

Қ.И.СӨТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ
УНИВЕРСИТЕТІ

ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ИНСТИТУТЫ

ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАР МЕН ПОЛИМЕРЛЕРДІ ӨНДЕУДІҢ
ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫ КАФЕДРАСЫ

Ғылымханов Бекболат

**N,N-ДИМЕТИЛАКРИЛАМИД НЕГІЗІНДЕГІ СОПОЛИМЕРЛЕРДІ
СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ОЛАРҒА СИПАТТАМА БЕРУ**

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B072100—«Органикалық заттардың химиялық технологиясы» білім беру
бағдарламасы бойынша

Алматы 2019

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ



Қ.И.СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ
ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ
ТЕХНОЛОГИЯЛАР ИНСТИТУТЫ

ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАР МЕН
ПОЛИМЕРЛЕРДІ ӨНДЕУДІҢ ХИМИЯЛЫҚ
ТЕХНОЛОГИЯСЫ КАФЕДРАСЫ

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

 Г.Ж.Елигбаева

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

**N,N-ДИМЕТИЛАКРИЛАМИД НЕГІЗІНДЕГІ СОПОЛИМЕРЛЕРДІ
СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ОЛАРҒА СИПАТТАМА БЕРУ**

5B072100–«Органикалық заттардың химиялық технологиясы» білім беру
бағдарламасы бойынша

Орындаған



Ғылымханов Бекболат

Ғылыми жетекші,
PhD доктор, лектор



Накан Ұлантай

Алматы 2019

РЕФЕРАТ

Жұмыс 34 беттен, 9 суреттен, 1 кестеден, 49 әдеби деректерден тұрады.

Мәселенің өзектілігі: Полимерметалды комплекстерге деген үлкен қызығушылық, бір жағынан, металл иондарының кейбірі (темір, мыс, кобальт, және т.б.) тірі организмдерде маңызды рөл атқаруына – ферментативті реакцияларға (металлоэнзимдер), бұлшық ет қысқаруына, тасымал құбылыс-тарын (мысалы, гемоглобин), мембраналық үрдістерге (натрий-калийлі сорғы) және т.б. қатысуына байланысты. Полимер-металл комплекстерін зерттеудің тағы бір қажеттілігі практикалық міндеттермен байланысты – сирек және асыл металдарды өнеркәсіптік қалдық сулардан алумен, тиімділігі жоғары гомогенді және гетерогенді полимерлі катализаторлар, термо- және механикалық берік полимерлі материалдар, жартылай өткізгіштер, мембрана және т.б. жасаумен байланысты. Полимерлердің медицинадағы комплекс қосылыстарының рөлі артуда.

Жұмыстың мақсаты: N, N-диметилакриламид және акрил қышқылы негізіндегі суда ісінетін стимулсезімтал полимерлер алу, олардың физика-химиялық және ауыспалы металл ионымен комплекстүзу қасиетін зерттеу.

Түйінді сөздер: N, N-диметилакриламид, акрил қышқылы, радикалды сополимерлеу.

Зерттеу нысандары: N, N-диметилакриламид пен акрил қышқылы негізіндегі торлы құрлымды сополимерлер.

Зерттеу әдістері: ИҚ - (Satellite FTIR спектрофотометр (Mattson, АҚШ)) спектроскопия, катетометр, гравиметрия (ISO 9001 аналитикалық таразы (Sartorius, Германия)).

Алынған нәтижелер мен олардың практикалық маңыздылығы:

Жұмыста алғаш рет ДМА-АҚ негізіндегі гидрогелдер радикалдық полимерлену арқылы сулы ортада заттық инициерлену арқылы синтезделіп алынды. Синтезделген сополимерлерге сипаттама беру мақсатында әр түрлі зерттеу әдістерін пайдаланып зерттеулер жүргізілді. ДМА-АҚ гидрогелі әр түрлі метал иондарымен комплекс түзуге қабілетті екені анықталып, сулары метал иондарынан тазалауға болатыны дәлелденді. ДМА-АҚ гидрогелін мұнаймен ластанған суды тазартуға қолдануға болатыныны ұсынылды.

РЕФЕРАТ

Работа содержит 34 страниц, 9 рисунков, 1 таблицу и 49 источников.

Актуальность проблемы: Большой интерес к полимерметалльным комплексам, с одной стороны, связан с тем, что некоторые ионы металлов (железо, медь, кобальт, и.т.д) играют важную роль в живых организмах- ферментативными реакциями (металлоэнзимы), мышечным сокращением, присутствием переносных явлений (например, гемоглобин), мембранными процессами (натрий-калийный насос). Еще одна необходимость исследования полимерно-металлических комплексов связана с практическими задачами – получением редких и благородных металлов из промышленных сточных вод, высокоэффективными гомогенными и гетерогенными полимерными катализаторами, термо и механически прочными полимерными материалами, полупроводниками, мембранами и т. д. в связи с созданием. Возрастает роль полимеров в комплексных соединениях в медицине.

Цель работы: получение водных стимулчувствительных полимеров на основе N, N-диметилакриламида и акриловой кислоты, изучение их физико-химических и комплексных свойств с переменными ионами металлов.

Ключевые слова: N, N-диметилакриламид, акриловая кислота, радикальная сополимеризация.

Объекты исследования: сетчатые структурные сополимеры на основе N, N-диметилакриламида и акриловой кислоты.

Методы исследования: ИК - (Satellite FTIR спектрофотометр (Mattson, США)) спектроскопия, катетометр, гравиметрия (аналитические весы ISO 9001 (Sartorius, Германия).

Полученные результаты и их практическая значимость:

Впервые в работе были синтезированы гидрогели на основе ДМА-АО путем радикальной полимеризации с помощью вещественной инициации в водной среде. В целях характеристики синтезированных сополимеров проводились исследования с использованием различных методов исследования. Установлено, что гидрогель ДМА-АК способен комплексообразовать с ионами различных металлов, и доказано, что вода может быть очищена от ионов металлов. Рекомендовано использовать гидрогель ДМА для очистки нефтезагрязненной воды.

ESSAY

Project consists of 34 p., 9 figures, 1 table and 49 sources.

Relevance of the problem: Great interest in Polymer-metal complexes, on the one hand, some of the metal ions (iron, copper, cobalt, etc.). b.) an important role is played in living organisms-enzymatic reactions (metalloenzymes), muscle contraction, portable phenomena (eg, hemoglobin), membrane processes (sodium-potassium pump), etc. b. depending on the participation. Another need for the study of polymer-metal complexes is associated with practical tasks – the production of rare and precious metals from industrial wastewater, highly homogeneous and heterogeneous polymer catalysts, thermo- and mechanically strong polymer materials, semiconductors, membranes, etc. b. in connection with creation. The role of polymers in complex compounds in medicine is increasing.

The aim of the work: Synthesis of water-membrane polymers based on N, N-dimethylacrylamide and acrylic acid, to study their physico-chemical properties and complex variable metal ions.

Key words: N, N-dimethylacrylamide, acrylic acid, radical copolymerization.

Objects of research: N, N-dimethylacrylamide and acrylic acid

Research methods: infrared (FTIR Spectrophotometer (Mattson, USA)) spectroscopy, cathetometer, gravimetry (ISO 9001 analytical balance (Sartorius, Germany)).

The results obtained and their practical significance:

For the first time in the work hydrogels were synthesized on the basis of DMA-AC by radical polymerization using real initiation in the aqueous medium. In order to characterize the synthesized copolymers, studies were conducted using various research methods. It is established that the hydrogel DMA-AC is capable of complexing with ions of various metals, and it is proved that water can be purified from metal ions. It is recommended to use DMA-AC hydrogel for purification of oil-contaminated.

МАЗМҰНЫ

Қысқартулардың тізімі.....	7
Кіріспе.....	8
1 Әдеби шолу.....	9
1.1 Стимулсезімтал полимерлер.....	9
1.2 Полимерлердің металл иондарымен комплекстері.....	13
2 Тәжірибелік бөлім.....	17
2.1 Бастапқы заттар мен еріткіштердің сипаттамасы.....	17
2.2 N,N-диметилакриламид негізіндегі гидрогелдердің синтезі.....	18
2.3 Зерттеудің физикалық, химиялық әдістері.....	19
3 Нәтижелер мен оларды талдау.....	20
3.1 N,N-диметилакриламид және акрил қышқылы гидрогелдерінің синтезі физика-химиялық зерттеу әдістермен зерттелуі.....	20
Қорытынды.....	29
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі.....	30

ҚЫСҚАРТУЛАРДЫҢ ТІЗІМІ

АҚ	акрил қышқылы
АИБН	2,2-азобисизобутиронитрил
БАЗ	беттік активті зат (беттік белсенді зат)
Бис	Бисакриламид
БМК	бастапқы мономерлік қоспа
ГЭА	2-гидроксиэтилакрилат
ДЗ	дәрілік зат
ИҚ-спектр	инфра қызыл спектр
ММ	молекулалық масса
НИПААМ	N-изопропилакриламид
N,NДМА	N,N диметилакриламид
Поли ГЭА	поли 2-гидроксиэтилакриламид
ПАҚ	полиакрил қышқылы
Поли ГЭА	поли 2-гидроксиэтилакрилат
ПВС	поливинил спирт
СПЛ	Сополимер
ТКЕТ	төмен критикалық еру температурасы
T _ш	шынылану температурасы

Кіріспе

Мәселенің өзектілігі. Полимерметалды комплекстерге деген үлкен қызығушылық, бір жағынан, металл иондарының кейбірі (темір, мыс, кобальт, және т.б.) тірі организмдерде маңызды рөл атқаруына – ферментативті реакцияларға (металлоэнзимдер), бұлшық ет қысқаруына, тасымал құбылыс-тарын (мысалы, гемоглобин), мембраналық үрдістерге (натрий-калийлі сорғы) және т.б. қатысуына байланысты. Полимер-металл комплекстерін зерттеудің тағы бір қажеттілігі практикалық міндеттермен байланысты – сирек және асыл металдарды өнеркәсіптік қалдық сулардан алумен, тиімділігі жоғары гомогенді және гетерогенді полимерлі катализаторлар, термо- және механикалық берік полимерлі материалдар, жартылай өткізгіштер, мембрана және т.б. жасаумен байланысты. Полимерлердің медицинадағы комплекс қосылыстарының рөлі артуда.

N, N-диметилакриламид және акрил қышқылы негізіндегі суда ісінетін стимулсезімтал полимерлер алу, олардың физика-химиялық және ауыспалы металл ионымен комплекстүзу қасиетін зерттеу.

Зерттеу нысандары: N, N-диметилакриламид пен акрил қышқылы негізіндегі торлы құрлымды сополимерлер.

Практикалық маңыздылығы. Жұмыста алғаш рет ДМА-АҚ негізіндегі гидрогелдер радикалдық полимерлену арқылы сулы ортада заттық инициерлену арқылы синтезделіп алынды. Синтезделген сополимерлерге сипаттама беру мақсатында әр түрлі зерттеу әдістерін пайдаланып зерттеулер жүргізілді. ДМА-АҚ гидрогелі әр түрлі метал иондарымен комплекс түзуге қабілетті екені анықталып, сулары метал иондарынан тазалауға болатыны дәлелденді. ДМА-АҚ гидрогелін мұнаймен ластанған суды тазартуға қолдануға болатыны ұсынылды

Автордың жеке үлесі – тәжірибелік бөлімді орындаған, алынған нәтижелерді талқылауға қатысқан.

Қолданылған әдістер мен приборлар: ИҚ - (Satellite FTIR спектрофотометр (Mattson, АҚШ)) спектроскопия, радикальды сополимерлену, гравиметрия (ISO 9001 аналитикалық таразы (Sartorius, Германия)), Капиллярлы вискозиметр.

Жұмыстың құрылымы: жұмыс 34 бетке жазылған және 9 суреттен және 49 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен құрылған. Негізгі бөлім әдеби шолу, тәжірибелік бөлім және алынған нәтижелерді талқалаудан тұрады. Сонымен бірге жұмыс соңында зерттеу жұмысының нәтижелері бойынша тұжырымдар және нәтижелерді нақты қолдану бойынша ұсыныстар келтірілген.

1 Әдеби шолу

1.1 Стимулсезімтал полимерлер

Стимулсезімтал полимер – бұл қоршаған ортаның параметрлерінің аз ғана өзгерісіне [10] жауап ретінде өздерінің қасиетін өзгертетін полимерлер, олар температура, еріткіш табиғаты, рН, иондық күш, электр өрісі сияқты сыртқы жағдайларға жауап ретінде иіледі немесе сығылады. Полимерлердің осындай қасиеттері, олардың дәрілік заттардың бөлінуін қадағалайтын жүйе, инсулин тасымалдаушы [11; 12] ретінде қолдануға мүмкіндік береді.

