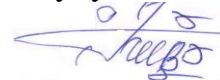


ИНСТИТУТИ ИЛМИЮ ТАҲҚИҚОТИИ  
ДОНИШГОҲИ МИЛЛИИ ТОҶИКИСТОН

ВБД: 547.466.24/3

Бо ҳуқуқи дастнавис

ТБК: 24.239(2)



Э – 87

**Эраҷи Шерали**

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

**ДИССЕРТАТСИЯ**

барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои химия  
аз рӯи ихтисоси 1.4.7. Химияи пайвастаҳои фаромолекулӣ

Роҳбари илмӣ: доктори илмҳои химия,  
профессор **Рачабзода Сирочиддин Икром**

Душанбе – 2026

<b>М У Н Д А Р И Ч А</b>		
Номгӯйи ихтисораҳо, аломатҳои шартӣ		
Муқаддима		
Тавсифи умумии таҳқиқот		
	<b>БОБИ 1. ШАРҲИ АДАБИЁТ</b>	13
1.1.	Синтез ва хосиятҳои гидрогелҳо.....	13
1.2.	Пайвастаҳои координатсионии металлҳои гуногун бо кислотаҳои органикӣ.....	16
1.3.	Хосиятҳои гидрогелҳои полимерӣ.....	23
1.4.	Синтези полимерҳои акриламидӣ.....	25
1.5.	Ахамияти гидрогелҳои полимерӣ ва истифодаи онҳо.....	30
	<b>БОБИ 2. ҚИСМИ ТАҶРИБАВӢ</b>	
2.1.	Дар шароити озмоишгоҳ ҳосил кардани полимерҳои зудварамкунанда бо ионии металлҳои гуногун.....	37
2.2.	Хосиятҳои физикӣ ва химиявии акриламид ва кислотаи акрилат.	37
2.3.	Синтези пайвастаҳои координатсионии гетеровалентӣ ва гетероядрой бо лигандҳои фаъоли биологӣ.....	40
2.3.1	Усули ҳосилкунии гидрогелҳои дорои ионҳои Fe (II, III) дар қиматҳои доимии pH, дар маҳлулҳои обӣ.....	40
2.3.2.	Усули ҳосилкунии катлизаторҳои металлокомплексӣ дар асоси акриламид бо роҳи иловакунии иони металл дар зинаи синтез.....	41
2.4.	Муайян кардани иони металлҳо дар таркиби полимери зудварамкунанда.....	50
	<b>БОБИ 3. НАТИҶАҲО ВА МУҲОКИМАИ ОНҲО</b>	
3.1.	Гидрогелҳои металлдор ва таҳқиқи хосиятҳои физикӣ-химиявии онҳо.....	53
3.1.1	Махсусиятҳои синтези полимерҳои зудварамкунанда аз кислотаи акрилат ва акриламид.....	54
3.2.	Хусусиятҳои синтези пайвастаҳои координатсионии оҳан, мис ва	58

	руҳ бо кислотаи акрилат ва акриламид.....	
3.3.	Спектрҳои ИС-и полимери зудварамкунанда бо ионҳои оҳан, руҳ ва мис.....	66
3.4.	Пайвастаҳои координатсионии оҳан (II, III) бо акриламид.....	70
3.5.	Гидрогелҳои бисёрфункционалӣ дар асоси пайвастаи координатсионии мис (II) бо акриламид ва кислотаи акрилат.....	80
3.6.	Пайвастаҳои координатсионии кобалт (II) бо акриламид.....	86
3.7.	Фаъолияти каталитикии комплексҳои металлоферментӣ бо гидрогели акриламидӣ, ки дар раванди оксидкунӣ бо сульфати натрий ҳосил карда шудаанд.....	94
3.8.	Фаъолнокии каталитикии комплексҳои полимерии гетероионии металлҳои интиқолӣ дар ҷараёни оксидшавии марҳилаи моеъи кислотаи аскорбин бо оксигени молекулавӣ.....	102
3.9.	Омӯзиши хосиятҳои физикию химиявии гидрогелҳои акриламидӣ (варамкунӣ).....	106
3.10.	Чандирӣ ва пластикӣ.....	110
3.11.	Усулҳои физикию химиявии таҳқиқи катализаторҳои полимерии металлокомплексӣ.....	111
3.12.	Усулҳои спектралӣ таҳқиқи гидрогелҳо.....	112
3.13.	Методикаи гузаронидани озмоишҳои вегетатсионӣ ва саҳроии гидрогелҳо дар зироатҳои гуногуни кишоварзӣ.....	114
	Хулосаҳо	
	Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳои таҳқиқот	
	Рӯйхати адабиёт	
	Интишорот аз рӯйи мазуи диссертатсия	
	Замимаҳо	

## Номгӯи ихтисораҳо

- АА- акриламид
- АП - агенти пайвастукунанда
- ГП - гидрогели полимерӣ
- ДМФА - диметилформаид
- КА - кислотаи акрилат
- КМА - кислотаи метакрилат
- КМА - концентратсияи меъёрии ассотсиатсия
- КММ - концентратсияи меъёрии митселлаҳосилшавӣ
- КПА - кислотаи полиакрилат
- КПМА - кислотаи полиметакрилат
- КПЭ - комплекси полиэлектrolитӣ
- МИ - майлқунии изомерӣ
- ММ - массаи молекулавӣ
- МСФ - моддаҳои сатҳан фаъол
- НДП - нури динамикии пароканиш
- ОАМ - омехтаи аввалаи мономерӣ
- ПАА - полиакриламид
- ПКА - полимери кислотаи акрилат
- ПММА - поли (метил) метакрилат
- ПСС - поли (стирол сулфонати натрий)
- ПЭГ - поли (этиленгликол)
- СДАА - спектроскопияи дунураи атомӣ-абсорбсионӣ
- СИ- спектри инфрасурх
- СП - сополимер
- ТММ - тақсимшавии молекулавӣ-массаӣ
- ТРФ - таҳлили рентгенофлуоресцентӣ
- ТСNa - тиосульфати натрий
- ХГГ - хроматографияи гелгузаранда
- ҲПМҲ - ҳарорати поёнии меъёрии ҳалшавӣ

## Муқаддима

**Мубраммии мавзуи таҳқиқот.** Химияи пайвастаҳои фаромолекулӣ як бахши 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, целлюлоза, 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 ҷароҳатӣ ва препаратҳои доруворӣ зарурианд. Дар замони ҳозира рӯйпӯшҳои ҷароҳатӣ 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 уребҷаҳо, салфетҷаҳои 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 линзаҳо 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].

Вобасата 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 мавзуи 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 химиявӣ онҳо аҳамияти илмию амалӣ дорад.

Ҳамин тавр, дар кори 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 буҷети Ҷумҳурии Тоҷикистон аз рӯи мавзӯи «Синтез ва таҳқиқи варамкунии гидрогелҳо дар асоси пайвастаҳои координатсионии оҳан, руҳ ва мис, ҷабҳаҳои истифодабарии онҳо дар хоҷагии 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 интиқолӣ-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 бузургиҳои термодинамикии  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta G$ -и равандҳои комплексҳосил-кунии оҳан, мис, руҳ бо кислотаи акрилат ва акриламид тавассути истифодаи усули коэффитсиенти ҳароратӣ ва қонуниятҳои тағйирёбии функсияҳои термодинамикии онҳо.

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

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

**Навгонии 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 коркард шуданд.

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

**Аҳаммияти назариявии таҳқиқот:**

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

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

**Аҳаммияти илмию амалии таҳқиқот** дар он ифода меёбад, ки гидрогелҳои кислотаи акрилат ва акриламидро бо ионҳои металлҳои интиқолии 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 ҷимоя пешниҳодшаванда:**

- коркарди рН-метрии раванди ионизатсияи кислотаи акрилат ва акриламид дар концентратсияҳои гуногун, дар ҳудуди ҳароратии 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, рентгенофазавӣ, 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 устувориҳои пайвастаҳои координатсионии ҳосилшудаи оҳан, мис ва руҳ бо кислотаи акрилат ва акриламид муайян гардидааст. Бузургҳои 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 функцияҳои термодинамикӣ ошкор карда шудаанд.

**Дарачаи эътимоднокии натиҷаҳо:** маълумоти бадастомада бо усулҳои замонавии физикӣ-химиявии таҳқиқот, таъмин ва асоснок карда шуданд. Барои сифатан ва миқдоран муайян намудани таркиби массаи реаксионӣ аз усулҳои зерини таҳлил истифода гардид: таҳлилҳои элементӣ, рентгенофазавай, спектрҳои ИС, термогравиметрӣ, кондуктометрӣ ва потенциометрӣ, ЯМР-спектрометрия (дар асбоби «Bruker AM-500» бо басомади қорӣ 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 туршакл, 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 дорой 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 доктараби дараҷаи 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 ҷамъбасти намудани маълумот оид ба усулҳои нави самарноки синтези гидрогелҳо шахсан аз тарафи доктараби дараҷаи илмӣ иҷро карда шудааст. Муаллиф хулосаҳо ва муқаррароти асосии рисолаҳо омода намудааст, тасдиқи корҳоро дар конференсияҳои дараҷаҳои гуногун маъруза намуда, оид ба тайёр кардани нашрияҳо корҳоро ба анҷом расонидааст. Таҳияи хулосаҳо ва талаботи асосии диссертатсияро мустақилона ба анҷом расонида саҳми ӯ 80 ҷисадро дар бар мегирад.

**Тасвир ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия.** Маводди диссертатсионӣ дар конференсияҳои зерини байналмилалӣ ва ҷумҳуриявӣ маъруза ва муҳокима карда шуд:

**а) байналмилалӣ.** Маводди конференсияи байнал-милали башида ба 60-солагии кафедраи химия органикӣ, ғиромидошти хотираи д.и.х. профессор Холиқов Ширинбек Холиқович (Душанбе-2021), маводди конференсияи панҷуми байналмилалии илмию амалӣ дар мавзӯи «Масъалаҳои кимиёи физикӣ ва координатсионӣ» бахшида ба ғиромидошти хотираи докторони илмҳои кимиё, профессорон Ҳомид Муҳсинович Ёқубов ва Зӯҳуриддин Нуриддинович Юсуфов (Душанбе-

2021), материалы международной научно-практической конференции на тему «Актуальные проблемы химической технологии» (Ташкент- 2021), материалы 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), 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” бахшида ба гиромидошти хотираи профессор Баситова Саодат Мухаммедовна, 80 солагии мавлуд ва 60-солагии фаъолияти илмӣ - педагогии доктори илми химия, профессор Азизқулова Онаҷон Азизқуловна (Душанбе - 2022), маводди конференсияи байналмилалӣ 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 риёзи дар соҳаи илму маориф (2020-2040)” (Душанбе - 2022).

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

**Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия.** Матни кори диссертатсионӣ дар ҳаҷми 143 саҳифаи чопи 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.

## БОБИ 1. ШАРҲИ АДАБИЁТ

### 1.1. Синтез ва хосиятҳои гидрогелҳо

Бартарии 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. Матрисаи полимери ҳаракаткунандаи полиакриламидро ҳамчун аналози сафеда меҳисобанд, вале сафеда ҳамчун пайвастаҳои комплексӣ метавонад вазифаи марказҳои фаъоли металлоферментҳо иҷро намояд.

“Ғайр аз ин, катализаторҳои полимери варамкунанда «навъи катализаторҳои пастҳароратии сорбентҳо» мебошад, ки метавонанд барои аз пайвастаҳои сулфурдор ( $H_2S$ , меркаптопайваस्तҳо ва ғайра)-и ионҳои металлҳои вазнин тозакунии обҳои нушоки ва инчунин ҳамчун иловаҳо ба хок ҷиҳати танзим намудани мубодилаи обӣ ва ионӣ, ки зоҳиркунандаи таъсири тамдидӣ мебошанд, истифода бурда шаванд” [9, 71, 97, 68, 121].

“Металлоферментҳо катализаторҳои табиаташон сафедагӣ буда, ионҳои металлҳои интиқолии таркиби онҳо, ки ба таври координатсионӣ (ё ба воситаи банди ковалентӣ) бо сафедаҳо пайвастанд, дар ҳамаи организмҳои зинда таъсири назаррас доранд” [96, 37, 40].

Маълум аст, ки ионҳои металлҳои интиқоли ( $Co$ ,  $Ni$ ,  $Cu$ ,  $Fe$  ва ғ.) ба таркиби катализаторҳои биологӣ-ферментҳо дохиланд ва дар якҷатор равандҳои биологии оксиду барқароршавӣ иштирок мекунанд (масалан, ситохромоксидаза, каталаза, пероксидаза ионҳои  $Fe$  (II),  $Fe$  (III), ситохромоксидаза-  $Cu$  (II), аргиназа-  $Mn$  (II), уреаза-  $Ni$  (II), нитратредуктаза  $Mo$  (II) доранд).

“Умуман барои ҳамаи ионҳои металлҳои интиқоли, ки дар равандҳои биологии оксиду барқароршавӣ иштирок мекунанд,

тағйирёбии ивазшавандаи валентнокӣ ( $M^{n+}$  ба  $M^{n+1}$  ва  $M^{n+1}$  ба  $M^{n+}$ ) дида мешавад, ки ин тағйирёбӣ дар асоси равандҳои каталитикӣ ба амал омада, ба гузариши электрон ва ба оксидкунӣ ё барқароркунии субстрат алоқамандӣ дорад” [129, 1, 13, 64, 90, 65, 63, 32] .

“Мувофиқи қобилияти асосии химиявии худ ферментҳо бо осонӣ электрон медиҳанд ё қабул мекунанд, ҳангоми таъсиркуниашон бо субстратҳои гуногун ҳолати оксиду барқароршавии худро иваз менамоянд, ферментҳои бисёрҷадроӣ дар равандҳои таъмин кардани фаъолияти ҳаётӣ бо моддаҳои зарурӣ ва бо энергия нақши калидиро иҷро мекунанд. Дар миқёсҳои биосфера маҳсулнокии чунин равандҳо зиёд аст” [13].

Ин пеш аз ҳама реаксияҳои миқёсашон калони барқароркунии нитрогени молекулавӣ дар аммиак (тақрибан 500 млн. тонна дар як сол), оксидкунии субстратҳо бо оксиген (якчанд млрд. тонна), инчунин дигар равандҳои фаъолшавии молекулаҳои инертии  $O_2$ ,  $H_2O$  ва ғайра ба ҳисоб мераванд.

“Металлоферментҳои бисёрҷадроӣ, аз ҷумла, металлоферментҳои дорои металлҳои оҳан ва мис, ба занҷири оксидкунандагии фосфоризатсия шомил буда, ба туфайли онҳо садҳо млн. тонна фосфат дар молекулаи АТФ шакли «фаъол»-ро қабул мекунад” [64].

“Барои моделонидани таъсири металлоферментҳо, ионҳои металлҳои истифода мешаванд, ки дар таркиби ферментҳо вуҷуд надоранд, аммо аз рӯйи табиат ва хосиятҳои онҳо ба ионҳои иҷрокунандаи функсияҳои гуногуни таркиби металлоферментҳо наздикӣ доранд” [90]. Масалан, омӯзиши механизми ҳосилшавӣ ва фаъолнокии алкилпероксикомплексҳои кобальт зимни оксидшавии фенолҳо ва пирокатехин ба шарҳ додани ҳосилшавии алкилпероксикомплексҳои оҳан дар реаксияҳо бо иштироки чунин фермент, ба монанди оксигеназҳои оҳандор ёрӣ мерасонад.

“Каталлизаторҳои ферментӣ ҷиҳати моделонидани таъсири металлоферментҳо барои он объектҳо қўллай мебошад, ки омӯхтани

комплексҳосилшавӣ ва фаъолнокии каталитикии гурӯҳҳои функционалии полимерҳои синтезӣ бо ионҳои аз ҷиҳати биологӣ муҳими металлҳои интиқоли имконият медиҳанд, ки то кадом дараҷа маркази фаъоли металлоферментҳо моделонӣ карда шуда, ҳамин тавр, механизми таъсири металлоферментҳо беҳтар фаҳмида шавад” [65].

“Муаллифони корҳои [63, 32] дар бораи механизми ташаббусони стирол дар раванди оксиду барқароршавии он дар иштироки комплексҳои порфиринии оҳан, манган ва кобалт аз ҳисоби фаъолшавии оксигени молекулавӣ зимни ҳосилшавии комплексҳои  $MePrO_2$ , ақидаи тахминии худро баён карданд. Мувофиқи ин ақида фаъолнокии ками манган нисбат ба комплексҳои оҳану кобалт бо он шарҳ дода мешавад, ки адади координатсионии манган 4, аммо адади координатсионии Fe ва Co 5 мебошад”.

## 1.2. Пайвастаҳои координатсионии металлҳои гуногун бо кислотаҳои органикӣ

“Пайвастаҳои кислотаҳои органикӣ қисми асосии моддаҳои органикӣ буда, таркиби асосии сафедаҳо ва дар навбати худ тамоми бофтаҳои инсонро ташкил медиҳанд. Кислотаҳои органикӣ дар организмҳои инсон ва ҳайвон функсияҳои гуногунро иҷро мекунанд ва ҳамчун қисмҳои асосии ҳуҷайраҳо хизмат мекунанд. Ҳамаи ҳуҷайраҳои мушакҳо, гормонҳо ва бофтаҳои устухон сафедаҳои гуногунанд, ки дар асоси кислотаҳои органикӣ ҳосил шудаанд” [52].

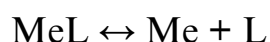
“Таҳлили маълумоти адабиёт нишон медиҳад, ки системаҳои Fe (II) Fe (III)-глитсин-об, Cu (II)-кислотаи аскорбинат-об ва Zn (II) - кислотаи никотинат-об бо усули титронидани патенсиометрӣ таҳқиқ карда шуданд” [54, 55]. Бо назардошти ҳамаи усулҳои протолитӣ чадвалҳои асосии стехиометрӣ ва моделҳои химиявии реаксияҳои ҳосилшавии пайвастаҳои координатсионӣ тартиб дода шуданд. Муайян карда шуд, ки дар система пайвастаҳои координатсионии гуногун ҳосил мешаванд, аммо зарраҳои мураккаби гетеровалентӣ ва гетероядрӣ ба вуҷуд

намеоянд ва ин намуди металлҳо қобилияти ба вуҷуд овардани гидроксокомплексҳо доранд. Пайвасти аввали ин намуди комплексҳо дар консентратсия 98 % ва дар рН-и гуногун ҳосил мешавад. Дигар намуди пайвастиҳои координатсионӣ бо миқдори кам дар фраксияи маҳлули 8 %-а, дар муҳити кислотагӣ ҳосил мешавад. Ғайр аз ин, муайян карда шудааст, ки комплексҳои лигандашон омехтаи таркиби муайяндошта бештар устувор мебошанд. Ҳангоми зиёд шудани шумораи атомҳои марказӣ устувории онҳо меафзояд, зеро ин эҳтимолияти ҳосилшавии пайвастиҳои координатсионии хелатино зиёд мекунад.

“Муҳаққиқон бо истифода аз усули потенциометрия бо ионҳои мис пайвасти шудани глицинро дар қувваи ионии мухталиф ва ҳароратҳои гуногун мавриди омӯзиш қарор доданд. Дар вақти доимӣ будани мувозинат муайян карда шуд, ки ионҳои мис бо глицин бо шиддатнокии максималӣ дар қувваҳои пасти ионӣ пайвастиҳои комплексӣ ҳосил мекунанд” [53].

Таҳлили тағйирёбии энергияи стандартӣ Гиббс дар реаксияҳои ҳосилшавии комплексҳои глицинати мис нишон дод, ки ҳосилшавии комплексҳои мис аз ҳарорат вобаста буда, қимати тағйирёбии энергияи озоди Гиббс  $\Delta G = -64.91$  кҶ/мол мебошад.

Маълум карда шуд, ки энергияи равандҳои мураккаби ҳосилшавии пайвастиҳои комплексино амалан саҳми электростатикӣ муайян мекунад. Модда бо биометаллҳо (Me) ва бо биолигандҳо (L) пайвасти ҳосил карда метавонад. Бинобар ин, реаксияи гузариш ва таҷзияи биокompлексҳои ҳаётан муҳим (MeL)-ро ба таври нақшавӣ метавон чунин тавсиф кард:



“Истифодабарии кислотаҳои органикии биофаъл дар ин реаксияҳо хеле муҳим мебошад, зеро онҳо функцияҳои муҳофизатиро иҷро мекунанд. Ҳангоми ворид шудани ионҳои металл, дар вақти синтез намудани пайвастиҳои координатсионӣ устувории пайвасти бо

кислотаҳои органикӣ мувозинатҳои нав ба амал меоянд, ки онҳо вазифаҳои зарурии физиологиро иҷро карда наметавонанд” [56].

“Муқаррар карда шудааст, ки аз байни металлҳои омӯхташуда ионҳои мис хосияти ками физиологиро зоҳир мекунад. Онҳо комплексиҳои калтсийро ба андозаи бештар нобуд ва ба миқдори дучанд озод мекунад, зеро ҳалшавандагии пайвастиҳои координатсионӣ нисбат ба ионҳои калтсий бештар аст. Нишон дода шудааст, ки устувории пайвастиҳои калтсий асосан аз таъсири атомҳои донории оксигени гурӯҳи карбоксил вобаста аст” [21].

Таҳқиқот собит месозад, ки пайвастиҳои координатсионии оҳан бо лигандҳои органикӣ метавонанд, ки ба мембранаҳои ҳуҷайра ворид шаванд ва ба ин васила ҳатто ба тақсимооти КДН таъсир расонанд ва хосиятҳои оксиду барқароршавии комплексиҳои оҳан (II, III) ба равандҳои гемостаз таъсири зиёд мерасонанд. Аз ин рӯ, имконияти баҳодиҳии пайвастиҳои координатсионии оҳан (II, III) бо кислотаҳои фаъоли органикӣ аҳамияти калони амалӣ дорад.

Ҳангоми мавҷудияти лигандҳои, ки бо металлҳо пайвасти мешаванд, миқдори пайвастиҳои ҳалшавандаи оҳан дар об, дар шакли комплекси моддаи органикӣ - оҳан бо банди устувор оҳан-лиганд меафзояд.

“Қобилияти дар маҳлули обӣ ба вучуд овардани зарраҳои комплексиҳои оҳани (III) ҳалшаванда ба қимати собити ҳосилшавии комплекс вобаста аст. Ҳар қадаре ки он зиёд бошад, ҳамон қадар устувории пайвастиҳои координатсионӣ зиёд мешавад. Оид ба усули тавсифшудаи баҳодиҳии хосиятҳои мураккаби пайвастиҳои координатсионии оҳан дар маҳлулҳои обӣ таҳқиқот бурда шудааст” [109].

Рафтори ионҳои руҳ дар иштироки кислотаҳои биофаъоли органикӣ ва равандҳои сорбсияи лигандҳо дар таркиби намунаҳои фосфати карбонати калтсий аз ҷиҳати биологӣ фарқ мекунад. Устувории мувозинати реаксияҳои ҳосилшавии комплексиҳои руҳ бо кислотаҳои

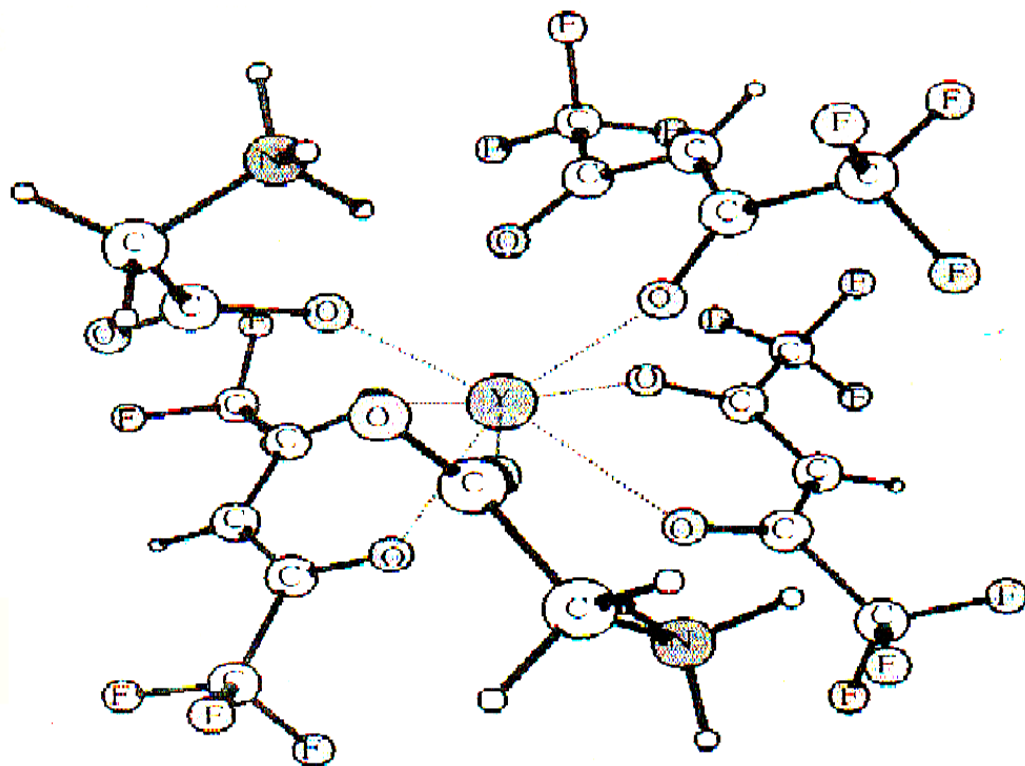
органикӣ бо усули потенциометрия муайян карда шуда, хусусиятҳои рафтори пайвастаҳои координатсионӣ дар шароитҳои гуногун омӯхта шуданд. Таҳлили натиҷаҳои бадастомада нишон дод, ки комплексҳои устувортарин дар доираи ҳарорати 298-303 К, дар қувваҳои пасти ионӣ ба вуҷуд меоянд. Дар ҳолатҳои дигар, раванди таъсири ионҳои руҳ бо лиганд ба иваз кардани аниони ғайриорганикӣ ҳалал мерасонад. Барои ҳарорати паст қувваҳои ионӣ 0,25-0,75 ва барои ҳарорати баланд (313–318 К) қувваҳои ионии 0-0,75 мол/л оптималӣ мебошанд.

“Муайян карда шудааст, ки ҳосилшавии комплексҳо вобаста ба қимати қувваи ионии маҳлӯл ба амал меояд, зеро афзоиши концентратсияи металлҳо ё лиганд дар электролит боиси вайроншавии комплекс мегардад. Дар ин ҳолат, навъи робитаи "металл-лиганд" аз ҳолати ковалентӣ ба электростатикӣ мубаддал мешавад” [82].

Омӯзиши равандҳои ҳосилшавии пайвастаҳои координатсионии ин металлҳо дар системаҳои экстракционӣ бо кислотаҳои органикӣ ва β-дикетонҳо тавассути спектрҳои ИС ва спектроскопияи люминесенсионӣ ҳосилшавии пайвастаҳои координатсиониро нишон дод. Сохтори яке аз комплексҳои металлҳо дар расми 1.1. ҳамчун намуна оварда шудааст. Нишон дода шудааст, ки молекулаи кислотаи органикӣ ҳангоми омӯзиши пайвастаҳои омехталиганд бо β-дикетонатҳои металлҳо сохтори беохириро нигоҳ медорад ва иони металлро бо атомҳои оксигени гурӯҳи карбоксилҳо якҷоя мекунад. Дар ин ҳолат, NH<sub>3</sub><sup>+</sup>-гурӯҳи аминокислота тавассути банди гидрогенӣ бо яке аз атомҳои оксигени β-дикетон пайваст мешавад.

“Ғайр аз ин, омӯзиши ҳисобҳои квантӣ-химиявии энергияи комплексҳои омехталиганди металл бо кислотаи органикӣ ва гексафлуороатсетилатсетон ё атсетилатсетон гузаронида шуданд. Мувофиқи ҳисобҳои зикршуда, ба фазои координатсионии

металлҳо ворид шудани молекулаи лиганди дуум устувори комплексо меафзояд” [83,100].

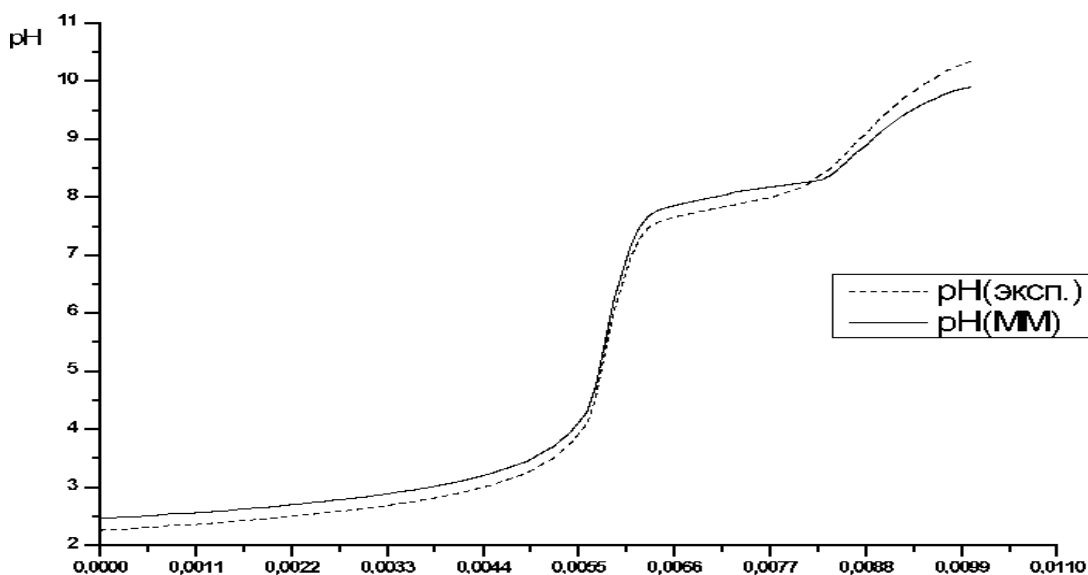


Расми 1.1. Сохтори комплекси омехталиганди металлҳо бо глитсин ва атсетилатсетон – L (AA) 3 (Gly) 2.

“Пайвастаҳои координатсионии дар таркибашон ионҳои металлҳои интиқолидошта бо кислотаҳои биофаъоли табиӣ, алахусус бо глитсин, аспаргинат дар соҳаҳои гуногуни илм, техника, саноату кишоварзӣ ва тиб татбиқи васеъ пайдо кардаанд. Аз ҷумла, пайвастаҳои оҳан (III) ва оҳан (II), мис (II) ва руҳ (II) бо аминокислотаҳои табиӣ донори микроэлементҳо буда, барои растаниҳо ҳаётан муҳим мебошанд. Ин вазифаҳо объекти омӯзиши химияи биокоординатсионӣанд, ки ҳоло ба як бахши мустақили химияи биоорганикӣ табдил ёфтааст” [103].

“Усулҳои асосии ҳосил кардани комплексҳои оҳан, мис ва руҳ пешниҳод карда шуданд. Нишон дода шудааст, ки пайвастаҳои координатсионӣ дар ҳарорати хона ҳосил мешаванд, аммо сипас барои бадастовардани миқдори максималии онҳо маҳлулҳои коририро 25-30 рӯз нигоҳ доштан лозим аст” [103].

Системаҳои мураккаби бисёркомпонентӣ  $Fe^{3+}$  ( $Zn^{2+}$ ;  $Mn^{2+}$ ;  $Co^{2+}$ ) – кислотаҳои органикӣ, дар қувваи ионии маҳлули 0,15 мол/л (NaCl), дар ҳарорати 310 К таҳқиқ карда шуданд. Таҳлили қачхатаҳои титронидани системаҳо нишон дод, ки дар системаҳои омӯхташуда, асосан комплексҳои омехтаи руҳ бо лиганд (расми 1.2), ки таркибаш  $[ZnHepGly]$  аст, ҳосил мешавад.



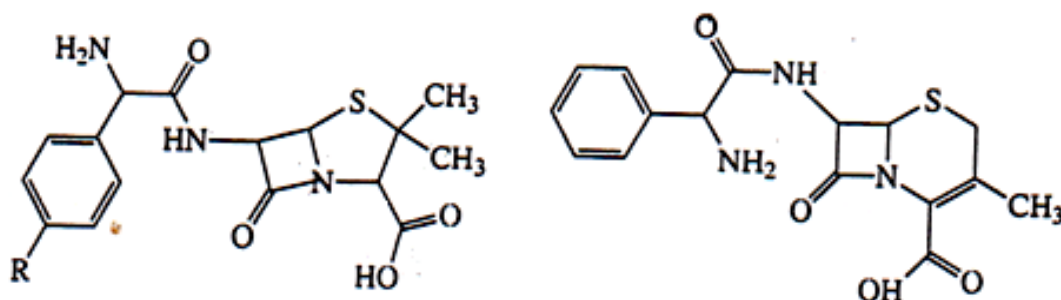
Расми 1.2. Қачхатҳои титронидани система:  $Zn^{2+}$  дар ҳарорати 310 К, қувваи ионӣ 0,15 (NaCl). Нуқтаҳатҳо - натиҷаҳои таҷрибавӣ, хати яқлухт - натиҷаҳои ҳисобшуда бо истифода аз моделсозии математикӣ

Диаграммаҳои тақсимшавии комплексҳои ҳосилшуда тартиб дода шуданд, ки мувофиқи онҳо комплексҳои омехталиганд дар системаҳои таҳқиқшаванда устувории зиёд зоҳир менамоянд. Аз байни кислотаҳои биофаъол глитсин пайвастаи устувортаринро бо руҳ бо таркиби  $[ZnHepGly]$  ва собитии ҳосилшавии  $12,80853 \pm 0,16$  ҳосил мекунад.

“Равандҳои ҳосилшавии пайвастаҳои координатсионии никел (II) бо анионҳои кислотаҳои органикӣ ба монанди антибиотикҳои амписиллин (Амп), амокситсиллин (Асh) ва сефалексин (Сх) бо усули титронидани рН-метрӣ дар ҳарорати 293 К ва дар қувваи иони 0,1 мол/л ( $KNO_3$ ) омӯхта шуданд” [123].

“Нишон дода шудааст, ки дар муҳити ишқорнокиаш суст, дар системаҳои омӯхташуда комплексҳои омехталигандии [NiGlyAmp], [NiGlyAxn] ва [NiGlyCpx] бо зарраи [NiGly]<sup>+</sup> дар мувозинат мебошанд. Событҳои ҳосилшавии пайвастаҳои координатсионӣ ҳисоб карда шуда, диаграммаҳои тақсимшавии онҳо вобаста ба рН-и маҳлул сохта шуданд” [105].

“Комплексҳои Ni (II) бо аминокислотаҳо, аз ҷумла, бо глитсин ва дипептидҳо таҳқиқ карда шуданд. Молекулаҳои антибиотикҳои β - лактам дорои як гурӯҳи аминокислотагӣ мебошанд. Аз ин рӯ, аз ҷиҳати сохт ва хосиятҳои кислотагӣ-асосӣ онҳо то андозае ба дипептидҳо монанданд. Вобаста аз рН-и маҳлул онҳо метавонанд дар шакли анионӣ L<sup>2-</sup>, свиттер-ион HL ё катиони H<sub>2</sub>L<sup>+</sup> вуҷуд дошта бошанд (расми 1.3)” [61].



Расми 1.3. Сохти антибиотикҳои β-лактам

“Трифториди сурма шумораи зиёди пайвастаҳои мураккаби таркиб, сохт ва хосиятҳои гуногундоштаро ҳосил мекунад. Комплексҳои фтори сурма (III) бо катионҳои метали ишқорӣ, иони аммоний ноқилҳои ионӣ моддаҳои аз ҷиҳати биологӣ фаъол мебошанд ва афзоиши ҳуҷайраҳои осмосии Эрлихро боз медоранд. Пайвастаҳои координатсионии трифториди сурма бо глитсин (Gly) муфассалтар оварда шудаанд” [62].

Фторантимонатҳои комплекси кристаллӣ бо аминокислотаҳо- глитсин ва дигар аминокислотаҳо (аланин, серин, валин, лейтсин ва фенилаланин) дар маҳлулҳои обӣ пайвастаҳои координатсионӣ ҳосил

мекунад, ки устувори он комплексҳо бо усули сементатсия омӯхта шудааст. Маҳлулҳои обии комплексҳои аминокислотаҳои қайдшуда бо  $SbF_3$  бо усули резонанси магнитии протон дар фосилаи  $pH=1-6$ , дар ҳарорати хона омӯхта шуданд.

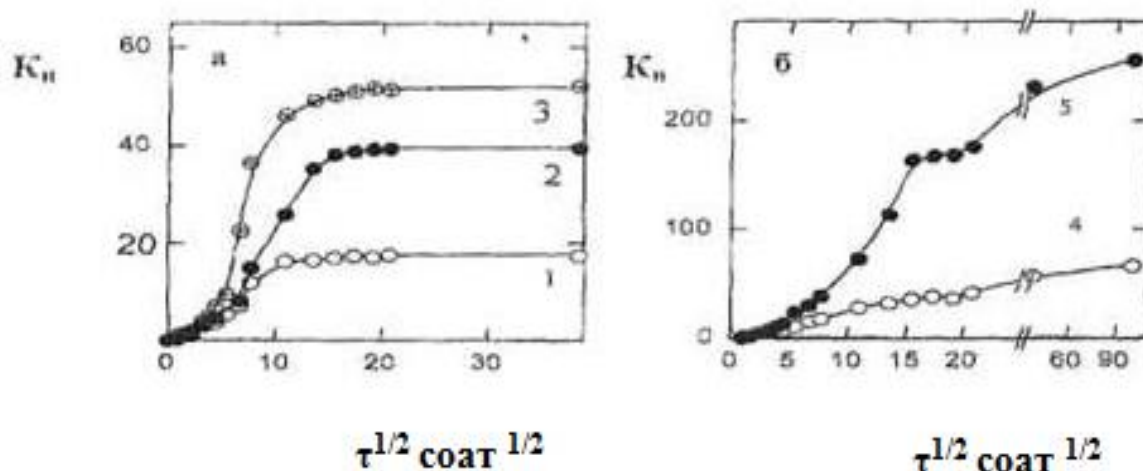
“Муқаррар карда шудааст, ки истифодаи маҳлулҳои обии тетрафторантимонатҳо (III) бо катионҳои аминокислотаҳои протонидашуда барои истеҳсоли сурмаи металли поликристаллӣ истифода мешаванд” [114].

“Равандҳои гуногуни комплекссозилкунии нукра (I) бо иони глитсинат дар ҳалқунандаҳои обӣ-органикӣ мавриди таҳқиқ қарор гирифтаанд. Ҳосилшавии пайвастаҳои комплекси моно- ва бис-гликатинии нукра нишон дода шудааст” [104].

### 1.3. Хосиятҳои гидрогелҳои полимерӣ

Гидрогелҳо хосиятҳои гуногун зоҳир мекунанд. Ба сифати мисол дар расми 1.4 кинетикаи варамкунии гидрогел дар об, ки дар асоси полиакриламиди гуногун дар иштироки миқдори гуногуни оксидкунанда  $P_2O_5VP$  (а) ва кислотаи қавӣ (в) - дар иштироки  $P_2O_5VP$  (қачхатаи 1) ва шакли номукамал он (PB-21) (қачхатаи 2) синтез карда шудааст, нишон дода шудааст. Зиёдшавии миқдори полиэлектrolитҳои катионӣ ба афзоиши суръат ва коэффитсиенти зиёдшавӣ оварда мерасонад, ки онро бо фишори электростатикӣ гурӯҳҳои зардшудаи ҳалқунанда аз якдигар шарҳ медиҳанд ва ин ба афзоиши миқдори полимер аз ҳисоби фишори vaseи фазаҳо ба сатҳи зиёдшавии гидрогелҳо оварда мерасонад. Дар ҳолате, ки фазаҳо гуногунанд аз ҳисоби кислотаи полиакрилат, аз чумла, макромолекулаҳои PB-21 қиматҳои таҷрибавӣ, ки дар ду марҳила бадаст оварда мешаванд, нишон медиҳанд, ки дар навбати аввал худӣ торчаҳои полимер варам мекунанд ва дар як сония афзудани ҳаҷми он дигаргун мешавад ва аз сабаби паҳншавии гиреҳҳои полиакриламид он намуди хаттиро мегирад. Коэффитсиенти калонтарини PAK ва  $P_2O_5VP$  (расми 1.4) нисбат ба VPS PAK-PB-21 панҷ маротиба камтар меафзояд. Дар

расми 1.4 нишон дода шудааст, ки дар PAA ва P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>VP баъзе гурӯҳҳои карбоксил бо кислотаи қавии электростатикӣ таъсир намуда, полибазаи гуногунро ҳосил мекунанд, ки ин ба осонӣ ҳосилшавии гидрогел имкон намедиҳад.



Расми 1.4. Кинетикаи варамкунии EPS дар об: а) G'PAA-1(I); 111AA-3 (2) ва G'PAA-3 (3); б) G'PAK-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>SH (4) ва G'PAK-PB (5) соат<sup>1/2</sup>

“Аз сабаби гуногун буданашон полимерҳо наметавонанд дар фосилаҳои рН-и кислота ва муҳити сусти кислотагӣ сохти дуриштаи полимериро ҳосил кунанд. Сохтори IPN G'PAK-PB-21 комплекси интерполимерии сохторӣ асосан аз камбудихо ҳолӣ нестанд. Мавҷудияти шумораи зиёди гурӯҳҳои карбоксилҳои мономерҳо ва полимере, ки дар таркиби он иловаҳои хлор мавҷуд аст, ба афзоиши қиматҳои коэффитсиенти варамкунӣ G'PAK-PB-21 оварда мерасонад” [6, 5].

Ихтироъҳо ба химияи полимерҳо ва соҳаи тиб дахл доранд. Акриламид ва агенти салибдор дар маҳлули обӣ, дар ҳузури ташаббускори полимеризатсияи барқароркунанда сополимер мешаванд ва он аз омехтае иборат аст, ки он 55-65 % -и массавӣ N,N'-метиленебисакриламид, 10-25 %-и массавӣ N,N'-октаметиленбисакриламид ва 25-35 %-и массавӣ тридекаэтиленгликолдиметакрилат дорад.

Таҳқиқоти иҷрошуда нишон медиҳанд, ки бадастовардани гидрогели полимерӣ бо роҳи сополимеризатсияи радикалии

гидроксоэтилметакрилат бо оксидкунандаҳои заиф, ки ҳамчун этиленгликолдиметакрилат истифода мешаванд, ба роҳ монда мешавад. Барои ислоҳи камбудии бофтаи мулоим гидрогелҳо, ки аз гидроксоэтилметакрилат дар шакли маводди кристаллӣ иборат мебошанд, истифода мешаванд. Протезҳо дар асоси ин мавод ғайрифатолианд ва реаксияҳои илтиҳобӣ ва аллергияро ба вуҷуд намеоранд.

“Фарқи он аз протезҳои силиконӣ дар он аст, ки пас аз гузоштан онҳо шакли худро бо мурури замон тағйир намедиханд ва метавонанд интиқолдиҳандаи моддаҳои шифобахш бошанд” [4].

“Яке аз усули маълуми иваз кардани бофтаҳои мулоим бо роҳи тазриқи маҳлули обии коллаген мебошад. Ҳангоми ба бадан ворид кардани коллаген он як гидрогелро ташкил медиҳад, ки хусусиятҳои физикӣ ва механикӣ қонеъкунанда дорад” [22]. Камбудии ин гидрогел хусусияти сафедаи коллаген мебошад. Ин сафеда ба таъсири ферментҳои протолитикии организм дучор мегардад, ки ин боиси ҷудошавии гидролитикии он ва нобудшавии эндопротез мешавад.

#### 1.4. Синтези полимерҳои акриламидӣ

“Акриламид ба осонӣ ба полимер табдил ёфта, таҳти таъсири оксидкунандаи радикалӣ ва ионӣ, шуоҳои ултрабунафш ва радиатсионӣ, ултрасадо ва ҷараёни электрикӣ полимерҳои вазнини баландмолекуларо ба вуҷуд меорад” [116].

