

## ЖАҢА СЫЗЫҚТЫ ЖӘНЕ ТОРЛЫ ТЕРМОСЕЗІМТАЛ СОПОЛИМЕРЛЕРДІҢ ДИЗАЙН

Г.А. Мун, Г.Ж. Елигбаева, А.А. Шайхутдинова, Г.С. Ирмухаметова, Ж.К. Жатқанбаева

Термосезімтал полимерлерді синтездеу кезінде құрылымның гидрофильді-гидрофобты балансында едәуір айырмашылығы бар мономерлерді радикалды сополимерлеуге негізделген жаңа тәсіл іске асырылды. Жаңа термосезімтал сополимерлердің көптеген спектрі алынды, олар макротізбектегі гидрофильді және гидрофобты буындардың арақатынасы дұрыс болған кезде термосезімтал полимерлерге тән қасиеттерді көрсетеді. Сополимерлердің су ерітінділері төменгі шекті еру температурасымен сипатталады, ал олардың негізіндегі полимерлі торлар термобейімделетін коллапсқа қабілеттілігін көрсетеді, оның мәнінің көмегімен сополимер құрамын кең шекте түрлендіру арқылы реттеуге мүмкін болады. Сополимерлерден алынған физикалық-химиялық тәртіптердің негізгі заңдылығы белгіленген.

## DESIGN AND FUNCTIONING OF NEW THERMOSENSITIVE COPOLYMERS OF LINEAR AND MESHWORK STRUCTURE

G.A. Mun, G.Zh. Yeligbayeva, A.A. Shaikhudinova, G.S. Irmukhametova, Zh.K. Zhatkanbayeva

A new approach to the synthesis of thermosensitive polymers was realized, it is based on the radical copolymerization of monomers with a significant difference in the hydrophilic-hydrophobic balance of the structure. A wide range of new thermosensitive copolymers was received, which at a certain ratio of hydrophilic and hydrophobic units in macrochain display properties that are typical for thermosensitive polymers. Aqueous solutions of copolymers are characterized by lower critical temperature of dissolution, and polymer meshworks on their base show ability to thermo-induced collapse, that's value can adjust within wide limits by varying the composition of the copolymer. The main regularities of physico-chemical behavior of the derived copolymers were determined.

ӘОЖ 541.64

## НИКЕЛЬ НАНОБӨЛШЕКТЕРІ БАР СОПОЛИМЕРЛЕРДІ АЛУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТЕРМОСЕЗІМТАЛДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Ұ. Нақан, Р.К. Рахметуллаева, Р.Г. Қаржаубаева, А.Қ. Тоқтабаева

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті; Алматы қаласы, Қазақстан

Алғаш рет жұмыста радиациялық полимерлеу жолымен құрамында никель нанобөлшектері бар жаңа термосезімтал 2-гидроксиэтилакрилат (ГЭА) және N-изопропилакриламид (НИПААМ) негізіндегі полимерлі гидрогельдер алынды. Құрамында никель нанобөлшектері бар және никельсіз ГЭА-НИПААМ сополимерлері гидрогельдеріне температураның әсері зерттеліп, оларға термоиндуцирленген тән екендігі айқындалды.

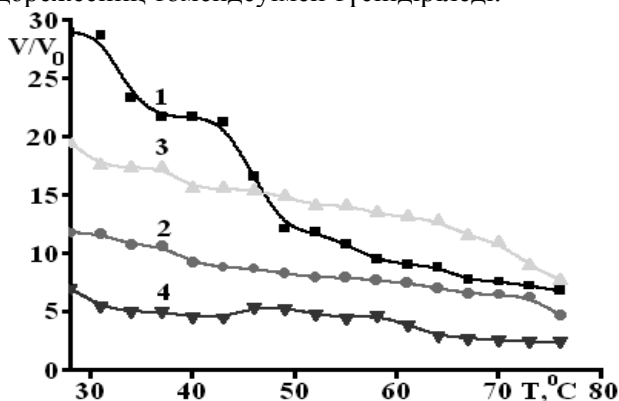
Күміс нанобөлшектерінің алыну жолдары, атап айтқанда, кеңінен қолданыс тапқан цитраттық, боргидридтік, радиациялық химиялық тотықсыздандыру әдістері, екі фазалы су-органикалық жүйелерін, беттік активті заттарды және гидрофильді полимерлерді қолдану әдістері /1-3/ авторлармен тереңірек қарастырылған.

