

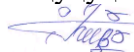
ИНСТИТУТИ ИЛМИЮ ТАҲҚИҚОТИИ  
ДОНИШГОҲИ МИЛЛИИ ТОҶИКИСТОН

ВБД: 547.466.24/.3

ТБК: 24.239(2)

Э – 87

Бо ҳуқуқи дастнавис



**Эрачи Шерали**

СИНТЕЗ ВА ТАҲҚИҚИ ХОСИЯТҲОИ ГИДРОГЕЛҲОИ  
КИСЛОТАИ АКРИЛАТ ВА АКРИЛАМИД БО БАЪЗЕ  
МЕТАЛЛҲОИ ИНТИҚОЛӢ

АВТОРЕФЕРАТИ

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзади илмҳои химия аз  
руйи ихтисоси 1.4.7. Химияи пайвастаҳои фармолекулаӣ

Душанбе - 2026

Диссертатсия дар озмоишгоҳи «Химия ва технологияи растаниҳои доругӣ»-и назди Институти илмию таҳқиқоти Донишгоҳи миллии Тоҷикистон иҷро шудааст.

**Рохбари илмӣ:** **Рачабзода Сирочиддин Иқром**  
доктори илмҳои химия, профессори кафедраи химияи органикии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

**Муқарризи расмӣ:** **Чумъаев Бахшullo Боқиевич**  
доктори илмҳои биологӣ, узви вобастаи АМИТ, сарҳодими илмию озмоишгоҳи «Биохимияи фотосинтез»-и Институти ботаника, физиология ва генетикаи растаниҳои АМИТ

**Ҳакимхочазода Сирочиддин Начмиддин**  
номзади илмҳои химия, дотсенти кафедраи химияи органикӣ ва амалӣ факултети биология ва химияи Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Бобочон Ғафуров

**Муассисаи пешбар:** Донишгоҳи давлатии Данғара

Ҳимояи диссертатсия санаи «**18**» **август** соли **2026** соати **10:00** дар маҷлиси шурои диссертатсионии 6D.KOA-080 -и назди Институти кимиё ба номи В.И. Никитинаи АМИТ баргузор мегардад. Суроға: 734025, Чумхурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, к. Айни 299/2. E-mail: [shd.6d.koa.080@gmail.com](mailto:shd.6d.koa.080@gmail.com)

Бо диссертатсия ва автореферат дар китобхонаи Институт ва дар сомонии расмӣ [www.chemistry.tj](http://www.chemistry.tj) шинос шудан мумкин аст.

Автореферат « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ соли 2026 фиростода шудааст.

Котиби илмию  
Шурои  
диссертатсионии 6D.  
КОА-80  
номзади илмҳои химия



Усманова С.Р.

## МУҚАДДИМА

**Мубрамми мавзуи таҳқиқот.** Химияи пайвастаҳои фаромолекулӣ як баҳши илми химия буда, хосиятҳои химиявӣ ва физикӣ-химиявӣ, усулҳои синтези пайвастаҳои фаромолекулӣ ва ҳосилаҳои дар асоси онҳо ҳосилшуда, инчунин реагентҳои аввала (мономерҳо, олигомерҳо)-ро меомӯзад. Химияи пайвастаҳои фаромолекулӣ ҳам полимерҳои сунъӣ (полиолефинҳо, полиэстерҳо, полиамидҳо ва дигар пайвастаҳо) ва ҳам полимерҳои табиӣ (крахмал, селлюлоза, лигнин)-ро дар бар мегирад. Як навъи полимерҳои синтези гидрогелҳо мебошанд.

Гелҳо дар асоси полиакриламид хеле маъмуланд. Онҳо инертӣ буда, захрнок нестанд ва хосиятҳои худро дар ҳароратҳои баланд ва паст, дар ҳок дар муддати панҷ сол нигоҳ дошта, сипас ба гази карбонат ва обу аммиак таҷзия мешаванд. Дар бисёре аз кишварҳои олам ин гелҳоро истеҳсол карда, дар илм, саноат ва кишоварзӣ истифода мебаранд.

Гидрогелҳо, аз ҷумла, гидрогелҳои акрилӣ полимерҳои кампайвастшаванда буда, қобилияти фурубарӣ ва нигоҳдории ҳаҷми зиёди моеъро доранд. Аз ҳисоби нишондодҳои сорбсионӣ гидрогелҳо дар соҳаҳои гуногуни фаъолияти ҳаётӣ, масалан, саноат ва кишоварзӣ, экология, фармакология ва ғайра васеъ истифода мешаванд. Сорбентҳои полимерӣ дар тиб, аз ҷумла, ҳангоми истеҳсоли ашёҳои таъиноташон санитарӣ-гигиенӣ, рӯйпӯшҳои чароҳатӣ ва препаратҳои доруворӣ зарурианд. Дар замони ҳозира рӯйпӯшҳои чароҳатӣ талаботҳои зиёд, аз ҷумла, ҳаҷми кифоякунандаи сорбсионии моеъҳои биологӣ, ёзандагӣ, нармӣ ва ғайраро қонеъ карда наметавонанд.

“Дар солҳои охир дар рушди технологияҳои химиявӣ миқдори зиёди полимерҳои гуногун ҳосил карда шуданд. Яке аз самтҳои зуд рушдкунанда ба гелҳои гидрофилии полимерӣ (гидрогелҳо) алоқаманд мебошад.

Ин намуди гелҳои полимерӣ дар муқоиса бо дигар мавод қобилияти хеле баланди адсорбсиякунии об, маҳлулҳои обӣ ва дигар моддаҳоро доранд. Ин хосиятҳои

гелҳои полимерӣ ҳамчун пуркунандаҳо дар уребчаҳо, салфеткаҳои хирургӣ ва патакҳои нарм истифода мешаванд. Онҳо дар саноати химиявӣ ҳангоми хушккунии газҳо ба таври васеъ ва дар соҳаи кишоварзӣ барои ҳосилкунии хоки намнигоҳдоранда мавриди истифодаанд» [1], [2].

«Дар тиб гидрогелҳо барои истеҳсоли линзаҳои истифода шуда, инчунин барои истеҳсоли имплантҳои насли нав маводди ояндадор маҳсуб меёбанд» [3]. Дар солҳои охир зарурият ва дастрасӣ ба гелҳо хеле зиёд шудааст.

Вобаста ба ин, таҳлили дар самти истифодаи гидрогелҳо гузаронидаи мо нишон дод, ки ҳамон соҳаи истифодаи гелҳо, ки дар он қобилияти адсорбсиякунии гел бартарӣ дорад, ба таври васеъ паҳн шудааст.

“Дигар хосиятҳои физикӣ ва химиявии гидрогелҳо амалан дар адабиёти муосири илмӣ дар муқоиса бо дигар намудҳои полимерҳо таҳқиқ нашудаанд” [4].

Вобаста ба ин, дар байни имкониятҳои ошкорнашудаи гидрогелҳо ҳамчун объекти муосири ноосфера ва ҳамаи талаботҳои технологияи ҳозира дар истифодаи маводди нав муҳолифат ба амал меояд.

“Аз ин рӯ, синтез ва таҳқиқи хосиятҳои физикӣ ва химиявии гидрогелҳо, ки дар равандҳои технологӣ ва таҷҳизотҳо метавонанд истифода шаванд, масъалаи мубрам мебошад. Бинобар ин, таҳқиқот ба масъалаи муайянкунии хосиятҳои физикии гидрогелҳо асос карда шудааст” [5].

**Дарачаи таҳқиқи мавзӯи илмӣ.** Реаксияи байни намакҳои металлҳои оҳан, мис ва руҳ бо кислотаи акрилат ва акриламид омӯхта шудааст. Дар адабиёт маълумот оид ба ҳосилкунии гидрогелҳои полимерии дорои ионҳои металлҳои оҳан, мис ва руҳ хеле кам мебошад, пурра таҳқиқ нашудааст. Аз ин сабаб, ҳосилкунии чунин гидрогелҳо, омӯзиши механизми ҳосилшавии онҳо ва таҳқиқи хосиятҳои мухталифи физикӣ ва химиявии онҳо аҳамияти илмию амалӣ дорад.

Ҳамин тавр, дар қори диссертатсионӣ усулҳои синтези гидрогелҳои полимерии дорои ионҳои металлҳои интиқолии

оҳан, мис, руҳ таҳия ва пешниҳод шуда, хосиятҳои физикӣ ва химиявӣ онҳо мавриди таҳқиқ қарор гирифтааст.

**Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо (лоихаҳо) ва ё мавзӯҳои илмӣ.** Диссертатсия дар озмоишгоҳи «Химия ва технологияи растаниҳои доругӣ»-и Институти илмию таҳқиқотии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон мутобиқ ба лоихаҳои фармоишии бучети Ҷумҳурии Тоҷикистон аз рӯйи мавзуи «Синтез ва таҳқиқи варамкунии гидрогелҳо дар асоси пайвастаҳои координатсионии оҳан, руҳ ва мис, ҷабҳаҳои истифодабарии онҳо дар хочагии халқ ва тиб» (рақами бақайдгирии давлатиаш № 0120ТJ1061) иҷро карда шудааст.

### **ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ**

**Мақсади таҳқиқот.** Ин таҳияи усулҳои синтези гидрогелҳои зудварамкунандаи акриламидии дорои ионҳои металлҳои интиқолий- оҳан, руҳ ва мис, омӯзиши хосиятҳои онҳо дар фазаи полимерӣ, инчунин таҳқиқи фаъолияти каталитикии комплексҳои металл-полимер, ки дар маҳлулҳои обӣ ва дар фазаи гелӣ, дар равандҳои оксидшавии сулфиди натрий, систеин ва дигар моддаҳои органикӣ ҳосил мешаванд, мебошад.

#### **Вазифаҳои таҳқиқот:**

-таҳқиқи реаксияи ҳосилшавии пайвастаҳои координатсионии металлҳои оҳан, мис ва руҳ бо кислотаи акрилат, акриламид, ки ҳамчун гидрогелҳои полимерӣ истифода мешаванд, инчунин омӯзиши хосиятҳои физикию химиявӣ гидрогелҳои полимерӣ ва дар амал истифода намудани онҳо;

-усулҳои нави камхарқ ва самараноки синтези гидрогелҳои полимерӣ дар асоси металлҳои оҳан, мис, руҳ бо кислотаи акрилат ва акриламид;

-таҳлилҳои элементӣ, рентгенофазавӣ, спектрҳои ИС, термогравиметрӣ, кондуктометрӣ, потенциометрии пайвастаҳои координатсионии оҳан, мис, руҳ бо кислотаи акрилат, акриламид, инчунин омӯзиши бузургҳои термодинамикии  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta G$ -и равандҳои комплексҳосилкунии оҳан, мис, руҳ бо кислотаи акрилат ва акриламид

тавассути истифодаи усули коэффициентҳои ҳароратӣ ва қонуниятҳои тағйирёбии функсияҳои термодинамикии онҳо.

**Объекти таҳқиқот.** Ин полимерҳои синтетикӣ, кислотаи акрилат, акриламид ва пайвастаҳои онҳо бо оҳан, мис, рух ва гидрогелҳои зудварамкунанда мебошанд, ки дар таркибашон ионҳои металлҳои интиқоли доранд.

**Мавзӯи (предмети) таҳқиқот.** Синтези гидрогелҳои полимерӣ дорои ионҳои металлҳои оҳан, мис ва рух, таҳқиқи таркиб, хосиятҳои физикию химиявӣ ва соҳаҳои истифодабарии онҳо мебошад.

#### **Навгони илмӣ таҳқиқот:**

1. Таркиби комплексҳои ионҳои металлҳои интиқоли дар маҳлулҳои обӣ, дар доираи васеи рН бо акриламид муқаррар карда шуд.

2. Фаъолияти каталитикӣ дар раванди оксидшавии сулфиди натрий бо кислотаи акрилат ва акриламид омӯхта шуда, усулҳои синтези катализаторҳои металл-полимер қоркард шуданд.

3. Таркиби комплексҳо ва фаъолияти каталитикии катализаторҳои металл-полимер дар раванди оксидшавии сулфиди натрий, бо кислотаи акрилат ва акриламид омӯхта шуданд.

#### **Аҳамияти назариявӣ таҳқиқот:**

-дурустии қонуниятҳои ошқоршудаи раванди ҳосилкунии гидрогелҳои полимерӣ бо асосҳои химияи пайвастаҳои фаромолекулӣ;

-таркиби функционалии моддаҳои ҳосилкардашуда бо усулҳои муносири физикӣ-химиявӣ, аз ҷумла, кондуктометрӣ, рентгенофазаӣ, спектрҳои ИС, термогравиметрӣ, ва потенциометрии вобаста аз таносуби реагентҳои таъсиркунанда муайян ва асоснок карда шудааст.

**Аҳамияти илмӣ амалии таҳқиқот** дар он ифода меёбад, ки гидрогелҳои кислотаи акрилат ва акриламидро бо ионҳои металлҳои интиқоли таҳқиқшуда, ҳамчун асос барои аз ионҳои металлҳои вазнин тоза кардани обҳои партовҳои саноатӣ, беҳтар шудани раванди инкишофи афзоиши

ҳосилнокии зироатҳои кишоварзӣ, баланд шудани сифати маҳсулот, сарфа кардани обу нуриҳои минералӣ ва зоҳир кардани фаъолияти каталитикӣ дар реаксияҳои оксидшавӣ бо сулфиди натрий истифода бурдан мумкин аст.

### **Нуктаҳои ба Ҳимоя пешниҳодшаванда:**

- коркарди рН-метрии раванди ионизатсияи кислотаи акрилат ва акриламид дар концентратсияҳои гуногун, дар ҳудуди ҳарорати 293-333К, инчунин муодилаҳои ҳосилшудаи вобастагии қиматҳои рК-и кислотаҳо аз ҳарорат, қонуниятҳои ошкоргардида дар маҳлули обӣ ва физиологӣ, қонуниятҳои, ки дар таҳқиқи таъсири ҳарорат ба кислотаи акрилат, акриламид ва дар функсияҳои термодинамикии раванди ионизатсия ошкор карда шуданд, усулҳои синтези мақсадноки пайвастаҳои координатсионии оҳан, мис ва руҳ бо кислотаи акрилат ва акриламид дар муҳитҳои нейтралӣ ва кислотагӣ муайян карда шуданд;

- таҳлилҳои элементӣ, рентгенофазаӣ, спектрҳои ИС, термогравиметрӣ, кондуктометрӣ ва потенциометрии пайвастаҳои координатсионии оҳан, мис ва руҳ бо кислотаи акрилат ва акриламид муайян шудааст ва равандҳои комплексҳосилкунии оҳан, мис ва руҳ бо кислотаи акрилат ва акриламид дар муҳитҳои нейтралӣ ва кислотагӣ, дар ҳароратҳои 298 - 338 К ошкор карда шудаанд;

- таъсири табиати лиганд ва ҳарорат ба таркиб ва собатаҳои устувори пайвастаҳои координатсионии ҳосилшудаи оҳан, мис ва руҳ бо кислотаи акрилат ва акриламид муайян гардидааст. Бузургиҳои термодинамикии  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta G$ -и равандҳои комплексҳосил-кунии оҳан, мис ва руҳ бо кислотаи акрилат ва акриламид тавассути истифодаи усули коэффитсиенти ҳароратӣ ҳисоб карда шуда, қонуниятҳои тағйирёбии функсияҳои термоди-намикӣ ошкор карда шудаанд.

**Дарачаи эътимоднокии натиҷаҳо:** маълумоти бадастомада бо усулҳои замонавӣ физикӣ-химиявӣ таҳқиқот, таъмин ва асоснок карда шуданд. Барои сифатан ва миқдоран муайян намудани таркиби массаи реаксионӣ аз

усулҳои зерини таҳлил истифода гардид: таҳлилҳои элементӣ, рентгенофазавӣ, спектрҳои ИС, термогравиметрӣ, кондуктометрӣ ва потенциометрӣ, ЯМР-спектрометрия (дар асбоби «Bruker AM-500» бо басомади кории 500 ва 125 МГц) гузаронида шудааст.

**Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ (бо шарҳ ва соҳаи таҳқиқ).** Рисола ба шиносномаи ихтисоси 1.4. Химия (1.4.7. Химияи пайвастаҳои фаромолекулӣ), ки аз ҷониби Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон аз рӯи бандҳои зерин тасдиқ шудааст, мувофиқат мекунад:

**Мувофиқи банди 2.** Синтези полимерҳо, робитаи сохтор ва реаксияи онҳо. Коркарди усулҳои нав ва такмилдодашудаи истихроҷи биополимерҳо – боби 2.3.;

**Мувофиқи банди 3.** Хусусиятҳои асосӣ ва хосиятҳои физикии полимерҳои хатӣ, шохадор, ва туршақл, конфигурация ва конформатсияи онҳо – бобҳои 1.2. ва 2.3.;

**Мувофиқи банди 5.** Тағйирёбии химиявии полимерҳо: - пайвандҳои дохил – ва байнимолекулавӣ, натиҷаҳои ин табадулот – боби 2.3.;

**Мувофиқи банди 8.** Такмил додани усулҳои мавҷуда ва кор карда баромадани усулҳои нави омӯзиши хосиятҳои физикию химиявӣ ва дигар хосиятҳои вобаста ба шароити истифодабарии онҳо – бобҳои 1.2 ва 2.3.

**Мувофиқи банди 9.** Ба мақсади мувофиқ такмил ва коркарди маводди полимерии дорои хосиятҳои нав ва сохторҳои интеллектуалӣ, ки самтҳои истифодабарии онҳоро дар соҳаҳои афзалиятноки илм ва техника муайян мекунанд – бобҳои 1.2 ва 2.3.