Аломатҳои  $R^*$  ва  $A^-$  мутаносибан радикал ва анионро ифода мекунанд. Полимеризатсияи радикалӣ усули асосии саноатии истеҳсоли РАА дар ҳалкунанда мебошад. Полимеризатсияи анионии поли- $\beta$ -аланин (нейлон-3) полимери дар об ҳалнашавандаро ба вуҷуд меорад, ки танҳо ҳангоми гарм кардан дар баъзе ҳалкунандаҳои органикӣ ҳал мешавад. Полимерҳои дорои массаи калони молекулаӣ ( $M_w=106-107$ ) аҳамияти бештари амалӣ доранд. Барои бадастовардани онҳо тозагии баланди

мономерҳо, концентратсияҳои пасти ташаббускор, набудани оксиген ва ғашҳои ионҳои металлӣ, ки кокатализатор мебошанд, заруранд. Ба полимеризатсияи АА рН-и муҳити реаксия таъсири назаррас мерасонад. Дар қимати хурди рН ва дар ҳарорати баланд аз ҳисоби ҳосил шудани бандҳо ё кӯпрукчаҳои имидӣ (-CO-NH-CO-) байни макромолекулаҳо ҳосилшавии полимерҳои дар ҳамдигар ва дар об ҳалнашаванда имконпазир аст ва дар қимати баланди рН гидролизи гурӯҳҳои амид ба амал меояд. Реаксияи охири метавонад барои бадастовардани ПАА-и қисман гидролизшуда дар марҳилаи полимеризатсия (то 30%) истифода шавад. Полимеризатсияро дар маҳлулҳои обӣ, дар ҳалқунандаҳои обӣ-органикӣ ва дисперсияҳо (дар қатраҳои маҳлули обии мономерҳо, ки бо омехтаи механикӣ дар моеъҳои органикӣ дар ҳузури устуворкунандаи дисперсияи ибтидоӣ ва полимерӣ ба вуҷуд омада пароканда мешаванд) анҷом медиҳанд.

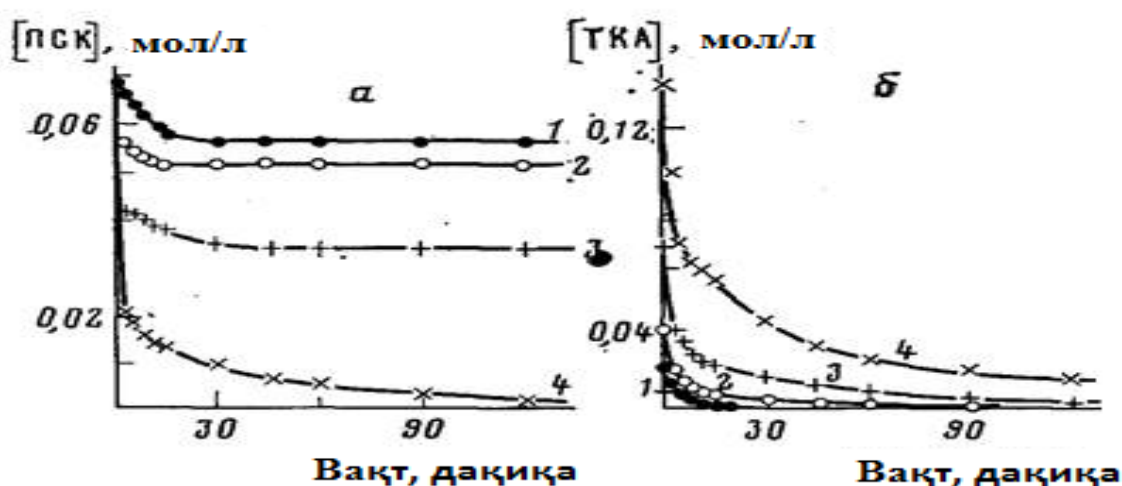
“Вобаста аз усули полимеризатсия, полимерҳо дар шакли маҳлулҳо, гранулаҳо, хокаҳо ва дисперсияҳои полимерҳо дар моеъҳои органикӣ бадастоварда мешаванд. Усули саноатии васеъ паҳншуда полимеризатсияи АА дар маҳлулҳои обӣ мебошад” [117].

“Сополимеризатсияи радикалии АА бо мономерҳои винилӣ барои бадастовардани сополимерҳое истифода мешавад, ки нисбат ба ПАА хосиятҳои истифодабарии беҳтар доранд. Сополимерҳо тавассути сополимеризатсияи АА бо акрилонитрил, акрилат, хлориди винил бадастоварда мешаванд. Вақте кислотҳои носер ё намакҳои онҳо ба сифати сомономер истифода мешаванд, сополимерҳои анионӣ ҳосил хоҳанд шуд. Масалан, сополимери АА бо натрий 2-акриламидо-2-метилпропансулфонат ва ҳангоме ки ҳамчун сомономер, масалан, N,N'-диэтиламиноэтилметакрилат истифода мешавад, сополимери катионӣ ба даст оварда мешавад” [115].

“Сополимеризатсияи пайваस्तшуда ва муҳосирашуда барои тағйир додани хосиятҳои полимерҳо истифода мешавад. Бархилофи

сополимерҳои маъмулӣ, ки мономерҳои он дар занҷирҳо ба таври тасодуфӣ ё мунтазам иваз мешаванд, занҷирҳои сополимерҳои пайвандшуда ва муҳосирашуда аз пайдарпаии дарозии мономерҳои якхела сохта мешаванд. Дар сополимерҳои пайвастшуда занҷирҳо сохти сершоха доранд, дар сополимерҳои муҳосирашуда онҳо сохти хаттӣ доранд. Бо истифода аз ташаббускорони радикалӣ, шуъбдихии ултрабунафш ва радиатсионӣ, АА ба полимерҳои гуногун пайваст карда мешавад. Масалан, полиолефинҳо ва стирол, акрилонитрил ва дигар мономерҳо ба РАА пайваст карда мешаванд. Сополимерҳои муҳосирашуда (блок) инчунин бо роҳи конденсатсияи гурӯҳҳои функционалии полимерҳои гуногун бадастovarда мешаванд, ки яке аз онҳо РАА мебошад” [2].

Омӯзиши таъсири трис-(2-карбамоилэтил)амин ба оғози полимеризатсияи акриламид ва ҳосилшавии макрорадикалҳо бо катиони радикалии  $R_3N^*$ , масалан, аз рӯи нақшаи катиони  $R_2N=CHCH_2CONH_2$  тибқи нақшаи дар боло зикршуда (1.1) минбаъд ба амин, амини дуома ва алдегид анҷом меёбад (расми 1.5) .



Расми 1.5. Полимеризатсияи акриламид ва ба амини дуома мубаддалшавии он.



дар ҳоле ки танҳо моддаҳои ҳалшаванда метавонанд дар омехтаи мономерҳо истифода шаванд, дар вақти полимеризатсия, ба раванди полимеризатсия таъсир намерасонад. Ҳангоми полимеризатсияи мономерҳои акрилӣ чудошавии назарраси гармӣ мушоҳида мешавад, ки ин метавонад ба гармшавии полимер оварда расонад. Аз ин рӯ, барои самаранок тоза кардани полимер маҳсулотро кам кардан лозим аст, ки одатан аз 20 мм зиёд нест.

“Раванд дар якчанд марҳила оҳиста-оҳиста ва ҳангоми дар ҳаммомчаи обӣ аз 40 то 95 °C ба муддати 48 соат гарм кардан давра ба давра мегузарад. Раванди преполимеризатсия ва имидизатсияи сополимер бо гарм кардани мономер дар ҳарорати 110-120 °C анҷом дода мешавад” [135].

Полимери синтезшударо танҳо аз мономер бадастовардан мумкин аст: агар полимер зуд майда карда шавад, пас чунин полимер қобилияти полимершавиро гум мекунад. Истифодаи чунин усули мураккаб ва каммаҳсул бо мураккабии синхронизатсияи равандҳои химиявӣ ва физикӣ, ки ҳангоми варам кардани таркиби полиакрилимиди термосетикӣ рӯй медиҳанд, ба амал меояд.

“Дар асоси сополимери акриламид ва кислотаи акрил (АА-АК) муаллифони корҳои [7, 146] таркиби нави термосетикӣ полимери варамкунандаро таҳия карданд, ки дар таркибаш иловаҳои пластикӣ ва варамкунанда низ дорад. Сополимерҳои акриламид ва кислотаи акрилат дар таркиб аз сабаби таъсири мутақобили гурӯҳҳои амид ва кислота имидизатсия доранд ва тез саҳт мешаванд. Таҳқиқҳо нишон доданд, ки суръати тағйироти он дар муқоиса бо сополимери терморетикӣ акрилонитрил бо кислотаи метакрилат хеле сусттар аст. Пайвастаи таҳияшуда имкон медиҳад, ки бо усули экстраксия ва фишурдакунӣ аз ҳолати полимер намуди муайяно мегирад, инчунин аз таркиби полимер дар як марҳила бадаст оварда шавад”.

“Корҳои илмӣ-таҳқиқотӣ, ки ба омӯзиши динамикаи равандҳои ҳосилшавии полимер ва пайвастаҳои термосетикӣ кафккунанда дар асоси

сополимери акриламид бо кислотаи акрилат бахшида шудаанд” [147, 144], имконпазирии полимеризатсияро дар вақт ва ҳароратҳои муайян собит месозанд. Барои иҷрои корҳои илмӣ-таҳқиқотӣ ду сополимери термтӯрӣ (термосетӣ) истифода шудааст: сополимери акриламид бо кислотаи акрилат, ки тавассути гидролизи ишқории полиакрилонитрил бадаст омадааст, дар таносуби молярии АА: АК = 1: 2 қарор доранд.

Спектрҳои ИС пас аз синтез муайян карда шуданд. Мазмуни молекулаҳои ангидридо бо усули стандартҳои дохилӣ дар асоси таносуби раҳҳои қазбқунии гурӯҳҳои реаксионӣ дар  $1020\text{ см}^{-1}$  ва мавҷҳои баҳамшавии гурӯҳҳои  $\text{C}=\text{N}_2$ - дар  $1452\text{ см}^{-1}$  ҳисоб кардашудаанд. Таҳлил бо истифодаи усули спектрӣ гузаронида шудааст. Ҷудокунии қулла бо истифода аз шаклҳои Гаусс ва Лоренсиан барои тавсифи интенсивнокии баланд бо истифода аз барномаи кампютерӣ анҷом дода шудааст. Шумораи намунаҳои дар ҳар як нуқта гирифташуда дар асоси он муайян карда шудааст, ки арзиши миёнаи арифметикийи нишондиҳанда ба фосилаи эътимоднокии 5% бо эътимолияти ҳадди ақал 95% мувофиқ омадааст.

Равандҳое, ки ҳангоми термолизи сополимерҳои АА - АК ба амал меоянд, муфассал омӯхта шудаанд [139]. Дар ҳароратҳои то  $120\text{ }^\circ\text{C}$ , дар полимер танҳо имидизатсияи дохилимолекулавӣ аз ҳисоби гурӯҳҳои амид ва кислотаи акриламид рӯй медеҳад. Дар ҳарорати  $140\text{ }^\circ\text{C}$  ва зиёда аз он имидизатсияи байни занҷирҳо оғоз меёбад, ки бо қисми асосии сополимер якҷоя мешавад.

### **1.5. Аҳамияти гидрогелҳои полимерӣ ва истифодаи онҳо**

“Гидрогелҳои полимерӣ дар соҳаҳои гуногун истифодаи васеъ доранд. Аз ҷумла истифодаи онҳо дар тиб ва биотехнология бо ҳосилкунии моддаҳои доруворӣ таъсиррасониашон давомдор бо тайёркунии зучоҷа (хрусталик) ва бо имплантантҳои варамкунанда алоқаманд мебошад. Дар замони ҳозира гидрогелҳо дар соҳаи саноати парфюмерӣ (атторӣ), барои тайёркунии гелҳои молиданӣ атрҳо ва ғайра,

дар саноати химия ҷиҳати амалигардонии электрофорез ва хроматография, ҳангоми истихроҷи нафт, тозакунии об ва ғайра, дар хоҷагии халқ барои танзим кардани тавозуни обӣ ва ионӣ ва барои таъсиркунӣ ба сохти хок, дар гидромелиоратсия барои мустаҳкамкунии хок, дар соҳаҳои хомушкунӣ сӯхторҳо ва ғайра низ ба таври васеъ мавриди истифода қарор доранд” [50, 18, 74, 108].

“Гидрогелҳо инчунин ҳамчун сорбентҳои ион-селективӣ ва ба сифати катализатор истифода мешаванд. Гидрогелҳои полимерҳои дӯхташудаи гидрофилӣ буда, қибилити дар об варамкунӣ ва ҳосилкунии тӯри фазоии сеченакаи ҳалнашавандаро доранд. Бо туфайли қибилити ҷаббиш ва нигоҳдории ҳаҷми зиёди моеъро доштанишон гидрогелҳо на танҳо аз нуқтаи назари муайянкунии қонуниятҳои фундаменталӣ ва рафтори системаҳои полимерии варамкунанда, балки аз мавқеи истифодаи амалии онҳо дар якҷатор соҳаҳо низ аҳамияти муҳим доранд” [34, 31].

Беист зиёд шудани шумораи мавқеҳои илмӣ ба ин намуди полимерҳо бахшидашуда аз ояндадор будани онҳо дар соҳаҳои гуногуни иқтисодиёт аз саноат ва кишоварзӣ сар карда, то бахшҳои иҷтимоии фарогирандаи тиб шаҳодат медиҳад.

“Дар айни замон шумораи зиёди корҳои илмӣ доир ба гидрогелҳо дар соҳаи тартиб додани системаҳои монанд, масъалаи коркарди маводди гидрогелӣ, ки омили қонёкунандаи маҷмуи васеи талаботҳо мебошад, имкониятҳои соҳаҳои истифодабарӣ ва арзиши нисбатан пасти онҳо масъалаҳои ҳалнашуда маҳсуб меёбанд” [16].

“Гидрогелҳои полимерии зудварамкунанда ҳамчун воситаи оптикӣ бо сабаби мавҷудияти гурӯҳҳои функционалии гуногун ва ё азхудкунии ионҳои шӯяндаи оптикӣ рангҳо низ васеъ истифода мешаванд” [14].

Инчунин полиэлектролитҳои зудварамкунанда ҳамчун мустаҳкамкунандаи тамғаҳои гуногун ва барои пешгирии ғуборолудашавии атрофи партовгоҳи кушода ҷамъшавии маъданҳо ва

коркарди онҳо таҳқиқ карда шуданд. Қувваи баҳамтаъсиркунии маъданҳои қишри саҳт дар муддати 10 моҳ нигоҳ дошта шудааст (дар шароити лабораторӣ).

“Азбаски партовҳои корхонаҳои маъданӣ –концентратҳои гуногуни полиметаллӣ дорои бисёр металлҳои гуногун (Cu, Pb, Zn, Si, Ca, Mg, Ni, Mo ва ғайра) мебошанд, мо метавонем робитаи онҳоро бо полиэлектrolитҳои полианионӣ фарқ кунем” [28].

“Яке аз масъалаҳои муҳимтарин дар миқёси ҷаҳонӣ ин омӯхтани заминҳои шур ва регҳои минтақаи давлатҳои гуногун мебошад. Бо ҳамин мақсад пешниҳод карда шуд, ки истифодаи заминҳои хушк бо илова кардани полимери зудварамкунанда ба роҳ монда шавад, ки дар натиҷа қобилияти обнигоҳдории заминҳои бо маҳлули полимерӣ коркард шуда, зиёд мешавад ва маҳсулоти нави хеле фаровон гирифтани мумкин аст. Ин намуди полимерҳо фоидаи калон дошта, дар ҳолати нигоҳ доштани об метавонанд ба қабати болоии хок пӯшонанд ва зарраҳои хокистари хокро часпонанд ва дар натиҷа системаи қавии коагулятсиониро ташкил диҳанд. Истифодаи полимере, ки дар таркибаш гидроксиди калтсий ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) дорад, боиси пайдоиши хосияти тақсимнашавандагии хок ва сабаби бо об тобовар шудан ва дисперсияшавии хок мегардад” [77, 97].

Комплексҳои полимериро бо якчанд роҳ ҳосил кардан мумкин аст. Аз ҳама маъмултарини онҳо омехта кардани моддаи полимерҳосилкунанда якҷоя бо як ҳалкунандаи оддӣ мебошад. Дар натиҷаи омезиш "комплексҳои омехта" ба вуҷуд меоянд, ки хосиятҳои онҳо бо таъсири ҳаргуна ҳалкунандаҳо ҳамаҷониба омӯхта шуданд.

Комплексҳои полимериро бо усули полимеризатсияи радикалӣ ҳосил кардан мумкин аст. Натиҷаҳои сершумори илмӣ ва озмоишӣ нишон медиҳанд, ки дар ин ҳолат ба ҷойи "комплексҳои омехта" комплексҳои полимерҳои хеле гуногун ба вуҷуд меоянд, зеро радикал суръати

пайдоиши "занҷири маномер", дарозӣ, сохти химиявӣ ва сохтори онро назорат мекунад.

“Комплекси полимерҳо танҳо вақте ҳосил мешавад, ки раванди ҳосилшавии онҳо ба дараҷаи муайяни бухронии (критикии) полимеризатсияи "занҷири маномерӣ" расад, ки пас аз он занҷири афзоянда бо радикал алоқаманд аст ва полимеризатсияи радикалии асосӣ оғоз меёбад” [19].

“Комплексҳои полимери қисми асосии полимер ҳисобидан мумкин аст. Усул аз гузаронидани реаксияҳои мураккаб дар сарҳади ду моеъи ҷудонашаванда иборат аст. Масалан, бензол-об, ки дар онҳо ҷузъҳои ба ҳам таъсиркунанда ҳал карда мешаванд. Комплексҳои полимерӣ дар шакли раҳҳои борик дар байни ду моддаи таъсиркунанда ба вуҷуд меоянд” [33, 48].

“Шартҳои гузаронидани реаксияҳои комплексӣ дар интерфейси фазавӣ боиси хосиятҳои нави ин комплексҳо мегардад ва дар натиҷа ба гидрофобия ва ҳалшавандагии ин комплексҳо дар карбогидрогенҳо ва ҳалкунандаҳои ароматӣ, ба ҳосилшавии сохтори комплексҳо; ба амалисозии реаксияҳои мураккаб, ки дар ҳалли онҳо ба амал омада наметавонанд; ба татбиқи реаксияи комплексӣ дар фосолаи муайяни вақт, дар ҳоле ки реаксияҳои комплексӣ дар маҳлул тақрибан зуд идома ёбад; ба усули синтези полимерҳои тунук ва мембранаҳои комплексҳои полимерӣ дар як марҳила оварда мерасонад” [12].

Ҳамчун маводи синтези полимерҳо дар таркибҳои обӣ сополимерҳои кислотаи акрилат ва ҳосолаҳои онҳо, латексҳои бутадииен-стирол, дисперсияҳои обии поливинил ацетати тағйирёфта ва ғ. истифода бурда мешаванд.

“Ҳангоми туршонидани маҳлули ишқории полимер дар давраҳои муайян лактам гидролиз мешавад ва кислотаи аминокарбонати полимер

ҳосил мегардад, яъне сополимери кислотаи акрил, акриламид ва виниламин синтез мешавад” [106].

Полиэлектролитҳоеро, ки ҳам гурӯҳҳои кислотагӣ ва ҳам асосӣ доранд, полиамфолитҳо меноманд. Ин бояд сафедаҳои дорои гурӯҳҳои  $\text{COO-}$  ва  $\text{-NH}_3$  -ро дар бар гирад.

“Полиамфолитҳои синтетикӣ дар даҳсолаи охир бадастовардашуда, аз қабилҳои сополимерҳои кислотаи акрилат ва винилпиридин, кислотаи глютаминат ва лизин мебошанд” [125].

Истифодаи сополимерҳои кислотаҳои акрилат бо диенҳо ҳамчун каучуҳои синтетикӣ таваҷҷӯҳи хоса дорад, зеро онҳо бо металлҳои поливалент вулкониш кардан мумкин аст.

“Ҳангоми тайёр кардани полимерҳои гуногун (махсусан барои нахҳои вискозӣ (ёзанда)) аксаран полимерҳо ва сополимерҳои кислотаи акрил ва ҳосилаҳои он (кислотаи полиакрилат, полиакриламид ва ғ.)-ро истифода мебаранд. Бо ин мақсад инчунин спирти поливинил истифода бурда мешавад” [123].

Полимерҳо ва сополимерҳои кислотаи акрилат барои тайёр кардани навъҳои махсуси қоғаз, инчунин флокулянтҳо мавриди истифода қарор доранд. Сополимерҳои бо ҳам пайваста бо дивинилбензол ҳамчун катронҳои мубодилаи ион истифода мешаванд. Намакҳои кислотаи полиакрил ба сифати эмульсия ва ғафскунанда заруранд.

“Истифодабарии полимерҳо, ки вобаста аз муҳити рН дар асоси сополимери кислотаи акрилат ва спирти винил ҳангоми гарм кардан бо риштаҳои тунуки аз ин полимер гирифташуда ҳосил шудаанд ва ба василаи дароз кашида равона кардан, ҳангоми нигоҳ доштан онҳо дар об ҳал намешаванд, аммо қобилияти варама кардан (бо сабаби ба ҳамдигар пайвастании макромолекулаҳо бо ҳам аз ҳисоби этерификатсияи баъзе гурӯҳҳои  $\text{COOH}$  бо глитсерин)-ро доранд, хеле муҳим мебошад” [137].

“Бо усули Каргин ва дигарон пайваст кардани стирол бо крахмал, инчунин акрилонитрил ё стирол бо селлюлоза татбиқ карда шудааст” [138]. Дар гидролизи сополимерҳои кислотаи акрилат бо акриламид ба реактивҳои амидии дигар реактивҳо низ таъсир мерасонанд, аммо дар ин ҳолат гурӯҳи каталитикии ғайри фаъоли полимерҳо гурӯҳи карбоксил мебошад. Ҳамин гуна ҳолат дар сополимерҳои кислотаи акрилат бо N-нитроанилиди кислотаи акрилат низ ба назар мерасад. Вобастагии суръати реаксия аз рН-и муҳити атроф барои ин сополимерҳо таъсир мерасонад, яъне суръати реаксия бо зиёдшавии қимати рН-и муҳит афзоиш меёбанд.

“Муайян карда шуд, ки дар моно-N-нитроанилиди кислотаи глютамин, таъсири гурӯҳи мономерҳо монанди гурӯҳи нитроанилид ба назар намерасад, дар занҷири полимерҳо дар ин ҳолат таъсири мусоид фароҳам меояд” [93].

Ба ҳосилшавии полимер таъсир кардани молекулаҳои диметилформаид имкон медиҳад, ки захролудшавии ин полиэлектролит рушд ёбад, аммо ҳамзамон фаъолияти онҳо нигоҳ дошта мешавад. Дар натиҷа захролудии сополимерҳо кам мешавад, зеро дар таркиби акриламид > 50 адад дар онҳо кам шудани полимер мутаносибан 800 ва 625 мг/кг мешавад, яъне инҳо аллакай амалан моддаҳои захролуд ҳастанд.

“Ба ибораи дигар, ин сополимерҳо ба мисли полимери акриламид метавонанд ҳамчун моддаҳо барои синтези полимери сунъии дар боло тавсифшуда истифода шаванд” [92].

“Таъсири иммуностимулятсионии яке аз сополимерҳои кислотаи акрилат ва винилпирролидон ба ақсуламали иммунитетии ҳайвонҳои намудҳои гуногун ба антигенҳои ҳайвонҳо нишон дода шудааст” [35].

“Муаллифони кори [42] бо истифода аз усули синтези аминҳо аз азидҳои кислота дар асоси полиакрилхлорид сополимери кислотаи

акрилат ва виниламинро ҳосил кардаанд, ки онро бо роҳи полимеризатсия ҳосил кардан мумкин нест”.

Ҳангоми тафсонидани ин сополимер боз ҳалқаҳои лактам пайдо мешаванд ва ҳангоми бо бензол пайваस्तшавии сополимери кислотаи акрилат бензоламиди N-винил (бо таркиби назариявии нитроген) бадаст оварда мешавад.

“Баъзе корхонаҳои хориҷӣ полимерҳоро бо илова кардани  $\text{SiO}_2$  истеҳсол мекарданд. Ин намуди полимерҳо қобилияти баланди кафкунӣ доранд ва полимерро зебо нигоҳ медоранд. Онҳо ба осонӣ бо рангҳои гуногуни дурахшон-сурх, кабуд, сабз, зард ранг карда мешаванд” [75].

“Хусусиятҳои ғафсии сополимерҳои кислотаи акрилат барои ҳосил кардани маҳлулҳои зиёдкунандаи часпиш барои тайёр кардани суспензияҳо, рағани атроқи гидрогел ва асосҳои шамъ истифода мешаванд. Истифодаи дарозмуддати гелкарбопол дар дерматология нишон дод, ки полимер пӯстро барангехта намекунад” [99].

Полиамфолитҳо аксар биополимерҳо, инчунин баъзе моддаҳои махсуси синтезшуда (масалан, сополимери кислотаи акрилат ва винилпиридин)-ро дар бар мегиранд. Яке аз полиамфолитҳои маъмултарин желатин - маҳсули коркарди сафедаи коллагени фибриллярҳо мебошад. Дар молекулаи желатин боқимондаҳои аминокислотаҳои гуногун (глитсин, пролин, аргинин, лизин, кислотаи глютамин ва ғ.) мавҷуданд. Ин боқимондаҳо дар муҳити обӣ метавонанд гурӯҳҳои иониро ҳосил кунанд.

“Кислотаҳои акрилат, винилпирролидон дар лабораторияҳо ҳамчун флокулянтҳо санчида шуданд. Ин моддаҳо флокулянтҳои самарабахши резинии табиӣ, суспензияҳои гилӣ ва зарраҳои полимерӣ ҳисобида шуданд” [89, 25, 87].

“Сарфи назар аз мавҷуд набудани назарияи умумии полимерҳои «дар об ҳалшаванда», ки қобилияти қаблан обнигоҳдорӣ ва ба тағйирёбии хурди муҳити берунӣ тобовариро доранд, дар чунин соҳаҳо,

ба монанди тозакунии нафт, биотехнология, тиб ва ғайра бештар истифода мешаванд. Дар асоси ин намуди термополимерҳо аз кислотаи акрилат бо гидрогелҳо полимерҳо бадаст оварда шуданд, ки барои тайёр кардани равғанҳои шифобахш зимни табобати захмҳо истифодашаванда дар асоси онҳо ба кадри кифоя фаъолияти осмосӣ доранд, тайёр карда мешавад. Таҳқиқҳои таҷрибавӣ дар асоси хосияти гидрофилӣ таҳия шудаанд, ки дар таркибашон равғани эфирӣ доранд, фаъолияти ба назар намоёни антибактериалӣ ва табобати захмҳо дар пӯстро нишон доданд. Таркиби компонентӣ (эмулгаторҳо, пластификаторҳо ва ғ.) ва омӯзиши малҳамҳои таҷрибавӣ ба тариқи озмоишӣ ёфт шуданд. Мавҷудияти биологии равғани эфир дар матритсаи полимерӣ омӯхта шудааст. Ин натиҷаҳо метавонанд барои эҷоди системаи трансдермӣ-терапевтӣ бо озодкунии барномарезишудаи моддаҳои фаъоли биологӣ асос гузоранд” [36, 17,15, 29, 78]. Озмоиши хосиятҳои табобати захмҳо қобилияти сополимерҳои дивинилмономерро бо кислотаи метакрилат дар ҳосилшавии полимерҳо дар сатҳи пӯст нишон дод. Ин хосияти сополимер минбаъд барои бадастовардани полимери барои захмҳо шифобахш истифода мешавад. Дар қорҳои илмӣ-таҳқиқотӣ муқаррар карда шудааст, ки беҳтарин хосиятҳои полимерҳосилкуниро сополимерҳое зоҳир мекунанд, ки дар таркибашон 86.8 % -и массавӣ полимер доранд.

“Полимерҳоеро, ки ба таркибашон ҷузъи биологии полимерӣ дохил карда мешаванд, хусусиятҳои антибактериалӣ ва зиддимикробиро таъмин мекунанд” [73, 41].

## БОБИ 2. ҚИСМИ ТАҶРИБАВӢ

### 2.1. Дар шароити озмоишгоҳ ҳосил кардани полимерҳои зудварамкунанда бо ионии металлҳои гуногун

Дар шароити озмоишгоҳ барои синтези полимери зудварамкунанда иони металлҳоро илова карда, полимерро ҳосил кардем. Барои ҳосил кардани полимери зудварамкунанда пайваस्ताҳои координатсионии оҳан, мис ва руҳро бо миқдори 0,1 г дар тарозуи аналитикӣ баркашида, дар кислотаи акрилат ва акриламид бо миқдори 10 грамм дар ҳалкунанда ҳал карда, ионии металлҳоро қисм ба қисм илова мекунем ва онро омехта менамоем, маҳлули ҳосилшударо то ҳарорати 45-50 °С гарм карда, 4-5 қатра тиосульфити натрий илова мекунем. Дар вақти омехтакунии дар сатҳи маҳлул полимер синтез карда мешавад.

Полимереро, ки дар ин ҳолат ҳосил мешавад ва дар таркибаш 90-95 % полимер ва ионҳои металлҳоро дорад, бо усули коркардкунӣ дар маҳлули ишқори тоза кардем ва хушконидем. Барои синтези 100 г полимер чунин маводди химиявӣ ва таҷҳизот лозим аст: кислотаи акрилат «АҚХТ» (аз ҷиҳати химиявӣ тоза) «ХЧ», акриламид, оксидкунанда, оби муқаттар, стакани термикӣ ҳаҷмаш 250 мл, электроплитка, тарозуи аналитикӣ (техникӣ).

### 2.2. Хосиятҳои физикӣ ва химиявӣ акриламид ва кислотаи акрилат

Акриламид (АА) амиди кислотаи акрилат мебошад. Номи химиявиаш 2-пропенамид аст. Моддаи кристаллии беранг буда, формулаи химиявиаш  $\text{CH}_2=\text{CHC}(\text{OO})\text{NH}_2$  аст. Массай молекулавиаш - 71.08 мебошад. Ҳарорати гудозишаш ба 84.5 °С ва ҳарорати ҷӯшишаш ба 215 °С баробар аст. Зичиаш 1,122 г/см<sup>3</sup> буда, фишори буғаш ба 0.93 Па (дар 25 °С) ва ба 9.3 Па (дар 50 °С) баробар мебошад.

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.

Қабл аз ҳама ҳалшавандагии кислотаи акрилат ва акриламидро дар ҳалқунандаҳои гуногун муайян кардем, ки дар ҷадвалҳои 2.1 ва 2.2 нишон дода шудааст.

**Ҷадвали 2.1. - Ҳалшавандагии гирогели кислотаи акрилат дар ҳалқунандаҳои гуногун**

№	Ҳалқунандаҳо	Ҳарорат, °С	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

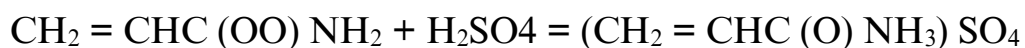
**Ҷадвали 2.2. - Ҳалшавандагии акриламид дар ҳалқунандаҳои гуногун**

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

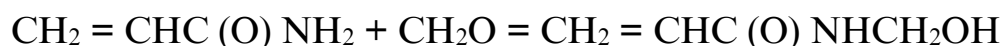
Аз ин ҷадвалҳои 2.1 ва 2.2 айён аст, ки кислотаи акрилат ва акриламид дар об аз ҳама бештар ҳал мешаванд. Натиҷаҳои ҷадвалҳои 2.1 ва 2.2 дар боби 3 мавриди баррасӣ қарор мегиранд.

Хосиятҳои кислотаи акрилат ва акриламиди синтезкардашуда ба маълумоти адабиёт мувофиқат мекунад. Хосиятҳои химиявӣ акриламид гуногун мебошанд. Гурӯҳи CONH<sub>2</sub> ба реаксияҳои дучор мешавад, ки ба амидҳои кислотаи карбонати алифатӣ хосанд. Акриламид моддаи

амфотерии суфт аст: бо метали Na, *tert*-бутилат, бо кислотаи сулфат H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> намакҳои муовифик ҳосил мекунад:



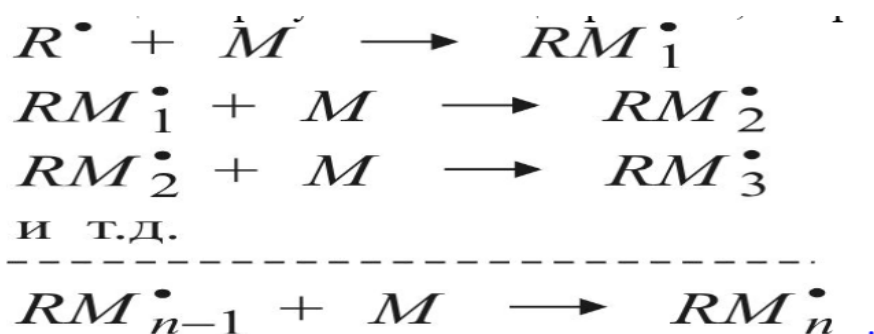
Ин раванд дар маҳлули ангидриди ацетати 0,1 н. миқдоран титр карда мешавад. Бо маҳлули HClO<sub>4</sub> дар кислотаи сирко (кислотаи сиркои яхин) реаксия гузорида мешавад. Ҳангоми якҷояшавӣ бо маҳлули обии формалдегид дар иштироки асосҳо (pH 7-9), он ба N-метилолакриламиди ноустувор мубаддал мешавад:

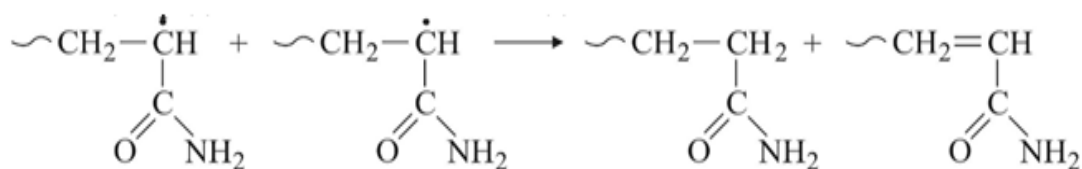


Реаксия дар иштироки кислота ва акриламид, дар N, N'-метилени-бис-акриламид (CH<sub>2</sub> = CHCONH)<sub>2</sub>CH)<sub>2</sub> мегузарад.

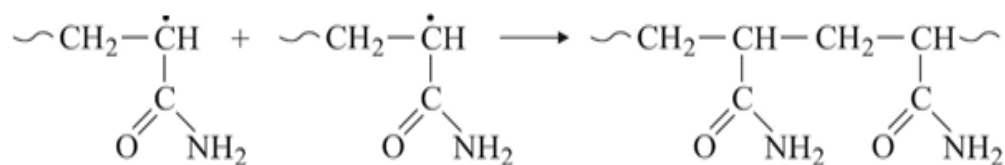
Акриламид аминҳои алифатии якума ва дуома NH<sub>3</sub>, спиртҳо, меркаптанҳо, H<sub>2</sub>S, кетонҳо ва ғайраҳо бо банди дучанда ба осонӣ пайваस्त менамояд.

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





**ё рекомбинатсия:**



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

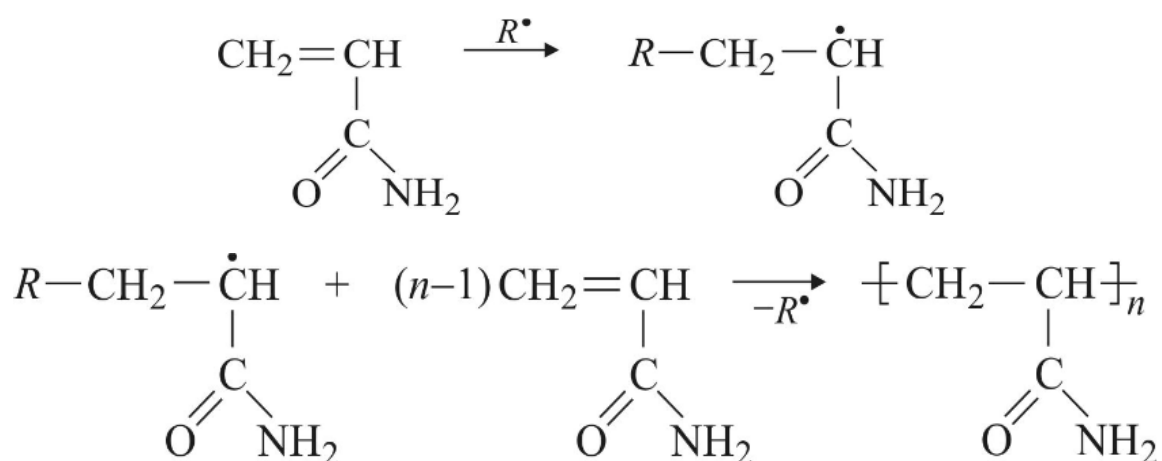
### 2.3. Синтези пайвастаҳои координатсионии гетеровалентӣ ва гетероядрой бо лигандҳои фаъоли биологӣ

2.3.1. Усули ҳосилкунии гидрогелҳои дорои ионҳои Fe (II, III) дар қиматҳои доимии pH, дар маҳлулҳои обӣ. Барои ҳосилкунии гидрогелҳои акриламидӣ, ки ионҳои оҳан (II, III) доранд, дар шароитҳои наздик ба шароити таҳқиқи пайвастаҳои координатсионии оҳан (II, III) бо акриламид дар қиматҳои доимии pH, дар маҳлулҳои обии акриламид (3,5M) дар иштироки маҳлули акриламид дар маҳлули  $1 \cdot 10^{-6}$  M перхлорати оҳан (II, III) ва 0,6%-аи персулфати аммоний дар ҳарорати  $50^\circ\text{C}$  дар муддати 3 соат раванди полимеризатсия амалӣ гардид. Маҳлули ҳосилшуда бо оби муқаттар шуста шуда, дар печи хушккунӣ дар ҳарорати  $70^\circ\text{C}$  хушк карда шуд. Барои доимӣ нигоҳдории қимати pH миқдори ҳисобии (таносуби) гидроксиди натрий ё кислотаи перхлорат истифода шуд. Маҳлул то гузариши гел-фазаӣ дар синтез тағйир намеёбад. Гидрогелҳои ҳосилшуда хангоми варамкунӣ дар оби муқаттар pH-и обро тағйир намедиханд.

### 2.3.2. Усули ҳосилкунии катлизаторҳои металлокомплексӣ дар асоси акриламид бо роҳи иловакунии иони металл дар зинаи синтез

Тавассути таҳлили элементӣ таҳқиқ намудани пайвастаҳои координатсионии полимери зудварамкунанда бо иони металлҳо нишон дод, ки комплексҳои оҳан, руҳ ва мис дар маҳлулҳои обӣ ҳосил мешаванд.

Маҳлули обии 11,7 М акриламид дар иштироки маҳлули 0,015 -3% -и персульфати аммоний ва маҳлули  $10^{-5}$ - $10^{-1}$ М намаки металл полимеризатсия шуда, сипас маҳлули ҳосилшудаи полимер бо оби муқаттар шуста ва бо маҳлули 1-30%-аи ишқор коркард карда шуд. Пас аз шустан бо оби муқаттар катализатор дар ҳарорати  $80^{\circ}\text{C}$  дар муддати 18-20 соат хушк карда шуд. Гузариши гел-фазаӣ ҳангоми полимеризатсияи маҳлули гирифташуда, ки акриламид, персульфати аммоний ва намаки металл дорад, зимни гармкунӣ то ҳарорати  $55$ - $60^{\circ}$  ба амал меояд ва сипас худ ба худ гармшавӣ то ҳарорати  $90$ - $100^{\circ}\text{C}$  аз ҳисоби суръат гирифтани раванди полимеризатсия давом меёбад. Ҳангоми гузариши гел-фазаӣ маҳлули обӣ, ки полимерҳои ҳалшавандаи акриламид дорад, массаи полимерии зимни таъсири компонентҳо ҳосилшуда, ба моддаи дар об ҳалнашаванда мегузарад. Нақшаи синтез:



Ҳамин тавр, ба рафти полимеризатсия ва варамкунии полимер омилҳои гуногун таъсир мерасонанд. Ҳангоми ҳосилкунии

катализаторҳо шароитҳои муътадил, ки дар таҷрибаҳои махсус муқаррар карда шудааст, риоя карда шудаанд.

Муайян карда шуд, ки ба варамкунии гидрогел ва ба миқдори фраксияи ҳалшавандаи полимер вақти нигоҳдории маҳлул дар ҳарорати хона то гузариши гел-фазаӣ таъсири зиёд мерасонад. Зиёд кардани вақти нигоҳдории полимер ба камшавии варамкунӣ ва афзоиши миқдори фраксияи ҳалшаванда оварда мерасонад.

Дар концентратсияи камтар аз 0,015%-и персулфати аммоний полимеризатсия ба амал намеояд ва дар концентратсияи зиёда аз 3%-гидрогели дар об ҳалшаванда ҳосил мешавад.

Гузaronидани раванди полимеризатсия дар ҳарорати пасттар аз 55°C ба камшавии суръати полимеризатсия оварда мерасонад, аммо дар ҳарорати зиёда аз 80°C полимери дар об ҳалшаванда ҳосил мешавад.

Ҳангоми истифодаи маҳлули обии ишқор бо миқдори камтар аз 1% дар зинаи гидролиз гел бо варамкунии кам ҳосил мешавад, аммо бо миқдори зиёда аз 25% ҳам полимери сустварамкунанда ҳам ҳосил мешавад. Хушккунӣ дар ҳарорати пасттар аз 70°C суръати варамкунии гелро кам мекунад, вале дар ҳарорати зиёда аз 120°C ба ғудохташавии массаи полимерӣ ва камшавии варамкунии гидрогел оварда мерасонад.

Тағйирёбии концентратсияи намакҳои металлҳои интиқолий аз  $10^{-5}$ - $10^{-1}$  М имконият медиҳад, ки дар ҳудуди васеъ (аз 10 то 1900 г  $H_2O$  г/гел) варамкунии гидрогел идора карда шуда, дар ҳудудҳои муайян полимери варамкуниаш дилхоҳ бадаст оварда шавад, зимнан ҳангоми зиёд кардани концентратсия варамкунӣ кам хоҳад шуд.

Концентратсияи ионҳои робитаи координатсионидоштаи металлҳо (оҳан (II, III), никел (II), манган (II) ва титронидан (кобалт (II), мис (II)) бо усули спектрофотометрӣ муайян карда шуд. Айён гардид, ки ионҳои металл дар концентратсияҳои  $10^{-5}$  -  $10^{-1}$  М дар маҳлули аввала миқдоран ба таркиби гидрогел дохиланд, яъне миқдори умумии ионҳои металл дар

маҳлул ба миқдори ионҳои металл пас аз полимеризатсия дар гидрогел баробар аст.

Муайянкунии концентратсияи ионҳои металлҳо бо усули ҳисобкунӣ анҷом дода шуд. Масалан, дар 2 мл маҳлули  $10^{-1}$  М  $\text{MnCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  0,011 г  $\text{M}^{2+}$  мавҷуд аст. Пас аз синтез  $m_{\text{гел}} = 11$  г. Он гоҳ,  $[\text{M}^{2+}] = 0,011 \cdot 1000 / (11 \cdot 55) = 0,018$  мМ/г гел.

“Усули потенциометрии омӯзиши равандҳои ҳосилшавии пайвастаҳои координатсионӣ дар маҳлулҳо [76-79] метавонад дар синтези пайвастаҳои координатсионии оҳан, мис ва руҳ барои фароҳам овардани шароити муътадили ҷудо кардани пайвастаҳои координатсионӣ аз маҳлули дорои хосиятҳои физикӣ-химиявӣ ва биологӣ истифода шавад”.