Суда еритін полимерлер құрылым түзуші бүршік [13] ретінде кеңінен қолданылады. Гидрогельдердің судың үлкен мөлшерін жұту және сақтау сияқты қасиеттері оларды керемет материал етеді.

Суда еритін полимерлер және олардың негізіндегі торлар (полимерлі гидрогельдер) макромолекулалардың дифильдігіне байланысты, температураның әсеріне сезімталдық байқатады. Алайда, практикалық қолдану жағынан термосезімтал полимерлерге көп қызығушылық танытады. Олардың сулы ерітінділері төмен критикалық еру температурасына (ТКЕТ) ие.

Тагер А.А. классификациясы бойынша ТКЕТ-ның екі типі болады . Бірінші тип компоненттердің араласуына көмектесетін молекулалар арасында күшті сутектік байланыс түзілетін жүйелер үшін [14] қыздырғанда, бұл байланыстар жылу қозғалысының әсерінен бұзылып, компоненттердің араласуы нашарлайды. Мұндай жүйелердің ТКЕТ-сы еріткіштің қайнау температурасынан төмен жатады.

Гидрогельдердің көлемінің өзгеруі, шумақталған сызықты макромолекулалардың конформациялық ауысуына алып келетін кедергілердің әсерінен болады және полимерлі тізбекті гидрофильді және гидрофобты топтардың балансына тәуелді болады.

ТКЕТ-нан төмен гидрофильді топтар мен қоршаған судың арасында мықты сутектік байланыстар түзіледі. Полимерлі тізбектің айналасында құрылымдалған қабат пайда болады. Осының әсерінен полимер ериді және макромолекулалар шумақталған конформация түзеді. Гидрогельдерде полимерлі тізбектер тігілген болса да, шумақталған конформация түзіледі. Нәтижесінде полимерлі тор ісінген күйде болады, температура артқан сайын, сутектік байланыс әлсіреп, гидрофобты топтардың айналасында судың құрылымдары азаяды. Сондықтан қыздыру кезінде, еріткіш полимерге қарағанда көбірек кеңеюі керек, бірақ мұндай болуы мүмкін емес, себебі екі компонент те бір жүйеде болады, сондықтан еріткіш қыздыру кезінде мейлінше сығылған күйде болып, ассоциаттардың түзілуіне және еріткіш фазасының бөлінуіне алып келеді. Макромолекулалар жақындасып және де ассоциаттар түзеді, жүйе қабатталады, ТКЕТ-ның мұндай типі еріткіштің қайнау температурасынан жоғары және оның қайнау температурасымен сұйық буға ауысуының кристалдық температурасының арасындағы, температура аралығында жатыр.

Макромолекулалардың гидрофильді –гидрофобты балансын реттеу. Табиғаты әр түрлі мономерлерді БАЗ-мен жалғанған сополимерлеу әдісімен полимерлеу және макромолекулалардың гидрофильді–гидрофобты балансын реттеуге болады [15].

Сулы ерітінділерінде ТКЕТ бар ең зерттелген сополимерлерге орын басқан полиакриламидтер туындылары [16] поли-N- виниламидтер, әсіресе, поли-N-винилкапролактан [17], кейбір полисахаридтер, мысалы, метилцеллюлоза [18] кіреді.

Термосезімталдығымен сипатталатын жасанды полимердің ішінде кеңірек зерттелген суда ТКЕТ-ке гомо-НИПААМ негізіндегі жүйелер болып табылады. ПНИПААМ 32⁰С-ден төмен температурада еріп, ТКЕТ-тен жоғары температурада тұнбаға түседі [19]. Бұл әрбір мономер буынында гидрофилді-гидрофобты топтардың болуынан деп түсіндіріледі. ТКЕТ–тен температураның төмендеуі белгілі-бір дәрежеде енуіне әкелетін су молекуласы мен полимердің амидті топтары арасындағы сутектік байланыстың түзілуімен көрсетіледі. ТКЕТ-тен жоғары температурада сутектік байланыс бұзылып, гидрофобты әрекеттесу күшейіп, нәтижесінде полимер тұнбаға түседі [20]. ПНИПААМ золь-гел ауысуы еш құралдың көмегінен көзбен көрінеді. Сонымен қатар конфокальді микроскопты лазерін сканерлеу көмегімен жүргізілген соңғы зерттеулердің нәтижесінде ПНИПААМ гелінің ішкі құрылымы полимерлік тор-да тығыз және сирек аймақты үздіксіз екі сфералық құрылымнан тұратыны анықталған [21]. Еңбекте 2–гидроксипропилакрилат (ГПА) және гидрокси- метилметакрилат негізіндегі суда ісінетін сополимерлер үшін ТКЕТ бар екені көрсетілген. ТКЕТ мәніне мономерлердің қатынасы әсер етеді: гидрофилді компоненттің (ГЭА) мөлшері артқан сайын ТКЕТ мәні артады.

Көптеген зерттелген полимерлер үшін фазалық бөліну температурасы полимердің молекулалық массасына тәуелді екені белгіленді. Оның артуымен ТКЕТ мәнінің өсуі болады.

Термосезімтал материалдардың оларды медицинада және биотехнологияда қолданудың перспективтігін анықтайтын маңызды сипаттамалары тордың коллапсы болатын температура диапазоны және сыртқы ортаға жүйенің жауап беру жылдамдығы болып табылады [22; 23].

Коллапс кинетикасы геледегі еріткіштің жылу алмасуымен және диффузиясымен бақыланады, осыған сәйкес басқа да осындай жағдайлар кезіндегі үлгінің геометриялық параметрлеріне тәуелді. Макрокеуекті құрылымды термосезімтал гельдердің коллапс уақыты осындай көлемдегі микрокеуекті гельдерге қарағанда аз өзара байланысқан, макрокеуектер жүйесі бар ірі кеуекті гельдерді алу мәселесіне тағы бір жуықтау криоқұрылымдау болып табылады. Криоқұрылымдау суытылған еріткіш ортасында гель түзілу процесі, бұл кезде жүйені қойып қойғаннан кейін губка тәрізді гидрогельдер /криогельдер/ алынады.

Осы әдіспен [24] қарапайым поли(N,N)-диэтилакриламидті гельдермен салыстырғанда қыздырғанда 2-3 есе жылдам жиырылатын, тігілген поли-N,N-диэтилакриламид негізінде макрокеуекті термосезімтал криогельдер алынады.

Натрий және калий галогендері үшін тұз эффекттерін зерттеу ПИПААМ гельдерінің коллапс процесінде аниондар эффективтілігінің олардың иондық радиусының кемуімен: $I^- < Br^- < Cl^- < F^-$ артатынын көрсетеді. Катион табиғатының әсерін зерттегенде, анион табиғатына қарағанда, ол аз мөлшерде ПИПААМ гелінің коллапсына әсер етеді.

Литийден басқа, сілтілі металдар иондарының эффективтілігі бірдей екені анықталды. Ал сілтілік жер металдар иондары үшін ион радиустары, бойынша: $Mg^{2+} < Ca^{2+} < Sr^{2+} < Ba^{2+}$ кері ретте әлсіз өзгереді [25].

Гидрогельді ТКЕТ-нан жоғары, қыздырған кезде көлемнің біршама төмендеуі байқалады, сонымен бірге мұндай қайтымды әрекет температураның тар интервалында байқалады. Бірақ, НИПААМ негізіндегі гидрогельдердің маңызды кемшілігі олардың ісінген күйдегі әлсіз механикалық беріктілігі болып табылады. [26] еңбекте рН-және термосезімтал өзара енетін полимерлі торлар термосезімтал ПНИПААМ және рН-сезімтал ПМАҚ-тың келесі радикалдық полимерлеу әдісімен алынады. Гидрогельдер рН- және термосезімталдықты 31-32 °C температурада және рН шамамен 5.5-ті көрсететіні анықталды.

Хоффман А. әріптестерімен натрий хлоридінің қатысында поли-N-изопропилакриламидтің ионсыз гельдерінің фазалық ауысуларын зерттеген. Авторлар дағдарыстық температурада коллапстанатын ПНИПААМ гелінің сулы ерітіндіде төмен молекулалық тұздардың қатысында фазалық ауысуға ұшырайтынын байқаған. Натрий хлоридінің, сульфатының және фосфатының 4-44°C температура интервалында ПНИПААМ гелінің ісіну қатынасына әсері зерттелген. Тұзбен индуцирленген коллапсқа температура маңызды әсер ететіні анықталған. Сонымен бірге тек NaCl күрт ауысу тудыра алатындығы анықталған. Зерттелген иондар үшін натрий ионы ортақ болғандықтан, ПНИПААМ геліндегі фазалық ауысуға хлорид ионының ролі бар деген тұжырым жасаған. Хлорид иондары макротізбек сегменттерінің бөлшектерімен (мысалы, амид топтары) және полярлы және гидрофобты полимер сегменттерімен ассоциацияланған, гидротацияланған су молекуласымен әрекеттесуі мүмкін деген тұжырым жасаған.

Жұмыста [27] термосезімтал гидрогельдерді жаңа стимулсезімтал полимерлік жүйені моделдеуге әкелетін термосезімтал тігуші агенттерді қолдану арқылы да алуға болатыны көрсетілген. Кооперативті конформациялық ауысудың арқасында коллапстануға ұшырайтын термосезімталды гидрогельдерге мысал келтірілген. Бір уақытта температураға да, рН-қа да сезімталдық көрсететін гибриді полимерлі гидрогельдердің құрамында рН-қа, температураға сезімтал компоненттер болады. Жаңа рН-қа тәуелді термосезімтал полимерлерді Окапо Т. зерттеген. Тордың құрамына, оның механикалық беріктігін арттыру мақсатында қосылған бутил акрилатты (гидрофобты компонент) термо және рН-сезімтал компонент ретінде алынған НИПААМ-мен (диэтиламино)-этилметакрилаттың (ДЭАЭМ) сополимерленуі арқылы алынды. рН-пен температураның полимерлік тордың ісіну параметріне тәуелділігін зерттеуде орта рН-қа тәуелділікті ДЭАЭМ-нің температурамен анықталатыны иондану дәрежесіне байланысты екені көрсетілген. Айта кететін жәй, гидрогельдердің

сызықты аналогтарына ТКЕТ мәні рН сезімтал компоненттерінің иондану дәрежесімен анықталады.

Feil [28] және басқалармен әр түрлі табиғатты және гидрофильді сомономерлер және НИПААМ-нан тұратын иондалған және термосезімтал гидрогельдердің ісінуіне рН-пен, температураның әсері зерттелген. АҚ сомономерінің эквивольдік мөлшерін қосу ТКЕТ-тің өсуіне, содан кейін катионды N,N-диэтиламиноэтилметакрилат және ионсыз сомономер акриламид тұр. ТКЕТ-тің белгілі мөлшерде өзгеруі рН-пен қатар сомономер зарядының өзгеруінен болатыны, сонымен қатар ортаның қышқылдығының өсуі ТКЕТ-тің ұлғаюына әкелетіні көрсетілген.

Yoschida R. [29], Kaneko Y [30] және басқалармен әртүрлі табиғатты мономерлердің модифицирленген тігінділі ПНИПААМ гидрогельдердің жиырылуы (сығылуы) мен ісіну кинетикасы зерттелінді. Тігілген негізгі тізбектің агрегаттылығын жоғарлататын гидрофобты ядроның дегидратталған тігілген тізбектер құрайтыны анықталған. Тігілген жүйе 20 минут ішінде толығымен коллапстанса, тігілген тізбексіз гелі бір айдан артық уақыт контрактирленеді. Бұл әрекет сыртқы орта әсеріне тез жауап қайтаратын дәрілік заттарды тасымалдайтын температурамен қадағаланатын жүйелерді құруға болады.

Жұмыста [31] НИПААМ-МАҚ гидрогелдері алынған, НИПААМ және МАҚ ертіндісінде еркін-радикалды полимерленуі арқылы синтезделген және тігуші агент ретінде диметилакрилат тетраэтиленгликоль қолданылған. Полимерлі торлардың ісінуі байқалған, яғни олар рН 2 және 7-де әртүрлі температурасында ұсталған. Екі үлгінің сериясында ісіну кинетикасы сополимердің құрамы мен температурасының әртүрлілігіне байланысты әртүрлі күйде болады. Бірқалыпты ісіну алдын-ала ұсталынған температура мен рН-қа байланысты. Алдын-ала ұсталынған рН 7-де ісіну 1-деңгейдегі кинетикаға бағынады, ал сополимер мен температураға бағынбайды. Және тез өтеді, температураға онша тәуелсіз емес. 1-деңгейдің жылдамдық константасы гидрогельде МАҚ-тың болуымен өседі. Алайда НИПААМ-МАҚ гидрогелінің ісіну жылдамдығы рН 2-де құрам мен температураға тәуелсіз және сутекті байланысының үзілуіне байланысты автокаталитикалық ісіну кинетикасына бағынады. Бастапқы этапта судың сіңірілуі мен жылдамдай бастайды, соған байланысты гель ішіндегі су молекулалары басқа молекулалардың гелге енуіне мүмкіндік береді. Жұмыста әртүрлі температуралық тәуелділік қарастырылған және сутектік байланыс пен гидрофобтық әрекеттесу аралығында кеңу кинетикасының температуралық тәуелділігі айрықша және сополимерлер үшін күрделі.