Ұсынылған жұмыста бұрын сонды алынған /4/ полимерлі гидрогельдер N-изопропилакриламид (НИПААМ) және 2-гидроксиэтилакрилаттың (ГЭА) үшөлшемді сополимерлерінің термосезімталдық қасиеттерін зерттеу мақсатында құрамына никель иондарын енгізу арқылы радиациялық иницирлеу жолымен жаңа суда ісінетін полимерлі гидрогельдер алынды. Тігуші агент (ТА) ретінде бисакриламид (БАА) қолданылды.

Ұсынылған жұмыста  $\gamma$ -сәулелену көзі ретінде  $\text{Co}^{60}$  «МРХ- $\gamma$ -25М» қондырғысын қолдана радиациялық полимерлеу жолымен құрамында никель нанобөлшектері бар және никельсіз жаңа термосезімтал полимерлі гидрогельдер алу мақсатында 2-гидроксиэтилакрилат (ГЭА) және N-изопропилакриламидтің (НИПААМ) үшөлшемді сополимерлеуі жүргізілген. Тігуші агент (ТА) ретінде бисакриламид (БАА) алынды. Үшөлшемді сополимерлеудің басты заңдылықтары золь-гель талдау және гравиметрия әдістерімен зерттелген. Бастапқы мономерлік қоспадағы (БМК) ГЭА-ның мөлшерінің гель-фракция шығымына және ГЭА-НИПААМ сополимерлерінің гидрогельдерінің бірқалыпты суда және спиртте ісінулеріне әсері зерттелді. ГЭА-НИПААМ сополимерлерінің гидрогельдерінің судағы және спирттегі бірқалыпты ісіну дәрежесі ( $\alpha$ ) бастапқы мономерлік қоспада ГЭА буындары артқан сайын жоғарылайтындығы анықталды. ГЭА-НИПААМ сополимерлері

гидрогельдерінің  $\alpha$  шамасының жоғарылауын активтілігі төмен мономер ГЭА-ның концентрациясын арттырғанда тігілу дәрежесінің төмендеуімен түсіндіруге болады.

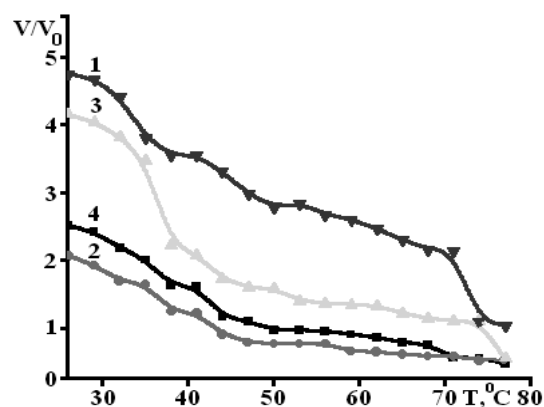
/4/ айтылып келгендей полимердің термосезімталдық қасиетіне гелді алу шарттарының, жағдайының маңызы өте зор. Сондықтан жұмыста құрамында никель нанобөлшектері бар және никельсіз жаңа сополимерлердің термосезімталдық қасиеттері зерттелді (1-3 суреттер). Ол үшін суда бірқалыпты ісінген полимерлі гидрогельдің үлгілерін суға салып, олардың ісіну қатынастарының шамаларының ( $V/V_0$ ) температура бойынша өзгеруі бақыланды. ГЭА-НИПААМ сополимерлерінің полимерлі гидрогельдеріне термоиндуцирленген коллапс – температураның жоғарылауымен ісіну қатынастарының күрт өзгеруі тән екендігі айқындалды. 1-суретте көрсетілгендей бастапқы мономер құрамында (БМҚ) НИПААМ буыны 30% болғанда никельсіз сополимердің термосезімталдық қасиеттерінде еш өзгеріс байқалмайды, ал мономер буынын 50-70% көтергенде алынған полимерлердің термосезімталдық қасиеттерінің біршамаға өзгеретіні, яғни полимерлі гидрогельдердің температура өскен сайын коллапсқа ұшырайтыны байқалды. Бұл бастапқы мономер құрамындағы НИПААМ буынының артуымен гидрофобты әрекетесудің үдеуімен, гидрогель – су жүйесіндегі сутектік байланыстардың үзілуімен түсіндіріледі. Сонымен қатар, бастапқы мономер құрамында НИПААМ буыны 30% болғанда сополимердің температураға әсері никель тұзының концентрациясына тәуелді, ал мономер буынын 50-70% көтергенде оған тәуелсіз екенін алынған тәжірибелерден көруге болады және бұл синтездеу барысында алынған гидрогельдің ісіну дәрежесінің төмендеуімен түсіндіріледі.