**Саҳми шахсии доктарабӣ дарачаи илмӣ дар таҳқиқ** аз ҷустуҷӯ, таҳлил ва ҷамъбасти маълумоти илмӣ оид ба муайян намудани мақсад, вазифаҳо, тариқаҳои омӯзиш, усулҳои ҳалли онҳо ва коркарди методикаи ҳосил намудани гидрогелҳои полимерӣ мебошад, ки саҳми ҳалкунанда дорад. Ҳамаи натиҷаҳои илмӣ бо роҳи таҷрибавӣ бадастовардаи кори таҳқиқотии ба рисола ворид карда шуда, таҳлил ва

чамъбаст намудани маълумот оид ба усулҳои нави самарноки синтези гидрогелҳо шахсан аз тарафи довталаби дараҷаи илмӣ иҷро карда шудааст. Муллиф хулосаҳо ва муқаррароти асосии рисоларо омода намудааст, тасдиқи қорхоро дар конференсияҳои дараҷаҳои гуногун маъруза намуда, оид ба тайёр кардани нашрияҳои қорхоро ба анҷом расонидааст. Таҳияи хулосаҳо ва талаботи асосии диссертатсияро мустақилона ба анҷом расонида саҳми  $\bar{y}$  80 фисадро дар бар мегирад.

#### **Тасвиб ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия.**

Маводди диссертатсионӣ дар конференсияҳои зерини байналмилалӣ ва ҷумҳуриявӣ маъруза ва муҳокима карда шуд:

**а) байналмилалӣ.** Маводди конференсияи байналмилали башида ба 60-солагии кафедраи химия органикӣ, гиромидошти хотираи д.и.х. профессор Холиқов Ширинбек Холиқович (Душанбе-2021), маводди конференсияи панҷуми байналмилалии илмию амалӣ дар мавзӯи «Масъалаҳои кимиёи физикӣ ва координатсионӣ» баҳшида ба гиромидошти хотираи докторони илмҳои кимиё, профессорон Ҳомид Муҳсинович Ёқубов ва Зухуриддин Нуриддинович Юсуфов (Душанбе-2021), материалы международной научно-практической конференции на тему «Актуальные проблемы химической технологии» (Ташкент-2021), материалы международной конференции посвященной «70-летию памяти члена корреспондента АН РТ, д.х.н., профессора Аманджанова Азимджона Алимовича» на тему: «Комплексные соединения и аспекты их применения» (Душанбе-2021), материалы международной конференции SOL-GEL-2029 (Самарканд-2021), маҷмуи мақолаҳои конференсияи якуми байналмилалӣ дар мавзӯи “Дурнамои рушди таҳқиқи химияи пайвастаҳои координатсионӣ ва истифодаи амалии онҳо” баҳшида ба гиромидошти хотираи профессор Баситова Саодат Мухаммедовна, 80 солагии мавлуд ва 60-солагии фаъолияти илмӣ - педагогии доктори илми химия, профессор Азизқулова Оянон Азизқуловна (Душанбе - 2022), маводди конференсияи байналмилалии

ҷумҳурии Узбекистон (Тошкент-2022), Проблемы и перспективы химии товаров и народной медицины, материалы IX Международной научно-практической конференции (Андижан-2022).

**б) ҷумҳуриявӣ.** Маводди конференсияи ҷумҳуриявӣи апрели илмию амалӣ бахшида ба ҷашнҳои 30-солагии Истиқлоли давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон, «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф» (Душанбе-2021), маводди конференсияи ҷумҳуриявӣ дар мавзӯи “Саҳми усулҳои таҳлил дар рушди илм ва истеҳсолот” бахшида ба “20 солаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф (2020-2040)” (Душанбе - 2022).

**Интишорот аз рӯйи мавзӯи диссертатсия.** Оид ба мавзӯи рисолаи диссертатсионӣ 26 мавод, аз ҷумла, 5 мақола дар маҷаллаҳои тавсиянамудаи КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 21 фишурдаи мақола дар маводди конференсияҳои илмию амалии байналмилалӣ ва ҷумҳуриявӣ нашр шудааст.

**Соҳтор ва ҳаҷми диссертатсия.** Матни кори диссертатсионӣ дар ҳаҷми 143 саҳифаи ҷопи компютерӣ, аз ҷумла, матни асосӣ дар 121 саҳифа пешниҳод шудааст. Диссертатсия аз муқаддима, се боб, хулоса ва замима иборат буда, дорои 17 нақшаи реаксия, 35 расм, 25 ҷадвал ва 147 феҳристи адабиёти истифодашуда мебошад.

### **ҚИСМҲОИ АСОСИИ ТАҲҚИҚОТ**

“Бартариҳои гидрогелҳои дорои ионҳои комплекси металлҳои интиқоли дар он аст, ки танзим намудани варамкунии онҳо имконият дорад. Хосияти варамкунии гидрогелҳо дар навбати худ таъминкунандаи гузаронандагии баланд барои реагентҳо ва фаъолнокии каталитикии онҳо аз ҳисоби тағйирёбии таркиби марказҳои координатсионии катализ ба ҳисоб меравад” [6]. Матрисаи полимерии ҳаракаткунандаи полиакриламидиро ҳамчун аналоги сафеда меҳисобанд, вале сафеда ҳамчун пайвастаҳои комплекси

метавонад вазифаи марказҳои фаъоли металлоферментҳоро иҷро намояд.

Барои ҳосил кардани полимерҳои зудварамкунанда дар шароити лабораторӣ кислотаи акрилат ва акриламид бо методикаи маъмул аз ҷониби мо ба миқдори зарурӣ синтез ва нишондиҳандаҳои физикӣ-химиявӣ онҳо муайян карда шуд.

Қабул аз ҳама ҳалшавандагии кислотаи акрилат ва акриламидро дар ҳалқунандаҳои гуногун муайян кардем, ки дар ҷадвалҳои 1 ва 2 нишон дода шудааст.

**Ҷадвали 1. - Ҳалшавандагии гирогели кислотаи акрилат дар ҳалқунандаҳои гуногун**

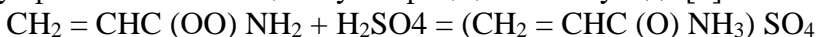
№	Ҳалқунандаҳо	Ҳарорат, °C	Ҳалшавандаги дар 100 г. ҳалқунанда
1	Об	25,0	215
2	Метанол	25,0	150
3	Этанол	25,0	81,0
4	Ацетон	25,0	65,0
5	Хлороформ	25,0	45,5
6	Бензол	25,0	0,32
7	Гексан	25,0	0,02

**Ҷадвали 2. - Ҳалшавандагии акриламид дар ҳалқунандаҳои гуногун**

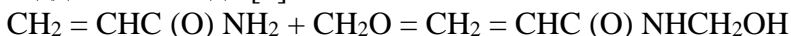
Ҳалқунанда	Ҳалшавандагӣ (бо грамм) дар 100 г ҳалқунанда
Об	211,5
Метанол	155,0
Этанол	86,2
Ацетон	63,1
Этилacetат	12,6
Хлороформ	2,66
Бензол	0,346
Гептан	0,0068

Аз ин ҷадвалҳои 1 ва 2 айён аст, ки кислотаи акрилат ва акриламид дар об аз ҳама бештар ҳал мешаванд.

Хосиятҳои кислотаи акрилат ва акриламиди синтезкардашуда ба маълумоти адабиёт мувофиқат мекунад. «Хосиятҳои химиявии акриламид гуногун мебошанд. Гурӯҳи  $\text{CONH}_2$  ба реаксияҳое дучор мешавад, ки ба амидҳои кислотаи карбонати алифатӣ хосанд. Акриламид моддаи амфотерии сусти аст: бо металли  $\text{Na}$ , *tert*-бутилат, бо кислотаи сулфат  $\text{H}_2\text{SO}_4$  намакҳои муовифиқ ҳосил мекунад» [7]:



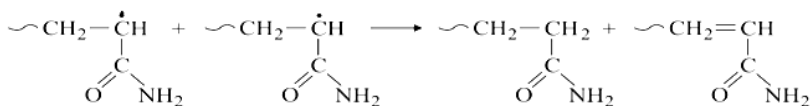
«Ин раванд дар маҳлули ангидриди атсетати 0,1 н. миқдоран титр карда мешавад. Бо маҳлули  $\text{HClO}_4$  дар кислотаи сирко реаксия гузорида мешавад. Ҳангоми якҷояшавӣ бо маҳлули обии формалдегид дар иштироки асосҳо ( $\text{pH}$  7-9), он ба *N*-метилолакриламиди ноустувор мубаддал мешавад» [8]:



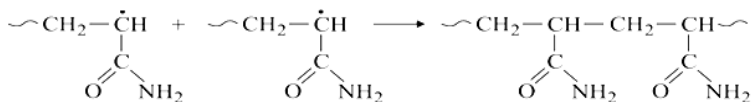
Реаксия дар иштироки кислота ва акриламид, дар *N,N'*-метиленибисакриламид  $(\text{CH}_2=\text{CHCONH})_2\text{CH}$  мегузарад.

«Акриламид аминҳои алифатии якума ва дуяма  $\text{NH}_3$ , спиртҳо, меркаптанҳо,  $\text{H}_2\text{S}$ , кетонҳо ва ғайраро ба банди дучанда ба осонӣ пайвасти менамояд» [8].

Ин намуди полимер барои синтези диен бо карбогидрогенҳои диенӣ ба реаксия дохил мешавад. Он тавассути гидродимеризатсияи электрохимиявӣ ба адипо-диамид мубаддал мешавад, тавасути полимеризатсия полиакриламидро ба вучуд меорад ва бо мономерҳои акрил, стирол, хлориди винилиден ва ғайра сополимеризатсия мешавад.



**ё рекомбинатсия:**



Дар ваќти мавҷуд будани кислотаҳои қавӣ дар ҳалқунандаҳои апротонӣ, акриламид поли-β-аланин  $\text{CH}_2=\text{CHCONH}-[\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CONH}]_n$ -ро ҳосил мекунад.

### **Гидрогелҳои металлдор ва таҳқиқи хосиятҳои физикӣ-химиявӣ онҳо**

Мувофиқи мақсади таҳқиқоти мазкур ба коркарди усулҳои ҳосилкунии маводди нави хосиятҳои биологидошта, дар асоси гидрогелҳои дӯхташудаи акрилатӣ ва кислотаи акрилат, ки сохт ва хосиятҳои мухталиф зоҳир мекунанд, инчунин ба омӯзиши имконияти истифодаи онҳо дар соҳаи тибб ва биология диққати асосӣ дода шудааст. Вобаста ба ин, дар қори диссератсионии мо усулҳои гуногуни ҳосилкунии гидрогелҳои ҳалнашавандаи дуруштдӯхташуда, ки варамкунии мушаххас ва суръати баланди варамкунӣ доранд, бо воридкунии пайвастаҳои комплекси биометаллҳо ба фазои онҳо коркарду пешниҳод шудаанд. Ин усулҳои коркард имкон медиҳанд, ки субстрати полимерӣ ба сифати барандаи воситаҳои доруворӣ, тамдиддиҳандаи муддати эътибори онҳо истифода шавад.

### **Махсусиятҳои синтези полимерҳои зудварамкунанда аз кислотаи акрилат ва акриламид**

Дар қори мазкур барои синтез кардани полимери зудварамкунанда истифодаи кислотаи акрилат ва акриламид, оксидкунандаи қавӣ ва оби муқаттар ҳамчун ҳалқунанда истифода карда шуд. Таҳқиқи синтези полимерҳои зудварамкунанда аз маводди химиявӣ дар муҳитҳои гуногун гузаронида шудааст. Натиҷаҳои илмӣ-таҳқиқотӣ нишон доданд, ки агар акриламид ё кислотаи акрилат ба сифати полимерҳосилкунанда истифода бурда шаванд, онҳо метавонанд полимерҳои гидрогелҳои гуногунро дар шароити муайян ҳосил кунанд. Чунин гидрогелҳоро ҳамчун ниғаҳдорандаи намнокӣ дар тамоми соҳаҳои кишоварзӣ истифода кардан имконпазир ва муфид аст.

Таҳқиқоти илмӣ мо синтези гидрогелҳои зудварамкунандаро дар асоси пайвастаҳои координатсионии оҳан, рух ва мис бо акриламид ва кислотаи акрилат дар бар мегирад.

Ҳамчун усулҳои асосии таҳқиқот барои полимерҳои зудварамкунандаи синтезкардашуда усулҳои оксредметрия, спектроскопияи ИС, титронидани кондуктометрӣ, таҳлили элементӣ истифода шуданд. Инчунин омӯзиши рафтори гидрогел ва раванди ҷаббиши об низ мавриди таҳқиқ қарор гирифт.

Гидрогелҳои синтезкардашуда барои истифодабарӣ хеле муҳиманд, зеро онҳо на танҳо хусусияти нигоҳдории об ва бо илова кардани микроэлементҳо барои растаниҳо фоидаи калон мерасонанд, балки қобилияти аз худ кардани намиро аз ҳаво дар ҳарорати шабонарӯзӣ ва нигоҳдории рутубатро рӯзона доро мебошанд. Сохти гидрогел дар ҳолати варам карданаш тақрибан ба маҳлулҳои обӣ шабеҳ аст. Аз ин сабаб, он ба полимеризатсияи пайвастаҳои координатсионӣ мусоидат мекунад. Ҳангоми ҳалли чунин проблемаҳои соҳаи кишоварзӣ, ба монанди дастрасии гидрогелҳои самарабахши зудҳосилшаванда, ки бо ёрии онҳо масъалаҳои сарфаи об ҳангоми обёрӣ, парвариши растаниҳо дар шароити нисбатан сабуке, ки бо намии гелҳо муҳайё мешаванд, хеле муҳим мебошад. Ғайр аз ин, таҳқиқот доир ба интиқоли комплексҳои гетероядрой ва гетеровалентии оҳан, руҳ ва мис ба таркиби акриламид ва кислотаи акрилат дар навбати худ муайян кардани шароитҳои оптималии полимеризатсияи комплексҳо ва ҳосил кардани гидрогелҳои обгирандари пешбинӣ менамояд. Хосиятҳои физикӣ, физикӣ-химиявӣ ва биологии ин гидрогелҳо омӯхта шуданд. Оид ба истифодаи гидрогелҳои варамкунанда дар амалияи кишоварзӣ ва тибб тавсияҳо таҳия гардидаанд. Амалисозии натиҷаҳо метавонад дар татбиқи мустақими онҳо дар соҳаҳои гуногун дорои аҳамияти бузург назаррас бошад. Дар натиҷаи омӯзиш муайян гардидааст, ки таъсири ҳарорат, давомнокии раванд ва консентратсияи кислотаи акриламид ва акриламид ҳангоми ҷудошавии полимери зудварамкунанда, дараҷаи истихроҷи ҷузъҳои муфид аз таркиби ҳалкунанда нақши муҳим доранд.

Муайян карда шуд, ки серобкунии полимери зудварамкунанда дар ҳарорати баланд зуд амалӣ мегузарад.

Тавре дар боло қайд гардид, пайвастаҳои координатсионии оҳан, мис ва руҳ бо лигандҳои фаъоли биологӣ моддаҳои кристаллӣ буда, дар таркибашон металҳои гуногун доранд. Пайвастаҳои координатсионии оҳан, мис ва руҳ бо лигандҳои аз ҷиҳати биологӣ фаъол моддаҳои хокамонанд буда, рангашон гуногун аст ва бӯи махсус доранд ва таъми онҳо каме тез аст. Ҳалшавандагии пайвастаҳои координатсионии зикршуда дар ҳалкунандаҳои гуногун: диметилформаид, диметилсулфоксид, спирти этил (96%), об, атсетон, кислотаи сирко, бензол, толуол, метанол, аммиак, эфири диэтил омӯхта шуд (нигаред ба ҷадвалҳои 3, 4 ва 5).

**Ҷадвали 3. - Ҳалшавандагии пайвастаҳои гетеровалентӣ ва гетероядронии оҳан бо кислотаи акрилат**

Ҳалкунанда	Ҳалшавӣ	Ранги маҳлул
Диметилформаид	Ҳалшаванда	Ранги зард
Спирти этил, 96%	Ҳалшаванда	Ранги зард
Спирти метил, 98 %	Ҳалшаванда	Ранги зард
Об	Кам ҳалшаванда	Зарди нопурра
Бензол	Ҳалшаванда	Ранги зард

Маҳлули ин модда сабзранг мебошад, бӯи махсус дорад ва таъмаш каме тез аст.

**Ҷадвали 4. - Ҳалшавандагии пайвастаҳои координатсионии мис бо кислотаи акрилат**

Ҳалкунанда 100 г	Ҳалшавӣ	Намуди маҳлул
Об	Камҳалшаванда	Кабуди суст
Спирти этил, 96%	Кам ҳалшаванда	Кабуди баланд
Метанол	Таҷзия мешавад	Кабуди беранг
Диметилформаид	Ҳалшаванда	Кабуди беранг
Атсетон	Ҳалшаванда	Кабуди беранг
Кислотаи сирко	Кам ҳалшаванда	Кабуд
Бензол	Кам ҳалшаванда	Кабуди паст
Аммиак	Таҷзия мешавад	Кабуди сиёҳ
Эфири диэтил	Ҳал намешавад	Беранг

**Ҷадвали 5.- Ҳалшавандагии пайвастаҳои координатсионии руҳ бо кислотаи акрилат**

Ҳалқунанда	Ҳалшавӣ	Ранги маҳлул
Об	Кам ҳалшаванда	Сафеди хира
Спирти этил 96%	Ҳалшаванда	Ранги сафед
Спирти метил 98%	Ҳалшаванда	Ранги сафед
Диметилформаид	Ҳалшаванда	Ранги сафед
Бензол	Ҳалшаванда	Сафед

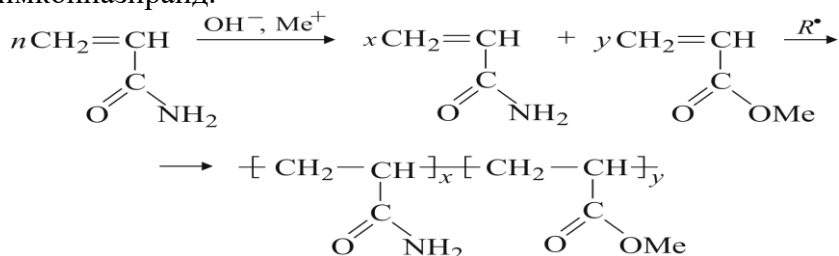
Аз ин ҷадвалҳо дида мешавад, ки пайвастаҳои координатсионии синтезкардашудаи оҳан, мис ва руҳ дар ҳалқунандаҳои органикӣ ба монанди диметилформаид, атсетон, метанол хуб ҳал мешаванд ва дар этанол камҳалшавандаанд.