Стимулсезімтал полимерлер ғылымның қазіргі кездегі беталысының анализі бірнеше әсерлерге бір уақытта дәл әсер ететін гибриді стимулсезімтал материалдарға қызығушылық бар екенін көрсетеді. Организмдегі көптеген патологиялар, көбіне, температура мен рН өзгерісімен байланысты, сондықтан осындай рН-қа тәуелді термосезімтал полимерлер медицинаның әртүрлі облыстарында кең қолданыс табуы мүмкін. Осыған байланысты, «интеллектуалды» қасиетке ие жаңа полимерлерді зерттеу қазіргі заманда өте өзекті болып табылады.

1.2 Полимерлердің металл иондарымен комплекстері

Полимер-металды комплекстер құрамында функционалды топтары бар полимерлердің (поликатиондардың, полианиондардың, ионогенді емес полимерлердің) ауыспалы металл иондарымен (Cu^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} және басқалар) әрекеттесуі нәтижесінде түзіледі [38]. Мұндай комплекс-терді комплекстелген мономерлерді полимеризациялау жолымен де алуға болады, мысалы, моноэтаноламиннің винилді эфирін ауыспал металл иондарымен полимерлеу арқылы да алуға болады. Полимерлі комплекстердің бұл кластары өндірістік және табиғи сулардан металл иондарын бөлу және тазалау процесстері үшін, энзима принципі бойынша әсер ететін полимерлік катализаторларды синтездеу, су дайындау және топырақ құрамындағы металл иондарын бөліп алу, т.б. үрдістер үшін үлкен қызығушылық тудырып отыр.

Әдетте, металл иондары мен полимерлі лигандтардың арасындағы байланыс донорлы-акцепторлы әрекеттесу арқылы координациялық байланыс-тар (хелатты комплекстер) түзе отырып немесе лиганд протондары-ның орнын металл иондары басып иондық байланыс түзе отырып жүзеге асады. Металл иондары акцепторлар болып табылады, ал байланыс түзуге жұп электрондарын беретін полимерлі тізбектердің O_2^- , $-\text{N}_2$, $-\text{S}$, $-\text{F}_2$, $-\text{Cl}_2$ атомдары донорлар болып табылады. Әдетте, төменмолекулалы комплексті қосылыстарда металлдың координациялық сандары 4 немесе 6-ға тең болады. Макромолекула-лы лигандтар жағдайында 1:1; 1:2; 1:3 немесе 1:4 құрамды координациялық орталықтар түзілуі мүмкін. Металл иондарының координациялық сфералары-ның бос орындары еріткіштің немесе басқа да төменмолекулалы қосылыстың молекуласының орнын басады. Комплекс түзілу процесінде полимерлі лигандтың конформациясының өзгеруі металл иондарының координациялық санын және комплекстердің тұрақтылық константаларын есептеу нәтижелеріне айтарлықтай әсер етеді [39; 40].

Полимер-металл комплекстерінің төменмолекулалы лиганд-металл комплекстерінен сипаттамалық айырмашылығы барлық комплекс түзу константаларының жақындығы болып табылады. Бұл полимерлі тізбектегі әрекеттесудің активті орталықтарының жоғары локальды тығыздықтарына байланысты, яғни «полимерлі эффект» полимер-металл ионы комплекстернің түзілуінде айтарлықтай рөл атқарады.

Сулы ерітінділерде металл иондары әрқашан гидратталған болады (яғни, сумен координациялы байланысқан болады) – кейде аздап, ал кейде толық. Комплекс түзілу судың кейбір молекулаларының металдың үлкен шоғыры жиналған лигандтармен орын басуы арқылы өтеді. Бірдей концентрацияда лигандтардың саны (немесе осы берілген лигандтың концентрацияда екі не одан да көп металл иондары болған жағдайда) екі немесе одан да көп болған жағдайда үлкен тұрақтылық константасы бар координациялық байланыс тепе-теңдік күйде үлкен концентрацияға ие болады.

Полимер-металл комплекстерін әртүрлі жолдармен алуға болады: 1) ішкі- және молекулааралық «тігу» арқылы; 2) полимерлі лигандты металдың

орталық ионы төменмолекулалы лигандтармен бүркелген тұрақты комплекспен әрекеттестіру арқылы; 3) мономер-металл ионы жұптарын полимеризациялау арқылы; 4) металл ионын полимер торларына енгізу арқылы және т.б.

Матрицалық полимеризация әдісі арқылы натрий полиакрилаты (PANA) тізбегінде инициатор ретінде алынған калий персульфатының қатысында ПМАД синтезделген. Полимерлеу полиэлектrolитті ПМАД – PANA комплексі-нің тұнбаға түсуі арқылы жүзеге асады, бұл кезде теріс матрицалы эффект табылды, яғни полимерлеу жылдамдығының азаюы карама-қарсы зарядталған полиэлектrolиттің қатысында жүзеге асады [41].

Жұмыста ДМАЭМА-ның МА-мен сулы ерітіндідегі NaCl и Na_2SO_4 төмен молекулалы электrolиттердің қатысына радикалды полимерлеудің кинетикасы зерттелген. Мұнда, натрий хлоридін енгізу іс жүзінде полимерлеу жылдамдығына әсер етпейді, бірақ Na_2SO_4 қатысында жоғары конверсия жағдайында реакция 15 %-ға дейін жылдамдайды. Бұл құбылыс мономердің полимерге белгілі конверсиясында жүйеге жеткілікті мөлшерде макромолекула толтырылған соң полимер, мономердің және екізарядты анионы бар тұздың молекуласы қатысында құрылады. Бұл полимерлеу жылдамдығының жоғарылауына алып келеді, яғни гель-эффект полимерленетін бөлшектердің арнайы қасиеттеріне негізделген конверсияның аз мөлшерінде ғана пайда болады [42].

Полимерлеу уақыты жұмыста көрсетілгендей полимерлердің физика-химиялық қасиеттеріне әсер етеді [43]. ГЭА негізіндегі құрамында төртіншілік аминдердің әр түрлі мөлшерлері кездесетін катионды сополимерлер жоғары шығыммен (90-95 %) алынды. Полимерлеу уақытының 1-сағаттан 4-сағатқа дейін өзгеруі катионды мономердің, этилендиаминнің (ЭДА) құрамына әсер етеді. Полимерлеу уақытының өсуі тізбектегі зарядталған буындардың санының өсуіне алып келеді, сондай-ақ, сополимердің молекулалық массаның өзгеруіне де әсер етеді. Алынған поликатиондар ДНҚ-мен байланысу қабілетіне ие болады және оны деградациядан қорғайды.

Sutani өзінің әріптестерімен бірге МАД-ты акрил қышқылымен УК-иницирлеу сополмеризациясын жүргізді [44]. Синтезделген полиамфолитті гидрогельдер үшін имобилизацияланған модельді дәрілік заттардың рН және электр өрісінің кернеуіне тәуелді шығарылуы және ісіну жағдайлары зерттелді. Құрамында көп мөлшерде катионды мономерлері бар гидрогельдер қышқыл ортада ісінеді және сілті ортада сығылатындығы, ал құрамында көп мөлшерде анионды мономерлері бар сополимерлер үшін кері тәуелділік болатындығы дәлелденді. Ионды дәрілік затты суға және изотоникалық ерітіндіге шығару бойынша салыстырмалы зерттеу поликомплексердің бастапқы реагенттерге диссоциациясы тек қана натрий хлориді ерітіндісінде байқалатындығын көрсетті. Дәрілік затты полимермен байланыстыру электростатикалық байланыстардың есебінен жүреді деп есептеуге болады. Электр өрісінің гидрогельдің ісіну құбылысына әсері бойынша алынған нәтижелердің негізінде МАД-АА полиамфолиттерін дәрілік заттарды бақылап шығару жүйесінде қолданудың принципіалды мүмкіндігі көрсетілген.

Полимер–металл ионы комплекстері суда полилигандтардың будак мөлшерлерін өлшейтін ішкі және аралық тізбекті координациялық «тігілумен» тұрақтандырылған ықшам құрылымға ие болады. Ерітіндіге поли-4-винилпиридинді қосқанда метанолдың тұтқырлығы төмендейді, яғни ішкі тізбектік хелатирлеу әсерінен поли-4-винилпиридин тізбегінің айналуы болады. Макромолекулалардың сығылуы әртүрлі металл иондары үшін әртүрлі болады, яғни полимер-металл комплекстерінің құрылымдары металл иондарының түрлеріне тәуелді болады [44].

Ерітіндідегі полимер–металл ионы комплекстерінің тұрақтылығына полимерлік лигандтардың микроқұрылымы және конформациясы, металлдардың табиғаты, иондалу дәрежесі, қарсыионды (анионды) металлдардың, рН ортаның табиғаты, ерітіндінің иондық күші, еріткіштің табиғаты, температура сияқты факторлар, яғни ерітіндідегі макромолекулалардың конформациялық күйін және гидродинамикалық қасиеттерін анықтайтын барлық факторлар күшті әсер көрсетеді. Полимер – металл жүйесін зерттеу бұл факторлардың полимер – металл комплекстерінің құрылымына және қасиеттеріне әсерін тұрақтандыруға арналған.

Полимерлі тізбектің буындарында стехиометриялық айналу жолы арқылы макромолекуланың белгілі-бір металл иондарымен әсерлесуінің «біріншілік» құрылымын жасауға болады. Сонымен сызықты полимер – металл ионы комплексі тігуші агент арқылы тігіледі, одан кейін металл минералды қышқыл әсерінен жойылады. Алынған сорбент жоғары спецификалық және селективтілік қасиеттерге ие болады.

Полимер–металды комплекстерге қызығушылықтың артуы, бір жағынан металдардың кейбір иондары (темір, мыс, кобальт және т.б.) тірі ағзаларды аса маңызды рөл атқарады, яғни ферментті реакцияларға (металлоэнзимдер), бұлшық ет қысқартуларында, тасымалдау құбылыстарында (мысалы, гемоглобин), мембраналы процесстерде (натрий-калийлі сорғыш) және т.б. негізделген. Ал, екінші жағынан полимер – металл комплекстерін алу практикалық тапсырыстармен байланысты, яғни сирек және бағалы металдарды өндірістік ағын сулардан тазартумен, жоғарыэффективті гомогенді және гетерогенді катализаторларды, термо-және механотұрақты полимерлі материалдарды, жартылай өткізгіштерді, мембрандарды және т.б. құрумен байланысты. Медицинада полимерлердің комплексті қосылыстарының рөлі артуда.

Макромолекула–металл ионы (комплекс, хелат) әсерлесуі тек полимер – металл комплекстерінің жоғары ұйымдастырылған құрылымын ғана бақылап қоймайды, сондай-ақ олардың қасиеттерін де бақылап отырады. Полимер – металл комплекстерінің қасиеттері және олардың қолданылу жолдары: полимер – металл комплекстерінің түзілуі арқылы металл иондарын концентрлеу және жою; терапевтік эффектілер – дәрі-дәрмек; селективтілік – газ транспорты/бөлу, сенсорлар; иондық өткізгіш – электрон-ұстағыш құрылғы, батарейкалар; өтпелі валентті жүйелер – мультиэлектронды өткел, катализ, фотокатализ; қатты күйдегі электронды әсерлесу - өткізгіштік, электрокатализ, электрохимия; қатты күйдегі фотоәсерлесу - фотоөткізгіштік, фотогальваника, лезерография, люминесценция, оптикалық сақтау/қайта

қосу; сызықты емес оптика – модуляторлар, интегрирленген оптика; керамика – квантты қондырғылар. Полимер – металл ионы әсерлесуі металл иондарын концентрлеу және шығарып тастау үшін кеңінен қолданылады [39; 40].

Жұмыстарында үшөлшемді торлар алынып және олардың белгілі бір иондардың сорбциясына «бейімделген». Полимер торлары мен берілген типтегі металл иондарының арасындағы комплементарлыққа бұл иондарға тігілмеген полимер макромолекулаларының конформациялық бейімделуімен, ары қарай алынған конформацияны молекулааралық тігіп, металл иондарын бөліп шығарумен қол жетті. Айта кететін бір жайт, комплементарлық өздігінен болмайды, ол ізделініп отырған ионның адсорбциясы нәтижесінде пайда болады. Комплементарлық металмен комплекс түзген кездегі макромолекула сегменттерінің конформациялық топтасуына қажетті, энергетикалық және энтропиялық шығындардың төмендеуімен айқындалады [45; 46].