БМҚ [ГЭА]:[НИПААМ] = 70:30 мол.%;

$[Ni^{2+}]$ , моль/л = 0,01(1); 0,02 (2); 0,05 (3);  
никельсіз (4).

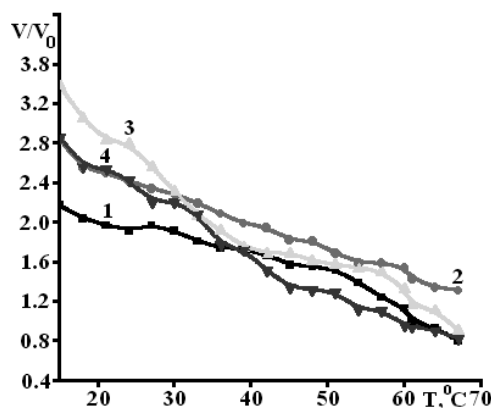
1-сурет. Құрамында никель нанобөлшектері бар ГЭА-НИПААМ торларына температураның әсері



БМҚ [ГЭА]:[НИПААМ] = 50: 50 мол.%;

$[Ni^{2+}]$ , моль/л = 0,01(1); 0,02 (2); 0,05 (3);  
никельсіз (4).

2-сурет. Құрамында никель нанобөлшектері бар ГЭА-НИПААМ торларына температураның әсері



БМҚ [ГЭА]:[НИПААМ] = 30: 70 мол.%;  
 $[H_2O]=70\%$ ;

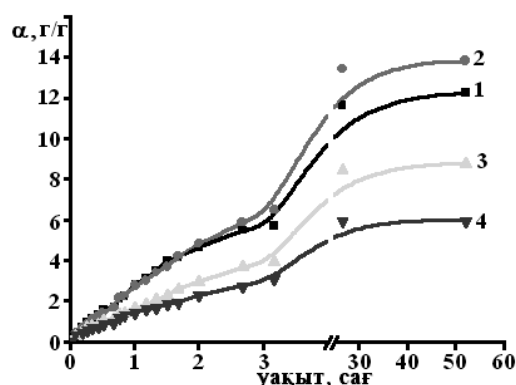
$[Ni^{2+}]$ , моль/л = 0,01(1); 0,02 (2); 0,05 (3);  
никельсіз (4).

Сурет 3. Құрамында никель нанобөлшектері бар ГЭА-НИПААМ торларына температураның әсері

Жұмыста құрамында никель нанобөлшектері бар ГЭА-НИПААМ сополимерлерінің гидрогельдеріне ортаның иондық күшінің әсері зерттелді. Ортаның иондық күшінің концентрациясы артқан сайын полимерлі гидрогельдің көлемінің жиырылу қабілетінің ұлғаятыны және жиырылу амплитудасы біршама азаятыны анықталды. Мұны гидрогельді қоршаған ортаның гидродинамикалық сапасының төмендеуімен және гидрофобты әрекеттесудің үдеуімен түсіндіреміз.

