшін «МАРК 603» (Ресей), кондуктометр мен рН өлшеуге “Seven Easy” (METTLER TOLEDO, Қытай) рН-метрі қолданылды.

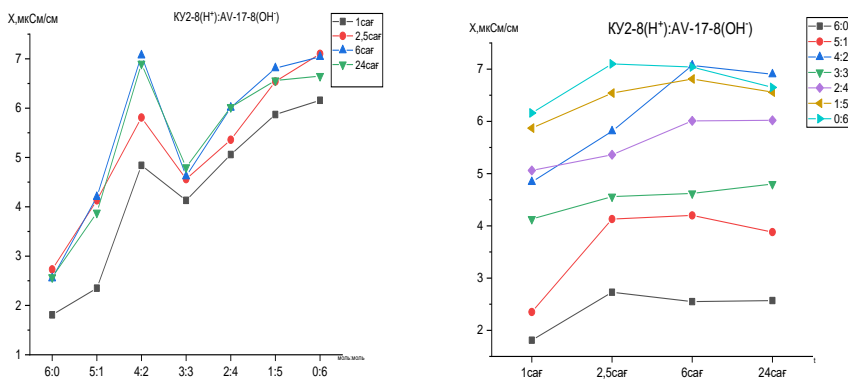
Ісіну коэффициентін анықтау үшін, ісінуге дейінгі және ісінгеннен кейінгі салмағын өлшеп берілген формулаға салдық.

Зерттеу нысандары: Зерттеу дистилденген су ортасында және бөлме температурасында жүргізілді. Жұмысқа функционалды топтары қышқылдық және негіздік КУ2-8:АВ-17-8 өндірістік иониттері қолданылды. Осы иониттердің негізінде КУ2-8:АВ-17-8 интерполимерлі жұптар құрылды. Интерполимерлі жүйелердің электрохимиялық қасиеттерін зерттеу үшін әрбір құрғақ ион алмастырғыш массасы өлшеніп жеке полипропилен торларына орналастырылды.

3. Нәтижелер және талқылаулар

3.1. Су ортасындағы интерполимерлік жүйелердің электрохимиялық қасиеттері. Алдыңғы зерттеу жұмыстарының нәтижесі түрлі функционалды топтары бар интерполимерлі жүйелерінің өзара активтелуі олардың электрохимиялық қасиеттерінің өзгеріске ұшырайтынын көрсетті [8-10]. КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлі жүйелерінің электрөткізгіштігінің уақытқа және полимерлердің мольдік қатынастарына байланысты өзгеруі 1-ші суретте көрсетілген. Интерполимерлі жүйенің 6:0 қатынасында барлық уақытта дерлік полимер бөлшектерінің өлшемдерінде ондай қатты өзгерістер байқалмаған, себебі ертіндіде полимерлердің біреуі ғана болса, ертіндіде жаңа иондардың түзілуі болмаған деп түсіндіруге болады. Ал рН көрсеткіші 6:0 қатынасында 1 сағаттан соң 7.9 максимумға жетіп, кейін рН мәнінің көрсеткіші 6 сағатта 5.95 түскен. Дәл осы қатынасында катионит КУ-2-8 ісіну дәрежесі әртүрлі уақыт аралықтарында (1; 2.5; 6 және 24 сағат) тұрақты мәнге ие болады. Суреттен минималды электрөткізгіштіктің мәні 1 сағаттан кейін шамамен 1.83-ке дейін төмендегені байқалады. Қашықтықтан өзара әрекеттесу ортаның электрохимиялық қасиеттеріне айрықша әсер етеді. Ұзақ мерзімді әрекеттесудің нәтижесінде 5:1 қатынасында сулы

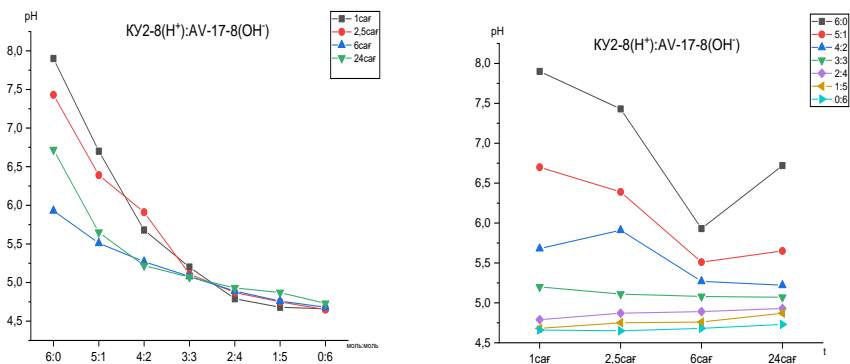
ортаның меншікті электрөткізгіштігінің мәні бір тәуліктен соң біртіндеп жоғарлағанын көруге болады.