**Хусусиятҳои синтези пайвастаҳои координатсионии оҳан, мис ва руҳ бо кислотаи акрилат ва акриламид**

Ҳарчанд дар боби 2 методикаи синтези пайвастаҳои координатсионии оҳан, мис ва руҳ бо кислотаи акрилат ва акриламид ба таври мушаххас барои ҳар металл муфассал зикр гардида бошад ҳам, барои нишон додани хусусиятҳои раванди синтез ин ҷо тарзи синтези онҳоро ба таври умумӣ пешниҳод карда, таҳлил намудем.

Дар стакани ҳаҷмаш 250 мл 10 г акриламидро баркашида, мегирем ва 25 мл оби қатроншуда илова карда, ҳал мекунем, маҳлули ҳосилшударо омехта карда, то ҳарорати 50-60 °С гарм мекунем ва маҳлули иони мис, оҳан ё руҳро илова карда, омехта мекунем ва дар давоми 15-20 дақиқа нигоҳ медорем. Ба маҳлули ҳосилкарда 4-5 қатра оксидқунанда илова карда зуд-зуд омехта мекунем. Дар ин вақт кафккунӣ ба амал меояд. Маҳлули дар стакан бударо дар муддати 10-15 дақиқа омехта карда, то ҳарорати хона хунук мекунем. Дар натиҷаи реаксия полимеризатсияи гидрогели зудварамқунанда ҳосил мешавад, ки онро аз стакан ҷудо карда мегирем. Маҳлули ҳосилшударо бо ишқор коркард карда, барои пурра хушк шуданаш бо оби муътадил таҳшинро 2-3 маротиба шуста ҷудо мекунем. Дар қифи Бюхнер полимери ҳосилшударо дар байни қоғази филтр хушк мекунем, пас онро дар ҳарорати хона, дар эксикатор нигоҳ медорем. Баромади маҳсули реаксия 94% -ро ташкил

мекунад. Зимни синтези гидрогелҳо равандҳои зерин имконпазиранд.



Таҳлили раванди синтез нишон дод, ки агар дар вақти синтези полимер кислотаи акрилат ба сифати лиганд гирифта шавад, он гоҳ бо "металлҳои ҳаёти – оҳан, мис ва руҳ" пайвастаҳои координатсионии таркибашон гуногун ҳосил мешаванд, ки онҳо дар шароитҳои муайян полимеризатсия шуда, гидрогелҳои гуногунро ба вуҷуд меорад. Чунин гидрогелҳо метавонанд қобили реаксияҳои мухталиф дошта бошанд ва ҳамчун нигоҳдорандаи об дар тамоми соҳаҳои кишоварзӣ, тибб ва фармакология истифода шаванд.

Мақсади ин қисми кори мо омӯзиши хосияти варамкунии гидрогелҳо дар асоси пайвастаҳои координатсионии оҳан ва руҳ бо кислотаи акрилат мебошад. Ионҳои оҳан, мис ва руҳ қобилияти бо кислотаи беҳади органикӣ (кислотаи акрилат) пайваст шуданро дорад ва пайвастаҳои мураккаби координатсиониро ҳосил мекунад. Ионҳои оҳан, мис ва руҳ атомҳои марказии комплексҳосилкунанда буда, миқдори муайяни лигандро пайваст мекунад ва иони комплексиرو ҳосил мекунад, ки сфераи дохилии пайвастаи комплексиرو ташкил медиҳад. Ионҳои комплекси ҳосилшуда, ки зарядашон мусбат аст, дар навбати худ бо ионҳои хлорид, нитрат ва сулфат пайваст шуда, пайвастаҳои координатсиониро ҳосил мекунад.

Хусусияти дигари синтези пайвастаҳои координатсионии оҳан, мис ва руҳ бо кислотаи акрилат дар он зоҳир мегард, ки ҳангоми ба маҳлули 0,1 мол/л нитрат, сулфат ё хлориди ин металлҳо илова кардани маҳлули 0,2 молярии кислотаи акрилат, оҳиста-оҳиста фазаи ранга пайдо мешавад, ки он зуд саҳт шуда, полимер ҳосил мекунад (гидрогел) ва

онро аз зарф чудо карда, хушк намуда, мавриди таҳқиқи минбаъда қарор додем. Барои муайянкунии ҳалшавандагии гидрогелҳои кислотаи акрилат ва акриламид ҳалшавандагии онҳо дар ҳалқунандаҳои гуногун санчида шуданд, ки натиҷаҳо дар ҷадвалҳои 1 ва 2 нишон дода шудаанд. Аз ҷадвалҳои 1 ва 2 дида мешавад, ки ҳалшавандагии гидрогелҳои кислотаи акрилат ва акриламид дар ҳарорати 25 °С, дар 100 г ҳалқунандаҳои мухталиф қиматҳои гуногунро дорад. Онҳо дар об нағзҳалшаванда буда, дар дигар ҳалқунандаҳо камтар ҳал мешавад. Гидрогел дар бензол ва гексан ҳал намешавад. Қатори ҳалшавандагии гидрогелҳои кислотаи акрилат ва акриламид бо тартиби зерин мебошад:

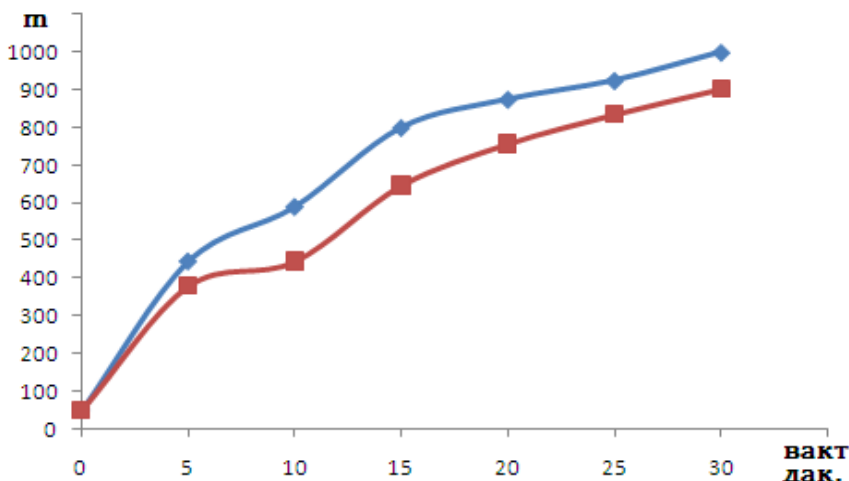
**Об> Метанол> Этанол> Ацетон> Хлороформ> Бензол> Гексан.**

Аз ин қатор бармеояд, ки бо кам шудани қутбнокии молекулаҳои ҳалқунанда ҳалшавандагии кислотаи акрилат ва акриламид коҳиш меёбанд, зеро ки молекулаҳои онҳо қутбнок мебошанд. Қонунияти ин қатор ба “қоида”-и дар химия маъмули “монандҳо дар монандҳо ҳал мешаванд” пурра мувофиқат мекунад. Азбаски қимати ҳалшавандагии полимерҳо дар об нисбат ба дигар ҳалқунандаҳо зиёд аст ва ҳамчун ҳалқунандаи гидрогелҳои мазкур обро интихоб намудан раво аст.

Дар шароити озмоишгоҳ барои омӯзиши хосияти варамкунии гидрогелҳо дар зарфҳои якхелаи химиявӣ 0,5 г гидрогелро баркашида, бо илова кардани об хосияти варамкунии онро бо тағйирёбии масса ва ҳаҷми полимерҳо дар шароити озмоишгоҳ омӯхтем. Дар натиҷаи омӯзиш муайян гардид, ки гидрогелҳо қобилияти хуби ба худ ҷазбкунии обро доранд ва зуд варам мекунанд. Дар ҷадвалҳои 6-7 ва расми 1- 2 хосияти варамкунии гидрогеле, ки дар таркибаш ионҳои оҳан ва руҳро доранд, нисбат ба вақт нишон дода шудааст.

**Чадвали 6 - Хосияти варамқунии гидрогеле, ки дар таркибаш ионҳои оҳан дорад**

Вақти варамқунӣ (дақ.)	Массаи гидрогел бо ионҳои оҳан (мг)	Массаи гидрогели тоза (мг)
0	50	50
5	445	379
10	590	444,4
15	800	645
20	875	755
25	925	833
30	1000	900

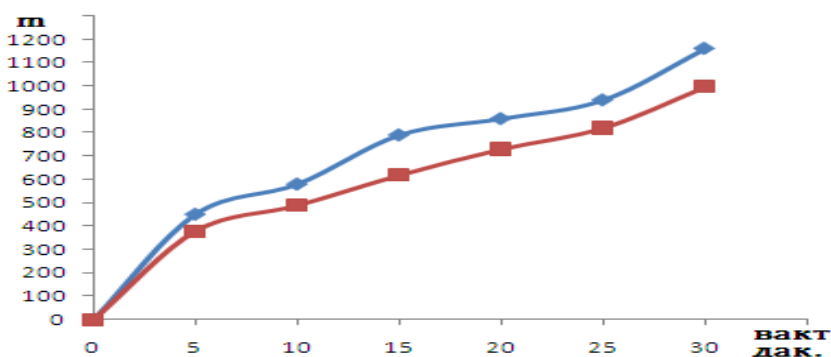


**Расми 1. - Вобастагии тағйирёбии массаи гидрогели ионҳои оҳан дошта аз вақт**

Аз чадвали 6 ва расми 1. дида мешавад, ки хосияти варамқунии гидрогели ионҳои оҳан дошта аз вақт вобаста буда, бо гузашти вақт зиёд мешавад. Натиҷаҳои таҳқиқ нишон медиҳад, ки хосияти варамқунии гидрогели тоза дар муддати 10 дақиқа ба 444,4 мг ва гидрогели дар таркибаш оҳан дошта ба 590 мг баробар аст. Варамқунии гидрогел дар муддати 20 дақиқа ба 755-875 мг, дар 30 дақиқа ба 900-1000 мг мерасад.

### Чадвали 7. - Хосияти варамкунии гидрогеле, ки ионҳои рух дорад

№	Вақти варамкуний (дақ.)	Массаи гидрогел бо ионҳои рух (мг)	Массаи гидрогели тоза (мг)
1	0	0,5	0,5
2	5	451	380
3	10	580	490
4	15	790	620
5	20	860	731,5
6	25	940	822,9
7	30	1160	999,1



Расми 2. - Вобастагии тағйирёбии массаи гидрогели ионҳои рухдошта аз вақт

Аз натиҷаҳои ҷадвали 7 ва расми 2 дида мешавад, ки хосияти варамкунии гидрогели ионҳои рухдошта аз вақти нигоҳдорӣ вобастагӣ дошта, бо зиёд шудани вақт зиёд мешавад. Натиҷаҳои таҳқиқҳои илмӣ нишон доданд, ки хосияти варамкунии гидрогели тоза дар муддати 10 дақиқа ба 490 мг ва гидрогели дар таркибаш ионҳои рух дошта ба 580 мг баробар аст. Варамкуний дар муддати 20 дақиқа ба 731,5-860 мг, дар 25 дақиқа ба 822,9-940 мг, дар 30 дақиқа ба 999,1 ва 1160 мг баробар мебошад.

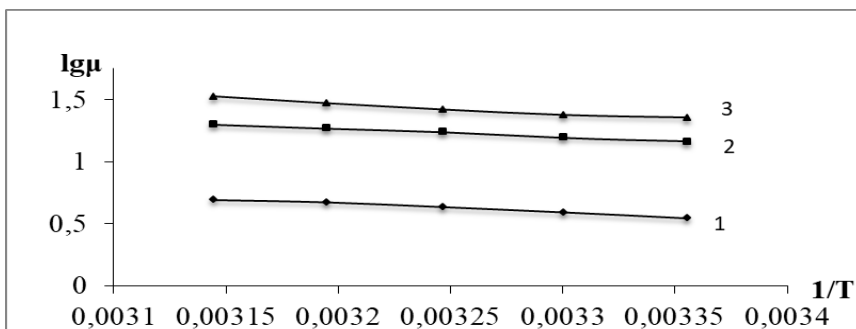
Ҳангоми муқоиса намудани комплексҳои гидрогеле, ки дар таркибашон ионҳои оҳан ва рух доранд, маълум шуд, ки варамкунии гидрогели ионҳои рухдошта нисбат ба гидрогели ионҳои оҳандошта зиёдтар аст. Азбаски кислотаи акриллат бо иони металлҳо пайваست шуда, комплексҳои ҳосил

мекунад, ки онҳо аз рӯи таркиб ва сохт фарқ мекунанд, ин гуфтаҳоро метавон ҳамчун далели варамкунии гидрогел дар об шарҳ дод.

Гидрогелҳо дар асоси кислотаи акрилат ва акриламид дар маҳлули обӣ синтез карда мешаванд. Равиши реаксия химиявӣ бо сополимеризатсияи радикалӣ ҳангоми иштироки сулфити натрий анҷом меёбад. Таҷрибаҳо оид ба омӯхтани кинетикаи сорбсионии ионҳои мис, руҳ ва оҳан дар ҳаҷми маҳдуд дар шароити статистикӣ аз маҳлулҳои  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$  ва  $\text{FeCl}_2$  бо концентратсияи 0,1 н гузаронида шуд: 0,01 н; 0,001 н. “Муддати ба ҳам таъсиркунии ионии металлҳо бо сорбент дар таносуби фазаҳои моеъ ва сахт 100:1 дар об ва спирт-об, дар ҳароратҳои гуногун гузаронида шуд” [9]. Концентратсияи ионҳои металлӣ аз рӯи тағйирёбии чараёнгузаронии маҳлули намак пеш ва баъд аз чаббидан дар чадвалҳои 8, 9, 10 ва 11 муайян карда шудааст.

**Чадвали 8. - Вобастагӣ аз чараёнгузаронии молярӣ бо иловаи кислотаи акрилат ва акриламид дар ҳарорати 298-318 К**

Пайвастаҳо	Маҳлул	Ҳарорат °С				
		25	30	35	40	45
$\text{H}_2\text{O}$	Об	02,4	02,7	03,1	03,3	03,7
	Спирту-об	12,8	13,4	14,6	15,6	16,8
Акриламид $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}-$ $\text{NH}_2 \quad \text{O}$	Об	14,5	15,7	17,4	18,6	20,0
	Спирту-об	21,3	22,6	24,3	26,7	28,4
Кислотаи акрилат $\text{CH}_2=\text{CH}-$ $\text{COOH}$	Об	22,6	23,8	26,3	29,6	33,6
	Спирту-об	13,7	14,9	17,6	19,4	22,3

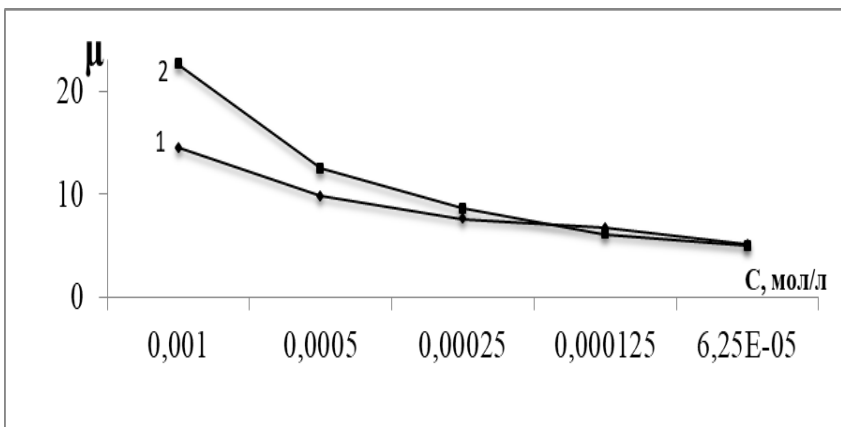


Расми 3. - Графики вобастагии чараёнгузарони молярӣ дар маҳлули обӣ бо кислотаи акрилат ва акриламид дар ҳарорати 298-318K

Пайвастагӣ	Ҳалқунанда	$\text{tg } \alpha$	E /фаъ.
Об	-	-829,9	15869,51
к. акриламид	Об	-669,4	12800,40
к. акрилат	Об	-709,2	13561,46

Ҷадвали 9. - Вобастагӣ аз чараёнгузаронии молярӣ бо иловаи кислотаи акрилат ва акриламид аз консентратсия дар ҳарорати 298 K

Пайвастаҳо	Маҳлул	Концентратсия, мол/л $\mu, \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{мол}^{-1}$				
		1* $10^{-3}$	5* $10^{-4}$	2,5* $10^{-4}$	1,25* $10^{-4}$	6,25*1 $0^{-5}$
Кислотаи акрилат $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$	Об	22,6	12,5	08,0	06,1	05,0
	Спирту-об	13,7	11,8	19,3	21,3	23,7
Акриламид $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}-\text{NH}_2$   O	Об	14,5	09,8	07,6	06,7	05,1
	Спирту-об	21,3	16,2	16,8	20,6	23,3

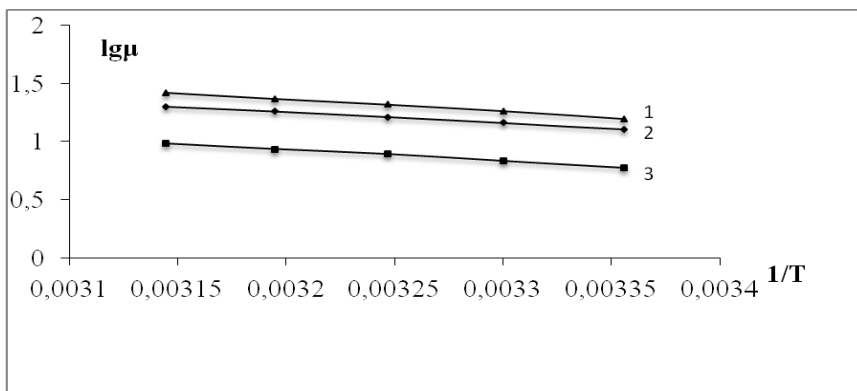


**Расми 4. - Графики вобастагии чараёнгузарони молярӣ дар маҳлули обӣ аз кислотаи акрилат ва акриламид аз концентратсия дар 298К**

Пайвастаҳо	$tg\alpha$	$\lambda_{\infty}$	$K_d$	A
Акриламид	0,0001	45,45	$4,84 \cdot 10^{-08}$	$6,96 \cdot 10^{-06}$
Кислотаи акрилат	0,0003	23,44	$5,46 \cdot 10^{-07}$	$2,34 \cdot 10^{-05}$

**Ҷадвали 10. - Вобастагии чараёнгузарони молярӣ, илова кардани комплекси намакҳои Fe (II, III), Cu (II), Zn (II) бо кислотаи акрилат дар ҳарорати 298-318 К**

№	Пайвастаҳо бо кислотаи акрилат	Маҳлул	Ҳарорат, °C				
			25	30	35	40	45
1	Fe(AK)	Об	54,0	60,2	66,2	73,7	78,5
		Спирт-об	34,6	38,3	43,7	46,4	49,2
2	Zn(AK)	Об	31,3	35,2	38,6	42,3	46,5
		Спирт-об	21,7	23,5	25,7	27,6	30,4
3	Cu(AK)	Об	24,2	26,6	29,3	32,0	34,7
		Спирт-об	17,4	19,7	21,4	23,8	27,2



1-Fe(АК); 2-Zn(АК); 3-Cu(АК)

**Расми 5. - Графики вобастагии чараёнгузаронии молярӣ дар маҳули обӣ аз кислотаи акрилат бо иловаи намакҳои оҳан, мис, руҳ дар ҳароратҳои 298-318 К**

Муқаррар карда шуд, ки чараёнгузаронии маҳлул аз температура ва консентратсияи кислотаи акрилат вобастагӣ дорад. Бо варам кардани гели полиэлектrolитии кислотаи акрилат, бо ин металлҳо раванди гидрататсияи полимерии сеченака мебошад.