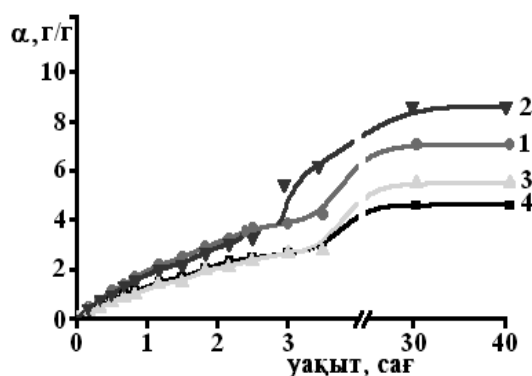
Осыған байланысты құрамында никель нанобөлшектері бар және никельсіз ГЭА-НИПААМ полимер торларының суда (4-сурет) және натрий тұзының сулы ерітіндісінде (5-сурет) ісіну кинетикасы зерттелді. Суреттерде көрсетілгендей бастапқы мономер құрамында НИПААМ буынының мольдік пайызы артқан сайын гидрогельдердің суда және тұзда ісіну дәрежесінің жоғары жүретіні анықталды, бұл радиациялық полимерлену кезінде алынған полимерлердің тігілу дәрежесімен түсіндіріледі.

Жұмыста ГЭА-НИПААМ сополимерлерінің құрамында никель нанобөлшектері бар екендігін дәлелдеу мақсатында оптикалық және атомдық - күштік микроскопия әдістерімен полимерлі гидрогельдердің беткі қабаттары түсірілді (6-сурет).



БМҚ [ГЭА]:[НИПААМ] = 50:50 (1); 70:30 (2); 30:70 (3); никельсіз 50:50 (4) мол.%;  $[Ni^{2+}] = 0,01$  моль/л

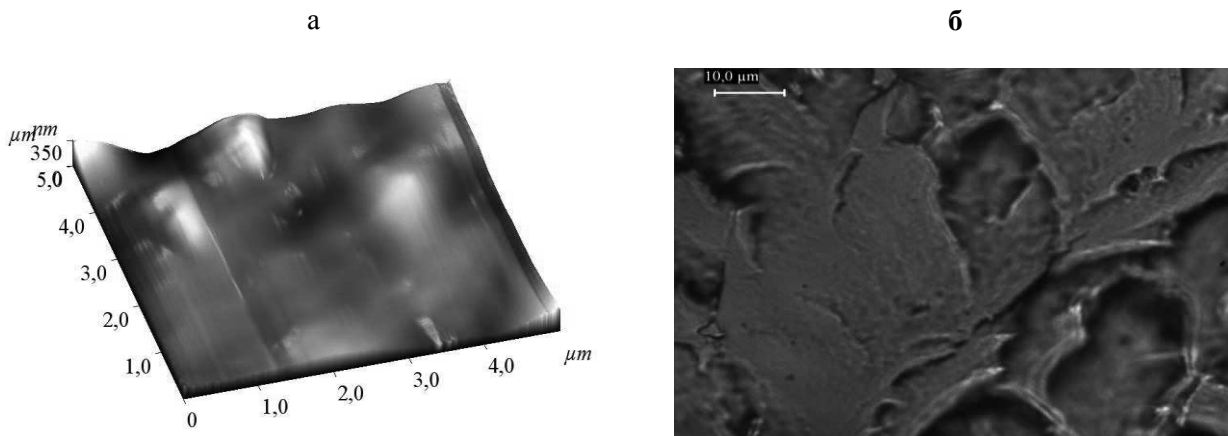
4-сурет. ГЭА-НИПААМ полимер торларының судағы ісіну кинетикасы