Сурет 1- КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлі жүйесінің электрөткізгіштігінің мольдік қатынастарына және уақытқа тәуелділігі

5:1 қатынасында барлық уақыт аралықтарында рН мәнінің бастапқы деңгейден біртіндеп төмендегені көрінеді, соның нәтижесінде 24 сағаттан кейін салыстырмалы түрде төмен мәнге жетеді. Бұл деректер КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлі жүйелерінің арасындағы өзара әрекеттесу олардың қатынасы мен әрекеттесу уақытына байланысты ортаның иондық белсенділігі мен рН мәнінің өзгеруіне әкелетінін көрсетуі мүмкін. КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлі жүйелердің 4:2 қатынасында 6 сағаттан кейін сулы ортаның меншікті электрөткізгіштіктің мәні 7.0 максимум мәнге жетті, оның себебін полимерлердің қашықтан өзара әсер етуі салдарынан, қосымша ОН-иондары пайда болады деп түсінеміз. Зерттеулердің нәтижесінде ортаның электрөткізгіштігі 3:3 қатынасында 24 сағаттан соң, лезде түседі. Бұл карбоксил топтарының диссоциациялануын тежейтін және гидрогель иондарының еркін қозғалысына кедергі келтіретін кешендердің пайда болуымен түсіндіріледі. Жүйелердің әртүрлі уақыт аралықтарында 2:4, 1:5 қатынастарында электрөткізгіштіктің мәні уақытқа сай біртіндеп өскенін байқаймыз. Суреттегі мәліметтерге сүйенсек, зерттеудің барлық уақыттарында электрөткізгіштіктің мәні 0:6 қатынасында жоғарғы мәнге жеткен. Электрөткізгіштің жоғарғы көрсеткіштері, интерполимерлі жүйедегі сулы ортадағы H^+ иондарының барын білдіреді. Интерполимерлі жүйедегі полимерлердің өзара әсер етуінің нәтижесінде электрөткізгіштік артқан.

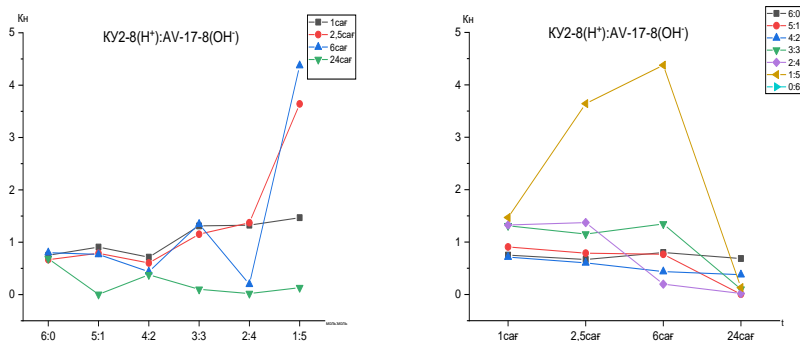
3.2 Су ортасындағы интерполимерлік жүйелердің рН зерттеулерінің сипаттамалары. КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлі жүйесінің рН көрсеткіштерінің мольдік қатынастарына және уақытқа қатысты өзгеруінің сызбасы 2-суретте бейнеленген.



Сурет 2- КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлі жүйесінің рН көрсеткіштерінің сулы ортадағы уақытқа тәуелділігі