**Ҷадвали 11. - Вобастагии чараёнгузаронии молярӣ, илова кардани комплекси намакҳои Fe (II) (III), Cu (II), Zn (II) бо кислотаи акрилат вобастагии он аз консентратсия дар ҳарорати 298 К**

Пайвастаҳо	Маҳлул	Консентратсия, мол/л $\mu, \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{мол}^{-1}$				
		$1 \cdot 10^{-3}$	$10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$1,25 \cdot 10^{-4}$	$6,25 \cdot 10^{-5}$
Fe (АК)	Об	54,0		19,1	11,1	07,5
	Спиртоб	34,6		31,3	36,4	40,7
Cu (АК)	Об	24,2	12	10,2	06,3	05,1
	Спирт-об	17,4		20,8	23,6	6,7
Zn (АК)	Об	31,3	17,3	12,2	07,0	06,2
	Спирт-об	21,7	18,8	22,7	25,6	29,4

«Дар маҳлулҳои электrolитӣ ҷазбшавии ионҳои электrolитӣ аз ҷониби гидрогел ба амал меояд. Қувваи ҳаракатдиҳандаи диффузияи потенциали баланди химиявии ионҳои металлӣ дар маҳлули беруна дар муқоиса бо потенциали онҳо дар дохили гел мебошад» [10].

«Мо аз ҷиҳати миқдори аз маҳлул ба гел аз худ шудани ионҳо ва десорбсияи онҳоро аз гел ба об тавассути тағйир додани барқгузаронии маҳлул мушоҳида кардем. Натиҷаҳои таҳқиқоти илмӣ таъсири концентратсия ва табиати электролитро ба хосиятҳои абсорбсия ва десорбсияи гел нишон медиҳанд. Бо зиёд шудани концентратсияи электролитҳо дар маҳлул, атмосфераи ионӣ тағйир меёбад ва таъсири электрофорезӣ, релаксатсионӣ, ки ҳаракати ионҳоро суғат мекунад, дар баробари равандҳои абсорбсия боиси паст шудани гузарониши электрикии маҳлул мегардад» [11].

## ХУЛОСА

1. Мувофиқи методикаҳои аз ҷониби мо пешниҳодшуда бо ду усул: ҳангоми дар зинаи полимеризатсия дар қиматҳои муайяни рН илова намудани ионҳои металлҳо ва бо роҳи сорбсияи ионҳо аз маҳлулҳои обии намакҳою пайвастаҳои координатсионӣ дар фазои кислотаи акрилат ва акриламид гидрогелҳои дар об ҳалнашавандаи таркибашон гуногун бо ионҳои металлҳои интиқолии  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$  ва  $Zn^{2+}$  ҳосил карда шуданд [3-М; 4-М; 8-М].

2. Барои омӯзиши таркиб, хосиятҳои физикӣ-химиявӣ ва муайянкунии соҳаҳои имконпазири татбиқи гидрогелҳои синтезкардашуда, тарикаҳои таҳлили элементӣ, муайянкунии ҳалшавандагӣ, варамкунии полимерҳо, оксредметрия, потенциали оксидшавӣ, спектроскопияи ИС, кондуктометрия ва таҳлили ретгенофазавӣ мавриди истифода қарор гирифтанд [5-М; 6-М].

3. Раванди ҳалшавии гидрогелҳои кислотаи акрилат, акриламид бе ва бо ионҳои металлҳои интиқолӣ дар ҳалқунандаҳои гуногун дар 25 °С омӯхта шуданд. Ҳалшавандагии гидрогелҳои кислотаи акрилат, акриламид бе ионҳои металлҳои интиқолӣ мутобики қатори зерин сурат мегирад: **Об > Метанол > Этанол > Ацетон > Хлороформ > Бензол > Гексан.** Муқаррар гардид, ки бо кам шудани қутбнокии молекулаҳои ҳалқунанда ҳалшавандагии кислотаи акрилат ва акриламид хоҳиш меёбад. Гидрогелҳо бо ионҳои металлҳои интиқолии

тахқиқшуда дар диметилформаид, атсетон, метанол хуб ҳал мешаванд ва дар этанол камҳалшавандаанд. Дар об ҳалнашавандаанд, хосияти дар об варамкунӣ доранд, ки аз вақт вобаста буда, афзоиш меёбад [6-М; 10-М; 11-М].

4. Бори аввал бо тариқаҳои оксредметрии ва потенциали оксидшавӣ таркиби пайвастаҳои координатсионии гидрогелҳо дар маҳлулҳои обӣ дар ҳудуди  $pH=2-10$  омӯхта шуд. Муайян гардид, ки комплексҳои моноядрӣ дар  $pH < 5$ , комплексҳои полиядроии гетеровалентӣ, пайвастаҳои координатсионии омехталигандӣ дар  $pH > 5$  ҳосил мешаванд ва ҳангоми зиёд шудани қимати  $pH$  мураккабшавии таркиби комплексҳо рух медиҳад. Комплексҳои дар фазаи гидрогел ҳосилшуда таркибан ба пайвастаҳои мувофиқи координатсионии онҳо дар об шабоҳат доранд. Натиҷаҳои таҳлили элементӣ, кодуктометрия ва таҳлили рентгенфазавӣ ин қонуниятҳоро тасдиқ менамоянд [7-М; 8-М; 9-М].

5. Муайян карда шуд, ки дар спектрҳои ИС-и гидрогелҳои дорои ионҳои металлҳои интиқоли дар муқоиса бо гидрогелҳои бе металл тағйирот мушоҳида мешавад. Дар гидрогелҳои бе металл гурӯҳҳои карбоксилӣ ва амидӣ дар намуди димерҳои сикли ассотситасия шудаанд. Тағйироти спектрҳои ИС, ки дар гидрогелҳои дорои ионҳои металлҳои интиқоли мушоҳида шудаанд, аз ворид шудани ионҳои металлҳо ба фазои гидрогелҳо, ба хусус аз иштироки гурӯҳҳои карбоксилӣ ва амидӣ дар реаксияҳои комплексҳосилшавӣ ва аз мавҷудияти банди координасионии  $M \leftarrow L$  ( $L - CONH_2, -COOH, S^{2-}$ ) дар таркиби гидрогелҳо шаҳодат медиҳанд [1-М; 2-М; 9-М; 12-М; 13-М].

6. Натиҷаҳои озмоишии ҳосилшуда ҷиҳати татбиқи гидрогелҳои кислотаи акрилат ва акриламид бо ионҳои металлҳои интиқоли, ба хусус қобилияти обҷаббандагӣ зудварамкунандагӣ имконият медиҳанд, ки барои истифодаи онҳо ҷиҳати аз ионҳои металлҳои вазнин тоза кардани обҳои партовҳои саноатӣ, беҳтар шудани раванди инкишофи афзоиши ҳосилнокии зироатҳои кишоварзӣ, баланд шудани сифати маҳсулот, сарфа кардани обу нуриҳои

минералӣ ва зоҳир кардани фаъолияти каталитикӣ дар реаксияҳои оксидшавӣ бо сулфиди натрий мусоидат намояд [1-М; 2-М; 9-М; 12-М; 13-М].

### **ТАВСИЯҲО ОИД БА ИСТИФОДАИ АМАЛИИ НАТИҶАҲОИ ТАҲҚИҚОТ**

1. Усулҳои синтези катализаторҳои металлӣ-полимерӣ дар асоси гидрогелҳои зудварамкунанда пешниҳод карда шудаанд, ки онҳоро барои тозакунии аз обҳои партовӣ аз сулфур, ионҳои металлҳои вазнин истифода бурдан мумкин аст.
2. Усулҳои таҳияшудаи синтез имкон медиҳанд, ки барои равандҳои оксидшавӣ катализаторҳои полимери зудварамкунанда ва хеле фаъол бадаст оварда шаванд.
3. Таъсири мусбати гидрогелҳои акриламидӣ ба инкишоф, ҳосилнокии зироатҳои кишоварзӣ ва баланд шудани сифати маҳсулот нишон дода шудааст. Таъсири обҷаббандагии гидрогели зудварамкунанда имкон медиҳад, ки об ва нуриҳои минералӣ сарфа карда шаванд.

## **ИНТИШОРОТ АЗ РҶӢИ МАВЗУИ ДИССЕРТАТСИЯ:**

**Руйхати мақолаҳое, ки дар маҷалаҳои илмӣ ба тавсияи**

**Комиссияи Олии Аттестатсионии назди Президенти**

**Ҷумҳурии Тоҷикистон нашр шудаанд:**

[1-М]. **Эраҷи Шерали**, Многофункциональные гидрогели на основе акриламида и акриловой кислоты и их возможное применения в медицине /**Эраҷи Шерали.**, Маликов Т.С., Мухиддинов З.К., Нурматов Т.М., Каримов М.Б.// Научно журнал. Вестник Дангара №2(12)-Данғара 2020.-С. 33-55. ISSN: 2410-4221

[2-М]. **Эраҷи Шерали**, Физико–химические свойства высоконабухающих полимерных гидрогелей содержащих координационные соединения Fe (II,III) /**Эраҷи Шерали.**, Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Каримов М.Б. //Науч. журнал. Весник педагогического университета № 3-4(11-12) Душанбе -2021.-С. 345-349. ISSN: 2707-9996

[3-М]. **Эраҷи Шерали**, Комплексные соединения кобальта (II) с акриламидом в водных растворах, и их каталитическая активность в фазе полиакриламидного гидрогеля /**Шерали Э.**, Маликов Т.С., Раджабзода С.И., Аловиддинзода Р.А.// Весник филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломаносова в города Душанбе №1 Душанбе-2023. С.119-130. ISSN: 2709-6238

[4-М]. **Эраҷи Шерали**, Омӯзиши фаъолнокии пайвастаҳои комплекси  $\text{Co(II)}$  бо акриламид дар маҳлулҳои обӣ ва дар фазаи гидрогели полиакриламидӣ /**Шерали Э.**, Раджабзода С.И., Маликов Т.С. Аловиддинзода Р.А.// Пайёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон №4 Душанбе-2024-С. 87-96. ISSN: 2413-452X

[5-М]. **Эраҷи Шерали**, Исследование физико-химических свойств акриламидных гидрогелей / **Э. Шерали, Т.С. Маликов, С.И. Раджабзода** // Науч. журнал.

**Мақолаҳо ва маводи конференсияҳо:**

[6-М]. **Эрачи Шерали**, Пайвастаҳои оҳан бо полиакриламид–катализатор дар раванди варамкунии гидрогел/ **Эрачи Шерали.**, Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Каримов М.Б.// Маводи конференсия байналмилали башида ба 60-солагии кафедраи химия органикӣ гиромидошти хотираи д.и.х профессор Холиқов Ширинбек Холиқович (14-15 май соли 2021) с.329-333.

[7-М]. **Эрачи Шерали**, Бо усули спектроскопӣ омӯхтани ионҳои Fe (II) ва Fe (III) бо кислотаи акрилӣ ва акриламид / **Эрачи Шерали.**, Маликов Т.С., Каримов М.Б., Нурматов Т.М.// Конференсияи панҷуми байналмилалии илмию амалиро дар мавзӯи «Масъалаҳои кимиёи физикӣ ва координатсионӣ» бахшида ба гиромидошти хотираи докторони илмҳои кимиё, профессором Ҳомид Муҳсинович Ёқубов ва Зухуриддин Нуриддинович Юсуфов (15-16-уми ноябри соли 2021). с.30-34

[8-М]. **Эрачи Шерали**, Омӯзиши хосиятҳои гидрогелҳои бисёрфункционалии дорои ионҳои оҳан бо кислотаи акрилӣ ва акриламид / **Эрачи Шерали.**, Маликов Т.С., М., Нурматов Т. М., Каримов М.Б.// Конференсияи панҷуми байналмилалии илмию амалиро дар мавзӯи «Масъалаҳои кимиёи физикӣ ва координатсионӣ» бахшида ба гиромидошти хотираи докторони илмҳои кимиё, профессорон Ҳомид Муҳсинович Ёқубов ва Зухуриддин Нуриддинович Юсуфов (15-16-уми ноябри соли 2021). с.25-30.

[9-М]. **Эрачи Шерали**, Воздействия комплексных соединений переходных металлов набухаемость и

каталическую активность полиакриламидных гидрогелей / Э. Шерали., Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Мухидинов З.К., Каримов М.Б. //Материалы международной научно-практической конференции на тему «Актуальные проблемы химической технологии» Ташкент- 2021. с.505-506.

[10-М]. **Эрачи Шерали**, Омӯзиши спектрҳои пайвастаҳои комплекси полимери тезварамкунанда бо ионии мис (II) / **Эрачи Шерали.**, Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Каримов М.Б.//Международная конференция посвященной «70-летию памяти члена корреспондента АН РТ, д.х.н., профессора Аминджанова Азимджона Алимовича» на тему: «Комплексные соединения и аспекты их применения». Душанде -2021. с.87 – 91.

[11-М]. **Эрачи Шерали**, Синтез и изучение комплексные соединения иона цинка с водорастворими полимеры //Эраджи Шерали., Маликов Т.С., Каримов М.Б., Нурматов Т.М.// Международная конференция посвященной «70-летию памяти члена корреспондента АН РТ, д.х.н., профессора Аминджанова Азимджона Алимовича» на тему «Комплексные соединения и аспекты их применения» Душанбе. 2021. с.75-79.

[12-М]. **Эрачи Шерали**, ИК–Спектры координационных соединений Fe (II, III) с акриламида и акриловой кислотой/ **Эрачи Шерали.**, Маликов Т.С., Каримов М.Б., Нурматов Т.М., Турсунова Г.Х.// Материалы международной конференция (12-13 октября 2021), SOL-GEL-2029. Самарканд-2021. с.109-111.

[13-М]. **Эрачи Шерали**, Координационные соединения марганца с акриламидом водные растворах и их каталическая активност в фазе акриламидного полимеоного гидрогеля/ Эраджи Шерали., Маликов Т.С.,

Нурматов Т.М., Мухидинов З.К.// Науч.Журнал.Андишон -2021, с.5-13 .

[14-М]. **Эрачи Шерали**, Воздействия комплексных соединений переходных металлов набухаемость и каталитическую активность полиакриламидных гидрогелей /Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Мухидинов З.К., Каримов М.Б., Шерали Э.// Материалы международной научно-практической конференции на тему «Актуальные проблемы химической технологии» Ташкент- 2021. с.505-506.

[15-М]. **Эрачи Шерали**, Омӯзиши хусусиятҳои ҷабидани гидрогелҳо бо иони металлҳо дар маҳлулҳои электролитҳо / **Эрачи Шерали.**, Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Каримзода М.Б., Қудратова Ш.Ҳ. //Маҷмуи мақолаҳои конференсияи якуми байналмилалӣ дар мавзӯи “Дурнамои рушди таҳқиқи химияи пайвастаҳои координатсионӣ ва истифодаи амалии онҳо” бахшида ба гиромидошти хотираи профессор баситова саодат мухаммедовна, 80 солагии мавлуд ва 60-солагии фаъолияти илмӣ –педагогии доктори илми химия, профессор Азизқулова Онаҷон Азизқуловна (30-31 Марти соли 2022 ) Душанбе -2022, с.301-304.

[16-М]. **Эрачи Шерали**, Синтез и изучение водорастворимых полимеров акриламида с ионами некоторых металлов/ **Эрачи Шерали.**, Нурматов Т.М., Маликов Т.С., Каримзода М.Б.// Маводи конференсияи байналмилалӣ Ҷумҳурии Узбекистон. ш. Тошкент-2022 с.162-163 .

[17-М]. **Эрачи Шерали**, Гидрогели на основе акриламида и акриловой кислоты и их возможное применение в медицине/ **Эраджи Шерали.**, Т.С. Маликов, Т.М. Нурматов, М.Б. Каримзода//Проблемы и перспективы химии товаров и народной медицины

Материалы IX Международной научно-практической конференции (Андижан, 2022, 15-16 сентября) с.99-101.

[18-М]. **Эрачи Шерали**, Синтез и изучение водорастворимых полмеров акриламида с ионами некоторых металлов/ **Эраджи Шерали.**, Нурматов Т.М., Маликов Т.С., Каримзода М.Б.// Маводи конференсияи байналмилалии ҷумҳурии Узбекистон. ш. Тошкент-2022 с.162-163.

