

**ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН  
ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ БОХТАР БА НОМИ НОСИРИ ХУСРАВ**

ВБД (УДК) 536.2.08 + 53.096

Бо ҳукуқи дастнавис



**Ҳусайнов Зубайдулло Қурбоналиевич**

**АЛОҚАМАНДИИ БАЙНИ ЭЛЕКТРОГУЗАРОНӢ ВА  
ГАРМИГУЗАРОНИИ МАҲЛУЛҲОИ ОБИИ ГИДРАЗИН**

**ДИССЕРТАТСИЯ**

ба ҳимояи такрорӣ барои дарёфти дараҷаи илмӣ доктори фалсафа (PhD) –  
доктор аз рӯйи ихтисоси 6D071900 – Радиотехника, электроника ва  
телекоммуникатсия (6D071919 – Физикаи гармо ва назарияи техникаи гармо)

**Рохбари илмӣ:**

**Сафаров Махмадалӣ Махмадиевич**

доктори илмҳои техникӣ, профессори  
кафедраи техника ва энергетикаи гармои  
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба  
номи акад. М.С. Осимӣ

**Бохтар – 2026**

## МУНДАРИЧА

|                                                                                                                                      | Саҳ.      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Муқаддима .....</b>                                                                                                               | <b>6</b>  |
| <b>БОБИ 1 Шарҳи адабиёт оид ба электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои электролитӣ .....</b>                                     | <b>16</b> |
| 1.1 Электрогузаронии металлҳо ва маҳлулҳои электролитӣ (назария ва таҷриба) .....                                                    | 16        |
| 1.2 Электрогузаронии маҳлулҳо ва тағйирпазирии ионҳо .....                                                                           | 26        |
| 1.3 Таъсири омилҳои гуногун ба электрогузаронӣ .....                                                                                 | 31        |
| 1.4 Гармигузаронии маҳлулҳои обӣ .....                                                                                               | 43        |
| Хулосаҳо оид ба боби якум .....                                                                                                      | 47        |
| <b>БОБИ 2 Усулҳо ва дастгоҳҳои ченкунии электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин .....</b> | <b>49</b> |
| 2.1 Усулҳои чен кардани нуфузпазирии диэлектрикӣ.....                                                                                | 49        |
| 2.1.1 Усулҳои резонансӣ .....                                                                                                        | 49        |
| 2.1.2 Усули зарбавӣ .....                                                                                                            | 51        |
| 2.1.3 Усули ҷо ба ҷо гузори контурҳо .....                                                                                           | 52        |
| 2.2 Дастгоҳ барои муайян кардани хосияти электрофизикии электролитҳо вобаста аз фишор .....                                          | 54        |
| 2.2.1 Усули чен кардани нуфузпазирии диэлектрикии диэлектрикҳои моеъ .....                                                           | 58        |
| 2.2.2 Усулҳои ченкунии электрогузаронии электролитҳо .....                                                                           | 61        |
| 2.2.3 Методи муайян кардани консентратсияи моддаҳои ягон маҳлул (Титронидани кондуктометрӣ).....                                     | 65        |
| 2.2.4 Чен кардани электрогузаронӣ.....                                                                                               | 67        |
| 2.2.5 Дастгоҳ барои ченкунии кондуктометрӣ .....                                                                                     | 72        |
| 2.3 Усулҳои чен кардани гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин .....                                                                  | 78        |

|               |                                                                                                                                                                  |            |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.3.1         | Дастгоҳ барои таҳқиқи гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин .....                                                                                               | 78         |
| 2.3.2         | Коркарди маълумоти таҷрибавӣ .....                                                                                                                               | 82         |
| 2.3.3         | Дастгоҳи таҷрибавӣ барои чен кардани гармигузаронӣ.....                                                                                                          | 84         |
| 2.4           | Ҳисоб кардани ҳатогиҳои ченкунии ҳосиятҳои гармофизикӣ ва термодинамикии мавод бо усулҳои гуногун .....                                                          | 86         |
|               | Хулосаҳо оид ба боби дуюм.....                                                                                                                                   | 88         |
| <b>БОБИ 3</b> | <b>Маълумоти таҷрибавӣ оид ба электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин .....</b>                                      | <b>89</b>  |
|               | Электрогузаронии системаи гидразин ва об дар фишори атмосферӣ .....                                                                                              | 89         |
| 3.1           | атмосферӣ .....                                                                                                                                                  | 89         |
| 3.2           | Нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули обии гидразин вобаста аз ҳарорат дар фишори атмосферӣ .....                                                                    | 93         |
| 3.3           | Вобастагии электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин дар ҳарорати хона .....                                                                     | 98         |
| 3.4           | Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии маҳлули обии гидразин аз нуфузпазирии диэлектрикии онҳо дар ҳарорати хона ва фишори атмосферӣ .....                      | 103        |
|               | Хулосаҳо оид ба боби сеюм.....                                                                                                                                   | 106        |
| <b>БОБИ 4</b> | <b>Таҳлил ва коркарди маълумоти таҷрибавӣ оид ба электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ, гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин ва алоқамандии онҳо .....</b> | <b>108</b> |
| 4.1           | Коркард ва таҳлили электрогузаронии электролитҳо дар фишори атмосферӣ .....                                                                                      | 108        |
| 4.2           | Коркард ва таҳлили нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обии гидразин дар ҳароратҳои гуногун ва фишори атмосферӣ .....                                            | 110        |

|     |                                                                                                                                                                      |     |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3 | Коркард ва таҳлили алоқамандии электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин дар ҳароратҳои гуногун .....                                                | 113 |
| 4.4 | Алоқамандии коэффитсиенти гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули обии гидразин дар ҳарорати хона ва фишори атмосферӣ (ҳосилкунии муодилаи эмпирикӣ)..... | 116 |
|     | Хулосаҳо оид ба боби чорум.....                                                                                                                                      | 118 |
|     | Хулосаҳо.....                                                                                                                                                        | 120 |
|     | Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳои таҳқиқот.....                                                                                                             | 121 |
|     | Рӯйхати адабиёт .....                                                                                                                                                | 123 |
|     | Замимаҳо .....                                                                                                                                                       | 146 |

## Номгуи мафҳумҳои асосии кутоҳкардашуда, ишораҳо, бузургӣҳо ва мафҳумҳо

|                                             |                                                     |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| $\sigma$ - электрогузаронии хос, мкСм/м     | МХЭ - муқовимати хоси электрикӣ                     |
| $\epsilon$ - нуфузпазирии диэлектрикӣ       | ВХО - воситаи хотираи оперативӣ                     |
| $\lambda$ – гармигузаронӣ, $Вт/(м \cdot K)$ | ВХД - воситаи хотираи доимӣ                         |
| См - Сименс                                 | СБВ - системаи байналмилалӣ                         |
|                                             | воҳидҳо                                             |
| T – ҳарорати мутлақ, К                      | АТТО - автотрансформатори танзимшавандаи озмоишгоҳӣ |
| n - консентратсия, %                        | МХЭ - муқовимати электрикӣ хоси электрикӣ           |
| $N_2H_4$ – гидразин                         | МП2500 - навъи манометр                             |
| МИР2 - намуди микроскоп                     | Р 371 - намуди потенциометр                         |
| МК - намуди микрометр                       | МБТ – маҷмуи барномавӣ-таҷҳизотӣ                    |
| ГСП47 - намуди гальванометр                 |                                                     |

## Муқаддима

**Мубрамияти мавзуи таҳқиқот** - омӯзиши хосиятҳои физикӣ-химиявии маҳлулҳо, электрогузаронӣ ва гармигузаронии онҳо борҳо мавриди таҳқиқот қарор гирифта шуда бошанд ҳам, лекин то ҳол на ҳамаи хосиятҳои гармофизику электрофизику онҳо ошкор гардидаанд. Табиист, ки электролитҳо мавод, маҳлул ё ғудохтаҳо мебошанд, ки қобилияти гузаронандагии ионӣ доранд. Дар муқоиса бо металлҳо (хулаи металлҳо) оид ба электрогузаронӣ, ки ноқилҳои ҷинси якум мебошанд, электролитҳо ба ноқилҳои ҷинси дуум мансуб мешаванд. Ноқилҳои ҷинси дуум – ин маҳлулҳои кислотагӣ ва асосҳо, ғудохтаҳо ва маҳлулҳои намак мебошанд. Аз сабабе, ки моеъҳои биологӣ ва бофтаҳои организм қобилияти гузаронандагии ионӣ доранд, пас онҳо ба маҳлулҳои электролитӣ дохил мешаванд.

Дар диссертатсияи пешниҳодшуда хосиятҳои физикӣ- химиявӣ, аниқтараши нуфузпазири диэлектрикӣ, электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлули обии гидразин вобаста аз ҳарорат ва консентратсияи об, инчунин, алоқамандии байни онҳо таҳқиқ карда шудааст.

Электрогузаронии маҳлулҳо аз як қатор омилҳо, ба монанди табиати ҳалкунанда, ҳаспаки ва ҳарорати муҳит, радиус ва консентратсияи ионҳо дар маҳлул вобаста мебошад. Табиати ҳалкунанда ба дараҷаи диссоциатсияи электролит таъсир мерасонад. Даҳсолаҳо назарияи маҳлулҳо чунин мешуморид, ки молекулаҳои маводи ҳалшуда дар маҳлул ба монанди молекулаҳо дар газ рафтор мекунад, яъне ҳаракати ихтиёрӣ намуда ба ҳамдигар таъсир намерасонанд. Дар асл бошад, ионҳо дар маҳлулҳо ба ҳамдигар таъсир нарасонида наметавонанд, чунки ионҳои аломати муқобилдошта ба ҳамдигар ҷазб шуда, ионҳои ҳамном заряднокшуда ҳамдигарро тела медиҳанд. Барои ҳамин, ионҳо дар маҳлул чунин ҷойгир мешаванд, ки ба ҳамдигар камтар ҳалал расонанд. Масалан, дар ҳлориди натрий, ҷойгиршавии ионҳо дар маҳлул ба кристали худ намак шабоҳат дорад.

Тавре, ки маълум аст гузаронандагии электрикии маҳлулҳои электролитӣ аз табиати электролит ва маҳлул вобаста аст. Табиати ҳалқунанда ба дараҷаи диссоциатсияи электролит таъсир мерасонад. Диссоциатсияи электролит, чун қоида, дар маҳлулҳои қутбӣ ба амал меояд ва аз нуфузпазирии диэлектрикии модда ( $\epsilon$ ) вобаста аст. Он ҳар қадар баланд бошад, диссоциатсияи электролит ҳамон қадар пурратар ва электрогузаронии маҳлул ҳамон қадар зиёд мешавад.

Дар диссертатсия тағйирёбии нуфузпазирии диэлектрикии моддаҳои таҳқиқшаванда — маҳлулҳои обии гидразин, вобаста аз ҳарорат мавриди омӯзиш ва таҳқиқ қарор гирифта, қобилияти электрогузаронии онҳо вобаста ба ҳарорат чен карда шудааст.

Ба ҳамин мақсад нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули таҳқиқотӣ дар фишори доимӣ ва тағйирёбии ҳарорат мавриди таҳқиқ қарор гирифтааст. Бояд зикр намуд, ки маҳлули мавриди таҳқиқ аз 9-намуна иборат буда, ҳар кадомашон дорои консентратсияҳои гуногуни маводҳо мебошанд. Натиҷаҳо дар ҳудуди ҳароратҳои аз 293 то 323K ба даст оварда шудаанд.

**Дараҷаи таҳқиқи мавзӯи илмӣ.** Масъалаҳои таҳқиқӣ хосиятҳои электрофизикӣ (электргузаронӣ ва нуфузи диэлектрикӣ) ва гармофизикӣ (гармигузаронӣ)-и гидразин бо роҳи таҷрибавӣ аз ҷониби олимони хориҷӣ Ахатов Я.Ю. (Восиятҳои диэлектрикии моеъҳои соф) [21], Балданов М.М., Танганов Б.Б. (Истифодаи муодилаи электргузаронӣ барои баҳодиҳии константаҳои диссоциатсияи электролитҳо, муайянкунии миқдории электролитҳои бинарӣ ва усули ҳисоб кардани электргузаронӣ маҳлулҳои спиртии электролитҳо) [126], Никольского Б.П. (Химияи физикӣ. Дастури назариявӣ ва амалӣ) [76], Волков, А.И. (Маълумотномаи калони кимиёвӣ) [20], инчунин аз ҷониби олимони ватанӣ ва Сафаров, М.М. (Усули чен кардани нуфузпазирии диэлектрикии моеъҳои диэлектрикӣ, хосиятҳои гармофизикии эфирҳо ва

маҳлулҳои обии гидразин ва фенилгидразин вобаста ба ҳарорат ва фишор) [25], Аминов, Ш.А. (Хосиятҳои гармофизикӣ, электрофизикӣ ва термодинамикии системаи «об + муҳркунанда (герметик)» вобаста ба ҳарорат ва фишор) [31], Зарипова, М.А. (Гармигузаронии маҳлули обии диметилгидразин дар ҳудудҳои васеи ҳарорат ва фишор, вобастагии гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин аз зичӣ дар ҳудуди васеи ҳарорат ва фишор, робитаи байни гармигузаронӣ ва зичии маҳлулҳои обии фенилгидразин) [159], Назруллоев, А.С. (Таъсири оксидҳои амфотерии металлҳои наноандоза ба тағйирёбии гармигузаронӣ, электргузаронӣ ва хосиятҳои термодинамикии гидразингидрат) [24], Зоиров, Х.А. (Таъсири оксидҳои металли наноандоза ба тағйирёбии хосиятҳои гармӣ, электрикӣ ва диффузиони гидразингидрат) [33], Анакулов, М.М. (Таъсири нанонайчаҳои карбон ба тағйирёбии хосиятҳои гармофизикӣ ва электрофизикии маҳлули обии этиленгликол 65 (антифриз) ва об) [32] ва дигарон мавриди омӯзиш қарор гирифта аст. Механизми муайян кардани хосиятҳои электрофизикӣ ва гармофизикӣ гидразин дар шакли моеъ дар алоҳидагӣ омӯхта шудааст, аммо хосиятҳои электрофизикӣ ва гармофизикӣ маҳлули обии гидразин барои концентратсияҳои гуногун ба қадри кофӣ омӯхта нашудааст. Аз ин рӯ кори мазкур ба таҳлил ва омӯзиши хосиятҳои электргузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва гармигузаронии маҳлули обии гидразин, инчунин таҳқиқи таҷрибавии алоқамандии гармигузаронӣ ва электргузаронӣ, алоқамандии гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обии гидразин вобаста ба концентратсияи об (10-90% масс.) дар ҳарорати хона (293 К) ва фишори атмосферӣ, инчунин ҳосил намудани муодилаҳои эмпирикӣ барои ҳисоб намудани электргузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ маҳлулҳои обии гидразин

вобаста ба консентратсияи об (10-90% масс.) ва ҳарорат (293-323 К) дар фишори атмосферӣ бахшида шуда, фишурдаи онҳо дар маҷаллаҳои гуногуни илмӣ рӯйи чоп омадаанд.

**Робитаи таҳқиқот ба барномаҳо ва мавзӯҳои илмӣ.** Мавзӯи диссертатсияи илмӣ доир ба самтҳои афзалиятноки рушди илм дар Ҷумҳурии Тоҷикистон интихоб гардидааст. Он ба татбиқи стратегияву барномаҳои махсуси давлатӣ, аз ҷумла, Саноатикунони босуръат – ҳадафи чоруми стратегияи мамлакат, Стратегияи рушд ва омӯзиши фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илм ва маориф барои давраи то соли 2030, «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф» эълон шудани солҳои 2020-2040, равона карда шудааст.

#### **Тавсифи умумии таҳқиқот**

**Мақсади таҳқиқот:** таҳқиқи алоқамандии гармигузаронӣ бо электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули обии гидразин вобаста аз ҳарорат дар фишори атмосферӣ.

#### **Вазифаҳои таҳқиқот:**

- тақвим додани дастгоҳҳои таҷрибавӣ барои ҷенкунии нуфузпазирии диэлектрикӣ, электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлули обии гидразин дар ҳароратҳои аз 293 то 323К;

- омӯзиши таҷрибавӣ ва назариявии нуфузпазирии диэлектрикӣ, электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлули обии гидразин дар ҳудуди ҳароратҳои (293-323)К ва фишори атмосферӣ

- коркарди натиҷаҳои бадастомада оид ба параметрҳои мавриди таҳқиқ ва ҳосил намудани муодилаҳои эмпирикии вобастагии ин параметрҳо аз ҳарорат, консентратсияи моддаи ҳалкунанда ва алоқамандии байниҳамдигарии онҳо.

**Объекти таҳқиқот:** гидразин, об ва маҳлули обии гидразин бо консентратсияҳои гуногун, муайян кардани нуфузпазирии диэлектрикӣ,

электрогузаронӣ ва гармигузаронии дар ҳудуди ҳароратҳои (293-323)K ва фишори атмосферӣ ва таҳқиқӣ алоқамандии байни онҳо.