Бұл суретте үлкен өзгерістер КУ2-8: АВ-17-8 интерполимерлі жүйесінің 6:0 қатынасында кездеседі. Уақыт өте келе қоршаған ортаның рН көрсеткіштердің төмендеуі байқалды, бұл рН көрсеткіші төмен мәнді көрсеткен кезде, H^+ немесе H_3O гидроксоний иондарының концентрациясының жоғарылауын көрсетеді. Сутегі иондарының концентрациясының төмендеуін көрсететін рН-мәнінің бастапқыда жоғарлауы, ең алдымен, протонның жоғалуынан пайда болған буынаралық ассоциациялардың бұзылып, ион алмастырғыштардың түйінаралық буындарының конформациялық трансформацияға ұшырауына байланысты болуы мүмкін. Ассоциациялар жойылған кезде H^+ иондары қайтадан ион алмастырғыштардың H^+ иондарымен ассоциация түзеді. Алынған нәтижелерден зерттеудің 2.5 сағатында рН ортаның нүктесі 5:1 және 4:2 қатынастарында бастапқыда біршама жоғарлап, уақыт өте түскені көрінеді. 3:3 және 2:4 қатынастарында зерттеудің 2.5 сағатында рН мәні 7.45 максимум мәнінен 4.85-ке дейін түскені байқалады, бұл көрсеткіштер молекулаішілік ассоциаттардың таралуымен түсіндіріледі. Суреттен, өзара әрекеттесу уақытының 1:5 және 0:6 қатынастарында 1 сағаттан 24 сағатқа дейін айтарлықтай өзгерістер байқалмаған, рН мәні жайлап төмендеген.

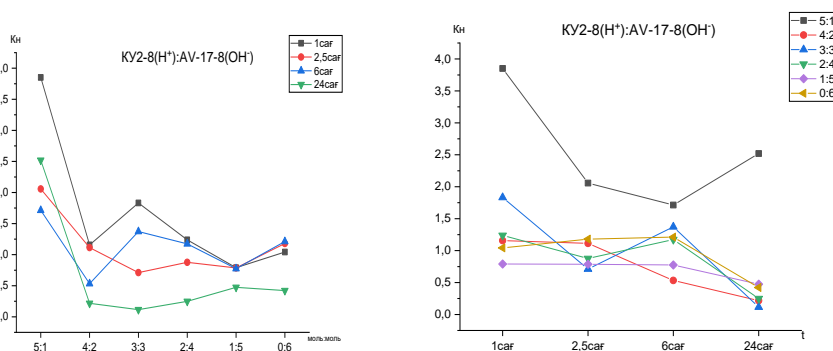
3.3 Су ортасындағы интерполимерлік жүйелердің конформациялық зерттеулерінің өзгерістері көрсетілген. Анионит АВ-17-8 қатысында КУ-2-8 ісіну дәрежесінің сулы ортадағы полимерлердің мольдік қатынастарына және уақытқа тәуелділігінің өзгерісі 3-ші суретте келтірілген.



Сурет 3 - Анионит АВ-17-8 қатысында КУ-2-8 ісіну дәрежесінің полимерлердің мольдік қатынастарына және уақытқа тәуелділігі

Егер ерітіндіде тек КУ-2-8 (катион алмастырғыш) тек 1-полимер болғанда суды сіңіру қабілеті шектеулі болады, яғни ісіну коэффициенті барлық уақыт аралықтарында салыстырмалы түрде тұрақты және төмен болады. 1 тәуліктен соң 5:1 қатынасында ісіну коэффициентінің күрт төмендеуі байқалады, себебі полимер құрлымының жиырылуының нәтижесінен болуы мүмкін. 3:3 қатынасында 6 сағаттан соң полимерлі торлардың ісіну дәрежесі жоғарылаған, бірақ дәл осы уақыт аралықта 2:4 қатынасында ісінуі төмен мәнді көрсеткен, бұл полимер арасындағы бәсекелестікті көрсетеді. Полимерлердің бір-бірімен қашықтықтан өзара әрекеттесуі олардың торап аралық байланыстарудың конформациялы өзгеруіне әкеледі. Соның нәтижесінде олар қосымша ісінуге ұшырайды. Зерттеудің 2.5 және 6-сағатында, полимерлердің 1:5 қатынасында ісіну коэффициентінің лезде өскен. Яғни, бұл мәліметтер функционалды топтардың диссоциациялануы кезінде пайда болған иондану дәрежесімен анықталады. КУ-2-8 (катион алмастырғыштың) ісіну коэффициенті бір тәулікке жеткен соң төмен мәнді көрсеткен.

Әртүрлі мольдік қатынастарында АВ-17-8 (анион алмастырғыштың) ісіну коэффициентінің сызбасы 4-суретте бейнеленген. Негіздік анионит АВ-17-8 қашықтықтан өзара әрекеттесу нәтижесінде 5:1 қатынасында 1 сағаттан соң ең жоғары ісіну коэффициенті 3.86 максимум мәніне дейін көтерілген. Бұл карбоксил топтарының диссоциациялану дәрежесінің өте төмен болуына және ерітіндідегі катиондардың жоғары концентрациясының сақталуына байланысты. Зерттеудің барлық арақатынастарында ісіну дәрежесі көтеріліп, бірнеше уақыттан соң біртіндеп төмендеген. Себебі, полимерлердің алғашқы да ісінгені байқалады, кейін белгілі уақытқа жеткенде суды бөлетін полимер құрылымы қаныққанын көреміз, ол кезде ісіну дәрежесі тоқтайды. Суреттен 3:3 қатынасында 6 сағаттан кейін жоғары ісіну коэффициенті байқалады, бірақ кейін 2:4 қатынасында біртіндеп төмендегенін көреміз.