Барои иҷрои синтез, таҳқиқ ва истифодаи пайвастаҳои координатсионии оҳан, мис ва руҳ бо анионҳои кислотаҳои гуногуни органикии аз ҷиҳати биологӣ фаъол анҷом дода шудааст. Барои синтези препаратҳо (мавод) кислотаи атсетат, аспарагинат ва салитсилат истифода карда шуданд: атсетати оҳан (II,III) формулааш  $[\text{Fe}_2\text{FeO}(\text{CH}_3\text{COO})_6(\text{H}_2\text{O})_6]\text{NO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , аспарагинати мис таркибаш  $[\text{Cu}_2\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ва  $[\text{Zn}(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2)_2(\text{H}_2\text{O})]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Ин моддаҳо дар маҳлулҳои обии кислотаи заиф дар муҳити нейтралӣ синтез карда мешаванд. Дар вақти синтези пайвастаҳои координатсионӣ ба колбаи 250 мл, ки бо омехтаҳо гирифта шудааст, 13,3 г (0,1 мол) кислотаи аспарагинат, 100 мл оби муқаттар ва 8,0 г (0,2 мол) гидроксиди натрийро оҳишта-оҳишта омехта мекунем. Дар давоми 6-7 дақиқа ва ҳарорати 50-60 °С маводди гирифташударо 20 дақиқа меҷӯшонем, пас аз он 26,46 г (0,07 мол)  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ва 19,9 г (0,03 мол)  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  илова карда, сипас омехта мекунем, боз дар давоми 180 дақиқа нигоҳ медорем, сипас маводро хунук мекунем. Ин таҳқиқ дар натиҷаи таносуби концентратсия дар асоси натиҷаҳои усули потенциометрӣ гузаронида шуд [80]. Азбаски оҳан (II) дар зери оксигени атмосфера то оҳани се оксид шуда метавонад, бинобарин синтез дар колбаи пӯшида, дар атмосфераи нитроген

гузаронида шуд. Пеш аз илова кардани маводди ибтидоӣ, колбаро бо кислотаи сулфат тоза мекунем. Пас аз хунуккунӣ, ба маҳлул 50 мл метилэтилкетон илова карда, хуб омехта мекунем, ки аз ғашҳо тоза шавад. Пас аз ин маҳсули колбаро шуста тоза мекунем. Маҳсули реаксия (аспарагинати оҳан) 37 г ё 67% -ро ташкил медиҳад.

**Пайвастаи координатсионии гексогидроксодиоксид-атсетат-оҳан (III)** ба тариқи зайл синтез карда шуд: 50 г (0,89 мол) оҳани тозаро дар ҳарорати 90 °C нигоҳ дошта, маҳлулро дар давоми 8 соат дар кислотаи атсетат то даме ки оҳан пурра ҳал шавад, мечӯшонем. Сипас ба маҳлул қисм ба қисм 50 г (0,45 мол) кислотаи нитрат илова карда мешавад, то ки оҳан (II)-ро оксид кунад. Пас аз ин омехта то ҳарорати хонагӣ хунук карда мешавад. Ҳосилшавии кристаллҳои тунукшудаи, қаҳваранги сиёҳи мавод дар филтри Шотт ҷудо карда мешаванд ва дар термостат дар ҳарорати 90 °C хушк карда мешавад. Баромади маҳсули реаксия–пайвастаи координатсионӣ 145 г ё 84% мебошад.

**Синтези пайвастаи координатсионии мис бо кислотаи аспарагинат** ба тариқи зерин гузаронида шудааст: ин пайвастаи координатсионӣ дар натиҷаи омехтакунии 1,82 г хлориди мис дар 100 г (5,5 мол) об ва 2,42 г (0,04 мол) кислотаи аспарагинат, ки дар ҳарорати 60 -70 °C дар давоми 3,5 соат зимни гармкунӣ ҳосил карда шуд. Дар давоми вақти зикршуда ба маҳсули реаксионӣ бо роҳи кам-кам илова кардани пероксиди гидроген 40 дақиқа омехта карда, сипас то 20 °C хунук мекунем. Дар ин ҳолат дар маҳлул таҳшини кабудранг ҳосил мешавад, ки он аввал бо об, сипас бо метилэтилкетон шуста мешавад. Пайвастаи координатсионии мис дар ҳарорати 100-110 °C хушк карда мешавад. Баромади массаи комплекси ҳосилшуда 5,3 г ё 67,6% -ро ташкил медиҳад.

Барои муайян кардани таркиби пайвастаи координатсионии синтезшуда, кислотаҳои аскорбинат, атсетат, хлоридҳои оҳан (II, III), хлориди мисс ва хлориди руҳ чунин реаксияҳои сифатӣ гузаронида шуданд. Ҷиҳати муайян кардани кислотаҳои органикӣ: 0,1 г кислотаи

органикиро дар 1 мл спирти этили тоза ҳал карда, ба маҳлули ҳосилшуда 5 мл об илова намуда, то ҷӯшиш доимӣ нигоҳ медорем. Сипас, ба омехта 3 мл кислотаи концентронидаи хлорид илова карда, ба он 1-2 қатра маҳлули 0,1 н. йод илова мекунем. Дар натиҷаи реаксия таҳшини нуқрагин, ки барои кислотаи органикӣ хос аст, ҳосил мешавад [81].

**Реаксияи якум.** Барои муайян кардани оҳан 0,3 г пайвастаи координатсионии синтезшударо дар 2-3 мл об ҳал мекунем ва ба маҳлули ҳосилшуда 0,5 мл кислотаи хлорид ва 1 мл маҳлули феррисаниди калий илова мекунем. Таҳшини кабудӣ Fe (II) ҳосил мешавад.

**Реаксияи дуум.** 0,3 г аспарагинати оҳанро дар 2-3 мл об ҳал карда, ба он 2 мл маҳлули сулфиди аммоний илова мекунем. Дар натиҷаи реаксия таҳшини сӣёҳ ҳосил мешавад, ки ин нишонаи мавҷудияти Fe (II) мебошад ва ин таҳшин дар кислотаҳои минералӣ ҳал мешавад [82].

**Муайян кардани ионҳои мис.** Маводди синтезкардари бо массаи 0,2 г дар 10 мл оби муқаттар ҳал карда, 2-3 қатра кислотаи концентронидаи сулфатро илова мекунем, ки дар натиҷа таъсири он таҳшини кабуд ҳосил мешавад ва мавҷуд будани ионҳои мисро нишон медиҳад.

Ионҳои рухро аз рӯи методикаи таъсир кардани сулфиди аммоний муайян намудем. Ба 0,3 г пайвастаи комплекси руҳ 5 мл оби муқаттар илова карда, ҳал мекунем ва ба он маҳлули сулфиди аммонийро ҳамроҳ менамоем, ки дар натиҷа таҳшини сафеди сулфиди руҳ ҳосил мешавад.

**Муайян кардани хлоридҳо:** пас аз турш кардани маҳлули 5% спирти хокаи пайвастаҳои координатсионии синтезкардашуда бо маҳлули кислотаи нитрат илова намуда, ба он 2-3 қатра маҳлули нитрати нуқра низ ҳамроҳ карда мешавад, ки дар натиҷа таҳшини сафед ҳосил мешавад [38]. Муайян кардани миқдори ионҳо дар пайвастаҳои координатсионӣ синтезшуда мутобиқи усулҳои зерин гузаронида шуд.

**Муайян кардани оҳан (II).** Барои ин усули титронидани бихромометрӣ истифода шудааст [128]: пайвастаи координатсионии хушки майдакардашударо бо массаи 0,2 г дар 5 мл оби муқаттар дар

колбае, ки ҳаҷмаш 50 мл аст, ҳал карда, ба он 5-10 мл кислотаи ортафосфат, 2-3 қатра диметиламин илова мекунем. Омехтаи ҳосилшударо бо маҳлули 0,1 н. дихромати калий то пайдоиши ранги кабудранг титр мекунем.

Барои муайян кардани массаи молекулавии пайвастаҳои координатсионӣ усули криоскопия истифода шудааст. “Ин усул ба чен кардани пастшавии нуқтаи яхкунии ҳалқунанда асос ёфтааст, ки онро Ф. Раул солҳои 1882-1888 пешниҳод кардааст” [39].

**Усули Бекман.** Нуқтаи яхкунии моддаи синтезкардашуда дар миқдори муайяни ҳалқунанда ҳисоб карда шуда, сипас ба он миқдори муайяни ҳалшаванда илова ва омехта карда мешавад. Ҳарорати маҳлул бо ёрии термометри Бекман муайян карда шуд. Ин термометр тағйирёбии ҳароратро бо дақиқии  $0,001^{\circ}\text{C}$  муайян менамояд. Таҷрибаҳои мо бо истифода аз ду ҳалқунанда (об ва бензол) гузаронида шуданд. Дастгоҳ аз найчаи шишагин иборат буда, диаметри дарунии он  $20 \pm 1$  мм мебошад, ки бо штатив васл шуда, дар он термометр ва омехта ворид карда шудаанд. Дар найчаи берунии шиша, ки миқдораш калонтар ва ба сифати ҳимояқунанда хизмат мекунад, дар зарфи 1000 мл, ки бо омехтаи хунуккунӣ пур карда шудаанд, ҷойгир карда шуд, то сатҳи моеъ дар зарф аз моддаи дар таркиби он баландтар бошад.

Ҳарорати маҳлулро дар зарф бо термометрҳои дигар чен кардем. Дар навбати аввал, ба найчаи дарунӣ 10 мл ҳалқунанда рехта, бо ҳароратсанҷи Бекман ба нуқтаи яхкунии ҳалқунанда оварда мерасонем. Пас аз чен кардани қимати ҳақиқии нуқтаи яхкунӣ, ҳалқунанда тақрибан бо миқдори 0,05 г дар давоми як дақиқа омехта карда шуда, моддаи таҳқиқшавандаро дар ҳалқунанда ҳал мекунем ва нуқтаи яхкунии онро чен мекунем. Сипас, ҳамон миқдори моддаи таҳқиқшавандаро ба маҳлули ҳосилшуда пас аз гарм кардан то ҳарорати хонагӣ илова мекунем ва нуқтаи яхкуниро дубора чен мекунем. Массаи молекулавии пайвастаҳои координатсионӣ якҷанд маротиба чен ва ҳисоб карда шуд.

Барои муайян кардани массаи молекулавии моддаҳо усули соддатаре бо номи усули Рафта истифода мешавад, ки дар он конифолро ҳамчун ҳалкунанда истифода мебаранд, ки нуқтаи яхкунии он, вақте ки дар он моддаҳои гуногун ҳал карда мешаванд, хеле паст мешавад ва бо ҳароратсанҷи оддӣ хеле дақиқ чен карда мешавад. Конифол ҳамчун ҳалкунанда доимии криоскопии хеле баланд дорад ва арзиши ададии он  $K_{cr} = 37,8 \text{ K kg mol}^{-1}$  мебошад.

Барои ченкуниҳо дастгоҳи муайянкунандаи ҳарорати гудозиш (РТР-М) аз 20 то 360 °С бо гармидиҳии барқӣ истифодаи шуд. Дастгоҳ аз ду найчаи шишагӣ иборат аст, ки дар мобайни он як ғилофаки гармидиҳанда ҷойгир аст. Тағйирёбии ҳарорат тавассути тадричан тағйир додани қувваи ҷараён тавассути дастаки махсус бадаст оварда мешавад. Ин асбоб имкон медиҳад, ки озмоиш дар дақиқаи муайян гузаронида шавад ва система аз тағйирёбии ҳарорат, инчунин аз таъсири муҳити атроф муҳофизат карда шавад. Намунаи хокаи хушки пайваस्ताи координатсионӣ, дар эксикатор, дар давоми 24 соат нигоҳ дошта шуда буд, истифода мебарем. Ин маводро ба капиллярҳои шишаи хушк ворид карда, то он даме, ки зичии модда дар баландии тақрибан 3 мм нигоҳ дошта мешавад, маҳкам мекунем. Капиллярро ба дастгоҳ тавре ворид мекунам, ки нӯги пуркардашудаи он дар қисми поёнии асбоб, дар сатҳи миёнаи қурраи симобии термометр ҷойгир бошад. Раванд бо шишаи махсуси дар дастгоҳ васлшуда назорат карда мешавад. Мисли усули қаблӣ, ҳароратсанҷи Бекман аввал ба нуқтаи гудохташавии ҳалкунанда мувофиқ карда шуд, ки он низ нуқтаи яхкунӣ мебошад. Пас аз чен кардани дақиқи гудохташавии ҳалкунанда, тақрибан 0,05 г маводди баркашидашудаи моддаи санчидашударо чен карда, дар 5 г ҳалкунанда ҳал мекунем ва сипас нуқтаи гудохташавии онро чен мекунем. Сипас, ба маҳлул ҳамон миқдори моддаи санчиширо илова мекунем ва нуқтаи гудохташавии онро дубора чен мекунем. Бо ҳамин тартиб чен кардани ҳарорати гудозиши намунаи сеюм низ гузаронида мешавад. Дар усулҳои

якум ва дуҷум, ченкуниҳо ҳадди аққал 10 маротиба гузаронида мешаванд ва қимати миёна аз се ченкуниё, ки аз ҷиҳати ададӣ наздиктаранд, гирифта мешавад.

Ҳисобҳо ба таври зерин гузаронида шуданд. Агар  $dT$  паст кардани нуқтаи яхкунии маҳлул дар муқоиса бо ҳалқунандаи тоза бошад, пас

$$dT = K w_2 1000 / w_1 M_r, (1)$$

ки дар он:

$K$  - доимии криоскопии молярӣ барои ҳалқунандаи додасишуда,

$w_1$  - миқдори муайяни ҳалқунанда,

$w_2$  - миқдори муайяни маҳлул

$M_r$  - массаи молекулавӣ

Аз ин ҷо, массаи молекулавии моддаро аз рӯи ифодаи зерин муайян мекунем:

$$M_r = K w_2 1000 / w_1 dT. (2)$$

Натиҷаҳои истифодаи ифодаи 2, яъне муайян кардани массаҳои молекулавии пайвастаҳои координатсионии синтезшуда дар ҷадвали 2.3. нишон дода шудаанд.

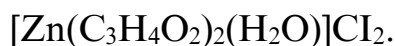
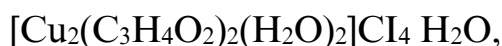
Аз маълумоти дар ҷадвали 2.3 нишон додасишуда айён аст, ки массаҳои молекулавии ба тариқи таҷрибавӣ ёфташуда ва аз ҷиҳати назариявӣ ҳисобшуда ба ҳам мувофиқат мекунанд. Натиҷаҳои таҳлили химиявӣ оид ба таркиби пайвастаҳо, инчунин массаҳои молекулавии ҳисобкардашуда имкон доданд, ки таркиби пайвастаҳои координатсионии синтезшуда муайян карда шавад.

Пайвастаҳои координатсионӣ миқдори гуногуни обро дар бар мегиранд. Дар марҳилаи навбатии таҳқиқоти оид ба муайян кардани об дар пайвастаҳои координатсионӣ корҳои мувофиқ анҷом дода шуданд. Барои ин, метавонем усули термогравиметрияро истифода барем. Ин усул ба муайян кардани миқдори модда пас аз коркарди ҳароратӣ асос ёфтааст. Косачаҳои чинии пешакӣ баркашидашуда дар тӯли се соат дар термостат дар ҳарорати 130-140 ° C гузошта мешаванд ва пас аз хунук

шудан массаи онҳо баркашида мешавад. Раванди хушккунӣ дар ҳар 30-35 дақиқа то бадаст овардани массаи доимӣ такрор карда мешавад.

Барои чен кардан намунаи баркашидашудаи моддаи санҷидашударо ба тигелҳои чинии ченкардашуда меандозанд ва амалиёти дар боло номбаршударо бо қисми вазни модда то бадаст овардани массаи доимӣ такрор карда мешавад.

Барои муайян кардани миқдори таркибии металлҳо дар пайвастаҳои координатсионӣ таъсири концентратсияи лигандҳо ва пайвастаҳои оҳан, мис ва руҳ омӯхта шуд. Миқдори оҳан (II) ва оҳан (III), миқдори мис ва руҳ дар пайвастаҳои синтезшуда бо усулҳои титронидани бихроматометрӣ ва трилонометрӣ муайян карда шуд. Ҳамин тариқ, барои пайвастаҳои координатсионии синтезшуда формулаҳои зерин пешниҳод карда шуд:



Ин формулаҳо дар натиҷаҳои таҳлили элементӣ, ки дар ҷадвали 2.3 нишон дода шудаанд, тасдиқ карда мешавад.

**Ҷадвали 2.3 - Натиҷаҳои таҳлили элементӣ**

Маводди химиявӣ	Fe		C		H		O <sub>2</sub>	
	Ёфташуда, %	Ҳисоб карда шуда, %	Ёфташуда, %	Ҳисоб карда шуда, %	Ёфташуда, %	Ҳисоб кардашуда, %	Ёфташуда, %	Ҳисоб кардашуда, %
$[\text{Fe}_2\text{Fe}(\text{Ac})_6(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]\text{NO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	24,4	24,8	22,0	22,4	3,85	4,05	21,02	21,09
$[\text{Cu}_2(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2)_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	22,8	21,25	24,5	23,18	3,41	3,05	41,2	40,9
$[\text{Zn}(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2)_2(\text{H}_2\text{O})]\text{Cl}_2$	12,89	12,28	28,57	27,41	3,17	3,01	22,2	21,8

Барои муайян кардани таркиби пайвастаҳои синтезшудаи координатсионии оҳан, мис ва руҳ мо чунин усулҳои физикӣ-химиявиро ба монанди таҳлили химиявӣ, таҳлили спектралӣ истифода бурдем.

#### 2.4. Муайян кардани иони металлҳо дар таркиби полимери зудварамкунанда

Усулҳои дарёфт кардани ҳиссаи массавии оҳан, руҳ ва мис дар таркиби пайвастаи полимери зудварамкунанда яке аз навҳои таҳлили миқдорӣ мебошад: полимери синтезкардашударо бо массаи 1 г, ки иони металлҳоро дорад, дар тарозуи аналитикӣ бармекашем ва 60 мл оби муқаттар илова карда, омехтакунон ҳал мекунем. Барои ошкор кардани руҳ ба маҳлул 25 мл кислотаи сулфати (зичиаш 1,86) беобрӯ оҳишта-оҳишта омехтакунон илова мекунем ва маҳлули бадаст омадаро гарм карда, дар ҳарорати 100-150 °С оби илова кардаро бухор менамоем, ки дар натиҷа таҳшини хокистарранг падида меояд, ки онро бо роҳи полонидан ҷудо мекунем. Маҳсули бадаст омадаро 3-4 маротиба бо оби гарми муқаттар мешӯем ва сипас онро дар печи муфелӣ (дар ҳарорати 1000 °С) дар давоми 15 дақиқа нигоҳ медорем. Таҳшини гудохташударо то ҳарорати хона хунук карда, бармекашем ва бо ифодаи зерин маҳсули корро муайян мекунем:

$$M = \frac{m_1 * 100}{m_2}$$

Дар инҷо  $M$  - маҳсули кори иҷрошуда бо %,

$m_1$  - массаи метали ҷудошуда (маҳсули кори амалӣ);

$m_2$  - миқдори фоизии руҳ дар таркиби полимер муайян карда мешавад.

Барои муайян кардани миқдори иони металлҳо дар таркиби полимери синтез кардашуда чунин реаксияҳои сифатӣ гузаронида шуданд.

**Раванди якум.** Барои муайян кардани иони оҳан, ба 0,3 г полимери синтезкардашударо дар 2-3 мл об ҳал мекунем ва ба маҳлули ҳосилшуда 0,5 мл кислотаи концентрониди хлорид ва 1 мл маҳлули оби

феррисаниди калий илова мекунем. Дар таркиби маҳлул таҳшини кабуди Fe (II) хос мебошад ҷудо мешавад.

**Раванди дуум.** 0,3 г полимери зудварамкунанда 2-3 мл об ҳал карда, ба он 2 мл маҳлули сулфиди аммоний илова мекунем. Дар натиҷаи реаксия таҳшини сиёҳ ҳосил мешавад, ки ин мавҷуд будани Fe (II) мебошад ва ин таҳшин дар кислотаҳои минералӣ ҳалшаванда мебошад.

Муайян кардани ионҳои мис: маводи полимери синтезкардашударо бо массаи 0,2 г дар 10 мл оби муқаттар ҳал карда, 2-3 қатра кислотаи концентронидаи сулфат илова мекунем, ки дар натиҷа таъсири он таҳшини кабуд ҳосил мешавад, ки мавҷуд будани ионҳои мисро нишон медиҳад.

Ионҳои руҳро бо таъсир кардани сулфиди аммоний муайян мекунам. Ба 0,3 г пайвастаи полимери комплекси руҳ 5 мл оби муқаттар илова карда, ҳал мекунем ва ба он маҳлули сулфиди аммоний ҳамроҳ мекунем, ки дар натиҷа сулфиди руҳ ҳосил мешавад, ки он таҳшини сафед мебошад.

Ҷиҳати муайян кардани иони оҳан (II) дар полимери синтез кардашуда усули зеринро истифода мебарем. Барои ин усули титркунии бихроматометрӣ истифода шудааст: пайвасти координатсионии хушки майдакардашударо бо массаи 0,2 г дар 5 мл оби муқаттар ҳал карда, дар колбае, ки ҳаҷмиаш 50 мл аст, ба он 5-10 мл кислотаи ортафосфат, 2-3 қатра диметиламин илова мекунем. Омехтаи ҳосилшударо бо маҳлули 0,1 н дихромати калий то пайдоиши ранги кабуд титр мекунем.

Тавре дар боло қайд гардид, пайвастаҳои координатсионии оҳан, мис ва руҳ бо лигандҳои фаъоли биологӣ моддаи кристаллӣ мебошанд.

Пайвастаҳои координатсионии оҳан, мис ва руҳ бо лигандҳои биофаъол моддаҳои полимери зудварамкунанда буда, ранги гуногун, бўи хос ва таъми каме тез доранд.

## БОБИ 3. НАТИЧАҲО ВА МУҲОКИМАИ ОНҲО

### 3.1. Гидрогелҳои металлдор ва таҳқиқи хосиятҳои физикӣ-химиявии онҳо

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

Чи тавре дар боло қайд гардид, барои пешгирии ҳалшавии занҷирҳои полимерии гидрофилӣ дар муҳитҳои обӣ, дар гидрогелҳо бояд бандҳои байни малекулавӣ мавҷуд бошанд. Табиати чунин робитаҳо метавонад гуногун бошад. Тӯри гидрогелро ба воситаи печдарпечшавии молекулаҳо, таъсири гидрофобӣ, тавассути робитаҳои ионӣ ё гидрогенӣ шарҳ додан мумкин аст. Усулҳои пешниҳодшуда ба синтези гидрогелҳои тӯрии ба таври ковалентӣ дӯхташуда мусоидат мекунад.

Барои гидрогелҳои аз ҷиҳати ковалентӣ дӯхташуда дар шароитҳои физиологӣ чунин робитаҳо метавонад дар зери таъсири системаҳои ферментативӣ ва иштироқи пайвастаҳои хурдмолекула аксаран дар натиҷаи гузаштани раванди гидролиз қанда шаванд. Бешубҳа, дар ин ҳолат кинетикаи қандашавии робитаҳо аҳамияти калон дорад, яъне мавҷудияти параметрҳои назоратшаванда, ки қобилияти танзимкунии ҳаракати биотаназзули гидрогелро доранд, аҳамияти назаррас зоҳир хоҳанд намуд. Дар айни ҳол қобилияти биотаназзули гидрогел омил

ягонаи муайянкунандаи қобилияти татбиқпазир будани ин ё он гидрогел барои истифодабарӣ дар соҳаҳои биологӣ нест. Талаботҳои мутобиқати биологии ҳуди гидрогели полимерӣ ва захрнокии ками маҳсулоти вайроншавии он, ки бояд ба пайвастаҳои беаҳр табдил ёбанд ё аз организм ба воситаи полоиши гурда бароварда шаванд, аҳамияти зиёд доранд. Ҳангоми риоя кардани чунин шароитҳо гидрогелҳои полимерӣ, чун қоида, бо биомутобиқати хубашон тавфис дода мешаванд.

Сатҳи гидрофилии онҳо бо қимати ками энергияи озоди сатҳӣ зимни таъсирашон бо моеъҳои биологӣ, ки ба анғезаи хеле ками сафедаҳо ва ҳуҷайра дар сатҳи онҳо оварда мерасонад, тавсиф меёбад. Ғайр аз ин нармӣ ва чандирӣ (ёзандагӣ)-и тӯрҳои гидрогелҳо вайроншавии механикии бофтаҳои фарогирандаро кам мекунад. Табиати маҳсулҳои биотаназзули гидрогелҳоро дар зинаи коркарди полимери гидрогелӣ ба воситаи интихоби таркиби блокҳои полимерӣ, ки гидрогел ҳосил мекунад, мувофиқ кунонидан мумкин аст.

“Муаллифони корҳои [132, 72, 85, 43, 57, 59, 58] нишон доданд, ки агар ҳарорат ва таркиби ҳалкунанда тағйир дода шавад, он гоҳ, ҳаҷми гелҳо ҳам тағйир меёбад”.

Ғайр аз ин, мушоҳида шудааст, ки тағйирёбии ҳаҷми гел дар муддати вақти кам мегузарад. Мисоли равшани чунин тағйирёбии ҳаҷми гели акриламилидӣ, ки ҳангоми ба муҳити обии дорои гел иловакунии атсетон (зимни оҳиста-оҳиста муҳити обиро бо атсетон иваз кардан) мегузарад, мебошад.

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

Дар кори мазкур барои синтез кардани полимери зудварамкунанда истифодаи кислотаи акрилат ва акриламид, оксидкунандаи қавӣ ва оби муқаттар ҳамчун ҳалкунанда истифода карда шуд. Таҷрибаҳо нишон доданд, ки аз рӯи таркиб компонентҳои муфидро истифода намудем.

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 полимерҳо-гидрогелҳои гуногунро дар шароити муайян ҳосил кунанд. Чунин гидрогелҳоро ҳамчун ниғаҳдорандаи намнокӣ дар тамоми соҳаҳои кишоварзӣ истифода кардан имконпазир ва муфид аст.

Таҳқиқоти илмии мазкур синтези гидрогелҳои зудварамкунандаро дар асоси пайвастаҳои координатсионии оҳан, руҳ 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 ғоидаи 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, таҳқиқҳо доир ба интиқоли комплексҳои гетероядрӣ 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 обгирандаро 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 мебошанд. Пайвастаҳои координатсионии оҳан, мис ва руҳ бо лигандҳои аз ҷиҳати биологӣ фаъол моддаҳои хокамонанд буда, рангашон гуногун аст ва бӯйи 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 3.1; 3.2; 3.3).

**Ҷадвали 3.1. - Ҳалшавандагии пайвастаҳои гетеровалентӣ ва гетероядроии 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, бӯйи махсус дорад ва таъмаш каме тез аст.

**Ҷадвали 3.2. - Ҳалшавандаи пайвастаҳои координатсионии мис бо кислотаи акрилат**

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

**Ҷадвали 3.3. - Ҳалшавандагии пайвастаҳои координатсионии руҳ бо кислотаи акрилат**

Ҳалкунанда	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 ҳалкунандаҳои органикӣ ба

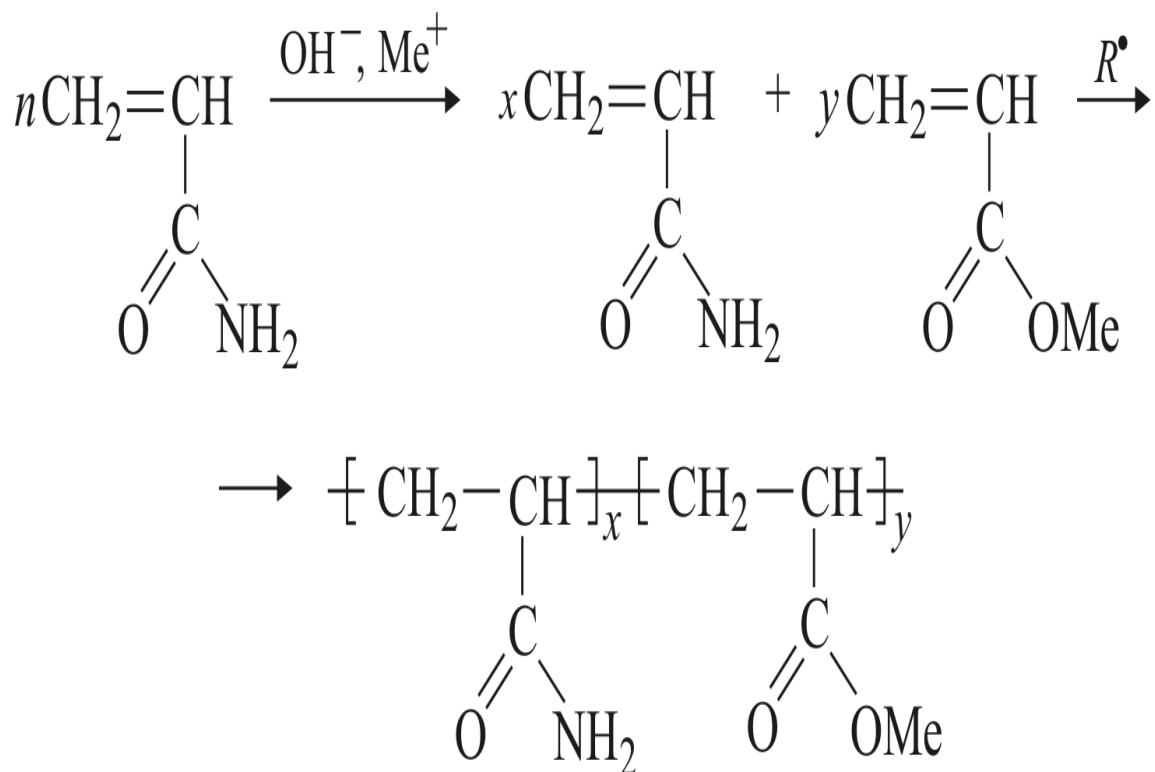
монанди диметилформаид, атсетон, метанол хуб ҳал мешаванд ва дар этанол камҳалшавандаанд.

### **3.2. 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 (дар боби 3) тарзи синтези онҳоро ба таври умумӣ пешниҳод карда, таҳлил менамоем.

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 оксидкунанда 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 зудварамкунанда 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.

Нақшаи синтез:



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 [46].

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” [3, 80, 20, 49, 107, 126, 124, 8, 70, 98, 119]. Ионҳои оҳан, мис ва руҳ атомҳои марказии комплексҳосилкунанда буда, миқдори муайяни лигандро пайваст мекунанд ва иони комплекси ҳосил мекунанд, ки сфераи дохилии пайвастаи комплекси ташкил

медиҳад. Ионҳои комплекси ҳосилшуда, ки зарядшон 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 мегардад, 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 ҷудо карда, хушк намуда, мавриди таҳқиқи минбаъда қарор додем.

Барои муайянкунии ҳалшавандагии гидрогелҳои кислотаи акрилат ва акриламид ҳалшавандагии онҳо дар ҳалкунандаҳои гуногун санҷида шуданд, ки натиҷаҳо дар ҷадвалҳои 2.1 ва 2.2 (нигаред ба боби 2) нишон дода шудаанд.

Аз ҷадвалҳои 2.1 ва 2.2 дида мешавад, ки ҳалшавандагии гидрогелҳои кислотаи акрилат ва акриламид дар ҳарорати 25°C, дар 100г ҳалкунандаҳои мухталиф қиматҳои гуногунро дорад. Онҳо дар об нағзҳалшаванда буда, дар дигар ҳалкунандаҳо камтар ҳал мешавад. Гидрогел дар бензол ва гексан ҳал намешавад. Қатори ҳалшавандагии гидрогелҳои кислотаи акрилат ва акриламид бо тартиби зерин мебошад:

Об > Метанол > Этанол > Атсетон > Хлороформ > Бензол > Гексан

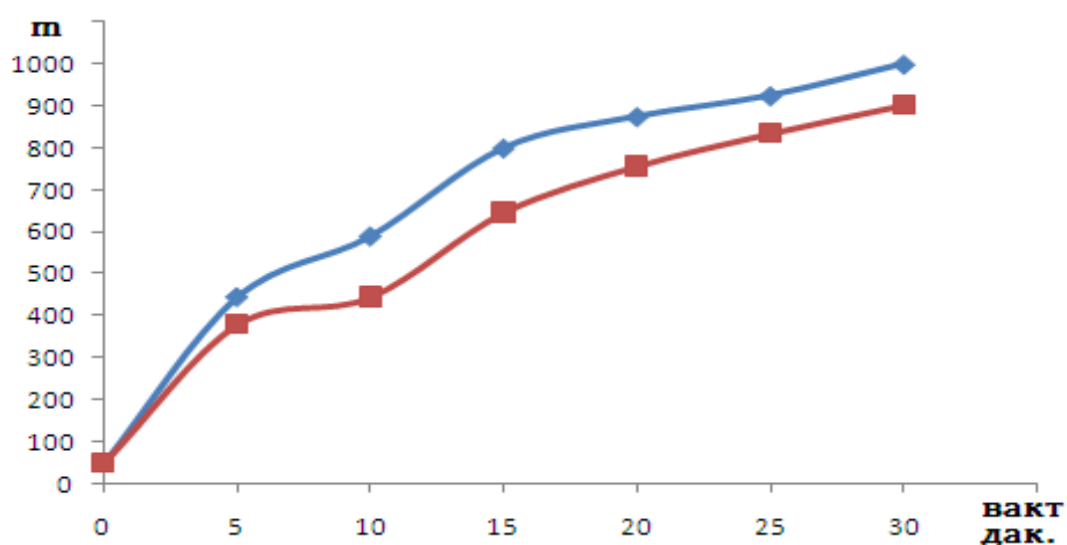
Аз ин қатор бармеояд, ки бо кам шудани қутбнокии молекулаҳои ҳалкунанда ҳалшавандагии кислотаи акрилат ва акриламид коҳиш меёбанд, зеро ки молекулаҳои онҳо қутбнок мебошанд. Қонунияти ин қатор ба “қоида”-и дар химия маъмули “монандҳо дар монандҳо ҳал мешаванд” пурра мувофиқат мекунад.

Азбаски қимати ҳалшавандагии полимерҳо дар об нисбат ба дигар ҳалкунандаҳо зиёд аст ва ҳамчун ҳалкунандаи 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 3.4 - 3.5 ва расми 3.1-3.2 хосияти варамкунии гидрогеле, ки дар таркибаш ионҳои оҳан ва руҳро доранд, нисбат ба вақт нишон дода шудааст.

**Ҷадвали 3.4. - Хосияти варамкунии гидрогеле, ки дар таркибаш ионҳои оҳан дорад**

№	Вақти варамкунӣ (дақ.)	Массаи гидрогел бо ионҳои оҳан (мг)	Массаи гидрогели тоза (мг)
1	0	50	50
2	5	445	379
3	10	590	444,4
4	15	800	645
5	20	875	755
6	25	925	833
7	30	1000	900

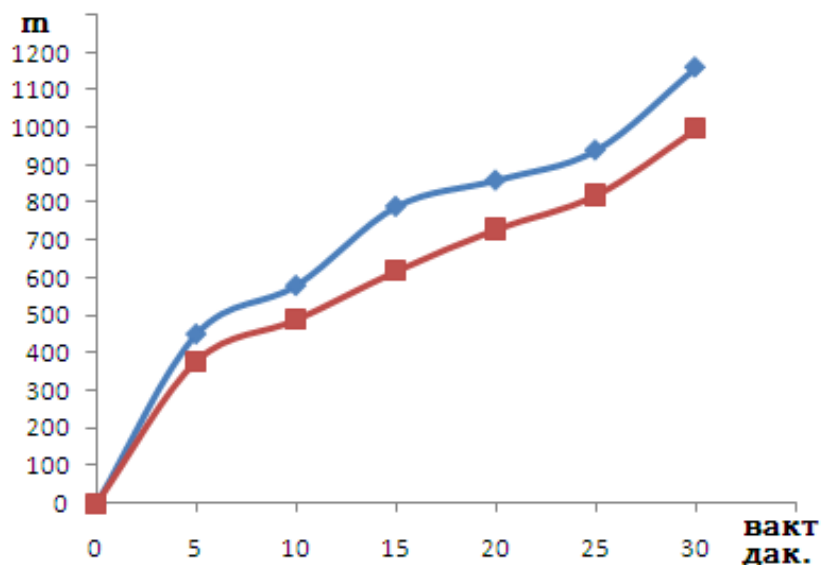


**Расми 3.1. Вобастагии тағйирёбии массаи гидрогели ионҳои оҳандошта аз вақт**

Аз ҷадвали 3.4. ва расми 3.1. дида мешавад, ки хосияти варамкунии гидрогели ионҳои оҳандошта аз вақт вобаста буда, бо гузашти вақт зиёд мешавад. Натиҷаҳои таҳқиқ нишон медиҳад, ки хосияти варамкунии гидрогели тоза дар муддати 10 дақиқа ба 444,4 мг ва гидрогели дар таркибаш оҳандошта ба 590 мг баробар аст. Варамкунии гидрогел дар муддати 20 дақиқа ба 755-875 мг, дар 30 дақиқа ба 900-1000 мг мерасад.

Ҷадвали 3.5. - Хосияти варамкунии гидрогеле, ки ионҳои руҳ дорад

№	Вақти варамкунии (дақ.)	Массаи гидрогел бо ионҳои руҳ (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 3.2. Вобастагии тағйирёбии массаи гидрогели ионҳои руҳдошта аз вақт

Аз натиҷаҳои ҷадвали 3.5. ва расми 3.2 дида мешавад, ки хосияти варамкунии гидрогели ионҳои руҳдошта 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 руҳ дошта ба 580 мг баробар аст. Варамкунӣ 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.

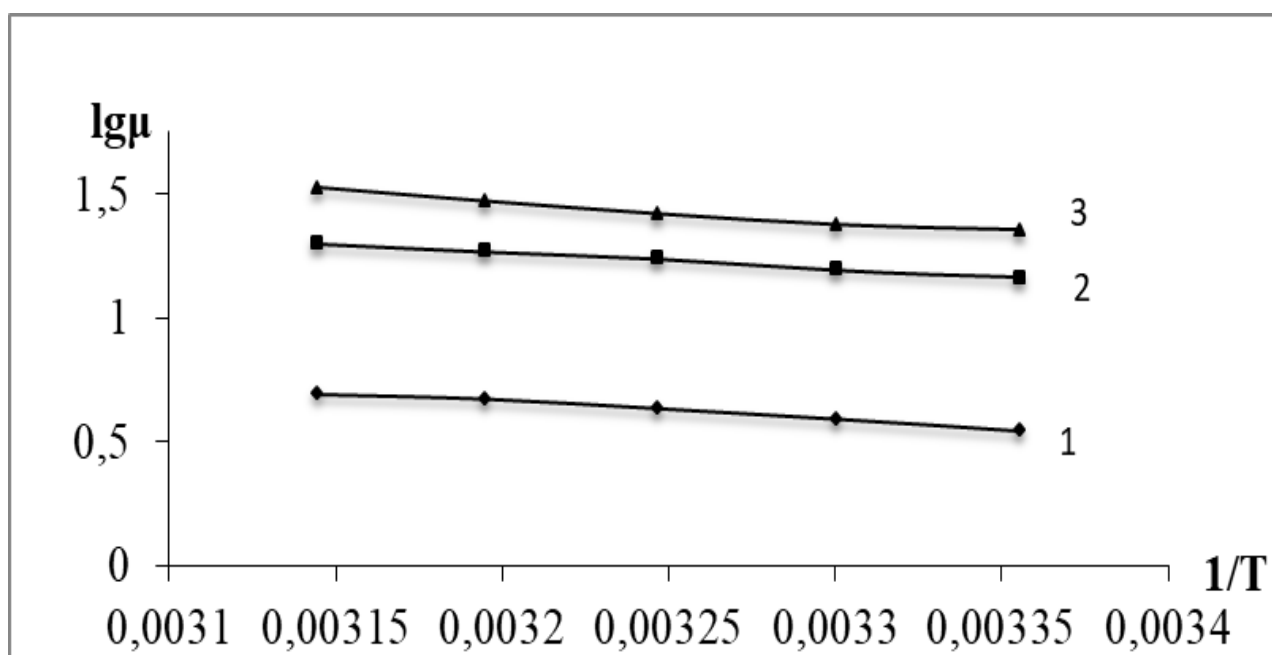
Ҳангоми муқоиса намудани комплексҳои гидрогеле, ки дар таркибашон ионҳои оҳан ва руҳ доранд, маълум шуд, ки варамкунии гидрогели ионҳои руҳдошта нисбат ба гидрогели ионҳои оҳандошта зиёдтар аст. Азбаски кислотаи акрилат бо иони металлҳо пайваст шуда, комплексҳои ҳосил мекунад, ки онҳо аз рӯйи таркиб ва сохт фарқ мекунанд, ин гуфтаҷоро 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 омӯختани 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 таъсирукунии ионии металлҳо бо сорбент дар таносуби фазаҳои моеъ ва сахт 100:1 дар об ва спирт-об, дар ҳароратҳои гуногун гузаронида шуд. Концентратсияи ионҳои металлӣ аз рӯйи тағйирёбии ҷараёнгузаронии маҳлули намак пеш ва баъд аз ҷаббидан дар ҷадвалҳои 3.6.; 3.7.; 3.8.; 3.9. муайян карда шудааст.

Ҷадвали 3.6. - Вобастагӣ аз ҷараёнгузарони молярӣ бо иловаи кислотаи акрилат ва акриламид дар ҳарорати 298-318 К

№	Пайвастаҳо	Маҳлул	Ҳарорат °С				
			25	30	35	40	45
1	H <sub>2</sub> O	Об	02,4	02,7	03,1	03,3	03,7
		Спирту-об	12,8	13,4	14,6	15,6	16,8
2	Акриламид $\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{NH}_2$	Об	14,5	15,7	17,4	18,6	20,0
		Спирту-об	21,3	22,6	24,3	26,7	28,4
3	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 3.3. - Графики вобастагии ҷараёнгузарони молярӣ дар маҳдули обӣ бо кислотаи акрилат ва акриламид дар ҳарорати 298-318К



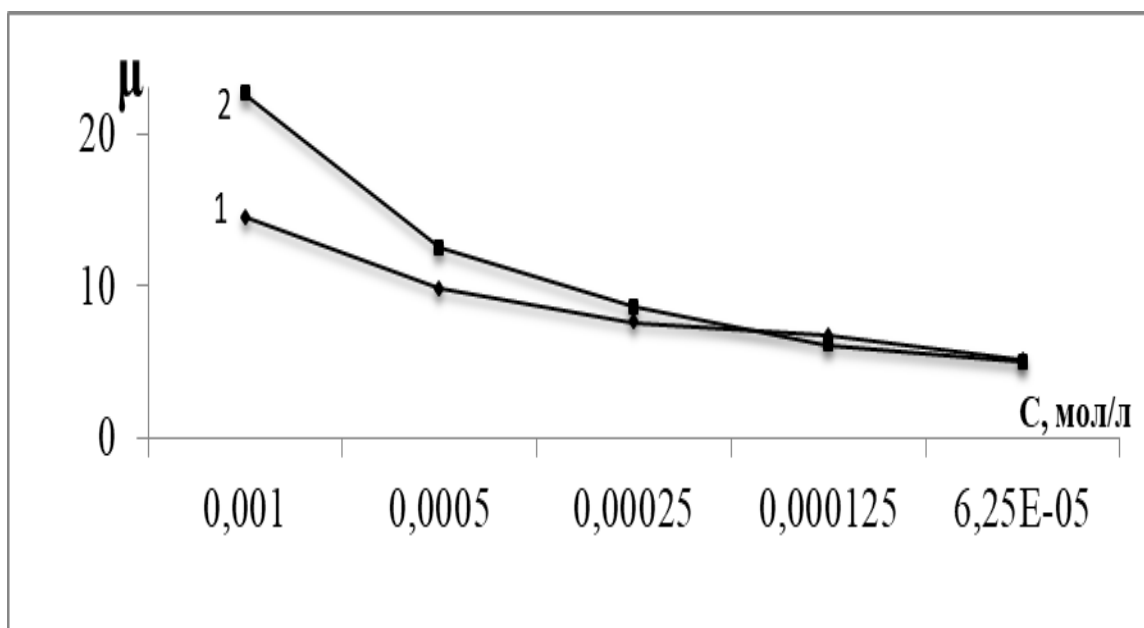
Расми 3.3.1. - Графики вобастагии ҷараёнгузаронанда

Пайвастагӣ	Ҳалқунанда	tg α	E /фаъ.
Об	-	-829,9	15869,51
Кислотаи акриламид	об	-669,4	12800,40
Кислотаи акрилат	об	-709,2	13561,46

Ҷадвали 3.7. - Вобастаги аз ҷараёнгузаронии молярӣ бо иловаи кислотаи акрилат ва акриламид аз консентратсия дар ҳарорати 298 К

№	Пайвастаҳо	Маҳлул	Консентратсия, мол/л				
			$\mu, \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{мол}^{-1}$				
			$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$1,25 \cdot 10^{-4}$	$6,25 \cdot 10^{-5}$
1	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
2	Акриламид $\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{O}}{\underset{\text{  }}{\text{C}}}-\text{NH}_2$	Об	14,5	09,8	07,6	06,7	05,1
		Спирту-об	21,3	16,2	16,8	20,6	23,3

Расми 3.4. - Графики вобастагии ҷараёнгузарони молярӣ дар маҳлули обӣ аз кислотаи акрилат ва акриламид аз консентратсия дар 298К

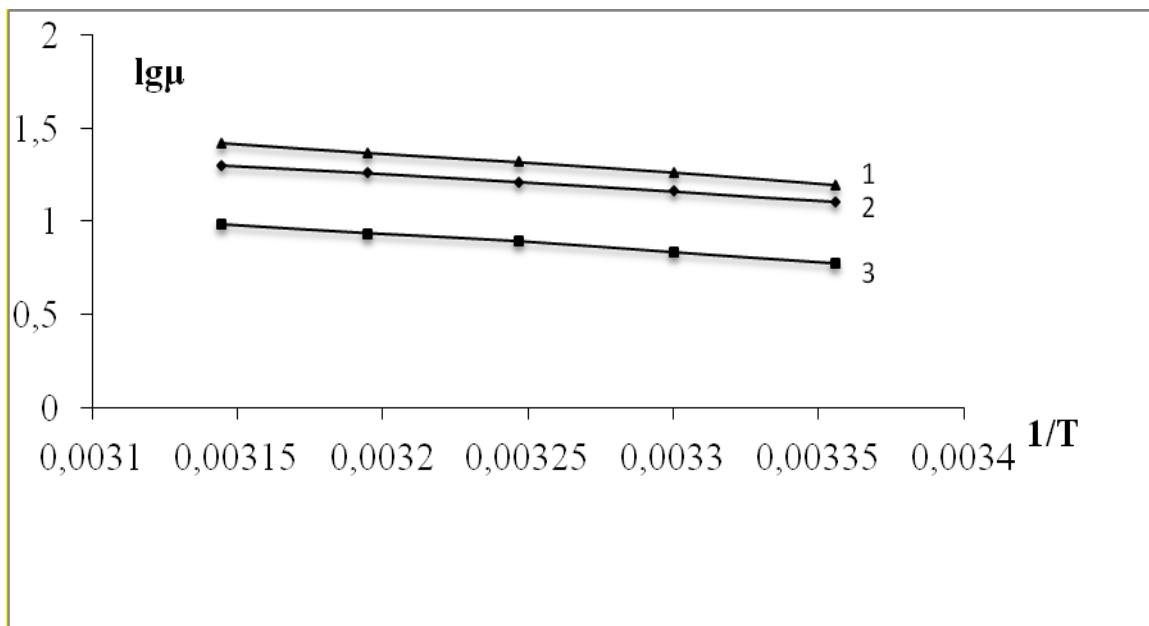


Пайваستاҳо	$tg\alpha$	$\lambda_{\infty}$	$K_d$	$\alpha$
Акриламид	0,0001	45,45	$4,84 \cdot 10^{-08}$	$6,96 \cdot 10^{-06}$
Кислотаи акрилат	0,0003	23,44	$5,46 \cdot 10^{-07}$	$2,34 \cdot 10^{-05}$

Ҷадвали 3.8. - Вобастагии ҷараёнгузаронии молярӣ, илова кардани комплекси намакҳои Fe (II, III), Cu (II), Zn (II) бо кислотаи акрилат дар ҳарорати 298-318 К

№	Пайваستاҳо 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

Расми 3.5. - Графики вобастагии ҷараёнгузаронии молярӣ дар маҳули обӣ аз кислотаи акрилат бо иловаи намакҳои оҳан, мис, рух дар ҳароратҳои 298-318 К.