Жұмыста «полимер матрицасы-металл ионы» комплекстерінің құрылыстарының арасындағы байланыстарды систематикалық зерттеу және тану эффектілігі жүргізілді. Зерттеу нысандары ретінде полиэтиленмин олигомерлері және аммиак қатысындағы эпихлоргидрин негізінде синтезделген тігілген полимерлер алынды. ПЭИ қоспасын тікпес бұрын мыс және никель тұздарының ерітіндісімен (иондар концентрациясы 1-3 моль аралығында) өңделді. Зерттеу нәтижесінде ПЭИ ерітіндісінде ПЭИ мен мыс комплексінің бірнеше түрлері бар екендігі анықталды [47].

А комплексі мыс иондарының аминтоптарымен әрекеттесуі нәтижесінде, ал В комплексі екі этилендиамин фрагменттерімен әрекеттесуі нәтижесінде түзіледі. Барлық амин топтарының бір ғана ПЭИ тізбегіне жататын С комплексінің түзілу мүмкіндігі бар. Молекулалық іздері бар полимерлер негізінде алынған сорбенттер қарапайым сорбенттермен салыстырғанда біршама артықшылықтарға ие. Олар жоғары химиялық ұқсастығымен және толық молекулаларға қатысты таңдамалылығымен; биомолекулалардан асып түсетін жоғары тұрақтылығымен; әр түрлі практикалық нұсқауларға қатысты жеңіл бейімделуімен сипатталады.

Молекулалық іздері бар полимерлер көбінесе бөлу және концентрлеу үшін қолданылады. Қалдық суларды терең тазартуда неғұрлым тиімді әсер ететін сорбенттерді зерттеу және оларды өндірістік, тұрмыстық қалдықтардан өңдеу әлі де жалғасын тауып келеді. Тек АҚШ-та ғана хроматографиялық колонкалар үшін сорбенттер өндірісіне кеткен шығым 500 миллион доллардан асады, жалпы өнімнен 1,3 пайыз ғана осы молекулалық іздері бар полимерлердің үлесіне тиеді. Фармацевтикалық өндірісте биофармацевтикалық сала неғұрлым тиімді болып табылады. Олар төменгі тұрақтылығы және жоғары құндылығымен сипатталатын биосенсорларға альтернатива ретінде қарастырылады.

Металл иондарын ұстап қалуға әсер ететін маңызды фактор, полимерлі реагенттің өзі болып табылады. [48] мақалада Cu(II) , Zn(II) , Co(II) , Ni(II) , Cd(II) және Pb(II) иондарын түрлі суда еритін полимерлі реагенттермен ұстау бойынша деректер келтірілген: полиэтиленминмен, поливинилді

спиртпен, поли-N-винилпирролидонмен және полиакрил қышқылымен- рН 7 болғанда максималды болады. Металл иондарын ұстаудың максималды тиімділігіне бұл жағдайда полиэтилениминді пайдалануда қол жеткізіледі, яғни, ол топтық реагент қызметін атқарады. Сонымен бір мезетте поли-N-винилпирролидон және полиакрил қышқылы селективті реагенттер болып табылады және Cu(II), Pb(II) и Zn(II), Co(II) иондарды сәйкесінше қалған ауыспалы металлдардан бөлуге мүмкіндік береді, ал поливинилді спирт тек иондарын Cu(II) іріктеп бөледі.

Полимерлі реагент үшметиламмоний тобы бар полиэтиленимин негізінде Cr(VI) - рН 5 болғанда катиондардан Cu(II), Co(II) и Zn(II) толығымен бөлуді, - рН 8,5 болғанда - аниондардан F-, бөлуді қамтамасыз етеді.

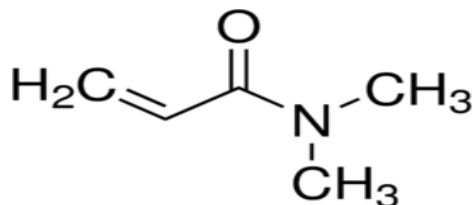
Суда еритін комплекстүзетін полимерлердің көмегімен табиғи және қалдық суларды улы элементтердің иондарынан тиімді тазартудың мүмкіндігіне байланысты кеңінен танымал болды, бұл қоршаған ортаны қорғау мәселесін шешуде, табиғи су қоймаларын адам үшін зиянды заттардан қорғау мен ұтымды пайдалануда өте маңызды. Бұл типтің полимерлері судың орнықты химиялық ластандырғыштарымен берік кешен түзеді, оларға жататын иондар Cd(II), Hg(II), Pb(II), Cu(II), Zn(II), Ni(II), соның арқасында оларды сорбциялап, сулы ортадан шығару мүмкін болмақ. Дәл сол себепті, комплекс түзетін полимерлерді табиғи және қалдық суларды тазарту үшін дәстүрлі түрде синтетикалық ионалмасу материалдарының (иониттер) құрамына кіргізеді. Иониттер ұнтақ тәрізді, түйіршікті, талшықты немесе қатты заттар болып келеді, бұлардың құрамында электролит ерітінділері бар иондармен алмасуға қабілетті функционалды топтар болады. Ионды алмасу үрдісін схемалық түрде келесідей жазуға болады: $R-H + M^+ \rightarrow R-M + H^+$; $R-H - \text{катион алмастырғыш}$, яғни, сутегі иондары бар полимерлі ионит, ерітіндіден металл катиондарына алмасуға қабілетті. Иониттердің көмегімен қалдық суларды улы және зиянды қоспалардан, өнеркәсіп қажеттілігіне қайтара пайдаланғанда, ерітілген қоспалардан қалдық суларды селективті тазартуға болады [49].

Әдеби шолуды қорыта келе стимулсезімтал сополимерлердің ауыспалы металл иондарына жоғары сорбент бола алытындығын ескере отырып, оларды өндірістік аудандардағы ауыз және өндірістік суларды денсаулыққа зиянды металл иондарынан тазартушы сорбенттер ретінде қолданыс табатыны қарастырылған.

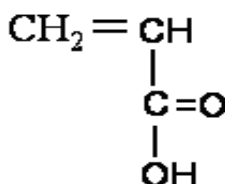
2 Тәжірибелік бөлім

2.1 Бастапқы заттар мен еріткіштердің сипаттамасы

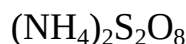
N,N-диметилакриламид (ДМА) «Sigma-Aldrich co» (АҚШ), негізгі өнімі 99 %- ($T_{\text{қай.}} 80-81^{\circ}\text{C} / 12\text{мм. сынап бағанасынан } n_{\text{D}20}=1.473$).



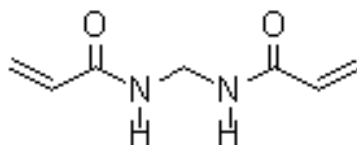
Акрил қышқылы (АК) «Sigma-Aldrich» фирмасының өнімі, 98%. қосымша тазалаусыз қолданылды. ($T_{\text{қайн.}}=300,3\text{K}/4\text{кПА}$, $n_{\text{D}}^{20}=1,4222$; $T_{\text{қайн.}}=414\text{K}/101\text{кПА}$, $n_{\text{D}}^{20}=1,4224$).



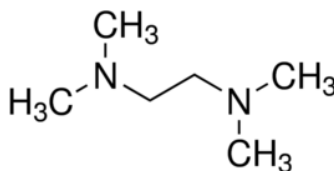
Аммоний персульфат «ч» маркалы, («Aldrich», АҚШ) таза күйінде қолданылды.



N,N-метилен-бис-акриламид (БАА) («Reanal», Венгрия) қосымша тазалаусыз қолданылды.



N,N,N',N' Тетраметилэтилендиамин (ТЕМЕД) «Sigma-Aldrich» (АҚШ) өнімі (сұйықтық, $T_{\text{қай}}=78^{\circ}\text{C}$ 159-178°C, $M=116.21$)



Этил спирті ($T_{\text{қай}}=78^{\circ}\text{C}/101,325\text{кПа}$, $n_{\text{D}20}=1,3612-1,3618$).

CuSO_4 және NaCl тұз ертінділері ертінді дайындау шарттарына сәйкес орындалды.

Органикалық еріткіштерді тазалау (этил ацетаты, этил спирті) стандартты әдістемелер бойынша жүргізілді.

2.2 N,N-диметилакриламид негізіндегі гидрогелдердің синтезі

N,N-диметилакриламид (ДМА) және акрил қышқылы (АҚ) негізіндегі мономерлерді пайдаланып, радикалдық полимерлеу арқылы аммоний персульфаты қатысында заттық инициерлену арқылы сулы ортада, сополимерлік гидрогельдер синтезделіп алынды. Тігуші агент ретінде N,N-метилен-бис-акриламид пайдаланылды. Басқа синтезге қарағанда бұл синтездің бір артықшылығы N,N,N',N' - тетраметилендиамин (ТМДА) қолданылып, синтезделу уақытын тездетсе, тағы бір жағынан синтезделу температурасын реттеуге мүмкіндік берді. Осы синтезді 10~15 минут уақыт аралығында қалыпты бөлме температурасында екі мономердің әр түрлі ара қатынасында ([ДМА - АҚ] = 30-70; 50-50; 70-30 мол.%) синтезделіп алынды. Синтезделіп алынған гидрогелді реакцияға түспей қалған мономерлерден құтылу мақсатында суда 10 күндей жуып тазартылды.

2.3 Зерттеудің физикалық, химиялық әдістері

Синтездеп алынған сополимерге сипаттама беру, қасиеттерін анықтау мақсатында әртүрлі анализдер және талдаулар жасалды.

Зерттелетін сополимердің құрлысын, құрамын, құрлымын анықтауда Инфрақызыл спектрлер (ИК-спектрлер) әдісі қолданылып, ИК-фурье спектрометр Alpha «Platinum ATR» (АҚШ) аппаратында $4000-400\text{см}^{-1}$ диапазонында спектрлер жазылып, талдау жасалды.

Гидрогельдердің тепе-теңдікті ісіну дәрежесін анықтау үшін полимердің салмақты мөлшерін еріткіште тепе-теңдікті ісіну қалыптасқанға дейін ұсталынған. тепе-теңдікті ісіну дәрежесін мына формула бойынша анықталынды:

$$\alpha = \frac{m - m_0}{m_0},$$

мұндағы α – гелдің тепе-теңдік ісіну дәрежесі,

m – бір қалыпты ісінген полимер үлгісінің массасы,

m_0 – құрғақ кепкен заттың салмағы.

Полимердегі құрғақ заттың массасын үлгілердің тұрақты массаға дейін кептіргеннен кейін өлшейді.

3 Нәтижелер және оларды талдау

3.1 N,N-диметилакриламид және акрил қышқылы гидрогелдерінің синтезі физика-химиялық зерттеу әдістермен зерттелуі

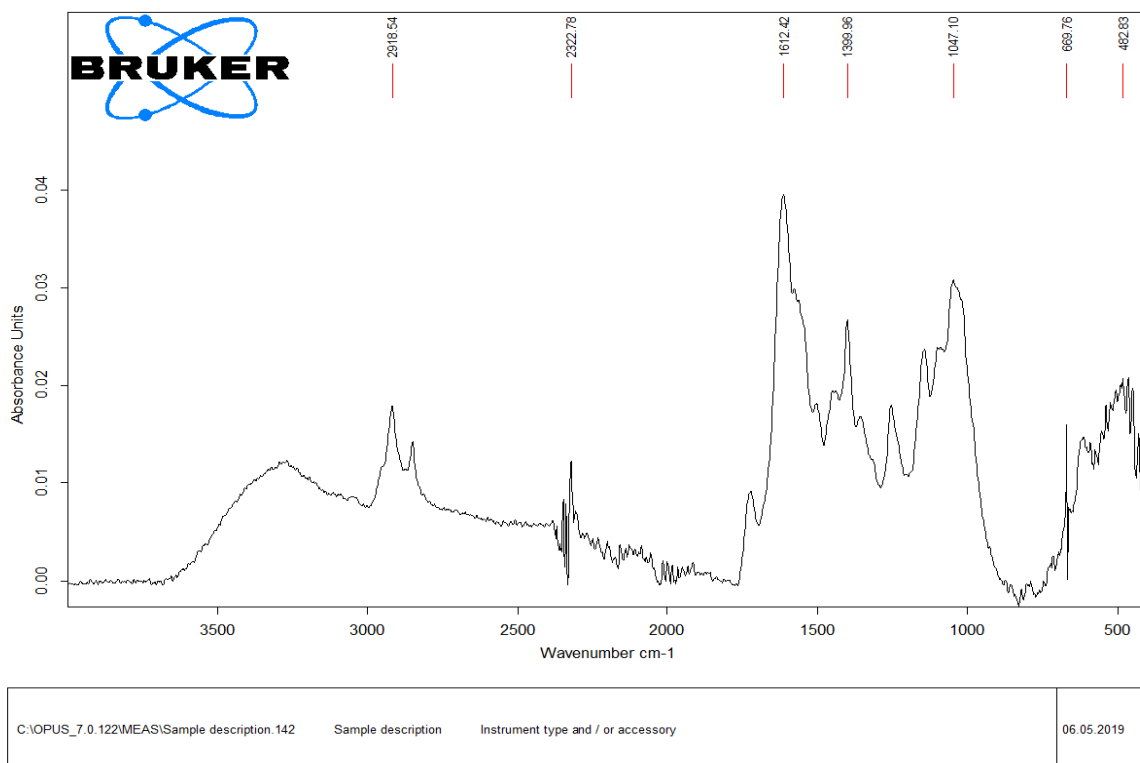
Әдебиеттерді шолу сыртқы ортаның болмашы әсеріне (рН, температура, электр жүйесі және т.б.) алдын ала жоспарланған түрде көлемдерін өте үлкен шамада үлкейте немесе кішірейте алатын «қабылдағыш немесе стимул-сезімтал» деп аталатын полимерлі материалдарға зерттеушілердің әлі де болса назарыннан тыс қалмай отырғанын көрсетеді.