Сурет 4 - Катионит КУ-2-8 қатысында АВ-17-8 ісіну дәрежесінің уақытқа және мольдік қатынастарына тәуелділігі

Тәжірибе уақыты басталғаннан кейін ісіну коэффициенті (K_i) 6 сағаттан кейін 4:2 қатынасында түскен, мұнда коэффициент 24 сағаттан кейін 0,25-ке жуық төмендейді. Себебі OH^- иондарының көп мөлшері ісінудің және COOH топтарының төмен концентрациясымен, сондай-ақ негізгі функционалды топтардың H^+ иондарының жоғары ісіну жылдамдығымен әрекеттесуімен байланысты. Жүйедегі АВ-17-8 (анион алмастырғыш) көлемінің минимумдық көрсеткіші, зерттеудің 24 сағатында ортаның 2:4; 3:3 сонымен қатар 1:5 қатынастарында көрінген. Бұл аймақта ісінудің төмендеуі молекулаішілік $\geq \text{NH}^+ \dots \text{N} \leq$ байланыс формаларының түзілуімен немесе молекулаішілік оссоциаттардың құруымен байланысты болады. 0:6 қатынасы үшін ісіну коэффициенті салыстырмалы түрде ондай қатты өзгеріске ұшырамаған, бұл КУ-2-8 (катионит алмастырғыш) болмаған кезде АВ-17-8 (анион алмастырғыштың) тұрақты қасиеттерін көрсетуі мүмкін.

4. Қорытынды

Қашықтықтан әрекеттесу кезінде КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлі жүйесінің өзара активтенуінің өзгерісі анықталып, олардың электрохимиялық қасиеттері зерттелді. Жүргізілген зерттеулер мен талдаулардың нәтижелері, полимерлердің бір-бірімен қашықтықтан әсер ету негізінде электрөткізгіштік көрсеткіштері мен рН-ы әр түрлі уақытта өзгертіндігін көрсетті. Осылайша алынған нәтижелер, қарама-қарсы зарядталған иондардың түзілуі және сулы ортадағы интерполимерлі жүйелердің электрохимиялық параметрлерінің өзгеруінің салдары, полимерлер арасындағы қашықтықтан әрекеттесу әсерінің бар екендігін көрсетті. Күшті электролиттердің электрөткізгіштігінің мәні уақыт өткен сайын артады, себебі макромолекулалар тізбегінде орналасқан ионизацияға және диссоциацияға ұшырайтын топтардың қатынасы айтарлықтай өзгерістерге ұшырайтындығын көрсетеді. Алынған тәжірибе нәтижелері бір компоненттің бастапқы күйінің өзгеруі ион алмастырғыштар мен интерполимерлі жүйелердің электрохимиялық әрекетін өзгертетінін көрсетеді.

Қаржыландыру: Зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің гранттық қаржыландыру бойынша No.ИРН BR21882220 жобасымен қаржыландырылды.

Мүдделер қақтығысы: Авторлар бұл мақалада өзара мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТА ДИСТАНЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНТЕРПОЛИМЕРНОЙ СИСТЕМЫ КУ-2-8:АВ-17-8

Т.К. Джумадилов^{1,2}, Г.Т. Дюсембаева^{1,2}, Ж.С. Мукатаева², Ю.В. Гражулявичюс³*