1-Fe(AK); 2-Zn(AK); 3-Cu(AK)

Пайвастаҳо	$\text{tg}\alpha$	$\lambda_{\infty}$	$K_d$	$\alpha$
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 3.9. - Вобастагии ҷараёнгузаронии молярӣ, илова кардани комплекси намакҳои Fe (II) (III), Cu (II), Zn (II) бо кислотаи акрилат вобастагии он аз консентратсия дар ҳарорати 298 К

№	Пайвастаҳо	Маҳдуд	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 (AK)	Об		54,0		19,1	11,1	07,5
	Спирт-об		34,6		31,3	36,4	40,7
Cu (AK)	Об		24,2	12	10,2	06,3	05,1
	Спирт-об		17,4		20,8	23,6	6,7
Zn (AK)	Об		31,3	17,3	12,2	07,0	06,2
	Спирт-об		21,7	18,8	22,7	25,6	29,4

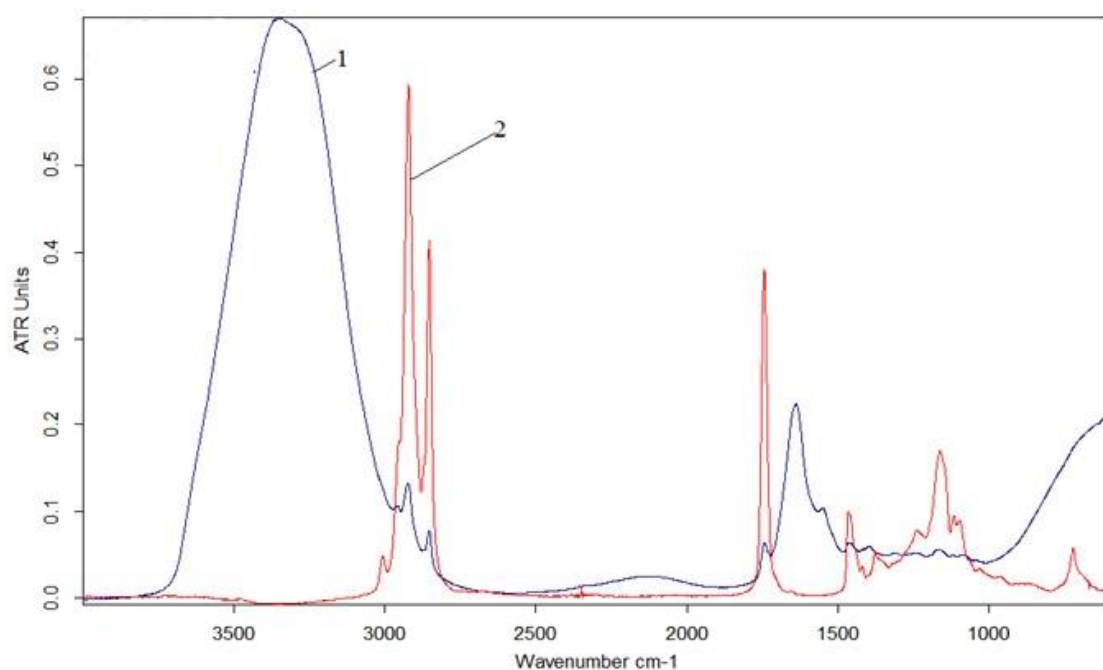
Муқаррар карда шуд, ки чараёнгузаронии маҳлул аз температура ва концентратсияи кислотаи акрилат вобастагӣ дорад. Бо варам кардани гели полиэлектrolитии кислотаи акрилат, бо ин металлҳо раванди гидрататсияи полимерии сеченака мебошад. Дар маҳлулҳои электролитӣ чазбшавии ионҳои электролитӣ аз ҷониби гидрогел ба амал меояд. Қувваи ҳаракатдиҳандаи диффузия потенциали баланди химиявии ионҳои металлӣ дар маҳлули беруна дар муқоиса бо потенциали онҳо дар дохили гел мебошад. Мо аз ҷиҳати миқдорӣ 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 суст мекунад, дар баробари равандҳои абсорбсия боиси паст шудани гузарониши электрикии маҳлул мегардад. Дар ин бахши кор таъсири табиати металл ва концентратсияи он ба хосиятҳои сорбсионии гидрогелҳо омӯхта шудааст. Натиҷаҳои бадаст овардашуда барои аз ионҳои металлҳои вазнин тоза кардани обҳои партови саноатӣ тавсия карда мешаванд.

### **3.3. Спектрҳои ИС-и полимери зудварамкунанда бо ионҳои оҳан, руҳ ва мис**

Тағйир ёфтани фаъолияти каталитикии гидрогелҳои дорои ионии металлҳо, вобаста ба хушкшавии онҳо, зоҳиран ба он вобаста аст, ки ҳангоми баланд шудани сахтии гидрогел атомҳои марказии пайвастаҳои координатсионӣ аз якдигар дур мешаванд ва ин ба кам шудани фаъолияти каталитикӣ ба охир мерасад. Инро он далел тасдиқ мекунад, ки пас аз он, ки гидрогел дар маҳлули реаксия то ҳаҷми муайян варам

мекунад, зиёдшавии минбаъда ба паст шудани фаъолияти каталитикии гидрогел оварда мерасонад.

Ҳамин тариқ, барои истифодаи гидрогелҳо, ки дорои пайвастаҳои координатсионии металлҳои интиқоли мебошанд, аз ҷумла пайвастаҳои комплекси руҳ, оҳан ва мис дар марҳилаи полиакриламидаи гидрогел дар равандҳои оксидшаванда, ҳамчун катализаторҳои ҳарорати паст ва ҳамчун объектҳои қулай барои полимерсозӣ имкониятҳои калон медиҳанд, амалан металлополимерҳо бо мақсади беҳтар фаҳмидани механизми синтези онҳо мавқеи хоса доранд.



Расми 3.6. - Спектри ИС -и гидрогелҳои акриламид: бо ионҳои  $Fe^{2+}$

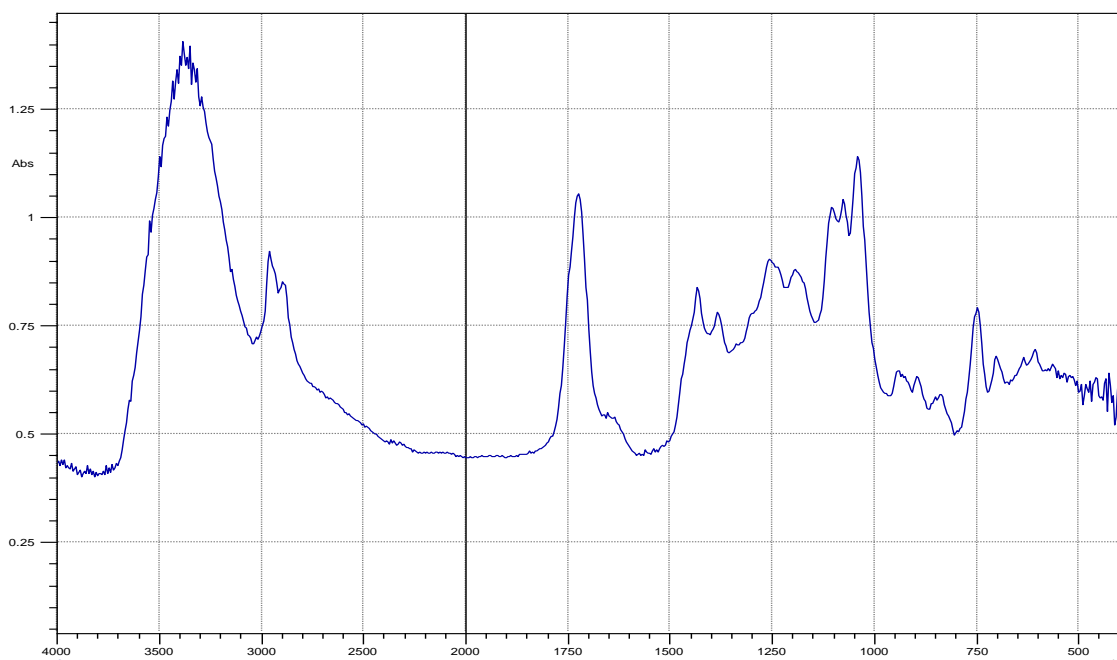
Тавре аз расми 3.6. спектри ИС -и гидрогелҳои акриламид: бо ионҳои  $Fe^{2+}$  бармеояд, лаппишҳои асимметрии ва симметрии валентии  $NH_2$  дар  $3500$  ва  $3250$   $cm^{-1}$  ва баъдан пайдо шудани онҳо дар  $3340$  ва  $3160$   $cm^{-1}$  ба назар мерасад; пайдо шудани рахҳои фурубари гурӯҳи карбоксил  $COOH$  дар  $1685$   $cm^{-1}$  ва пайдоиши рахҳои шиддатнокии гуногун дар  $1695$ ,  $1685$ ,  $1665$   $cm^{-1}$  ва тасмаҳо дар  $1705$   $cm^{-1}$  мушоҳида мегардад. Лаппишҳои фурубари  $C=O$ -и гурӯҳи амид дар  $1640$   $cm^{-1}$ , дар  $1610$   $cm^{-1}$ , ва дар  $1645$  аз

тағйирёбии фазаи дохилии гидрогелҳои акриамид бо ионҳои  $Fe^{2+}$  шаҳодат медиҳанд.

Дар ҳудуди басомадҳои  $1460, 1410\text{ см}^{-1}$  ва тағйирёбии тасмаҳои фурубарӣ дар  $1350, 1325\text{ см}^{-1}$  ба ҳудуди басомади хурд ба  $5\text{ см}^{-1}$ , ки ба лаппишҳои валентии  $C=O$  гурӯҳи карбоксилҳо ва лаппишҳои гурӯҳи  $C-O-N$  мансуб аст. Гузариши раҳи васеи фурубарии аз  $600\text{ см}^{-1}$  то  $550\text{ см}^{-1}$  ба назар мерасад. Ҳама фарқияти спектри гидрогели микроэлементдор то катализ дар муқоиса бо спектри гидрогели акриламида бе металл аз ҳосилшавии пайвастаҳои мураккаби оҳан бо гурӯҳҳои функционалии гидрогел дарак медиҳад.

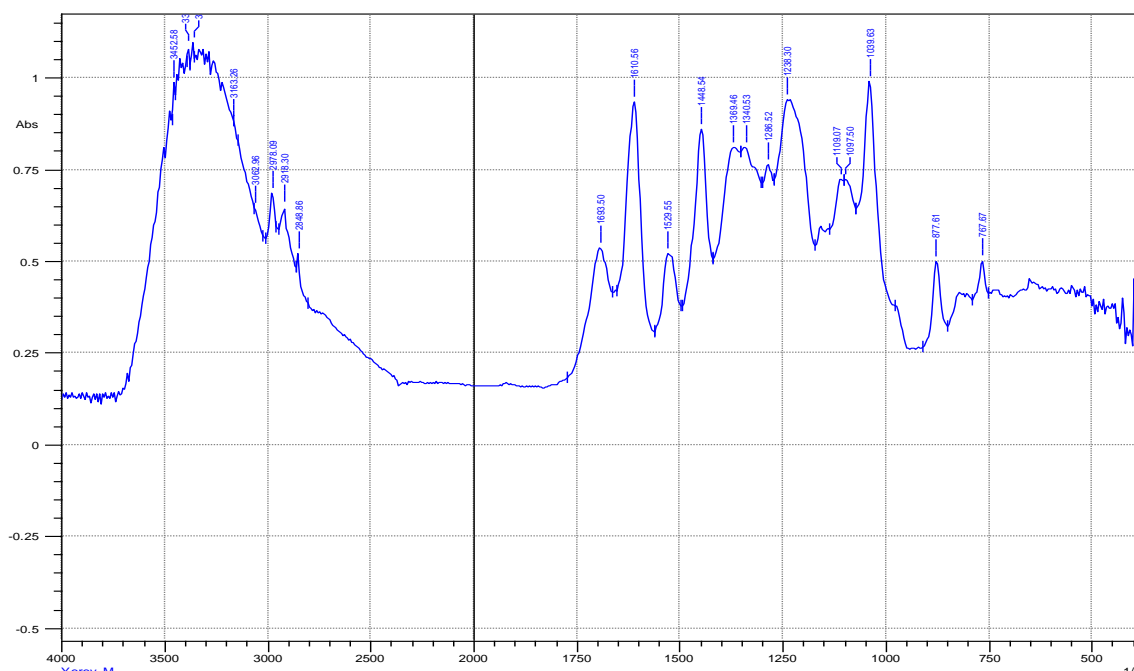
Раҳи фурубарии  $550\text{ см}^{-1}$  ба ҳудуди басомади  $10\text{ см}^{-1}$  пасттар мегузарад ва ба мавҷудияти банди  $M \leftarrow L$  ( $L$   $-CONH_2, -COOH, S^{2-}$ ) мансуб аст.

Тафовути спектрҳои дорои гидрогели оҳан (II) пеш ва баъд аз таҷриба ҳосилшавии комплексҳои сулфидро дар фазаи полимерӣ нишон медиҳад.



Расми 3.7. - Спектри ИС-и гидрогелҳои акриамид: бо ионҳои  $Zn^{2+}$

Дар ҳудуди басомадҳои 3400 – 3180  $\text{cm}^{-1}$  лапиши фурубарии гурӯҳи  $\text{NH}_2$  ба назар мерасад ва пайдоиши онҳо дар 3260 ва 3160  $\text{cm}^{-1}$ ; тақсим шудани лапиши фурубарии гурӯҳи карбоксил  $\text{COOH}$  дар 1685  $\text{cm}^{-1}$  ва пайдоиши тасмаҳои шиддатнокии гуногун дар 1695, 1685, 1665  $\text{cm}^{-1}$  мушоҳида мегардад. Лапишҳои фурубарии  $\text{C}=\text{O}$ -и гурӯҳи амид дар 1635  $\text{cm}^{-1}$ , ва 1610  $\text{cm}^{-1}$  пайдо мешаванд. Дар ҳудуди лапишҳои фурубарии 1470, 1420  $\text{cm}^{-1}$  ва тағйирёбии раҳҳои фурубарӣ дар 1340, 1335  $\text{cm}^{-1}$  ба миқдори 5  $\text{cm}^{-1}$ , мушоҳида мегардад, ки ба лапишҳои ҷазбшавии  $\text{C}=\text{O}$ -и гурӯҳи карбоксил дахл доранд. Барои лапишҳои валентӣ ва деформатсионии гурӯҳи  $\text{C}-\text{O}-\text{N}$  кучиши раҳҳои васеи фурубарии 620  $\text{cm}^{-1}$  то 570  $\text{cm}^{-1}$  ба назар мерасад.



Расми 3.8. - Спектри ИС -и гидрогелҳои акриламид: бо ионҳои  $\text{Cu}^{2+}$

Барои омӯختани таркиби комплексҳои мис, ки дар фазаи акриламиди гидрогел ба вуҷуд омадаанд, спектри ИС -и гидрогел пас аз синтез сабт карда шуд (расми 3.8.).

Чӣ хеле аз расми 3.8. дида мешавад, спектри ИС-и ин гидрогел бо металли руҳ раҳҳои гуногун дорад. Дар спектри ИС-и полимер лапиши ҷазбшавии валентии асимметрии ва симметрии гурӯҳи  $\text{NH}_2$  дар 3600 ва 3200  $\text{cm}^{-1}$  ба назар мерасад ва пайдоиши раҳҳо дар 3280 ва 3160  $\text{cm}^{-1}$

ифодакунандаи лаппишҳои фурубарии C=O-и гурӯҳи карбоксил мебошад. Инчунин спектр ИС дорои рахҳо дар  $1685\text{ см}^{-1}$  ва лаппишҳои шиддатнокии гуногун дар  $1695, 1685, 1665\text{ см}^{-1}$  ва тасмаҳо дар  $1705\text{ см}^{-1}$  мебошад, ки аз табиати мураккаби таркиби гидрогелро бо ионҳои  $\text{Cu}^{2+}$  инъикос менамояд. Рахҳои фурубарии C=O-и гурӯҳи амид дар  $1640\text{ см}^{-1}$ , марбут ба лаппишҳои фурубарӣ дар  $1610\text{ см}^{-1}$ , инчунин дар  $1645$  ва  $1600\text{ см}^{-1}$  пайдо мешаванд.

**Чадвали 3.10. - Таъини рахҳои фурубарии гидрогелҳои акриламид: полимер бо ионҳои оҳан, руҳ ва мис ( $\text{см}^{-1}$ )**

Полимер бо ионии $\text{Cu}^{2+}$	Полимер бо ионии $\text{Fe}^{2+}$	Полимер бо ионии $\text{Zn}^{2+}$	Мавҷи полимерҳо
3600, 3200, 3280, 3160	3500, 3250, 3340, 3160	3400, 3180, 3260 3160	$\nu_{\text{as}}(\text{NH}_2)$
3200	3180	3200	$\nu_{\text{s}}(\text{NH}_2)$
1695, 1685, 1665 1705 1685	1695, 1685, 1665	1470, 1420, 1340, 1335	$\nu(\text{CO})(\text{COOH})$
1640	1640, 1630 <sub>плл</sub> , 1620 <sub>плл</sub>	1600, 1635, 1610	$\nu(\text{CO})(\text{CONH}_2)$ «Амид I»
1610	1610, 1645 1600	1615, 1615	$\nu(\text{CN})(\text{NH}_2)$ «Амид II»
1460, 1410, 1315, 1325	1458, 1408 1355, 1330	1470, 1420, 1340, 1335	C-O (COOH) лаппиши деформатсионӣ

Ҳама фарқияти спектри гидрогели микроэлементдор ба ҳосилшавии пайвастаҳои координатсионии мураккаби металлҳо бо гурӯҳҳои функционалии гидрогел вобаста аст.

Пас аз омӯзиши спектри ИС-и гидрогели дорои мис, оҳан ва руҳ тағйироти зерин мушоҳида мешаванд: тағйир ва афзоиши мавҷҳои гурӯҳи  $C=O$  азхудкунии гурӯҳи карбоксил дар мавҷҳо  $1695$ ,  $1685$ ,  $1665$   $cm^{-1}$  ва мавҷуд будани онҳо дар  $1695$ ,  $1682$ ,  $1675$ ,  $1662$   $cm^{-1}$  дида мешавад. Раҳи фурубарии амидҳои  $C=O$  ҳамчун раҳи баландтарин дар  $1655$   $cm^{-1}$  ва ду раҳи нави фурубарӣ дар  $1635$  ва  $1625$   $cm^{-1}$  пайдо мешаванд.

Раҳи фурубарии  $550$   $cm^{-1}$  ва кучиши он ба ҳудуди басомади  $10$   $cm^{-1}$  пасттар тибқи, ба мавҷудияти банди  $M \leftarrow L$  ( $L$   $-CONH_2$ ,  $-COOH$ ,  $S^{2-}$ ) алоқаманд мебошанд.

Тафовути спектрҳои дорои гидрогели мис, оҳан ва руҳдор дар вақти таҳқиқот аз ҳосилшавии комплексҳои онҳо дар фазаи полимерӣ шаҳодат медиҳад.

Бо мақсади ошкор намудани таъсири ҳолати оксидшавии гидрогел ҳангоми хушккунӣ, якқатор таҷрибаҳо бо хушк кардани полимер дар ҳарорати ҳонагӣ дар вақтҳои гуногун гузаронида шуданд. Натиҷаҳои таҷрибаҳо оид ба персулфиди натрий дар гидрогели мис, оҳан ва руҳ иборатанд (расми 3.6; 3.7 ва 3.8).

Тавре ки аз расми 3.6; 3.7 ва 3.8 дида мешавад, вобаста аз дараҷаи хушкшавии гидрогели дорои мис, оҳан ва руҳ дар таҷрибаҳо фаъолияти гуногуни каталитикиро нишон медиҳад. Дар ин ҳолат, бузургтарин фаъолияти каталитикии металл-полимер, ҳангоми нишон додани он ба хушкшавии гидрогел тавсия дода мешавад.

#### 3.4. Пайвастаҳои координатсионии оҳан (II, III) бо акриламид

Таркиби пайвастаҳои мураккаби  $Fe$  (II) ва  $Fe$  (III), ки дар маҳлулҳои обии акриламид ҳосил шудаанд, бо роҳи муқоисаи вобастаҳои қачхатаҳои таҷрибавии  $\phi$ -рН;  $\phi$  - рСох,  $\phi$  - рСред ва  $\phi$  - рСАА муқаррар

карда шуданд. Бояд қайд кард, ки ҳар яке аз ин вобастагиҳо дар бораи таркиби пайвастаҳои координатсионие, ки дар маҳлулҳои обӣ ҳосил шуданд маълумоти муайян медиҳад.

Барои пешгирии оксидшавӣ таҳқиқот дар маҳлулҳои оби акриламид дар атмосфераи нитроген мавриди омӯзиш қарор дода шуд.

Таносуби умумии шумораи ионҳои оҳан ва молекулаҳои лиганд дар комплекс аз вобастагии потенциали оксидшавӣ ба рН-и маҳлул муайян гардид.

Тавре ки аз ҷадвали 3.11. бармеояд, дар системаи маҳлулҳои  $\phi$ -рН дар концентратсияи гуногуни акриламид (0,1-3,0 М) дар сатҳи рН 1.0-10.0, қисматҳои моилии қачхатаҳо бо тангенсҳои кунҷи майлқунии  $-v$ ,  $-2v$ ,  $-3v$ , ва  $+2v$  тавсиф карда мешаванд. Тибқи назарияи усули потенциали оксидонӣ, ҳосилшавии ин қисматҳои хаттӣ бо қисматҳои  $-v$ ,  $-2v$ ,  $-3v$  аз ҳосилшавии комплексҳои Fe (III) бо акриламид дар таносуби мутаносибан 1:1, 1:2 ва 1:3 шаҳодат медиҳад.

Мавҷудияти ҳосилшавии қисматҳои хаттӣ дар ҳудуди рН 6.5-8.0 бартарияти пайвастаҳои координатсионии оҳанро дар маҳлул нишон медиҳад. Дар ҳолати рН аз 8,0 болоравии якбораи қимати потенциали оксидшаванда мушоҳида мешавад, ки ин зоҳиран бо ҳосилшавии комплексҳои гетеровалентӣ алоқаманд аст, ки онҳо дар ин муҳит ионҳои оҳани дараҷаҳои оксидшавии гуногуни оҳанро ифода мекунанд.

Ҳангоми зиёд шудани концентратсияи акриламид то 5,0 М дар системаи  $Fe^{2+}$ - $Fe^{3+}$ -AA- $H_2O$ , полимершавии беихтиёри акриламид ба амал меояд. Аз ин ҷо, тахмин кардан мумкин аст, ки саҳми ионҳои Fe (II, III) дар полимершавии акриламид на танҳо ҳосилшавии пайвастаҳои координатсионӣ бо акриламид, балки наздикшавии раванди полимершавӣ мебошад. Иштироки ионҳои оҳан боис мегардад, то ки раванди кандани бандҳои дучанда дар молекулаи мономер ва ба ҳам наздик шудани молекулаҳои дар полимеризатсия иштироккунанда осон

шавад. Ҳосилшавии полимер дар ҳолати иштироки ионҳои оҳан (II) ва (III) аз pH 4.0 сар карда мушоҳида мегардад.

Тавре аз ҷадвали 3.11. дида мешавад, дар системаҳои вобастагӣ барои  $\phi\text{-pC}_{AA}$ , қисматҳои хаттӣ бо тағйирёбии  $-v$  ва  $-v/2$  мавҷуданд, ки ин дар ҳалли ҳосилшавии пайвастаҳои координатсионии як ва қутбии Fe (III), бо ҳосилаи қисман: ки дар он  $q$  ядроии Fe (III) аст, алоқамандӣ дорад. Ионҳои Fe (III) то pH 4.0 моноқутбӣ ва дар pH 5,0 - комплексҳои биқутбиро ҳосил мекунанд, дар ҳоле ки кунҷи моилӣ ба  $+v$  ва  $+v/2$  баробар аст. Рафтори ғайримуқаррарии системаҳои таҳқиқшаванда, ки аз вобастагии қачхатаҳои  $\phi\text{-pC}_{\text{ред}}$  дар pH 6.0 ва  $\phi\text{-pC}_{\text{окс}}$  дар pH 5.0-7.0, бармеояд, бешубҳа, бо ҳосилшавии пайвастаҳои координатсионии гетеровалентӣ, ки дорои ионҳои оҳан дар ҳолатҳои оксидшавии гуногун мебошанд, алоқаманд аст (ҷадвали 3.11.).

**Ҷадвали 3.11. - Нишондиҳандаҳои таҳқиқи таркиби пайвастаҳои координатсионии Fe (II,III) дар маҳлули обии акриламид**

$C_{AA}$ , M	pH	( $\phi$ ) - pH	( $\phi$ ) - $pC_{ox}$	( $\phi$ ) - $pC^{red}$	( $\phi$ ) - $pC_{AA}$ ,	Таркиби пайвастаҳо
0,1- 2,0	1-2	0	$-v$	0	$v$	$[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ , $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ , $[FeAA(H_2O)_5]^{3+}$
-	2-3	0, $-v$	$-v$	$v$	$v$	$[FeAA(H_2O)_5]^{3+}$ , $[FeAA(H_2O)_5]^{2+}$
-	3-5	$-2v$	$-v$ , $-v/2$	$v/2$	$-v$ , $v$ , $2v$	$[FeAA(H_2O)_5]^{3+}$ , $[FeAA(H_2O)_5]^{2+}$ $[Fe_2(AA)_2(H_2O)_4]^{6+}$ , $[Fe_2(AA)_2(H_2O)_4]^{4+}$
-	5-7	$-3v$	$-v/2$ , $-v$	$v$ , $v/2$	$-v$ , 0, $-$ $2v$ , $+$ $2v$	$[Fe_2(AA)_4(OH)_2]$ , $[Fe_2(AA)_4(OH)_2]^{2-}$ , $[Fe_2Fe(AA)_6(OH)_2]^{2+}$ ,
-	6-8	$+2v$	$-v$ , $-v/2$	$v/2$	$-2v$ , $-v$ , $2v$	$[Fe_2Fe(AA)_6(OH)_2]^{2+}$ , $[FeFe(AA)_4(OH)_2]$ ,

Дар ин ҳолат, ҳосилаи  $(d\phi / dpCr)$   $pCox$ ,  $pH$ ,  $pCL = - (a / bp) v$  аст, ки дар он  $a$  ва  $b$  коэффитсинетҳои ионҳои  $Fe^{2+}$  ва  $Fe^{3+}$  дар таркиби пайвастаҳои гетеровалентӣ мебошанд. Дар  $pH > 6$ , ионҳои  $Fe^{3+}$  ба пайвастаҳои комплекси гетеровалентӣ дар таносуби 1:1 ё 2:2 қарор доранд. Таҳлили вобастагии потенциали оксидшавандаи система (I) ба консентратсияи акриламид имкон дод, ки миқдори атидолигандҳо дар таркиби пайвастаҳои комплекси  $Fe(II)$  ва  $Fe(III)$  муайян карда шаванд (ҷадвали 3.11.).

Ҳангоми  $pH > 5$  будан дар вобастагиҳои  $\phi$ - $pH$  қисматҳои хаттӣ ҳастанд, тангенс кунҷҳои моилишон қиматҳои манфии  $-v$  ва  $-2v$  доранд. Ин нишон медиҳад, ки дохилшавии пай дар пай ба соҳаи координатсияшавии ионҳои  $Fe^{3+}$  ва  $Fe^{2+}$  ҳангоми зиёд шудани консентратсияи акриламид ба тариқи зерин аст: аввал як ва сипас ду атидолиганд пайваст мешаванд. Хусусияти қачхатаҳои вобастагии  $\phi$  –  $pCAA$ , ки дар  $pH 7.0$  мушоҳида шудааст (ҷадвали 3.11.) метавонад бо комплекси рақобатии  $Fe^{3+}$  ва  $Fe^{2+}$  шарҳ дода шавад ва дар қимати  $pH = 7.0$  пурра ҳосил шудани пайвастаи комплекси ионҳои оҳанҳои гетеровалентиро ифода менамояд.

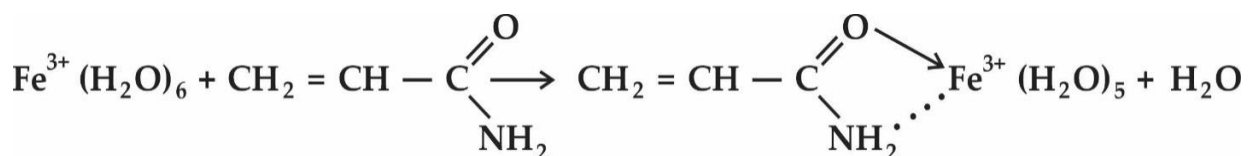
Дар ин ҳолат, ҳосилаи  $(d\phi/dpCr)$  таҳлили якҷояи графикҳои системаи вобастагиҳои  $\phi$ - $pCAA$ ,  $\phi$ - $pCox$ ,  $\phi$ - $pCred$  ва  $\phi$ - $pCAA$  (ҷадвали 3.11.) имкон дод, ки дар бораи ҳосилшавии пайвастаи моноядроӣ дар доираи  $pH = 2.0-4.0$ , дар ин ҳудуд хулоса бароварда шавад. Дар ҳудуди  $pH = 4.0-6.0$  будан, комплексҳои оҳан (II, III) ва дар қимати  $pH$  аз 6.0 калонтар координатсияи оҳани гетеровалентӣ (II, III) рух медиҳад.

Ҳамин тариқ, аз таҳлили вобастагии таҷрибавии потенциали оксидшаванда ба консентратсияи шаклҳои оксидшуда ва барқароршудаи оҳан, атидолиганд ва  $pH$  чунин бармеояд, ки пайвастаҳои комплекси димерӣ ва гетеровалентӣ, ки дар системаи таҳқиқшаванда ба вуҷуд омадаанд, чунин таркиб доранд:

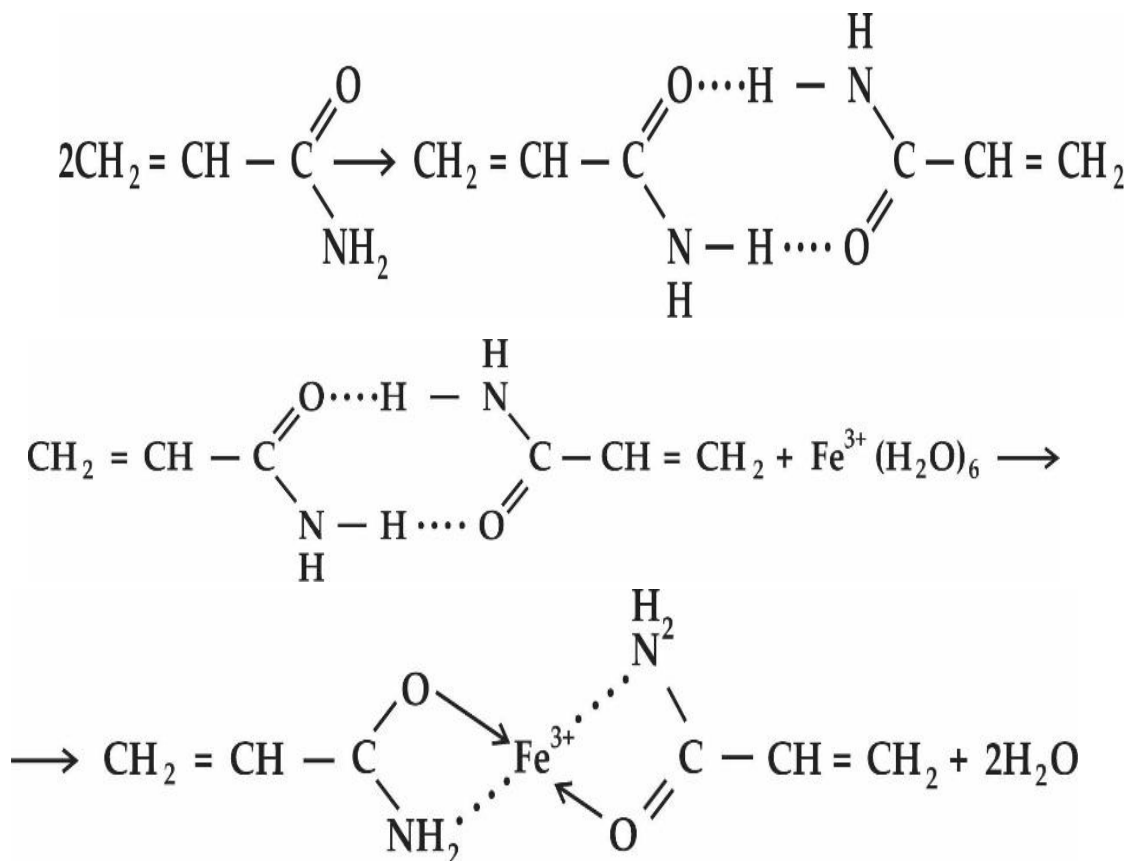


Тавре дар боло қайд намудем, бо зиёд шудани консентратсияи акриламид то 5,0 М раванди ҳосилшавии пайвастаҳои комплекси оҳан (II, III) бо акриламид бо полимершавии акриламид ҳамроҳ мешавад. Гарчанде ки маълум аст, ки полимершавии маҳлули обии акриламид дар сурати набудани оксиген ва пайвастшавӣ душвор аст.

Ин равандҳоро бо реаксияҳои зерин инъикос кардан мумкин аст. Ҳангоми  $\text{pH} = 2,0-4,0$  будан танҳо ҳосилшавии пайвастаи комплекси ба амал меояд:

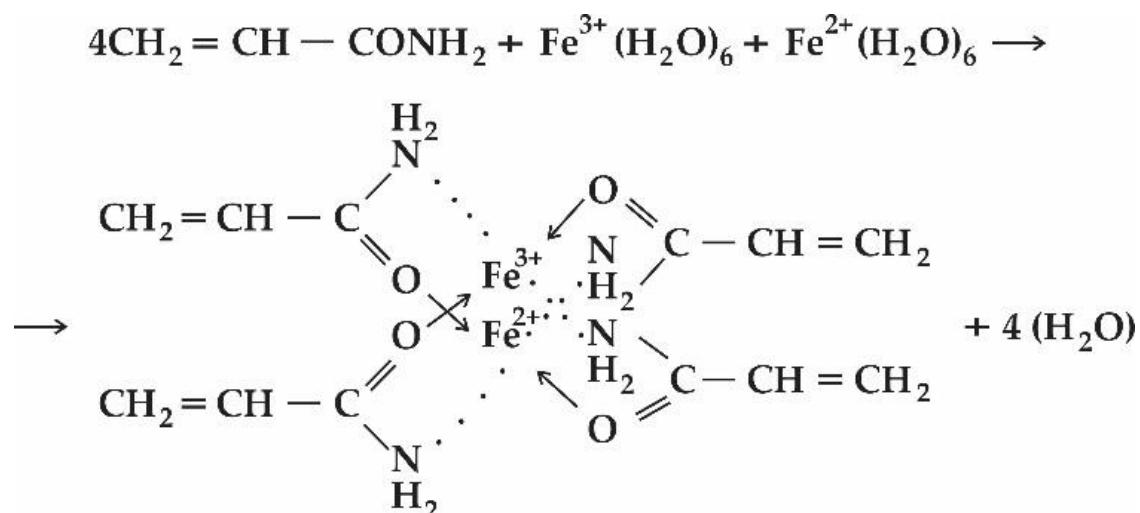


Ҳангоми  $\text{pH} = 4,0-5,0$  шудан дар маҳлули обӣ ҳолати ҳосилшавии димери акриламид ба вуҷуд меояд, ки баъдан дар реаксияи координатсионӣ бо ионҳои оҳан (II, III) низ иштирок мекунанд:

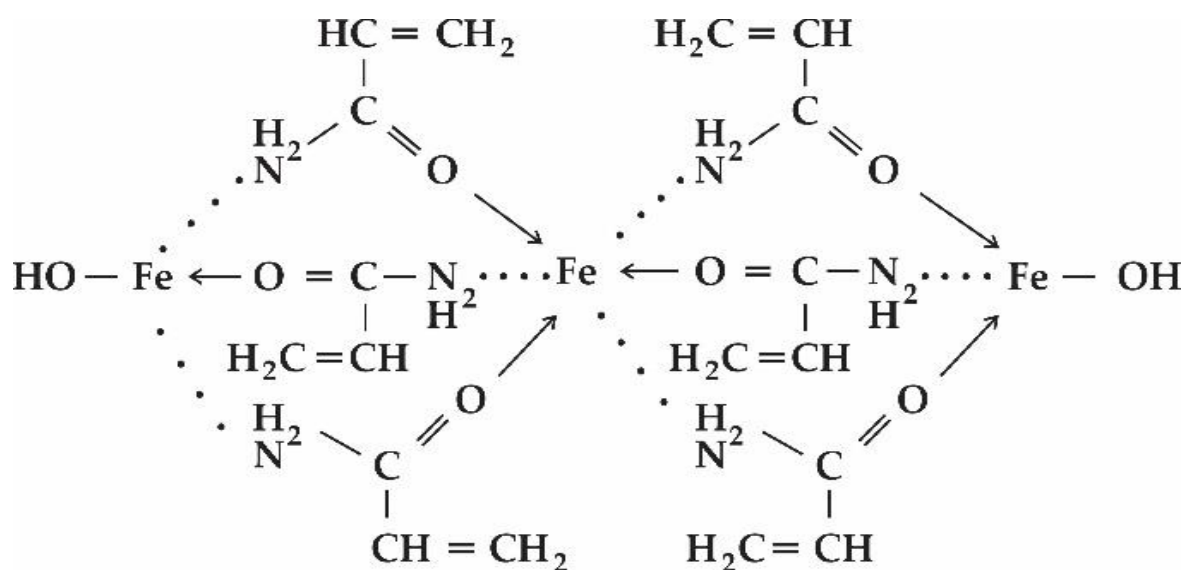


Ҳангоми  $\text{pH} > 5$  будан пайвастаҳои координатсионии биядроии Fe

(III) ва Fe (II) ҳосил мешаванд:



Лекин дар ҳудуди pH=6.0-8.0 пайвастаи координатсионии гетероваленти  $[\text{Fe}_2 \text{ III Fe II} (\text{AA})_6 (\text{OH})_2]^{2+}$  ҳосил мешавад.

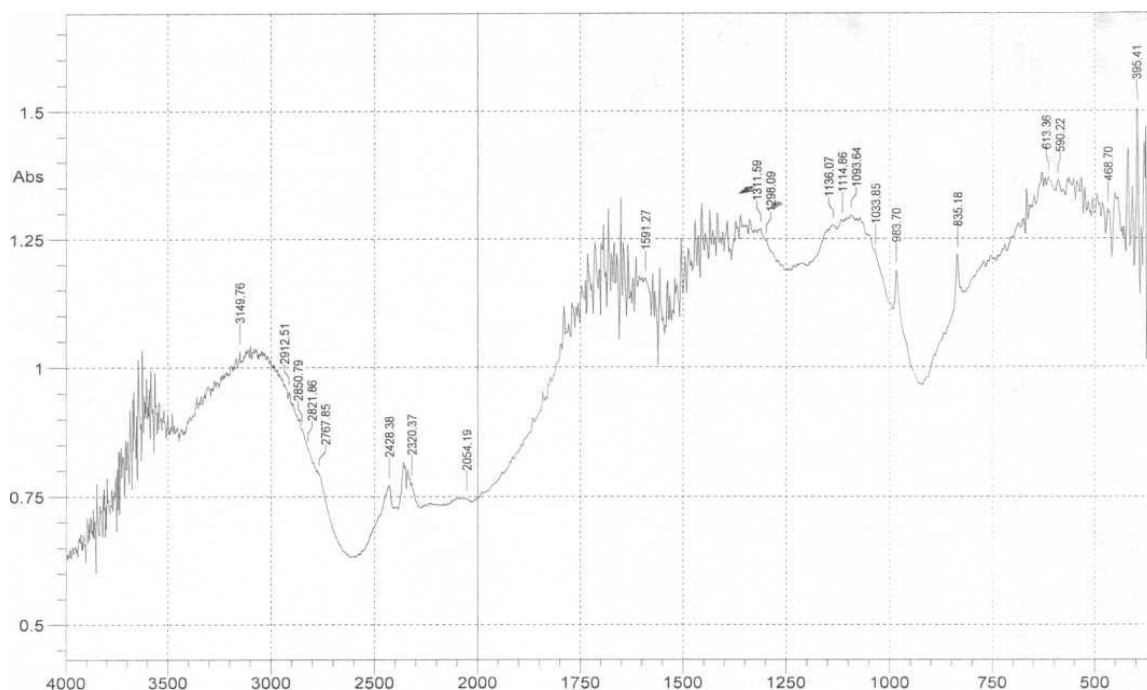


Комилан аён аст, ки ҳосилшавии чунин комплексҳо қобилияти фаъол кардани молекулаҳои акриламидро барои олимеризатсияшавӣ аз ҳисоби кандашавии банди дучанда дороанд ва инро дар шароитҳои муқаррарӣ амалӣ кардан мумкин аст.

Ҳамин тавр, ҳосилшавии пайвастаҳои комплекси ионҳои металлҳо бо акриламид қобилияти катализатсиякунии раванди полимеризатсияи акриламидро дорад.