**Мавзӯи таҳқиқот:** алоқамандии байни электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлули обии гидразин вобаста аз ҳарорат ва консентратсия.

**Навгониҳои илмӣ таҳқиқот:**

- таҳқиқи таҷрибавии электрогузаронии маҳлулҳои обии гидразин вобаста ба консентратсияи об (10-90% масс.) ва ҳарорат (293-323 K) дар фишори атмосферӣ;

- таҳқиқи таҷрибавии нуфузпазирии диэлектрикии гидразин ва маҳлулҳои обии гидразин вобаста ба консентратсияи об (10-90% масс.) ва ҳарорат (293-323 K) дар фишори атмосферӣ;

- таҳқиқи таҷрибавии алоқамандии гармигузаронӣ ва электрогузаронии маҳлулҳои обии гидразин вобаста ба консентратсияи об (10-90% масс.) дар ҳарорати хона (293 K) ва фишори атмосферӣ;

- таҳқиқи таҷрибавии алоқамандии гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обии гидразин вобаста ба консентратсияи об (10-90% масс.) дар ҳарорати хона (293 K) ва фишори атмосферӣ;

- ҳосил намудани муодилаҳои эмпирикӣ барои ҳисоб намудани электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ маҳлулҳои обии гидразин вобаста ба консентратсияи об (10-90% масс.) ва ҳарорат (293-323 K) дар фишори атмосферӣ;

- ҳосил намудани муодилаҳои вобастагии байни гармигузаронӣ ва электрогузаронӣ, гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ барои маҳлулҳои обии гидразин вобаста ба консентратсияи об (10-90% масс.) ва ҳарорати хона (293 K) дар фишори атмосферӣ.

**Аҳамияти назариявӣ ва илмӣ-амалии таҳқиқот:**

- дастгоҳҳои таҷрибавии такмилдодашуда, барои ченкунии электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ, метавонанд барои омӯзиши

хосиятҳои электрофизикии мавод ва маҳлулҳо дар шароити озмоишгоҳҳо ҳамчун усулҳои экспрессӣ истифода бурда шаванд;

- чадвалҳои тартибдодашуда оид ба электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обии гидразин дар ҳароратҳои аз 293 то 323K метавонанд ҳангоми муносибгардонӣ ва такмили равандҳои гуногуни технологӣ дар ташкилотҳои лоиҳакашӣ истифода шаванд;
- маълумоти ба даст омада оид ба электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ барои ҳисобкуниҳои реакторҳои моделӣ истифода мешаванд;
- усули пешниҳодшудаи таҳлили муодилаҳои эмпирикӣ, ки барои як қатор маҳлулҳои обӣ ҳосил карда шудаанд, метавонанд нисбати дигар маҳлулҳо истифода шаванд;
- бонки электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обӣ бо маълумоти нав пурра карда шуд, ки метавонанд дар амалия татбиқ карда шаванд.

#### **Нуктаҳои ба ҳимоя пешниҳодшаванда:**

- натиҷаҳои таҳқиқоти таҷрибавӣ оид ба электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обии гидразин вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи об таҳлил карда шуд;
- натиҷаҳои таҳқиқоти таҷрибавӣ оид ба вобастагии байни гармигузаронӣ ва электрогузаронӣ, гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обии гидразин вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи об омӯхта шуд;
- муодилаҳои эмпирикӣ барои ҳисоб намудани электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ маҳлулҳои обии гидразин вобаста ба консентратсияи об (10-90% масс.) ва ҳарорат (293-323 K) дар фишори атмосферӣ, инчунин муодилаҳои вобастагии байни гармигузаронӣ ва электрогузаронӣ, гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ барои маҳлулҳои обии гидразин вобаста ба консентратсияи об (10-90% масс.) дар ҳарорати хона (293K) ва фишори атмосферӣ ҳосил карда шуд.

**Дарачаи эътимоднокии натиҷаҳои диссертатсия** бо истифодабарии таҷҳизотҳои ҷенкунандаи санҷидашуда, ки қобилияти хуби такроршавандагии натиҷаҳои ҷенкунӣ, мувофиқати маълумоти таҷрибавӣ бо адабиёт ва натиҷаҳои ҳисобкунӣ, мувофиқати маълумоти бадастомада бо натиҷаҳои омӯзиши мустақилона бо истифода аз усулҳои дигари таҳқиқот ба даст овардашуда, татбиқи дурусти назарияи ҷенкунӣ ва ҳатогиҳо таъмин карда мешаванд.

**Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ.** Аз рӯйи мавзӯи таҳқиқот, усулҳои таҳқиқот, муқаррароти нави илмӣ пешниҳодшудаи диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси 6D071900 – Радиотехника, электроника ва телекоммуникатсия (6D071919 – Физикаи гармо ва назарияи техникаи гармо) мутобиқат мекунад:

- банди 5. «Таҳқиқи таҷрибавӣ ва назариявии якфаза, конвексияи озод ва маҷбурӣ дар ҳудудҳои васеи ҳосиятҳои интиқолдиҳандаҳои гармӣ реча ва параметрҳои геометрии сатҳҳои гармидиҳанда»;

- банди 7. «Таҳқиқоти таҷрибавӣ ва назариявии равандҳои якҷояи гармӣ ва массаинтиқолдиҳӣ дар омехтаҳои бинарӣ ва бисёркомпонентии моддаҳо, аз ҷумла омехтаҳои ба реаксияҳои химиявӣ таъсиркунанда»;

- банди 8. «Таҳқиқоти таҷрибавӣ ва назариявии вобастагии ҳароратии ҳосиятҳои электрофизикии ҷисмҳои сахт, моеъҳо ва газҳо»;

- банди 9 «Ташаккули асосҳои илмӣ ва ба вучуд овардани усулҳои интенсификатсионии равандҳои гармӣ ва массагузаронӣ».

**Саҳми шахсии муаллиф** аз таҳияи вазифаҳои асосӣ, интихоби усулҳо ва самтҳои таҳқиқот, инчунин тартиб додани алгоритмҳои ҳалли масъалаҳо, истифодаи қонуниятҳои асосӣ ҳангоми ба даст овардан ва омӯختани ҳосиятҳои маҳлулҳо, гузаронидани таҷрибаҳо, таҳлил ва коркарди натиҷаҳои таҳқиқот, инчунин тайёр кардани маводҳо, хулосаҳои асосии натиҷаи таҳқиқот иборат мебошад.

### **Тасвиб ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия:**

Натиҷаҳои асосии кори диссертатсионӣ дар форумҳо, конференсияҳо, симпозиумҳо ва ҷаласаҳои илмӣ зерин гузориш ва муҳокима карда шуданд: конференсияи байналмилалӣ «Дурнамои рушди илми физика», Академияи миллии илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, Душанбе (2017); конференсияи I-уми илмӣ ва амалии байналмилалӣ «Технологияҳои иттилоотӣ дар назорат ва моделсозии системаҳои меҳатроникӣ», ИТУММС, Тамбов, Руссия (2017); форуми байналмилалӣ об ва энергетика, Донишгоҳи давлатии энергетикӣ Қазон, Руссия (2018) (Скопус); XI МБФГ (МТФШ); Конференсияи 8-уми умумирусиягии илмӣ-амалӣ (бо иштироки байналмилалӣ) «Технология ва технологияи муосир: мушкилот, ҳолат ва дурнамо», Рубтсовск, Руссия (2018); конференсияи XV муштаракӣ термодинамикӣ Аврупо. Barcelona (2019); 4-умин конференсияи байналмилалӣ илмӣ «Масъалаҳои химияи физикӣ ва ҷамоҳангсозӣ», бахшида ба хотираи докторони илмҳои химия, профессорҳо Ҳамид Мухсинович Якубов ва Зухуриддин Нуриддинович Юсуфов, Душанбе (2019); 6-умин конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалии донишҷӯён, олимон ва мутахассисони ҷавон таҳти унвони «Сарфай энергия ва самаранокӣ дар системаҳои техникӣ», Тамбов (2019); конференсияи байналмилалӣ «Гузаришҳои фазавӣ, ҳодисаҳои муҳим ва ғайрихаттӣ дар муҳитҳои конденсионӣ», Махачкала (2019); конференсияи байналмилалӣ илмӣ «Муҳаққиқони ҷавон барои минтақаҳо», Вологда, Руссия (2019); конференсияи байналмилалӣ илмӣ «Проблемаҳои муосири илмҳои табиӣ ва гуманитарӣ ва нақши онҳо дар таҳкими робитаҳои илмӣ байни кишварҳо», Филиали Донишгоҳи давлатии Москва ба номи М.В. Ломоносов дар шаҳри Душанбе (2019); конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалии «Мушкилоти муосири энергетикаи гармӣ», Липетск, Руссия (2019); конференсияи илмӣ-амалии байналмилалӣ «Масъалаҳои муосири математика ва методикаи таълими он», бахшида ба 25-солагии Конститутсияи Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 80-солагии доктори илмҳои педагогӣ, профессор Шарифзода Ҷумъа Шариф, ш. Бохтар (18-19 октябри соли 2019); конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ –

амалии «Проблемаи муосири фанҳои табиатшиносӣ: дурнамо ва пешомадҳои он», бахшида ба 30-солагии Истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф» (бо иштироки ИДМ), ш. Бохтар (4 – 5 ноябри соли 2021); Конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ – амалии «Нақши Абурайҳони Берунӣ дар рушди илмҳои риёзӣ ва табиӣ ва техникӣ», бахшида ба пешвози 1050 – солагии нобиғаи маъруфи тоҷику форс – Абурайҳони Берунӣ, ш. Бохтар (2022); конференсияи илмӣ-амалии байналмилалӣ дар мавзӯи «Энергетика соҳаи калидии рушди иқтисодиёти миллӣ» (22 декабри соли 2023) ДЭТ н. Кӯшониён; меҳнаҷамъи ҷаҳонии илмӣ – амалии байналмилалӣ дар мавзӯи «Энергетика: ҳолат ва инқилоби таҷдид» (20 декабри соли 2023) ДЭТ н. Кӯшониён; конференсияи илмӣ-амалии байналмилалӣ дар мавзӯи «Робитаи самарабахши илм бо истеҳсолот дар рағбати истифодаи ҳамаи технологияҳои муосир асоси рушди инноватсионӣ ва технологияи истеҳсолоти кишвар» (28-29 феввали соли 2024) ДТМИ ш. Кулоб; конференсияи илмӣ-амалии байналмилалӣ дар мавзӯи «Маҷмӯаҳои таълими фанҳои таҷдидӣ, дақиқ ва риёзӣ» (17-18 майи соли 2024) ДДБ ба номи Носири Хусрав, ш. Бохтар; конференсияи илмӣ-амалии байналмилалӣ дар мавзӯи «Рушди илмҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар робита бо рағбати таҳсилот ва истеҳсолот» (30 апрели соли 2024) ДДД, н. Данғара; конференсияи байналмилалӣ илмӣ – амалӣ таҳти унвони «Муаммоҳо ва дурнамои рушди илми физика» (Хучанд, 11-12-уми марти соли 2025); конференсияи байналмилалӣ илмӣ - амалӣ таҳти унвони «Саноатқунонии рақамӣ ва рушди энергетика аз нигоҳи олимону муҳаққиқон» (25-апрели соли 2025) ДЭТ н. Кӯшониён; конференсияи байналмилалӣ илмӣ - амалӣ таҳти унвони «Рушди соҳаи энергетика дар даври истиқлол» ДТТ ба номи М.С. Осимӣ (07 – апрели соли 2025) ш. Душанбе; конференсияи ҷумҳуриявии таҳти унвони «Татбиқи технологияи муосири рақамӣ ва алгоритмҳои таҷдидӣ дар таҳсил, илм ва истеҳсолот» ДДБ ба номи Носири Хусрав, (19 декабри соли 2025), ш. Бохтар.

**Интишорот аз рӯйи мавзуи диссертатсия:** Тибқи натиҷаҳои таҳқиқот 30 кори илмӣ ба таъб расидааст, ки аз ҷумла 8-тоаш дар маҷаллаҳои тавсиянамудаи Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 22 тезиси маърузаҳо дар маводҳои конференсияҳои байналмилалӣ, ҷумҳуриявӣ ва симпозиумҳо ба таъб расидааст.

**Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия:** Кори таҳқиқотии пешниҳодшуда аз муқаддима, чор боб, хулоса, рӯйхати адабиёти истифодашуда ва замимаҳо (6 саҳифа) иборат аст. Диссертатсия дар ҳаҷми 152 саҳифаи матни компютерӣ, 20 ҷадвал, 45 расм ва 178 номгӯи библиографии адабиёти истифодашуда иборат мебошад.

## **Боби 1. Шарҳи адабиёт оид ба электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои электролитӣ**

### **1.1. Электрогузаронии металлҳо ва маҳлулҳои электролитӣ (назария ва таҷриба)**

«Электрогузаронӣ – қобилияти гузаронидани ҷараёни электрикии ҷисм (муҳит) буда хосиятҳои дар онҳо пайдошавии ҷараёни электрикиро дар зери таъсири майдони электрикӣ муайян мекунад» [1]. Электрогузаронӣ бузургии физикии баръакси муқовимати электрикӣ мебошад. «Дар системаи байналмилалӣ воҳидҳо (СБ) воҳиди ҷенкунии гузаронандагии электрикӣ Сименс (ишора бо русӣ ва тоҷикӣ - См ва бо байналхалқӣ - S) мебошад ва  $1 \text{ См} = 1 \text{ Ом}^{-1}$  муайян карда мешавад, яъне баробар ба электрогузаронии қитъаи занҷири электрикии муқовиматаш 1 Ом мебошад» [1].

Инчунин имлои электрогузаронӣ (электрогузаронии муҳит, мавод) барои ифода намудани электрогузаронии хос низ истифода бурда мешавад.

Оид ба мафҳуми электрогузаронӣ дар корҳои Герасимов, В.Г. чунин оварда шудааст: «Таҳти мафҳуми электрогузаронӣ, пеш аз ҳама, қобилияти гузаронидани ҷараёни доимӣ (таҳти таъсири майдони электрикии доимӣ), дар муқоиса бо қобилияти диэлектрикҳо - ҷавоб додан ба лаппиши майдони электрикии тағйирёбанда бо лаппиши зарядҳои алоқаманд (поляризацияи тағйирёбанда) ва ҳосил намудани ҷараёни тағйирёбанда, фаҳмида мешавад» [3].

Ҷараёни гузаронандагӣ амалан аз зудии майдони гузошташуда (то ҳудуди муайян, дар соҳаи зудии паст) вобаста намебошад.

«Электрогузаронии муҳит (модда) ба қобилияти озодона ҳаракат намудани зарраҳои заряднок (электронҳо, ионҳо), ки дар ин муҳит мавҷуд мебошанд, алоқаманд мебошад. Бузургии электрогузаронӣ ва механизми он аз табиат (сохтор)-и модда, таркиби химиявии он, ҳолати агрегатӣ, инчунин шароитҳои физикӣ, пеш аз ҳама, ҳарорат вобаста мебошад» [125-126].

Электрогузаронии хос гуфта қобилияти гузаронидани ҷараёни электрикии модда номида мешавад. Мувофиқи қонуни Ом, дар маводи изотропии хаттӣ электрогузаронии хос - ин коэффитсиенти мутаносибии байни зичии ҷараёни ҳосилшуда ва бузургии майдони электрикӣ дар муҳит вобаста мебошад

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} \quad (1.1)$$

дар ин ҷо:  $\sigma$  – электрогузаронии хос;

$\vec{J}$  – вектори зичии ҷараён;

$\vec{E}$  - вектори шадидияти майдони электрикӣ.

Электрогузаронии хоси маводе, ки аз он ноқил таркиб ёфтааст бо электрогузаронии ноқили якҷинсаи дорои дарозии  $L$  бо масоҳати буриши кундалангии  $S$  чунин ифода карда мешавад:

$$\gamma = \sigma \frac{S}{L} \quad (1.2)$$

Дар системаи байналмилалӣ воҳидҳо (СБВ) электрогузаронии хос( $\sigma$ ) бо Сименс/метр (См/м) ё  $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$  чен карда мешавад.

Дар муҳити ғайриякҷинса,  $\sigma$  аз координата вобаста буда метавонад, яъне дар нуқтаҳои гуногуни ноқил мувофиқ наомаданашон мумкин аст.

Электрогузаронии хоси муҳитҳои анизотропӣ (бо муқоиса аз изотропӣ), умуман ғайрискалярӣ, яъне тензорӣ (тензори симметрии дараҷаи 2) мебошад, ва зарб намудан ба вай ба зарбкунии матритсагӣ меорад:

$$\vec{J}_i = \sum_{k=1}^i \sigma_{ik} \vec{E}_k \quad (1.3)$$

Дар ин ҳолат, вектори зичии ҷараён ва муқовиматнокии майдон дар ҳолати умумӣ ғайриколлениарӣ мебошанд.