¹АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан

²Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан

³Каунасский технологический университет, Каунас, Литва

*E-mail: g_gazinovna@mail.ru

Резюме. *Введение.* Изучены электрохимические свойства взаимной активации полимеров в результате дистанционного взаимодействия интерполимерной системы КУ-2-8:АВ-17-8. В качестве объектов исследования были выбраны интерполимерные системы, состоящая из полимеров катионит: анионит КУ-2-8 и АВ-17-8. В результате дистанционного взаимодействия происходит взаимная активация ионообменников, в результате чего полимеры переходят в состояние высокой ионизации, существенно изменяя электрохимические свойства растворов, такие как электропроводность и рН. *Цель работы* – целью исследования является изучение особенностей взаимной активации интерполимерных систем КУ-2-8:АВ-17-8. *Полученные результаты.* Значение удельной электропроводности водной среды в соотношении 5:1 через сутки постепенно снижается, а коэффициент набухания анионита АВ-17-8 увеличился до максимального значения 3.86 через 1 час при соотношении 5:1 в присутствии катионита КУ-2-8. В соотношениях интерполимерных систем КУ-2-8: АВ-17-8 4:2 удельная электропроводность водной среды через 6 часов достигает 7.0 максимального значения, а показатель рН снижается по сравнению с исходным значением. Величина электропроводности постепенно увеличивается в соотношениях 2:4 и 1:5 в разные промежутки времени. На 2,5 часе исследования можно заметить, что рН среды снизился от максимального значения 7.45 до минимального значения 4.85 в соотношениях 3:3 и 2:4. Коэффициента набухания при соотношении 2:4 повышается через 2.5 часа и снижается через 6 часов. *Вывод.* В результате дистанционного взаимодействия изменения электрохимических свойств полимеров катионита КУ-2-8 и анионита АВ-17-8 наблюдаются во всех мольных соотношениях. Дистанционное взаимодействие оказывает особое влияние на электрохимические свойства среды. Полученные экспериментальные результаты показывают, что изменение исходного состояния одного компонента меняет электрохимическое поведение ионитов и интерполимерных систем.

Ключевые слова: интерполимерная система, КУ-2-8, АВ-17-8, эффект дальнего действия, взаимная активация, удельная электропроводность, показатель рН.

<i>Джумадилов Талқыбек Қожатаевич</i>	<i>Доктор химических наук, профессор</i>
<i>Дюсембаева ГүлнурТоктаргазиновна</i>	<i>PhD докторант</i>
<i>Мукатаева Жазира Сағатбековна</i>	<i>Кандидат химических наук, ассоц. профессор</i>
<i>Гражулявичюс Юозас Видас</i>	<i>Профессор</i>

Әдебиеттер тізімі

1. Krishnan S., Zulkapli N.S., Kamyab H., Mat Taib S.M., Fadhil Bin Md Din M., Abd Majid Z., Chairapat S., Kenzo I., Ichikawa Y., Nasrullah M., Chelliapan S., Othman N. Current technologies for recovery of metals from industrial wastes: An overview, *Environ Technol Inno.*, **2021**, 22, 101525. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101525>

2. Jörissen J. Ion exchange membranes as solid polymer electrolytes (spe) in electro-organic syntheses without supporting electrolytes. *Electrochim. Acta.*, **1996**, 41(4), 553-562. [https://doi.org/10.1016/0013-4686\(95\)00342-8](https://doi.org/10.1016/0013-4686(95)00342-8)
3. Qadeer R., Hanif J., Khan M., Saleem M. Uptake of Uranium Ions by Molecular Sieve. *Radiochim. Acta.*, **1995**, 68(3), № 3, 197-202. <https://doi.org/10.1524/ract.1995.68.3.197>
4. Kurian M. Cerium oxide-based materials for water treatment - a review. *J. Environ. Chem. Eng.*, **2020**, 8(5), 104439. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104439>
5. Petrov G., Zotova I., Nikitina T., Fokina S. Sorption recovery of platinum metals from production solutions of sulfate-chloride leaching of chromite wastes. *Metals.*, **2021**, 11, 569. <https://doi.org/10.3390/met11040569>
6. Jumadilov T., Khimersen K., Malimbayeva Z., Kondaurov R. Effective Sorption of Europium Ions by Interpolymer System Based on Industrial Ion-Exchanger Resins Amberlite IR120 and AB-17-8. *Materials.*, **2021**, 14(14), 3837. <https://doi.org/10.3390/ma14143837>
7. Altshuler H.N., Ostapova E.V., Malysenko N.V., Altshuler O.H. Sorption of nicotinic and isonicotinic acids by the strongly basic anion exchanger AB-17-8. *Russian Chem. Bul.*, **2017**, 66, 1854-1859. <https://doi.org/10.1007/s11172-017-1957-7>
8. Jumadilov T. K., Imangazy A.M., Khimersen Kh., Haponiuk J.T. Remote interaction effect of industrial ion exchangers on the electrochemical and sorption equilibrium in scandium sulfate solution. *Polymer Bulletin.*, **2023**, 81, 1-19. <https://doi.org/10.1007/s00289-023-04800-x>
9. Utesheva A.A., Jumadilov T.K., Grazulevicius J.V. Self-organization of interpolymer systems with high sorption activity to uranyl ions. *Engineering Journal of Satbayev University.*, **2022**, 144(2), 22-27. <https://doi.org/10.51301/ejsu.2022.i2.04>
10. Jumadilov T.K., Totkhuskyzy B., Malimbayeva Z., Kondaurov R., Imangazy A.M., Khimersen K., Grazulevicius J.V. Impact of Neodymium and Scandium Ionic Radii on Sorption Dynamics of Amberlite IR120 and AB-17-8 Remote Interaction. *Materials.*, **2021**, 14, 5402. <https://doi.org/10.3390/ma141854022>
11. Jumadilov T. K., Khimersen Kh., Haponiuk, J.T., Totkhuskyzy B. Enhanced Lutetium Ion Sorption from Aqueous Solutions Using Activated Ion Exchangers. *Polymers.*, **2024**, 16, 220. <https://doi.org/10.3390/polym16020220>