Дар вақти тағйирёбии қимати рН-и маҳлул таркиби комплексҳо дар системаи Fe (II, III)-AA-H<sub>2</sub>O тағйир меёбад. Дар маҳлулҳои обӣ, дар ҳудуди рН = 6-8, комплексҳои бисёрҷадروي Fe (II, III) ҳосил мешаванд. Бо мақсади ҳосил кардани комплексҳои металлополимери аз рӯи таркибашон ба комплексҳои дар маҳлули обии акриламид мавҷудбуда, полимеризатсияи акриламид бо иштироки намакҳои Fe (II, III) ва персульфати аммоний дар қиматҳои гуногуни рН гузаронида шуд. Маҳлули обӣ дорои миқдори эквиволярии ионҳои Fe (II) ва Fe (III) мебошад. Полимеризатсия дар ҳарорати хона гузаронида шуд. Барои тасдиқи саҳеҳияти натиҷаҳои ҳосилшуда инчунин спектрҳои ИС-и гидрогелҳои дорои ионҳои Fe<sup>2+</sup> ва Fe<sup>3+</sup> гирифта, таҳқиқ карда шуд. Мо раво донистем, ки ин спектрҳо на дар қисмати ба спектрҳои инфрасурх бахшидашуда, балки дар ин ҷо мавриди баррасӣ қарор диҳем.

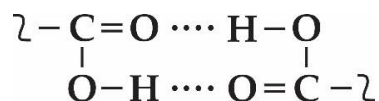
Бо сифати мисол дар расми 3.9. спектри ИС-и гидрогели дорои Fe<sup>2+</sup>+ Fe<sup>3+</sup>, ки дар рН = 7.2 синтез карда шуд, оварда шудааст (расми 3.9.).



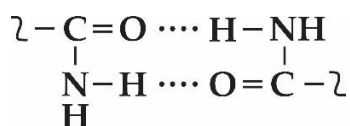
Расми 3.9. Спектрҳои ИС-и гидрогели дорои Fe<sup>2+</sup>+ Fe<sup>3+</sup>

Барои муқоисакунӣ инчунин спектри ИС-и гидрогели беметалл гирифта шуд (Расми 3.10). Дар гидрогели бе металл, гурӯҳҳои амидӣ ва

карбоксилӣ ба шакли димерҳои сиклӣ ассотсиатсия шудаанд (расми 3.10). Дар спектр тасма дар  $1710\text{ см}^{-1}$  ва рахҳои фурӯбарӣ дар  $1685, 1665\text{ см}^{-1}$  ба лаппишҳои кашиши гурӯҳи  $\text{C}=\text{O}$  карбоксилӣ мансуб буда, ба димери зерин хос мебошанд:



Рахҳои фурӯбарӣ дар  $3400$  ва  $3200\text{ см}^{-1}$  ба лаппишҳои симметрӣ ва асимметрии валентии гурӯҳҳои  $\text{NH}_2$  мансуб буда, ба гурӯҳҳои ассотсиатсияшудаи амидӣ хос мебошанд:

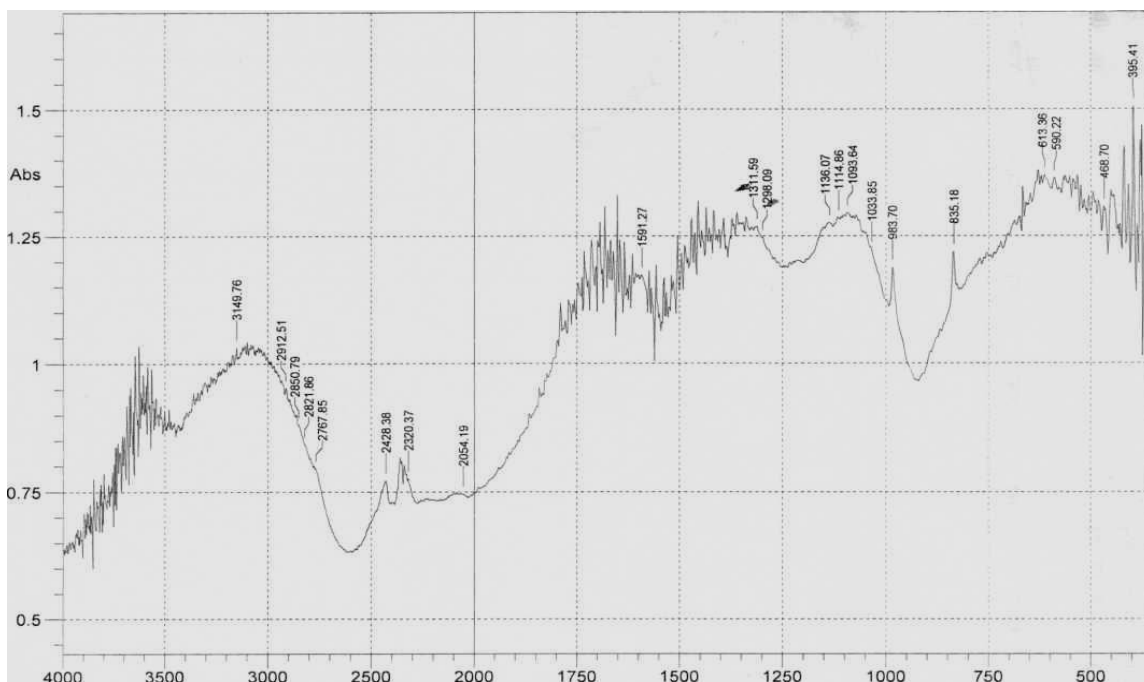


Дар иштироки ионҳои  $\text{Fe}(\text{II})$  ва  $\text{Fe}(\text{III})$  дар гидрогелҳое, ки киматҳои гуногуни  $\text{pH}$  ҳосил карда шудаанд, тағйироти характерноки дар спектрҳои ИС дар муқоиса бо гидрогели бометалл дида мешавад. Масалан, барои гидрогели ионҳои  $\text{Fe}(\text{II})$  ва  $\text{Fe}(\text{III})$ -дошта, ки дар  $\text{pH} = 7,2$  ҳосил карда шудааст, кучиши рахҳои фурӯбарии  $\text{C}=\text{O}$ -и гурӯҳи карбоксилӣ аз  $1685$  то  $1678\text{ см}^{-1}$  мушоҳида шуда, дар  $1705\text{ см}^{-1}$  тасма зоҳир мегардад.

Ба ҷои тасма дар  $1640\text{ см}^{-1}$ , раҳи фурӯбарӣ дар  $1642\text{ см}^{-1}$  зоҳир мегардад, ки он ба лаппиши валентии  $\text{C}=\text{O}$ -и гурӯҳи амидӣ (Амид-1) марбут мебошад. Раҳи фурӯбарии ба "Амид-II" мансуб буда, ҳам тағйир меёбад ва кучиши он аз  $1610$  то  $1600\text{ см}^{-1}$  мушоҳида мешавад.

Инчунин тағйирёбӣ дар доираи соҳаҳои лаппишҳои валентии  $\text{C}-\text{O}$  ва лаппишҳои валентии  $\text{OH}$  мушоҳида мешавад. Агар барои гидрогели бе металл раҳи фурӯбарӣ дар  $1460$  ва  $1415\text{ см}^{-1}$  мушоҳида шавад, он гоҳ, дар гидрогели дорои оҳан (II, III) кучиши ин раҳи фурӯбарӣ дар соҳаи пастбасомад мушоҳида шуда, рахҳо дар  $1442$  ва  $1402\text{ см}^{-1}$  зоҳир мегарданд. Дар соҳаи банди металл-лиганд майлқунии рахҳои фурӯбарӣ ҳангоми аз  $570\text{ см}^{-1}$  то  $4550\text{ см}^{-1}$  будани дарозии мавҷ мушоҳида шуда, рахҳои нав дар  $410, 335$  ва  $300\text{ см}^{-1}$  зоҳир мешаванд, ки он шояд ба

ҳосилшавии робитаи M-L ( $\text{L-COOH}$ ,  $\text{CONH}_2$ ) алоқаманд бошад.

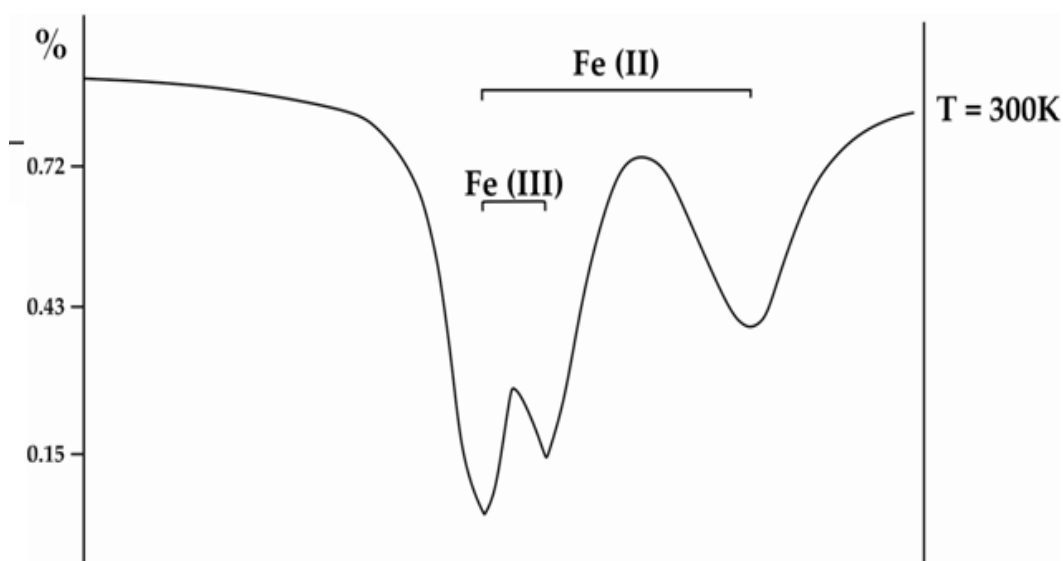
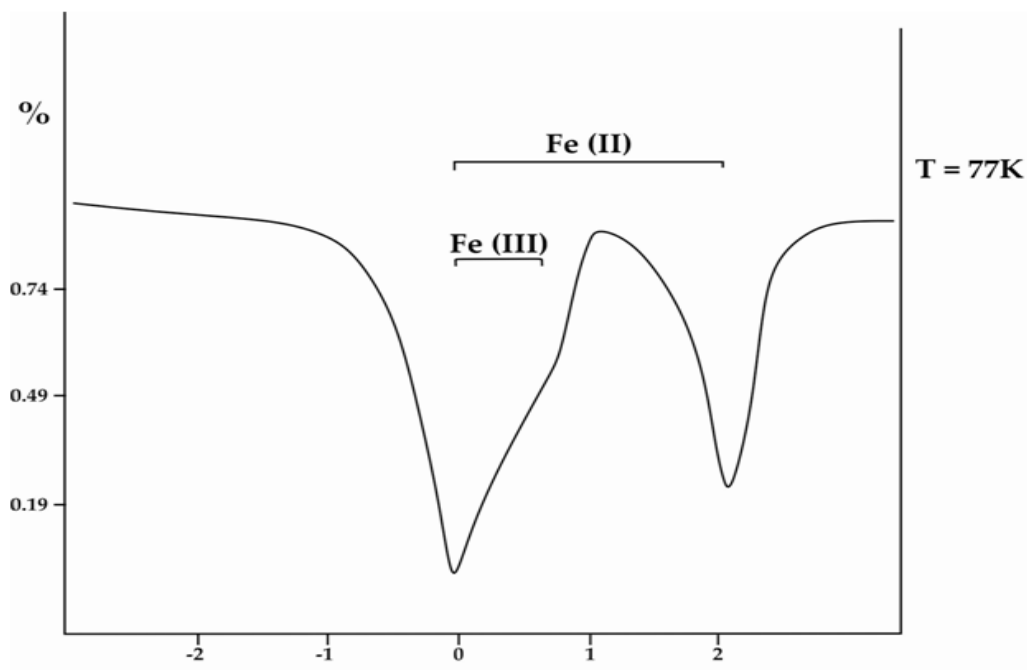


Расми 3.10. Спектрҳои ИС-и гидрогели беметалл (1) ва гидрогели оҳан (II, III) Тағйироти дар спектрҳои ИС-и гидрогели оҳан (II, III)-дошта мушоҳидашаванда дар қиёс бо намунаҳои гидрогели беметалл нишон медиҳад, ки дар фазаи гидрогел, дар иштироки гурӯҳи ҳам амидӣ ва ҳам карбоксилӣ пайвастаҳои комплекси Fe (II, III) ҳосил мешаванд. Аз маълумоти адабиёт маълум аст, ки дар ҳарорати 300 К намунаи полимер, ки ионҳои оҳанро аз рӯйи механизми мубодилаи ионӣ сорбсия мекунад, яъне полимере, ки қатрон алоқаманд аст, спектрҳои ГРЯ-ро нишон намедиҳанд. Дар ҳарорати 300К барои намунаи таҳқиқшавандаи мо аз он он далел мусаллам аст, ки ионҳои  $\text{Fe}^{2+}$  ва  $\text{Fe}^{3+}$  дар қабати диффузии сорбент ҷойгир набуда, балки аз ҷиҳати химиявӣ ба он робита дорад.

Чи тавре, ки аз расми 3.11. дида мешавад, спектри ГРЯ-и гидрогели оҳани (II, III) дошта бо ду дублет аппроксиматсия шудааст: дублети «а», ки ба ионҳои баландспинии Fe (II) мувофиқ мебошад ва дублети «в», ки ба ионҳои баландспинии  $\text{Fe}^{3+}$  мувофиқат мекунад.

Шакл ва параметрҳои спектрҳои ГРЯ-и Fe (II, III)-дори гидрогели бо шакл ва параметрҳои спектрҳои ГРЯ-и спектрҳои гетеровалентии Fe (II, III), ки Турте ва ҳамкоронаш [16-18] синтез кардаанд, мувофиқат

менамояд.



Расми 3.11. Спектрҳои ГРЯ-и Fe(II)/гел ( $C_{Fe(II)} = 14.4$  мМ/г)  
дар ҳароратҳои 300 К ва 77 К

Бузургихои кучиши рахҳои гидрогелҳои Fe (II, III) ба ҳолати баландспинӣ ба оҳан (III) ва оҳан (II) мувофиқат мекунанд ва аз рӯи маълумоти адабиёт [16-18] дида мешавад, ки дар чунин қиматҳои спектри ИС-и пайвастаҳои координатсионии Fe (II, III) адади координатсионии шаш хос мебошад ва эҳтимол он муҳити коҳишфтои октаэдри дорад.

Аз расми 3.11. дида мешавад, ки то 77К камшавии ҳарорат ба

тағйирёбии намуди спектр оварда мерасонад ва дар натиҷа дублет ҳосил мешавад, ҳол он ки ҳангоми камшавии ҳарорат спектрҳои ГРЯ бояд бештар кушода бошад.

Чунин номувофиқатӣ шояд ба он алоқаманд аст, ки дар фазаи гидрогел дар ин ҳолат миқдори ками ионҳои Fe (III) мавҷуд аст, аммо миқдори ионҳои Fe (II) хеле зиёдтар аст ва зимни камшавии ҳарорат қуллаи ба Fe (III) мансуб буда, зоҳир мегардад, вале он аз ҳисоби хеле зиёд шиддатгирии қуллаи ба Fe (II) тааллуқдошта пушида мешавад.

Ҳамин тавр, аз натиҷаҳои бо усули оксредметрия таҳқиқ намудани таркиби комплексҳои Fe (II, III) дар маҳлулҳои обӣ ва бо муқоисаи онҳо бо натиҷаҳои усули спектроскопияи ГРЯ хулоса баровардан мумкин аст, ки таркиби комплексҳои Fe (II, III), ки дар таркиби гел мавҷуданд, дар фазаи гидрогел метавонанд комплексҳои аз рӯйи таркиб ба комплексҳои дар маҳлулҳои обӣ ҳосилшуда монанд ҳосил шаванд.

### **3.5. Гидрогелҳои бисёрфункционалӣ дар асоси пайвасти координатсионии мис (II) бо акриламид ва кислотаи акрилат**

Ҳангоми 40 дар сад будани консентратсияи атсетон ҳаҷми гел аз ҳисоби шуштан 500 маротиба кам мешавад, вале зимни кам кардани консентратсияи атсетон ҳаҷми гел аз нав то бузургии аввала меафзояд. Равандҳои баргардандаи тағйирёбии ҳаҷми гел ғайр аз чунин омилҳо ба монанди тағйирёбии ҳарорат ва таркиби ҳалкунанда, инчунин аз табиатаи онҳо, бузургии рН ва аз шиддати майдони электрикӣ вобаста мебошанд.

Таҳқиқот собит кард, ки вобаста аз табиати гел яке аз онҳо ҳангоми баландкунии ҳарорат варам мекунад, аммо дигараш баръакс зимни паст кардани ҳарорат варам мекунад. Ин далел аҳамияти муҳим дорад. Вобаста ба консентратсияи кислотаи акрилат табиати варамкунии гели акриламидӣ бисёр тағйир меёбад.

Тағйирёбии чаҳишноки варамкунии гелӣ барои кислотаи акрилат

инчунин вобаста ба табиати ионҳои металл ва консентратсияи  $\text{CuCl}_2$  дар соҳаҳои  $5 \cdot 10^{-6}$ - $5 \cdot 10^{-5}$  М мушоҳида карда мешавад. Дар ин маврид тағйирёбии консентратсияи  $\text{CuCl}_2$  ба ҳаҷиши химиявӣ оварда намерасонад. Ин натиҷа бо ҳосилшавии комплексҳои мухталиф бо гурӯҳҳои функционалӣ тӯрҳои гел шарҳ дода мешавад.

Бо мақсади ошкор кардани табиати таъсиркунии ионҳои металлҳо бо гурӯҳҳои карбоксилӣ ва амидӣ дар фазои гидрогел, дар ҳудудҳои васеи рН раванди комплексҳосилшавии  $\text{Cu}$  (II) ва  $\text{Fe}$  (III) дар маҳлулҳои обии акриламид ва кислотаи акрилат таҳқиқ карда шуд.

Бо усули аз ҷониби мо пешниҳодшуда, гидрогелҳои ҳалнашавандаи полиакриламидӣ, ки дар фазои худ пайвастаҳои комплекси  $\text{Cu}$  (II) ва  $\text{Fe}$  (II, III) доранд, ҳосил карда шудаанд. Зимнан дар шароити ба шароитҳои комплексҳосилкунии акриламид ва кислотаи акрилат бо намакҳои  $\text{Cu}$  (II) ва  $\text{Fe}$  (II, III) наздик, дар маҳлулҳои обӣ бо усули сорбсия дар гидрогели беметалли ҳалнашавандаи кислотаи акрилат, дар фазои гидрогел пайвастаҳои комплекси тақрибашон мураккаби аз рӯйи таркиб монанд ҳосил карда шудаанд. Бо тариқаҳои мухталифи физикию химиявӣ таркиби пайвастаҳои комплекси  $\text{Cu}$  (II) ва  $\text{Fe}$ (II, III) дар фазои гидрогели полиакриламидӣ омӯхта шуд. Равандҳои комплексҳосилшавии ионҳои  $\text{Cu}$  (II) бо акриламид дар муҳити нитроген таҳқиқ карда шуд. Вобастагии таҷрибавии потенциали оксидшавӣ барои системаҳои бо намакҳои гуногуни мис  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CuSO}_4$  ва  $\text{CuCl}_2$  қайд карда шуд ва таъсири хеле зиёди ионҳои бо потенциали оксидшавӣ тахминан шарҳ дода шуд. Қиматҳои стандартии потенциали оксидшавии системаи  $\text{Cu}$  (II)- $\text{Cu}$  (Hg)- акриламид-об барои намакҳои гирифташуда муайян карда шуд.

Ҷадвали 3.12. - Қиматҳои стандартии системаи Cu (II) - Cu (Hg) - AA-H<sub>2</sub>O дар маҳлулҳои обии акриламид

Концентратсияи акриламид, М			
Аниони намакҳо	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
0.1	155	134	86
1.0	50	-	-21

Аз ҷадвали 3.12. дида мешавад, ки анионҳои намак ҳамчун лигандҳо амал мекунанд ва қобилияти онҳо ба зиёдшавии координатсия дар таркиби маҳлул бо тартиби зерин зиёд мешавад: NO<sub>3</sub><sup>-</sup> > SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> > Cl<sup>-</sup>. Таҳқиқи потенциали оксиду барқароршавӣ бо зиёд шудани концентратсияи акриламид ҳосилшавии пайвастаҳои устувори координатсияи мис (II)-ро дар маҳлулҳои обӣ нишон медиҳад,

Таркиби пайвастаҳои координатсионии Cu (II), ки дар маҳлулҳои обии акриламид ҳосил шудаанд, мувофиқи назарияи усули потенциали оксидшавӣ бо роҳи муқоисаи вобастагӣҳои қачхатаҳои таҷрибавӣ  $\phi$  -pH,  $\phi$  -p<sup>Coх</sup> ва  $\phi$  -pCAA муқаррар карда шудааст.

Шумораи умумии лигандҳо дар пайвастаҳои координатсионии мис (II) аз вобастагии  $\phi$ -pH муайян гардид (ҷадвали 3.13.).

Дар ҳудуди кислотагии то pH 4.0-5.0, координатсияи ионҳои мис (II) бо акриламид ба амал намеояд, дар ҳоле ки қачхатаи  $\phi$  - pH ба ҳамвории абсисса параллел мегузарад. Ҳангоми баланд шудани pH, пайдоиши пайдарпайи ҳудудҳои хаттӣ бо коэффитсиентҳои кунҷӣ -  $\nu/2$  - ба мушоҳида мерасад ва ин шаҳодати ҳосилшавии пайвастаҳо бо таркиби 1:1 ва дар соҳаи pH 8,0-10 мебошад. Дар комплексҳо дар таносуби 1:2 ҳангоми аз 0,1 то 1,0 М зиёд шудани концентратсияи акриламид дар

иштироки аниони сулфат вобастагии таҷрибавӣ бадастовардан ғайриимкон буд.

Адади ядроии пайвастаҳои координатсионии мис (II) бо акриламид аз вобастагии  $\phi - pC_{Cu(II)}$  муайян карда шудааст (ҷадвали 3.13.).

Дар тамоми таҳқиқҳои гузаронидашуда  $pH=2.0-9.0$  ва консентратсияи намак то  $5 \cdot 10^{-3}M$  буда, дар хатҳои рости вобастагии  $\phi - pC_{Cu(II)}$  бо як қисмати хаттӣ дорои кунҷи майлқунии  $v/2$  мебошанд.

**Ҷадвали 3.13. - Қиматҳои зарбҳои кунҷии қитъаҳои хаттии вобастагии таҷрибавии ҷузъӣ ( $\phi$ ) барои системаи  $Cu(II)-AA-H_2O$  ва таркиби комплексо**

Намаки мис (II)	$C_{AA}, M$	pH	( $\phi$ ) - pH	( $\phi$ ) - $pC_{Cu(II)}$	( $\phi$ ) - $pC_{AA}$	Таркиби комплексо
$Cu(NO_3)_2$	1,0	1-2	0	- $v/2$	- $v/2$	$CuAA^{2+}$
$CuSO_4$	-	2-5	0	- $v/2$	- $v/2$	$CuAA^{2+}$ , $CuAA_2^{2+}$
$CuCl_2$	-	5-8	- $v/2$	- $v/2$	- $v$	$CuAA_2^{2+}$
		8-10	- $v/2$	- $v/2$	- $v$	$CuAA_2^{2+}$

Мувофиқи назарияи усули потенциали оксидшавӣ, агар  $(d\phi/dpC_{Cu(II)}) pC_{AA}, pH = -v/2q = -v/$  ва  $q = 1$  бошад, он гоҳ, бояд комплекси моноядроӣ ҳосил шавад. Зимни хеле зиёд будани консентратсияҳои  $Cu(II)$  афзудани бузургии потенциали оксидшавӣ мушоҳида мешавад. Дар маҳлул наметавонад пайвастаи координатсионӣ бо ядронокии касрӣ ҳосил шавад ва тахмин мекунад, ки ин аз имконияти ҳосилшавии пайвастаҳои гетеровалентӣ мис (II, I) шаҳодат медиҳад. Чунин тахмин дар бораи ҳосилшавии комплекси гетеровалентӣ бо маълумоти адабиёт мувофиқат мекунад.

Маълум аст, ки дар маҳлулҳои обии намакҳои мис ҳангоми кор бо электродҳои мисӣ дар маҳлул мувозинати  $Cu^0 + Cu^{2+} = 2Cu^+$ -ро, ки

мавқеи он аз шароити таҷрибавӣ ва табиати лиганд вобаста аст, муқаррар кардан мумкин мебошад.

Шумораи лигандҳои акриламид аз вобастагии  $\phi$  -  $pC_{AA}$  дар киматҳои доимии  $pH$  ва  $pC_{Cu(II)}$  муайян карда шуд.

Ҳангоми афзоиши консентратсияи акриламид,  $pH = 3,0$  пайдоиши пай дар пайи пайвастаҳои мураккаби  $CuAA$  (кунчи майлкунии  $\nu/2$ ) ва  $Cu(AA)_2$ , (кунчи майлкунии  $\nu$ ) ба амал меояд. Вобастагии  $\phi$  -  $pC_{AA}$  дар  $pH=5,0; 6,0; 7,0; 9,0$  чен карда мешавад, инчунин ҳосилшавии пайвастаҳои координатсионии мис (II) таркибаш  $Cu(AA)_2$  -ро нишон медиҳад.

Ҳамин тариқ, таҳлили якҷояи вобастагии  $\phi$  -  $pH$ ;  $\phi$  -  $pC_{Cu(II)}$  ва  $\phi$  -  $pC_{AA}$  имкон дод, ки дар маҳлулҳои обии акриламид ҳосилшавии якчанд пайвастаҳои координатсиониро, ки дар ҷадвали 3.13. оварда шудаанд, собит намуд.

Бартарии гидрогелҳои дорои ионҳои комплекси металлҳои интиқоли дар он аст, ки танзим намудани варамкунии онҳо, ки таъминкунандаи гузаронандагии баланд барои реагентҳо ва фаъолияти каталитикии онҳо аз ҳисоби тағйирёбии таркиби марказҳои координатсионии катализ ба ҳисоб мераванд, имконпазир мебошад. Матритсаи полимерии ҳаракаткунандаи полиакриламидро ҳамчун аналоги сафеда-матритсаи липидӣ меҳисобанд, вале пайвастаҳои комплекси метавонанд вазифаи марказҳои фаъоли металлоферментҳоро иҷро намоянд. Ғайр аз ин, катализаторҳои полимерии варамкунанда “навъи нави катализаторҳои пастҳароратии сорбентҳо мебошанд, ки метавонанд барои аз пайвастаҳои сулфурдор ( $H_2S$ , меркаптопайвастаҳо ва ғайра)-и ионҳои металлҳои вазнин тозакунии обҳои нӯшокӣ ва ҳамчун иловаҳо ба хок чихати танзим намудани мубодилаи обӣ ва ионӣ, ки зохиркунандаи таъсири тамдидӣ (идомадор) мебошанд”, истифода шаванд.

“Металлоферментҳо катализаторҳои табиаташон сафедагӣ буда, ионҳои металлҳои интиқолиро, ки ба таври координатсионӣ ( $\epsilon$  ба

воситаи банди ковалентӣ) пайваст мебошанд, доро буда, дар ҳамаи организмҳои зинда амалан амал мекунанд” [128, 67, 113, 120, 26].

“Маълум аст [141, 136, 111, 23, 79, 140, 69, 110, 112, 10], ки ионҳои металлҳои интиқоли ( $\text{Co}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Fe}$  ва ғайра) ба таркиби катализаторҳои биологӣ-ферментҳо дохиланд ва дар якҷатор равандҳои биологии оксиду барқароршавӣ иштирок мекунанд (масалан, каталаза, пероксидаза ионҳои  $\text{Fe}$  (II),  $\text{Fe}$  (III) доранд, ситохромоксидаза  $\text{Cu}$  (II), аргиназа  $\text{Mn}$  (II), уреаза  $\text{Ni}$  (II) ва нитратредуктаза  $\text{Mo}$  дорад). Умуман барои ҳамаи ионҳои металлҳои интиқоли, ки дар равандҳои биологии оксиду барқароршавӣ иштирок мекунанд, тағйирёбии заряди ионҳо ( $\text{M}^{n+}$  ба  $\text{M}^{n+1}$  ва  $\text{M}^{n+1}$  ба  $\text{M}^{n+}$ ) дида мешавад, ки ин тағйирёби дар асоси равандҳои каталитикӣ ба амал омада, ба гузариши электрон ва ба оксидкунӣ ё барқароркунии субстрат алоқаманд мебошад”.

Мувофиқи қобилияти асосии химиявии худ ферментҳо ба осонӣ электрон медиҳанд ё қабул мекунанд, ҳангоми таъсиркуниашон бо субстратҳои гуногун ҳолати оксиду барқароршавии худро иваз мекунанд, ферментҳои бисёрҷароӣ дар равандҳои таъмин кардани фаъолияти ҳаётӣ бо моддаҳои зарурӣ ва бо энергия нақши калидиро иҷро мекунанд. Дар миқёси биосфера маҳсулнокии чунин равандҳо хеле зиёд аст.

Ин пеш аз ҳама реаксияҳои миқёсашон калони барқароркунии нитрогени молекулавӣ дар аммиак (тақрибан 500 млн. тонна дар як сол), оксидкунии субстратҳо бо оксиген (якҷанд млрд. тонна), инчунин дигар равандҳои фаъолшавии молекулаҳои хурди химиявии  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  ва ғайра ба ҳисоб мераванд.

Металлоферментҳои бисёрҷароӣ, аз ҷумла, металлоферментҳои дорои металлҳои оҳан ва мис, ба занҷири оксидкунандагии фосфоризатсия дохил шуда, ба тӯфайли онҳо садҳо млн. тонна фосфат шакли “фаъл”-ро дар молекулаи АТФ қабул мекунад.

Барои моделонидани таъсири металлофероментҳо ионҳои металлҳое истифода мешаванд, ки дар таркиби ферментҳо вучуд надоранд, вале аз рӯйи табиат ва хосияташон ба ионҳои ичрокунандаи функцияҳои гуногун таркиби металлофероментҳо наздикӣ дорад [27, 11, 76, 51, 131].

Масалан, омӯзиши механизми ҳосилшавӣ ва фаъолшавии алкилпероксикомплексҳои кобалт зимни оксидшавии фенолҳо ва пирокатехин ба шарҳ додани ҳосилшавии алкилпероксикомплексҳои оҳан дар реаксияҳо бо иштироки чунин фермент, ба монанди оксигеназҳои оҳандор ёрӣ мерасонад. Катализаторҳои ферментӣ барои моделонидани таъсири металлоферментҳо барои он объекти мувофиқ мебошанд, ки омӯхтани раванди комплексҳосилшавӣ ва фаъолияти каталитикии гурӯҳҳои функционалии полимерҳои синтезӣ бо ионҳои аз ҷиҳати биологӣ муҳими металлҳои интиқоли имконият медиҳад, ки то як дараҷа маркази фаъоли металлоферментҳо моделонӣ карда шуда, ҳамин тавр, механизми таъсири металлоферментҳо беҳтар карда шавад.

“Муаллфони корҳои [88, 118, 145, 66, 94, 95] дар бораи механизми ташаббусонии стирол дар раванди оксидшавии он дар иштироки комплексҳои порфиринии оҳан, манган ва кобалт аз ҳисоби фаъолшавии оксигени молекулавӣ зимни ҳосилшавии комплексҳои  $MePrO_2^-$ , ки дар ин ҷо фаъолияти ками комплекси манган нисбат ба комплексҳои оҳану кобалт бо гуногунии адади координатсионии манган (4) ва адади координатсионии Fe ва Co (5) шарҳ дода мешавад, ақидаҳои худро баён намуданд”.

### **3.6. Пайвастаҳои координатсионии кобалт (II) бо акриламид**

Таҳқиқи пайвастаҳои координатсионии Co (II) бо лигандҳои сер ва носери макросиклӣ бо истифода аз усулҳои электронӣ, спектроскопияи инфрасурх (ИС) ва резонанси парамагнитии электрон (РПЭ), магнетохимия ва дериватография нишон дод, ки комплексҳои кобалт пайвастаҳои пастспинӣ буда, пас аз пайвастшавии оксиген онҳо

дар маҳлулҳои обӣ пайвастаҳои биядроии диамагнитиро бо купрукчаи оксигенӣ ( $O_2$ ) ҳосил мекунанд.

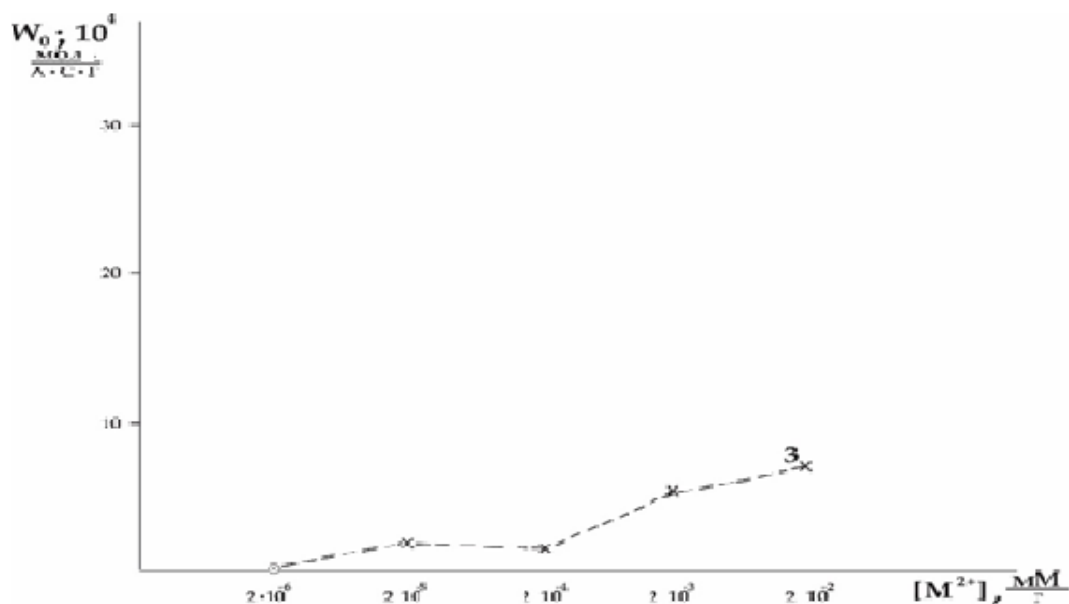
Дар ин маврид кобалт аз дарҷаи оксишавии ду ба дарҷаи оксидшавии се мегузарад. Инчунин пайвастиҳои координатсионии кобалт бо лигандҳои атсетатӣ ё макросиклӣ зимни оксигенонидан метавонанд ҳамчун моделҳои соддаи гузаронандаҳои паёмдори оксиген омӯхта шаванд. Барои ҳосилкунии гидрогели дорои пайвасти комплекси  $Co(II)$  маҳлулҳои акриамидро ( $11,7 M$ ) дар иштироки маҳлули  $0.015-3\%$ -и персульфати аммоний ва маҳлули  $10^{-5}-10^{-1}$  моляраи намакҳои кобалти  $Co(II)$  полимеризатсия намуда, сипас бо маҳлули  $1-25\%$ -и ишқор коркард мекунанд. Пас аз шустани бо оби муқаттар катализаторро дар ҳарорати  $80\text{ }^\circ C$ , дар муддати  $18-20$  соат хушк мекунанд. Гузариши гел-фазаӣ ҳангоми полимеризатсияи маҳлули гирифташуда, ки акриламид, персульфати аммоний ва намакҳои кобалти  $(II)$  дорад, зимни гармкунии маҳлул то ҳарорати  $55-60\text{ }^\circ C$  шуруъ мешавад ва пас аз ин гармкунии то ҳарорати  $90-100\text{ }^\circ C$  аз ҳисоби худ ба худ суръатгирии раванди полимеризатсия ба амал меояд. Ҳангоми гузариши гел-фазаӣ маҳлули обӣ, ки полимери ҳалшавандаи акриламид дорад ва он зимни таъсирунии компонентҳо дар ҳарорати хона ҳосил шудааст, ба массаи полимери дар об ҳалшаванда мегузарад. Ҳамин тавр, ба рафти полимеризатсия ва варамкунии полимер омилҳои гуногун хеле таъсир мерасонанд. Ҳангоми ҳосилкунии катализаторҳо шароитҳои оптималӣ, ки дар таҷрибаҳои махсус муайян карда шудаанд, риоя карда шуданд.

Пешакӣ муайян карда шуд, ки ба варамкунии гидрогели дорои пайвасти комплекси кобали  $(II)$  ва ба миқдори фраксияи ҳалшавандаи полимер вақти дар ҳарорати хона нигоҳдории маҳлул то гузариши гел-фазаӣ бисёр таъсир мерасонад. Зиёд кардани вақти нигоҳдорӣ ба кам шудани варамкунии ва зиёдшавии миқдори фраксияи ҳалшаванда сабаб мегардад.

Ҳангоми аз 0,015 % кам будани концентратсияи персулфати аммоний полимеризатсия ба амал намеояд, аммо дар вақти зиёда аз 3 % будан гели дар об ҳалшаванда ҳосил мешавад.

Дар ҳарорати пасттар аз 55<sup>0</sup>С гузаронидани раванди полимеризатсия ба камшавии суръати полимеризатсия оварда мерасонад, лекин дар ҳарорати 80<sup>0</sup>С ба ҳосилшавии полимерии ҳалшаванда сабаб мегардад. Ҳангоми истифодабарии маҳлули обии ишқор бо концентратсияи камтар аз 1% дар зинаи гидролиз гел бо варамкуниаш кам ҳосил шуда, бо концентратсияи зиёда аз 25 % ҳам гели варамкунанда ба даст оварда мешавад. Дар ҳарорати пасттар аз 70<sup>0</sup>С хушкунӣ суръати варамкунии гелро кам мекунад, вале дар ҳарорати зиёда аз 120 <sup>0</sup>С гузаронидани раванди хушкунӣ гудохта часпидани массаи полимер ва камшавии варамкунии гидрогел ба амал меояд. Аз 10<sup>-5</sup> то 10<sup>-1</sup> М тағйир додани концентратсияи намакҳои кобалт (II) имконият медиҳад, ки дар ҳудуди васеъ варамкунии гидрогел танзим карда шуда, дар ҳудуди нишондодашуда ҳама гуна варамкунӣ ба вучуд оварда шавад ва дар баробари ин зимни зиёдшавии концентратсия варамкунӣ кам мешавад.

Концентратсияи ионҳои комплекси кобалт (II) бо тариқаҳои таҳлили спектроскопӣ ва титронӣ муаян карда шуд. Нишон дода шуд, ки ионҳои кобалт (II) дар концентратсияҳои 10<sup>-5</sup>-10<sup>-1</sup> М дар маҳлули аввала ба таркиби гидрогел миқдоран дохил мебошад, яъне миқдори умумии ионҳои кобалт (II) дар маҳлул ба миқдори ионҳои металл пас аз полимеризатсия дар гидрогел баробар аст. Муайянкунии концентратсияи ионҳои кобалт (II) бо усули ҳисобкунӣ гузаронида шуд.



Расми 3.12. Таҳқиқи фаъолнокии каталитикии гидрогели кобалтдор дар раванди оксидкунии Na<sub>2</sub>S бо оксигени молекулавӣ дар таҷрибаҳои такрорӣ

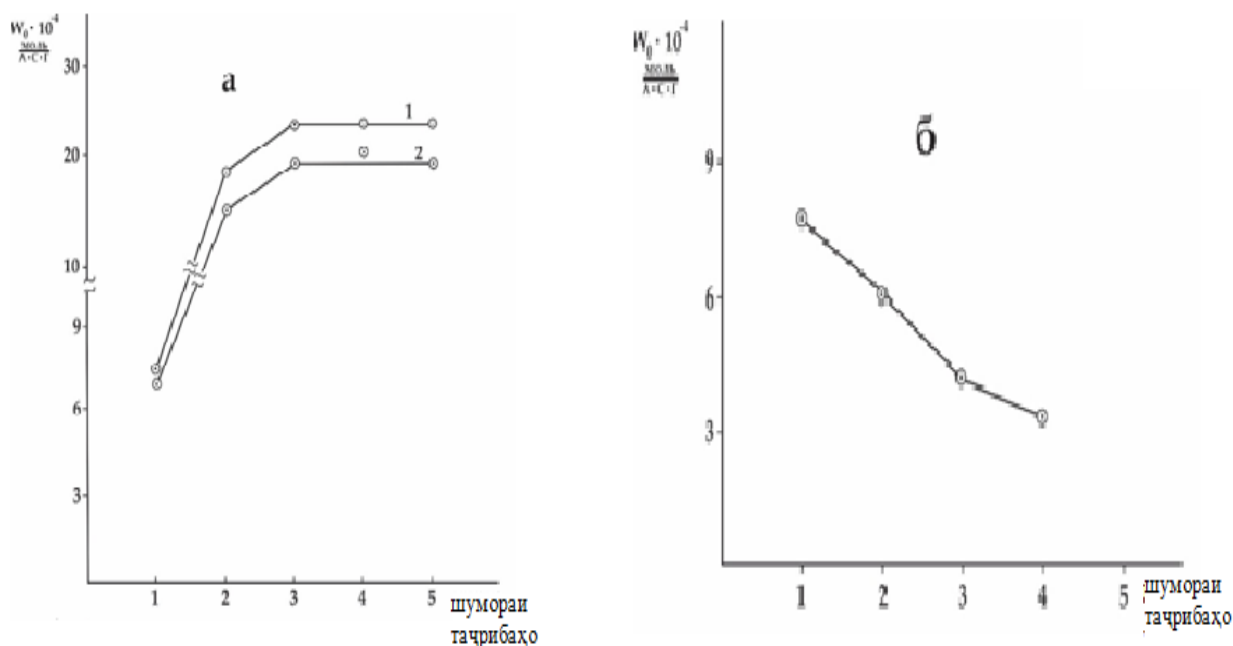
Барои кобалт (II), ки гидрогелҳо мавҷуд аст ва ҳангоми дар гидрогел зиёда аз 2·10<sup>-4</sup> ммол/г будани консентратсияи Co (II) афзудани фаъолнокии каталитикӣ мушоҳида мешавад, ки ин фаъолнокӣ зимни аз 2·10<sup>-4</sup> ммол/г зиёд будани консентратсия бо камшавӣ тағйир меёбад. Хусусияти тағйирёбии фаъолнокии каталитикӣ ҳангоми зиёд будани консентратсияи ионҳои металлҳои гуногун зоҳиран (эҳтимол) бо қобилияти мухталифи комплекссозилкунии онҳо ҳангоми таъсиркунӣ бо гурӯҳҳои функционалии гидрогели акриламидӣ (-CONH<sub>2</sub>, -COOH) ва бо қобилияти гуногуни ба ҳосилшавии робитаҳои (бандҳои) координатсионии субстрат (S<sup>2-</sup>) алоқаманд мебошад.

Дар таҷрибаҳои такрорӣ бо гидрогелҳои металлдор бо оксидкунии сулфиди натрий ноустувории фаъолнокии каталитикӣ мушоҳида шуда, зимнан дар мавриди мавҷуд будани гидрогели кобалтдор катализатор коркард карда мешавад. Бинобар ин, усули гузаронидани таҷрибаҳои такрорӣ ба хушккунии гидрогел пас аз таҷриба ва бо аз нав варамкунӣ пеш аз таҷрибаи навбатӣ алоқаманд аст. Катализатори дар ҳаво ҷойгир буда, аҳамият доштани давраи хушккунӣ дар коркарди катализатор ва

варамкунии гидрогел ва имконияти хушккунии сулфидҳо дар ҳаворо нишон медиҳад.

Барои ошкор кардани саҳми омилҳои нишондодашуда дар баробари хушккунии муқаррарӣ таҷрибаҳо бо хушккунии гел бо ёрии атсетон гузаронида шуданд. Пас аз таҷриба гелро аввал бо оби муқаттар ва сипас бо атсетон шуста мешавад. Чи тавре аз расми 3.13 дида мешавад, пас аз аввалин таҷрибаи каталитикӣ дар муддати 30 дақ. (қаҷхатаи 1) коркардкунӣ гел ба зиёдшавии фаъолияти каталитикӣ аз  $7,4 \cdot 10^{-4}$  то  $18,1 \cdot 10^{-4}$  мол/л·с·г оварда мерасад. Минбаъд айнан коркардкунӣ гел пас аз ҳар як таҷрибаи каталитикӣ ба ҳолате меорад, ки дар он фаъолнокии каталитикӣ доимӣ мешавад. Амалан чунин самара дар мавриди коркардкунӣ бо атсетон ҳангоми хушккунии гел дар байни таҷрибаҳо, дар ҳевони хушккунӣ, дар  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , дар муддати 30 дақ. (қаҷхатаи 1) мушоҳида мешавад. Дар ин ҳолат пас аз таҷрибаи аввал якбора афзудани фаъолнокии каталитикӣ мушоҳида шуда, вале баъдан дар таҷрибаҳои такрорӣ фаъолнокии каталитикӣ бе тағйир мемонад.