«Барои дилхоҳ муҳитҳои хаттӣ системаи ортогоналии координатаҳои декартиро интихоб намудан мумкин аст, ки дар он матритсаи  $\sigma_{ik}$  диогналӣ мешавад, яъне чунин намуд мегирад, ки ҳангоми он аз нӯҳ ташкилдихандаи  $\sigma_{ik}$ , танҳо се ташкилдиханда  $\sigma_{11}$ ,  $\sigma_{22}$   $\sigma_{33}$  аз сифр фарқкунанда мебошанд, он

гоҳ ба ҷои  $\sigma_{ii}$  ҳамчун  $\sigma_i$  қабул намуда, ба ҷои формулаи пештара формулаи нисбатан соддатарро ҳосил мекунем:

$$\vec{J}_i = \sigma_i \vec{E}_i \quad (1.4)$$

дар ин ҷо  $\sigma_i$  - бузургии асосии тензори электрогузаронии хос номида мешавад. Дар ҳолати умумӣ, ифодаи овардашуда фақат дар як системаи координата иҷро мешавад» [2].

«Бузургии баръакси электрогузаронии хосро муқовимати электрикии хос меноманд» [10]. Умуман, нисбати хаттии дар боло навишта шуда (ҳам намуди скалярӣ ва ҳам тензорӣ), тақрибӣ дуруст аст ва ин тақрибан дуруст будан фақат барои бузургиҳои хурди  $E$  ҷой дорад.

Вале ҳангоми чунин бузургиҳои  $E$ , вақте, ки майлқунӣ аз вобастагии хаттӣ намоён мебошад, электрогузаронии хос вазифаи худро ба сифати коэффитсиент - аъзои тақсимои хаттӣ иҷро менамояд, ҳол он ки дигар аъзоҳо барои таъмини аниқият илова талаб менамоянд.

Инчунин дар ҳолати вобастагии ғайрихаттии  $J$  аз  $E$  (яъне дар ҳолати умумӣ) электрогузаронии хоси дифференсиалии аз  $E$  вобастаро дохил намудан зарур аст:

$$\sigma = \frac{dJ}{dE} \quad (1.5)$$

$$(\text{барои муҳитҳои анизотропӣ: } \sigma_{ik} = \frac{dJ_i}{dE_k})$$

Муддати зиёд то кашф шудани электронҳо маълум буд, ки ҷоришавии ҷараён дар металлҳо, бо фарқият аз гузариши ҷараён дар моеъҳои электролитӣ, ба кӯчиши маводи металл вобастагӣ надорад.

Роҷеъ ба гузаронандагии электрикӣ таҷрибае, ки физики олмонӣ Карл Виктор Эдуард Рикке (Riecke Carl Viktor Eduard) дар соли 1901 гузаронида шудааст чунин оварда шудааст: «Ду силиндри мисӣ ва як алюминии охирҳояшон сайқалдода болои ҳам гузошта шуда, дар муддати як сол ҷараёни электрикии доимӣ гузаронида шуд ва баъд аз он таркиби мавод дар наздикии

ҷои васлшавӣ таҳқиқ карда шуд. Маълум шуд, ки кӯчиши маводи металлӣ аз сарҳади металлҳо ба амал наомада, мавод аз тарафҳои гуногуни сарҳадҳои ҷудокунӣ то гузаштани ҷараён ва баъди он ҳамон як таркибро дорад. Ҳамин тариқ, нишон дода шуд, ки гузаронидани ҷараёни электрикӣ ба воситаи атом ва молекулаҳои металлҳо ба амал намеояд. Вале ин таҷрибаҳо ба саволи табиати гузаронандани заряд дар металлҳо ҷавоб надоданд» [4, 5].

Суръати ҳаракати ионҳо аз шиддатнокии майдони электрикӣ, ҳарорат, часпакии маҳлул, радиус ва заряди ион ва таъсири мутақобилаи байни ионӣ вобаста мебошад.

«Дар маҳлулҳои электролитҳои қавӣ чунин мушоҳида мешавад, ки характери вобастагии концентратсионии гузаронандагии электрикӣ бо ду амали бо ҳам самараҳои муқобилдошта фаҳмонида мешавад. Аз як тараф, бо тунуккунии маҳлу адади ионҳо дар воҳиди ҳаҷм кам мешавад, аз дигар тараф, суръати ионҳо аз ҳисоби заифшавии боздории ионҳои аломати муқобилдошта зиёд мешаванд» [131-133].

Барои маҳлулҳои электролитии заиф характери вобастагии концентратсионии гузаронандагии электрикӣ мушоҳида карда мешавад, ки ҳангоми он тунуккунии маҳлул ба камшавии концентратсияи молекулаи электролит меоварад. Дар ин ҳолат, инчунин адади ионҳо аз ҳисоби афзоиши дараҷаи ионизатсия зиёд мешавад.

Нисбат ба металлҳо (ноқилҳои чинси 1-ум) электрогузаронии маҳлулҳои ҷӣ заиф ва ҷӣ электролитҳои қавӣ (ноқилҳои чинси 2-юм) бо баландшавии ҳарорат меафзояд. Ин омилҳоро бо афзоиши ҳаракатнокӣ дар натиҷаи пастшавии часпакии маҳлул ва заифшавии таъсири байниҳамдигарии ионҳо фаҳмондан мумкин аст.

«Эффекти электрофоретикӣ – ин ҳосилшави бозистии барандагони ҷараён дар натиҷаи он мебошад, ки ионҳои аломати муқобилдошта дар таҳти

таъсири майдони электрикӣ ба самти баръакси ҳаракати иони таҳқиқшаванда ҳаракат мекунанд» [4].

«Эффекти релаксационӣ – ин бозистии барандагони ҷараён вобаста ба он мебошад, ки ионҳо ҳангоми ҳаракат нисбат ба фазои ионӣ асимметрии ҷойгир мебошанд. Захираи зарядҳои аломати муқобилдошта дар фазои ионӣ ба бозистӣ нисбат ба ҳаракати он меоварад» [7].

Дар шиддатҳои баланди майдони электрикӣ суръати ҳаракати ионҳо чунон калон мебошад, ки барои ташкил шудани фазои ионӣ имкон пайдо намешавад. Дар натиҷа, бозистии электрофоретикӣ ва релаксационӣ зоҳир намешавад [5, 6].

«*Электролитҳо* – мавод, маҳлулҳо ё ғудохтаҳое мебошанд, ки қобилияти гузаронандагии ионӣ доранд. Дар муқоиса бо металлҳо (хулаи металлҳо), ки ноқилҳои ҷинси якум мебошанд, электролитҳо ба ноқилҳои ҷинси дуум мансуб мебошанд. Ноқилҳои ҷинси дуум – ин маҳлулҳои кислотагӣ ва асосҳо, ғудохтаҳо ва маҳлулҳои намак мебошанд. Аз сабабе, ки моеъҳои биологӣ ва бофтаҳои организм қобилияти гузаронандагии ионӣ доранд, пас онҳо ба маҳлулҳои электролитӣ дохил мешаванд» [8, 9].

Ҳосияти муҳими маҳлулҳои электролитӣ ин электрогузаронӣ мебошад, ки қобилияти гузаронидани ҷараёни электрикӣ онҳоро тавсиф медиҳад ва он бузургии баръакси муқовимати электрикӣ мебошад. Дар навбати худ, муқовимати ноқили намуди дилҳох  $R$  (мувофиқи қонуни Ом) нисбат ба дарозӣ он ( $l$ ) мутаносиби роста, ба масоҳати буриши кундалангии ноқил ( $S$ ) мутаносиби чаппа мебошад:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1.6)$$

дар ин ҷо:  $\rho$  – муқовимати электрикӣ хос, ки ба муқовимати ноқили дарозиаш як воҳид (1 м) ва масоҳати буриши кундалангиаш 1 мм<sup>2</sup> баробар мебошад, Ом·м.

Оид ба электрогузаронии хос дар корҳои Н. В. Архипова, Е. В. Третьяченко чунин оварда шудааст: «Электрогузаронии хос, эквивалентӣ ва моляриро аз ҳам фарқ мекунад. Бузургии баръакси муқовимати электрикии хос ( $\rho$ )-ро электрогузаронии хос ( $\sigma$ ) меноманд, ки электрогузаронии маҳлули электролитии дар байни электродҳои параллел ҷойгиршудаи масоҳаташ  $1 \text{ м}^2$  ва дар масофаи  $1 \text{ м}$  бударо ифода мекунад» [24].

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{l}{RS}; \quad \frac{1}{\Omega \text{ м}} \left( \text{См} * \frac{1}{\text{м}} \right) \quad (1.7)$$

Электрогузаронии хоси як қатор маводҳо дар ҳарорати  $20^\circ\text{C}$  дар ҷадвали 1.1 оварда шудааст.

**Ҷадвали 1.1 - Электрогузаронии хоси як қатор маводҳо дар ҳарорати  $20^\circ\text{C}$**

| Мавод    | $\sigma$ , мкСм/м, | Мавод      | $\sigma$ , мкСм/м, | Мавод         | $\sigma$ , См/м |
|----------|--------------------|------------|--------------------|---------------|-----------------|
| Нукра    | 62,5               | Молибден   | 18,5               | Оби баҳр      | 3               |
| Мис      | 59,5               | Волфрам    | 18,2               | Хоки намнок   | $10^{-2}$       |
| Тилло    | 45,5               | Рӯҳ        | 16,9               | Оби муқаттар  | $10^{-4}$       |
| Алюминий | 38                 | Никел      | 11,5               | Мармар        | $10^{-8}$       |
| Магний   | 22,7               | Оҳани тоза | 10                 | Шиша          | $10^{-11}$      |
| Иридий   | 21,1               | Платина    | 9,35               | Фарфор        | $10^{-14}$      |
| Сурб     | 8,33               | Пулод      | 7,69               | Шишаи квартсӣ | $10^{-16}$      |
| Курғошим | 4,81               | Нейзилбер  | 3,03               | Қаҳрабо       | $10^{-18}$      |

«Барои тавсифи электрогузаронии маҳлулҳои электролитӣ аксар вақт электрогузаронии молярӣ ( $k$ ), яъне электрогузаронии 1 мол электролити дар миёни электродҳои параллелӣ дар масофаи  $1 \text{ м}$  ҷойгир кардашударо истифода мебаранд» [11,12].

Масоҳати “Корӣ”-и электродҳо бо ёрии ҳаҷми маҳлул муайян карда мешавад.

Электрогузаронии молярӣ бо электрогузаронии хос бо ифодаи зерин алоқамандӣ дорад:

$$k = \frac{\sigma}{C \cdot 1000} = \sigma V, \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{мол} \quad (1.8)$$

дар ин ҷо:  $C$  – консентратсияи молии маҳлул, мол/л;  $V$  – маҳлули ҳалшуда, яъне ҳаҷми маҳлул, ки дар он як мол электролит ҳал карда шудааст, м<sup>3</sup>/мол [2].

Агар дар миёни ду электроди параллел дар масофаи 1 м аз ҳамдигар ҷойгирбуда, ки 1 мол-эквивалент электролит дошта бошад, он гоҳ электрогузаронӣ эквивалентӣ номида мешавад. Вай бо электрогузаронии хос бо ифодаи (1.3) алоқаманд буда, воҳиди ченкуниаш  $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{мол-экв}$  мебошад.

«Электрогузаронии маҳлулҳо аз як қатор омилҳо, ба монанди табиати ҳалкунанда, ҳаспаки ва ҳарорати муҳит, радиус ва консентратсияи ионҳо дар маҳлул вобаста мебошад. Дар хатҳои қачи вобастагии электрогузаронии хос аз консентратсия одатан максимум мушоҳида мешавад» [15-17].

Бо афзоиши консентратсияи маҳлулҳо электрогузаронии хос аввал аз ҳисоби адади ионҳо зиёд шуда, дорои бузургии максималӣ мешавад. Ҳангоми афзудани минбаъдаи консентратсияи электролитҳои қавӣ таъсири байнионӣ чунон бошиддат зиёд мешавад, ки ба пастшавии суръати ҳаракати ионҳо ва камшавии бузургии электрогузаронии маҳлул оварда мерасонад. Дар электролитҳои заиф суръати ҳаракати ионҳо аз консентратсия кам вобастагӣ дорад. Бо афзоиши консентратсия дараҷаи диссоциатсия кам мешавад, ки он ба суст гардидани бузургии электрогузаронии хос мегардад.

«Электрогузаронии молярӣ (эквивалентӣ)-и маҳлулҳои электролитӣ ҳангоми тунуккунии маҳлул (пасткунии консентратсия) афзуда, ҳангоми то беохир тунуккунӣ бузургии доимиро соҳиб мешавад» [58].

Ин бузургӣ барои ҳар як электролит хос буда электрогузаронии эквивалентӣ ҳангоми беохир тунуккунӣ номида мешавад.

Дар маҳлулҳои тунуккардашудаи электролитҳои қавӣ қонуни эмпирикии Колрауш (қонуни решаи квадратӣ) иҷро мешавад:

$$\lambda = \lambda_{\infty} - A\sqrt{C} \quad (1.9)$$

дар ин чо:  $A$  – доимӣ (дар ҳарорати додашуда) барои электролит ва ҳалқунандаҳои додашуда мебошад.

«Электрогузаронии электролитҳо бо суръати ҳаракати ионҳо дар маҳлул вобаста мебошад. Дар маҳлули беохир тунуккардашуда ба дисотсиатсияи пурраи молекулаҳо мерасад ва таъсири байниҳамдигарии ионҳо вучуд надорад. Ҳар як ион новобаста аз ҳамдигар ҳаракат карда ва электрогузаронии моляри (эквивалентӣ) дар чунин ҳолат ҳамчун суммаи электрогузаронии ионҳо ифода карда мешавад. Он қисми электрогузаронӣ, ки ба як намуд ион мувофиқ меояд, ҳаракатнокии ( $l$ ) ион номида мешавад» [14-18].

Мувофиқи қонуни Колрауш ҳаракати ионҳо  $\lambda_{\infty}$  аз суммаи ҳаракатнокии катион ( $\lambda_{+\infty}$ ) ва анион ( $\lambda_{-\infty}$ ) вобастагӣ дорад:

$$\lambda_{\infty} = \lambda_{+\infty} + \lambda_{-\infty} \quad (1.10)$$

Маънои физикии қонуни Колрауш шарҳ медиҳад, ки дар маҳлули электролитӣ ионҳо ҷараёни электрикиро новобаста аз ҳамдигар мегузаронанд.

Ҳаракатнокии ионҳо бо суръати мутлақи ҳаракати ионҳо вобаста мебошад.

$$\lambda_{+\infty} = F U_k; \quad \lambda_{-\infty} = F U_a \quad (1.11)$$

Таҳти суръати мутлақи ҳаракати ионҳо суръати ҳаракати онҳоро дар градиенти шиддатнокии майдони электрикии 1 В/м фаҳмида мешавад.

Воҳиди ченкунии суръати мутлақ  $\text{м}^2\text{В}^{-1}\text{с}^{-1}$  мебошад.

Муқоисаи суръатҳои мутлақи ҳаракати ионҳои гуногун ё ҳаракатнокии онҳо нишон дод, ки онҳо аз заряд ва радиуси ион вобаста мебошанд.

«Ҳар қадар заряд ва радиуси ион калон ва дараҷаи гидрататсия он баланд бошад, ҳамон қадар ҳаракатнокии он кам мебошад. Дар баробари ин, афзоиши суръати ҳаракати ионҳои заряди якхела дошта бо радиуси кристаллографӣ ва гидрататсияшавии ионҳо дар маҳлулҳои обӣ муайян мешавад. Бояд қайд кард,

ки ионҳои радиуси хурд дошта нисбатан бисёртар гидрататсия мешаванд» [2, 3].

Гузaronандагии электролитҳо дахҳо ва садҳо маротиба аз металлҳо кам мебошад. Татбиқи электрогузаронии хос дар химия татбиқи гузаронадагии маҳлулҳои электролитии гуногунро истисно намекунад, чунки мавод дар миқдории эквивалентӣ эътино карда ва байни ҳам таъсир мекунад (қонуни эквивалент).

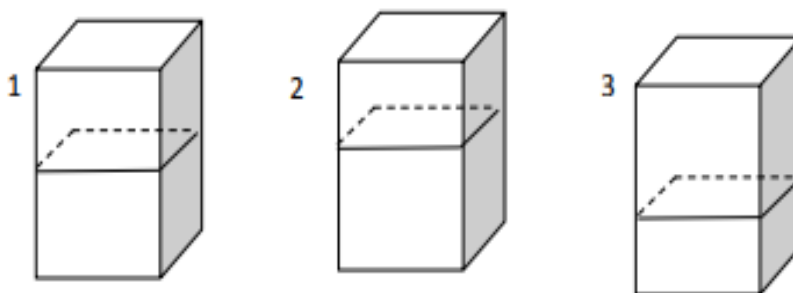
Дар системаи байналмилалӣ воҳидҳо (СБВ) миқдори модда бо молҳо чен карда мешавад. Дар термодинамикаи маҳлулҳо воҳиди ченкунии бузургии функсияҳои ҳолат ( $\Delta H$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta G$ ,  $\Delta A$ ) барои 1 мол – Ҷоул/мол мебошад ва дар электрогузаронӣ муддатҳои зиёд мафҳуми гузаронадагии молярӣ истифода мешавад (ҷадвали 1.2).

