

ЕҢБЕК ҚЫЗЫЛ ТУ ОРДЕНДІ  
«Ә. Б. БЕКТҰРОВ АТЫНДАҒЫ  
ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ»  
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

# ҚАЗАҚСТАННЫҢ ХИМИЯ ЖУРНАЛЫ

---

---

## ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

---

---

### CHEMICAL JOURNAL of KAZAKHSTAN

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
«ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ НАУК  
им. А. Б. БЕКТУРОВА»

**3 (71)**

ИЮЛЬ – СЕНТЯБРЬ 2020 г.  
ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА  
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ  
2020

Т. Қ. ЖҰМАДІЛОВ<sup>1</sup>, З. Б. МАЛИМБАЕВ<sup>2</sup>, И. С. САПАРБЕКОВА<sup>2</sup>, О. В. СУБЕРЛЯК<sup>3</sup>

<sup>1</sup>«Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ,  
Алматы, Қазақстан Республикасы;

<sup>2</sup>Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы;

<sup>3</sup>«Львовская политехника» ұлттық университеті, Львов, Украина

## КАТИОНИТ КУ-2-8 ЖӘНЕ АНИОНИТ АВ-17 ГИДРОГЕЛЬДЕРІНЕН ТҰРАТЫН ИНТЕРГЕЛЬДІ ЖҮЙЕНІҢ ӨЗАРА АКТИВТЕЛУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

**Аннотация.** Гидрогельдердің сіңіру қабілеттерін және селективтіліктерін анықтау мақсатында интергелді жүйеде полимерлі торлардың өзара активтелуі зерттелді. Зерттеу нысаны ретінде катионит КУ-2-8 (ісінген) және анионит АВ-17 (ісінген) гидрогельдерінен тұратын интергелді жүйе таңдап алынды. Гидрогельдердің қашықтықтан әрекетесу нәтижесінде олардың электрохимиялық және конформациялық құрамында едәуір өзгешеліктердің пайда болуына әкелетін өзара активтелу жүзеге асатыны анықталды. Уақыт өте келе ерітіндінің рН мәні өсіп, электрөткізгіштігінің төмендеуі байқалады. рН мәнінің өсуі ерітіндіде зарядталған ОН<sup>-</sup> ионының көбеюімен түсіндіріледі. Қашықтықтан әрекеттесу кезінде электрөткізгіштіктің максималды және минималды облыстары пайда болды. Уақыт өткен сайын бұл көрсеткіштер жоғарылайды. Төменгі электрөткізгіштікті КУ-2-8 (ісінген) : АВ-17 (ісінген) = 2:4 және КУ-2-8 (ісінген) : АВ-17 (ісінген) = 1:5 қатынастары гидрогельдердің қашықтықтан әрекеттесуінің барлық уақыттарында көрсетті. Бұл олардың әлсіз диссоциациясымен түсіндіріледі. Максималды электрөткізгіштікті КУ-2-8 (ісінген) : АВ-17 (ісінген) = 6:0 қатынасы көрсетіп отыр. Оның барлық уақыттағы көрсеткіш интервалы 71,7-83,41. Ал КУ-2-8 (ісінген) : АВ-17 (ісінген) = 4:2 қатынасының электрөткізгіштік мәні 7,73-29,01 интервалында анықталды. Жинақталған тәжірибемізге сүйенсек, бұл құбылыс қатынастарда сульфотоптың диссоциация процессінің басымдылығымен түсіндіріледі.

**Түйін сөздер:** интергелді жүйе, гидрогельдер, катионит, анионит, активтелу.

**Кіріспе.** Селективті полимерлер алуға негізделген негізгі бағыттардың бірі интергелді жүйелер. Бұл бағыт А.Б.Бектұров атындағы химия ғылымдары институтында 2004 жылдан бері дамып келеді.