[19-М]. **Эрачи Шерали**, Изучение координационных соединений цинка с акриламидом в водных растворах /**Эраджи Шерали.**, Т.С. Маликов., Т.М. Нурматов., М.Б. Каримзода// Проблемы и перспективы химии товаров и народной медицины Материалы IX Международной научно-практической конференции Андижан- 2022, 15-16 сентября с.101-103.

[20-М]. **Эрачи Шерали**, Омӯзиши таъсири полимери пайвастиҳои координатсионии руҳ дар об ҳалшаванда ба табиати элементии ҷуворимакка /Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Эраджи Шерали., Қудратова Ш.Ҳ.// Конференсияи ҷумҳуриявӣ дар мавзӯи “Саҳми усулҳои таҳлил дар рушди илм ва истеҳсолот” баҳшида ба “20 солаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзи дар соҳаи илму маориф (2020-2040)” 5 октябри соли 2022 Душанбе -2022 с. 211-215.

[21-М]. **Эрачи Шерали**, Гидрогелҳои дорои пайвастиҳои координатсионии оҳан, мис ва руҳ/**Эрачи Шерали.**, Маликов Т.С., Аловиддинзода Р.А., Раҷабзода С.И.//Маводи конференсияи ҷумҳуриявии илмию назариявии ҳайати устодону кормандони ИИТ ДМТ баҳшида ба «75-солагии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон», «115-солагии академик Бобочон Гафуров», «Соли 2023-

Соли забони русӣ» ва «Соли 2025-Соли байналмиллалӣ хифзи пиряхҳо» Душанбе-2023. с.221-224.

[22-М]. **Эрачи Шерали**, Омӯзиши хосиятҳои варамкунии гидрогелҳои дорои иони мис бо кислотаи акрили ва акриламид/**Эрачи Шерали.**, Т.С. Маликов., С.И. Раҷабзода//Маводи конференсияи ҷумҳуриявӣ илмию назариявӣ ҳаёти устодону кормандони ИИТ ДМТ баҳшида ба «75-солагии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон», «115-солагии академик Бобоҷон Гафуров», «Соли 2023-Соли забони русӣ» ва «Соли 2025-Соли байналмиллалӣ хифзи пиряхҳо» Душанбе-2023. с.229-235.

[23-М]. **Эрачи Шерали**. Каталитическая активность металлополимерных комплексов, полученных путем сорбции ионов переходных металлов акриламидным гидрогелем, в процессе окисления сульфида натрия/**Шерали Э.**, Маликов Т.С., Раҷабзода С.И., Аловиддинзода Р.А., Каримов М.Б.// Science and technologies Almaty, Kazakhstan 26 february -2024 с. 245-251

[24-М]. **Эрачи Шерали**, Омӯзиши хосиятҳои гидрогелҳои бисёрфункционалӣ бо иони мис дар асоси акриламид/**Эрачи Шерали.**, Т.С. Маликов., Р.А. Аловиддинзода., М.Б. Каримзода//Маҷмуи мақолаҳои конференсияи байналмилалӣ дар мавзӯи «Рушти самтҳои нав дар илм: вазъи кунунӣ ва дурнамои он » баҳшида ба 20-солагии таъсисёбии Институти илмию таҳқиқотии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон (25-26 октябри 2024) Душанбе- 2024. с.178-183.

[25-М]. **Эрачи Шерали**, Таҳқиқи фаъолнокии каталитикии пайвастаҳои комплекси Со (II) бо акрил-амид дар маҳлулҳои обӣ/**Эрачи Шерали.**, С.И. Раҷабзода., Т.С. Маликов., Р.А. Аловиддинзода// Маводи

конференсияи ҷумҳуриявӣ илмию назарариявӣ ҳайати устодону кормандони ИИТ ДМТ бахшида ба «30- юмин солгарди қабули Конститутсияи Ҷумҳурии Тоҷикистон» ва «Соли маърифати ҳуқуқӣ» (22-27 апрели 2024) Душанбе- 2024. с.204-207.

[26-М]. **Эрачи Шерали.** Спектральные методы исследования гидрогелей/ Эраджи Ш., Маликов Т.С., Аловиддинзода Р.А., Раджабзода С.И.// Сборник материалов международной научно-практической конференции на тему «Комплексные соединения и аспекты их применения», (17 сентября 2025 г.) Душанбе-2025 с. 251-254.

### **Патент**

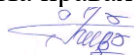
[27-М]. **Эрачи Шерали.,** Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Муҳиддинов З.Қ. Тарзи ҳосил кардани гидрогели тезварамкунанда № ТҶ 1190/ 2020.с

НАУЧНО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТАДЖИКСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

УДК: 547.466.24/.3

На правах рукописи

ББК: 24.239(2)



Э – 87

**Эраджи Шерали**

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГИДРОГЕЛЕЙ  
АКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ И АКРИЛАМИДА С  
НЕКОТОРЫМИ ПЕРЕХОДНЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата  
химических наук по специальности 1.4.7. Химия  
высокомолекулярных соединений

Душанбе - 2026

Диссертация выполнена в лаборатории «Химия и технология лекарственных растений» при Научно-исследовательском институте Таджикского национального университета

**Научный  
руководитель**

**Раджабзода Сироджиддин Икром**

доктор химических наук, профессор кафедры органической химии Таджикского национального университета

**Официальные  
оппоненты:**

**Джумаев Бахшулло Бокиевич**

доктор биологических наук, член-корреспондент НАНТ, главный научный сотрудник Института ботаники, физиологии и генетики растений НАНТ

**Хакимходжазода Сироджиддин Нажмиддин**

кандидат химических наук, доцент кафедры органической и прикладной химии факультета биологии и химии Худжандского государственного университета имени академика Бабаджана Гафурова

**Ведущая  
организация:**

Дангаринский государственный университет

Защита диссертации состоится **“18” августа 2026 года в 10:00 ч.** на заседании диссертационного совета 6D.KOA–080 при Институте химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана по адресу: 734063, г. Душанбе, ул. Айни, 299/2, Институт химии им. В.И. Никитина (зал заседаний диссертационного совета). E-mail: [shd.6d.koa.080@gmail.com](mailto:shd.6d.koa.080@gmail.com)

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте Института ([www.ikai.tj](http://www.ikai.tj))

Автореферат разослан « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета  
6D.KOA–080,  
кандидат химических наук



Усманова С.Р.

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Химия высокомолекулярных соединений является разделом химии, изучающий химические и физико-химические свойства, методы синтеза высокомолекулярных соединений и их производных, а также исходные реагенты их получения (мономеры, олигомеры). Химия высокомолекулярных соединений включает в себя синтетические (полиолефины, полиэтеры, полиамиды и другие соединения) и природные (естественные) полимеры. Гидрогели в свою очередь являются одним из видов синтетических полимеров.

Гели в основе полиакриламида широко известны. Они будучи инертными не являются токсичными, при низких и высоких температурах не меняют свои свойства, сохраняются в почве в течение пяти лет, а затем расщепляются на воду и аммиак. Во многих странах эти гели производятся и используются в науке, промышленности и сельском хозяйстве.

Гидрогели, включая акриловые гидрогели являются низковязкими полимерами, способные поглощать и удерживать большое количество жидкости.

За счет сорбционных показателей гидрогелей их широко применяют в различных областях жизнедеятельности, например, в промышленности и сельском хозяйстве, экологии, фармакологии и др. Полимерные сорбенты также используются в медицине, в частности при производстве санитарногигиенических изделий, перевязочных материалов и фармацевтических препаратов.

На сегодняшний день перевязочные материалы не отвечают многим требованиям, включая способность впитывать биологические жидкости, стерильность, мягкость и др.

“В последние годы интенсивное развитие химических технологий дало возможность синтезировать огромное количество различных полимеров. В рамках данного

направления гидрофильные полимерные гели (гидрогели) представляют собой одну из наиболее динамично развивающихся областей.

Этот тип гелей по сравнению с другими материалами обладают большой адсорбционной способностью к воде, водным растворам и другим веществам. Данная способность полимерных гелей используется как наполнители в подгузниках, хирургических салфетках и влажных подушечках. Полимерные гели находят применение в химической промышленности для осушения газов, а в сельском хозяйстве их используют для создания почв, способных удерживать влагу» [1], [2].

«В медицине гидрогели используются для производства линз, а также считаются перспективными материалами для изготовления имплантов нового поколения» [3]. В последние годы сильно возросла потребность и доступность к полимерным гелям.

В связи с этим, анализ в сфере использования гидрогелей показал, что область применения гелей, в которых преобладает адсорбционная способность геля является широко распространенной.

“Другие физические и химические свойства гидрогелей по сравнению с другими видами полимеров в современных литературных источниках изучены недостаточно” [4].

Таким образом, создается противоречие между нераскрытыми свойствами гидрогелей как современного объекта ноосферы и требованиями современной технологии при использовании новых материалов.

“В этой связи, синтез и исследование физических и химических свойств гидрогелей, которые могут использоваться в технологических процессах и устройствах, является актуальной задачей. Таким образом, настоящее исследование основано на проблемах определения физических свойств гидрогелей” [5].

**Степень изученности научной работы.** Изучены реакции между солями железа, меди и цинка с акриловой

кислотой и акриламидом. В литературе сведения о синтезе полимерных гидрогелей, имеющих в своем составе железо, медь и цинк немногочислены и не изучены достаточно. По этой причине получение такого рода гидрогелей, изучение механизма образования и исследование их различных физических и химических свойств имеет существенное научное и практическое значение.

Таким образом, в настоящей диссертационной работе предложены методы синтеза полимерных гидрогелей, имеющих в своем составе переходные металлы железо, медь и цинк, изучены их физические и химические свойства.

**Связь темы исследования с программами (проектами) или научным направлением.** Диссертационная работа выполнена в лаборатории “Химия и технология лекарственных растений” Научно-исследовательского института Таджикского национального университета в соответствии с проектом бюджета Республики Таджикистан по теме: “Синтез и исследование набухания гидрогелей на основе координационных соединений железа, цинка и меди, аспекты их применения в сельском хозяйстве и медицине” (номер государственной регистрации № 0120ТJ1061).

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Цель исследования.** Разработка методик синтеза быстронабухающих акриламидных гидрогелей, имеющих в своем составе ионы переходных металлов – железа, цинка и меди, изучение их свойств в полимерной фазе, а также исследование каталитической активности комплексов металл-полимер, образующихся в водном растворе и гелевой фазе, в процессе окисления сульфида натрия, цистеина и других органических веществ.

### **Задачи исследования:**

- исследование реакции образования комплексных соединений железа, меди и цинка с акриловой кислотой и акриламидом, используемых в качестве полимерных гидрогелей, изучение физических и химических свойств полимерных гидрогелей и их практическое применение;

- разработка новых недорогих и эффективных методов синтеза полимерных гидрогелей на основе железа, меди и цинка с использованием акриловой кислоты и акриламида;

- структурный анализ, элементный, рентгенофазовый, ИК спектроскопический, термогравиметрический, кондуктометрический, потенциометрический анализ координационных соединений железа, меди и цинка с акриловой кислотой и акриламидом, а также изучение термодинамических величин  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta G$  процесса комплексообразования железа, меди и цинка с акриловой кислотой и акриламидом методом температурного коэффициента и закономерности изменения термодинамических функций.

**Объект исследования.** Синтетические полимеры, акриловая кислота, акриламид и их соединения с железом, медью и цинком являются быстронабухающими гидрогелями, имеющими в своем составе переходные металлы.

**Тема (предмет) исследования.** Синтез полимерных гидрогелей, имеющих в своем составе железо, медь и цинк, изучение состава, физико-химических свойств и области их применения.

**Научная новизна исследования:**

1. Определен состав комплексов ионов переходных металлов с акриламидом в водном растворе в широком диапазоне pH.

2. Изучена каталитическая активность при прохождении процесса окисления сульфида натрия с акриловой кислотой, разработаны методы синтеза металл – полимерных катализаторов.

3. Изучен состав комплексов и каталитическая активность металл-полимерных катализаторов при окислении сульфида натрия с акриловой кислотой и акриламидом.

**Теоретическая значимость исследования:**

- правильность выявленных закономерностей процесса получения полимерных гидрогелей с основами химии высокомолекулярных соединений;

-функциональный состав полученных веществ был определен и доказан современными физико-химическими методами анализа, в том числе кондуктометрии, ИК – спектроскопии, термогравиметрии, потенциометрии и рентгенофазового анализа в зависимости от соотношения реагирующих веществ.

**Научно – практическая значимость исследования** заключается в использовании гидрогелей акриловой кислоты и акриламида с изученными ионами металлов в качестве основы для очистки промышленных сточных вод, для улучшения процесса развития и повышения урожайности сельскохозяйственных культур, повышения качества продукции, экономии воды и минеральных удобрений, а также выявления каталитической активности в реакциях окисления с сульфидом натрия.

**Положения, представленные для защиты:**

- определена рН-метрическая обработка процесса ионизации акриловой кислоты и акриламида при различных концентрациях в интервале температур 293-333К, а также реакции образования зависимости значений рК кислот от температуры, объяснение выявленных закономерностей в водных и физиологических растворах, закономерности по изучению влияния температуры на акриловую кислоту и акриламид и термодинамические характеристики процесса ионизации, а также методы целенаправленного синтеза координационных соединений железа, меди и цинка с акриловой кислотой и акриламидом в нейтральной и кислой средах;

- определены элементный, рентгенофазовый, ИК-спектро скопического, термогравиметрического, кондуктометрического и потенциометрического анализов координационных соединений железа, меди и цинка с акриловой кислотой и акриламидом в нейтральной и кислой средах в интервале температур 298-338К;

- определено влияние природы лиганда и температуры на константы устойчивости координационных соединений железа, меди и цинка с акриловой кислотой и акриламидом. Определены термодинамические функции  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta G$  процесса комплексообразования железа, меди и цинка с акриловой кислотой и акриламидом методом температурного коэффициента, а также выявлены закономерности изменений термодинамических функций.

**Степень достоверности результатов:** полученные результаты подтверждены и современными физико-химическими методами исследования. Для качественного и количественного определения состава реакционной массы применялись следующие методы анализа: элементный, рентгенофазовый, ИК спектроскопия, термогравиметрия, кондуктометрия, потенциометрия, ЯМР – спектрометрия (на приборе «Bruker AM-500» с рабочей частотой 500 и 125МГц).

**Соответствие диссертационной работы с паспортом научной специальности (с пояснениями и указанием области применения).** Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.4.7. Химия высокомолекулярных соединений, утвержденный Высшей аттестационной комиссией при Президенте Республики Таджикистан:

**Пункт 2.** Синтез полимеров, связь структуры и их реакций. Разработка новых и усовершенствованных методов получения биополимеров – глава 2.3.

**Пункт 3.** Основные особенности и физические свойства линейных, разветвленных и сетчатых полимеров их конфигурация и конформация 1.2 и 2.3.

**Пункт 5.** Химическое изменение полимеров: внутримолекулярные и межмолекулярные связи, результаты их превращений – глава 2.3;

**Пункт 8.** Усовершенствование существующих методов и разработка новых методов изучения физико-химических свойств в зависимости от условий их применения – главы 1.2 и 2.3.

**Пункт 9.** В целях совершенствования и разработки полимерных материалов, новыми свойствами и

интеллектуальными структурами, определяющие их применение в приоритетных областях науки и техники – главы 1.2 и 2.3.

**Личный вклад соискателя в исследовании** состоит в поиске, анализе и подведении выводов научной информации по определению цели, задачи, методов исследования, методов их решения и разработки методики получения полимерных гидрогелей, играющие важную роль. Все научные результаты, полученные экспериментальным путем в ходе выполнения исследовательской работы, анализ и обобщение полученной информации по разработке новых методов синтеза гидрогелей были проведены лично автором диссертационной работы. Диссертант подготовил заключение и основные положения научной работы, результаты исследований докладывались автором на научных конференциях различного уровня, а также подготовка научных статей по теме исследования. Автор самостоятельно подготовил выводы и основные главы диссертации, его вклад составил 80 процентов оригинальности.

**Подтверждение и внедрение результатов исследования.** Основные положения диссертационной работы были опубликованы и обсуждены на международных и республиканских конференциях:

**а) международные.** Материалы международной конференции, посвященной 60-летию кафедры органической химии, памяти д.х.н., профессора Холикова Ширинбека Холиковича (Душанбе, 2021), материалы пятой международной научно-практической конференции на тему: “Вопросы физической и координационной химии”, посвященной памяти докторов химических наук, профессоров Хамида Мухсиновича Якубова и Зухуриддина Нуриддиновича Юсупова (Душанбе, 2021), материалы международной научно-практической конференции на тему «Актуальные проблемы химической технологии» (Ташкент, 2021), материалы международной конференции, посвященной «70-летию памяти члена корреспондента АН РТ, д.х.н., профессора Аминджанова Азимджона Алимовича» на тему: «Комплексные соединения и аспекты их применения» (Душанбе, 2021), материалы

международной конференции SOL-GEL-2029 (Самарканд, 2021), материалы первой международной конференции на тему: “Перспективы развития исследований в области химии координационных соединений и их практического применения”, посвященной памяти профессора Баситовой Саодат Мухамедовны, 80 – летию рождения и 60 – летию научно – педагогической деятельности доктора химических наук, профессора Азизкуловой Онаджон Азизкуловны (Душанбе, 2022), материалы международной конференции Республики Узбекистан (Ташкент, 2022), материалы IX Международной научно-практической конференции “Проблемы и перспективы химии товаров и народной медицины”, (Андижан, 2022).

**б) республиканские.** Материалы республиканской научно-практической конференции, посвященной празднованию “30-летию независимости Республики Таджикистан”, “Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук в области науки и образования” (Душанбе, 2021), материалы республиканской конференции на тему: “Роль современных методов анализа в развитие науки и производства”, посвященной 20-летию развития естественно-научных, точных и математических дисциплин в области науки и образования (2020-2040 годы)” (Душанбе, 2022).

**Публикации по теме диссертационной работы.** По теме диссертации опубликованы 26 работ, из них 5 статей в рецензируемых журналах ВАК при Президенте Республики Таджикистан и 21 тезисов докладов международных и республиканских конференций.