**Ҷадвали 1.2 - Намудҳои электрогузарони ва воҳидҳои ченкунии он**

| Электрогузаронӣ                                      |                                                                |                                                              |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Хос ( $\sigma$ ),<br>$\text{См} \cdot \text{м}^{-1}$ | Эквивалентӣ ( $k$ ), $\text{См} \cdot \text{м}^2/\text{г-экв}$ | Молярӣ ( $\mu$ ),<br>$\text{См} \cdot \text{м}^2/\text{мол}$ |

Муқоисаи ин воҳидҳоро бо расми 1.1 аёнӣ намудан мумкин аст. Се чашмаки асосаш  $1 \text{ м} \times 1 \text{ м}$  ( $s = 1 \text{ м}^2$ ) гирифта, ду барҳояшро бо қабати тунуки металл мепошонем, то ки нақши электродҳои параллелиро иҷро намоянд.

Дар чашмаки якум, барои аёнияти электрогузаронии хос ( $\sigma$ ), маҳлули электролитро бо баландии 1 м мерезем. Он гоҳ бузургии  $\sigma$  ададан ба электрогузаронии қабати электролити ғафсаи 1 м, ки дар байни ду тарафҳои муқобили кубӣ масоҳаташон воҳидӣ баробар мебошад [3].



**Расми 1.1. - Чашмакҳо барои аёнияти намудҳои электрогузаронӣ**

Дар чашмаки дуҷум барои намоиши электрогузаронии эквивалентӣ ( $k$ ) маҳлули электролитро ба чунин баландӣ мерезем, ки дар он 1 кг-экв маводи ҳалшаванда мавҷуд бошад.

Дар чашмаки сеҷум, барои намоиши электрогузаронии молярӣ ( $\mu$ ) маҳлули электролитро бо чунин баланди мерезем, ки дар он 1 кмол маводи ҳалшаванда мавҷуд бошад [18, 19].

«Электрогузаронии маҳлулҳои электролитӣ аз табиати электролит ва ҳалкунанда вобаста мебошад. Табиати ҳалкунанда ба дараҷаи диссоциатсияи электролит таъсир мекунад» [16].

«Диссоциатсияи электролит ҳамчун қоида дар ҳалкунандаҳои қутбӣ сурат мегирад, ва аз нуфузпазирии диэлектрикии онҳо ( $\epsilon$ ) вобаста мебошад, яъне ҳар қадар  $\epsilon$  баланд бошад, диссоциатсияи электролит ҳамон қадар пурра буда ва электрогузаронии маҳлулҳо зиёд мешаванд» [21].

«Яке аз моддаҳои, ки нуфузпазирии диэлектрикии зиёд дорад - об мебошад, ки ҳангоми ҳарорати  $25^\circ\text{C}$  нуфузпазирии диэлектрикиаш  $\epsilon=78,3$  мебошад. Адади ками маҳлулкунандаҳои органикӣ нисбати об нуфузпазирии диэлектрикии зиёд доранд. Масалан, маҳлулҳои электролитӣ дар асоси формамид нуфузпазирии баланди диэлектрикиро доранд» [20].

Аз тарафи дигар, ҳар қадар қутбнокии маҳлул зиёд бошад, ҳамон қадар дар атрофи ион абри солватӣ ташкил медиҳад, аз ин ҷо маълум мегардад, ки андозаҳои ионҳои солватсионӣ калон буда мувофиқан ҳаракатнокии онҳо кам мебошад.

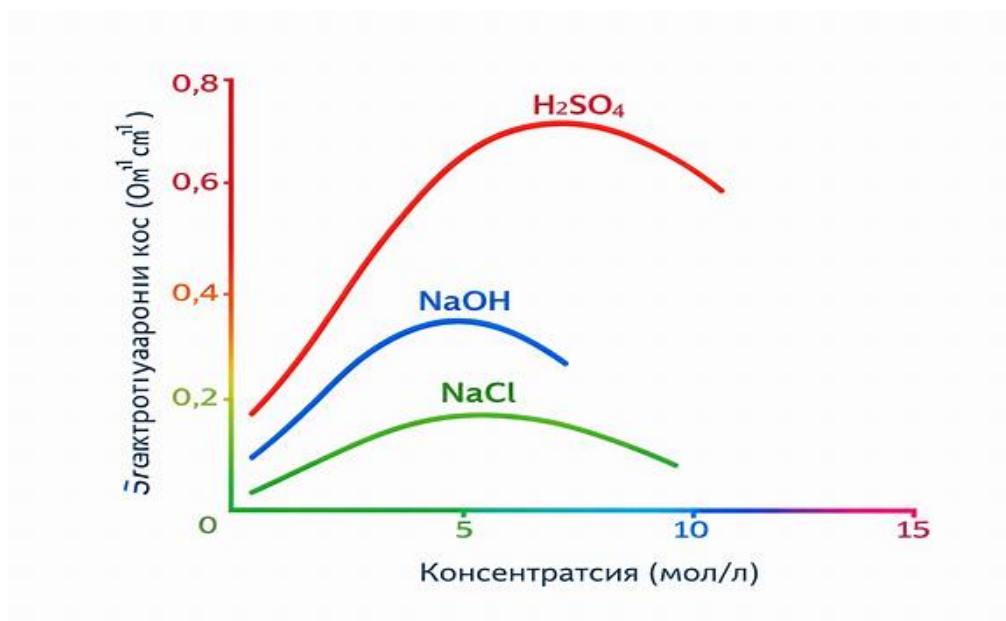
Графики вобастагии электрогузаронандагии ҳос аз консентратсия бо хати қатъӣ ифода карда мешавад, ки дорои максимум мебошад. Ин камшавии дарҷаи диссоциатсияи электролити заиф ва афзоиши таъсири мутақобилаи ионӣ дар маҳлулҳои электролитии қавӣ ҳангоми афзоиши консентратсияро мефаҳмонад. Афзоиши консентратсияи умумии электролити қавӣ ба афтиши электрогузаронии ҳоси маҳлул меорад. Ғайр аз ин, ҳангоми консентратсияҳои калони электролит дар маҳлул ҷуфтҳо ва сегонаи ионӣ ҳосил мешавад, ки як

қисми ионҳо дар интиқоли ҷараён иштирок намеkunанд [12]. Мувофиқи назарияи электролитҳои қавии Дебай-Хюккел «Ҳар як иони пурра диссоциатсияшудаи электролит бо ионҳо ихота шудааст, ки атмосфераи ионии аломати муқобилдоштаро ташкил меkunанд. Ҳангоми ҷойгиршавии майдони электрикии беруна иони марказӣ ва атмосфераи ионӣ ба самтҳои муқобил ҳаракат меkunанд» [4].

## 1.2. Электрогузаронии маҳлулҳо ва тағйирпазирии ионҳо

«Вобастагии электрогузаронӣ (бузургии баръакси муқовимати электрикӣ)-и маҳлулро аз консентратсияи электролит дар таҷриба муайян кардан мукин аст. Масалан, ба миқдори муайяни об порсияҳои хурди намаки оширо пай дар пай илова намуда, ҳар маротиба электрогузаронии хос ( $\sigma$ )—ро муайян мекунем, ки бузургии баръакси муқовимати электрикии хос дар  $1 \text{ см}^3$  маҳлул мебошад. Аввал бо афзоиши консентратсияи намак электрогузаронӣ зиёд мешавад. Ҳар қадар консентратсияи хлориди натрий дар маҳлул зиёд бошад, ҳамон қадар консентратсияи ионҳо зиёд мебошад ва ҳамон қадар ҷараёни электрикӣ аз маҳлул зиёд гузаронида мешавад. Аммо хеле зуд, илова кардани намак сабаби афзоиши на он қадар назарраси гузариши ҷараён ба мисли пештара мегардад. Баъдан электрогузаронӣ ба пастшавӣ оғоз мекунад, гарчанде, ки консентратсияи намак ба афзоиш меёбад» (расми 1.2) [15-17].

Дар ҳақиқат тағйирёбии электрогузаронии хос аз консентратсия ба воситаи максимум назарияи классикии диссоциатсияи электролитии назарияи Аррениус дар аввал бисёр ҳам боварибахш ба назар мерасад. Дар маҳлулҳои тунукшуда электролитҳо пурра диссоциатсияшуда, бо афзоиши консентратсия дараҷаи диссоциатсияи электролитҳо кам мешавад ва миқдори зарраҳои, ки дар интиқоли ҷараён иштирок меkunанд кам мешаванд. Дар дар ин ҷо савол ба миён меояд, ки чаро дар аввал электрогузаронӣ зиёд шуда ва баъд кам мешавад? [18].



**Расми 1.2. - Графики вобастагии электрогузаронии хос аз концентратсияҳои  $H_2SO_4$ ,  $NaOH$  ва  $NaCl$**

Маълум мешавад, ки дар мавриди хлориди натрий ва дигар электролитҳои қавӣ, дар маҳлул молекулаҳои диссоциатсиянашуда мавҷуд нестанд — тамоми электролит, сарфи назар аз концентратсияаш, пурра ба ионҳо ҷудо мешавад. Чунин рафтори махсуси электрогузаронии хос бо он фаҳмонида мешавад, ки ионҳо дар маҳлул ҷояшон танг шуда ва онҳо ба ҳамдигар ҳалал мерасонанд [5].

«Даҳсолаҳо назарияи маҳлулҳо чунин мешуморид, ки молекулаҳои маводи ҳалшуда дар маҳлул ба монанди молекулаҳо дар газ рафтор мекунад, яъне ҳаракати ихтиёрӣ намуда ба ҳамдигар таъсир намерасонанд. Дар асл, ионҳо дар маҳлул ба ҳамдигар таъсир нарасонида наметавонанд, чунки ионҳои аломати муқобилдошта ба ҳамдигар ҷазб шуда ва ҳамном заряднокшудаҳо ҳамдигарро тела медиханд. Бинобар ин, ионҳо дар маҳлул чунин “ҷойгир” мешаванд, ки ба ҳамдигар ҳар чи кам ҳалал расонанд. Дар мавриди хлориди натрий, ҷойгиршавии ионҳо дар маҳлул ба кристали худи намак шабоҳат дорад» [20, 21].

Чунин намуд панҷара дар маҳлул ба зудӣ ба вучуд намеояд. Вақте ки концентратсияи намак дар маҳлул паст аст, ионҳо аз ҳамдигар дар масофаи ба

кадри кофӣ калон ҷойгиранд ва табиист, ки ба ҳамдигар сусти таъсир мерасонанд. Баробари зиёд шудани концентратсия структураи маҳлул торафт равшантар маълум мешавад, таъсири мутақобилаи байнионӣ торафт зиёд мешавад ва ионҳо қисми зиёди озодии худро гум мекунанд.

«Ҳангоми ба маҳлул ворид намудани электродҳо, ки ба онҳо фарқи потенциалҳо гузошта мешавад, катионҳо ба катод ва анионҳо ба анод мешитобанд. Аммо агар дурусттар гӯем, ин ионҳо танҳо ба электродҳои «худӣ» шитоб карданӣ мешаванд. Ҳар қадаре, ки концентратсияи электролит баланд бошад, қабати ионҳои аломати муқобилдошта, ки дар атрофи ҳар як ион дар маҳлул ҷойгир шудаанд, қавитар шуда, ва ба тарафҳои электроди «худӣ» ҳаракат кардани ион душвортар мешавад. Ин сабаби асосии паст шудани электрогузаронӣ бо зиёд шудани концентратсия мебошад» [4, 5].

Физикҳо ва химикҳо қонуниятҳои электрогузаронии фақат маҳлулҳои хеле тунуккардашударо, ки таъсири қабати зиддионӣ дар онҳо ночиз аст, ба таври қаноатбахш фаҳмонида метавонанд. Дар ибтидои ташаккули диссоциатсияи электролитӣ электрогузаронии маҳлул ба сифр баробар аст. Дар ин ҳо ҳама дар бораи электрогузаронии ҳос не, балки дар бораи дигар намуди электрогузаронӣ, ки дар химияи физикии маҳлулҳо нисбат ба электрогузаронии ҳос бештар истифода мешавад, яъне ҳама дар бораи электрогузаронии молярӣ меравад [22-24].

Электрогузаронии молярӣ — ин электрогузаронии қабати ҳамвори электролити ғафсиаш 1 см, ки 1 мол маводи маҳлулшуда дорад мебошад (ин бузургӣ бо ҳарфи юнонии  $k$  ишора карда мешавад).

Электрогузаронии ҳосро доништа электрогузаронии моляриро бо формулаи зерин ҳисоб кардан мумкин аст:

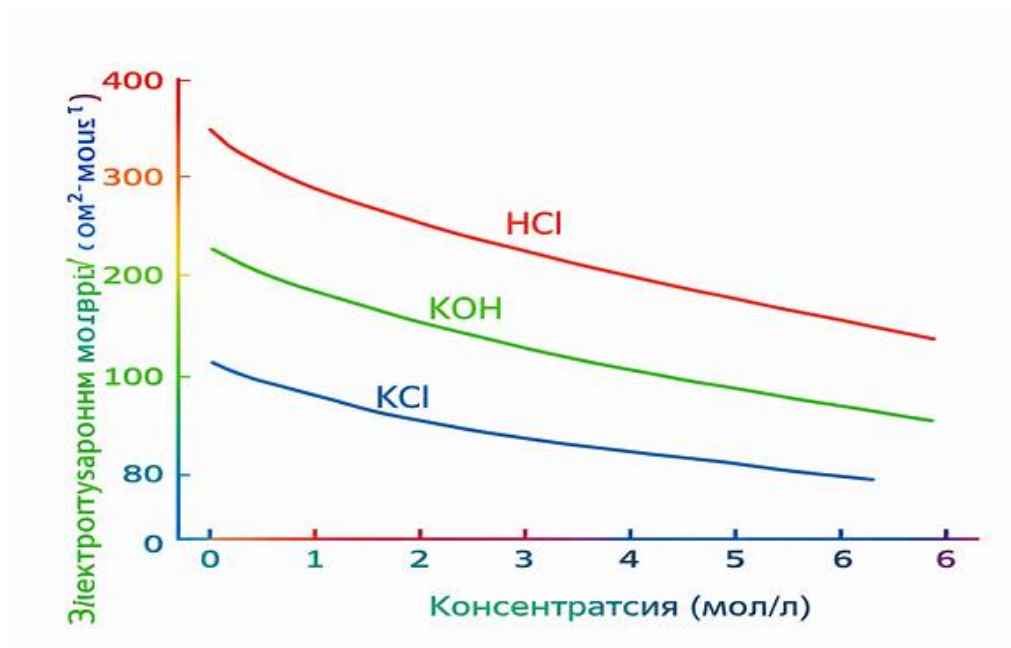
$$k = 1000 \cdot \sigma / C \quad (1.12)$$

дар ин ҳо:  $C$  - концентратсияи маҳлул, мол/л;

$\sigma$  - электрогузаронии ҳос, Ом<sup>-1</sup>см<sup>-1</sup>.

Дар мавриди маҳлулҳои тунуккардашуда алоқаи байни концентратсия ва электрогузаронии молярӣ комилан муайян мебошад: ҳар қадар концентратсияи маҳлул кам бошад, электрогузаронии вай ҳамон қадар калон мебошад. Дар ин ҷо ягон ҳатоғӣ вуҷуд надорад. Дар графики 1.3 вобастагии электрогузаронии молярӣ ( $k$ ) аз концентратсияи маҳлул ( $C$ ) оварда шудааст:

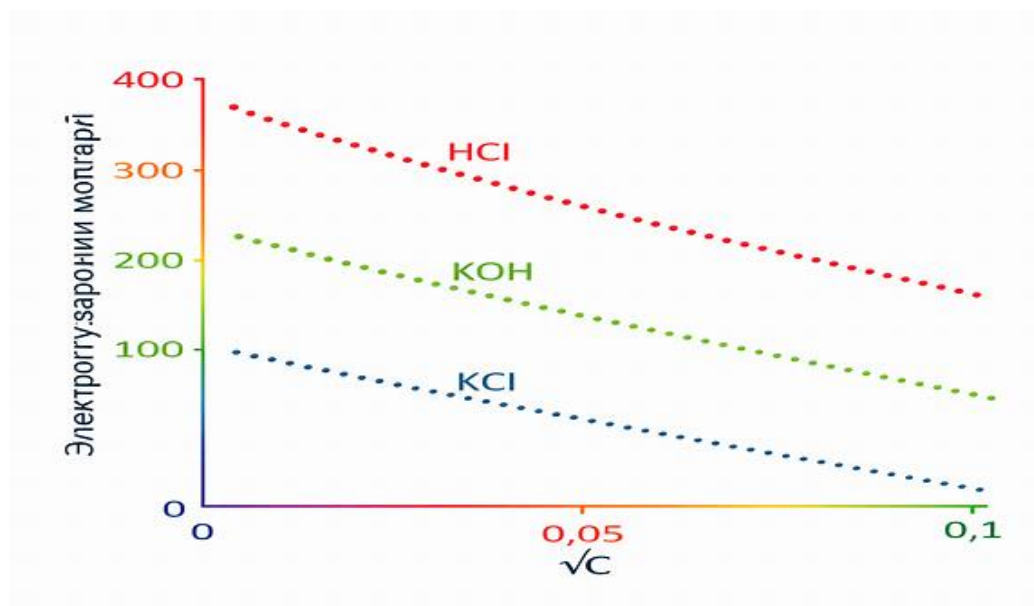
Чӣ тавре, ки аз расми 1.3 мебинем бо пастшавии концентратсияи электролит, электрогузаронии молярӣ хеле босуръат меафзояд.