Интергелді жүйелердің көпкомпонентті жүйелерден айырмашылығы макроскопиялық гельдердің қатысуымен компоненттердің қашықтықтан әрекеттесуі [1-2]. Гидрогельдердің мұндай әрекеттесулерінің эффективтілігі ғылыми жаңалық ретінде Ресей Федерациясында «Халықаралық ғылыми жаңалықтар мен ашылулар авторларының академиясымен» мақұлдана отырып, №368-ші «Явление изменения степени набухания гидрогелей при их дистанционном взаимодействии» атты ғылыми жаңалық ретінде бекітілген. Одан әрі Э.Е.Копишев және Ю.И.Рева жұмыстарында интергелді жүйелердің ионды бөлшектермен әрекеттескенде сорбциялық қасиеттерінің өсуі теория жүзінде дәлелденген болатын.

Зеттеулердің нәтижесінде алынған деректер гидрогельдердің қашықтықтан әрекеттесуінде байқалатын құбылыстар келесі қорытындыларға әкеледі:

– Қышқылдық және негіздік гидрогельдердің қашықтықтан әрекеттесуі нәтижесінде өзара активтелу жүзеге асады. Оған сабеп екі гидрогельде де иондалған топтардың қосымша тығыздығы пайда болады. Бұл тығыздық активтелмеген гидрогельдердің тығыздығынан әлдеқайда жоғары [3-4].

– Иондалған топтардың едәуір бөлігі аралық тізбекте иондарсыз күйде болады [5]. Дәл осылай қашықтықтан әрекеттесуге қатысатын метакүйлі қалыптағы гидрогельдер пайда болады.

– Полимерлік гидрогельдердің «ұзақ қашықтықтан әсер ету эффектісі» торланған макромолекулалардың реакциялық қабілетін реттейтін негізгі құрал болып табылады [6].

Бұл нәтижелердің барлығы жоғары селективті полимерлер алуда интергельді жүйелердің жоғары потенциалын көрсетеді [7]. Осыған байланысты атқарылған жұмыстың басты мақсаты КУ-2-8 (ісінген) : АВ-17 (ісінген) интергелді жүйесінің өзара активтелу ерекшеліктерін зерттеу болып табылады.

КУ-2-8 – бұл көпфункционалды күшті қышқылдық қасиетке ие катионит. Ісінгенде қозғалғыш  $H^+$  катионына және катионит қаңқасы болып табылатын макромолекулалы қозғалмайтын  $R^-$  анионына ыдырайды.

АВ-17 – бұл көпфункционалды күшті негіздік қасиетке ие, төртіншілік аммонийлі құрамды  $-N^+(CH_3)_3$  ионгенді топты анионит. Қышқылдарға (соның ішінде азот қышқылына да), негіздерге және тотықтырғыштарға тұрақты.

## ТӘЖІРИБЕЛІК БӨЛІМ

Ерітіндінің меншікті электрөткізгіштігін өлшеуге «МАРК-603» кондуктометрі (Ресей), сутек ионының концентрациясын анықтауға Metrohm 827 pH-Lab pH-метрі (Швейцария) қолданылды. Гидрогелдердің массалары SHIMADZUAY220 аналитикалық таразысында (Жапония) өлшенді.