Самараи мушоҳидашавандаи коркарди гидрогели дорои  $\text{Co}^{2+}$  дар раванди оксидкунӣ аниони  $\text{S}^{2-}$  эҳтимолан ба аз нав тағйир ёфтани тӯр (сетка)-и гел ва танзим кардани катализатор дар раванд алоқаманд мебошад. Тахмин кардан мумкин аст, ки комплексҳои сулфидии дар рафти таҷриба ҳосилшуда дар раванди хушккунӣ ё иловакунии атсетон дар иштироки оксиген вайрон мешаванд, ё ин ки ба ягон тағйироти бисёр (саҳт) дучор мешаванд. Дар ин ҳолат наздикшавии гурӯҳҳои аз ҷиҳати координатсионӣ фаъоли гел, ки дар аввали таҷрибаи навбатӣ зимни варамкунии аниони  $\text{S}^{2-}$  ба ҳосилшавии комплексҳои бештар фаъоли сулфидии кобальт мусоидат мекунанд, ба амал меояд. Дар ин маврид дар робита ба «танзим» -и беҳтари тӯри полимерӣ дар субстрат, дар таҷрибаи такрорӣ самараи коркарди катализатор ҷой дорад.



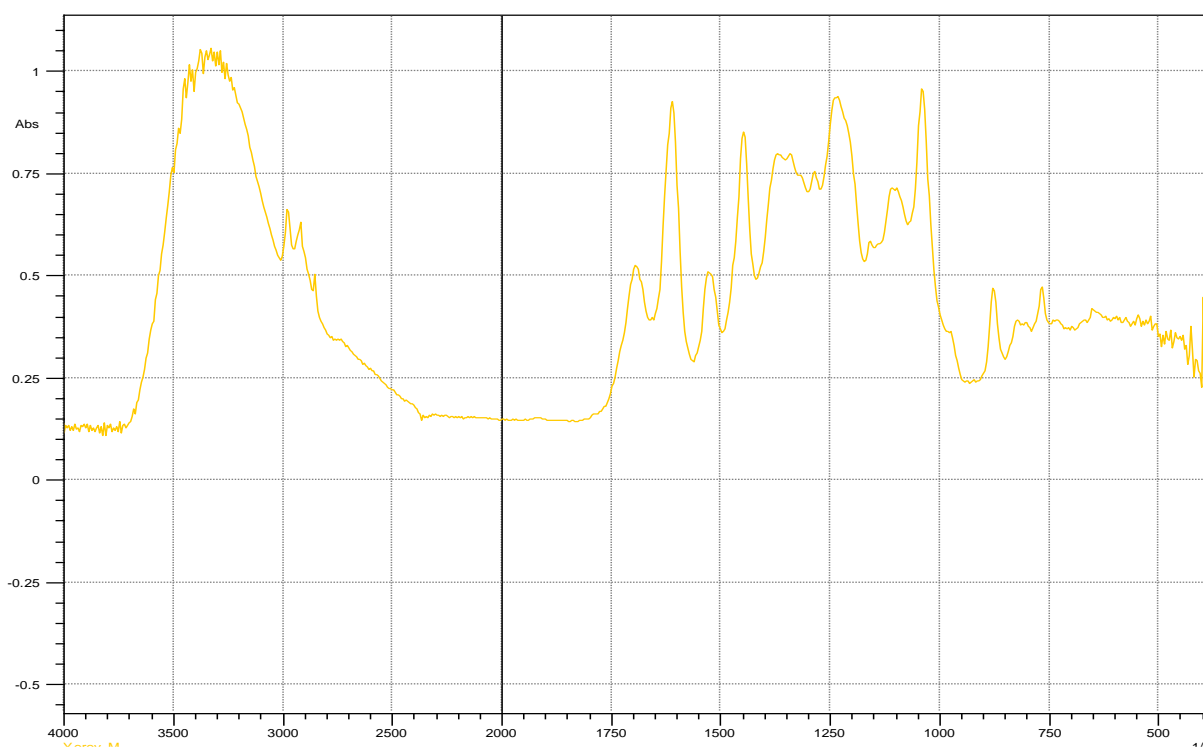
Расми 3.13. Фаълнокии каталитикии  $\text{Co}^{2+}$ /гел дар раванди оксидкунӣ бо маҳлули 0,1 М  $\text{Na}_2\text{S}$  (10 мл) дар таҷрибаҳои такрорӣ, а) бо коркарди мобайнӣ бо атсетон дар ҳарорати 295 К (1) дар ҳарорати 253К (2) хушккунӣ дар ҳаво, б) бе коркарди мобайнӣ байни таҷрибаҳо

«Мувофиқи адабиёти [95] ҳолати кобалт дар полимерҳои комплексҳосилкунанда ҳангоми тайёркунӣ ва нигоҳдории намунаҳо дар ҳаво метавонанд тағйир ёбад. Дар ин маврид як қисми комплексҳои баландспинии октаэдри  $\text{Co}(\text{II})$  бо ЭДЭ–10П-ро то ҳосилшавии комплексҳои пастспинӣ оксид менамоянд. Дар КБ-2  $\text{Co}(\text{II})$  ва  $\text{Co}(\text{III})$ -и дар натиҷаи оксидшавӣ ҳосилшуда дар ҳолати баландспинӣ воқеъ мебошанд».

Эҳтимол дар таҷрибаҳои мо имконияти оксидшавии як қисми  $\text{Co}(\text{II})$  то  $\text{Co}(\text{III})$  ва ҳосилшавии комплексҳои гетеровалентии  $\text{Co}(\text{II}, \text{III})$  вучуд дорад. Чунин тахмин кардан мумкин аст, ки аз таҷриба то таҷриба миқдори комплексҳои гетеровалентии  $\text{Co}(\text{II}, \text{III})$  дар фазаи гели акриламидӣ меафзояд.

Барои омӯзиши таркиби комплексҳои кобалт, ки дар фазаи гидрогели акриламидӣ ҳосил мешаванд, спектрҳои ИС-и гидрогел пеш ва баъд аз катализ гирифта шуд (расми 3.14 ва ҷадвали 3.14).

Чӣ тавре аз расми 3.14 бармеояд, дар муқоиса бо спектри ИС-и гидрогели дорои  $\text{Co}(\text{II})$  то таҷриба спектри гидрогели беметалл фарқ мекунад. Дар соҳаи пастбасомад, дар дарозии мавҷи  $3400$  ва  $3200 \text{ cm}^{-1}$  майлқунии хатҳои фурӯбарии лаппишҳои симметрӣ ва ғайрисимметрии  $\text{NH}_2$  ба амал омада, онҳо дар  $3380$  ва  $3180 \text{ cm}^{-1}$  намудор мешаванд, раҳи лаппиши  $\text{C}=\text{O}$ -и гурӯҳҳои карбоксилӣ дар  $1685 \text{ cm}^{-1}$  хомуш шуда, зоҳиршавии раҳи интенсивияташ гуногун дар дарозии мавҷи  $1695$ ,  $1685$ ,  $1665 \text{ cm}^{-1}$  ва раҳи тасма дар  $1705 \text{ cm}^{-1}$  мушоҳида мешавад. Раҳҳои фурӯбарии  $\text{C}=\text{O}$ -и гурӯҳҳои амидӣ дар  $1640 \text{ cm}^{-1}$  намудор шуда, ба «Амид I» мансуб аст ва раҳи фурӯбарии  $1610 \text{ cm}^{-1}$  ба «Амид II» мутаалиқ буда, тақсим мешавад ва дар  $1645$  ва  $1600 \text{ cm}^{-1}$  зоҳир мегардад.



Расми 3.14. Спектрҳои СИ - и гидрогелҳои акриламидӣ: 1- гел бе  $\text{M}^{n+}$ , 2-  $\text{Co}^{2+}$ /гел то катализ, 3-  $\text{Co}^{2+}$ /гел пас аз катализ

Инчунин тағйироти кам дар соҳаи раҳҳои фурӯбарӣ дар  $1460$ ,  $1410 \text{ cm}^{-1}$  мушоҳида шуда, ба  $5 \text{ cm}^{-1}$  майлқунии раҳи фурӯбарӣ дар  $1350$ ,  $1325 \text{ cm}^{-1}$ , дар соҳаи пастбасомад ба амал меояд, ки ба лаппиши валентии  $\text{C}=\text{O}$ -и гурӯҳи карбоксилӣ ва ба лаппиши деформатсионии  $\text{C}-\text{O}-\text{H}$

мансуб мебошад. Майлқунии раҳҳои васеи фурубарӣ дар  $600\text{ см}^{-1}$  ба  $550\text{ см}^{-1}$  дида мешавад.

**Ҷадвали 3.14. - Таъини раҳҳои фурубарии гидрогелҳои акриламидӣ: гел бе  $M^{n+}$ ,  $Co^{2+}$  /гел (пас аз катализ),  $Co^{2+}$  /гел (то катализ) ( $см^{-1}$ )**

Гел бе $M^{n+}$	$Co^{2+}$ /гел (то катализ)	$Co^{2+}$ /гел (пас аз катализ)	Мансуб кардан	Манбаи адабиётӣ
3400	3380	3400	$\nu_{as}(NH_2)$	[12,25-М]
3200	3180	3200	$\nu_s(NH_2)$	[12,25-М]
1685, 1665	1695, 1685, 1665	1695, 1682, 1675, 1662	$\nu(CO)(COOH)$	[12,25-М]
1640	1645, 1655(фб), 1625фурубарӣ	1655(фб), 1635, 1625	$\nu(CO)(CONH_2)$ «Амид I»	[12,25-М]
1610	1600, 1610	1615, 1605	$\nu(CN)(NH_2)$ «Амид II»	[12,25-М]
1460,1410, 1315, 1325	1458, 1408, 1355, 1330	1455, 1410, 1355, 1330	C-O(COOH) лапшиши деформатсионӣ	[12,25-М]

Ҳамаи фарқияти спектри гидрогели  $Co^{2+}$  то катализ дар муқоиса бо спектри гидрогели акриламидии бе металл аз ҳалшавии пайвастаи комплекси кобалт бо гурӯҳҳои функционалии гидрогел шаҳодат медиҳад.

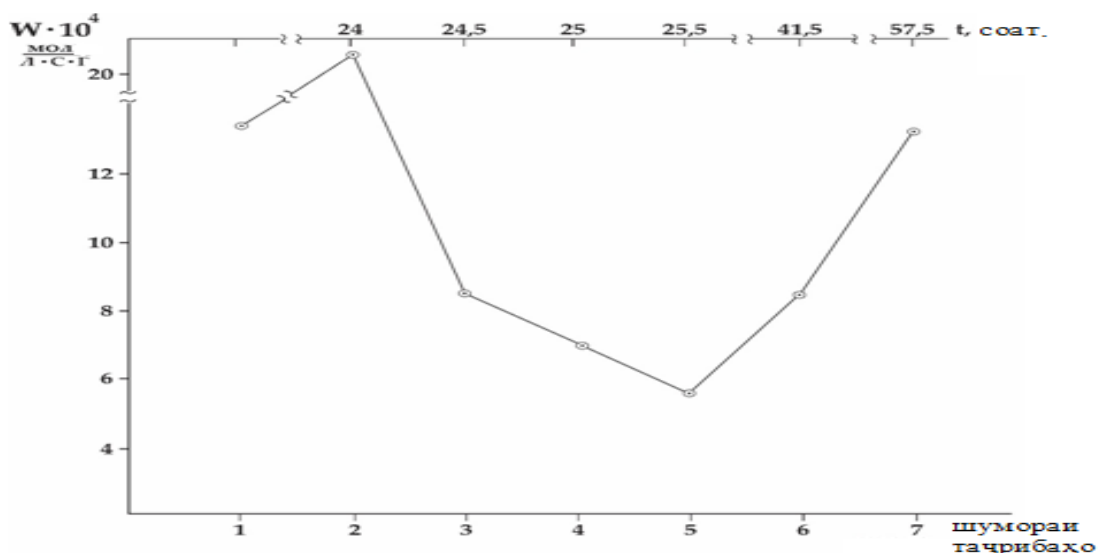
Пас аз катализ дар спектри ИС-и гидрогели кобалтдор аз рӯи муқоиса кардани спектри он то катализ чунин тағйирёбӣ мушоҳида

мешавад: майлқунӣ ва зиёдшавии интенсивнокии рахҳои фурӯбарии C=O-и гурӯҳи карбоксилӣ дар 1695, 1685, 1665 см<sup>-1</sup> ва зоҳиршавии онҳо дар соҳаҳои 1695, 1682, 1675, 1662 см<sup>-1</sup>.

Раҳи фурӯбарии ба C=O-и гурӯҳи амидӣ мансуббуда («Амид I») дар намуди тасма дар 1655 см<sup>-1</sup> намудор шуда, ду раҳи нави фурӯбарӣ дар 1635 ва 1625 см<sup>-1</sup> зоҳир мешаванд. Хатти фурӯбарии ба «Амид II» мансубиятдошта дар 1605 см<sup>-1</sup> зоҳир мешавад. Инчунин тағйирёбии рахҳо дар дарозии мавҷи 1458 см<sup>-1</sup> мушоҳида мешавад, ки он дар намуди триплет дар 1455 см<sup>-1</sup> зоҳир шуда, дар 1408 см<sup>-1</sup> рах дорад. Раҳи васеи фурӯбарӣ дар 550 см<sup>-1</sup> ба соҳаи пастбасомад ба 10 см<sup>-1</sup> майл мекунад. Ин рах ба робитаи (банди) M← L (L-CONH<sub>2</sub>, -COOH, S<sup>2-</sup>) таалуқ дорад. Фарқияти спектрҳои гидрогели Co- дошта пеш ва пас аз таҷриба аз ҳосилшавии комплексҳои сулфидӣ дар фазаи полимер шаҳодат медиҳад.

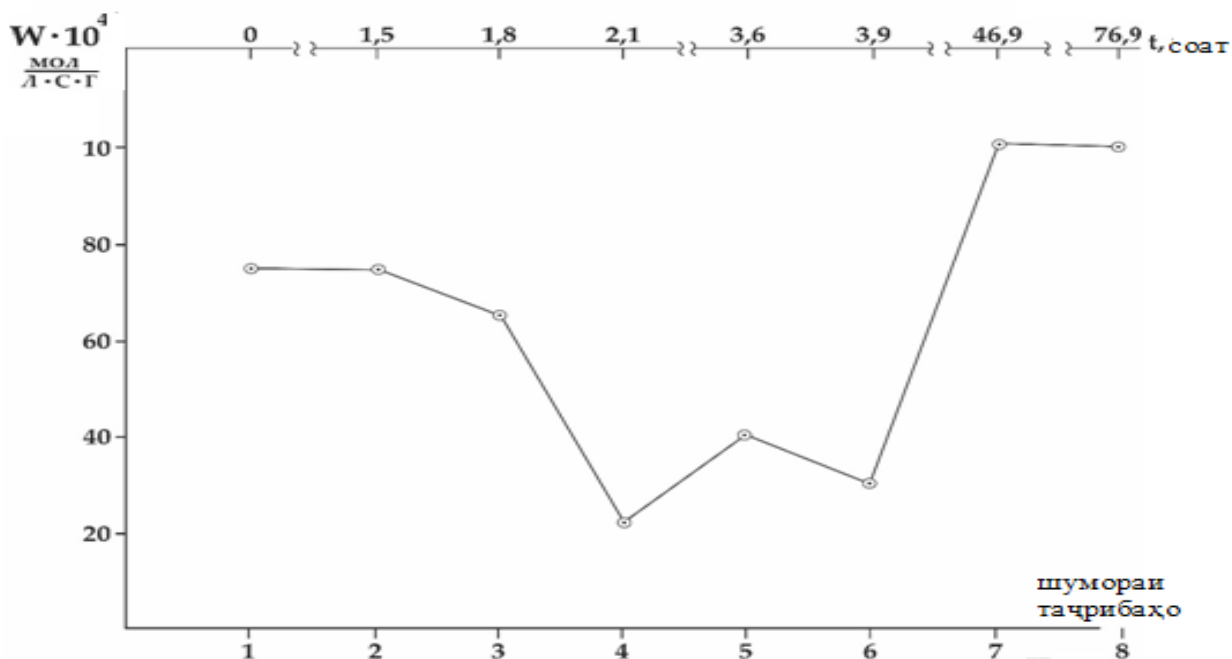
Бо мақсади ошкор кардани дараҷаи оксидшавии гидрогел ҳангоми хушқунӣ силсилаи таҷрибаҳо зимни хушқунии гел дар ҳарорати хона, дар иштироки оксигени ҳаво, дар муддатҳои гуногуни вақт гузаронида шуданд. Натиҷаҳои таҷрибаҳо оид ба оксидкунии сулфиди натрий дар гидрогели Co- дор дар расмҳои 3.15. ва 3.16. оварда шудаанд.

Чи тавре ки аз расмҳои 3.15. ва 3.16. дида мешавад, вобаста ба дараҷаи хушқунии гидрогели Co (II)-дор байни таҷрибаҳо дар таҷрибаҳои такрорӣ он фаъолнокии гуногуни каталитикӣ зоҳир мекунад. Дар ин маврид фаъолнокии аз ҳама зиёди Co<sup>2+</sup>/гел дар вақте мушоҳида мешавад, ки он то ҳолати ҳавой-хушқӣ хушқ карда шавад.



Расми 3.15. Фаълнокии каталитикии  $\text{Co}^{2+}$ /гел ( $C_{\text{Co}^{2+}} = 4 \cdot 10^{-4}$  мм/г) дар раванди оксидшавии маҳлули 0,1 М  $\text{Na}_2\text{S}$  (10 мл) дар таҷрибаҳои такрорӣ, дар ҳарорати 313 К бо фосилаҳои гуногуни вақти байни таҷрибаҳо (ба сифати намаки Со (II)  $\text{CoCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  истифода бурда шуд)

Тағйирёбии фаъолияти каталитикии гидрогели иони Со (II)-дор вобаста ба хушккунии он эҳтимолан ба он алоқаманд аст, ки бо варамкунии гидрогел атомҳои марказии пайвастаҳои координатсионии бисёрҷадроиро ҳосилкунанда аз якдигар дур мешаванд ва ин ба камшавии фаълнокии каталитикӣ оварда мерасонад. Ин бо ин далел тасдиқ карда мешавад, ки пас аз ҳаҷми муайян варамкунии гел дар маҳлули реаксионӣ, минбаъд варамкунӣ ба камшавии фаълнокии каталитикии гидрогел сабаб мешавад. Қайд намудан зарур аст, ки бо камшавии варамкунии гидрогел фаълнокии гидрогели Со (II)-дор зиёд мешавад.



Расми 3.16. Фаъолнокии каталитикии  $\text{Co}^{2+}$ /гел ( $C_{\text{Co}^{2+}} = 4 \cdot 10^{-4}$  мМ/г) дар раванди оксидкунии маҳлули 0,1 М  $\text{Na}_2\text{S}$  (10 мл) дар таҷрибаҳои такрорӣ, дар ҳарорати 313 К бо фосилаҳои гуногуни вақти байни таҷрибаҳо (ҳамчун намаки  $\text{Co(II)}$  атсетати кобалт (II)  $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COOH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  истифода шудааст)

Ҳамин тавр, имконияти зиёди истифодабарии гидрогелҳои дорои пайвастаҳои комплекси металлҳои интиқоли, аз ҷумла, пайвастаҳои комплекси  $\text{Co(II,III)}$  дар фазаи гидрогели полиакриламидӣ, дар равандҳои оксидшавӣ ҳамчун катализаторҳои пастҳарорат ва ба сифати объектҳои қулай барои моделонии таъсири металлоферментҳо бо мақсади хубтар фаҳмидани механизми таъсири онҳо мавҷуд мебошад.

### 3.7. Фаъолияти каталитикии комплекси металлферментӣ бо гидрогели акриламидӣ, ки дар раванди оксидкунӣ бо сулфати натрий ҳосил карда шудаанд

Рушди босуръати химияи пайвастаҳои комплекси металлҳо на танҳо ба кашф намудани катализаторҳои комплекси нав, балки ба беҳтар фаҳмидани механизми реаксияҳои гомонегӣ, гетерогенӣ ва ферментативӣ оварда расонид. Дар интиҳоб кардани катализаторҳо барои реаксияҳои оксидкунӣ бо оксиген, ки таъсиркунии онҳо бо душворӣ назорат карда мешавад, мисоли равшан, ферментҳо мебошанд, ки фаъолияти таъсиррасонӣ дар шароитҳои муътадилро доро мебошанд.

Макромолекулаҳои ферментҳо сохти мураккаб доранд, аммо дар молекулаи ферментҳои металлдор ҳатто намуди банди координатсионӣ бо металлҳо тавзеҳ дода нашудааст. Синтез намудани комплексҳои сохташон содда, ки ба шарҳ додани механизми реаксияҳои ферментативӣ ёрӣ мерасонанд, масъалаи муҳим мебошад.

Катализи полимерҳо самти нисбатан нав мебошад, ки бо туфайли равобити мутақобили чунин соҳаҳои химия ба монанди химияи пайвастаҳои фаромолекулӣ, химияи координатсионӣ ва химияи каталитикӣ ба вуҷуд омадааст.

Бо ёрии макромолекулаҳои синтетикӣ катализаторҳои полимериҳо ҳосил намудан мумкин аст, ки онҳо аз рӯи принсипи ферментҳо, ки ба онҳо мувофиқи фаъолият ва интиҳоби таъсиррасонии-шон рақобат доранд, таъсир мерасонанд. Комплексҳои металлоферментӣ дар соҳаҳои гуногуни фаъолияти амалии инсон истифодаи васеи худро ёфтаанд, чунки катализ ҳамчун яке аз он самтҳо дар баробари дигар соҳаҳо ба монанди раванди чодокунӣ, консентронидан ва чодокунии металлҳо, ҳосилкунии навъҳои нави сорбентҳо, ҳосил намудани гидрогелҳо, ки то ҳол ба таври васеъ ба сифати ивазкунанадҳои нурии захрнок истифода мешаванд, ба ҳисоб мераванд.

Чи тавре маълум аст, ки катализаторҳои металлокомплексӣ зарраҳои индивидуалӣ буда, бо реагент дар як фаза воқеъ мебошанд. Дар ин маврид реаксия дар ҳудуди координатсионии метали интиқоли бо иштироки электронҳо ва ба тариқи стерикӣ (фазой)-и металлҳои лигандҳои комплекс ва бо ҳосилшавии маҳсули фаъолкардашудаи мобайнӣ мегузарад. Ҳамаи марказҳои катализии чунин системаҳо комилан мутобиқ буда, ба дараҷаи якхела барои реагентҳо дастрас мебошанд, фаъолият ва селективнокии онҳоро бо тағйир додани ихтоташавии лиганд аз тарафи метали интиқоли иваз кардан мумкин мебошад. Дар катализии гетерогенӣ реаксия дар сарҳади чодошавии фаза гузашта, фаъолшавии моддаҳои таъсиркунанда дар натиҷаи дар сатҳи

катализатор адсорбсия шудани онҳо ба амал меояд. Дар сатҳи катализатор якҷанд марказ вучуд дорад, ки аз онҳо метавонад фақат як марказ реаксияи заруриро катализатсия кунад. Дар чунин маврид марказҳои боқимонда метавонанд нофаъол бошанд. Вақте ки сухан дар бораи таҳқиқи марказҳои фаъол ва механизми таъсири каталитикии онҳо меравад, он гоҳ, бартарии катализаторҳо муҳим мебошад. Дар навбати худ яке аз нишондиҳандаҳои асосӣ аз ҷиҳати технологӣ мувофиқ будани катализаторҳои гомогенӣ ва гетерогенӣ мебошад. Дар ин ҷо бартарӣ ба катализаторҳои гомогенӣ ва гетерогенӣ дода мешавад, чунки онҳоро аз маҳсули реаксия ҷудо намудан ва ба раванд дубора баргардонидан осон мебошад. Зеро ин махсусан муҳим аст, агар металлокомплексҳо қимат ё захира бошанд. Бинобар ин, ба металлкомплексҳо, ки бо намояндаҳои полимерӣ пайваст карда шудаанд, бартарии катализи гомогенӣ ва гетерогенӣ хос мебошад.

Мувофиқи маълумоти адабиёт ҳосилкунии катализаторҳои металлокомплексӣ ду мақсади асосӣ дорад: ҳосил намудани катализаторҳо бо фаъолнокии селективии такроршаванда (ба монанди системаҳои гомогенӣ) ва аз маҳсули реаксия зудҷудошаванда (ин ба катализаторҳои гетерогенӣ хос аст); синтези катализаторҳои гетерогенӣ, ки дар онҳо марказҳои фаъол сохти муайян доранд ва ин имкон медиҳад, ки механизми реаксияҳои каталитикӣ хубтар муайян карда шавад. Дар фазаи полимер таркиб ва сохти маркази координатсиониро, ки фаъолияти каталитикии онро муайян мекунад, то дараҷае тағйир додан ва назорат кардан мумкин аст. Ҳосил кардани марказҳои координатсионӣ бо хосиятҳои зарурӣ тавассути тағйир додани гурӯҳҳои лигандии полимер ва лигандҳои хурдмолекула, табиат ва консентратсияи ионҳои металл, шароитҳои сорбсияшавии ионҳо бо синтези полимер амалӣ мешавад. Аз тарафи дигар, бо туфайли чандир ва мутаҳаррик будани матритсаи полимерии катализатор танзими зарурии катализатор ва субстратро таъмин намудан мумкин аст.

Катализаторҳои полимерӣ барои моделонидани таъсири металлоферментҳо дар он объектҳо қулай мебошанд, ки омӯзиши раванди комплексҳосилшавӣ ва фаъолияти каталитикии гурӯҳҳои функционалии полимерҳои синтетикӣ онҳо бо ионҳои аз ҷиҳати биологӣ фаъоли металлҳои интиқоли имконият медиҳанд, то дараҷае маркази фаъоли металлоферментҳоро моделонӣ намоем ва бо ҳамин роҳ механизми таъсири металлоферментҳоро дуруст фаҳмида тавонем.

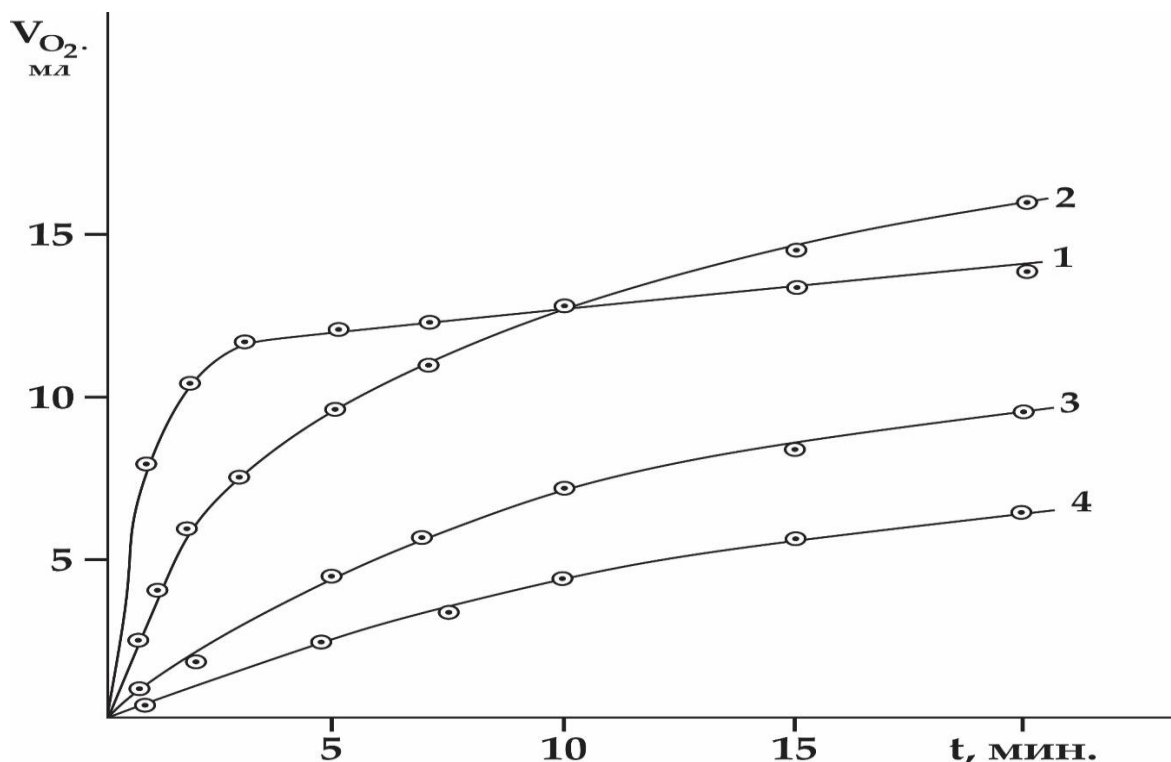
Яқин аст, ки таҳқиқи катализаторҳои металлополимерӣ соҳаи бисёр ояндадори химияи катализ мебошад. Он имкон фароҳам меорад, ки ба ҳалли масъалаҳои зарурати фундаметаллидошта - аз интиҳоби эмпирикии катализаторҳо сар карда то ба пешбини илмӣ таъсири каталитикии онҳо наздик шавем. Барои дар сатҳи полимерҳо пайвастунии металл полимерҳои занҷири карбонидошта ва гетерозанҷириро, ки онҳо дар таркиби худ гурӯҳҳои аминӣ, амидӣ, гидроксилӣ ва пигментҳои сулфуру фосфордорро доранд, истифода мекунам.

Вобаста ба ин, мувофиқи методикаи бо роҳи сорбсияи ионҳои  $Fe^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$  ва  $Mn^{2+}$  тавассути гидрогели акриламид комплексҳои металлополимерии ионҳои металлҳои интиқоли синтез карда шуданд.

Дар ин маврид фаъолияти самараноки катализаторро интизор шудан мумкин аст. Бо ин роҳ ба таври қиёсӣ миқдори зиёди ионҳои металлҳоро ворид кардан мумкин аст. Дар зинаи синтез бо усули ҳосилкунии гидрогелҳо бо иловакунии ионҳои металлҳо устувории каталитикӣ ба вучуд оварда намешавад.

Агар дар усули 1-ум воридкунии миқдори зиёди ионҳои металлҳои интиқоли ба сустшавӣ ва ҳалшавандагии гидрогели полимерӣ оварда расонад, дар усули 2-юм бошад, зиёд намудани концентратсияи ионҳои металл ба дӯхташавии иловагии полимер аз ҳисоби ҳосилшавии гидрогелҳои координатсионӣ дар фазаи гидрогели акриламидӣ сабаб мешавад.

Дар расми 3.17. қачхатаҳои кинетикии оксидшавии моеъ-фазагии маҳлули  $0,05 \text{ M Mn}^{2+}$  бо оксигени молекулавӣ (дар ҳарорати  $313 \text{ K}$ ), дар иштироки гидрогелҳои акриламидӣ, ки ионҳои металл доранд ва бо роҳи сорбсияи ионҳои металл (дар маҳлули  $0,1 \text{ M}$  обӣ) бо гидрогели акриламидӣ ҳосил карда шудаанд, оварда шудаанд.



Расми 3.17. Қачхатаҳои кинетикии оксидшавии моеъ-фазагии маҳлули  $0,05 \text{ M Na}_2\text{S}$  (дар ҳарорати  $313 \text{ K}$ ) бо оксигени молекулавӣ, дар иштироки гидрогелҳои акриламидӣ, ки ионҳои металл доранд ва бо роҳи сорбсияи ионҳои металл (дар маҳлули обии  $0,1 \text{ M}$ ) бо гидрогели акриламидӣ ҳосил карда шудаанд.

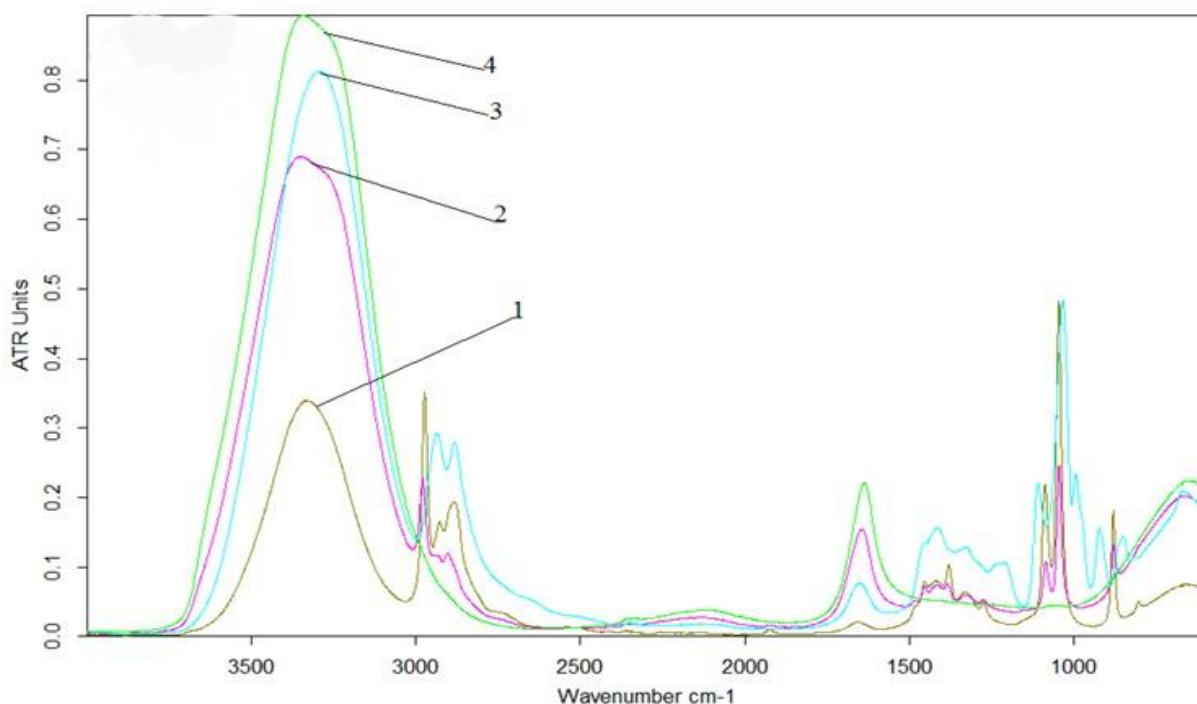
Чӣ тавре аз расми 3.17. дида мешавад, ҳамаи катализаторҳои металлополимерӣ фаъолияти баланди катализӣ зоҳир мекунанд, ки он бо қатори зайл кам мешавад:  $\text{Ni}^{2+} > \text{Mn}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Cu}^{2+}$ .

Таркиби маҳсули оксидшавии моеъ-фазагии  $\text{Na}_2\text{S}$  дар гидрогелҳои дорой ионҳои  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  ва  $\text{Cu}^{2+}$  дар ҷадвали 3.14. оварда шудааст.

Ҷадвали 3.14. - Миқдори маҳсули реаксияи оксидшавии моеъ-газӣ маҳлули  
оби 0,1 М дар иштироки гидрогелҳои дорои  $M^{2+}$ , дар ҳарорати 313 К

Вақт, дақиқа	$S^{2-}$ , %	$S_2O_3^{2-}$ , %	$SO_3^{2-}$ , %	$SO_4^{2-}$ , %
$[Ni^{2+}] = 10,9$ ммол/г				
0	84,05	4,35	11,6	0
5	13,38	2,00	11,65	76,90
10	9,45	3,07	4,25	79,29
20	0,79	2,20	5,36	91,65
$[Mn^{2+}] = 8,0$ ммол/г				
0	84,05	4,35	11,6	0
10	10,24	3,07	9,4	77,29
20	6,3	2,6	11,23	79,87
30	4,73	2,6	11,65	81,02
$[Cu^{2+}] = 2,6$ ммол/г				
0	91,2	5,9	2,9	0
20	7,2	4,7	22,1	66,0
120	3,0	5,9	12,5	78,6

Барои тавзеҳ додани таркиби комплексҳои, ки дар фазаи гидрогел ҳосил мешаванд, спектрҳои ИС-и намунаҳои гидрогелҳои дорои ионҳои ба комплекс робитадоштаи металл гирифта шудаанд.



Расми 3.18. (1). Спектрҳои инфрасурхи гидрогелҳои акриламидӣ: 1-гел бе  $M^{2+}$ ; 2- $Fe^{2+}$ /гел; 3- $Ni^{2+}$ /гел; 4- $Cu^{2+}$ / гел; 5- $Mn^{2+}$  /гел

Дар расми 3.18. (2) спектрҳои гидрогели бе металл ва дорои ионҳои  $Mn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$  ва  $Co^{2+}$  оварда шудаанд. Дар спектри ИС-и намунаи гидрогели бе металл рахҳои фурӯбарӣ, ки ба лаппиши валентии  $C=O$ -и таркиби гурӯҳи озоди карбоксилӣ ( $1740-1720\text{ cm}^{-1}$ ) мансуб аст, дида намешаванд. Мувофиқи адабиёт ин ба он алоқаманд аст, ки дар намунаи гидрогели бе металл гурӯҳҳои карбоксилӣ ва амидӣ дар намуди димерҳои сиклӣ ассотситасия шудаанд. Майлқунии раҳи  $C=O$ -и гурӯҳи карбоксилӣ дар соҳаи пастбасомад ва дар басомадҳои  $1685, 1664\text{ cm}^{-1}$  зоҳиршавии он махсусан барои гурӯҳҳои димершудаи карбоксилӣ хос мебошад.

Рахҳои фурӯбарии  $1460, 1410$  ва  $1315, 1325\text{ cm}^{-1}$  ба лаппишҳои валентии  $C=O$  ва лаппиши валентии  $O-H$  мансуб мебошанд. Дар ин рахҳо то як дараҷа таъсири байни лаппиши валентии  $C=O$  ва лаппиши деформатсионии берун аз ҳамвории  $C-O-N$  инъикос мешавад. Соҳаи  $1325-1280\text{ cm}^{-1}$  соҳаи аз ҳама интенсивноки димерҳо буда, одатан ҳамчун раҳи лаппиши валентии  $C=O$  таҳқиқ мешавад ва дар намуди дублет зоҳир мегардад. Раҳи фурӯбарии лаппиши валентии  $C=O$ -и гурӯҳи амидӣ

мувофиқи адабиёти дар дарозии мавҷи  $1645\text{ см}^{-1}$  (“Амид-I”) намудор шуда, раҳи фурӯбарӣ дар  $1600\text{ см}^{-1}$  ба лаппиши деформатсионии гурӯҳи  $\text{NH}_2$  (“Амид-II”) мансуб аст.

Мувофиқи адабиёт раҳи фурӯбарии лаппиши симметрӣ ва ғайрисимметрии гурӯҳи  $\text{NH}_2$  дар  $3400$  ва  $3200\text{ см}^{-1}$  барои гурӯҳҳои ассостсиатсияшуда хос мебошад.

Дар спектрҳои ИС-и гидрогелҳои акриламидии дорои ионҳои металлҳои интиқоли дар муқоиса бо гидроксиди бе металл тағйирот дида мешавад. Барои гидрогели мангандор дар басомади  $1685\text{ см}^{-1}$  васеъшавӣ ва коҳишбӯии раҳҳои лаппиши валентии  $\text{C=O}$ -и гурӯҳи карбоксилӣ мушоҳида шуда, дар  $1665\text{ см}^{-1}$  кучиши он ва дар  $1710$ ,  $1690\text{ см}^{-1}$  зоҳиршавии раҳи тасма ба назар мерасад. Ба ҷойи раҳи тасмашакл дар  $1650\text{ см}^{-1}$ , дар  $1645\text{ см}^{-1}$  раҳи интенсивии фурӯбарӣ зоҳир мешавад. Камшавии интенсивнокии раҳи фурӯбарӣ дар  $1610\text{ см}^{-1}$  мушоҳида шуда, он дар  $1620$  ва  $1605$  (тасма) намудор мешавад. Дар  $1460$ ,  $1410$  ва  $1315$ ,  $1325\text{ см}^{-1}$  майлкунии раҳҳои фурӯбарӣ мушоҳида шуда, онҳо мувофиқан дар соҳаҳои  $1450$ ,  $1425$ ,  $1350$  ва  $1330\text{ см}^{-1}$  зоҳир мегарданд. Раҳи васеи фурӯбарӣ дар  $600\text{ см}^{-1}$  ба соҳаи пастбасомад майл карда, дар басомад  $540$ ,  $360$  ва  $330\text{ см}^{-1}$  дар намуди раҳҳои фурӯбарӣ пайдо мешавад.

Барои гидрогелҳои мисдор чунин тағйирот мушоҳида мешавад: коҳишбӯӣ ва майлкунии раҳи фурӯбарӣ дар  $1685\text{ см}^{-1}$  ва зоҳиршавии раҳи тасма дар соҳаҳои  $1690$ ,  $1680$  ва  $1670\text{ см}^{-1}$ . Дар дарозии мавҷи  $1630\text{ см}^{-1}$  (“Амид-I”) ба ҷойи раҳи тасма дар  $1630\text{ см}^{-1}$  раҳи фурӯбарӣ мушоҳида шуда, дар  $1610\text{ см}^{-1}$  интенсивнокии раҳи фурӯбарӣ ба “Амид-II” мансуббуда кам мешавад ва ба соҳаи пастбасомад ( $1630\text{ см}^{-1}$ ) майл мекунад, вайроншавӣ ва кучиши раҳҳои фурӯбарӣ дар  $1460$ ,  $1410\text{ см}^{-1}$  ва зоҳиршавии онҳо дар соҳаҳои  $1470$ ,  $1420$ ,  $1408\text{ см}^{-1}$  мушоҳида мешавад. Раҳи васеи фурӯбарӣ дар  $600\text{ см}^{-1}$  ба соҳаи пастбасомад майл мекунад ва дар  $500\text{ см}^{-1}$  намудор мешавад.

Барои гидрогелҳои никелдор чунин тағйирот мушоҳида мешавад: вайроншавӣ ва кучиши рахҳои фурубарӣ дар  $1685\text{ см}^{-1}$  ва зохиршавии онҳо дар намуди якчанд рахҳои фурубарӣ дар басомадҳои  $1695$ ,  $1678$ ,  $1670$  ва  $1665\text{ см}^{-1}$  дида мешавад. Раҳи фурубарии ба “Амид- I” мансуббуда дар намуди раҳи фурубарии дар  $1640$  ва  $1635\text{ см}^{-1}$  интенсивияташ гуногун зохир гардида, рахҳои фурубарии ба “Амид- II” мансуббуда дар соҳаҳои  $1618$ ,  $1610$  ва  $1600\text{ см}^{-1}$  мушоҳида шуда, раҳи васеи фурубарӣ дар дарозии мавҷи  $560\text{ см}^{-1}$  намудор мешавад.