Расми 1.3. - Графики вобастагии электрогузаронии молярӣ аз концентратсияи электролитҳои  $HCl$ ,  $KOH$  ва  $KCl$

Усули дигари аёнияти вобастагии электрогузаронӣ аз концентратсия нишон додани вобастагӣ дар намуди хати рост мебошад. Барои ин на концентратсия дар дараҷи як ( $C$ ), балки решаи квадратӣ аз концентратсия ( $C^{1/2}$ ) гирифта мешавад.

Дар ин маврид, чӣ тавре, ки аз график дида мешавад, вобастагӣ ба хати рост табдил меёбад, ки то буриши тири ординатӣ, яъне то концентратсия баробари сифр шудан давом додан мушкул намебошад (расми 1.4). Бузургии электрогузароние, ки дар ин ҳолат ҳосил мешавад, “электрогузаронӣ ҳангоми беохир тунуккунӣ” номида шуда ва бо  $k_0$  ифода карда мешавад [25].



**Расми 1.4. - Графики вобастагии электрогузаронии молярї решаи квадрати концентратсияи электролитҳои *HCl*, *KOH* ва *KCl***

Ҳамин тавр, маълум мешавад, ки маҳлул ҷараёни электрикиро дар ҳолати мавҷуд набудани электролит беҳтар мегузаронад.

«Сарфи назар аз характери ғайриоддӣ доштани ин хулоса набояд тааҷҷуб кард, ки ҳар қадар таъсири мутақобилаи байнионӣ дар маҳлул ҳар қадар сусттар бошад, ионҳо ҳамон қадар озодтар ҳаракат мекунанд ва электрогузаронӣ ҳамон қадар зиёд мешавад. Бинобар ин,  $k_0$  на танҳо бемаънӣ нест, балки баръакс, бузургии комилан муайян аст, нишон медиҳад, ки агар дар маҳлул таъсири мутақобилаи байни ионӣ вучуд надошта бошад, пас электрогузаронии маҳлул бо кадом роҳ сурут мегирад» [5].

Бузургиҳои  $k_0$ , ки ба ионҳои инфиродӣ алоқаманданд, инчунин ҳаракатнокии ионҳо номида мешавад. Пайдоиши ин истилоҳ равшан аст, электрогузаронии молекулавӣ ҳар қадар зиёдтар бошад, ион ҳамон қадар тезтар ҳаракат мекунад.

Пас, ҳаракатнокии ионҳо дар қатори  $\text{Li}^+$   $\text{Na}^+$   $\text{K}^+$   $\text{Rb}^+$  чӣ гуна тағйир меёбад? Қатори ин катионҳо тасодуфӣ интиҳоб нашудааст. Ҳамаи ин элементҳо аз як гурӯҳ, яъне аз элементҳои системаи даврии Д.И. Менделеев, аз зергурӯҳи металлҳои ишқорӣ иборат мебошад. Аз инҳо иони  $\text{Li}^+$  аз ҳама

хурд, баъд аз рӯйи андоза  $\text{Na}^+$ , баъд  $\text{K}^+$  ва аз ҳама калон аз инҳо  $\text{Rb}^+$  мебошад. Дар назари аввал, иони калонтари рубидий аз қабати молекулаҳои об нисбат ба иони хурди литий, ки чолоктар мебошад, сустар мебарояд. Ба чадвалҳое, ки бузургҳои ҳаракатнокии ионҳо ҷамъбаст шудаанд, тасдиқ кардани пешгӯиҳои возеҳи мо боқӣ мемонад ва маълум мешавад, ки мо хато кардаем. Ҳаракатнокии катиони литий (дар воҳидҳои шартӣ) ба 38,6; катиони натрий ба 50,2; катиони калий ба 73,5; катиони рубидий ба 77,8 баробар мебошад [29].

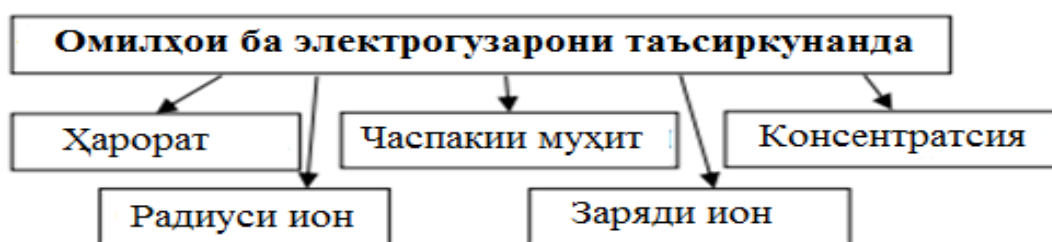
Ин қонуният, ки ба назари мо комилан муҳолиф аст, шарҳи хеле равшан пайдо менамояд, агар ба ёд орем, ки ионҳо дар маҳлул бо молекулаҳои ҳалкунанда ихота шудаанд. Заряди ҳамаи ин катионҳо якхела, яъне  $+1$  мебошад. Шадиияти майдоне, ки ин катионҳо ба вуҷуд меоранд, ба таври назаррас фарқ мекунад, чунки андозаи ҷисми заряднок ҳар қадар хурд бошад, шадиияти майдоне, ки он ба вуҷуд меорад, ҳамон қадар баландтар мешавад. Бинобар ин, хурдтарин аз катионҳо - катиони литий, воқеан бо бо қабатҳои зиёди молекулаҳои об ихота шудааст. Миқдори молекулаҳои об, ки дар атрофи катиони натрий ихота шудаанд, як андоза камтар ва мувофиқан радиуси он хурдтар мебошад. Қабати обии катиони калий боз ҳам бориқтар аст, бинобар ин радиусаш аз дутои қаблӣ камтар мебошад. Ва хурдтарин радиус дар маҳлулҳои обӣ - аз ҳама катиони таъсирбахш – рубидий мебошад [4, 5].

### 1.3. Таъсири омилҳои гуногун ба электрогузаронӣ

«Электрогузаронии маҳлулҳои электролитӣ аз табиати маҳлулҳо ва ҳалкунанда вобаста аст. Табиати ҳалкунанда ба дараҷаи диссоциатсияи электролит таъсир мерасонад. Диссоциатсияи электролит, чун қоида, дар маҳлулҳои қутбӣ бетар ба амал меояд ва ба нуфузпазирии диэлектрикӣ ( $\epsilon$ ) вобаста аст. Ҳар қадар  $\epsilon$  баланд бошад, диссоциатсияи электролит ҳамон қадар пурратар ва электрогузаронии маҳлул ҳамон қадар зиёд мешавад. Нуфузпазирии диэлектрикии об калон мебошад: дар  $25^\circ\text{C}$   $\epsilon = 78,3$ . Нуфузпазирии диэлектрикии этанол пасттар – 24,3, этиленгликол – 37,0

мебошад. Фақат миқдори ками ҳалкунандаҳои органикӣ нуфузпазирии диэлектрикии аз об калонро доранд. Масалан, барои формамид  $\epsilon = 109,0$  мебошад. Маҳлулҳои электролитӣ дар ин чунин ҳалкунандаҳо гузаронандагии хеле баланди ҷараёнро доранд» [12].

Аз тарафи дигар, кутбнокӣ ҳалкунанда ҳар қадар баланд бошад, он дар атрофи ион ҳамон қадар осонтар қабати солватсионӣ ба вуҷуд меорад, яъне андозаҳои ионҳои ҳалкунанда калонтар ва аз ин рӯ, ҳаракатнокӣ он пасттар мебошад. Дар ҳалкунандаҳои ғайрикутбӣ ба монанди  $\text{CCl}_4$  ( $\epsilon = 2,238$  дар  $20^\circ\text{C}$ ; бензин  $\epsilon = 2,3$ ; гептан  $\epsilon = 1,9$ ) диссоциатсия қариб, ки вуҷуд надорад ва электрогузаронӣ чунин маҳлулҳо паст мебошад. Омилҳои дигари ба ҳаракати ионҳо дар маҳлулҳои обӣ таъсиркунадаро ҳангоми мавҷуд будани майдони электрики низ ҳастанд (расми 1.5).



**Расми 1.5. - Омилҳои ба электрогузаронии маҳлули электролитӣ таъсиркунанда**

Бузургии электрогузаронии хосро ҳамчун ҳосили зҳарби ду зарбшаванда – барандагони ҷараён ( $\alpha \cdot c$ ) ва ҳаракатнокӣ ионҳо  $\{(u_+^* + u_-^*) \cdot F\}$  ифода кардан мумкин аст:

$$\sigma = (\alpha \cdot c) \cdot \{(u_+^\infty + u_-^\infty) \cdot F\} \quad (1.13)$$

$$\sigma = [\text{миқдори барандагони ҷараён}] \cdot [\text{ҳаракатнокӣ ионҳо}].$$

Ифодаи (1.13)-ро истифода бурда, таъсири омилҳои гуногунро ба бузургии гузаронандагии электрикӣ, барои табиатҳои гуногуни маҳлулҳои электролитӣ таҳқиқ кардан мумкин аст [12,13].

**Ҳарорати маҳлул.** «Баландшавии ҳарорат барои маҳлулҳои электролитҳои қавӣ дар баробари зарбкунандаи якум дар муодилаи (1.13) ба параметрҳои  $c$  ва  $\alpha$  таъсир намерасонад. Ҳангоми афзуншавии ҳарорат дар маҳлулҳои электролитии заиф дараҷаи диссоциатсияи онҳо зиёд мешавад, чунки алоқаҳо дар молекулаҳои электролит ғайб мешавад. Алоқаҳо нисбатан заиф шуда, ионизатсияи онҳо осонтар мешавад ва дар натиҷа консентратсияи ионҳо дар маҳлул меафзояд» [30, 31].

Таҷрибавӣ муқаррар карда шудааст, ки аллакай баъди  $1,3 \cdot 10^{-16}$  сония аз лаҳзаи ба маҳлули электролит гузоштани майдони электрикӣ ионҳо бо суръати наздик ба суръати ҳудудӣ (максималӣ) ҳаракат мекунанд. Дар баробари зарбкунандаи дуюми (1.13) бо зиёдшавии ҳарорат суръати ҳаракати ионҳо ҳам дар электролитҳои қавӣ ва ҳамчунин дар электролитҳои заиф меафзояд. Вобастагии ҳароратии электрогузаронии хоси беохир тунуккардашудаи маҳлулҳо бо муодилаи эмпирикии зерин ифода карда мешаванд:

$$K_T = K_{298} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 298) + \beta \cdot (T - 298)^2]$$

$$\beta = 0,01663 \cdot (\alpha - 0,0174) \quad (1.14)$$

дар ин ҷо:  $\alpha$  ва  $\beta$  – коэффитсиентҳои ҳароратии электрогузаронӣ.

Коэффитсиенти  $\alpha$  аз табиати электролит вобаста аст: барои кислотаҳои қавӣ  $\alpha = 0,0164$ , барои асосҳои қавӣ  $\alpha = 0,0190$ , барои намакҳо  $\alpha = 0,0220$ .

Коэффитсиенти баландтарини ҳароратӣ барои ионҳои ҳаракатнокиашон нисбатан паст ва баръакс қайд карда шудааст. Вобастагии электрогузаронии молярӣ аз ҳарорат бо муодилаи намуди хаттӣ баҳо дода мешавад:

$$k_T = k_{298} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 298)] \quad (1.15)$$

дар ин ҷо:  $\alpha$  – коэффитсиенти ҳароратии электрогузаронӣ.

«Коэффитсиенти ҳароратӣ, дар ҳароратҳои миёна, дар маҳлулҳои обӣ аксаран дар ҳудуди  $0,02 \div 0,025$  тағйир меёбад, бинобар ин, афзоиши электрогузаронии хос ва молярӣ бо баландшавии ҳарорат ба  $1^\circ\text{C}$  тақрибан 22,5%-ро ташкил медиҳад. Пас, барои аниқ чен кардани электрогузаронӣ таҷрибаро дар системаи термостатӣ гузарондан лозим аст. Ҳангоми баланд

шудани ҳарорат часпакии ҳалкунанда кам шуда, ғафсии қабати гидратсионии ионҳо ва таъсири мутақобилаи байни ионӣ аз ҳисоби зиёд шудани энергияи кинетикии ионҳо бо қабатҳо кам мешавад. Ҳамаи ин ба афзоиши ҳаракатнокии ионҳо оварда мерасонад» [32].

«Якчанд мисолҳои таъсири ҳарорат ба суръати ҳаракати ионҳоро овардан мумкин аст. Масалан, дар маҳлули обии  $\text{NaCl}$  дар ҳароратҳои 0 ва 100 °C ионҳои натрий мувофиқан бо суръати  $2,56 \cdot 10^{-4}$  ва  $13,68 \cdot 10^{-4}$  см/с ҳаракат мекунанд. Часпакии маҳлул дар ин ҳароратҳо мувофиқан 0,0178 ва 0,00283 Па·с мебошад. Ин параметрҳоро муқоиса намуда, қайд намудан мумкин аст, ки бо зиёдшавии ҳарорати электролит суръати ҳаракати ион 5,4 маротиба зиёд шуда, часпакӣ бошад 5 маротиба кам мешавад. Бинобар ин, суръати ҳаракати ионҳо дар маҳлулҳо бо афзудани ҳарорат асосан, аз ҳисоби пастшавии часпакии маҳлул зиёд мешавад. Ҳамин тавр, ҳангоми зиёдшавии ҳарорат, дарҷаи диссоциатсияи электролити заиф, часпакии маҳлул ва дараҷаи гидрататсияи ионҳо кам мешавад. Ин ҳаракатнокии ионҳо ва электрогузаронии маҳлулро зиёд мекунад» [35].

**Часпакии маҳлул.** «Часпакии маҳлул ( $\eta^0$ ) дар муқовимати маҳлул ба ҳаракати ионҳо ифода меёбад. Ҳар қадар часпакӣ зиёд бошад, ҳамон қадар ҳаракатнокии ионҳо кам буда, мувофиқан бузургии электрогузаронӣ кам мешавад. Модели оддитарини ҳаракати ионҳо дар моеъ - модели кураи саҳти заряднок (кураи макраскопӣ) мебошад, ки дар маҳлули часпак таҳти таъсири қуввае, ки градиенти потенциали шадидияти майдони электрикӣ ( $E/l$ ) ба амал меорад, ҳаракат мекунад. Қувваи муқовимат ( $\eta$ )-и ҳаракати ион дар маҳлул бо муодилаи Стокс муайян карда мешавад» [36].

Ҳудуди суръати ион дар маҳлул ( $u_+^\infty$ ) бо заряди  $z_i$  ва радиуси эффективии ион  $r_i$  дар ҳалкунандаи софи часпакиаш  $\eta^0$  бо чунин формула ифода карда мешавад:

$$u_+^\infty = \frac{z_i \cdot e \cdot (E/l)}{6\pi \cdot r_i \cdot \eta^0} \quad (1.16)$$

дар ин чо:  $z_i$  – адади зарядҳои ион;

$e$  – заряди электрон;

$E/l$  – градиенти шадидияти майдони электрикӣ.