Температураның өзгеруіне байланысты көлемдік фазалық ауысуға қабілетті гидрогельдерді үш топқа бөлуге болады. Бірінші термоісінетін гидрогельдер. Екіншісі осыған қарама-қарсы термосығылатын гельдер. Үшінші типке сыртқы орта жағдайына тәуелді көлемі ұлғаятын не сығылатын гидрогель жатады. Осы үш топтада Қазақстандық ғалымдар Шайхутдинов Е.М, Мун Г.А. басшылығымен жасалған жұмыстардың үлесі қомақты. Екінші типіне гидрофобты топтары бар полимерлер жатады, мысалы: N-метилакриламид, N,N-диметил акриламид және N-изопропилакриламид (НИПААМ) негізіндегі гидрогель.

N,N-диметилакриламид (ДМА) және акрил қышқылы (АҚ) негізіндегі мономерлерді пайдаланып, радикалдық полимерлеу арқылы аммоний персульфаты қатысында заттық инициерлену арқылы сулы ортада, сополимерлік гидрогельдер синтезделіп алынды. Тігуші агент ретінде N,N-метилен-бис-акриламид пайдаланылды. Басқа синтезге қарағанда бұл синтездің бір артықшылығы N,N,N',N' -тераметилендиамин (ТМДА) қолданылып, синтезделу уақытын тездетсе, тағы бір жағынан синтезделу температурасын реттеуге мүмкіндік берді. Осы синтезді 10~15 минут уақыт аралығында қалыпты бөлме температурасында екі мономердің әр түрлі ара қатынасында ([ДМА - АҚ] = 30-70; 50-50; 70-30 мол.%) синтезделіп алынды.

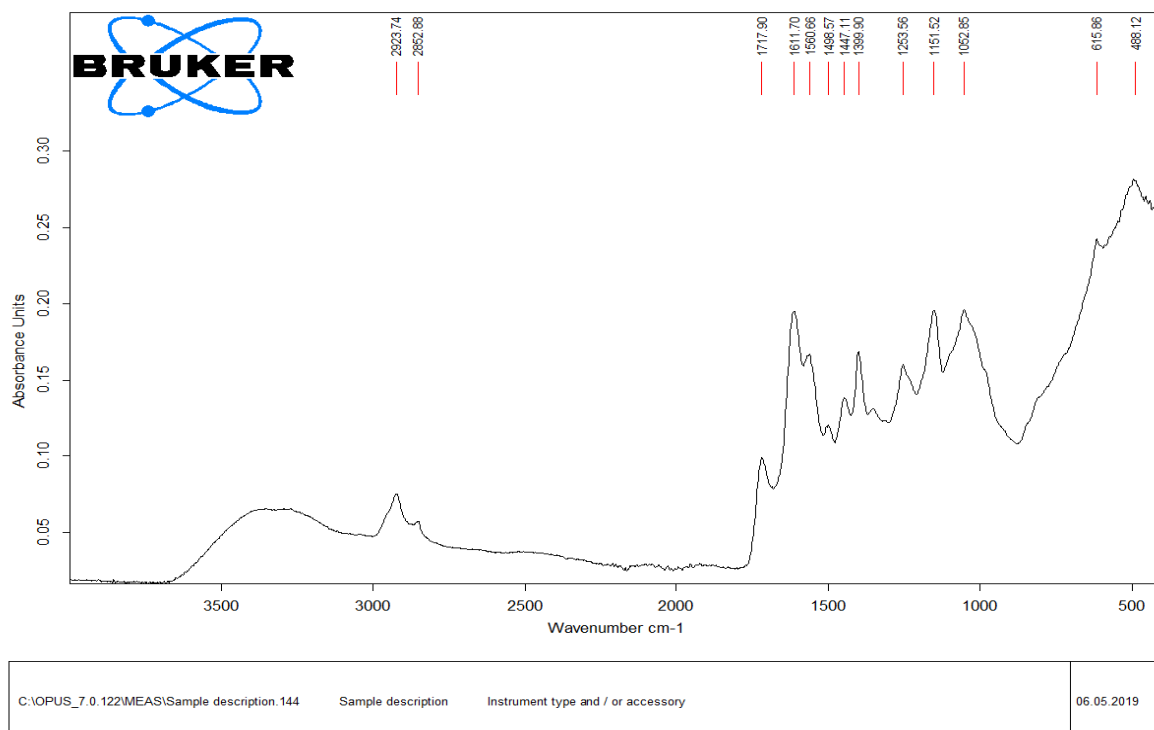
Зерттелетін сополимерлердің құрылымы мен құрамын анықтау үшін инфрақызыл спектроскопия әдісі қолданылды. Инфрақызыл спектроскопия (ИК) полимерлерді зерттеудің ең көне әдістерінің бірі болса да, заманауи зерттеулерде өз маңыздылығын жоғалтпаған.

Полимердің құрылымын, құрамын анықтау мақсатында ЯМР әдісімен қатар, инфра қызыл спектр әдісі де кеңінен қолданылады. Алынған ДМА-АҚ сополимерінің ИК-спекиріндегі жұтылу жолақтары $400-4000\text{см}^{-1}$ аралығында жазылды. Бұл 1,2 және 3 суреттерде көрсетілген. Мұнда ДМА-АҚ сополимерінің функционалдық топтары беретін сигналдар $\text{C}=\text{O}$ топтары үшін 1612 және 1621, $\text{C}-\text{N}$ топтары үшін 1399 және 1736см^{-1} және 3450 OH топтарының сигналдарын берді. Бұл сигналдар арқылы ДМА-АҚ полимерінің құрылымдық формулсы өрнектелді.



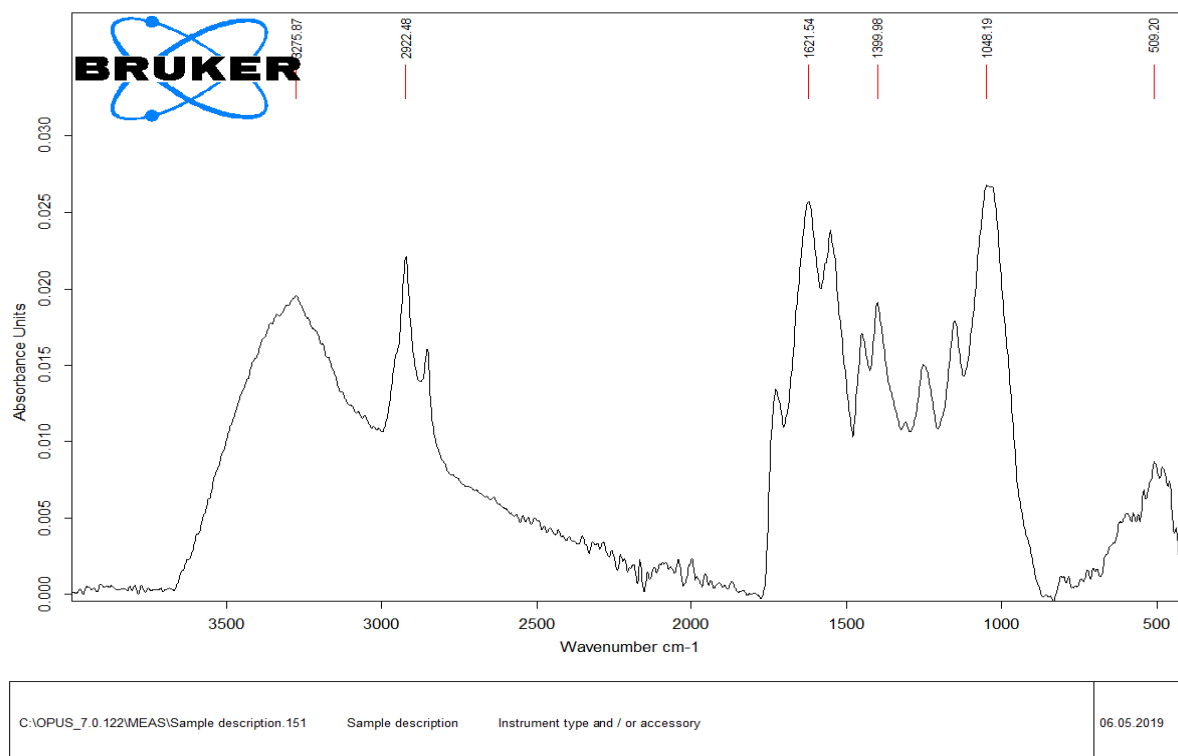
Page 1/1
 БМҚ[ДМА]:[АҚ]= 70-30 мол. %

1 Сурет. N,N-диметилакриламид пен акрил қышқылы сополимерінің ИҚ-спектрі.



Page 1/1
 БМҚ[ДМА]:[АҚ]= 50-50 мол. %

2 Сурет. N,N-диметилакриламид пен акрил қышқылы сополимерінің ИҚ-спектрі.



БМК[ДМА]:[АҚ]= 30-70 мол.%

3 Сурет. N,N-диметилакриламид пен акрил қышқылы сополимерінің ИҚ-спектрі.

Үшөлшемді сополимерлеудің басты заңдылықтары золь-гель талдау және гравиметрия әдістерімен зерттелген. 1 кестеде бастапқы мономерлік қоспадағы (БМК) гель-фракция шығымы және ДМА-АҚ гидрогельдерінің судағы ісіну қабілеті көрсетілген.

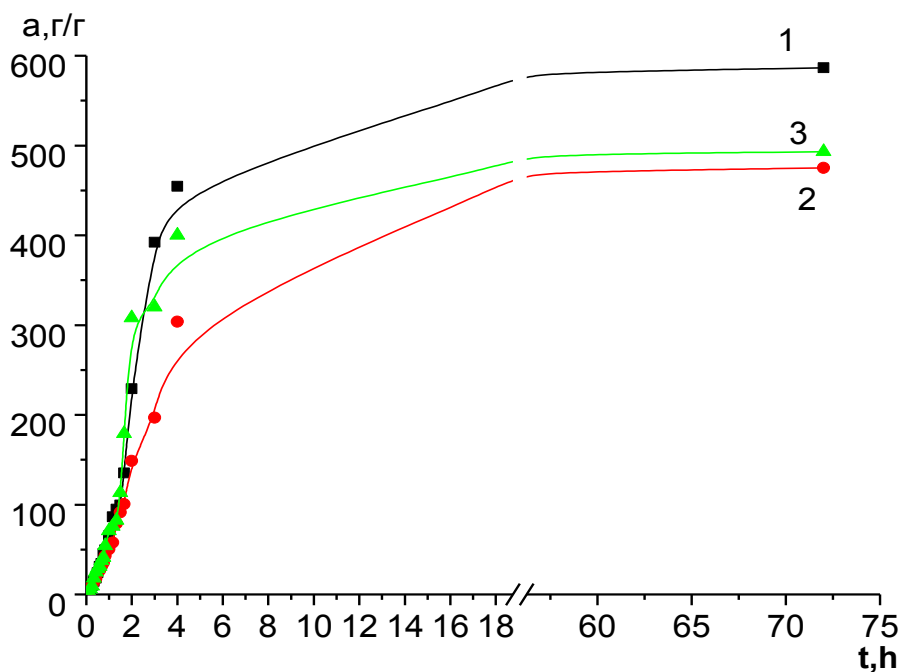
Кесте 1. ДМА-АҚ сополимерінің гель - золь фракция шығымы және ісіну дәрежесі.