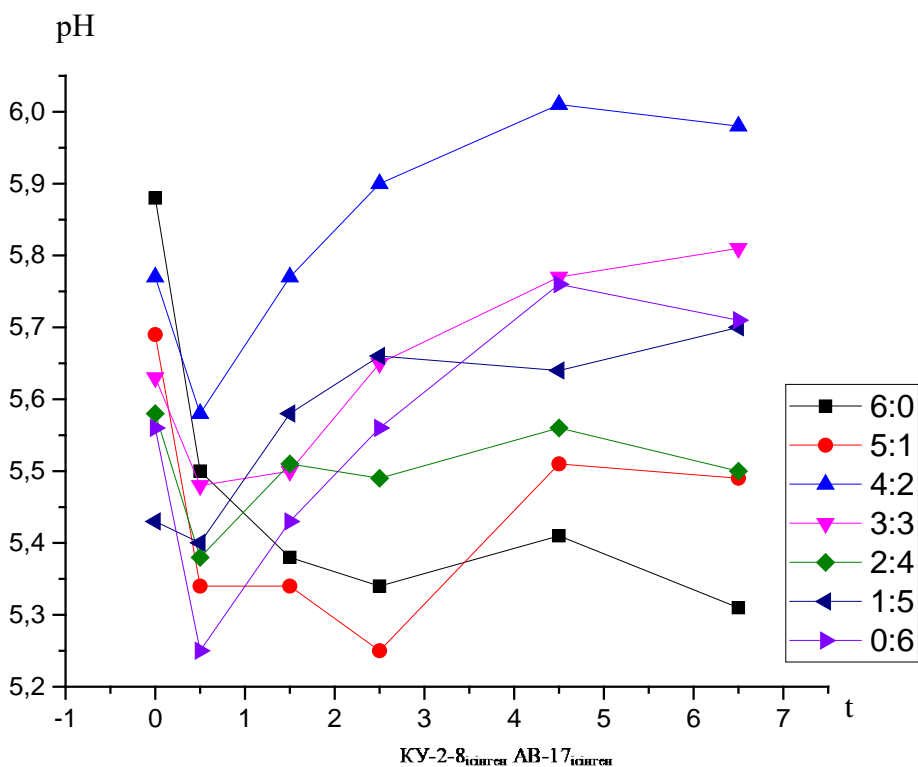
*Электрохимиялық зерттеулер.* Тәжірибелер бөлме температурасында жүргізілді. Интергелді жүйені зерттеу мына ретпен жүргізілді: әр гидрогель құрғақ күйінде өлшенді; полипропиленді торларға салынып, дистильденген суда бір тәулікке ісінуге қойылды; ісінген гелдердің молярлық қатынастары бойынша қашықтықтан әрекеттесуі зерттелді; белгілі бір уақыт аралығында ерітіндінің pH-мәні және меншікті электрөткізгіштігі гелдердің ерітіндіден шығарылмаған күйі өлшенді.

## НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Бұрын атқарылған түрлі функционалды топтары бар интергелді жүйелерге арналған зерттеу жұмыстарының нәтижесі гидрогельдердің өзара активтелуі олардың электрохимиялық және көлемді-гравиметриялық құрамының өзгеріске ұшырайтынын дәлелдеп отыр [8-10]. Сулы ортада интергелді

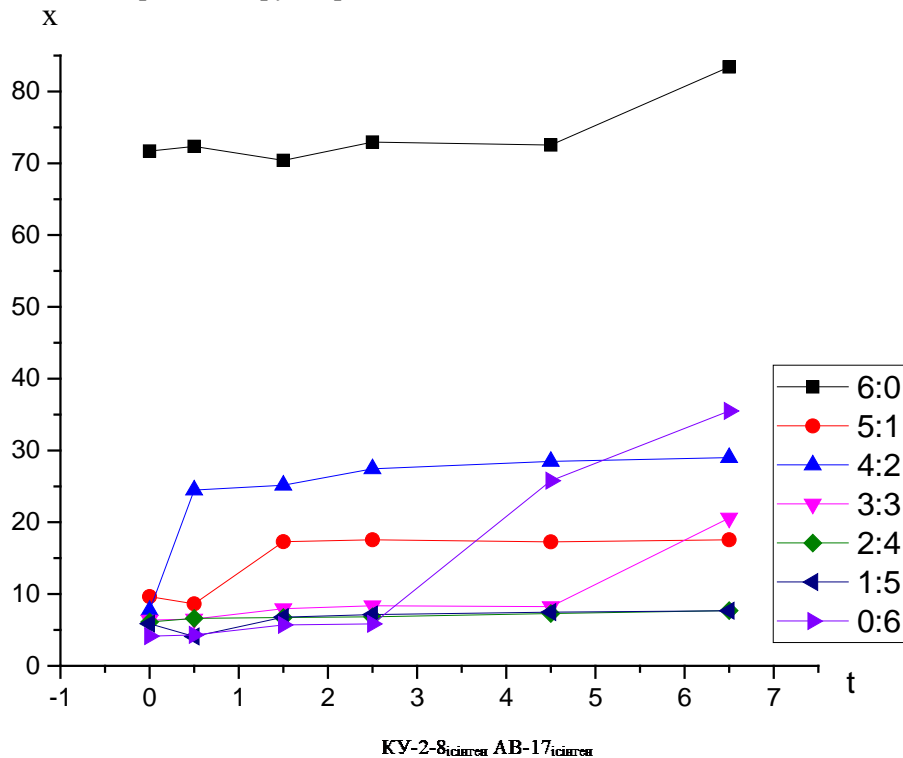
жүйенің болуы әртүрлі процесстердің жүруіне себепші болады. Ол процесстер өз кезегінде ерітіндінің электрохимиялық тепе-теңдігінің өзгеруіне әкеліп соғады.