Ҳангоми ҳисобкунии ҳаракатнокӣ барои маҳлулҳои тунуккардашуда градиенти шадидияти майдон ( $E/l$  – қувваи ҳаракаткунанда)ро як воҳид қабул карда, аз суръати  $u_+^\infty$  метавонем ба ҳаракатнокӣ  $\lambda_+^\infty$  гузарем ва ҳар ду тарафи баробарино ба адади Фарадей  $F$  зарб карда, ҳосил мекунем:

$$\lambda_i^\infty = \frac{z_i \cdot e \cdot F}{6\pi \cdot r_i \cdot \eta^0} \quad (1.17)$$

Дар доираи татбиқи ин муодила қонуни Валден–Писаржевский иҷро мешавад ва мувофиқи он барои ҳамон як ион ё электролит барои дилхоҳ ҳалкунандаҳо ҳосили зарби қимати ҳудудии электрогузаронии молярӣ ( $\lambda_i^\infty$  ё  $\lambda^\infty$ ) ба часпакии маҳлули тоза ( $\eta^0$ ) бузургии доимӣ мебошад, ки аз табиати маҳлул вобаста набуда, вале функсияи ҳарорат мебошад:

$$\lambda^\infty \cdot \eta^0 = \frac{z_i \cdot e \cdot F}{6\pi \cdot r} = \text{const}, \quad (1.18)$$

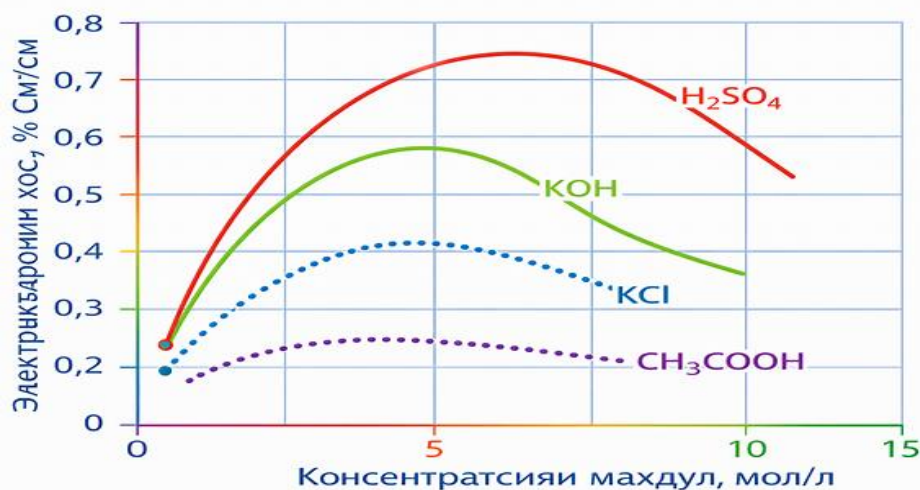
дар ин чо:  $\lambda^\infty$  и  $\lambda_i^\infty$  – электрогузаронии молярӣ электролит ва иони маҳлул, ки ба консентратсияи сифр экстраполятсия карда шудааст;

$\eta^0$  – часпакии ҳалкунандаи тоза.

«Қоидаи Валден Писаржевский танҳо барои ҳалкунандаҳои бо бузургҳои нуфузпазирии диэлектрикии ба ҳам наздики иҷро мешавад. Мувофиқи модели гидродинамикӣ, ин қоида барои ҳудуди хурди ҳарорат, агар радиуси ион дар маҳлул доимӣ бошад, барои ионҳои сустҳалшаванда, вақте ки ионҳо дар фазаи кристаллӣ мебошанд ё барои ионҳои калони органикӣ нисбатан хуб иҷро мешаванд» [13, 14, 19].

**Консентратсияи маҳлул.** «Баландшавии консентратсияи электролити ҳалшуда бо тарзҳои гуногун ба электрогузаронии маҳлул таъсир мерасонад. Аз таҳлилҳои вобастагҳои дар расми 1.5 овардашуда дида мешавад, ки бо афзоиши консентратсияи электролит электрогузаронии ҳосили маҳлул аввал то ягон бузургии максималӣ зиёд шуда, баъд аз он ба камшавӣ сар мекунад. Ин

вобастагӣ барои электролитҳои қавӣ ва барои электролитҳои заиф хеле возеҳ ифода карда шудааст. Мавҷудияти максимум дар хатҳои қач бо он шарҳ дода мешавад, ки дар маҳлулҳои омехташудаи электролитҳои қавӣ суръати ионҳо аз консентратсия кам вобаста мебошад» [33, 34].



**Расми 1.5. - Вобастагии электрогузаронии хос аз консентратсияи электролитҳо**

Бинобар ҳамин ҳам, аввал хатти қач мутаносибан ба микдори ионҳои дар маҳлулбуда (шумораи интиқолдиҳандаҳои ҷараён) зиёд шуда ва дар натиҷа, аз ҳисоби зарбшавандаи якуми муодилаи (1.16) ҳиссаи он электрогузаронӣ зиёд мешавад.

«Бо афзоишӣ консентратсия (зиёда аз 5 мол/л) дар маҳлулҳои электролитҳои қавӣ, таъсири мутақобилаи электростатикии ионҳо зиёд шуда, суръати ҳаракати онҳо ва ҳаракатнокии онҳо кам мешавад, бинобар ин, аз ҳисоби зарбкунандаи дуҷуми муодилаи (23), электрогузаронӣ кам мешавад (расми 1.5). Дар маҳлулҳои электролитҳои заиф зичии атмосфераи ионӣ кам буда ва суръати ҳаракати ион аз консентратсияи электролит кам вобаста мебошад, бинобар ин, намуди вобастагӣ ба қадри кифоя моилӣ дорад (дар вобастагӣ барои CH<sub>3</sub>COOH максимум вучуд дорад, ҳарчанде, ки равшан тасвир наёфтааст» [36].

Барои маҳлулҳои электролитҳои заиф мавҷудияти максимум дар қачӣ аз он иборат мебошад, ки дараҷаи диссоциатсия бо афзоиши консентратсия кам

мешавад ва ҳангоми ба концентратсияи муайян расидан дар маҳлул назар ба концентратсия сусттар меафзояд.

Дар маҳлулҳои беохир тунуккардашудаи электролитҳои заиф дараҷаи диссоциатсияшавии электролитҳо хурд, тахминан  $\alpha < 0,03$  мебошад.

«Бо зиёд шудани концентратсияи маҳлул дараҷаи диссоциатсияи электролитҳо кам мешавад, ки амалан ба шумораи интиқолдиҳандагони ҷараён таъсир намерасонад. Ба ғайр аз ин, бо афзоиши концентратсияи электролит дар маҳлул ҳаспакии он зиёд мешавад, ки дар натиҷаи ҳаракатҳои ионҳо кам мешавад ( $c \uparrow \rightarrow \eta \uparrow \rightarrow u \downarrow$ ). Бинобар ин, вобастагии электрогузаронии ҳоси маҳлулҳо аз концентратсияи онҳо, одатан дорои максимум мебошад (расми 1.5). Аз таҳлили вобастагиҳои овардашудаи расми 1.5 қайд кардан мумкин аст, ки мавқеи максимум дар кислотаҳо аз асос баланд шуда, ва аз намакҳо паст мешавад, ки бо коэффитсиенти ҳароратии электрогузаронии паст фаҳмонида мешавад» [39]. «Вобастагии миқдории  $\kappa = f(c)$  барои маҳлулҳои электролитҳои қатори:  $H_2SO_4$ ,  $KOH$ ,  $KCl$ ,  $CH_3COOH$  ба монанди дар расми 1.5 овардашуда ҷойгир мешаванд» [76].

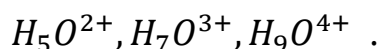
Барои фаҳмонидани ҳосиятҳои ионҳо дар маҳлулҳо бузургии ҳудудии ҳаракатҳои электрикии ионҳо дар ҳалқунандаи додашуда истифода мешавад, ки қимати ададии он дар ҳарорати додашуда, барои маҳлулҳои обӣ дар ҷадвали 1.3 оварда шудааст.

**Ҷадвали 1.3. - Ҳаракатҳои ҳудудии молярӣ ( $\lambda_i^\infty, \text{См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{мол}^{-1}$ )-и ионҳо дар маҳлулҳои обӣ ҳангоми ҳарорати 25 °C**

| Катион        | $\lambda_i^\infty \cdot 10^4$ | Катион                 | $\lambda_i^\infty \cdot 10^4$ | Анион  | $\lambda_i^\infty \cdot 10^4$ | Анион                    | $\lambda_i^\infty \cdot 10^4$ |
|---------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|--------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| $H^+, H_3O^+$ | 349,8                         | $+ \frac{1}{2}Pb^{2+}$ | 70                            | $OH^-$ | 198,3                         | $\frac{1}{2}CrO_4^{2-}$  | – 85                          |
| $Li^+$        | 38,7                          | $\frac{1}{2}Fe^{2+}$   | 53,5                          | $F^-$  | 55,4                          | $\frac{1}{2}C_2O_4^{2-}$ | 74                            |
| $Na^+$        | 50,8                          | $\frac{1}{3}Fe^{3+}$   | 68                            | $Cl^-$ | 76,35                         | $\frac{1}{2}SO_4^{2-}$   | 80                            |
| $K^+$         | 73,5                          | $\frac{1}{2}Ba^{2+}$   | 63,6                          | $Br^-$ | 78,1                          | $\frac{1}{2}HPO_4^{2-}$  | 57                            |
| $Rb^+$        | 77,8                          | $\frac{1}{2}Ca^{2+}$   | 59,5                          | $I^-$  | 76,8                          | $\frac{1}{3}H_2PO_4^-$   | 12                            |
| $Cs^+$        | 77,2                          | $\frac{1}{2}Sr^{2+}$   | 59,5                          | $HS^-$ | 65                            | $HCOO^-$                 | 54,6                          |

| Идомаи ҷадвали 1.3   |      |                      |      |                        |      |                              |       |
|----------------------|------|----------------------|------|------------------------|------|------------------------------|-------|
| $Ag^+$               | 61,9 | $\frac{1}{2}Ba^{2+}$ | 63,6 | $NO_3^-$               | 71,5 | $C_2H_5COO^-$                | 35,8  |
| $NH_4^+$             | 73,6 | $\frac{1}{2}Zn^{2+}$ | 54   | $HCO_3^-$              | 44,5 | $CH_3COO^-$                  | 40,9  |
| $\frac{1}{2}Cu^{2+}$ | 56,6 | $\frac{1}{2}Cd^{2+}$ | 54   | $ClO_4^-$              | 67,3 | $C_6H_5COO^-$                | 32,3  |
| $\frac{1}{2}Mn^{2+}$ | 53,5 | $\frac{1}{3}Al^{3+}$ | 63   | $\frac{1}{2}CO_3^{2-}$ | 69,3 | $\frac{1}{4}[Fe(CN)_6]^{4-}$ | 110,5 |
| $\frac{1}{2}Mg^{2+}$ | 53,0 | $\frac{1}{3}Pt^{3+}$ | 69,8 | $\frac{1}{2}SO_4^{2-}$ | 79,8 | $\frac{1}{3}[Fe(CN)_6]^{3-}$ | 100,9 |

Аз таҳлили маълумоти дар ҷадвали 1.3 овардашуда қайд кардан мумкин аст, ки барои аксари ионҳо ҳаракатнокии ҳудудӣ дар интервали  $(30 \div 80) \cdot 10^4$   $См \cdot м^2 \cdot мол^{-1}$  меҳобанд. Ионҳои  $H^+$  ( $H_3O^+$ ) ва  $OH^-$  ҳаракатнокии хеле баланд доранд. Ҳаракатнокии онҳо бо ададҳои серақам ифода карда мешаванд, мувофиқан 349,8 ва 198,3. Ҳаракатнокии ионҳои гидроний ва гидроксид аз ҳаракатнокии дигар ионҳо хеле зиёд мебошад, ки инро аз нуқтаи назари назарияи маъмулии Колрауш шарҳ додан мумкин нест [76-77]. Барои катионҳои гидрогенӣ, ҳаракатнокӣ ба таври оддӣ баланд не, балки метавон гуфт, ки ба таври рекордӣ баландтарин аст  $\approx 350 \cdot 10^4$   $См \cdot м^2 \cdot мол^{-1}$ , ки ин 9 маротиба аз ҳаракатнокии иони литий ва 7 маротиба аз ҳаракатнокии иони натрий баланд (ҷадвали 1.3) мебошад. Чӣ тавре, ки маълум аст, ионҳои  $H^+$  дар об нест, вале ионҳои мусбати гидроксиди  $H_3O^+$  мавҷуд мебошанд. Ионҳои  $H_3O^+$  дар навбати худ метавонанд бо молекулаҳои об муттаҳид шуда ассотсиатионҳоро ташкил диҳанд:



«Андозаҳои иони диоксидаи  $H_3O^+$  аз андозаҳои дигар ионҳо хурд буда, барои бовар кардан асосе нест, ки онҳо дар муҳити ҳалкунандаи часпак назар ба дигар ионҳо тезтар ҳаракат мекунанд [40]. Барои шарҳи гузаронандагии баланди электрикии кислотаҳо ва ишқорҳо Теодр фон Гротгус соли 1806 механизми “эстафетӣ”-и интиқоли протонҳоро дар муҳити турш ба воситаи ионҳои гидроксид дар молекулаҳои об пешниҳод намуд, дар муҳити ишқорӣ – бо молекулаҳои об дар муҳити гидроксидионҳо, ки омехташавии ионҳои протон ва гидрооксил аз рӯйи занҷир давом меёбад. Интиқоли ионҳои

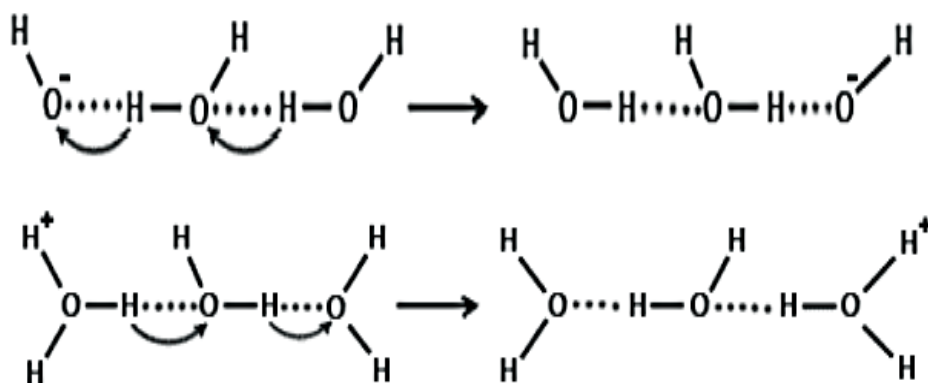
водород аз рӯи занҷири водородӣ бо молекулаҳои об пайвастшуда дар якҷанд марҳила сурат мегирад ва дар амал суръати «ҳаракати протонҳо дар ҳалқунанда» бо суръати қутбнокшавии молекулаҳои ҳалқунанда муайян карда мешавад. Дар зери таъсири майдони электрикӣ иони гидроний протонро тавассути алоқаи водородӣ ба молекулаи оби ассотсиати наздиктарин интиқол медиҳад. Механизми эстафетии интиқоли заряд дар расми 1.6 оварда шудааст.

Дар натиҷаи ҳаракати эстафетӣ дар зери таъсири майдони электрикӣ беруна ассотсиат заряди зиёдании мусбӣ ба даст меорад, ки онро ба ассотсиати ҳамсоя бо додани протон аз молекулаи наздиктарини об дар хати қуввагӣ (аз рӯи самт) ба майдони электрикӣ ба қутби манфӣ мегузаронад» [74-75].

Худи иони  $H_3O^+$  ҳаракат намекунад, балки протон аз як молекулаи об ба молекулаи дигараш ҷаҳида, бо худ заряди мусбат мебарад (расмҳои 1.6, 1.7). Дар натиҷаи чунин ҷаҳиданҳо протон  $0,86 \text{ \AA}$  тай мекунад, ки ин ба  $3,1 \text{ \AA}$  ҷойгиршавии катиони гидроксил ё ба анод гузаштани он дар майдони электрикӣ мувофиқ аст. Ба ҳамин монанд, дар зери таъсири ҷараёни электрикӣ иони гидроксил ба тарафи қутби мусбат бо роҳи ҷудокунӣ аз молекулаи обиассотсиати наздиктарин ба амал меояд (расмҳои 1.6, 1.7).



Расми 1.6. - Нақшаи интиқоли заряди протон



Расми 1.7. - Нақшаи интиқоли заряд

Вале, ҳаракатнокии ионҳои гидроксил нисбат ба  $\text{H}_3\text{O}^+$  ион камтар мебошад, чунки протон дар  $\text{H}_3\text{O}^+$  ион мустаҳкам нисбат ба молекулаи об пайваст аст. Ғайр аз ин протони гидроген қад қад хатҳои қуввагии майдони электрикӣ ва иони  $\text{OH}^-$  муқобил дода мешавад. Дар ҳалқунандаҳои ғайриобӣ, ки механизми “эстафетӣ”и ҳаракат –ғайриимкон мебошад, ионҳои  $\text{H}^+$  ва  $\text{OH}^-$  бо суръатҳои калон ҳаракат намекунанд [76].

Вобастагҳои дар расми 1.5 нишондодашуда дар амалияи саноатӣ барои интихоби электролитҳои бо электрогузарониҳои калон истифода бурда мешавад, ки истифодаи онҳо имкони сарфаи қувваи барқро медиҳад [14,15].

**Радиус ва заряди ион.** Радиус ( $r_i$ ) ва заряд ( $z_i$ )-и ион – ин ду параметре мебошад, ки табиати ион ва ҳаракатнокии онро муайян мекунад [72].