СПЛ құрамы БМК[ДМА]:[АҚ]	Гель-фракция	α_{cy}
30:70	74,2	586
50:50	80,3	475
70:30	95	493

Полимерметалды комплекстерге деген үлкен қызығушылық, бір жағынан, металл иондарының кейбірі (темір, мыс, кобальт, және т.б.) тірі организмдерде маңызды рөл атқаруына – ферментативті реакцияларға (металлоэнзимдер), бұлшық ет қысқаруына, тасымал құбылыстарын (мысалы, гемоглобин), мембраналық үрдістерге (натрий-калийлі сорғы) және т.б. қатысуына байланысты. Сол үшін гидрогелдің сіну кинетикасын зерттеу ерекше маңызды болып табылады. Жұмыста ДМА мен АҚ негізіндегі гидрогелінің судағы ісіну кинетикасы қарастырылған. Бұл жұмыс синтездеп

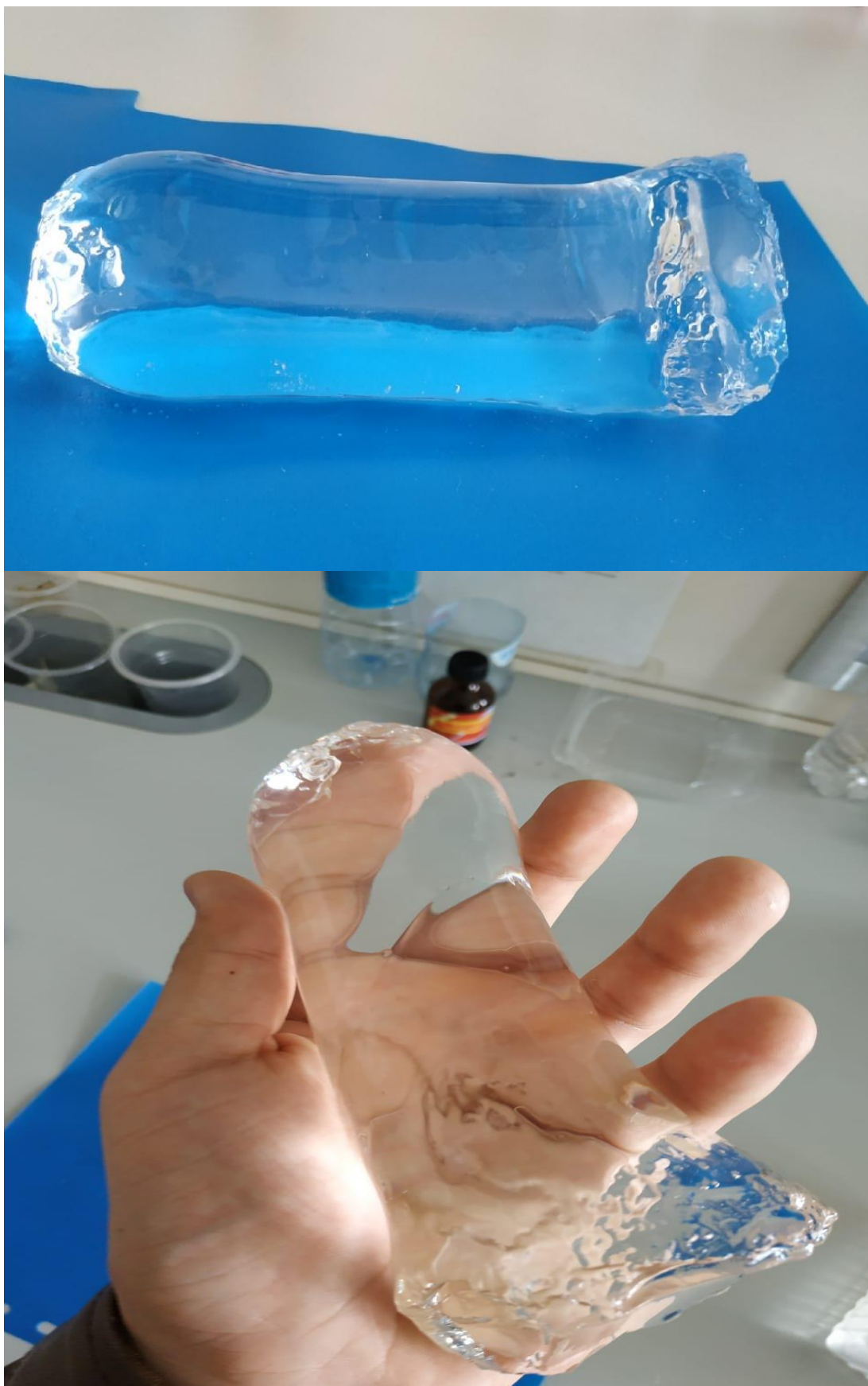
алған суда жуып тазаланған гидрогелді тұрақты массаға жеткенге дейін алдымен ауада сосын арнайы вакуум пешінде кептіріп, толық құрғағаннан кейін массасын уақытқа байланысты өлшеу арқылы орындалады.

Төменде N,N-диметилакриламид пен акрил қышқылы негізіндегі гидрогелдің судағы бір қалыпты ісінуі көрсетілген (4 сурет және 1 кестеде). ДМА – АҚ гидрогелінің уақыттың артуына байланысты сулы ортада ерекше жылдамдықпен ісінетіетіні және гидрогелдің 2 сағат ішінде өзінің бастапқы көлемін бір неше есеге дейін ұлғайтатынын байқауға болады. 2 тәуліктен ары қарай гелдің суды өзіне сіміруі байаулайтынын және ары қарай қанығып тепе - теңдікке ұмтылатынын көреміз. Гель тіпті көп мөлшерде суды сіңіріп, өзінің көлемін тіптіде үлкейте түседі де ар қарай суды ұстап тұра алмай бөліктерге бөлініп кететінін көруге болады. Бұл гелдің өз құрамына сыртқы фактордың әсеріне ұшырамаса жарты тәулікке дейінгі уақытта суды толық сіміре алатынын көруге болады. ДМА мен АҚ негізіндегі сополимерлерде сополимерлік құрамның өзгешелігіне байланысты тігілген полимердың суды сіңіру қабылеті әр түрлі болады. БМҚ ДМА мөлшері 30% болғанда гелдің бір қалыпты ісіну дәрежесі 586 болса, ДМА ның мөлшері 50% және 70% болғанда, 475 және 493 болады. Бұл бастапқы мономерлік құрамдағы акрил қышқылының мөлшері артуына байланысты бір қалыпты ісіну дәрежесінің жоғарлайтындығы анықталды. Зерттелетін ДМА мен АҚ негізіндегі гидрогелдің сулы ортада жақсы ісінуі гелдің табиғатына және тігілу дәрежесіне де байланысты. Осы зерттелген гидрогелдің өз көлемін көп есеге дейін өзгерте алатынын 5 суреттен де анық көруге болады. Суретте гелдің өз құрамына аздаған уақытта суды сіміруі көрсетілген. Уақыттың өтуіне байланысты гель құрамына енетін судың мөлшері де артады.



БМҚ[ДМА-АҚ]=30:70 (1) 50:50 (2) 70:30 (3) мол. %

4 Сурет. ДМА-АҚ гидрогелінің сулы ортадағы ісіну кинетикасы.



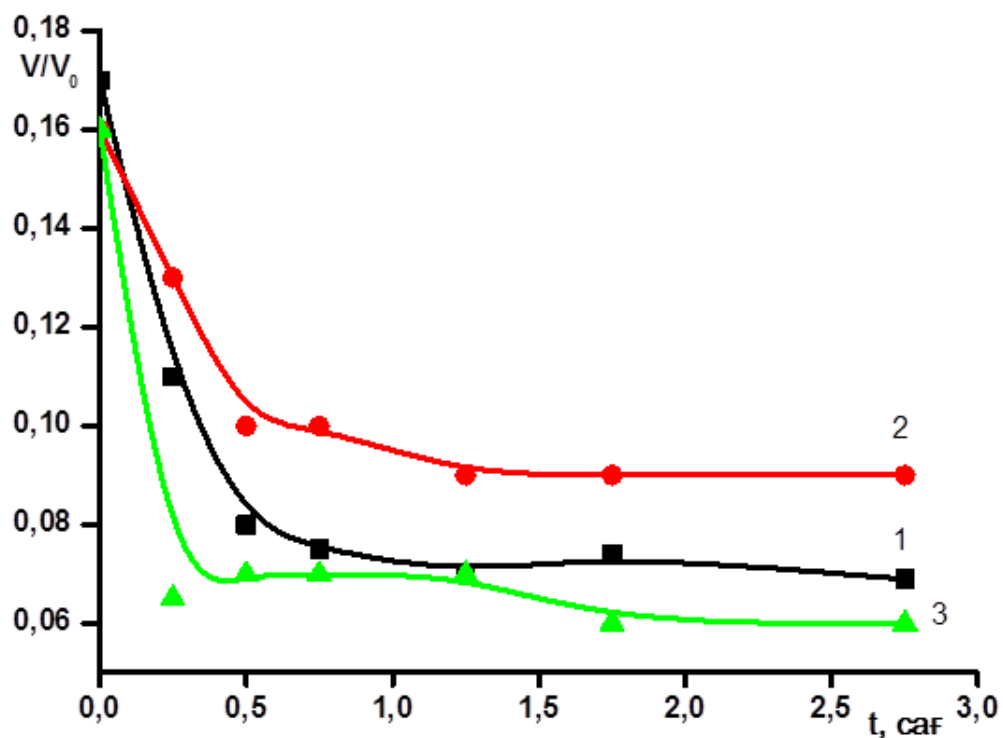
5 Сурет. Суда ісінген N,N-диметилакриламид пен акрил қышқылы негізіндегі гидрогелінің суреті.

Комплекстүзуге қабілетті суда еритін және ісінетін полимерлердің көмегімен табиғи және қалдық суларды улы элементтердің иондарынан

тиімді тазартудың мүмкіндігіне байланысты кеңінен танымал болды, бұл қоршаған ортаны қорғау мәселесін шешуде, табиғи су қоймаларын адам үшін зиянды заттардан қорғау және ұтымды пайдалануда өте маңызды. Бұл типтің полимерлері судың орнықты химиялық ластандырғыштарымен берік кешен түзеді, оларға жататын иондар Cd, Hg, Pb, Cu, Zn, Ni екі валентті тұздары, соның арқасында оларды сорбциялап, сулы ортадан шығару мүмкін болмақ. Дәл сол себепті, комплекстүзетін полимерлерді табиғи және қалдық суларды тазарту үшін дәстүрлі түрде синтетикалық ионалмасу материалдарының (иониттер) құрамына кіргізеді. Иониттер ұнтақ тәрізді, түйіршікті, талшықты немесе қатты заттар болып келеді, бұлардың құрамында электролит ерітінділері бар иондармен алмасуға қабілетті функционалды топтар болады. Осы мақсатта жұмыста ДМА-АҚ сополимерлерінің ауыспалы метал ионымен комплекстүзуі зерттелді. Тігілген ДМА-АҚ сополимерлерінің ауыспалы мыс ионымен әрекеттесуін зерттеу үшін, суда бірқалыпты ісінген полимерлі гидрогельдің үлгілерін концентрациясы әр түрлі ($C_{\text{CuSO}_4} = 0,1$ (1); $0,2$ (2); $0,5$ (3) моль.%) мыс тұздарының сулы ерітінділеріне салып, олардың ісіну қатынастарының шамаларының (V/V_0) уақыт бойынша өзгеруі бақыланған.

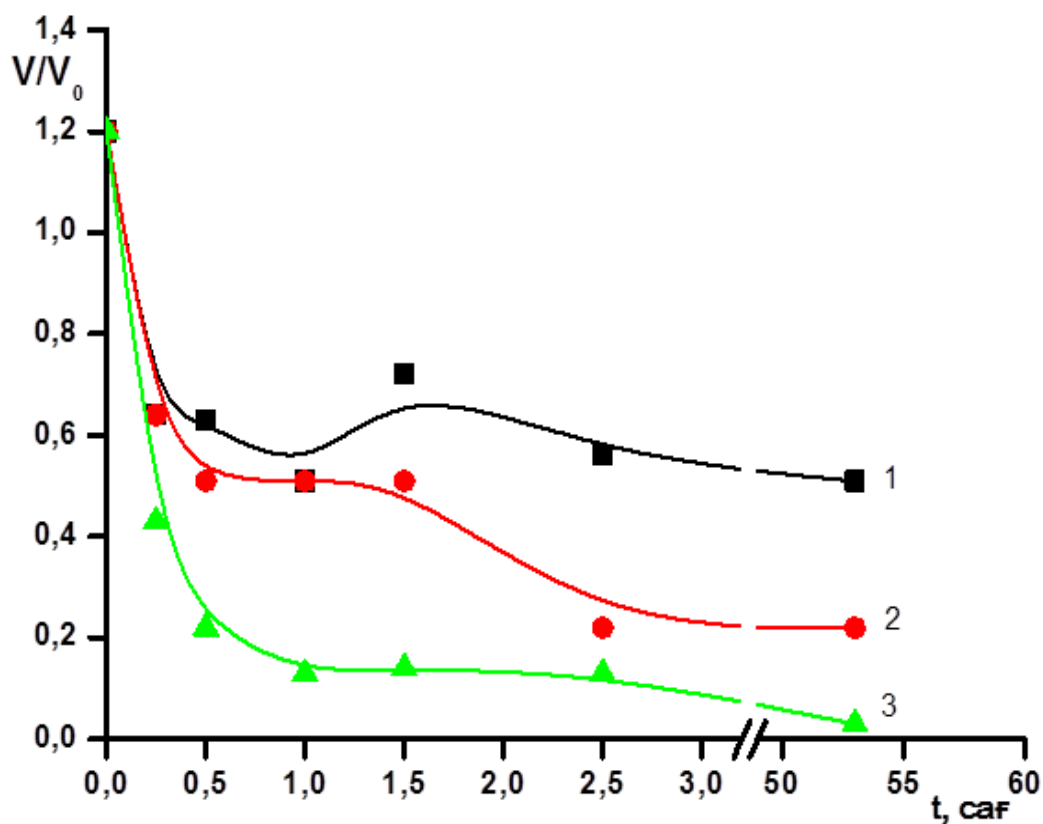
6 - суреттен көріп отырғандай мыс иондарының концентрациясы артқан сайын гидрогельдердің салыстырмалы көлемі біршама кішірейетіні байқалды.