1-суретте КУ-2-8<sub>ісінген</sub> АВ-17<sub>ісінген</sub> интергелді жүйесінің молярлық қатынастарында белгілі бір уақыт аралығында ерітіндінің рН көрсеткіштерінің өзгеруі көрсетілген. Бұл жүйенің (КУ-2-8<sub>ісінген</sub> АВ-17<sub>ісінген</sub> 6:0 қатынасынан басқа) барлық қатынастарында рН көрсеткішінің өсуі байқалады. Бұл өз кезегінде ерітіндіде зарядталған сутек иондарының азайғанын көрсетеді. Бастапқы полиқышқылдың (КУ-2-8<sub>ісінген</sub> АВ-17<sub>ісінген</sub> = 6:0) бастапқы кезеңде рН көрсеткішінің мәні жоғары мәнге ие болып, 6,5 сағат өткен соң ең төменгі көрсеткішке жеткен. Таза қышқылдың бүкіл уақыт аралығындағы рН мәнінің интервалы 5,31-5,88. Бұл процесс гидроксил иондарының басқа функционалды топтардан бөлінетін протондармен бейтараптануға ұшырау себебінен жүйеде сутек ионының концентрациясы максималды мәнге ие болуымен түсіндірілуі мүмкін. Суреттегі тағы бір ерекшелік рН мәнінің төмендеуі 0,5 сағат өткенде барлық қатынастарда байқалады. Бұл процесті Н<sup>+</sup> иондары шығымының көп болуымен, SO<sub>3</sub>H – тобының диссоциациясымен және негіздік топтың ыдырау жылдамдығының төмендігімен түсіндіруге болады.



1-сурет – Әртүрлі қатынастағы КУ-2-8<sub>ісінген</sub>: АВ-17<sub>ісінген</sub> гидрогельдерінің рН көрсеткіштерінің уақытқа тәуелділігі

2-суретте КУ-2-8<sub>ісінген</sub> АВ-17<sub>ісінген</sub> интергелді жүйесінің әртүрлі молярлық қатынастарында белгілі бір уақыт аралығында ерітіндінің меншікті электр-өткізгіштіктерінің өзгеруі көрсетілген.



2-сурет – Әртүрлі қатынастағы КУ-2-8<sub>ісінген</sub>: АВ-17<sub>ісінген</sub> Гидрогельдерінің электрөткізгіштік көрсеткіштерінің уақытқа тәуелділігі

Алынған мәліметтерге сүйенсек, уақыт өте келе КУ-2-8<sub>ісінген</sub>: АВ-17<sub>ісінген</sub> барлық қатынастарында электрөткізгіштік мәнінің жоғарылауы байқалады. Алайда, әр қатынастағы электрөткізгіштіктегі зарядтардың қозғалысы әртүрлі. Ең төменгі электрөткізгіштікті 1:5 қатынасы 0,5 сағаттан соң көрсетті. Интергелді жүйенің осы қатынаста ең төменгі электрөткізгіштікті көрсету себебі, сульфотоптан бөлініп шыққан протонның гетероатомы төртіншілік аммонийлі топтан бөлініп шыққан  $-N^+(CH_3)_3OH^-$  тобымен байланысуына негізделген. Максималды нүктеге ие электрөткізгіштіктің мәні заряд тасушылар концентрациясының жоғары екендігін көрсетеді. Мұндай жағдайда ол сулы ортадағы  $H^+$  ионы болуы мүмкін. Оның концентрациясы сульфотоптың ыдырау дәрежесіне тікелей байланысты болады. Бірақ жүйеде  $H^+$  ионын оңай қосып алып, зарядталған күйге өте алатын көпнегізді анионит АВ-17 бар. Бұл процесс иондалған бөлшектердің ерітіндідегі концентрациясының төмендеуіне әкеліп соғады.