**Объем и структура диссертации.** Текст диссертационной работы напечатан на 143 страницах компьютерного набора, основной текст составляет 121 страницы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и приложения, включает 17 схем реакций, 35 рисунков, 25 таблиц и 147 источников цитируемой литературы.

## ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Синтез и свойства гидрогелей

“Преимуществом гидрогелей, имеющих в своем составе ионы комплексов переходных металлов заключается в том, что имеется возможность контролировать их набухание. Способность гидрогелей к набуханию обеспечивает высокую проводимость реагентов и их каталитическую активность за счет изменения состава каталитических координационных центров” [6]. Подвижная полимерная полиакриламидная матрицу считается за аналогом белка, однако белки как сложные соединения могут функционировать в качестве активных центров для металлоферментов.

Для получения быстронабухающих гидрогелей в лабораторных условиях были синтезированы акриловая кислота и акриламид по существующим методикам в определенном количестве и определены их физико-химические показатели, приведенные в таблицах 1 и 2.

В первую очередь нами были определены растворимость акриловой кислоты и акриламида в различных растворителях (таблицы 1 и 2).

**Таблица 1. – Растворимость гидрогели акриловой кислоты в различных растворителях**

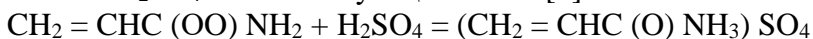
№	Растворители	Температура, °С	Растворимость в 100г. растворителя
1	Вода	25,0	215
2	Метанол	25,0	150
3	Этанол	25,0	81,0
4	Ацетон	25,0	65,0
5	Хлороформ	25,0	45,5
6	Бензол	25,0	0,32
7	Гексан	25,0	0,02

**Таблица 2. – Растворимость акриламида в различных растворителях**

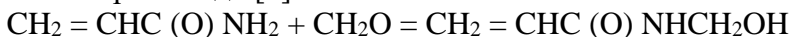
Растворитель	Растворимость (в граммах) в 100 г растворителя
Вода	211,5
Метанол	155,0
Этанол	86,2
Ацетон	63,1
Этилацетат	12,6
Хлороформ	2,66
Бензол	0,346
Гептан	0,0068

Анализ данных таблиц 1 и 2 показал, что растворимость акриловой кислоты и акриламида в воде больше.

Свойства синтезированной акриловой кислоты и акриламида соответствуют литературным данным. «Химические свойства акриламида различны. Группа CONH<sub>2</sub> подвергается реакциям, характерным для алифатических амидов угольной кислоты. Акриламид является слабым амфотерным веществом: с Na образует *tert*-бутилат, с серной кислотой H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> соответствующие соли» [7]:



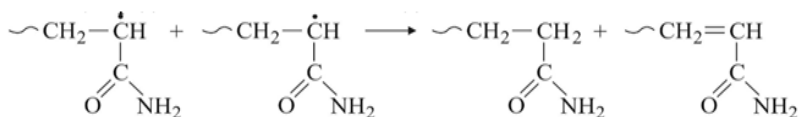
«Это процесс количественно титруется в 0,1н. растворе уксусного ангидрида. Реакция проводится с раствором HClO<sub>4</sub> в уксусной кислоте. При взаимодействии с водным раствором формальдегида в присутствии оснований (pH=7-9) он превращается в неустойчивый метилолакриламид» [8]:



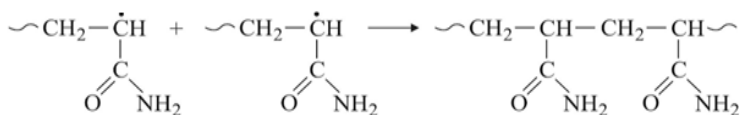
Реакция проходит в присутствии акриловой кислоты и акриламида в N' - метилен бис акриламиде (CH<sub>2</sub>=CHCONH)<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>.

«Акриламид с легкостью присоединяет первичные и вторичные алифатические амины NH<sub>3</sub>, спирты, меркаптаны, H<sub>2</sub>S, кетоны и другие соединения» [8].

Этот тип полимера реагирует с диеновыми углеводородами, синтезируя диен. В результате электрохимической гидродимеризации он превращается адипо-диамид, в результате полимеризации образует полиакриламид и сополимеризуется с акриловыми мономерами, стиролом, винилиденхлоридом и др.



или рекомбинация:



В случае присутствия сильных кислот в апротонных растворителях, акриламид образует поли-β-аланин CH<sub>2</sub>=CHCONH-[CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CONH]<sub>n</sub>.

### **Металлсодержащие гидрогели и изучение их физико-химических свойств**

В соответствии в целью данного исследования особое внимание уделяется разработке методов получения новых материалов с биологическими свойствами, на основе связанных акриловых гидрогелей и акриловой кислоты, обладающими различным строением и свойствами, а также изучению возможности их применения в медицине и биологии.

В связи с этим, в данной диссертационной работе представлены различные методы получения нерастворимых плотно сплетенных гидрогелей со специфичным набуханием и высокой скоростью набухания, при введении в их пространство комплексных соединений биометаллов. Данные

способы разработки позволяют использовать полимерный субстрат в качестве носителя для фармацевтических препаратов, продлевая их срок хранения.

### **Особенности синтеза быстронабухающих полимеров из акриловой кислоты и акриламида**

В настоящей работе для синтеза быстронабухающего полимера в качестве растворителей были использованы акриловая кислота, акриламид, сильный окислитель, а также вода. Проведены исследования по синтезу быстронабухающих полимеров из химических реагентов в различных средах. Результаты научных исследований показали, что в случае применения акриламида или акриловой кислоты в качестве полимеробразующих реагентов при определенных условиях могут образовываться различные гидрогелевые полимеры. Использование такого рода гидрогелей в качестве влагоудерживающих материалов возможно и целесообразно во всех секторах сельского хозяйства. Наши научные исследования посвящены синтезу быстронабухающих гидрогелей на основе координационных соединений железа, меди и цинка с акриламидом и акриловой кислотой. В качестве методов исследования быстронабухающих полимеров были использованы: оксидметрия, ИК спектроскопия, кондуктометрическое титрование, элементный анализ. Также было изучено поведение гидрогеля и процесс его водопоглощения. Синтезированные гидрогели очень важны для использования, так как они не только удерживают воду и при добавлении микроэлементов в растения приносят большую пользу, а также обладают способностью поглощать влагу из воздуха при суточной температуре и сохранять влагу в течение всего дня. Строение гидрогеля в набухом состоянии практически идентично водным растворам. По этой причине, оно способствует полимеризации координационных соединений. При решении таких задач в сельскохозяйственном секторе, важно иметь доступ к эффективным гидрогелям, с помощью которых могут решаться проблемы экономии воды при

поливе, выращивании растений в условиях, создаваемых применением гидрогелей.

Кроме того, исследования по введению гетероядерных и гетеровалентных комплексов железа, цинка и меди в состав акриламида и акриловой кислоты позволяют определить оптимальные условия полимеризации комплексов и образования водопоглощающих гидрогелей.

Изучены физические, физико-химические и биологические свойства этих гидрогелей, лабораторные исследования проведены на хлопке и зерне. Разработаны рекомендации по практическому применению набухающих гидрогелей в медицине и сельском хозяйстве. Внедрение полученных результатов имеет большое значение благодаря их применению в различных областях. Исследование показало, что влияние температуры, продолжительности процесса и концентрации акриловой кислоты и акриламида при отщеплении быстронабухающего полимера играет важную роль в степени извлечения полезных компонентов из состава растворителя.

Выявлено, что пропитка быстронабухающего полимера протекает быстро при высокой температуре. Как отмечалось ранее, координационные соединения железа, меди и цинка с биологически активными лигандами являются кристаллическими соединениями содержащие различные металлы.

Координационные соединения железа, меди и цинка с биологически активными лигандами будучи порошкообразными соединениями, имеют специфический запах с горьковатым вкусом. Изучена растворимость указанных координационных соединений в различных растворителях: диметилформамиде, диметилсульфоксиде, этиловом спирте (96%), воде, ацетоне, уксусной кислоте, бензоле, толуоле, метаноле, аммиаке, диэтиловом эфире (таблицы 3; 4; 5.).

**Таблица 3. – Растворимость гетеровалентных и гетероядерных соединений железа с акриловой кислотой**

<b>Растворитель</b>	<b>Растворимость</b>	<b>Цвет раствора</b>
Диметилформаид	Растворим	Желтый
Этиловый спирт, 96%	Растворим	Желтый
Этиловый спирт, 98 %	Растворим	Желтый
Вода	Малорастворим	Бледно-желтый
Бензол	Растворим	Желтый

Раствор этого раствора имеет зеленоватый цвет, обладает специфичным запахом и горьким вкусом.

**Таблица 4. – Растворимость координационных соединений меди с акриловой кислотой**

<b>Растворитель 100 г</b>	<b>Растворимость</b>	<b>Цвет раствора</b>
Вода	Малорастворим	Бледно – синий
Этиловый спирт, 96%	Малорастворим	Ярко – синий
Метанол	Разлагается	Бледно – синий
Дметилформаид	Растворим	Бледно – синий
Ацетон	Растворим	Бледно – синий
Уксусная кислота	Малорастворим	Синий
Бензол	Малорастворим	Бледно – синий
Аммиак	Разлагается	Кабуди сиѐх
Диэтиловый эфир	Не растворим	Бесцветный

**Таблица 5. – Растворимость координационных соединений цинка с акриловой кислотой**

<b>Растворитель</b>	<b>Растворимость</b>	<b>Цвет раствора</b>
Вода	Малорастворим	Белый мутный
Этиловый спирт 96%	Растворим	Белый
Этиловый спирт 98%	Растворим	Белый
Диметилформаид	Растворим	Белый
Бензол	Растворим	Белый

По данным таблиц видно, что синтезированные координационные соединения железа, меди и цинка хорошо растворимы в диметилформамиде, ацетоне и метаноле и плохо растворимы в этаноле.

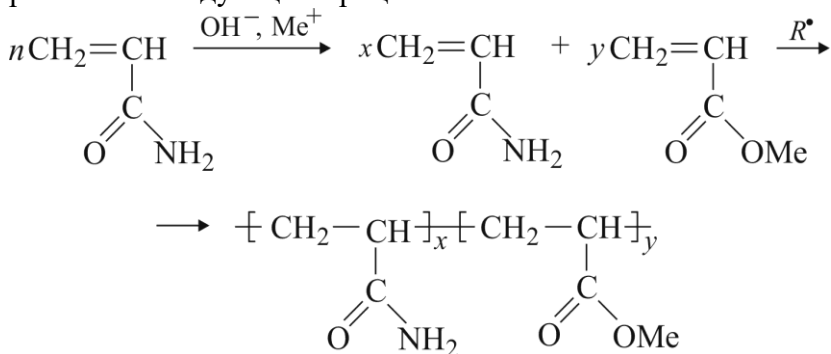
### **Особенности синтеза координационных соединений железа, меди и цинка с акриловой кислотой и акриламидом**

Несмотря на, что во 2-ой главе подробно описаны методики синтеза координационных соединений железа, меди

и цинка с акриловой кислотой и акриламидом, для выявления особенностей процесса синтеза мы представляем методику синтеза указанных соединений в общем виде.

В химический стакан, объемом 250 мл взвешиваем 10 грамм акриламида, добавляем 25 мл дистиллированной воды, растворяем, образовавшийся раствор перемешиваем и нагреваем при 50-60<sup>0</sup>С, добавляем раствор соли меди, железа или цинка, перемешиваем и оставляем в течение 15-20 минут.

К образовавшемуся раствору добавляли 4-5 капль окислителя и быстро перемешиваем. В этот момент происходит пенообразование. Перемешиваем раствор, в стакане в течение 10-15 минут и охлаждаем до комнатной температуры. В результате полимеризации образуется быстронабухающий гидрогель, и извлекаем его из стакана. Образовавшийся раствор обрабатываем щелочью, для полного его высушивания промываем осадок дистиллированной водой 2-3 раза. Образовавшийся полимер высушиваем в воронке Бюхнера между фильтровальной бумагой, затем хранят его в эксикаторе при комнатной температуре. Выход продукта реакции составил 94% от теоретического. При синтезе гидрогелей возможно протекание следующих процессов:



Анализ процесса синтеза показал, ки в случае синтеза полимера акриловая кислота играет роль лиганда, тогда “жизненно важные металлы (биометаллы) – железо, медь и цинк” образуют координационные соединения различного состава, полимеризуются при определенных условиях и

образуют различные гидрогели. Подобные гидрогели имеют различную реакционную способность и могут использоваться для хранения воды во всех отраслях сельского хозяйства, медицине и фармакологии.

Целью данной главы нашей работы является изучение набухания гидрогелей на основе координационных соединений железа, меди и цинка с акриловой кислотой. Ионы железа, меди и цинка обладают способностью связываться с ненасыщенной органической кислотой (акриловая кислота) образуя сложные координационные соединения. Ионы железа, меди и цинка являются центральным атомом – комплексообразователем, присоединяют определенное количество лиганда и образуют комплексный ион, являющимся внутренней сферой комплексного соединения. Образовавшиеся комплексные ионы, имеющие положительный заряд, в свою очередь соединяются с хлорид-, нитрат- и сульфат-ионами, образуя координационные соединения.

Другая особенность синтеза координационных соединений железа, меди и цинка с акриловой кислотой заключается в том, что при добавлении 0,2 моль/л раствора акриловой кислоты к 0,1 моль/л раствору нитрата, сульфата и хлорида указанных металлов, постепенно появляется окрашенная фаза, которая быстро затвердевает и образуется полимер (гидрогель). Образовавшийся гидрогель извлекаем из сосуда, высушиваем и подвергаем дальнейшему исследованию.

Для определения растворимости гидрогелей акриловой кислоты и акриламида мы использовали различные растворители, результаты которых приведены в таблицах 1 и 2. Из данных таблиц 1 и 2 видно, что растворимость гидрогелей акриловой кислоты и акриламида при температуре 25<sup>0</sup>С в 100 г различных растворителей имеет отличительные значения. Указанные гидрогели хорошо растворимы в воде, однако в других растворителях

относительно мало растворимы. Ряд растворимости гидрогелей акриловой кислоты и акриламида приведен ниже:

**Вода > Метанол > Этанол > Ацетон > Хлороформ > Бензол > Гексан**

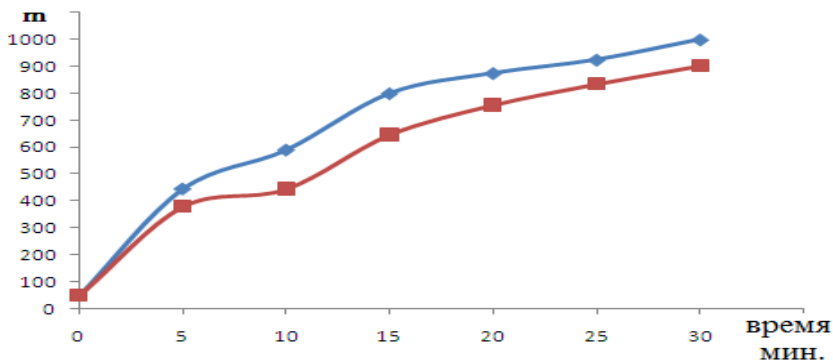
Из данного ряда следует, что с уменьшением полярности молекул растворителя растворимость акриловой кислоты и акриламида снижается, так как их молекулы являются полярными. Закономерность данного ряда полностью соответствует общепринятому “закон” - у в химии: “подобное растворяет подобное”. Так, как растворимость полимеров в воде больше, чем в других растворителях, целесообразно применять воду в качестве растворителя синтезированных гидрогелей.

В лабораторных условиях, для изучения набухания гидрогелей, взвешивали 0,5 грамм гидрогеля и помещали в одинаковую химическую посуду, при добавлении в сосуд воды изучали свойство набухания с изменением массы и объема полимеров.

В результате, выявлено, что гидрогели имеют хорошей способностью поглощать воду и набухать. В таблицах 6-7 и рисунках 3-4 показаны свойства набухания гидрогеля, содержащего ионы железа и цинка в зависимости от времени.

**Таблица 6. – Свойства набухания гидрогеля, содержащего ионы железа**

Время набухания (мин.)	Масса гидрогеля с ионами железа (мг)	Масса чистого гидрогеля (без ионов железа) (мг)
0	50	50
5	445	379
10	590	444,4
15	800	645
20	875	755
25	925	833
30	1000	900

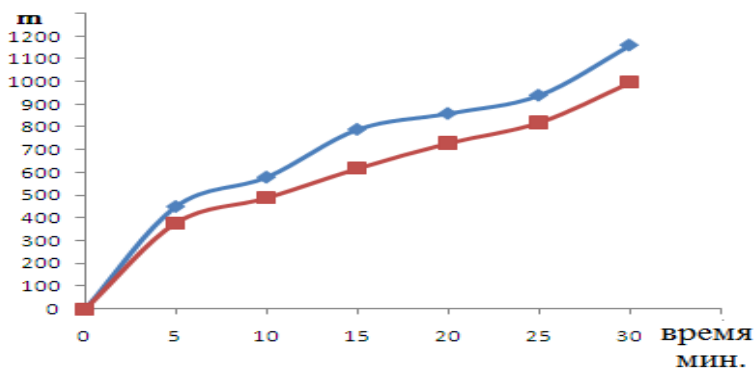


**Рисунок 1. - Зависимость изменения массы гидрогеля, содержащего ионы железа от времени**

Из данных таблицы 6 и рисунка 1 видно, что свойство набухания гидрогеля, содержащего ионы железа зависит от времени, и увеличивается с течением времени. Результаты исследований показали, что свойство набухания чистого гидрогеля (без добавки железа) в течение 10 минут составляет 444,4 мг и гидрогеля, содержащего ионы железа – 590мг. Набухание гидрогеля в течение 20 минут увеличивается до 755-875мг, в течение 30 минут – до 900-1000мг.