Гельдердің ионданғанда ісіну дәрежесінің әр түрлі өзгерісі геледегі қарсы иондардың әр түрлі жағдайына байланысты болады. Көптеген жұмыстарында айтылғандай иондану кезінде қарсы иондар бос (полярлы орта) болған жағдайда гель осмостық қысым нәтижесінде ісінеді. Полярлы ортасы аз болғанда ионизация кезінде қарсы иондар бос болмай қалатындықтан, қарама-қарсы зарядталған иондармен жұп түзеді. Иондық жұптар өзара мультиплет түзіп, геледе қосымша тігуші заттың рөлін атқарады да, гель жиырылады (иономерлік жағдай). Полярлылығы орташа болған жағдайда геледе бос иондармен бірге иондық жұптар да болады. Гельді ионизациялаудың бастапқы сатысында ісінуі тордың зарядталуының артуына байланысты бос қарсы иондардың осмостық қысымының жоғарлауынан болады. Ал, жиырылған күйге өтуі иондық жұптардың мультиплет түзуге жеткілікті концентрациясының пайда болуынан болады. Бұндай концентрацияда бос иондар мен иондық жұп арасындағы тепе-теңдік иондық жұпқа ығысып, гель коллапсқа ұшырайды. Бұл жиырылудың себебі, осмостық қысым төмендеп, иондық жұптардың мультиплет түзу нәтижесінде қосымша тігілу процесі жүруінен болады. Жұмыс барысында алынған нәтижелер осыған дәлел бола алады. Бұл құбылыс уақыт өте ДМА-АҚ гидрогельдерінің құрамындағы карбоксил топтарының, мыс иондарымен ион-координациялық байланыс түзіп, гельдің бүкіл көлеміне еніп, қосымша тігуші агенттің рөлін атқаратынымен түсіндіріледі. Сонымен қатар бастапқы мономер құрамында АҚ буыны артқан сайын (70%), гидрогельдің мыс иондарымен комплекске түсу қабілетінің артуы, осыған тағы да дәлел бола алады. (7 - сурет).



БМҚ [ДМА-АҚ] = 70-30 мол.%; $[\text{Cu}^{+2}] = 0,1$ (1); $0,2$ (2); $0,5$ (3) моль.%.

6 Сурет. ДМА-АҚ гидрогелінің Cu^{+2} иондарын сорбциялану кинетикасы.



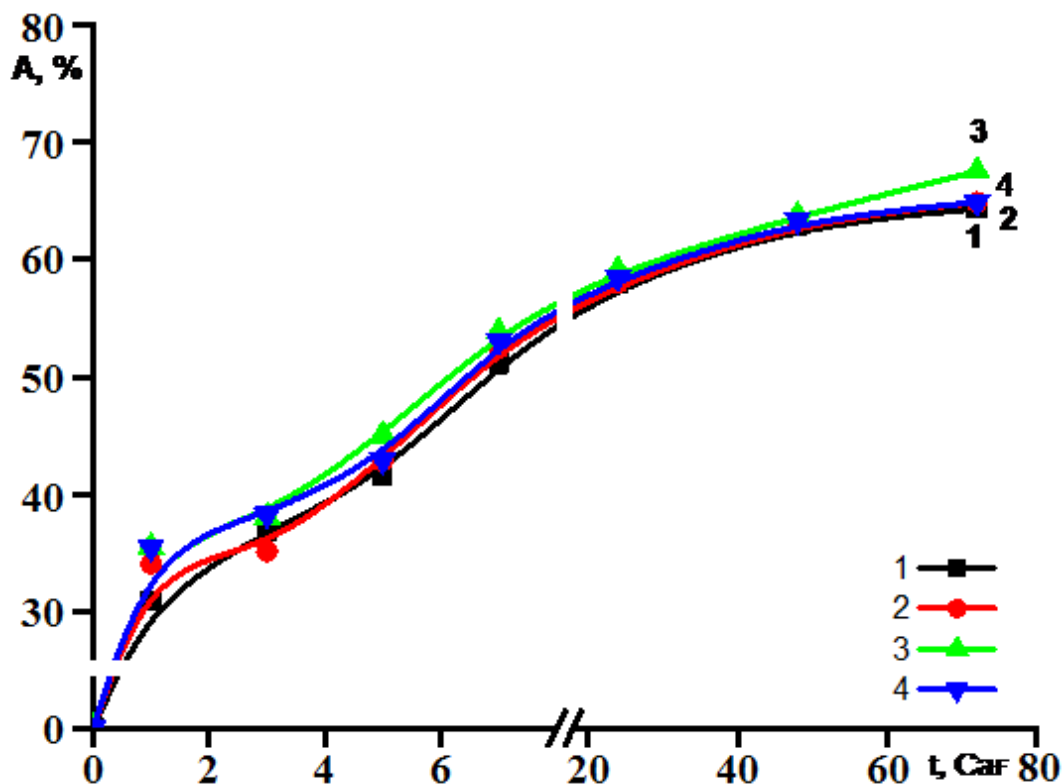
БМҚ [ДМА-АҚ] = 30-70 мол.%; $[\text{Cu}^{+2}] = 0,1$ (1); $0,2$ (2); $0,5$ (3) моль.%.

7 Сурет. ДМА-АҚ гидрогелінің Cu^{+2} иондарын сорбциялану кинетикасы.

Гидрогельдерді сорбенттер ретінде қолдану үшін олардың металл иондарымен қаншалықты сорбцияласатыны, яғни сандық мәліметтер қызығушылық тудырады. Осыған орай, біз атомдық-адсорбциялық спектроскопия әдісімен ДМА-АҚ гидрогельдерінің ауыспалы металл ионы, яғни мыс тұздарының әр түрлі концентрациясының сорбциясын бақыладық.

Жұмыста мыстың 5; 10; 20 және 40 мкг/л болатын әртүрлі концентрация-лары бар стандарттық үлгідегі ерітінділерін тазарту мақсатында ДМА-АҚ гельдерінің құрғақ үлгісі қолданылды (8 сурет). Концентрацияның өзгерісінің гелге ену кинетикасына айтарлықтай әсерінің жоқтығы, яғни тәуелсіздігі айқындалды.

Алынған мәліметтер бойынша ауыспалы металл иондарының сорбциясы уақыттың өтуімен біртіндеп артатыны анықталды және мыс ионының сорбциясы жұмысында алынған нәтижелерге қарағанда әлде қайда жоғары, яғни 10-15% артық сорбцияланатыны анықталды (8 сурет). Мәселен, бастапқы мономерлік қоспада АҚ мольдік пайызы 30 болғандағы полимерлі тор 3 сағатта мыс ионының 30 %, ал 3 тәулікте ол мыс ионының 75 % сорбциялайды.



БМҚ [ДМА]:[АҚ] = 70:30 моль.%, $[Cu^{2+}] = 5$ (1); 10 (2); 20 (3); 40 (4) мкг/мл;

8 Сурет. ДМА - АҚ гидрогелінің Cu^{2+} иондарын сорбциялау кинетикасы.

Гидрогелдің металл иондарын тасымалдау қабілетін анықтаумен қатап мұнай құрамындағы суды бөліп алуға болатыны туралы да тәжірибелер жасалды (9 сурет).

Мұнда екі түрлі гидрогел алынды. Біреуі өзіміз синтездеп алған ДМА-АҚ негізіндегі гидрогел болса (астыңғы суретте), екіншісі жаялықтардың ішіндегі акрил қышқылы негізіндегі гидрогелдер(үстіңгі суретте). Екі гидрогелдер түбі кесілген пластмас бутолкаға бірдей мөлшерде салынып, ауызы су өтетін дәкімен бекітіліп, темір штативке орналастырылған. Екеуіне де бірдей мөлшерде сумен араласқан мұнай құйылды.



9 Сурет. ДМА-АҚ және АҚ негізіндегі гидрогелдердің мұнай құрамындағы суды сіңіруі.

Нәтижесінде акрил қышқылы негізіндегі гидрогелге мұнаймен араласқан суды бойына тартып алса, бір күннен кейін мұнайды да бүкіл көлеміне енгізетінін байқаймыз. Ал ДМА-АҚ негізіндегі геліміз мұнай құрамындағы суды ғана өткізіп, мұнайды бүкіл көлеміне өткізбейтінін байқауға болады. Бұл мұнаймен араласқан суды тазартуға болатынын аңғартты. Осы гидрогел негізіндегі мембраналар жасауға болатынына дәлел бола алады.

ҚОРЫТЫНДЫ

1) N,N-диметилакриламид және акрил қышқылы негізіндегі мономерлерді пайдаланып, радикальды полимерлену арқылы аммоний персульфаты қатысында заттық иницирлену арқылы сулы ортада, қалыпты температурада, сополимерлік гидрогельдер синтездеп алынды.

2) Гидрогельдің ертіндідегі ісіну кинетикасын зерттеу ерекше маңызды болып табылады. Жұмыста ДМА-АҚ гидрогелінің судағы ісіну кинетикасы қарастырылған. Осы гидрогелдің үлкен көлемде суды бойына жинай алатындығы анықталды.

3) ДМА-АҚ гидрогелінің метал иондарын сорбциялау қабілетінің бар екені анықталды. Осы қасиеті арқылы синтезделген гидрогелді суды тазартуға қолдануға болатыны дәлелденді.

4) ДМА – АҚ гидрогелін АҚ негізіндегі гидрогелмен салыстырғанда мұнаймен араласқан суды тазалауда мүмкіншілігінің жоғары екені, осы гидрогелдің сүзгіш мембраналар жасауға негіз бола алатына дәлел болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Jeong B, Gutowska A. Lessons from nature: stimuli-responsive polymers and their biomedical applications // TRENDS in Biotechnology. -2002. -V.20. №7. -P. 305-311.
- 2 Dong, L. C; Yan, Q.; Hoffman, A. S. Controlled release of amylase from a thermal and pH-sensitive, macroporous hydrogel // J. Controlled Release. V.19. -1992. -P. 171
- 3 Peppas N.A. Physiological responsive gels // J. Bioact. Compat. Polym. - V.6. 1991.-P. 241-246
- 4 Okano, T.; Kikuchi, A.; Sakurai, Y.; Takei, Y.; Ogata, N. Polymeric drug delivery systems for treatment of cardiovascular calcification, arrhythmias and restenosis // Controlled Release. - V.36. -1995. -P. 125
- 5 Тагер А.А. Физикохимия полимеров М.: Химия. 1978. 544с.
- 6 Мун Г.А., Нуркеева З.С., Хуторянский В.В., Кан В.А., Сергазиев А.Д., Шайхутдинов Е.М. Влияние гидрофобных взаимодействий на комплексообразующие свойства сополимеров простых виниловых эфиров // Высокомолек. Соед.- 2001. - Т.43. Б. №10.- С. 1867-1872.
- 7 Лебедева Т.Л., Мальчугова О.И., Валуев Л.И., Платэ Н.А. ИК-Фурье-спектроскопическое изучение гидрофильно-гидрофобного баланса в водных растворах N-алкилзамещенных полиакриламидов // Высокомолек.Соед.-1992. - Т. 34.А.№9.-С. 113-122.
- 8 Тагер А.А., Сафронов А.П., Шарина С.В., Галаев И.Ю. Термодинамика водных растворов поливинилкапролактама // Высокомолек. Соед.-1992. -Т. 32.А.№3.- С. 529-534.
- 9 Ануфриева Е.В., Паутов В.Д., Громова Р.А., Бочек А.М.,Петропавловский Г.А., Лущик В.Б., Краковяк М.Г. Наносекундная динамика макромолекул метилцеллюлозы в растворах и гелях // Высокомолек. Соед.-1996.- Т. 38.А.№9.- С. 1514-1517.
- 10 Shild H.G. Poly(N-isopropylacrylamid): experiment, theory and application // Prog. Polym. Sci. -1992. -V.17. –P.163-249.
- 11 Kujawa P. and Winnik F.M Volumetric studies of aqueous polymer solutions using pressure perturbation calorimetry: a new look at the temperature – induced phase transition of poly (N-isopropylacrylamide) in water and D₂O // Macromolecules. 2001. -Vol.43. -P.-4130-4135.
- 12 Попович С.Н., Чупов В.В., Платэ Н.А. Синтез и свойства pH-зависимых термочувствительных сополимеров // Высокомолекул. соед.Б.- 1997. - 39, 12.-С.2054-2058.
- 13 Galaev I. Yu, Mattiason B. Thermoreactive water-soluble polymers, nonionic surfactants, and hydrogels as reagents in biotechnology // Enzyme Microb.Technol. - 1993. -V. 15. - P. 354-366.
- 14 Галаев И.Ю. "Умные" полимеры в биотехнологии и медицине // Успехи химии.- 1995.-Т.64. №5.-С.505-524.
- 15 Лозинский В.И., Калинина Е.В., Гринберг В.Я., Гринберг Н.В., Чупов В.В., Платэ Н.А. Термочувствительные криогели на основе сшитого