Суреттегі мәліметтерге сүйенсек, КУ-2-8<sub>ісінген</sub>:АВ-17<sub>ісінген</sub> = 3:3 қатынасында 4,5 сағаттан соң максимум көрінеді. Бұл гидрогелдердің қашықтықтан әрекеттесуі кезінде өзара активтелу жүзеге асып, нәтижесінде жоғары ионизацияланған күйге көшуімен түсіндіріледі. Максималды электрөткізгіштікті КУ-2-8<sub>ісінген</sub>:АВ-17<sub>ісінген</sub> = 6:0 қатынасы көрсетті. Оның барлық уақыттағы көрсеткіш интервалы 71,7-83,41.

pH және электрөткізгіштіктің мәндерін сәйкестендіре отырып мынадай қорытындылар жасауға болады:

– Гидрогельдердің қашықтықтан әрекеттесуі олардың торап аралық байланыстарының конформациялық өзгерістеріне алып келеді. Соның нәтижесінде олар қосымша ісінуге ұшырайды.

– Өзара активтелу нәтижесінде гидрогелдер едәуір жоғары ионизацияланған күйге көшеді.

*Жұмыс ҚР БҒМ ҒК қаржыландыруымен атқарылды (AP05131302 және AP05131451 проекттері).*

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Бектуров Е.А., Джумадилов Т.К. Новые подходы к изучению эффекта дистанционного взаимовлияния гидрогелей // Изв.НАН РК. Сер.хим. – 2009. – № 1. – С. 86-87.
- [2] Бектуров Е.А., Джумадилов Т.К., Корганбаева Ж.К. Дистанционный эффект в полимерных системах // Вестник КазНУ. Сер. хим. – 2010. – № 3. – С. 108-110.
- [3] Jumadilov T., Shalytkova D., Suleimenov I. Anomalous exchange phenomenon // Proceedings of the Austrian-slovenian polymer meeting (ASPM 2013). – Slovenia, 2013. – P. 51.
- [4] Jumadilov T., Kaldayeva S., Kondaurov R., Erzhan B., Erzhet B. Mutual activation and high selectivity of polymeric structures in intergel systems / Jumadilov T. // High performance polymers for engineering based composites / Omari V. Mukbaniani, Marc J.M. Abadie, Tamara Tatrishvili. – CRCpress, 2015. – P. 111-119.
- [5] Jumadilov T.K. Electrochemical and conformation behaviour of intergel systems based on the rare crosslinked polyacid and polyvinyl pyridines // Proceeding of the international conference of Lithuanian Chemical Society – Chemistry and Chemical Technology. – Kaunas, Lithuania, 2014. – P. 226-229.
- [6] Джумадилов Т.К. Эффект дистанционного взаимодействия полимерных гидрогелей в инновационной технологии // Промышленность Казахстана. – 2011. – № 2. – С.70-72.
- [7] Jumadilov T.K. Hydrogels remote interaction–basis of new phenomena and technologies // 10th Polyimides & High Performance Polymers Conference. – Montpellier, France, June 2016. – P. CIV-7.
- [8] Alimbekova B.T., Korganbayeva Zh.K., Himersen H., Kondaurov R.G. and Jumadilov T.K. // J. Chem.Chem. Eng. – 2014. – Vol. 8, N 3. – P. 265-269.
- [9] Джумадилов Т.К., Абилов Ж.А., Кондауров Р.Г.. Влияние взаимной активации гидрогелей полиметакриловой кислоты и поли-2-метил-5-винилпиридина на сорбционную способность интергелевой системы по отношению к ионам лантана // Химический журнал Казахстана. – 2014. – № 4. – С. 128-135.
- [10] Jumadilov T.K., Kaldayeva S.S., Kondaurov R.G., Erzhan B., Erzhet B. // Proceedings of symposium ICSP&AM3. – Tbilisi, 2013. – P. 191-196.