**Таблица 7 – Свойство набухания гидрогеля, содержащего ионы цинка**

Время набухания (мин.)	Масса гидрогеля с ионами цинка (мг)	Масса чистого гидрогеля (мг)
0	0,5	0,5
5	451	380
10	580	490
15	790	620
20	860	731,5
25	940	822,9
30	1160	999,1



**Рисунок 2.- Зависимость изменения массы гидрогеля, содержащего ионы цинка**

По данным таблицы 7 и рисунка 2 следует, что свойства набухания гидрогеля, содержащего ионы цинка зависят от времени и увеличивается с течением времени. Результаты исследований показали, что свойство набухания чистого гидрогеля в течение 10 минут составляет 490мг, гидрогеля, содержащего ионы цинка – 580 мг. Набухание в течение 20 минут составляет 731,5-860мг, 25 минут – 822,9-940мг, 30 минут – 999,1 и 1160мг.

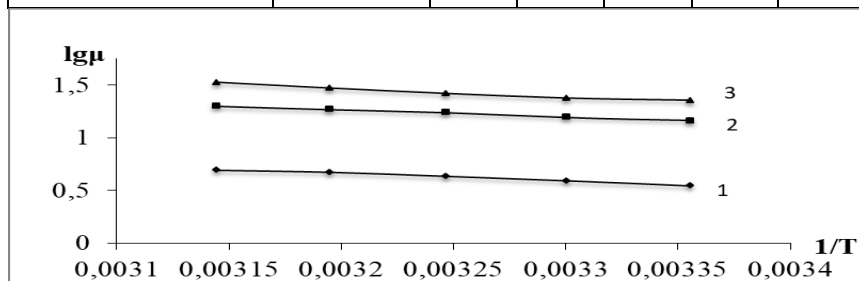
При сравнении свойств гидрогелей, содержащих ионы железа и цинка выявлено, что набухание гидрогелей, содержащих ионы цинка по сравнению с гидрогелем, содержащим ионы железа больше. Поскольку акриловая кислота взаимодействует с ионами металлов, образуя комплексные соединения различного состава и строения, результаты эксперимента можно интерпретировать как доказательство набухания гидрогеля в воде.

Гидрогели на основе акриловой кислоты и акриламиды синтезированы в водной среде. Химическая реакция завершается путем радикальной сополимеризации в присутствии сульфата натрия. Проведены эксперименты по изучению кинетики сорбции ионов меди, цинка и железа в ограниченном объеме в статистических условиях из растворов  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$  и  $\text{FeCl}_2$  с концентрациями 0,1; 0,01 и 0,001н.

“Продолжительность ионного взаимодействия ионов металлов с сорбентом изучали в соотношении жидкой и твердой фазы равной 100:1 в воде и смеси спирт-вода при различных температурах. Концентрацию ионов металлов измеряли по изменению значения электропроводности раствора соли до и после набухания” [9]. Результаты эксперимента приведены в таблицах 8. 9.10 и 11.

**Таблица 8. – Зависимость молярной электрической проводимости с добавлением акриловой кислоты и акриламида при 298-318К**

Соединения	Раствор	Температура °С				
		25	30	35	40	45
H <sub>2</sub> O	Вода	02,4	02,7	03,1	03,3	03,7
	Спирт-вода	12,8	13,4	14,6	15,6	16,8
Акриламид $\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{NH}_2$	Вода	14,5	15,7	17,4	18,6	20,0
	Спирт-вода	21,3	22,6	24,3	26,7	28,4
Акриловая кислота $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$	Вода	22,6	23,8	26,3	29,6	33,6
	Спирт-вода	13,7	14,9	17,6	19,4	22,3



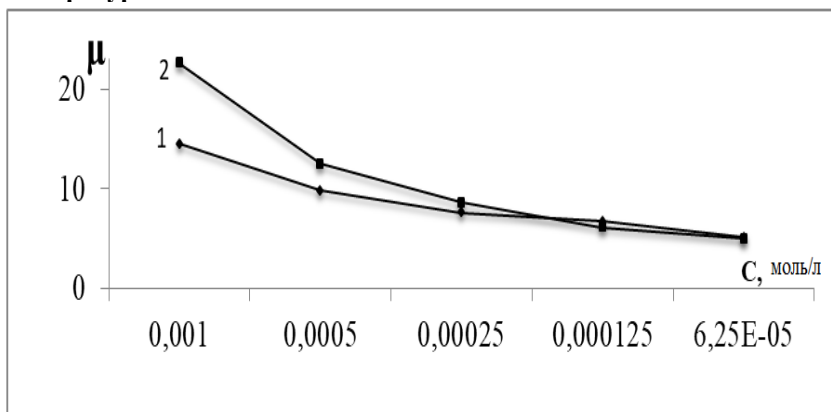
**Рисунок 3. – График зависимости значения молярной электропроводности в водном растворе с акриловой кислотой и акриламидом при 298-318К**

Соединение	Растворитель	tg α	Е /акт.
		Вода	-
Акриламид	Вода	-669,4	12800,40
Акриловая кислота	Вода	-709,2	13561,46

**Таблица 9. – Зависимость значений молярной электропроводности с добавлением акриловой кислоты и акриламида от концентрации при температуре 298К**

Соединение	Раствор	Концентрация, моль/л $\mu, \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{мол}^{-1}$				
		$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$1,25 \cdot 10^{-4}$	$6,25 \cdot 10^{-5}$
Акриловая кислота $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$	Вода	22,6	12,5	08,0	06,1	05,0
	Спирт-вода	13,7	11,8	19,3	21,3	23,7
Акриламид $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}-\text{NH}_2$ 0	Вода	14,5	09,8	07,6	06,7	05,1
	Спирт-вода	21,3	16,2	16,8	20,6	23,3

**Рисунок 4. – График зависимости молярной электропроводности в воде от концентрации акриловой кислоты и акриламида при температуре 298К**



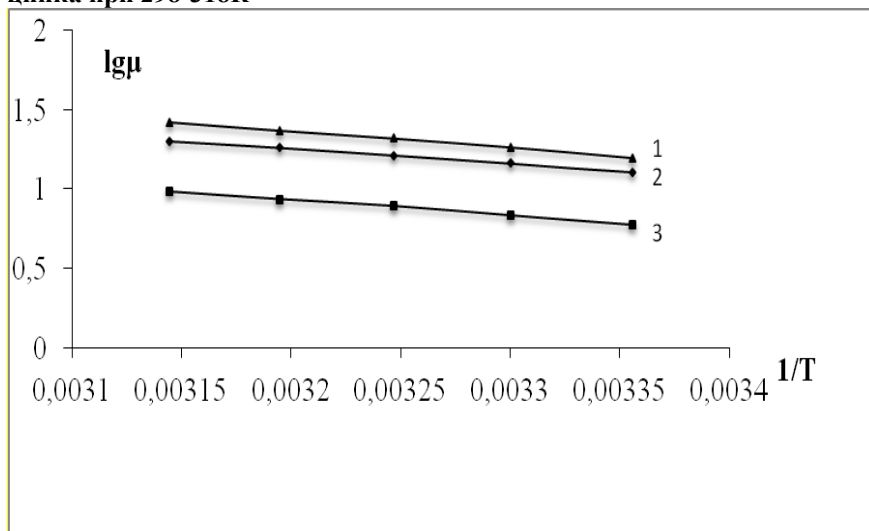
**Таблица 9.1. – Значение электропроводности с добавлением акриловой кислоты и акриламида**

Соединение	$Tg\alpha$	$\lambda_{\infty}$	$K_d$	$\alpha$
Акриламид	0,0001	45,45	$4,84 \cdot 10^{-08}$	$6,96 \cdot 10^{-06}$
Акриловая кислота	0,0003	23,44	$5,46 \cdot 10^{-07}$	$2,34 \cdot 10^{-05}$

**Таблица 10. – Зависимость молярной электрической проводимости при добавлении комплексных соединений Fe (II, III), Cu (II), Zn (II) с акриловой кислотой при 298-31К**

Соединения с акриловой кислотой	Раствор	Температура, °С				
		25	30	35	40	45
Fe(AK)	Вода	54,0	60,2	66,2	73,7	78,5
	Спирт-вода	34,6	38,3	43,7	46,4	49,2
Zn(AK)	Вода	31,3	35,2	38,6	42,3	46,5
	Спирт-вода	21,7	23,5	25,7	27,6	30,4
Cu(AK)	Вода	24,2	26,6	29,3	32,0	34,7
	Спирт-вода	17,4	19,7	21,4	23,8	27,2

**Рисунок 5. – График зависимости молярной электропроводности акриловой кислоты в водном растворе с добавлением железа, меди и цинка при 298-318К**



**Таблица 11. – Зависимость значения молярной электропроводности акриловой кислоты с добавлением комплексных соединений Fe (II) (III), Cu (II) , Zn (II) от концентрации при температуре 298К**

Соединение	Раствор	Концентрация, моль/л $\mu, \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{мол}^{-1}$				
		$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$1,25 \cdot 10^{-4}$	$6,25 \cdot 10^{-5}$
Fe (AK)	Вода Спирт- вода	54,0	-	19,1	11,1	07,5
		34,6		31,3	36,4	40,7
Cu (AK)	Вода Спирт- водаоб	24,2	12	10,2	06,3	05,1
		17,4		20,8	23,6	6,7
Zn (AK)	Вода Спирт- вода	31,3	17,3	12,2	07,0	06,2
		21,7	18,8	22,7	25,6	29,4

На основе проведенных исследований было установлено, что электропроводность раствора зависит от температуры и концентрации. При набухании полиэлектролитного геля акриловой кислоты с указанными металлами проходит трехмерный процесс гидратации полимера.

«В растворах электролитов происходит абсорбция ионов электролита гидрогелем. Электродвижущей силой диффузии является высокий химический потенциал ионов металла во внешнем растворе по сравнению с их потенциалом внутри гидрогеля» [10].

«Путем изменения значения электропроводности мы количественно наблюдали поглощение гелем ионов из раствора и их десорбцию из геля в воду. Результаты научных исследований показывают влияние концентрации и природы электролита на абсорбционные и десорбционные свойства геля. С увеличением концентрации электролита в растворе меняется ионная атмосфера и, соответственно электрофоретическое и релаксационное влияние, замедляющие движение ионов, наряду с процессами абсорбции приводят к снижению электропроводности раствора» [11].

## ВЫВОДЫ

1. В соответствии с предложенными нами методикам, водонерастворимые гидрогели различного состава с ионами переходных металлов  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$  и  $Zn^{2+}$  были синтезированы двумя способами: добавлением ионов металлов на стадии полимеризации при определенных значениях pH и путем сорбции ионов из водных растворов солей и координационных соединений в среде акриламида и акриловой кислоты [3-А; 4-А; 8-А].

2. Для изучения состава, физико-химических свойств и определения возможных областей практического применения синтезированных гидрогелей были использованы методы элементного анализа, определены растворимость, набухание полимеров, методы оксидметрии, потенциал окисления, ИК спектроскопия, кондуктометрия и рентгено-фазовый анализы [5-А; 6-А].

3. Изучен процесс растворения гидрогелей акриловой кислоты и акриламида в присутствии и отсутствии ионов переходных металлов в различных растворителях при  $25^{\circ}C$ . Растворимость гидрогелей акриловой кислоты и акриламида в отсутствие ионов переходных металлов соответствует следующему ряду: **Вода > Метанол > Этанол > Ацетон > Хлороформ > Бензол > Гексан**. Установлено, что с уменьшением полярности молекул растворителя растворимость акриловой кислоты и акрилата снижается. Гидрогели, содержащие ионы исследуемых переходных металлов в диметилформамиде, ацетоне, метаноле хорошо растворимы, в этаноле малорастворимы. Они не растворимы в воде, обладают свойством набухания в воде, которое в зависимости от времени увеличивается [6-А; 10-А; 11-А].

4. Впервые методами оксидметрии и потенциала окисления изучен состав координационных соединений гидрогелей в водном растворе в пределе  $pH=2-10$ . Установлено, что моноядерные комплексы образуются при  $pH < 5$ , полиядерные гетеровалентные смешанолигандные при  $pH > 5$ , и при повышении значения pH происходит усложнение состава

координационных соединений. Состав комплексов, получаемых в фазе гидрогеля идентичны составу комплексов, получаемых в водной среде. Данную закономерность подтверждают результаты элементного и рентгенофазового анализа, а также кондуктометрии [7-А; 8-АМ; 9-А].

5. Установлено, что в ИК спектрах гидрогелей, содержащих ионы переходных металлов наблюдаются изменения полос поглощения по сравнению с ИК спектром самого гидрогеля. В спектрах гидрогелей, не содержащих ионы металлов карбоксильная и амидная группа ассоциированы в виде димерных циклов. Изменение ИК спектров гидрогелей, содержащих ионы металлов указывают на то, что введение ионов металлов в состав гидрогеля, в частности участие карбоксильных и амидных групп в реакции комплексообразования свидетельствует наличие координационной связи  $M \leftarrow L$  ( $L$  -CONH<sub>2</sub>, -COOH, S<sup>2-</sup>) в спектрах поглощения гидрогелей [1-А; 2-А; 9-А; 12-А; 13-А].

6. Полученные экспериментальные данные по применению гидрогелей на основе акриламида и акриловой кислоты с ионами переходных металлов, также их способность к поглощению воды и быстрому набуханию, даёт возможность их применения для очистки промышленных сточных вод от ионов тяжелых металлов, улучшения урожайности сельскохозяйственных культур, повышения качества продукции, экономии воды и минеральных удобрений, выявление каталитической активности в реакциях окисления с сульфидом натрия [1-А; 2-А; 9-А; 12-А; 13-А].

## **НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ПРИМЕНЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ**

1. Предложены методы синтеза металл-полимерных катализаторов на основе быстронабухающих гидрогелей, которые могут быть использованы для очистки вод, сточных вод от ионов серы и тяжелых металлов.

2. Разработанные методы синтеза дают возможность получать быстронабухающие и высокоактивные полимерные катализаторы для процессов окисления.
3. Показано положительное действие акриламидных гидрогелей на развитие, урожайность сельскохозяйственных культур и повышения качества продукции. Водопоглощающее свойство гидрогелей значительно позволяет экономить воду и минеральные удобрения.

### Список литературы

1. Трусов П.Ю., Астанина А.Н., Руденко А.П. Механизм действия ионов железа в реакции окисления аскорбиновой кислоты молекулярным кислородом в водных растворах// Ж. Вестн. МГУ, сер. 2, Химия, 1983. Т.24. № 1. С.80-84.

2. Астанина А.Н., Ларина Н.А., Масиси Веси, Руденко А.П. О механизме окисления цистеина молекулярным кислородом в водном растворе в присутствии иона Fe(II)// Вестн. МГУ, сер. 2, Химия, 1980. Т.21. С. 278-281.

3. Гамидов А.Ф. Механизм каталитического действия комплексных ионов железа (II и III) в окислительно-восстановительных превращениях нитрит-аниона гидроксилamina и органических веществ. Дис... канд. хим. наук МГУ, 1984, 258 с.

4. Астанина А.Н., Ларина Н.А., Руденко А.П. Кинетика и механизм окисления цистеина молекулярным кислородом в водном растворе в присутствии иона Fe<sup>2+</sup> как катализатора/ Моск. гос. ун-т.-М.: 1978.-13 с.-Деп. в ВИНТИ, 15.08.78. № 2797-78// Ж. физ. химии.-1979.-Т.53.-Вып.4.-С.1061.

5. Масиси Веси, Астанина А.Н., Руденко А.П. Каталитическая активность гидрооксокомплексов железа в окислении цистеина молекулярным кислородом в водных растворах// Ж. Вестн. МГУ, Химия. -М., 1982. -15 с.-Деп.в ВИНТИ, 24.03.82, № 1314-82.

6. Исмаилова М.А., Якубов Х.М., Оффенгенден Е.Я., Астанина А.Н. Фосфатные комплексы железа и их

каталитические свойства// Ж. общей химии, 1986. Т.56, вып. 3. С.527-529.

7. Якубов Х.М., Астанина А.Н., Оффенгенден Е.Я., Бессарабенко В.Е. Состав и каталитическая активность ацидогидроокислительных комплексов железа в процессе жидкофазного окисления цистеина // Ж.физ.химии, 1980, Т.IX, № 12. С.2965-2968.

8. Якубов Х.М., Оффенгенден Е.Я, Виниченко Г.М., Астанина А.Н. Координационные соединения железа с аминокислотами как переносчики электронов в модельных каталитических системах U1Y Международный симпозиум по гомогенному катализу: Тез. докл.: В 4 т. Л., 1984, Т.2. С.308-309.

9. Якубов Х.М., Виниченко Г.М., Астанина А.Н., Оффенгенден Е.Я. Координационные соединения железа цистеина молекулярным кислородом// Ж. неорг. химии, 1985, Т.30, № 8.-С.2018- 2022.

10. Якубов Х.М., Бессарабенко В.Е., Астанина А.Н., Оффенгенден Е.Я., Руденко А.П. Влияние рН на состав координационных соединений железа и их каталитическую активность//Ж.коорд. химии, 1988. Т.I4, № 16. С.792-797.

11. Маликов Т.С., Якубов Х.М., Бессарабенко В.Е., Оффенгенден Е.Я. Гетеровалентные координационные соединения железа с анионами уксусной и валериановой кислот// Ж. Вестн. МГУ. Т.31, № 2, 1990. С.197-199.