БМҚ [ГЭА]:[НИПААМ] = 50:50 (1); 70:30 (2); 30:70 (3); никельсіз 50:50 (4) мол.%;  $[Ni^{2+}] = 0,01$  моль/л

5-сурет. ГЭА-НИПААМ полимер торларының NaCl сулы ерітіндісіндегі ісіну кинетикасы

Қорыта келе жұмыста алғаш рет үсәуелену көзі ретінде  $Co^{60}$  «МРХ-γ-25М» қондырғысын қолдана радиациялық полимерлеу жолымен құрамында күміс нанобөлшектері бар жаңа термосезімтал 2-гидроксиэтилакрилат (ГЭА) және N-изопропилакриламид (НИПААМ) негізіндегі полимерлі гидрогельдер алынды. Жұмыста құрамында никель нанобөлшектері бар және никельсіз ГЭА-НИПААМ сополимерлері гидрогельдеріне температураның әсері зерттеліп, оларға термоиндуцирленген коллапс – температураның жоғарылауымен ісіну қатынастарының күрт өзгеруі тән екендігі айқындалды. Никельсіз гидрогельдерге қарағанда құрамында никель нанобөлшектері бар полимерлердің термосезімталдық қасиеттері жоғары екені анықталды. Құрамында никель нанобөлшектері бар және никельсіз ГЭА-НИПААМ полимер торларының суда және натрий тұзының сулы ерітіндісінде ісіну кинетикасы зерттелді.



6-сурет. Құрамында никель нанобөлшектері бар ГЭА-НИПААМ гидрогелінің оптикалық (а) және атомдық – күштік (б) микроскопия әдісімен алынған көрінісі

### Әдебиеттер

1. Крутиков Ю.А., Кудринский А.А., Оленин А.Ю., Лисичкин Г.В. Синтез и свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы. Успехи химии, 2008, Т.77, С.242-270.
2. Ершов Б.Г. Наночастицы металлов в водных растворах: электронные, оптические и каталитические свойства. Рос. хим. ж., 2001. Т. 45, С.20-30.
3. Сергеев Г.Б. Нанохимия металлов. Успехи химии, 2001, Т.70, С. 905-933.
4. Рахметуллаева Р.К., Накан У., Жетписбаев Ш.Р., Бейсебекова Н.М., Мун Г.А. Перспективы применения триггерных полимеров в нанoeлектронике // Вестник КазНУ, серия химическая, №3 (59), Алматы, 2010, С. 226-230.

### ПОЛУЧЕНИЕ СОПОЛИМЕРОВ С НАНОЧАСТИЦАМИ НИКЕЛЯ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ

У. Накан, Р.К. Рахметуллаева, Р.Г. Каржаубаева, А.К. Токтабаева

*В работе впервые были получены новые термочувствительные полимерные гидрогели на основе 2-гидроксиэтилакрилата (ГЭА) и N-изопропилакриламида (НИПААМ) с наночастицами никеля путем радиационной полимеризации. Были изучены влияние температуры на сополимерные гидрогели ГЭА - НИПААМ содержащие наночастицы никеля и без никеля. Показано, что для полимерных сеток характерна способность к термоиндуцируемому коллапсу.*

### THE RESULTING COPOLYMER WITH NANOPARTICLES OF NICKEL AND TO STUDY THEIR THERMOSENSITIVE PROPERTIES OF

Y. Nakano, R.K. Rahmetullaeva, R.G. Karzhaubaeva, A.K. Toktabaeva

*New thermosensitive polymer hydrogels based on 2-hydroxyethyl acrylate (HEA) and N-isopropylacrylamide (NiPAM) with nickel nanoparticles were obtained by radiation polymerization. Effect of temperature on copolymer hydrogels HEA - NiPAM containing nanoparticles of nickel and nickel-free was studied. The ability of polymer networks to thermo-induced collapse was shown.*