#### REFERENCES

- [1] Bekturov E.A., Dzhumadilov T.K. Novye podhody k izucheniyu effekta distancionnogo vzaimovliyaniya gidrogelej // Izv. NAN RK. Ser. him. 2009. N 1. P. 86-87.
- [2] Bekturov E.A., Dzhumadilov T.K., Korganbaeva ZH.K. Distancionnyj effekt v polimernyh sistemah // Vestnik KazNU. Ser. him. 2010. N 3. P. 108-110.

[3] Jumadilov T., Shalytkova D., Suleimenov I. Anomalous ion exchange phenomenon // Proceedings of the Austrian-slovenian polymer meeting (ASPM 2013). – Slovenia, 2013. – P. 51.

[4] Jumadilov T., Kaldayeva S., Kondaurov R., Erzhan B., Erzhet B. Mutual activation and high selectivity of polymeric structures in intergel systems / Jumadilov T. // High performance polymers for engineering based composites / Omari V. Mukbaniani, Marc J.M. Abadie, Tamara Tatrishvili. CRCpress, 2015. P. 111-119.

[5] Jumadilov T.K. Electrochemical and conformational behaviour of intergel systems based on the rare crosslinked polyacid and polyvinyl pyridines // Proceeding of the international conference of Lithuanian Chemical Society – Chemistry and Chemical Technology. Kaunas, Lithuania, 2014. P. 226-229.

[6] Dzhumadilov T.K. Effekt distantsionnogo vzaimodejstviya polimernyh gidrogelej v innovacionnoj tekhnologii // Promyshlennost' Kazahstana. 2011. N 2. P. 70-72.

[7] Jumadilov T.K. Hydrogels remote interaction–basis of new phenomena and technologies // 10th Polyimides & High Performance Polymers Conference. Montpellier, France, June 2016. P. CIV-7.

[8] Alimbekova B.T., Korganbayeva Zh.K., Himersen H., Kondaurov R.G. and Jumadilov T.K. // J. Chem. Chem. Eng. 2014. Vol. 8, N 3. P. 265-269.

[9] Dzhumadilov T.K., Abilov Zh.A., Kondaurov R.G.. Vliyanie vzaimnoj aktivacii gidrogelej polimetakrilovoj kisloty i poli-2-metil-5-vinilpiridina na sorbcionnyuyu sposobnost' intergelevoj sistemy po otnosheniyu k ionam lantana // Himicheskij zhurnal Kazahstana. 2014. N 4. P. 128-135.

[10] Jumadilov T.K., Kaldayeva S.S., Kondaurov R.G., Erzhan B., Erzhet B. // Proceedings of symposium ICSP&AM3. Tbilisi, 2013. P. 191-196.

### Резюме

*Т. К. Джумадилов, З. Б. Малимбаева, И. С. Сапарбекова, О. В. Суберляк*

#### ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМНОЙ АКТИВАЦИИ ИНТЕРГЕЛЕВОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ КАТИОНИТА КУ-2-8 И АНИОНИТА АВ-17

С целью выявления поглощающих способностей и селективности гидрогелей исследована взаимная активация полимерных сеток в интергелевой системе. В качестве объекта исследования была выбрана интергелевая система, состоящая из катионита КУ-2-8 (набух.) и анионита АВ-17 (набух.). Установлено, что в результате дистанционного действия гидрогелей осуществляется взаимная активность, приводящая к возникновению значительных различий в их электрохимическом и конформационном составе.

**Ключевые слова:** интергелевая система, гидрогели, катионит, анионит, активации.

### Summary

*T. K. Jumadilov, Z. B. Malimbayeva, I. S. Saparbekova, O. V. Suberlyak*

#### FEATURES OF MUTUAL ACTIVATION OF AN INTERGEL SYSTEM BASED ON KU-2-8 CATIONITE AND AB-17 ANIONITE

The mutual activation of polymer meshes in the intergel system was studied in order to identify the absorbing abilities and selectivity of hydrogels. An intergel system consisting of KU-2-8 cationite (swell) and AB-17 anionite (swell) was chosen as the object of research. It was found that as a result of the remote action of hydrogels, mutual activity occurs, leading to significant differences in their electrochemical and conformational composition.

**Key words:** intergel systems, hydrogel, cation exchanger, anion exchanger, activated.