## **ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:**

### **I. Список статей, опубликованных в рецензируемых научных журналах Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан:**

[1-А]. Эраджи Шерали, Многофункциональные гидроргели на основе акриламида и акриловой кислоты и их возможное применения в медицине /Эраджи Шерали., Маликов Т.С., Мухиддинов З.К., Нурматов Т.М.,

Каримов М.Б.// Научно журнал. Вестник Дангара №2(12)-Дангара 2020.-С. 33-55. ISSN: 2410-4221

[2-А]. **Эраджи Шерали**, Физико–химические свойства високонабухайюших полимерных гидрогелей содержащих координационные соединения Fe (II,III) /**Эраджи Шерали.**, Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Каримов М.Б. //Науч. журнал. Весник педагогического университета № 3-4(11-12) Душанбе -2021.-С. 345-349. ISSN: 2707-9996

[3-А]. **Эраджи Шерали**, Комплексные соединения кобальта (II) с акриламидом в водных растворах, и их каталитическая активность в фазе полиакриламидного гидрогеля /**Шерали Э.**, Маликов Т.С., Раджабзода С.И., Аловиддинзода Р.А.// Весник филиала Масковского государственного университета имени М.В. Ломаносова в города Душанбе №1 Душанбе-2023. С.119-130. ISSN: 2709-6238

[4-А]. **Эрачи Шерали**, Омӯзиши фаъолнокии пайвастаҳои комплекси Co(II) бо акриламид дар маҳлулҳои обӣ ва дар фазаи гидрогели полиакриламидӣ /**Шерали Э.**, Раджабзода С.И., Маликов Т.С. Аловиддинзода Р.А.// Пайёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон №4 Душанбе-2024-С. 87-96. ISSN: 2413-452X

[5-А]. **Эраджи Шерали**, Исследование физико-химических свойств акриламидных гидрогелей / **Э. Шерали, Т.С. Маликов, С.И. Раджабзода** // Науч. журнал. Весник педагогического университета №1 (29) Душанбе-2026-С. 148-154. ISSN: 2707-9996

**Опубликованные работы в других периодических изданиях:**

[6-А]. **Эрачи Шерали**, Пайвастаҳои оҳан бо полиакриламид–катализатор дар раванди варамкунии гидрогел/ **Эрачи Шерали.**, Маликов Т.С., Нурматов Т.М.,

Каримов М.Б.// Маводи конференсия байналмилали башида ба 60-солагии кафедраи химия органикӣ гиромидошти хотираи д.и.х профессор Холиқов Ширинбек Холиқович (14-15 май соли 2021) с.329-333.

[7-А]. **Эрачи Шерали**, Бо усули спектроскопӣ омӯхтани ионҳои Fe (II) ва Fe (III) бо кислотаи акрилӣ ва акриламид / **Эрачи Шерали.**, Маликов Т.С., Каримов М.Б., Нурматов Т.//Конференсияи панҷуми байналмилалии илмию амалиро дар мавзуи «Масъалаҳои кимиёи физикӣ ва координатсионӣ» бахшида ба гиромидошти хотираи докторони илмҳои кимиё, профессором Ҳомид Муҳсинович Ёқубов ва Зухуриддин Нуриддинович Юсуфов (15-16-уми ноябри соли 2021). с.30-34

[8-А]. **Эрачи Шерали**, Омӯзиши хосиятҳои гидрогелҳои бисёрфункционалии дорони ионҳои оҳан бо кислотаи акрилӣ ва акриламид /**Эрачи Шерали.**, Маликов Т.С., М., Нурматов Т. М., Каримов М.Б.// Конференсияи панҷуми байналмилалии илмию амалиро дар мавзуи «Масъалаҳои кимиёи физикӣ ва координатсионӣ» бахшида ба гиромидошти хотираи докторони илмҳои кимиё, профессорон Ҳомид Муҳсинович Ёқубов ва Зухуриддин Нуриддинович Юсуфов (15-16-уми ноябри соли 2021). с.25-30.

[9-А]. **Эраджи Шерали**, Воздействия комплексных соединений переходных металлов набухаемость и каталитическую активность полиакриламидных гидрогелей / Э. Шерали., Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Мухидинов З.К., Каримов М.Б. //Материалы международной научно-практической конференции на тему «Актуальные проблемы химической технологии» Ташкент- 2021. с.505-506.

[10-А]. **Эрачи Шерали**, Омӯзиши спектрҳои пайвастаҳои комплекси полимерии тезварамкунанда бо ионии мис (II) / **Эрачи Шерали.**, Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Каримов М.Б.//Международная конференция посвященной «70-летию памяти члена корреспондента АН РТ, д.х.н., профессора Аминджанова Азимджона Алимовича» на тему: «Комплексные соединения и аспекты их применения». Душанде -2021. с.87 – 91.

[11-А]. **Эраджи Шерали**, Синтез и изучение комплексные соединения иона цинка с водорастворимыми полимеры // **Эраджи Шерали.**, Маликов Т.С., Каримов М.Б., Нурматов Т.М.// Международная конференция посвященной «70-летию памяти члена корреспондента АН РТ, д.х.н., профессора Аминджанова Азимджона Алимовича» на тему «Комплексные соединения и аспекты их применения» Душанбе. 2021. с.75-79.

[12-А]. **Эраджи Шерали**, ИС–Спектры координационных соединений Fe (II, III) с акриламида и акриловой кислотой/ **Эраджи Шерали.**, Маликов Т.С., Каримов М.Б., Нурматов Т.М., Турсунова Г.Х.// Материалы международной конференция (12-13 октября 2021), SOL-GEL-2029. Самарканд-2021. с.109-111.

[13-А]. **Эраджи Шерали**, Координационные соединения марганца с акриламидами в водных растворах и их каталитическая активность в фазе акриламидного полимерного гидрогеля/ **Эраджи Шерали.**, Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Мухидинов З.К.// Науч.Журнал.Андиҷон -2021, с.5-13 .

[14-А]. **Эраджи Шерали**, Воздействия комплексных соединений переходных металлов набухаемость и каталитическую активность полиакриламидных гидрогелей /Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Мухидинов З.К., Каримов

М.Б., Шерали Э.// Материалы международной научно-практической конференции на тему «Актуальные проблемы химической технологии» Ташкент- 2021. с.505-506.

[15-А]. **Эрачи Шерали**, Омӯзиши хусусиятҳои ҷабидани гидрогелҳо бо иони металлҳо дар маҳлулҳои электролитҳо / **Эрачи Шерали.**, Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Каримзода М.Б., Қудратова Ш.Х. //Маҷмуи мақолаҳои конференсияи якуми байналмилалӣ дар мавзӯи “Дурнамои рушди таҳқиқи химияи пайвастаҳои координатсионӣ ва истифодаи амалии онҳо” бахшида ба гирифтани хотираи профессор баситова саодат мухаммедовна, 80 солагии мавлуд ва 60-солагии фаъолияти илмӣ –педагогии доктори илми химия, профессор Азизқулова Оянон Азизқуловна (30-31 Марти соли 2022 ) Душанбе -2022, с.301-304.

[16-А]. **Эрадҷи Шерали**, Синтез и изучение водорастворимых полимеров акриламида с ионами некоторых металлов/ **Эрадҷи Шерали.**, Нурматов Т.М., Маликов Т.С., Каримзода М.Б.// Маводи конференсияи байналмилалӣ Ҷумҳурии Узбекистон. ш. Тошкент-2022 с.162-163 .

[17-А]. **Эрадҷи Шерали**, Гидрогели на основе акриламида и акриловой кислоты и их возможное применение в медицине/ **Эрадҷи Шерали.**, Т.С. Маликов, Т.М. Нурматов, М.Б. Каримзода//Проблемы и перспективы химии товаров и народной медицины Материалы IX Международной научно-практической конференции (Андижан, 2022, 15-16 сентября) с.99-101.

[18-А]. **Эрадҷи Шерали**, Синтез и изучение водорастворимых полимеров акриламида с ионами некоторых металлов/ **Эрадҷи Шерали.**, Нурматов Т.М., Маликов Т.С., Каримзода М.Б.// Маводи конференсияи

байналмилалии ҷумҳурии Узбекистон. ш. Тошкент-2022 с.162-163.

[19-А]. **Эраджи Шерали**, Изучение координационных соединений цинка с акриламидом в водных растворах /**Эраджи Шерали.**, Т.С. Маликов., Т.М. Нурматов., М.Б. Каримзода// Проблемы и перспективы химии товаров и народной медицины Материалы IX Международной научно-практической конференции Андижан- 2022, 15-16 сентября с.101-103.

[20-А]. **Эрачи Шерали**, Омӯзиши таъсири полимери пайвастиҳои координатсионии руҳ дар об ҳалшаванда ба табиати элементии ҷуворимаққа /Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Эраджи Шерали., Қудратова Ш.Ҳ.// Конференсияи ҷумҳуриявӣ дар мавзӯи “Саҳми усулҳои таҳлил дар рушди илм ва истеҳсолот” баҳшида ба “20 солаи омузиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзи дар соҳаи илму маориф (2020-2040)” 5 октябри соли 2022 Душанбе -2022 с. 211-215.

[21-А]. **Эрачи Шерали**, Гидрогелҳои дорои пайвастиҳои координатсионии оҳан, мис ва руҳ/**Эрачи Шерали.**, Маликов Т.С., Аловиддинзода Р.А., Раҷабзода С.И.//Маводи конференсияи ҷумҳуриявии илмию назариявии ҳайати устодону кормандони ИИТ ДМТ баҳшида ба «75-солагии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон», «115-солагии академик Бобочон Гафуров», «Соли 2023-Соли забони русӣ» ва «Соли 2025-Соли байналмиллалӣ хифзи пирияхҳо» Душанбе-2023. с.221-224.

[22-А]. **Эрачи Шерали**, Омӯзиши хосиятҳои варамкунии гидрогелҳои дорои иони мис бо кислотаи акрили ва акриламид/ **Эрачи Шерали.**, Т.С. Маликов., С.И. Раҷабзода//Маводи конференсияи ҷумҳуриявии илмию назариявии ҳайати устодону кормандони ИИТ ДМТ

бахшида ба «75-солагии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон», «115-солагии академик Бобочон Гафуров», «Соли 2023-Соли забони русӣ» ва «Соли 2025-Соли байналмиллалии хифзи пиряхҳо» Душанбе-2023. с.229-235.

[23-А]. **Эраджи Шерали**. Каталитическая активность металлполимерных комплексов, полученных путем сорбции ионов переходных металлов акриламидным гидрогелем, в процессе окисления сульфида натрия/**Шерали Э.**, Маликов Т.С., Раджабзода С.И., Аловиддинзода Р.А., Каримов М.Б.// Science and technologies Almaty, Kazakhstan 26 february -2024 с. 245-251

[24-А]. **Эрачи Шерали**, Омӯзиши хосиятҳои гидрогелҳои бисёрфункционалӣ бо иони мис дар асоси акриламид/**Эрачи Шерали.**, Т.С. Маликов., Р.А. Аловиддинзода., М.Б. Каримзода//Маҷмуи мақолаҳои конференсияи байналмилалӣ дар мавзӯи «Рушти самтҳои нав дар илм: вазъи кунунӣ ва дурнамои он » бахшида ба 20-солагии таъсисёбии институти илмию таҳқиқотии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон (25-26 октябри 2024) Душанбе- 2024. с.178-183.

[25-А]. **Эрачи Шерали**, Таҳқиқи фаъолнокии каталитикии пайвастаҳои комплекси Со (II) бо акрил-амид дар маҳлулҳои обӣ/**Эрачи Шерали.**, С.И. Раҷабзода., Т.С. Маликов., Р.А. Аловиддинзода// Маводи конференсияи ҷумҳуриявӣ илмию назарариявӣ ҳайати устодону кормандони ИИТ ДМТ бахшида ба «30- юмин солгарди қабули Конститутсияи Ҷумҳурии Тоҷикистон» ва «Соли маърифати ҳуқуқӣ» (22-27 апрели 2024) Душанбе- 2024. с.204-207.

[26-А]. **Эраджи Шерали**. Спектральные методы исследования гидрогелей/ **Эраджи Ш.**, Маликов Т.С.,

Аловиддинзода Р.А., Раджабзода С.И.// Сборник материалов международной научно-практической конференции на тему «Комплексные соединения и аспекты их применения», (17 сентября 2025 г.) Душанбе-2025 с. 251-254.

### **Патент**

[27-П]. **Эрачи Шерали.**, Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Муҳиддинов З.Қ. Тарзи ҳосил кардани гидрогели тезварамкунанда № ТҶ 1190/ 2020.с

## Шарҳи мухтасар

ба диссертатсияи Эраҷи Шерали дар мавзӯи «Синтез ва таҳқиқи хосиятҳои гидрогелҳои кислотаи акрилат ва акриламид бо баъзе металлҳои интиқоли» барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзоди илмӣ ҷумҳурии химия аз рӯи ихтисоси 1.4.7. Химияи пайвастаҳои фаромолекулӣ.

**Мубраммии мавзӯи таҳқиқот.** Химияи пайвастаҳои фаромолекулӣ як баҳши илми химия буда, хосиятҳои химиявӣ ва физикӣ-химиявӣ, усулҳои синтези пайвастаҳои фаромолекулӣ ва ҳосилаҳои дар асоси онҳо ҳосилшуда, инчунин реагентҳои аввала (мономерҳо, олигомерҳо)-ро меомӯзад. Химияи пайвастаҳои фаромолекулӣ ҳам полимерҳои сунъӣ (полиолефинҳо, полиэстерҳо, полиамидҳо ва дигар пайвастаҳо) ва ҳам полимерҳои табиӣ (крахмал, селлюлоза, лигнин)-ро дар бар мегирад. Як нави полимерҳои синтезӣ гидрогелҳо мебошанд. Гелҳо дар асоси полиакриламид хеле маъмуланд. Онҳо инертӣ буда, захрнок нестанд ва хосиятҳои худро дар ҳароратҳои баланд ва паст, дар ҳок дар муддати панҷ сол нигоҳ дошта, сипас ба гази карбонат ва обу аммиак таҷзия мешаванд. Дар бисёре аз кишварҳои олам ин гелҳо ро истеҳсол карда, дар илм, саноат ва кишоварзӣ истифода мебаранд.

**Навгонии илмӣ таҳқиқот.** Таркиби комплексҳои ионҳои металлҳои интиқоли дар маҳлулҳои обӣ, дар доираи васеи рН бо акриламид муқаррар карда шуд, фаъолияти каталитикӣ дар раванди оксидшавии сулфиди натрий бо кислотаи акрилат ва акриламид омӯхта шуда, усулҳои синтези катализаторҳои металл-полимер коркард шуданд, таркиби комплексҳо ва фаъолияти каталитикии катализаторҳои металл-полимер дар раванди оксидшавии сулфиди натрий, бо кислотаи акрилат ва акриламид омӯхта шуданд.

**Аҳаммияти илмӣ амалии таҳқиқот** дар он ифода меёбад, ки гидрогелҳои кислотаи акрилат ва акриламидро бо ионҳои металлҳои интиқоли таҳқиқшуда, ҳамчун асос барои аз ионҳои металлҳои вазнин тоза кардани обҳои партовҳои саноатӣ, бехтар шудани раванди инкишофи афзоиши ҳосилнокии зироатҳои кишоварзӣ, баланд шудани сифати маҳсулот, сарфа кардани обу нуриҳои минералӣ ва зоҳир кардани фаъолияти каталитикӣ дар реаксияҳои оксидшавӣ бо сулфиди натрий истифода бурдан мумкин аст.

**Калимаҳои асосӣ:** синтез, таҳқиқ, хосият, гидрогел, кислота, акрилат, акриламид, металлҳо, интиқоли, пайваста, фармакологӣ, реаксия.

## Аннотация

на диссертацию Эрачи Шерали по теме «Синтез и исследование свойств гидрогелей акриловой кислоты и акриламида с некоторыми переходными металлами» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7. Химия высокомолекулярных соединений.

**Актуальность темы исследования:** Химия высокомолекулярных соединений является разделом химии, изучающий химические и физико-химические свойства, методы синтеза высокомолекулярных соединений и их производных, а также исходные реагенты их получения (мономеры, олигомеры). Химия высокомолекулярных соединений включает в себя синтетические (полиолефины, полиэтеры, полиамиды и другие соединения) и природные (естественные) полимеры. Гидрогели в свою очередь являются одним из видов синтетических полимеров. Гели в основе полиакриламида широко известны. Они будучи инертными не являются токсичными, при низких и высоких температурах не меняют свои свойства, сохраняются в почве в течение пяти лет, а затем расщепляются на воду и аммиак. Во многих странах эти гели производятся и используются в науке, промышленности и сельском хозяйстве.

**Научная новизна исследования:** Определен состав комплексов ионов переходных металлов с акриламидом в водном растворе в широком диапазоне рН, изучена каталитическая активность при прохождении процесса окисления сульфида натрия с акриловой кислотой, разработаны методы синтеза металл – полимерных катализаторов, изучен состав комплексов и каталитическая активность металл-полимерных катализаторов при окислении сульфида натрия с акриловой кислотой и акриламидом.

**Научно – практическая значимость исследования** заключается в использовании гидрогелей акриловой кислоты и акриламида с изученными ионами металлов в качестве основы для очистки промышленных сточных вод, для улучшения процесса развития и повышения урожайности сельскохозяйственных культур, повышения качества продукции, экономии воды и минеральных удобрений, а также выявления каталитической активности в реакциях окисления с сульфидом натрия.

**Ключевые слова:** синтез, исследование, свойства, гидрогел, кислоты, акрилат, акриламид, металлы, переходных, соединение, фармакология, реакции.

## Abstract

of the dissertation of Eraji Sherali on the topic «**Synthesis and study of the properties of acrylic acid and acrylamide hydrogels with some transition metals**» submitted for the degree of Candidate of Chemical Sciences in the specialty 1.4.7. Chemistry of high-molecular compounds.

**Relevance of the Research topic.** Macromolecular chemistry is a branch of chemistry that studies the chemical and physicochemical properties, methods of synthesis of macromolecular compounds and their derivatives, and the starting materials (monomers and oligomers) used to produce them. Macromolecular chemistry includes synthetic polymers (polyolefins, polyesters, polyamides, and other compounds) and natural polymers. Hydrogels, in turn, are a type of synthetic polymer. Polyacrylamide-based hydrogels are widely known. They are inert and non-toxic, retain their properties at low and high temperatures, persist in soil for five years, and then decompose into water and ammonia. In many countries, these hydrogels are produced and used in science, industry, and agriculture.

**Scientific novelty of the research.** The composition of complexes of transition metal ions with acrylamide in an aqueous solution over a wide pH range was determined, the catalytic activity during the oxidation of sodium sulfide with acrylic acid was studied, methods for synthesizing metal-polymer catalysts were developed, the composition of complexes and the catalytic activity of metal-polymer catalysts during the oxidation of sodium sulfide with acrylic acid and acrylamide were studied.

**The scientific and practical significance of the study** lies in the use of acrylic acid and acrylamide hydrogels with the studied metal ions as a basis for the purification of industrial wastewater, to improve the development process and increase the yield of agricultural crops, improve product quality, save water and mineral fertilizers, and identify catalytic activity in oxidation reactions with sodium sulfide.

**Key words:** synthesis, research, properties, hydrogel, acids, acrylate, acrylamide, transition metals, compound, pharmacology, reactions.