Ҳаракати ионро ҳамчун кураи макроскопӣ дар муҳити часпак бо формулаи Стокс (1.19) шарҳ додан мумкин аст, ки суръати ҳаракати ионҳо ба радиуси онҳо мутаносиби чаппа мебошад. Ҳангоми ҳаракат дар маҳлул, ба ион аз як тараф қувваи муқовимат, яъне бузургие, ки бо ифодаи зерин ифода карда мешавад, таъсир мерасонад:

$$F_{\text{муқовимат}} = 6 \pi \eta r_i u_i \quad (1.19)$$

дар ин ҷо:  $F_{\text{муқовимат}}$  – қувваи муқовимати муҳит ҳангоми ҳаракати заррачаҳои курашакл;  $\eta$  – часпакии муҳит;  $r_i$  – радиуси ион;  $u_i$  – суръати ҳаракати ион. Аз

тарафи дигар, қувваи гузариши ион ба маҳлул ба таъсири майдони электрикӣ ба вай мутаносиб мебошад:

$$F_{эл} = z_i \cdot e \cdot E, \quad (1.20)$$

дар ин ҷо:  $z_i$  – заряди ион;  $E$  – шадидияти майдони электрикӣ;  $e$  – заряди электрон.

Ҳангоми мувозинати ҳар ду қувваҳо онҳоро баробар ( $F_{мук.} = F_{эл}$ ) карда бо ифодаи зерин навиштан мумкин аст:

$$6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r_i \cdot u_i = z_i \cdot e \cdot E. \quad (1.21)$$

Муодилаи (1.21)-ро бо тақсим кардани ҳарду қисм ба шадидияти майдони электрикӣ ( $E$ ) ва иваз кардани ( $\frac{u_i}{E}$ ) бо ( $u_i$ ) табдил медиҳем:

$$6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r_i \cdot \frac{u_i}{E} = z_i \cdot e \rightarrow 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r_i \cdot u_i = z_i \cdot e. \quad (1.22)$$

Баробарии (1.22)-ро ба адади Фарадей ( $F$ ) зарб карда ва аз ( $u_i \cdot F$ ) ба бузургии  $\lambda_i$  мегузарем:

$$\begin{aligned} 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r_i \cdot u_i \cdot F &= z_i \cdot e \cdot F \rightarrow 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r_i \cdot \\ 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r_i \cdot (u_i \cdot F) &= z_i \cdot e \cdot F \rightarrow 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r_i \cdot \lambda_i = z_i \cdot e \cdot F. \end{aligned} \quad (1.23)$$

Аз (1.23) вобастагии ҳаракатнокии ионҳоро аз бузургии радиус ифода мекунем:

$$\lambda_i = \frac{z_i \cdot e \cdot F}{6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r_i}, \quad (1.24)$$

Аз ифодаи (1.24) маълум мешавад, ки бо кам шудани радиуси ион ( $r_i \downarrow$ ) ҳаракатнокии он зиёд мешавад ( $\lambda_i \uparrow$ ). Вале конунияти ба даст овардашуда ҳодисаи гидратсияи ионҳоро ба назар намегирад. Қатори ионҳои заряди якхеладоштаро дида мебароем –  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Cs}^+$ , ки дар онҳо радиусҳои ҳақиқии ионӣ пай дар пай зиёд мешаванд. Тахмин кардан мумкин аст, ки бо зиёдшавии радиуси ион ( $r_i$ ) дар ин қатор суръати ҳаракати он дар маҳлул бояд кам шавад. Аммо маълумот дар бораи ҳаракатҳои маҳдудкунандаи молярии ионҳои ин қатор дар маҳлулҳои обӣ дар ҳарорати  $25^\circ\text{C}$  (Қадвали 1.3) ба ақидаи мо муҳолиф мебошад. Ҳаракатнокии ионҳо ҳангоми гузариш аз иони  $\text{Li}^+$  ба  $\text{K}^+$

қариб ду маротиба меафзояд [75-77]. Сабаб он мебошад, ки дар маҳлул ионҳо озод нестанд, балки гидрататсия мешаванд. Яъне, ионҳо дар панҷараи ионӣ ва ҳам дар маҳлул радиусҳои гуногун доранд. Дар ин маврид радиуси ҳақиқӣ (кристаллохимиявӣ)-и ион ҳар қадар хурд бошад, радиуси эффективии он (бо дараҷаи гидратсияи он муайян карда мешавад) дар маҳлули электролит ҳамон қадар зиёд мешавад (расми 1.8).



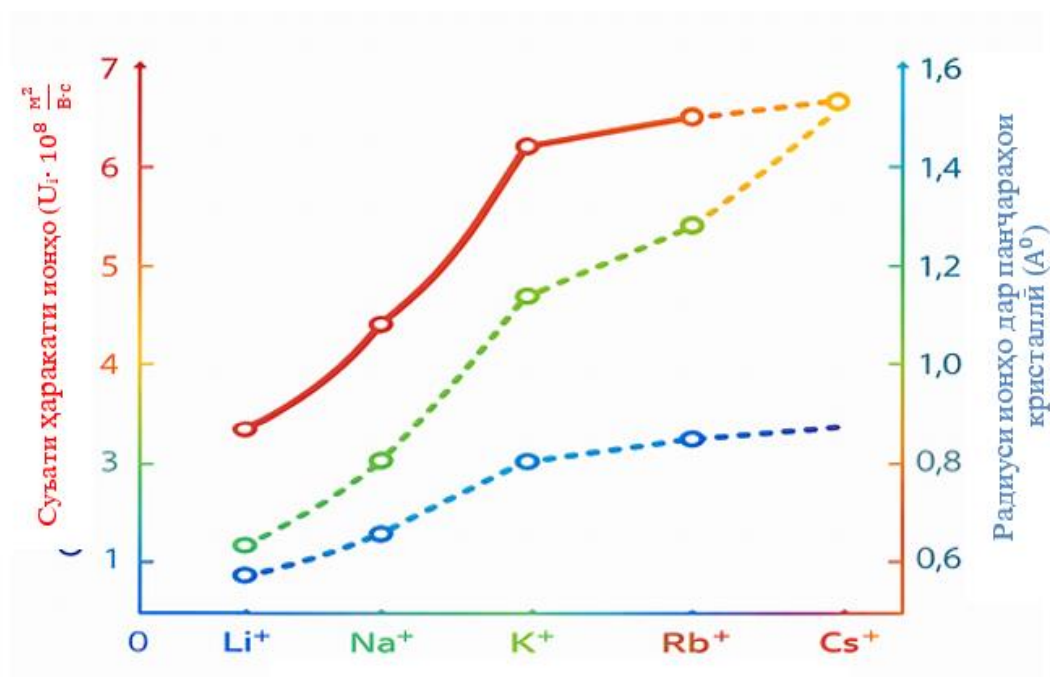
**Расми 1.8. - Қонунияти тағйирёбии параметрҳои ионҳо**

Иони саҳт гидратшудаи  $\text{Li}^+$  дар байни молекулаҳои об дар майдони электрикӣ назар ба ионҳои камтар гидратшудаи  $\text{Cs}^+$  сустрар ҳаракат мекунад.

Масалан,  $\lambda_{\text{Li}}^{+\infty} = 38,6 \cdot 10^{-4}$ , ва  $\lambda_{\text{Cs}}^{+\infty} = 77,2 \cdot 10^{-4} \text{ См} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{мол}^{-1}$ . Ҳар қадар заряди ион ( $z_i^+$ ) зиёд бошад, ҳамон қадар майдони электрикии он қавъитар мебошад. Ионҳои муқобилаломат ҳамон қадар қавъитар ҷазб мешаванд [16, 17, 18, 19].

«Дар атрофи ион аз ҳисоби алоқаи ионӣ-диполии ионҳои ин қатор бо молекулаҳои об, атмосфераи ионӣ (гидратӣ) ҳосил мешавад. Иони  $\text{Li}^+$  майдони электрикии қавъитарро дорад, зеро заряди хоси он (нисбати заряди зарраҳо ба массааш) нисбат ба дигар ионҳои ишқорӣ зиёд аст ва бинобар ин дар маҳлул бештар гидрат мешавад» [41, 42]. Таъсири параметрҳои заряд ва радиуси ион бо ҳам алоқаманд буда вале якранг нестанд: ҳар қадар бузургии заряд калон ва радиус хурд бошад, ҳамон қадар ион саҳттар гидрататсия

мешавад, ҳар қадар қабати гидрататсия ғафс бошад, мувофиқан ҳамон қадар ҳаракатнокии ион дар маҳлул паст мебошад. Иони  $\text{Li}^+$  бузургтарин қабати гидратсионӣ дорад. Мувофиқи расми 1.8 радиуси ионҳои гидратшуда ба самти ионҳои  $\text{Cs}^+$  кам мешавад. Дар расми 1.9 қачиҳои радиусҳои ионҳо ва суръати ҳаракати онҳо дар шадидияти майдони электрикии 1 В/м нишон дода шудааст. Баландшавии суръати ионҳо дар маҳлули обӣ аз иони  $\text{Li}^+$  ба  $\text{Cs}^+$  паст шудани дараҷаи гидрататсия ва афзоиши симбатии ҳаракати онҳоро инъикос мекунад.



**Расми 1.9. - Муқоисаи радиусҳои ионҳои металлҳои ишқорӣ дар панҷараи кристаллӣ (хати рахна) бо суръати ҳаракати онҳо (хати пурра) дар маҳлули обӣ ҳангоми шадидияти майдони 1 В/м будан**

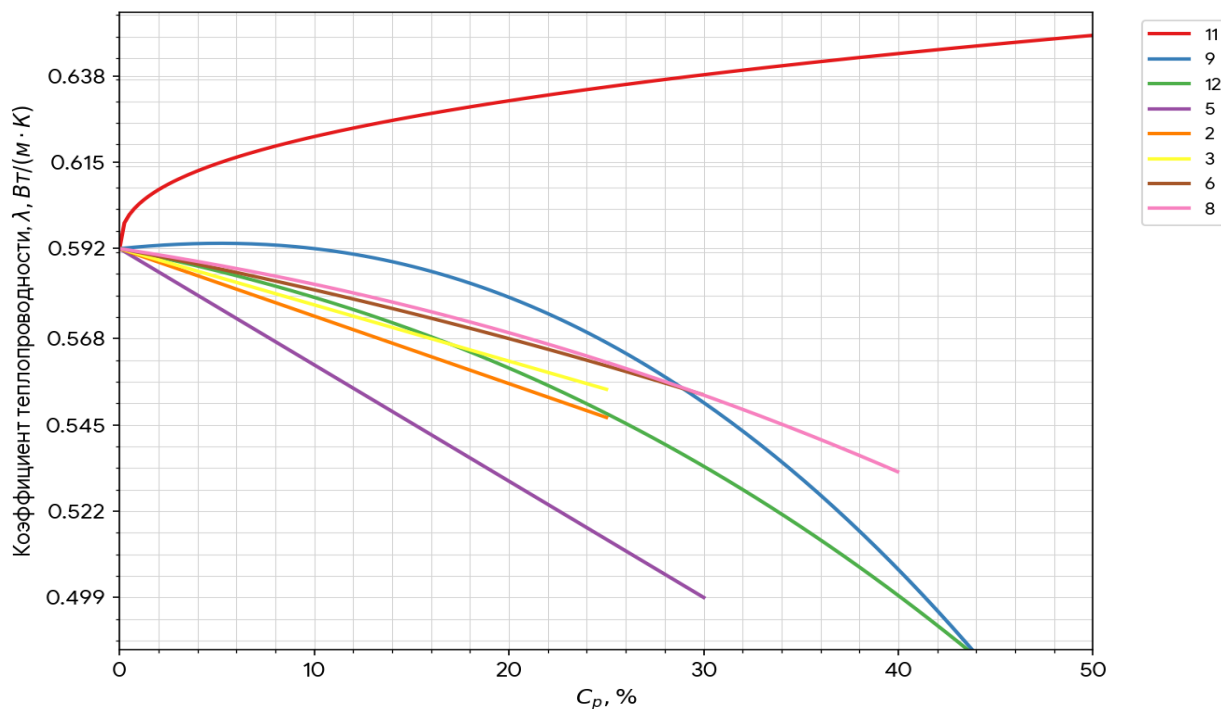
#### 1.4. Гармигузаронии маҳлулҳои обӣ

«Маҳлулҳои оби маводҳои ғайриорганикӣ буда, дар саноат ва энергетикаи геотермалӣ, дар саноати химиявӣ барои ба даст овардани пайвастагиҳои ғайриорганикии металлҳо ва дар истехсоли нуриҳои минералӣ, дар стансияҳои ҳароратӣ ва атомӣ, дигар дастгоҳҳои энергетикӣ, дар металлургия ва дигар соҳаҳои хоҷагии халқ ба таври васеъ истифода бурда мешавад» [133-135]. «Маҳлулҳои оби моеъ ҳамчун моделҳои қулайи назариявии системаҳои гуногун, ки омӯзиши таҷрибавии онҳо бо душвории

калон вобаста аст, таваҷҷӯҳи зиёд доранд. Масалан, маҳлулҳои оби намакҳо то дараҷае модели плазма шуда хизмат карда метавонанд ва нуқтаи критикии ҷойивазкунии моеъҳо объекти оптималии омӯзиши қонуниятҳои умумии гузариши фазаҳои тартиби дуюм мебошад. Истифодабарии эффективии маҳлулҳои оби электролитҳо дар ҳудудҳои нишондодашуда, дар бисёр маврид, бо маълумоти дақиқи хосиятҳои гармофизикӣ дар параметрҳои васеи ҳолат ва махсусан аз рӯи коэффитсиенти гармигузаронӣ муайян карда мешавад» [136-138]. Маълумоти эътимодноқ оид ба гармигузаронии маҳлулҳои обӣ барои лоиҳакашии равандҳои технологӣ зарур буда, ба зиёд шудани самаранокии истеҳсолот, паст кардани хароҷоти моддӣ ва дар як қатор мавридҳо бенуқсонии қори нерӯгоҳҳои барқро таъмин мекунад [21].

Чӣ тавре, ки маълум аст, дар бисёр соҳаҳои техника талабот ба дурустии ҳисобкуниҳои равандҳои технологӣ ва эътимоднокии лоиҳакашии мошинҳою таҷҳизотҳо баланд бардошта мешавад. Инкишофи энергетикаи саноатӣ ва геотермалӣ, технологияи ракетаҳо ва криогенӣ ба хеле васеъ шудани доираи маводҳои қорӣ ва ҳудуди параметрҳо мусоидат намуда, инчунин зарурати муайян кардани маълумоти навро дар бораи хосиятҳои гармофизикии моддаҳо барои таъмин намудани эффективнокии бузурги иқтисодӣ бо роҳи арзон намудани арзиши аслии сузишворӣ, қувваи барқ, металл ва баланд бардоштани самарайи равандҳои технологиро ба миён овард. Бисёр моеъҳои дар техникаи муосир истифодашаванда ин маҳлулҳо мебошанд. Қоркарди равандҳои ҷудокунӣ, синтези химиявӣ ва тозакунии маводҳо, интиҳоби оптималии гармӣ ва хунуки барандаҳо маълумоти систематикиро дар бораи хосиятҳои термодинамикӣ ва интиқолдиҳии маҳлулҳоро талаб мекунад [140-142]. Дар энергетикаи геотермалӣ, соҳаи қоркарди намакҳои минералӣ, саноати химиявӣ, гидрометаллургия, энергетикаи ядрӣ ва саноати газӣ маҳлулҳои оби электролитҳо васеъ истифода бурда мешаванд. Омӯзиши хосиятҳои ҳароратӣ ва интиқолдиҳандагии маҳлулҳои оби яке аз масъалаҳои мубрами гармофизика ва термохимия мебошад. Ба фикри мо дар байни

хосиятҳои интиқолдиҳандагии маҳлулҳо аз ҳама муҳимашон гармигузаронӣ мебошад [20]. Гармигузаронии маҳлулҳо  $\lambda$ , дар мавриди истисноӣ фавқулода, бо зиёдшавии концентратсияи маводи ҳалшаванда кам мешавад (расми 2.10), яъне хориҷшавии намноки гармигузаронии маҳлулро кам мекунад.



**Расми 2.10. - Тағйирёбии гармигузаронии маҳлулҳои обии намакҳо  
вобаста аз концентратсияи маҳлулҳо дар ҳарорати 20 °C**

1 – KOH; 2 – KCl; 3 – KNO<sub>3</sub>; 4 – K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; 5 – MgCl<sub>2</sub>; 6 – MgSO<sub>4</sub>; 7 – NaCl; 8 – NaNO<sub>3</sub>; 9 – NaSO<sub>4</sub>; 10 – Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; 11 – NaOH; 12 – CaCl<sub>2</sub>.

Гармигузаронии об ва маҳлулҳои обии электролитҳо дар ҳудудҳои аз 20 то 100°C ба таври назарнорас фарқ мекунад. Бинобар ҳамин ҳам, вобастагии гармигузаронии маҳлули обии намакҳо ва ишқорҳо аз ҳарорат ба монанди об қабул карда шудааст:

$$\left(\frac{\lambda_t}{\lambda_{20}}\right)_s = \left(\frac{\lambda_t}{\lambda_{20}}\right)_B \quad (1.25)$$

$$\text{Барои об } \lambda_{20} = 0,599 \frac{\text{Вт}}{(\text{м} \cdot \text{К})}.$$

«Ҳангоми ҳал шудани маводи саҳт дар об хунукшавии маҳлул мушоҳида карда мешавад, чунки вайроншавии панҷараи кристаллӣ ба

амал меояд, ки барои ин энергия сарф мешавад. Гармии ҳалшавандагӣ аз табиати мавод ва ҳалкунанда, инчунин аз консентратсияи маҳлул вобаста мебошад» [146-148].