**Ҷадвали 3.15. - Таъини рахҳои фурубарии гидрогелҳои акриламидӣ (гел бе  $M^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ /гел,  $Cu^{2+}$ /гел,  $Ni^{2+}$ /гел,  $Fe^{2+}$ /гел,  $Co^{2+}$ /гел)**

Гел бе $M^{2+}$	$Mn^{2+}$ /гел	$Cu^{2+}$ /гел	$Ni^{2+}$ /гел	$Fe^{2+}$ /гел	$Co^{2+}$ /гел	Мансуб донситан
3400	3415	3420	3400	3400	3400	$\nu_{as}(NH_2)$
143200	3200	3200	3180	3180	3200	$\nu_s(NH_2)$
1685	1710 <sub>пл</sub> , 1690, 1665	1700 <sub>пл</sub> , 1670 <sub>пл</sub> , 1680, 1670, 1660	1705, 1695, 1678, 1670, 1665	1702 <sub>пл</sub> , 1680, 1660	1702 <sub>пл</sub> , 1692, 1675, 1665, 1658	$\nu(C=O)$ (COOH)
1665	1645	1630	1640, 1635	1635	1642, 1620	$\nu(C=O)$ (CONH <sub>2</sub> ) «Амид I»
1610	1620, 1605 <sub>фуру</sub> барӣ	1600	1618, 1610, 1600	1605, 1580 фурубарӣ	1605, 1580 фурубарӣ	$\sigma(NH_2)^+$ $\nu(CN)$ «Амид II»
1460, 1315, 1410, 1325	1450, 1425, 1350, 1330	1470, 1420, 1350, 1320	1458, 1425, 1358, 1332	1440, 1415, 1345, 1325	1458, 1412, 1348, 1325	$\nu(C-O)$ (COOH) (лапиши ваалентӣ) лапиши деформатсионӣ C-O-H
-	600	500	560	550	560, 420	M----L (L---COOH, -CONH <sub>2</sub> )

Барои гидрогели оҳандор тағйироти зайл ба назар мерасад: майлқунии рахҳои фурубарӣ дар  $3200\text{ см}^{-1}$ , дар соҳаи пастбасомад ( $3180\text{ см}^{-1}$ ) дида мешавад. Раҳи фурубарии лапиши валентии  $\text{C}=\text{O}$ -и гурӯҳи карбоксил дар  $1680, 1660\text{ см}^{-1}$  мушоҳида шуда, дар  $1700\text{ см}^{-1}$  раҳи тасма намудор аст ва дар  $1650\text{ см}^{-1}$  ба ҷойи он раҳи фурубарӣ дар  $1635\text{ см}^{-1}$  зоҳир мегардад, ки он ба “Амид-II” мансуб аст ва ба соҳаи пастбасомад ( $1605\text{ см}^{-1}$ ) майл мекунад. Дар  $1460, 1410\text{ см}^{-1}$  тағйирёбии раҳи фурубарӣ ба назар мерасад ва дар  $1440, 1415\text{ см}^{-1}$  он мекуҷад. Дар басомади  $550\text{ см}^{-1}$  раҳи фурубарии ба робитаи (банди) M-L мансуб буда мушоҳида мешавад. Ҳамаи тағйироти мушоҳидашуда (ҷадвали 3.15.) аз иштироки гурӯҳҳои карбоксилӣ ва амидӣ дар реаксияи комплексҳосилшавӣ бо ионҳои металлҳои интиқолӣ шаҳодат медиҳанд.

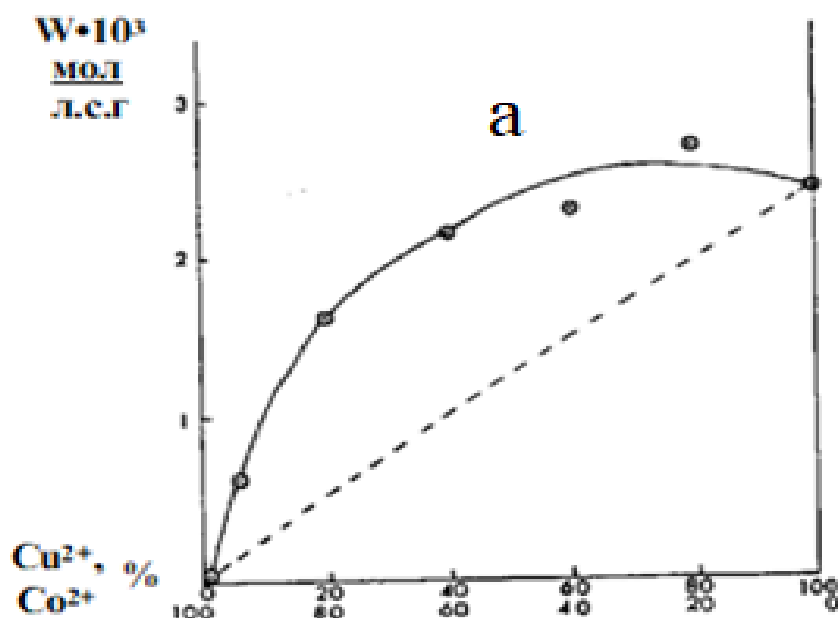
Аз ҷадвали 3.15. мушоҳида карда мешавад, ки вайроншавии рахҳои фурубарӣ дар басомадҳои  $1685$  ва  $1650\text{ см}^{-1}$  эҳтимолан дар фазаи гидрогели акридамидӣ ҳосилшавии пайвастаҳои комплекси моноядрой ва бисёрядроии металлҳои интиқолиро нишон медиҳад.

Ҳамин тавр, бо усули сорбсияи металлҳои интиқолӣ дар фазаи гидрогел ҳосилқунии пайвастаҳои координатсионии металлҳои интиқолӣ бо гурӯҳҳои карбоксилӣ ва амидии полимер нисбат ба пайвастаҳои комплексе, ки дар зинаҳои синтез, дар фазаи полимер ҳосил карда шудаанд, бартарии худро нишон доданд. Дар асоси онҳо катализаторҳои утсуворро бо такрористеҳсолшавӣ, селективнокӣ ва фаъолияти хуб ҳосил кардан мумкин аст, ки онҳо ба катализаторҳои гомогенӣ монанд буда, аз маҳсули реаксия ба осонӣ барои катализи гетерогенӣ шабеҳ ҷудо мешаванд.

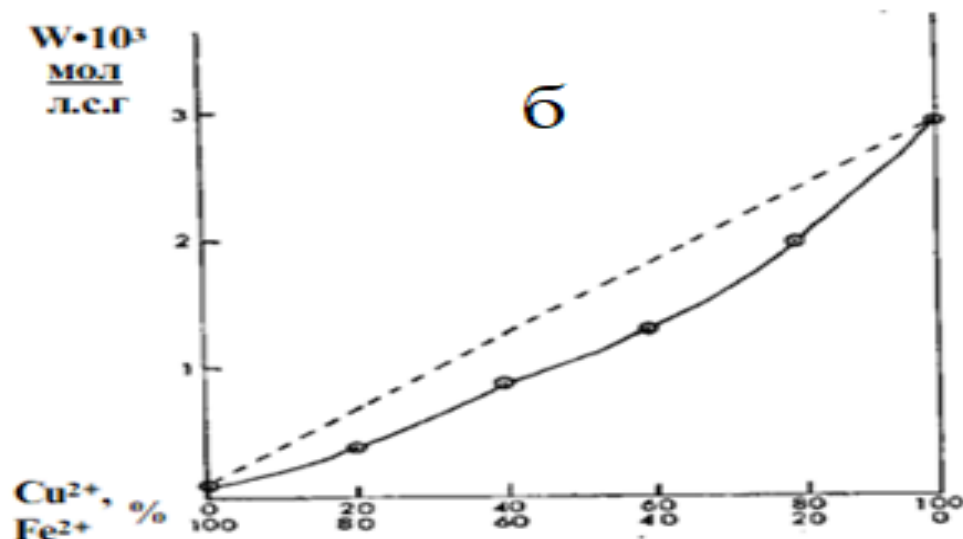
### 3.8. Фаълнокии каталитикии комплексҳои полимерии гетероионии металлҳои интиқоли дар ҷараёни оксидшавии марҳилаи моеъи кислотаи аскорбин бо оксигени молекулавӣ

Фаълнокии каталитикии гидрогелҳое, ки дорои ионҳои металлҳои табиаташон якхела дар концентратсияи  $[M^{2+}] = 1,7$  ммол/г мебошанд, ҳангоми оксидшавии моеъфазагии маҳлули обии 0,05 М-и кислотаи аскорбинат дар ҳарорати 313 К омӯхта шуд.

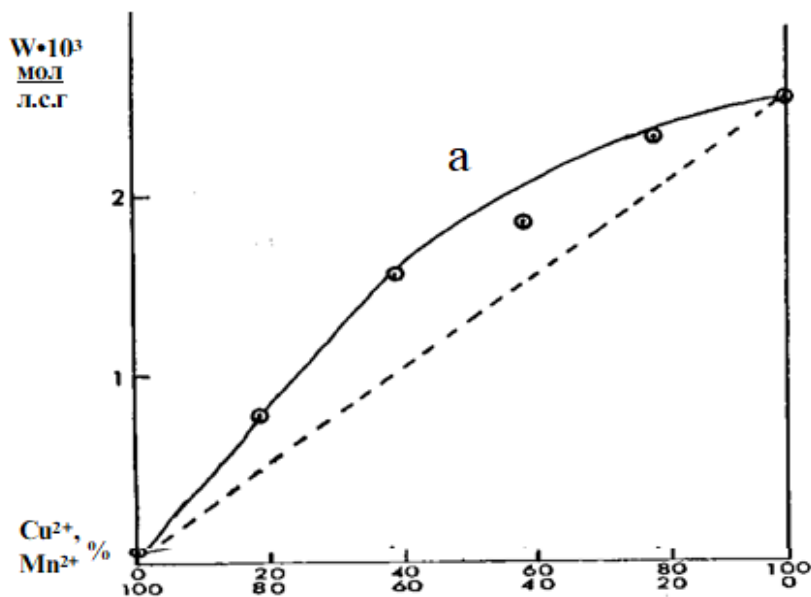
Натиҷаҳои зерин бадаст оварда шуданд:



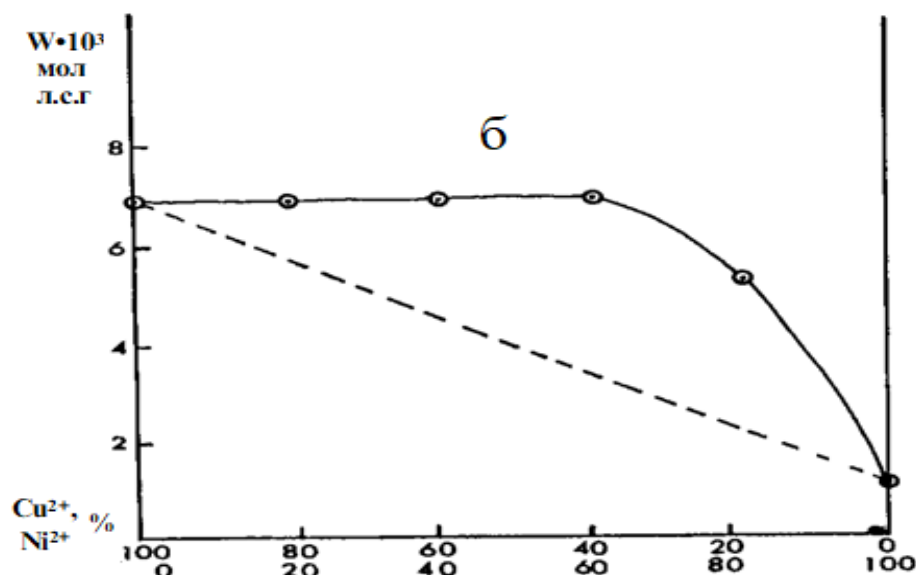
Расми 3.19. Фаълнокии каталитикии гидрогелҳое, ки дорои ионҳои  $Cu^{2+}$ - $Co^{2+}$  (а) мебошанд, зимни оксидшавии кислотаи аскорбинати 0,05 М бо оксигени молекулавӣ вобаста ба таносуби ионҳои металлҳо дар фазаи гел дар ҳарорати 313 К,  $V = 10$  мл.



Расми 3.20. Фаълнокии каталитикии гидрогелҳое, ки дорои ионҳои  $\text{Cu}^{2+}$ - $\text{Fe}^{2+}$  (б) мебошанд, зимни оксидшавии кислотаи аскорбинати 0,05 М бо оксигени молекулавӣ вобаста ба таносуби ионҳои металлҳо дар фазаи гел дар ҳарорати 313 К,  $V = 10$  мл.



Расми 3.21. Фаълнокии каталитикии гидрогелҳое, ки дорои ионҳои  $\text{Cu}^{2+}$ - $\text{Mn}^{2+}$  (а) мебошанд, зимни оксидшавии кислотаи аскорбинати 0,05 М бо оксигени молекулавӣ вобаста ба таносуби ионҳои металлҳо дар фазаи гидрогел дар ҳарорати 313 К,  $V = 10$  мл.



Расми 3.22. Фаъолнокии каталитикии гидрогелҳое, ки дорои ионҳои  $\text{Cu}^{2+}$ - $\text{Ni}^{2+}$  (б) мебошанд, зимни оксидшавии кислотаи аскорбинати 0,05 М бо оксигени молекулавӣ вобаста ба таносуби ионҳои металлҳо дар фазаи гидрогел дар ҳарорати 313 К,  $V = 10$  мл.

Ҷадвали 3.16. - Таъини рахҳои фурӯбарии гидрогелҳои акриламидӣ (гел бе  $\text{M}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ /гел,  $\text{Cu}^{2+}$ /гел,  $\text{Ni}^{2+}$ /гел,  $\text{Fe}^{2+}$ /гел,  $\text{Co}^{2+}$ /гел)

$\text{M}^{2+}$ / гел	$\text{Cu}^{2+}$ /гел	$\text{Ni}^{2+}$ / гел	$\text{Fe}^{2+}$ /гел	$\text{Mn}^{2+}$ /гел	$\text{Co}^{2+}$ /гел
$W \cdot 10^4$ , мол/л.с.г.	27	4,0	0,8	0,3	0,2

Дар ҳамон шароит, ҳангоми оксидшавии кислотаи аскорбинат фаъолнокии каталитикии системаҳои бинарии гетероионӣ, ки аз ҳамон ионҳо ( $\text{Cu}^{2+}$ - $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ - $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ - $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ - $\text{Co}^{2+}$ ) иборат буда, таносуби гуногуни ионҳоро дар консентратсияи умумии якхела (1,7 ммол/г) доранд, омӯхта шуд. Натиҷаҳои бадастомада дар расмҳои 3.19 ва 3.22 оварда шудаанд.

Чуноне ки аз маълумоти охирин (расмҳои 3.19 ва 3.22) бармеояд, барои ҳамаи гидрогелҳои гетероионии омӯхташуда эффекти мусбати синергетикии таъсири мутақобилаи ионҳо хос аст, вале барои системаи  $\text{Cu}^{2+}$ - $\text{Fe}^{2+}$  эффекти манфӣ мушоҳида мешавад. Дар ин ҳолат, барои

системаҳои  $\text{Cu}^{2+}\text{-Co}^{2+}$  ва  $\text{Cu}^{2+}\text{-Mn}^{2+}$  хатҳои қачшакли барҷаста ва барои системаи  $\text{Cu}^{2+}\text{-Fe}^{2+}$  хати қачшакли фурӯрафтаи бидуни максимумҳо мавҷуданд. Дар мавриди системаи  $\text{Cu}^{2+}\text{-Ni}^{2+}$  бошад, дар соҳаи миқдори  $\text{Cu}^{2+}$  аз 100 то 40% фаъолнокии каталитикии якхела нигоҳ дошта мешавад, ки он танҳо ҳангоми аз 40% кам будани миқдори мис то қимати хос барои  $\text{Ni}^{2+}$ -и танҳо, коҳиш меёбад.

Аён аст, ки табиати ионҳо ҳангоми таъсири мутақобили кооперативии онҳо дар гелҳои акриламидии гетероионии бинарӣ аҳамияти калон дорад. Ҳангоми иваз кардани як навъи ионҳо бо дигар ионҳо ва тағйир додани таносуби онҳо, имкониятҳои васеи танзими фаъолнокии каталитикии гидрогелҳои гетероионӣ пайдо мешаванд.

### **3.9. Омӯзиши хосиятҳои физикию химиявии гидрогелҳои акриламидӣ (варамкунӣ)**

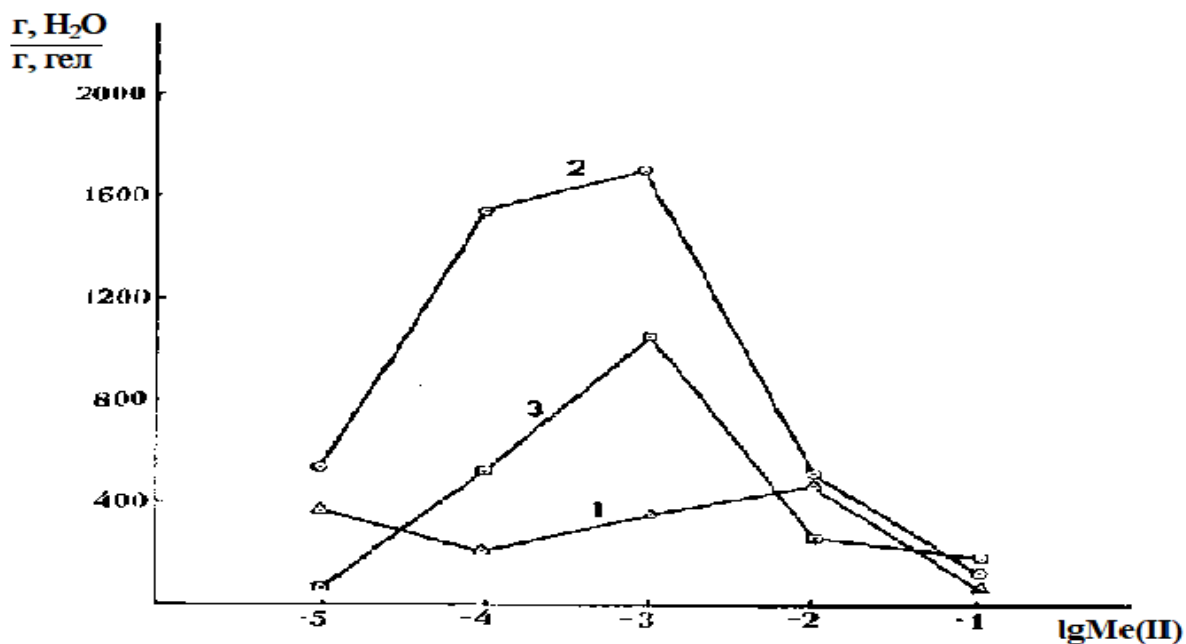
Пайдоиши комплексҳои таркибашон гуногун дар фазаи гидрогели акриламидӣ на танҳо онро катализатори фаъоли баъзе ҷараёнҳо мегардонад, балки ба дараҷаи варамкунии он низ таъсири сахт мерасонад.

Дар ҷадвали 3.17 маълумоти бадастомада оид ба варамкунии гидрогелҳо, ки дорои ионҳои металлҳои гуногуни гузаранда мебошанд, оварда шудааст. Чуноне ки аз ҷадвали 3.17 ва расми 3.23 бармеояд, гидрогелҳо на танҳо вобаста ба табиат, балки вобаста ба консентратсияи ионҳо низ варамкунии гуногун доранд. Вобаста ба афзоиши консентратсияи ионҳои металлҳо максимуми варамкунӣ мушоҳида мешавад.

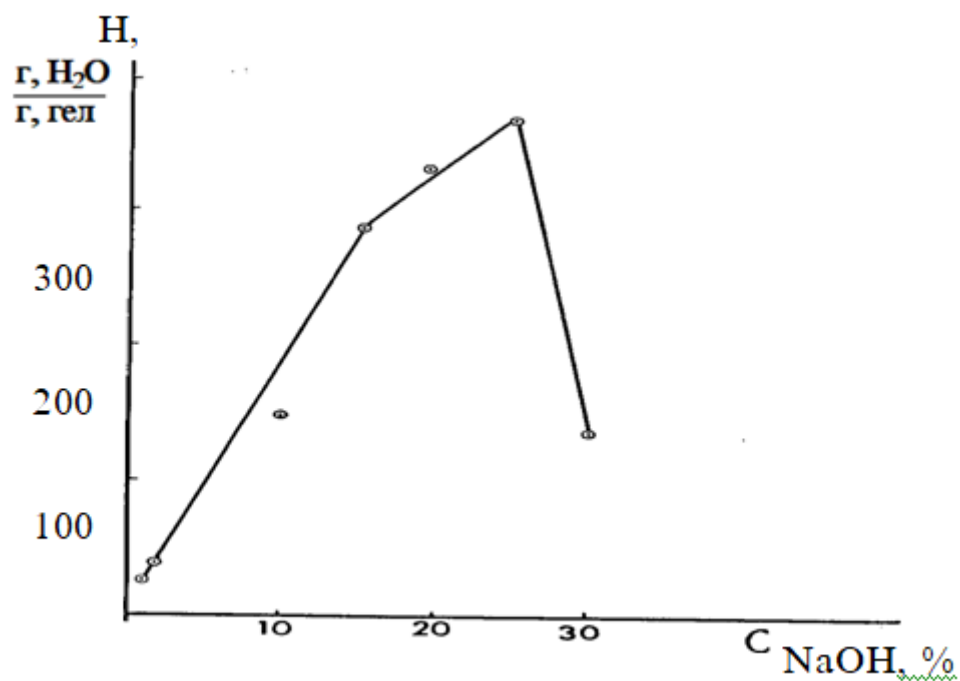
Тавре ки дар методикаи ҳосил кардани гидрогелҳо нишон дода шудааст, яке аз усулҳои баланд бардоштани варамкунии гидрогелҳо коркарди онҳо бо маҳлули обии 10%-и ишқор мебошад. Мо таъсири консентратсияи маҳлули гидроксиди натрий ва вақти коркарди

гидрогелҳоро ба варамкунии онҳо таҳқиқ намудем. Натиҷаҳои бадастомада барои гидрогелҳои акриламидии дорои хром ва никел дар расмҳои 3.23-3.27 оварда шудаанд. Тавре ки аз расми 3.23 дида мешавад, ҳангоми то 25% зиёд кардани консентратсияи ишқор варамкунии меафзояд, вале дар консентратсияҳои баландтар якбора паст мешавад. Варамкунии гидрогелҳо аз вақти нигоҳдории гел дар маҳлули обии ишқор вобастагии қариб хаттӣ дорад (расми 3.27).

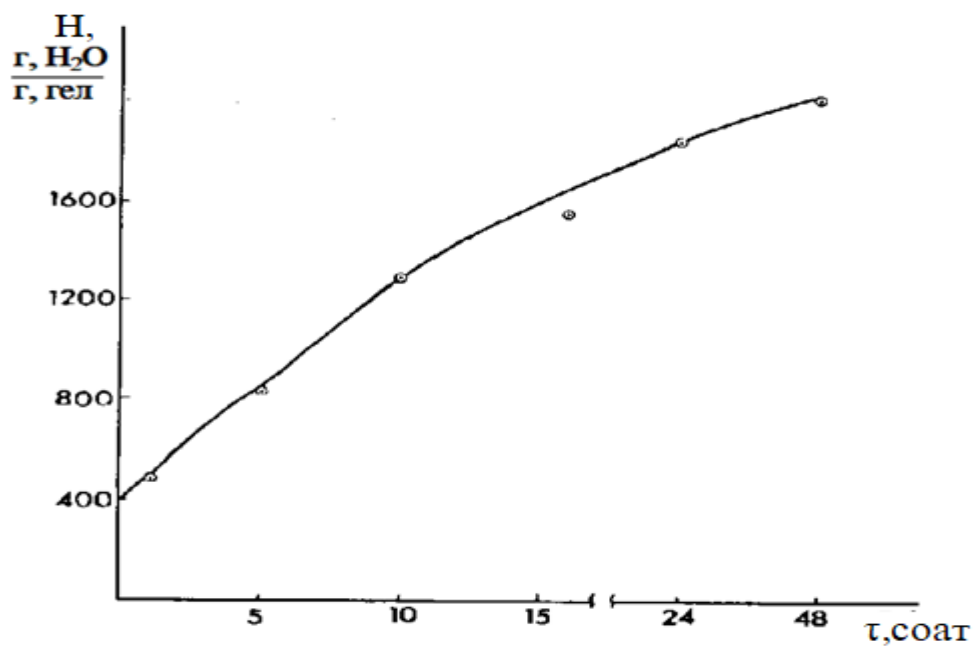
Кинетикаи пурбодшавии гидрогелҳои дорои металл дар об ва дар маҳлулҳои обии 0,1 М-и сулфат, хлорид ва нитрати натрий дар ҳарорати хона омӯхта шуд. Намунаи хатҳои кинетикии пурбодшавӣ барои гидрогелҳои дорои оҳан дар расми 3.23-3.27 оварда шудааст.



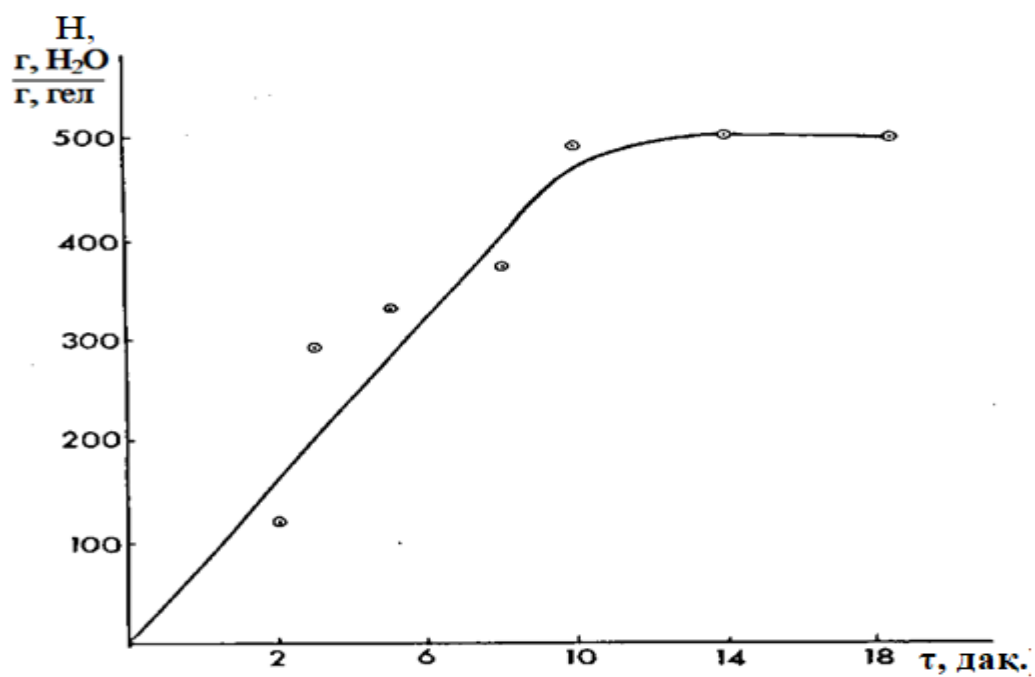
Расми 3.23. Вобастагии пурбодшавии (Н) гидрогелҳо аз консентратсияи ионҳои  $M^{2+}$  дар маҳлули аввалия барои синтез. 1 -  $Cu^{2+}$ /гел, 2 -  $Fe^{2+}$ /гел, 3 -  $Ni^{2+}$ /гел.



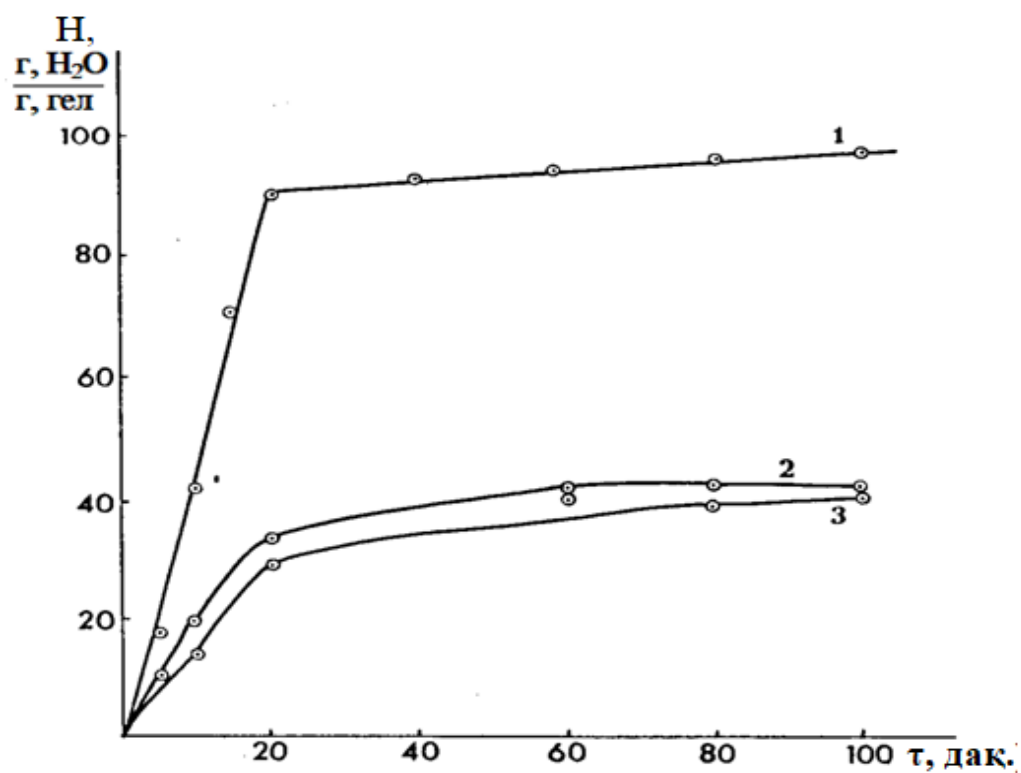
Расми 3.24. Вобастагии варамкунии (Н) гидрогели дорои хром аз консентратсияи ишқор дар марҳилаи коркарди ишқорӣ дар ҳарорати 293 К.



Расми 3.25. Вобастагии варамкунии и (Н) гидрогели дорои хром аз вақти коркарди он бо маҳлули обии 10%-и NaOH дар ҳарорати 293 К.



Расми 3.26. Кинетикаи сорбсияи оби гидрогели дорои никел дар ҳарорати 293 К.



Расми 3.27. Кинетикаи сорбсияи оби гидрогели дорои оҳан дар маҳлулҳои 1,0 М-и:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  – (2),  $\text{NaCl}$  – (2),  $\text{NaNO}_3$  – (3)

**Ҷадвали 3.17. - Пурбодшавии гидрогелҳо вобаста ба консентратсияи ионҳои металл, ки дар марҳилаи синтез ворид карда шудаанд**

M <sup>2+</sup> /гел консентратсия и M <sup>+</sup> ммол/г	Cu <sup>2+</sup> /гел	Fe <sup>2+</sup> /гел	Ni <sup>2+</sup> /гел	Co <sup>2+</sup> /гел	Mn <sup>2+</sup> /гел	Cr <sup>3+</sup> /гел
	Варамкуни дар H <sub>2</sub> O/г,гел					
2•10 <sup>-2</sup>	260	110	126	90	250	150
2•10 <sup>-3</sup>	420	250	500	460	390	191
2•10 <sup>-4</sup>	840	1050	1700	370	548	637
2•10 <sup>-5</sup>	630	300	1550	215	915	396
2•10 <sup>-6</sup>	1450	78	530	380	413	540

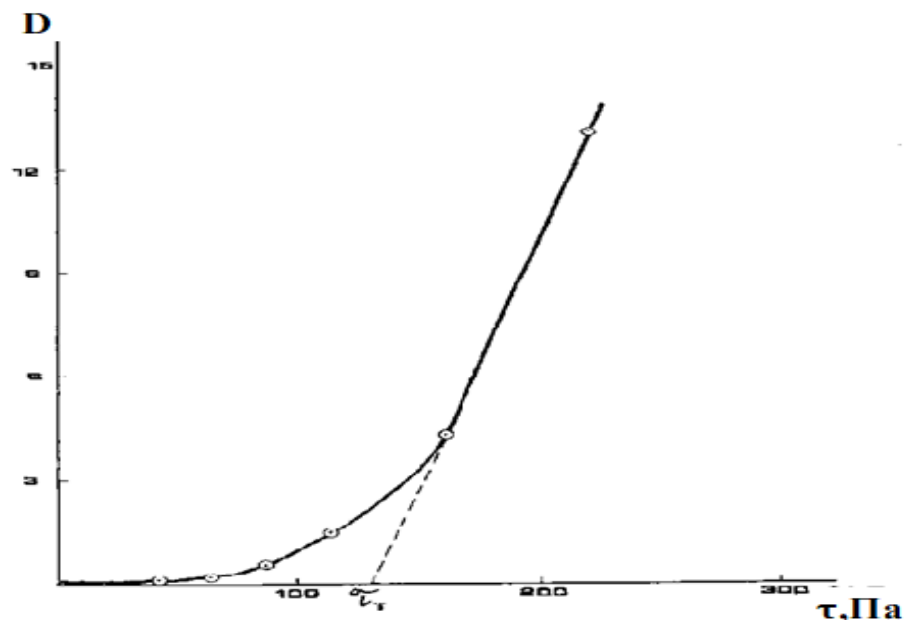
Аз маълумоти бадастомада бармеояд, ки варамкунии ниҳоии гидрогел пас аз 10-15 дақиқаи ба об ё маҳлул андохтани гидрогели хушк ба даст меояд: мавҷудияти намакҳо дар маҳлул миқдори варамкунии ниҳоиро хеле кам мекунад, дар ин ҳолат анионҳои Cl<sup>-</sup> ва NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ба пурбодшавӣ таъсири аз ҳама саҳт мерасонанд.

### **3.10. Чандирӣ ва пластикӣ**

Гидрогели акриламидӣ дар ҳолати варамкарда массаи чандири желешакл мебошад, ки қобилияти тағйирёбии (деформатсияи) чандирию пластикиро дорад. Онро метавон ҳамчун ҷисми обӣ-пластикӣ ҳисобид, ки модели назариявии он аз ҷониби Бингам [182] таҳия шудааст.

Бо истифода аз вискозиметри ротатсионии "Reotest-2" (ҶДО) мувофиқи методикаи дар боби 2 овардашуда, параметрҳои, ки пластикии часпакии гелро тавсиф мекунанд (вобастагии суръати лағзиши D аз шиддати лағзиши τ) ба даст оварда шуданд (нигаред ба расми 3.28). Аз

вобастагии  $D=f(\tau)$  аз рӯи котангенси кунчи майли хати расанда қиматҳои часпакии пластикии гидрогелҳои дорои мис ва никел дар концентратсияҳои гуногуни ионҳо муайян карда шуданд. Маълумот дар ҷадвали 3.19 оварда шудааст.



Расми 3.27. Вобастагии суръати лағзиш ( $D$ ) аз шиддати лағзиш ( $\tau$ ) барои гидрогели дорои марганец (бо  $CMn(II) = 10^{-5}$ ) дар ҳарорати 293 К.

Мувофиқи модели Бингам, дар шиддатҳои хурд танҳо деформатсияҳои чандирӣ инкишоф меёбанд, дар шиддатҳои калон бошад, деформатсияи пластикӣ ба амал меояд, ки то беохирӣ меафзояд. Суръати деформатсия ҳангоми  $\tau < \tau_t$  ба сифр баробар аст ва танҳо дар ҳолати  $\tau > \tau_t$  он бо зиёд шудани шиддат меафзояд. Дар ин шароит, вақте ки  $\tau = \tau_t$ , часпакии пластикӣ муайян карда мешавад.

Ҷадвали 3.19. - Часпакии пластикии гидрогелҳои акриламидӣ

$[Cu^{2+}/гел]$ ммол г	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$
R Па·с <sup>-1</sup>	0,3	1,4	1,8	0,8	2
$[Ni^{2+}/гел]$ ммол г	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$
R Па·с <sup>-1</sup>	0,73	0,96	1,2	1,6	1,1

Тавре ки аз ҷадвали 3.19 бармеояд, вобаста ба консентратсияи ионҳои металл дар гел, часпакии пластикии он гуногун аст ва тамоюли коҳиши қимати он бо афзоиши консентратсия мушоҳида мешавад, ки ин аз таъсири ионҳои металл ба сахтии полимери варамкарда шаҳодат медиҳад.

Ҳамин тариқ, метавон хулоса баровард, ки бо тағйир додани консентратсияи ионҳои металл дар марҳилаи синтези гидрогел, варамкунӣ ва часпакии пластикии онро танзим кардан мумкин аст.

### **3.11. Усулҳои физикию химиявӣ таҳқиқи катализаторҳои полимерии металлокомплексӣ**

Баркаши муайяни гидрогел (20-40 мг) дар 100 мл оби дистиллятсияшуда омехта карда шуд. Варамкунӣ аз рӯйи миқдори оби ҷаббидашуда дар фосилаҳои гуногуни вақт ва тавассути баркашидани гидрогели варамкарда пас аз хориҷ кардани оби зиёдатӣ бо ёрии насоси обӣ дар қиф (воронка)-и Бюхнер муайян карда шуд.

Варамкунӣ (Н) бо формулаи зерин ҳисоб карда шуд:

$$H = \frac{P-m}{m} = (\text{г } H_2O) / (\text{г гел})$$

дар ин ҷо: P — вазни гидрогели пурбодшуда (г), m — вазни гидрогели хушк (г).

Бо ин роҳ, маълумот оид ба кинетикаи сорбсияи об то пурбодшавии ниҳой (ҳолати мувозинатӣ) ба даст оварда шуд. Кинетикаи талафи об ҳангоми хушк кардани гидрогелҳои варамкарда дар ҳаво тавассути баркашидани гидрогел дар фосилаҳои муайяни вақт омӯхта шуд.

Муайян кардани часпакӣ бо ёрии вискозиметри ротатсионии "Rheatest" (Германия) гузаронида шуд.

Гели қаблан варамкарда дар силиндри ҷенкунандаи беҳаракат ҷойгир карда шуд, ки ба он силиндри дигар бо суръати муайян

тобдодашуда медарояд. Ченкуниҳо дар мавқеъҳои гуногуни ивазкунандаи суръат гузаронида шуданд, ки ба онҳо қиматҳои муайяни суръати чархзанӣ ( $W$ ) ва лағжиш ( $D$ ) мувофиқат мекунанд (ҷадвали 3.20).

**Ҷадвали 3.20. - Маълумоти калиброни вискозиметр " Rheatest "**

Пара-метр-ҳо	Рақами дода-шаванда	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$W$ , гардиш/дақ		0,56	1,0	1,7	3,0	5,0	9,0	15,0	27,0	45,0	81,0	135,0	245,0
$D$ , сек <sup>-1</sup>		3,0	5,4	9,0	0,16	2,27	48,6	81,0	144,0	245,0	437,0	–	–

Блоки ченкунандаи дастгоҳ тақвияти  $\alpha$  ва басомади воқеиро ( $\nu_{\text{ви}}$ ) қайд мекунад; барои ченкунии дақиқ, қиматҳои дар ҷадвали 3.20 овардашуда ба коэффисиенти  $\nu/50\nu_i / 50 \nu/50$  зарб карда мешаванд, ки дар ин ҷо  $\nu_{\text{ви}}$

$\nu$  — басомади воқеии шабака буда, аз рӯи шкалаи индикатор муайян карда мешавад.

Сипас бо формулаи  $T = 552 \cdot \alpha$  дин/см<sup>2</sup> ( $T = 0,552 \text{ Н/М}^2$ ) қимати  $T$  ҳисоб карда шуд, дар ин ҷо  $T$  – шиддати тағийёбанда.

Аз рӯи ченкуниҳо графикаи вобастагии  $D$ -  $f(k)$  тартиб дода шуда, аз қимати кунҷи моилӣ  $\text{ctg}\varphi = \frac{\Delta T}{\Delta D}$ , а  $\text{ctg}\varphi = \eta$  часпакии намуна муайян карда шуд  $\eta$  - , ки дар ин ҷо часпакӣ аст.

### 3.12. Усулҳои спектралӣ таҳқиқи гидрогелҳо

Барои омӯзиши таркиби комплексҳое, ки дар маҳлулҳои обии акриламид ва дар фазаи гидрогел ҳосил мешаванд, на танҳо усули оксредметрия, балки усулҳои спектроскопияи электронӣ, ИС (инфрасурх) ва РГЯ (резонанси гамма-ядрӣ) низ истифода шуданд.

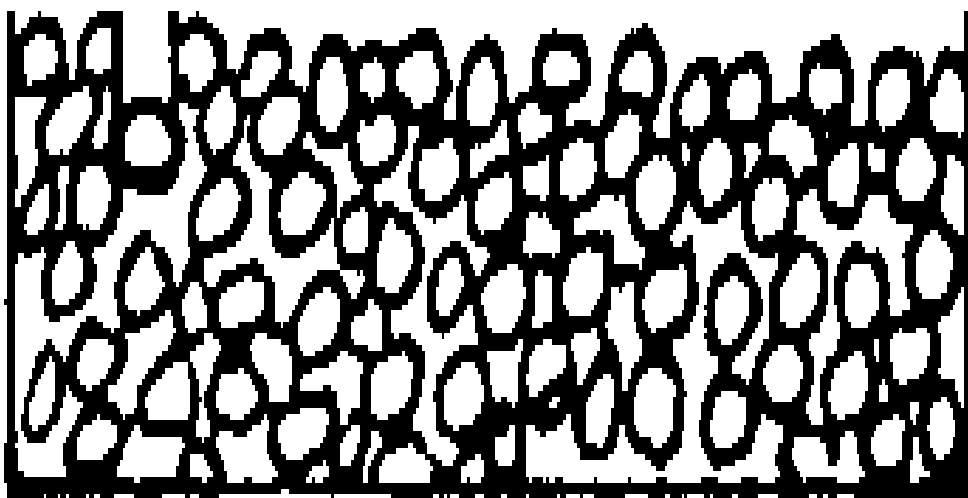
Спектрҳои чаббиши гидрогелҳо дар ҳолати варамкарда то ва пас аз таҷрибаҳо дар кюветаҳои кварсии ғафсиашон 0,1–1 см дар спектрофотометри "Specord UV-Vis" сабт карда шуданд. Спектрҳои ИС-и гидрогелҳо дар спектрофотометри "Specord M 80" мувофиқи барномаи додашуда дар диапазони аз 200 то 4000  $\text{cm}^{-1}$  гирифта шуданд. Намунаҳо дар шакли ҳаҷҳои моддаи хушк дар KBr ва дар ҳолати варамкарда санҷида шуданд.

Барои бадаст овардани спектрҳои резонанси гамма аз спектрометри навъи "Halder" бо шитоби доимӣ истифода шуд. Спектрҳои гидрогелҳои дорои оҳан дар ҳарорати 300 К ва 77 К сабт карда шуданд. Дар ин раванд аз  $^{57}\text{Fe}$  the 57th power cap  $F e^{57}\text{Fe}$  истифода бурда шуд.

### 3.13. Методикаи гузаронидани озмоишҳои вегетатсионӣ ва саҳроии гидрогелҳо дар зироатҳои гуногуни кишоварзӣ

Озмоишҳои вегетатсионии гидрогелҳое, ки дорои ионҳои металлҳои интиқоли ба таври комплексӣ пайваस्तшуда мебошанд, мавриди истифода қарор гирифта шуд.

Барои гузаронидани таҷрибаҳои вегетатсионӣ зарфи Вагнер (расми 3.28.) истифода шуд, ки аз зарфи (1) бо ҳаҷми муфиди 20 л иборат аст.



Расми 3.28. Зарфи Вагнер барои гузаронидани таҷрибаҳои вегетатсионӣ. 1- зарф; 2 - найча барои обёрӣ; 3 - қабати шағал.

**Варианти назоратии хоҷагӣ.** Зарф дорои 40 кг хок буда, аз найчаи тунукагии қутраш 30 мм ва дарозияш 40 см (2) ва қабати шағали андозааш 20-30 мм иборат аст. Вазни зарф бо найча ва сангҳо 4,5 кг-ро ташкил медед. Барои ҳар як таҷриба 35 кг хоки бидуни нуриҳои минералӣ гирифта шуд. Пас аз ғалбер кардан, ба хок 8 г аммофос, 2 г суперфосфат ва 10-15 г гидрогели хушки майдакардашуда илова карда, бодикқат омехта карда шуд. Ба зарфи Вагнер аввал қабати шағал ва сипас хок рехта шуд; шағал ва қабати хок бо матои пахтагӣ аз ҳам ҷудо карда шуданд. Бо ҳамин методика варианти назоратӣ (контролӣ) омода карда шуд, бо ҳамон фарқе, ки ба он гидрогел илова нагардид.

**Ҷадвали 3.21. - Нақшаи ҷойгиршавии таҷрибаҳои саҳроӣ**

1		2		3		4
70 %		70 %		70 %		70 %
Назоратӣ		50 г гел		25 г гел		45 г гел
Қатори муҳофизатӣ						
60 %		60 %		60 %		60 %
Назоратӣ		2г гел		50г гел		75г гел
5		6		7		8
Қатори муҳофизатӣ						
70 %		70 %		70 %		70 %
Назоратӣ		25г гел		50г гел		75г гел
9		10		11		12
Қатори муҳофизатӣ						
60 %		60 %		60 %		60 %
Назоратӣ		75г гел		50г гел		35г гел
13		14		15		16
Қатори муҳофизатӣ						

<b>Давоми ҷадвали 3.21</b>			
70 % Назоратӣ 17	70 % 25г гел 18	70 % 50 г гел 18	70 % 75г гел 20
<b>Қатори муҳофизатӣ</b>			
60 % Назоратӣ 21	60 % 25г гел 22	60 % 50г гел 23	60 % 75г гел 24

Пас аз ин, тухми растаниҳо кошта шуд. Пас аз шинонидан, зарфҳоро дар чоҳҳои пешакӣ кофташудаи умқашон 40-45 см ҷойгир карданд, то ин ки ҳарорати хок дар зарфи Вагнер ва дар сахро якхела бошад. Ҳар рӯз зарфҳои Вагнер баркашида мешуданд.