поли(N,N-диэтилакриламида) //Высокомолекул. соед. А.-1997.39, 12.-С.1972-1978

16 Suzuki A. Phase transition in gels of sub-millimeter size induced by interaction with stimuli. 4. Salt effect on the phase transition in non-ionic gels // Adv. Polym. Sci.: Responsive Gels: Volume Transition I. Springer- Verlag.- 1993. - 109.-P.200-240.

17 Zhang J., Peppas N. A. Synthesis and characterization of pH- and temperature-sensitive poly(methacrylic acid)/poly(N-isopropylacrylamide) interpenetrating polymeric networks// Macromolecules. V. 33. - 2000. - P. 102-107

18 Okano T. Molecular design of temperature-responsive polymers as intelligent materials // Adv Polym.Sci.: Responsive Gels : Volume Transition I. Springer-Verlag. -1993. –Vol. 109. –P. 179-197.

19 Feil H., Bae Y.H., Feijen H. and Kim S.W. Effect of comonomer hydrophilicity and ionization on the lower critical solution temperature of N-isopropylacryamide copolymers // Macromolecules. -1993. –Vol .26. –P.2496-2502.

20 Yoschida R., Uchida K., Kaneko Y., Sakai K., Kikychi A., Sakura Y., Okano T. Comb-type grafted hydrogels with rapid de-swelling response to temperature canges // Nature. -1995. –Vol. 374. –P. 240-248.

21 Kaneko Y., Sakai K., Uchida R., Kikychi A., Sakura Y., Okano T. Influence of freely mobile grafted chain length on dynamic properties of comb-type grafted poly (N-isopropylacryamide) hydrogels // Macromolecules. -1995. –Vol.28 –P. 7717-7724.

22 Prior-cabanillas A., Quijada-Garrido I., Frutos G. and Barrales-Rienda J.M. Influence of the swelling history on the swelling kinetics of stimuli-responsive poly [N-isopropylacryamide) –co-(methacrylic acid)] hydrogels // Polymer. -2005. –Vol. 46. –P.685-693.

23 Karayanni K., Staikos G. Study of lower critical solution temperature behavior of poly (vinyl methyl ether) aqueous solutions in the presence of poly(acrylic acid). The role of interpolymer hydrogen bonding interaction //Eur. Polym. J. – 2000. – V.36. – P.2645-2650.

24 Бимендина Л.А., Яшкарлова М.Г., Кудайбергенов С.Е., Бектуров Е.А. Полимерные комплексы (получение, свойства, применение): Монография / под редакцией Жубанова Б.А. – Семипалатинский государственный университет имени Ш.Акарима – Семипалатинск, 2003. – 313 с.

25 Safrany A. Synthesis and characterization of superclean thermoreversible copolymer hydrogels // Rad. Phys. Chem. – 1999. – V55. – P. 121-126.

26 Ge X., Ye Q., Xu X., Zhang Zh., Sun Q. Kinetics of emulsion copolymerization of (2-methacryloyloxyethyl) trimethylammonium chloride and acrylamide with gamma rays // Radiat. Phys. Chem. – 1997. – Vol. 50, № 3. – P. 253-258.

27 Павлюченко В. Н. Иванчев С. С. Композиционные полимерные гидрогели // Высокомолек. соед. серия а том 51 № 7 2009.

28 Tanaka H. Copolymerization of cationic monomers with acrylamide in an aqueous solution // J. Polym. Chem. Edit. – 1986. – Vol. 24. – P. 29-36.

29 Sutani K., Kaetsu I., Uchida K., Matsubara Y. Stimulus responsive drug release from polymer gel. Controlled release of ionic drug from polyampholyte gel // Radiation Physics and Chem. – 2002. – Vol. 64. – P.331-336.

- 30 D. S. Svetlichnyy, N.A. Dolya, Zh.E.Ibraeva, S.E. Kudaibergenov Swelling behavior and mechanical properties of composite materials derived from poly(acrylamide) hydrogel and kaoline microparticles // Вестник КазНТУ. – 2009, №4. – С.154-162
- 31 Novak B. Hybrid Nanocomposite Materials – between inorganic glasses and organic polymers // Advanced materials. – 1993. – V.5. – P.422-433
- 32 Molochnikov L. S, Kovalyova E.G, Zagorodni A.A, Muhammed M.M, Sultanov Y.M and Efendiev A.A. Coordination of Cu(II) and Ni(II) in polymers imprinted so as to optimize amine chelate formation // Polymer.-2003.-V.44.-P.4805-4815
- 33 Осипова Е.А., Каменев А.И., Сладков В.Е., Шкинев В.М. // Журн. анал. химии. 1997. Т. 52, № 3. С. 273-279.
- 34 Брайнина Х.З., Нейман Е.Я., Слепушкин В.В. Инверсионные электроаналитические методы. М.: Химия, 1988. 240 с.
35. Narh K.A., Keller A. The effect of counterions on the chain conformation of polyelectrolytes, as assessed by extensibility in elongational flow: the influence of multiple valency // J. Polym. Sci. Part B: Polymer Physics. – 1994. - Vol. 32, №10. – P. 1697-1706.
36. Gu L., Shen Z., Feng C., Li Y., Lu G., Huang X., Wang G., Huang J. Synthesis of PPEGMEA-g-PMAA densely grafted double hydrophilic copolymer and its use as a template for the preparation of size-controlled superparamagnetic Fe₃O₄/polymer nano-composites // J. Mater. Chem. – 2008. – Vol.18, №36. – P. 4332–4340.
37. Tokuyama H., Iwama T. Temperature-swing solid-phase extraction of heavy metals on a poly (N-isopropylacrylamide) hydrogel // Lang. – 2007. – Vol.23, №26. – P. 13104-13108.
38. Karayanni K., Staikos G. Study of lower critical solution temperature behavior of poly(vinyl methyl ether) aqueous solutions in the presence of poly(acrylic acid). The role of interpolymer hydrogen bonding interaction //Eur. Polym. J. – 2000. – V.36. – P.2645-2650.
39. Бимендина Л.А., Яшкарлова М.Г., Кудайбергенев С.Е., Бектуров Е.А. Полимерные комплексы (получение, свойства, применение): Монография / под редакцией Жубанова Б.А. – Семипалатинский государственный университет имени Шакарима – Семипалатинск, 2003. – 313 с.
40. Safrany A. Synthesis and characterization of superclean thermoreversible copolymer hydrogels // Rad. Phys. Chem. – 1999. – V55. – P. 121-126.
41. Ge X., Ye Q., Xu X., Zhang Zh., Sun Q. Kinetics of emulsion copolymerization of (2-methacryloyloxyethyl) trimethylammonium chloride and acrylamide with gamma rays // Radiat. Phys. Chem. – 1997. – Vol. 50, № 3. – P. 253-258.
42. Павлюченко В. Н., Иванчев С. С. Композиционные полимерные гидрогели // Высокомолек. соед. серия а том 51 № 7 2009
43. Tanaka H. Copolymerization of cationic monomers with acrylamide in an aqueous solution // J. Polym. Chem. Edit. – 1986. – Vol. 24. – P. 29-36.
44. Sutani K., Kaetsu I., Uchida K., Matsubara Y. Stimulus responsive drug release from polymer gel. Controlled release of ionic drug from polyampholyte gel // Radiation Physics and Chem. – 2002. – Vol. 64. – P.331-336.
45. D. S. Svetlichnyy, N.A. Dolya, Zh.E.Ibraeva, S.E. Kudaibergenov Swelling behavior and mechanical properties of composite materials derived from poly(acrylamide) hydrogel and kaoline microparticles // Вестник КазНТУ. – 2009, №4. – С.154-162
46. Novak B. Hybrid Nanocomposite Materials – between inorganic glasses and organic polymers // Advanced materials. – 1993. – V.5. – P.422-433

47. Molochnikov L. S, Kovalyova E.G, Zagorodni A.A, Muhammed M.M, Sultanov Y.M and Efendiev A.A. Coordination of Cu(II) and Ni(II) in polymers imprinted so as to optimize amine chelate formation // Polymer.-2003.-V.44.-P.4805-4815
48. Осипова Е.А., Каменев А.И., Сладков В.Е., Шкинев В.М. // Журн. анал. химии. 1997. Т. 52, № 3. С. 273-279.
49. Брайнина Х.З., Нейман Е.Я., Слепушкин В.В. Инверсионные электроаналитические методы. М.: Химия, 1988. 240 с.

Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Ғылымханов Бекболат

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B072100-O3XT

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: N,N-диметилакриламид негізіндегі сополимерлерді синтездеу және оларға сипаттама беру

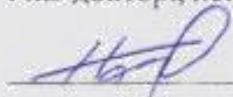
«Ақылды», «Smart» деп аталатын полимерлер тобы өзінің ерекше қасиетімен көптеген қажетті салаларда кеңінен қолданыс табууда. Соның ішінде медицинада, ауылшаруашылығы, биотехнология, робототехникада және т.б. салаларда ерекше қолданысқа ие. Осы ерекше ақылды полимерлердің негізін N,N-диметилакриламид пен N-изопропилакриламид негізіндегі полимерлер құрайды. Сондықтан осы полимерлерге көптеген зерттеушілер қызығушылық танытуда.

Ғылымханов Бекболаттың зерттеу жұмысы N,N-диметилакриламид пен акрил қышқылы негізіндегі сополимерлік гидрогелдерді зерттеу мақсатын негіз еткен, өзекті мәселелерді шешуге бағытталған зерттеу жұмысының бірі.

Дипломдық жұмыста синтезделген гидрогелге сипаттама беру мақсатында инфрақызыл спектроскопия, гравиметриялық талдау және гелдің ісіну жиырылу кинетикасын зерттеумен қатар, құрамына көп мөлшерде сұйықтықты сіңіре алу қабілетін ерітіндіден метал иондарын бөліп алуға, тазартуға қолдануға болады деп ұсыныс тастауы жұмыстың деңгейінің жоғары әрі тиінақты зерттеу жүргізгендігіне дәлел бола алады.

Ғылымханов Бекболаттың «N,N-диметилакриламид негізіндегі сополимерлерді синтездеу және оларға сипаттама беру» атты диплом жұмысы жоғары деңгейде жасакталып, тиінақты орындалған жұмыс болып, оның орындаушысын «050721 - Органикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша бакалавр академиялық дәрежесін алуға лайық деп санаймын.

Ғылыми жетекші
PhD доктор., лектор



Накан Ұлантай

«06» 05 2019ж.

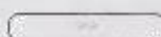
Отчет подобия



Университет:	Satbayev University
Название:	N,N-диметилакриламид негізіндегі сополимерлерді синтездеу және оларға сипаттама беру
Автор:	Ғылымханов Бекболат Талғатұлы
Координатор:	Улантай Накан
Дата отчета:	2019-05-09 17:38:56
Коэффициент подобия № 1:	4,7%
Коэффициент подобия № 2:	0,5%
Длина фразы для коэффициента подобия № 2:	25
Количество слов:	6 019
Число знаков:	47 273
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок:	9



К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским эквивалентом. Пожалуйста, уделите особое внимание этим частям отчета. Они выделены соответственно.
Количество выделенных слов 33



Самые длинные фрагменты, определенные, как подобные



Документы, в которых найдено подобные фрагменты: из RefBooks