References

1. Krishnan S., Zulkapli N.S., Kamyab H., Mat Taib S.M., Fadhil Bin Md Din M., Abd Majid Z., Chaiprapat S., Kenzo I., Ichikawa Y., Nasrullah M., Chelliapan S., Othman N. Current technologies for recovery of metals from industrial wastes: An overview, *Environ Technol Inno.*, **2021**, 22, 101525. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101525>
2. Jörissen J. Ion exchange membranes as solid polymer electrolytes (spe) in electro-organic syntheses without supporting electrolytes. *Electrochim. Acta.*, **1996**, 41(4), 553-562. [https://doi.org/10.1016/0013-4686\(95\)00342-8](https://doi.org/10.1016/0013-4686(95)00342-8)
3. Qadeer R., Hanif J., Khan M., Saleem M. Uptake of Uranium Ions by Molecular Sieve. *Radiochim. Acta.*, **1995**, 68(3), № 3, 197-202. <https://doi.org/10.1524/ract.1995.68.3.197>
4. Kurian M. Cerium oxide-based materials for water treatment - a review. *J. Environ. Chem. Eng.*, **2020**, 8(5), 104439. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104439>
5. Petrov G., Zotova I., Nikitina T., Fokina S. Sorption recovery of platinum metals from production solutions of sulfate-chloride leaching of chromite wastes. *Metals.*, **2021**, 11, 569. <https://doi.org/10.3390/met11040569>
6. Jumadilov T., Khimersen K., Malimbayeva Z., Kondaurov R. Effective Sorption of Europium Ions by Interpolymer System Based on Industrial Ion-Exchanger Resins Amberlite IR120 and AB-17-8. *Materials.*, **2021**, 14(14), 3837. <https://doi.org/10.3390/ma14143837>
7. Altshuler H.N., Ostapova E.V., Malysenko N.V., Altshuler O.H. Sorption of nicotinic and isonicotinic acids by the strongly basic anion exchanger AB-17-8. *Russian Chem. Bul.*, **2017**, 66, 1854-1859. <https://doi.org/10.1007/s11172-017-1957-7>

8. Jumadilov T. K., Imangazy A.M., Khimersen Kh., Haponiuk J.T. Remote interaction effect of industrial ion exchangers on the electrochemical and sorption equilibrium in scandium sulfate solution. *Polymer Bulletin.*, **2023**, 81. 1-19. <https://doi.org/10.1007/s00289-023-04800-x>

9. Utesheva A.A., Jumadilov T.K., Grazulevicius J.V. Self-organization of interpolymer systems with high sorption activity to uranyl ions. *Engineering Journal of Satbayev University.*, **2022**, 144(2), 22–27. <https://doi.org/10.51301/ejsu.2022.i2.04>

10. Jumadilov T.K., Totkhuskyzy B., Malimbayeva Z., Kondaurov R., Imangazy A.M., Khimersen K., Grazulevicius J.V. Impact of Neodymium and Scandium Ionic Radii on Sorption Dynamics of Amberlite IR120 and AB-17-8 Remote Interaction. *Materials.*, **2021**, 14, 5402. <https://doi.org/10.3390/ma141854022>

11. Jumadilov T. K., Khimersen Kh., Haponiuk, J.T., Totkhuskyzy B. Enhanced Lutetium Ion Sorption from Aqueous Solutions Using Activated Ion Exchangers. *Polymers.*, **2024**, 16, 220. <https://doi.org/10.3390/polym16020220>