**Озмоишҳои сахроии гидрогелҳо.** Барои гузаронидани озмоишҳои саҳроӣ майдони ҷудошударо ба қитъаҳо бо қаторҳои муҳофизатӣ мувофиқи нақша (ҷадвали 3.21) тақсим кардем.

Масоҳати ҳисобии ҳар як қитъа 2,5 м<sup>2</sup> (1,2 x 2,1 м)-ро ташкил меод. Гидрогел дар шакли донаҳои майдаи андозаашон якхела ҳангоми ғизодиҳии растаниҳо ба хок ворид карда шуд. Обёрӣ дар ду реча гузаронида шуд: дар ҳолати 60 % намнокӣ - «сахт» ва дар 70 % намнокӣ - «мулоим», чуноне ки дар истеҳсолот қабул шудааст. Дар ду қатори миёна гелҳо дар умқи 15 см ҷойгир карда шуданд.

**Часпакии пластикии гидрогелҳои пластикӣ.** Аз ҷадвали 3.22 дида мешавад, ки вобаста ба консентратсияи ионҳои металл дар гел, часпакии пластикии он гуногун аст ва тамоюли камшавии қиматаш дар вақти зиёдшавии консентратсия мушоҳида мешавад, ки он аз таъсири ионҳои металл ба сахтии полимери варамкуннада шаҳодат медиҳад.

Ҳамин тавр, ба чунин хулоса омадан мумкин аст, ки бо роҳи дар зинаҳои синтези гидрогел тағйир додани консентратсияи ионҳои металл, варамкунӣ ва часпакии пластикии он танзим карда мешавад.

**Ҷадвали 3.22. - Часпакии пластикии гидрогелҳои пластикӣ**

1 70 % Назоратӣ	2 70 % 50 г гел	3 70 % 25 г гел	4 70 % 45 г гел
Қатори гидрогелҳои пластикӣ			
60 % Назоратӣ 5	60 % 2г гел 6	60 % 50г гел 7	60 % 75г гел 8
Қатори гидрогелҳои пластикӣ			
70 % Назоратӣ 9	70 % 25г гел 10	70 % 50г гел 11	70 % 75г гел 12
Қатори гидрогелҳои пластикӣ			
60 % Назоратӣ 13	60 % 75г гел 14	60 % 50г гел 15	60 % 35г гел 16
Қатори гидрогелҳои пластикӣ			
70 % Назоратӣ 17	70 % 25г гел 18	70 % 50 г гел 18	70 % 75г гел 20
Қатори гидрогелҳои пластикӣ			
60 % Назоратӣ 21	60 % 25г гел 22	60 % 50г гел 23	60 % 75г гел 24

## ХУЛОСАҲО

1. Мувофиқи методикаҳои аз ҷониби мо пешниҳодшуда бо ду усул: хангоми 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, тариқаҳои 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 интиқолий дар ҳалку-нандаҳои гуногун дар 25 °С омӯхта шуданд. Ҳалшавандагии гидрогелҳои кислотаи акрилат, акриламид бе ионҳои металлҳои интиқолий мутобиқи қатори зерин сурат мегирад: об > метанол > этанол > атсетон > хлороформ > бензол > гексан. Муқаррар гардид, ки бо кам шудани қутбнокии молекулаҳои ҳалкунанда ҳалшавандагии кислотаи акрилат ва акриламид коҳиш меёбад. Гидрогелҳо бо ионҳои металлҳои интиқолии таҳқиқшуда 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 оксредметрӣ ва потенциали оксидшавӣ таркиби пайвастаҳои координатсионии гидрогелҳо дар маҳлулҳои обӣ дар ҳудуди рН=2-10 омӯхта шуд. Муайян гардид, ки комплексҳои

моноядрой дар  $pH < 5$ , комплексҳои полиядроии гетеровалентӣ, пайвастаҳои координатсионии омехталигандӣ дар  $pH > 5$  ҳосил мешаванд ва ҳангоми зиёд шудани қимати  $pH$  мураккабшавии таркиби комплексҳои 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 координатсионии  $M \leftarrow L$  ( $L$  - $CONH_2$ , - $COOH$ ,  $S^{2-}$ ) 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 ТАҲҶИҚОТ

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 ғаъол 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 минералиро хеле сарфа карда шаванд.

## РҰЙХАТИ АДАБИЁТ

1. Аверко-Антонович, И.Ю. Методы исследования структуры и свойств полимеров / И.Ю. Аверко-Антонович, Р.Т. Бикмуллин. - Казань: КГТУ. - 2002. - 604 с.
2. Акопян, К.В. Синтез и исследование нового ахирального Cu<sup>II</sup>-комплекса основания шиффа глицина / К.В. Акопян // Хим. журн. Армении. - 2011. - Т. 64, - №3. - С. 367 - 372.
3. Александров, Ю.И. Точная геометрия органических веществ / Ю.И. Александров, М.Я. Мельников. - Л.:Химия. - 1975. – С. 588-589.
4. Алексеев, В. Г. Кислотно-основные свойства амоксициллина / В. Г. Алексеев, Е.В. Демская, Е.А. Милашс, В.В. Иголкин // Журн. общ. химии. - 2005. - Т.75, № 7. - С. 1211 – 1214.
5. Алексеев, В. Г. Термодинамические константы кислотно-основных равновесий в растворах пенициллинов / В.Г. Алексеев, Е.В. Демская, М.С. Додонова // Журн. общ. химии. - 2005. - Т. 75. - № 6. - С. 1049 – 1054.
6. Алексеев, В.Г. Комплексообразование в системах никель(II)-глицин- β - лактамные антибиотики / В.Г. Алексеев, И.С. Самуилова // Журн. коорд. химия. - 2007. - Т. 33. - № 12. - С. 930 - 933.
7. Алиева, Р.А. Синтез и исследование смешаннолигандных комплексов празеодима (III) с аспарагиновой, глутаминовой и салициловой кислотами / Р.А. Алиева, А.Д. Кулиев, В.А. Гурбанова // Химия и химическая технология. - 2004. - Т. 47. - № 7. - С. 61 - 63.
8. Анисимов А.А. Основы биохимии. М: Высшая школа, 1986, 551 с.
9. Анисимов, А.А. Основы биохимии / А.А Анисимов. – М.: Высшая школа. – 1986. - 551 с.
10. 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.

11. 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.

12. Батиг, С.М. Кинетические параметры сополимеризации метилметакрилата с метакрило-вой кислотой в присутствии растворителей различной полярности / С.М. Батиг, В.И. Мельниченко // Вюник Донецького національного ушверситета. Сер. А: Природничі науки. - 2014. - № 1. - С. 140-143.

13. Бектуров, Е.А. Полимерные электролиты, гидрогели, комплексы и катализаторы / Бектуров, Е.А. - Алматы - 2007. - С. 140-143.

14. Бектуров, Е.А. Катализ полимерами / Е.А. Бектуров, С.Е. Кудайбергенов. - Алма – Ата. – Наука. - 1988. - 184 с.

15. Бектуров, Е.А. Катализ полимерами / Е.А. Бектуров, С.Е. Кудайбергенов. - Алма – Ата: Наука. - 1988. - 184 с.

16. Бектуров, Е.А. Полимерные комплексы и катализаторы / Е.А. Бектуров, Л.А. Бимендина, С.Е. Кудайбергенов .- Алма - Ата. - 1982. - 191 с.

17. Бектуров, Е.А. Полимерные комплексы и катализаторы / Е.А. Бектуров, Л.А. Бимендина, С.Е. Кудайбергенов. - Алма - Ата. - 1982. - 191 с.

18. Бектуров, Е.А. Полимерные электролиты, гидрогели, комплексы и катализаторы / Е.А. Бектуров - Алматы . -2007. - С. 77-81.

19. Бектуров, Е.А. Полимерные электролиты, гидрогели, комплексы и катализаторы / Е.А. Бектуров // Алматы. - 2007. - С. 77-81.

20. Бектуров, Е.А. Полимерные электролиты, гидрогели, комплексы и катализаторы / Е.А. Бектуров. – Алматы. – 2007. - С. 77-81.

21. Болотин, С.Н. Координационная химия природных аминокислот / С. Н. Болотин [и др.]. - М.: Л К И. - 2008. - 240 с.
22. Болотин, С.Н. Координационная химия природных аминокислот / С.Н. Болотин, Н.Н. Буков, В.А. Волынкин, В. Т. Панюшкин. М.: ЛКИ. - 2008. - 240 с.
23. Бохински Р. Современные воззрения в биохимии. М.: Мир, 1987.
24. Брыкина Г.Д., Марченко Д.Ю., Шпигун О.А. Твердофазная спектрофотометрия // Журн. аналит. химии. 1995. Т. 50. № 6. С. 484.
25. Буков, Н. Н. Координационная химия d- и f-элементов с полидентатными лигандами: синтез, строение и свойства : автореф. дис. д-ра хим. наук / Н. Н. Буков.–Краснодар. - 2007. - 31с.
26. Вилли Д. Биология. М.: Мир, 1964. С.106.
27. 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.
28. Гембицкий, П.А. Полиэтиленимин / П.А. Гембицкий, Д.С. Жук, В.А. Каргин. – Москва: изд. Наука. – 1991. - С. 97-99.
29. Гембицкий, П.А. Полиэтиленимин / П.А. Гембицкий, Д.С. Жук, В.А. Каргин. – Москва: изд. Наука. – 1991. - С. 97-99.
30. ГОСТ Р 31870-2012. Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектрометрии. М.: Стандартиформ, 2019.
31. Гросберг, А.Ю / А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов // Физика в мире полимеров. - М. - 1989. - С. 421.
32. Гросберг, А.Ю. Физика в мире полимеров / А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов // М. - 1989. - С. 365.
33. Гросберг, А.Ю. Физика в мире полимеров / А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов.-М.-1989. - С. 145

34. Гупта, Н., Сривастава А. К. Взаимопроникающие полимерные Сетки: обзор синтеза и свойств / Н. Гупта, А.К. Сривастава // Полим. Инт. - 1994 - вып. 35(2). С. 109-118.
35. Добрынина, Н. А. Бионеорганическая химия / Н. А. Добрынина, О.Т. Зинина. - М.: МГУ, - 2007. - 36 с.
36. Дучк, В. Адгезия и адгезионная прочность в полимерных волокнистых композитах / В.Дучк, Е. Писанова, С. Жандаров, Б. Лауке // Механика композитных материалов, 1998. Т. 34. - № 4. - С. 431-446.
37. Ергожин, Е.Е. Изучение селективности сорбции ионов  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Co}^{2+}$  анионитами на основе эпоксидного производного анилина и полиаминов / Е.Е. Ергожин, Т.К. Чалов, Е.А. Мельников, К.Х. Хакимболатова, А.И. Никитина // Химический журнал Казахстана. - 2012. - № 2. - С. 93-98.
38. Ёрмамадова, С.Г. Комплексообразование Fe (II) - Fe(III) с – дибазолом / С.Г Ёрмамадова, У. Раджабов, З.Н. Юсупов // Материалы научно – теоретической конференции профессорско- преподавательского состава и студентов, посвященной 10-летию 16 сессии Верховного Совета Республики Таджикистан, 12-го созыва. – Душанбе. -2002. – С. 39-40.
39. Ёрмамадова, С.Г. Образование координационных соединений железа в водно-перхлоратных растворах бензимидазола / С.Г. Ёрмамадова, У.Р. Раджабов, З.Н. Юсупов // Материалы Республ. конф. “Экологические проблемы и контроль качества воды“. - Душанбе: Сино. - 2003.
40. Жунусбекова, Н.М. Сорбционное извлечение лантана на взаимоактивных интергелевых сорбентах / Н.М. Жунусбекова, Р.Г. Кондауров, Г.К. Ескалиева, А.А. Акимов, М.Б. Умерзакова, Т.К. Джумадилов // Химический журнал - Казахстана. - 2016. - №3. - С. 152-161.
41. Захарьевский, М.С. Оксредметрия / М.С. Захарьевский // Л.: Химия. - 1968. - 188 с.

42. Зинина, О.Т. Влияние некоторых тяжелых металлов и микроэлементов на биохимические процессы в организме человека /О.Т. Зинина// Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. – Хабаровск. - 2001. - №4. - С. 99 - 105.

43. Золотов Ю.А., Цизин Г.И., Моросанова Е.И., Дмитриенко С.Г. Сорбционное концентрирование микрокомпонентов для целей химического анализа // Успехи химии. 2005. Т. 74. № 1. С. 41.

44. Золотова, Ю.А. Основы аналитической химии. Кн. 2. Методы химического анализа: под ред. Ю.А. Золотова / Ю.А. Золотова, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева и др. - М.: Высшая школа. - 3-е изд. - 2004. -503 с.

45. Золотова, Ю.А. Основы аналитической химии. Кн. 2. Методы химического анализа: под ред. Ю.А. Золотова / Ю.А. Золотова, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева и др. - М.: Высшая школа. - 3-е изд. - 2004. – 503 с.

46. Золотова, Ю.А. Основы аналитической химии. Кн. 2. Методы химического анализа: под ред. Ю.А. Золотова / Ю.А. Золотова, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева и др. - М.: Высшая школа. - 3-е изд. - 2004. – 503 с.

47. Иванов В.М., Кузнецова О.В. Химическая цветометрия: возможности метода, области применения и перспективы // Успехи химии. 2001. Т. 70. № 5. С. 411.

48. Иванов, Ю.В. Учебные исследования физических свойств гидрогеля / Ю.В. Иванов, О.Ю. Иванов // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. – М.: ИСРО РАО. - Вып. 27. 2017. – С. 75–76.

49. Иванов, Ю.В., Иванов О.Ю. Учебные исследования физических свойств гидрогеля / Ю.В. Иванов, О.Ю. Иванов // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Вып. 27. – М.: ИСРО РАО. - 2017. - С. 75-76.

50. Измаилова, В.Н. / С.М. Левачев, Г.П. Ямпольская, И.А. Грецкова // Ж. Коллоидные растворы. - 2000. - Т. 62. - С. 70.
51. 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.
52. Кебец, А. П. Смешаннолигандные соединения биометаллов с витаминами и аминокислотами и перспективы их применения в животноводстве / А.П. Кебец, Н.М. Кебец // Теория и практика использования биологически активных веществ в животноводстве : Тез. докл. науч. конф. – Киров. - 1998. - С. 37 - 38.
53. Кебец, А.П. Закономерности комплексообразования биометаллов с витаминами и аминокислотами / А.П. Кебец, Н.М. Кебец, А.В. Свиридов // Вестник КГУ им. Н. А. Некрасова. - 2003. - № 3. - С. 10 - 13.
54. Кебец, А.П. Химия d-элементов и их биологическая роль : Учебное пособие / А.П. Кебец, Н.М. Кебец.- Кострома. - 2001. - 46 с.
55. Кебец, Н.М. Биологически активные вещества: Учебное пособие / Н.М. Кебец, А. П. Кебец. – Кострома. - 2002. - 43 с.
56. Кебец, Н.М. Смешаннолигандные комплексы биометаллов с витаминами и аминокислотами и их биологические свойства: монография / Н.М. Кебец. - Кострома., - 2005. - 234 с.
57. Колесов Г.М., Ермолаева В.Н., Михайлова А.В., Когарко Л.Н. Гидрогели как новые концентраторы редкоземельных и радиоактивных металлов в процессах их выщелачивания из пород Ловозерского массива // Геохимия. 2012. № 3. С. 333.
58. Колесов Г.М., Михайлова А.В., Ермолаева В.Н., Саввин С.Б., Когарко Л.Н. Особенности нейтронно-активационного анализа геологических образцов в исходной форме и сорбированных полимерным гидрогелем // Вестник ОНЗ РАН. 2010. № 2. С. 137.
59. Колесов Г.М., Саввин С.Б., Михайлова А.В. Водные системы: концентрирование и определение металлов с использованием

полимерных гидрогелей и нейтронно-активационного анализа // Вода: химия и экология. 2009. № 9. С. 37.

60. Коренман, Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов. Книга 1. Титрометрические методы анализа / Я.И. Коренман. - М.: Колос. - 2005. – 239 с.

61. Крюков, Т.В. Исследование систем содержащих ионы металлов ( $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ), гепарин (ВМС) и аминокислоты (глицин, аргинин, пролин) / Т.В. Крюков, М.И. Скобин // Тез. докл. на XIII науч. конф. аспирантов и студентов химико-технологического факультета. – Тверь. - 2014. - С. 41.

62. Крюков, Т.В. Процессы комплексообразования в системах, содержащих ионы марганца(II), высокомолекулярный гепарин и пролин / Т.В. Крюков, М.А. Феофанова, М.И. Скобин, Н.В. Баранова // Вестник ТВГУ, серия «Химия». - 2014. - №3. - С. 6-10.

63. Кудайбергенов, С. Анализ качества подземных вод Аральского региона и методы их очистки / С. Кудайбергенов, В. Сигитов, К. Тастанов, Х. Тенху, В. Асеев // Материалы 6-го Международного конгресса и технической выставки «Вода: экология и технология» ЭКВАТЕК. - 2004. - Ч.1. - С. 174 - 175.

64. Кудайбергенов, С.Е. / С.Е. Кудайбергенов, Л.А. Бимендина, Ж.Т. Жумадилова // Полимеры - 2000. - Т. 11.

65. Кудайбергенов, С.Е. Синтез, свойства и применение новых полимерных бетаинов на основе аминокротонатов / С.Е. Кудайбергенов, Л.А. Бимендина, М.Г. Яшкарова, Л.К. Оразжанова, В.Б. Сигитов // Науч. изд. СГУ им. Шакарима, Семипалатинск. - 2006. - С. 185.

66. Кузьмина Т.Г., Никашина В.А., Ромашова Т.В. Применение рентгенофлуоресцентного анализа для изучения процессов сорбции на клиноптилолитах, используемых в качестве геохимических барьеров // Заводск. лаборатория. Диагностика материалов. 2018. Т. 84. № 8. С. 15.

67. Ленинджер А. Основы биохимии. М.: Мир, 1985.-Т.1. С.226 -269.

68. Ленинджер, А. Основы биохимии / А Ленинджер. - М.: Мир. - 1985. - Т. I. - С. 226 -269.
69. Лихтенштейн Г.И. Кинетические особенности ферментативного многоядерного окислительно-восстановительного катализа //Изв. СО АН СССР. Сер. хим. наук. 1982. № 9/14. -С.65-73.
70. Лихтенштейн Г.И. Многоядерные окислительно-восстановительные металлоферменты.-М.: Наука, 1979, 324 с.
71. Лихтенштейн Г.И. Многоядерные окислительно-восстановительные металлоферменты.-М.: Наука. – 1979. - 324 с.
72. 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.
73. Мамбетказиев, Е.А. / Е.А. Мамбетказиев, Ф.И. Лобанов, Р.А. Мамбетказиева // Вестник КазНУ имени Аль-Фараби. – 2002. - № 3. - С. 166.
74. Мамбетказиев, Е.А., / Е.А. Мамбетказиев, Ф.И. Лобанов, Р.А. Мамбетказиева // Вестник КазНУ имени Аль-Фараби.- 2002.- № 3. -С. 166
75. Манорик, П. А. Разнолигандные биокоординационные соединения металлов в химии, биологии и медицине / П. А. Манорик. - Киев. : Наукова Думка. - 1991. - 272 с.
76. 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.
77. Матвеева, Н.Г. / Н.Г. Матвеева // Координационные полимеры. Энциклопедия полимеров. - М. - 1972. - Т. 1. - С. 1110.
78. Матвеева, Н.Г. Координационные полимеры. Энциклопедия полимеров / Н.Г. Матвеева. - М.. - 1972. - Т. 1. - С. 1110.
79. Неорганическая химия. Под ред. Г.Эйхгорна. М.: Мир, 1978. Т.1. 711 с.

80. Нурматов, Т.М. Магнитные свойства салицилатных аспарагинатных комплексов железа / Т.М. Нурматов, З.Н. Юсупов, М.М. Рахимова // Матер. юбилейн. Нучно-пр.конф. "Проблемы совр. хим. науки и образования". – Душанбе. – 1999. – С. 61-62.

81. Обуздина М.В., Руш Е.А. Исследование сорбционных характеристик модифицированных цеолитов методами инфракрасной и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии // Вестн. Технол. ун-та. 2019. Т. 22. № 3. С. 24.

82. Огородникова, Н.П. Известия вузов / Н. П. Огородникова, Н. Н. Старкова, Ю. И. Рябухин // Химия и химическая технология. - 2009. Т. 52. - № 12. - С. 45 - 47.

83. Огородникова, Н.П. Химическое взаимодействие металлов – меди, железа и марганца с  $\alpha$ - и  $\beta$ -аминокислотами в водных и органических средах : автореф. дисс. ...канд.хим.наук : 02.00.04 / Огородникова Надежда Петровна. – Астрахань. - 2010. - 24 с.

84. Орешкин В.Н., Цизин Г.И., Внуковская Г.Л. Атомноадсорбционное/атомно-флуоресцентное определение следов элементов в природных водах с использованием атомизатора – микроколони для концентрирования // Журн. аналит. химии. 1999. Т. 54. № 11. 755. С. 1163.

85. Оффенгенден Е.Я., Якубов Х.М., Астанина А.Н., Раджабов У. Жидкофазное каталитическое окисление цистеина железозимидазольными соединениями // Тез. докл. УП Всесоюзной конференции. Алма-Ата. Наука, 1988. Ч.3.-С.110.

86. Павлюченко В.Н., Иванчев С.С. Композиционные полимерные гидрогели // Высокомолекулярные соединения. 2009. Т. 51А. № 7. С. 1075.

87. Пат. 2267783. Российская Федерация, Способ определения химической активности органических соединений по отношению к соединениям железа в водных растворах / Н.А. Белоконова, Л.В. Корюкова. - № 2004113724; заявл. 05.05.04; опубл. 10.01.06. Бюлл. № 1.

88. Пашкова Г.В., Ревенко А.Г. Рентгенофлуоресцентное определение элементов в воде с использованием спектрометра с полным внешним отражением // Аналитика и контроль. 2013. Т. 17. № 2. С. 122

89. Пащевская, Н. В. Исследование комплексообразования в системе медь(II) – N-фосфонометилглицин – валин / Н.В. Пащевская, А.А. Скляр, Н.М. Трудникова, С.Н. Болотин, Н.Н. Буков, В.Т. Панюшкин // Журн. неорган. химии. - 2005. - Т. 50. - № 12. - С. 2107-2112.

90. Пописов, И.М. Матричная полимиризация и другие матричные и псевдоматричные процессы как путь получения композиционных материалов / Пописов, И.М. // Высокомолек. соед. – 1979. - Т. А 21. - С. 243.

91. Пописов, И.М. Матричная полимиризация и другие матричные и псевдоматричные процессы как путь получения композиционных материалов / И.М. Пописов // Высокомолек. соед. – 1979. - Т. - А21. - С. 243.

92. Рахимова, М. Комплексообразование ионов Fe, Co, Mn и Cu с одно- и многоосновными органическими кислотами, нейтральными лигандами в водных растворах: автореф. дис. ... д-ра хим. наук : 02.00.04 и 02.00.01 / Рахимова Мубаширхон. – Душанбе. -2013. - 32 с.

93. Рахимова, М. Комплексообразование ионов Fe, Co, Mn и Cu с одно- и многоосновными органическими кислотами, нейтральными лигандами в водных растворах: дис. ... докт. хим. наук: 02.00.04 и 02.00.01 / Рахимова Мубаширхон. – Душанбе. -2013. - 328 с.

94. Рунов В.К. Сорбционно-люминесцентный анализ // Рос. хим. журн. 1994. Т. 3. № 1. С. 36.

95. Саввин С.Б., Дедкова В.П., Швоева О.П. Сорбционно-спектроскопические и тест-методы определения ионов металлов на твердой фазе ионообменных материалов // Успехи химии. 2000. Т. 69. № 3. С. 203.

96. Сахаров, А.М.. Новые химические модели ферментативного окисления. Каталитическое окисление спиртов молекулярным

кислородом / А.М. Сахаров, И.П. Скибида // Тез. докл. VII Всесоюзной конференции "Каталитические реакции в жидкой фазе". - Алма-Ата: Наука .- Ч. 3. - 1986. - С. 50.

97. Сборник научных статей. Окислительно-восстановительные металлоферменты и их модели. Теоретические и методические аспекты / Под. ред. Лихтенштейна Г.И. – Черноголовка. - Часть I - 1985.

98. Сборник научных статей. Окислительно-восстановительные металлоферменты и их модели. Теоретические и методические аспекты. Часть I. Под. ред. Лихтенштейна Г.И. -Черноголовка, 1985.

99. Северина, Е. С. Биохимия / Е.С. Северина.- М.: Учебник под ред. ГЭОТАР-Медиа. - 2006. – 784 с.

100. Семёнов, А. Н. Физико-химические закономерности образования металлокомплексов ионов некоторых s -, d - и f - элементов с гепарином : дис. ... канд. хим. наук : 02.00.04 / Семенов Артем Николаевич. – Тверь. - 2010. - 23 с.

101. Сенин В.Г., Шилобреева С.Н. Определение углерода комплексным методом “авторадиография-рентгеноспектральный микроанализ” // Заводск. лаборатория. 1994. № 8. С. 17.

102. Симакина Я.И., Кузьмин И.И., Фабелинский Ю.И., Чыонг Т.Х. Определение марганца(II) методом спектроскопии диффузного отражения // Тонкие химические технологии. 2017. Т. 12. № 5. С. 47.

103. Скобин, М.И. Металлокомплексы высокомолекулярного гепарина с микроионами d-элементов ( $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ) и аминокислотами (глицин, аргинин) / М.И. Скобин, Т.В. Крюков, Е.В. Потеха // Тез. докл. на XXI Каргинские чтения Всероссийская науч.-технич. конф. молодых ученых «Физика, химия и новые технологии». – Тверь. - 2014. - С. 93.

104. Скобин, М.И. Комплексообразование в системах гепарин - ион металла ( $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ) - аминокислота (глицин, аргинин) / М. И. Скобин // Тез. докл. на XIII науч. конф. аспирантов и студентов химико-технологического факультета. – Тверь. – 2014. - С. 73.

105. Скобин, М. И. Комплексы высокомолекулярного гепарина с микроионами d-элементов ( $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ) и аминокислотами (глицин, аргинин, пролин) / М.И Скобин, Т.В. Крюков, Е.В. Потеха // Тез. докл. международного молодёжного научного форума «Ломоносов». – Москва. – 2014.

106. Соловский, М.В. Синтез и исследование водорастворимых сополимеров N-винилпирролидона с 2-гидроксиэтилметакрилатом - носителей лекарственных средств / М.В. Соловский, А.М. Корчагин, Е.Б. Тарабукина и др. // Современные полимерные материалы в медицине и медицинской технике: Тез. докл. 1-й Междунар. науч.-практич. конф. - СПб.: НТЦ Медполимер. - 2005. - С. 188-191.

107. Соловский, М.В. Синтез и исследование водорастворимых сополимеров N-винилпирролидона с 2-гидроксиэтилметакрилатом - носителей лекарственных средств / М.В. Соловский, А.М. Корчагин, Е.Б. Тарабукина и др. // Современные полимерные материалы в медицине и медицинской технике: Тез. докл. 1-й Междунар. науч.-практич. конф. - СПб.: НТЦ Медполимер. - 2005. - С. 188-191.

108. Сперлинг, Л.Х. Взаимопроникающие полимерные сетки и связывающие / Л.Х.Сперлинг // Материалы.- Нью-Йорк - 1981 - С. 337.

109. Стеблевская, Н. И. Комплексообразование европия и иттрия с  $\beta$ -дикетонами и аминокислотами / Н.И. Стеблевская, М.А. Мелков, Т.Б. Емелина // Журн. неорган. химии. - 2015. – Т. 60. - № 2. - С. 294-301.

110. Сычев А.Я. В кн.: Окислительно-восстановительный катализ комплексами металлов // Под ред. док. хим. наук, акад. АН МССР Аблова А.А. Изд. "Штиинца" Кишинев, 1976.

111. Торчинский Ю.И. Сера в белках М.: Наука, 1977. С.255.

112. Трусков 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.

113. Уильяме Д. Металлы жизни. Пер. с англ. / Под ред. Вольпина М.Е. М.: Мир, 1975.-236 с.

114. Феофанова, М. А. Влияние кислотности на равновесия смешанных комплексов  $Co^{2+}$  с гепарином и аргинином в водных растворах при температуре 37° С / М.А. Феофанова, Ю.В. Францева, А.Н. Семенов, Н.В. Баранова, Е.В. Журавлев // Журн. физич. химии. - 2014. - Т. 88. - № 2. - С. 361-363.

115. Фридман, Я.Д. К термохимии соединений солей металлов с аминокислотами / Я.Д. Фридман, Н.М. Кебец, Дж.У. Усубалиев // “Известия АН Республики Кыргызстан, химико-технические и биологические науки”. - 1991. - № 2.- С. 14 - 20.

116. Фридман, Я.Д. О термодинамических условиях образования соединений солей металлов с аминокислотами / Я.Д. Фридман, Н.М. Кебец, Дж.У. Усубалиев // Журн. неорган. химии. - 1987. - Т. 32. - № 9. - С. 2189 – 2192.

117. Фридман, Я.Д. Об устойчивости соединений солей металлов с аминокислотами / Я. Д. Фридман, Н.М. Кебец, Дж.У. Усубалиев // Журн. неорган. химии. – 1990. - Т. 35. - № 1. - С. 2868 – 2867.

118. Химченко С.В., Экспериандрова Л.П., Бланк А.Б. Сорбционно-рентгенофлуоресцентное определение микроэлементов в воде с использованием квазитвердых излучателей // Химия и технология воды. 2007. Т. 29. № 6. С. 506.

119. Холл Д., Каммак Р., Рао К. Железосодержащие белки: эволюция белка со времени возникновения жизни до появления высших организмов// Происхождение жизни и эволюционная биохимия.-М.: Наука, 1975. С.324-354.

120. Хьюз М. Неорганическая химия биологических процессов. Пер. с англ. / Под ред. Вольпина М.Е. М.: Мир, 1983. 414 с.

121. Хьюз, М. Неорганическая химия биологических процессов / М. Хьюз // Пер. с англ. под ред. Вольпина М.Е. М.: Мир. - 1983. - 414 с.

122. Цизин Г.И. Развитие методов концентрирования микрокомпонентов в России (1991–2010 гг.) // Журн. аналит. химии. 2011. Т. 66. № 11. С. 1135.

123. Шальнова, Л.И. О возможности прогнозирования пролонгации фармакологического действия полимерных биологически активных веществ / Л.И. Шальнова, Н.А. Лавров, А.Ф. Николаев // Пластические массы. - 2011. - № 9. - С. 6-11.

124. Шальнова, Л.И. О возможности прогнозирования пролонгации фармакологического действия полимерных биологически активных веществ / Л.И. Шальнова, Н.А. Лавров, А.Ф. Николаев // Пластические массы. - 2011. - № 9. - С. 6-11.

125. Шальнова, Л.И. Синтез полимерных физиологически активных соединений на основе сополимеров N-винилсукциаминовой и акриловой кислот / Л.И. Шальнова, Г.М. Антонова, Е.Д. Андреева и др. // Пластмассы со специальными свойствами: Сб. науч. тр. - СПб.: Профессия. - 2011. - С. 199-201.

126. Шальнова, Л.И. Синтез полимерных физиологически активных соединений на основе сополимеров N-винилсукциаминовой и акриловой кислот / Л.И. Шальнова, Г.М. Антонова, Е.Д. Андреева и др. // Пластмассы со специальными свойствами: Сб. науч. тр. - СПб.: Профессия. - 2011. - С. 199-201.

127. Шарло, Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений, пер. с франц. Ю.Ю. Лурье / Г. Шарло. – М.: Химия. - 1969. – 930 с.

128. Шилов А.Е. Химические модели металлоферментов// Окислительно-восстановительные металлоферменты и их модели. Теоретические и методические аспекты: Под ред. Лихтенштейна Г.И.: Черноголовка, 1982. Ч. 2. С.3-19.

129. Штильман, М.И. Полимеры медико-биологического назначения / М.И. Штильман. - М.: ИКЦ Академкнига - 2006. - 400 с.

130. Щербакова Я.И., Ефимов Н.Н., Михайлова А.В., Саввин С.Б., Минин В.В. Особенности комплексообразования переходных металлов с гидрогелями // Журн. неорг. химии. 2013. Т. 58. № 7. С. 936.

131. 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.

132. 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.

133. 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.

134. 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.

135. Coupek, J. New Hydrophilic: glycol methacrylates / J. Coupek, M. Krivakova, S. Pokorny // Journal of Polymer Science. - Sympos. - 1973, P. 185 – 190.

136. D.M. Jerina, J.M.Daly, and B. Witkop. The role of urene Oxide-Oxepin systems in the metabolism of aromatic substates. III Formation of 1, 2 - naphthalene oxide from maphthalene by liver microsomes. J. Ann. chem. Soc 1968 V .90 №6 P.6525-27.

137. Fatemeh, Soleimani. Synthesis of pH-Sensitive Hydrogel Based on Starch-Polyacrylate Superabsorbent / Soleimani Fatemeh & Sadeghi Mohammad // Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology. Vol. 3. – 2012. P. 310-314.

138. Good R. J. Theory of adhesive forces across interfaces / R.J. Good, M.K. Chauldhary, C.J. Van Oss // Fundamental of adhesion Ed. by L-H. Lee; New York: Plenum Press, 1991. P. 153-172.

139. Good, R. J. Theory of adhesive forces across interfaces / R.J. Good, M.K. Chauldhary, C.J. Van Oss // Fundamental of adhesion Ed. by L-H. Lee; New York: Plenum Press, 1991. P. 153-172.

140. Hironori Arakawa, Yoshihiko Moro-oka, and Alsumu Ozaki. "Kinetic studies on Olefin Epoxidation by Peroxo Molybdenum Complex (Mo(O)<sub>2</sub>HMPT)//Bull.chem. soc. of Japan v .47 №12, P.2958-2961 (1974).

141. Karlin K.D., R.W.Cruse, Y.Gultheth, J.C.Hayes, J.Zubieta, Peroxide Coordination to a Dicopper (II) Center. Dioxygen Binding to a Structurally characterized Phenoxide-Bridged Copper (I) complex J.A. Chem Soc. 106, 3372 (1984).

142. Kubrakova I.V., Kudinova T.F., Formanovsky A.A., Kuz'min N.M., Tsysin G.I., Zolotov Yu.A. Determination of chromium(III) and chromium(VI) in river water by electrothermal atomic absorption spectrometry after sorption preconcentration in a microwave field // Analyst. 1994. V. 119. P. 2477.

143. Mahdavinia G.R., Pourjavadi A., Hosseinzadeh H., Zohuriaan M.J. Modified chitosan. Superabsorbent hydrogels from poly (acrylic acid-co-acrylamide) grafted chitosan with salt-and pH-responsiveness properties // Eur. Polym. J. 2004. V. 40. № 7. P. 1399.

144. Roshan T.A. Living Polymers by the Use of Trithiocarbonates as Reversible Addition-Fragmentation Chain Transfer (RAFT) Agents: ABA Triblock Copolymers by Radical Polymerization in Two Steps/ Roshan T.A. Mayadunne, Rizzardo E., Chiefari J., Krstina J., Moad G. // Macromolecules, 2000. 33. P. 243-245.

145. Takao Moriyama. Trace heavy element analysis for wastewater and river water by X-ray fluorescence spectrometry. Examples for ppm to sub ppm level analysis of heavy elements // The Rigaku J. 2009. V. 25. № 1. P. 13.

146. Tie-Min Liu. Mechanical properties of methacrylic acid/acrylonitrile copolymer foam/ Tie-Min Liu, Guang-Cheng Zhang, Ting Chen, Xue-Tao Shi, Cui Zhang // Polymer Engineering and Science, March 2007. Vol. 47. Issue 3. P. 314 - 322.

147. Xiao-Hui Liu Trithiocarbonate Mediated Reversible Addition-Fragmentation Chain Transfer Polymerization of Acrylonitrile / Xiao-Hui Liu, Gui-Bao Zhang, Xian-Feng Lu, Jing-Yu Liu, Ding Pan, Yue-Sheng Li // Journal of Polymer Science.Part B: Polymer Physics, 2005. Vo. 44. Issue 1. P. 490 - 498.

### **ИНТИШОРОТ АЗ РҶҶИ МАВЗУИ ДИССЕРТАТСИЯ:**

**А. Руйхати мақолаҳое, ки дар маҷалаҳои илмӣ ба тавсияи Комиссияи Олии Аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашр шудаанд:**

[1-М]. **Эраҷи Шерали**, Многофункциональные гидоргели на основе акриламида и акриловой кислоты и их возможное применения в медицине /Эраҷи Шерали., Маликов Т.С., Муҳиддинов З.К., Нурматов Т.М., Каримов М.Б.// Научно журнал. Вестник Дангара №2(12)- Дангара 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 Масковского 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 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]. **Эрачи 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

**Б. 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.//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-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 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-М]. **Эрачи Шерали**, Воздействия комплекс-ных 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-М]. **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-М]. **Эрачи 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-М]. **Эрачи Шерали**, ИС–Спектры коор-динационных 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 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.Андичон -2021, с.5-13 .

[14-М]. **Эрачи Шерали**, Воздействия комплекс-ных 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 гиromидошти 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 водо-растворимых полимеров акриламида с ионами некоторых металлов/ **Эрачи Шерали.**,

Нурматов Т.М., Маликов Т.С., Каримзода М.Б.// Маводи конференсия байналмиллалии Чумхурии Узбекистон. ш. Тошканти-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 полимеров акриламида с ионами некоторых металлов/ **Эраджи Шерали.**, Нурматов Т.М., Маликов Т.С., Каримзода М.Б.// Маводи конференсия байналмиллалии чумхурии Узбекистон. ш. Тошканти-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 ҷуворимаққа /Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Эраджи Шерали., Қудратова Ш.Ҳ.// Конференсияи чумхуриявӣ дар мавзӯи “Саҳми усулҳои таҳлил дар рушди илм ва истеҳсолот” бахшида 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 чумхуриявӣ илмию назариявӣ ҳаёти устодону кормандони ИИТ ДМТ бахшида ба «75-солагии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон», «115-солагии академик Бобоҷон Гафуров», «Соли 2023-Соли забони русӣ» ва «Соли 2025-Соли байналмиллалии ҳифзи пирияхҳо» Душанбе-2023. с.221-224.

[22-М]. **Эрачи Шерали**, Омӯзиши хосиятҳои варам-кунии 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 баҳшида ба «75-солагии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон», «115-солагии академик Бобоҷон Гафуров», «Соли 2023-Соли забони русӣ» ва «Соли 2025-Соли байналмиллалии ҳифзи пирияхҳо» Душанбе-2023. с.229-235.

[23-М]. **Эраҷи 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, Kazakhestan 26 february -2024 с. 245-251

[24-М]. **Эраҷи Шерали,** Омӯзиши хосиятҳои гидрогелҳои бисёрфункционалӣ бо иони мис дар асоси акриламид/**Эраҷи 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]. **Эраҷи Шерали,** Таҳқиқи фаъолнокии каталитикии пайвастаҳои комплекси Со (II) бо акрил-амид дар маҳлулҳои обӣ/**Эраҷи Шерали.**, С.И. Раҷабзода., Т.С. Маликов., Р.А. Аловиддинзода// Маводи конференсияи ҷумҳуриявии илмию назарариявии ҳайати устодону кормандони ИИТ ДМТ баҳшида ба «30- юмин солгарди қабули Конститутсияи Ҷумҳурии Тоҷикистон» ва «Соли маърифати ҳуқуқӣ» (22-27 апрели 2024) Душанбе- 2024. с.204-207.

[26-М]. **Эраҷи Шерали.** Спектральные методы исследования гидрогелей/ **Эраҷи 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]. **Эраҷи Шерали.**, Маликов Т.С., Нурматов Т.М., Муҳиддинов З.Қ. Тарзи ҳосил кардани гидрогели тезварамкунанда № ТҶ 1190/2020.с

## Замимаҳо

«ТАСДИҚ МЕКУНАМ»

Муовини аввал, муовини

ректори Донишгоҳи таълим



Собирзода Н. М

соли 2023

### САНАД

дар бораи татбиқи натиҷаҳои корҳои илмӣ- таҳқиқотӣ дар раванди таълим

Мо, дар зер имзокунандагон: директори Институти илмию таҳқиқотии ДМТ, профессор Рачабзода С.И., декани факултети химия, дотсент Файзуллозода Э.Ф., и.в. мудирӣ кафедраи химияи гайриорганикӣ, дотсент Сафаров С.И., мушовири академии дараҷаи якум дар шуъбаи рӯзона, муаллими калон Эгамбердиев А.Ш. санади мазкурро роҷеъ ба татбиқи корҳои илмӣ- таҳқиқотӣ, дар мавзӯи «Тарзи ҳосил кардани гидрогели тезварамкунанда» (нахустпатент ба ихтироот № ТҶ 1190), ки аз ҷониби ходими пешбари илмии ИИТ ДМТ н.и.х., Маликов Т.С., ходими илмии ИИТ ДМТ, ҳамзамон муҳандиси кафедраи «Химияи таҳлилӣ» факултети химияи ДМТ Эраҷи Шералӣ таҳия шудааст ва дар раванди таълим барои иҷрои корҳои курсӣ, магистрӣ ва номзадӣ инчунин барои тадриси курси тахассусии «Химияи пайвастиҳои координатсионӣ»-и кафедраи химияи гайриорганикӣ ба шакли дарсҳои шифохӣ, амалӣ барои корҳои хатми донишҷӯёни курси 4-уми факултети химия мавриди истифода қарор доранд, тартиб медиҳем.

Натиҷаҳои зерин дар раванди таълим ҷорӣ карда шудааст.

- Усули ҳосилкунии гидрогелҳои хеле тезварамкунандаи дорои пайвастиҳои координатсионии мис (II) бо кислотаи акрилат, баланд бардоштани варамкунии гидрогел ва имкони танзими он.

Аз рӯйи натиҷаҳои гирифташуда 1 нахустпатент, 4 мақола дар маҷаллаҳои Руссия, Узбекистон ва Тоҷикистон, ки ҷавобгӯи талаботи КОА-и Ҷ.Т. ва Ф.Р. мебошанд, нашр шудааст.

Директори ИИТ ДМТ  
д.и.х., профессор



Раҷабзода С.И.

Декани факултети химия,  
н.и.х., дотсент



Файзуллозода Э.Ф.

Мудир кафедраи  
химияи ғайриорганикӣ  
н.и.х., дотсент



Сафаров С.И.

Мушовири академии дараҷаи  
якум дар шӯъбаи рӯзона, н.и.х.,  
муаллими калон



Эгамбердиев А.Ш.

ҶУМҲУРИИ  
ТОҶИКИСТОН



ИДОРАИ  
ПАТЕНТӢ

## ШАҲОДАТНОМА

Шаҳрванд Маликов Т.С.

муаллифи ихтирои *ТАРЗИ ХОСИЛ КАРДАНИ ГИДРОГЕЛИ*  
*ТЕЗВАРАМКУНАНДА*

Ба ихтирои  
нахустпатенти № ТҶ 1190 доля шудааст.

Доранда Институти Илмӣ Тадқиқотии ДМТ  
нахустпатент

Сарзамин Ҷумҳурии Тоҷикистон

Ҳаммуаллиф(он) Нурматов Т.М., Муҳиддинов З.К., Эрачи Шерали,  
Қудратова Ш.Х.

Аввалияти ихтирои 08.12.2020

Таърихи рузи пешниҳоди ариза 08.12.2020

Аризаи № 2001490

Дар Феҳристи давлатии ихтирооҳон Ҷумҳурии Тоҷикистон

17 октябри с. 2021 ба қайд ғарифта шуд

Нахустпатент  
этибор дорад аз 8 декабри с. 2020 то 8 декабри с. 2030

Ин шаҳодатнома хангоми амали ғардонидани ҳукуку  
имтиёзҳое, ки барои муаллифони ихтироот бо конулузории  
ҷорӣ муқаррар ғардидаанд, нишоя дода мешавад

ДИРЕКТОР

Исмоилзода М.