**Электрогузаронии ва нуфузпазирии диэлектрикии гидразин.** Гидразин, як диамид,  $\text{H}_2\text{N}—\text{NH}_2$ , моеъи беранг ва гигроскопӣ, ки дар ҳаво бухор мешавад; нуқтаи ҷӯшиш  $113.5^\circ\text{C}$ , нуқтаи обшавӣ  $2^\circ\text{C}$ , зичӣ  $1.008 \text{ г/см}^3$  (дар  $20^\circ\text{C}$ ). Гидразин дар об ва спиртҳои пасттар беохир ҳал мешавад. Дар карбогидридҳо ва дигар ҳалкунандаҳои органикӣ ҳал намешавад. Маҳлулҳои обии гидразин асосӣ мебошанд ( $\epsilon = 8.5 \times 10^{-7}$ ). Намакҳои гидразонӣро бо кислотаҳо, масалан  $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$ ,  $\text{N}_2\text{H}_6\text{Cl}_2$ , ҳосил мекунад. Гидразин бо консентратсияи баланди диэлектрикӣ ( $52.9$  дар  $20^\circ\text{C}$ ) тавсиф мешавад ва қодир аст бисёр намакҳои ғайриорганикӣро ҳал кунад. Гидразин як пайвастагии эндотермӣ аст; гармии тащаккул  $\text{DH}^\circ 298 (\text{л}) = 50.24 \text{ кҶ/мол}$  ( $12.05 \text{ ккал/мол}$ ). Ҳангоми гарм кардан то  $200\text{--}300^\circ\text{C}$ , гидразин ба  $\text{N}_2$  ва  $\text{NH}_3$  таҷзия мешавад. Дар ҳузури  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , он дар ҳарорати хонагӣ меафрӯзад. Буғи гидразин бо ҳаво бо консентратсияи  $4,67\%$  аз рӯйи ҳаҷм ё бештар аз он омехтаҳои таркандаро ба вучуд меорад. Гидразини моеъ ба зарба, соиш ва таркиш ҳассос нест. Заҳрнок; консентратсияи ҳадди аксар иҷозатдодашуда дар ҳаво  $0,0001 \text{ мг/л}$  аст. Гидразин бо роҳи оксид кардани  $\text{NH}_3$  ё мочевина бо гипохлорит ба даст оварда мешавад. Он дар синтези органикӣ, истеҳсоли пластикҳо, резина, инсектисидҳо, моддаҳои тарканда ва ҳамчун ҷузъи сӯзишворӣ дар сӯзишвории моеъи мушакӣ истифода мешавад. Инчунин ба Диметилгидразин нигаред.

Гидразини моеъ ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) моеъи кутбӣ аст, ки аз сабаби хосиятҳои ҳалкунандаи аълои ионизатсиякунанда аст, гарчанде ки дар шакли холисаш он барқро хеле суст мегузаронад. Қиматҳои муайяншудаи нуфузпазирии диэлектрикии гидразини беоб дар ҳароратҳои гуногун дар ҷадвали 1.3 оварда шудаанд.

#### Чадвали 1.4. - Нуфузпазирии диэлектрикии гидразин

| $\varepsilon$ | $t, ^\circ\text{C}$ | Солҳои тадқиқот ва муаллифони                     |
|---------------|---------------------|---------------------------------------------------|
| 53            | 20                  | 1903 [20] ва 1932 [20], Друде Улих ва<br>Неспитал |
| 58,5          | 0                   |                                                   |
| 56,9          | 5                   |                                                   |
| 55,5          | 10                  |                                                   |

Маълумоте, ки дар чадвали 1.3 оварда шудааст, барои ба даст овардани муодилаи нуфузпазирии диэлектрикии гидразин истифода шудааст [28]:

$$\varepsilon = 58,5(1 - 55,61 \cdot 10^{-4}t + 34,188 \cdot 10^{-6}t^2 - 45,64 \cdot 10^{-8}t^3) \quad (1.8)$$

Гидразин дар намуди тоза нуфузпазирии электрикии баланд дорад. Аз ин рӯ, он ҳалкунандаи хуб барои моддаҳои ионизатсиякунанда аст ва ин далели паст будани электрогузарониро шарҳ медиҳад [28]. Валден ва Хилгерт [27] дар тадқиқотҳои худ муайян карданд: «Электрогузаронии ҳоси гидразин дар  $0^\circ\text{C}$  қиматҳои  $1,1 \cdot 10^{-6} \text{ См} \cdot \text{см}^{-1}$  дошта, дар ҳарорати  $25^\circ\text{C}$  аз  $2,3 \cdot 10^{-6}$  то  $2,8 \cdot 10^{-6} \text{ См} \cdot \text{см}^{-1}$  мерасад».

Гидразин дар намуди тоза ионизатсияшавии паст дорад. Плескова В.А. [21] дар тадқиқоти худ қайд мекунад: «Собити ионизатсияи гидразини саҳт  $2 \cdot 10^{-25}$  ва барои аммиак аз ин ҳам камтар - ба  $10^{-33}$  мебошад». Дар ҳоле, ки маҳлулҳои ишқорӣ ва металлҳои ишқорӣ дар аммиаки моеъ хеле устуворанд. Ин равшан аст ва ба консентратсияи пасти ионҳои аммоний дар ҳалкунанда алоқаманд мебошанд. Дар ин асос, чунин маҳлулҳоро дар гидразини беоб ҳосил кардан мумкин нест, зеро маҳлули метали натрий дар гидразини беоб бо пайдоиши ранги кабуд мушоҳида мешавад, ки зуд нопадид мешавад [28].

#### Хулоса оид ба боби якум

Дар боби мазкур шарҳи мубрамияти мавзӯ, навгониҳои илмӣ, асосҳои амалии диссертатсия оварда шудааст. Инчунин сохт ва маълумоти адабиёт оид ба электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои обӣ ва таъсири омилҳои гуногун ба электрогузаронӣ ва гармигузаронӣ шарҳ дода шудааст.

«Ҳарорат, ҳаспакии маҳлул, консентратсия, заряд ва радиуси ионҳо омилҳои мебошанд, ки ба электрогузаронии маҳлулҳо таъсир мерасонанд.

Аз гуфтаҳои боло хулоса баровардан мумкин аст, ки ҳангоми афзуншавии ҳарорат дар маҳлулҳои электролитии заиф, дараҷаи диссоциатсияи онҳо зиёд мешавад, чунки алоқаҳо дар молекулаҳои электролит фаъол мешавад»

. Алоқаҳо нисбатан ҳаракатнок шуда, ионизатсияи онҳо осонтар мешавад ва дар натиҷа консентратсияи ионҳо дар маҳлул меафзояд. Ҳар қадар часпакӣ зиёд бошад, ҳамон қадар ҳаракатнокии ионҳо кам буда, мувофиқан бузургии электрогузаронӣ кам мешавад.

## **Боби 2. Усулҳо ва дастгоҳҳои ченкунии электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин**

### **2.1. Усулҳои чен кардани нуфузпазирии диэлектрикӣ**

Тавсифи мушахасӣ усулҳои гуногуни ченкунии нуфузпазирии диэлектрикӣ  $\epsilon'$  ва талафёбии диэлектрикӣ  $\epsilon''$  дар якчанд монографияҳо ва мақолаҳои шарҳӣ оварда шудааст [35-36]. Дар ин боб усулҳои ченкунӣ дида баромада шуда, пешниҳодҳо мувофиқи барои ба даст овардани дақиқии беҳтар, ҳангоми татбиқи амалии онҳо тавсияҳои мувофиқ медиҳад. Интиҳоби усули ченкунӣ аз бузургии нуфузпазирии диэлектрикӣ  $\epsilon'$ , талафёбии диэлектрикӣ  $\epsilon''$ , ҳудудҳои ҳарорат ва зудӣ, ки ченкунӣ гузаронида мешавад, вобаста мебошад. Ченкунии параметрҳои занҷирҳо ва сигналҳо бо ёрии пулҳои мувозинатӣ, омметрҳо, ченкунондаҳои коэффитсиенти мавҷҳои доимӣ, таҳлилкунондаҳои зудии спектр, генераторҳои ченкунонда, ченкунондаҳои импедансҳо ва ғайраҳо ба даст оварда мешаванд [38-39].

Ҳамаи усулҳои ченкунии маъмули  $\epsilon'$  ва  $\epsilon''$  –ро шартан ба гуруҳҳои зерин ҷудо намудан мумкин аст:

- 1) усулҳои резонансӣ;
- 2) усулҳои коаксиалӣ ва мавҷгузар;
- 3) усулҳои ҳудудвасеъ ва дақиқи ченкунии нуфузпазирии диэлектрикӣ;
- 4) усулҳои истифодашавандаи мавҷҳо дар фазои озод;
- 5) усулҳои ченкунӣ ҳангоми ҳудудҳои замонӣ.

#### **2.1.1. Усулҳои резонансӣ**

Барои чен кардан дар басомадҳои ҳисаҳои аз 1 кГц то 50 МГц контурҳои лапишнок бо параметрҳои якхела истифода мешаванд.

Моёи таҳқиқшаанда ба конденсатори ченкунонда рехта мешавад. Ба сифати конденсаторҳои ченкунонда конденсаторҳои ҳамвор, мудаввар,

силиндри ва сферикӣ истифода мебаранд. Конденсатори нисбатан васеъ истифодашаванда ин силиндри мебошад [41-42]. Одатан онҳо аз се силиндри коаксиалӣ иборат мебошанд. Силиндрҳои дохилӣ ва берунӣ байни ҳам пайваست буда ва ҳангоми насб кардан ба таҷҳизоти ченкунанда ба замин пайваст карда мешаванд. Силиндри миёна барои кам кардани эффектҳои канорӣ ба 46 мм аз силиндрҳои берунӣ ва дохилӣ кӯтоҳтар карда мешавад.

Дар солҳои охир конденсаторҳои чорэлектродаро ба таври васеъ истифода мебаранд, ки иқтидори паразитӣ ба ҳадди ақал кам карда мешавад ва саҳеҳии ченкуниро зиёд мекунад.

Ҳангоми сохтани конденсаторҳо ба сифати маводҳои конструксионӣ маводҳои истифода мешаванд, ки бо маводи таҳқиқотӣ таъсири мутақобила намекунанд: латуни бо нуқра рӯйпушшуда, тилло, платина, титан [45-49]. Муайян кардани нуфузпазирии диэлектрикӣ ба чен кардани тағирёбии ҳаҷмии конденсатори ченкунанда ҳангоми пур кардани моеъ кам карда мешавад, зеро:

$$C = \varepsilon C_0 + C_n \quad (2.1)$$

$$\chi = \frac{C - C_0}{C_0} \quad (2.2)$$

дар ин ҷо:  $C_0$  – ғунҷоиши электрикии конденсатори холӣ;  $C$  – ғунҷоиши электрикии конденсатори ченкунандаи бо моеъ пур карда шуда;  $C_n$  – ғунҷоиши электрикии паразитӣ,  $\chi$  – қабулқунандагии диэлектрикӣ.

Барои муайян намудани ғунҷоиши электрикии конденсатори ченкунандаи холӣ ва ғунҷоиши электрикии паразитӣ ноқилҳои васлқунанда конденсаторро бо моеъи эталонӣ дараҷабандӣ кардан зарур мебошад. Конденсатори ченкунанда бо ченкунии  $\varepsilon$  моеъҳои нуфузпазирии диэлектрикиашон гуногун дараҷабандӣ карда мешавад [52]. Зарур аст, ки ченкунӣ бояд бо ҳамон як конденсатор гузаронида шавад. Ҳангоми дараҷабанди бо ду моеъ чунин навиштан мумкин аст:

$$C_1 = \varepsilon_1 C_0 + C_n \quad (2.3)$$

$$C_2 = \varepsilon_2 C_0 + C_n \quad (2.4)$$

дар ин ҷо:  $C_1$  и  $C_2$  — ғунҷоиши электрикии ченкардашудаи конденсатор бо моеъ;  $\varepsilon_1$  ва  $\varepsilon_2$  — нуфузпазирии диэлектрикии моеъҳои эталонӣ;  $C_0$  — ғунҷоиши электрикии кории конденсатори холӣ.

Он гоҳ, аз (2.3) ва (2.4) ҳосил менамоем:

$$C_0 = \frac{C_1 - C_2}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} \quad (2.5)$$

$$C_n = C_2 - \varepsilon_2 C_0 \quad (2.6)$$

Дар натиҷаи ченкунии ғунҷоиши электрикии конденсатор бояд ба ғунҷоиши электрикии паразитӣ тағйирот ворид карда шуда, инчунин нуфузпазирии диэлектрикӣ ҳисоб карда шавад [54]. Ченкуниҳои маҷмӯи нуфузпазирии диэлектрикӣ бисёр вақт бо истифодабарии занҷири резонансӣ гузаронида мешавад. Қисмҳои асосии чунин занҷир генераторе мебошад, ки бо басомади устувори собит кор мекунад, (дар бисёре ҳолатҳо индуктивӣ) ба занҷири резонанси LC пайвастанд, ки дорои чашмаки ченкунандаи моеъдор мебошад. Ҳангоми ченкунии ғунҷоиши электрикии конденсатор нақшаҳои гуногуни электрикӣ истифода мебаранд. Аз ҳама маъмултарин нақшаҳои зарбавӣ ва нақшаҳои купрукӣ (пулӣ) мебошанд.

### 2.1.2. Усули зарбавӣ

Дар ин усул басомади резонансии ду генератор муқоиса карда мешавад. Генератори якум истинод буда ва бо басомади собит кор мекунад ва конденсатори тағйирёбандаи истинод ба нақшаи генератори эталонии дуҷуми конденсатори тағйирёбанда насб карда мешавад. Лаппишҳо аз ду генератор ба омехтакунак ворид карда мешаванд, ки ин имкон медиҳад фарқи басомад (зарба), ки бо ҳисобкунандаи баромад сабт карда мешавад, ба даст оварда шавад [38, 39, 40]. Бо тағйир додани ғунҷоиши электрикии тағйирёбандаи генератори дуюм, басомадҳои генератор баробар мешаванд (зарбаҳои сифрӣ). Баъди ба даст овардани зарбаҳои сифрӣ ба конденсатори эталонӣ параллел конденсатори ченкунанда бо моеъи таҳқиқотӣ насб карда мешавад. Дар ин

ҳолат, фарқияти басомад пайдо мешавад, ки онро ба воситаи тағйир додани ҳаҷми конденсатори эталонӣ ба сифр кам кардан мумкин аст. Фарқи бузургихои конденсатори эталонӣ то пайваст намудани конденсатори ченкунанда  $C$  ва ғунҷоиши электрикии он  $C$  баъди пайвасткуни ва ба даст овардани зарбаҳои сифрӣ ба конденсатори ченкунанда баробар буда, ва нуфузпазирии диэлектрикии моеъ бо формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\varepsilon = \frac{C_1 - C_2}{C_0} \quad (2.7)$$

дар ин ҷо:  $C_0$  - ғунҷоиши электрикии конденсатори ченкунандаи ҳолӣ.

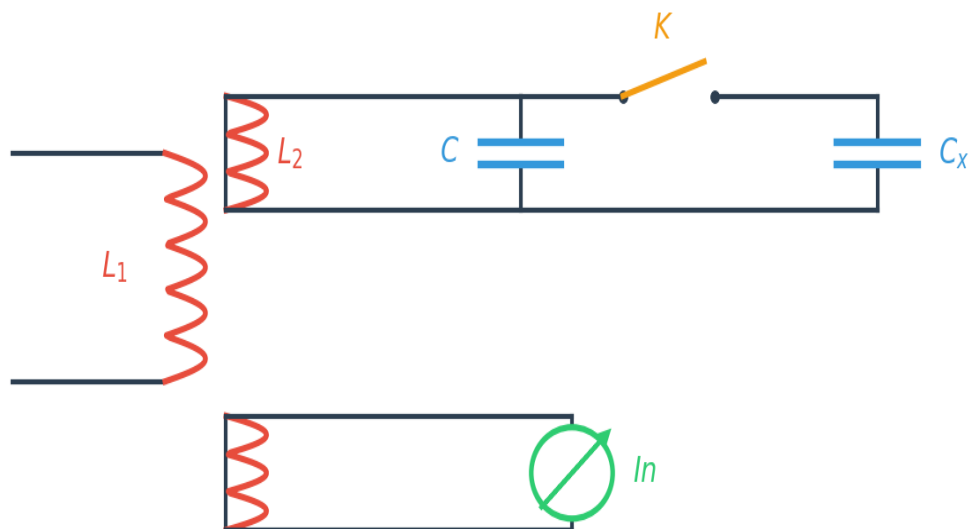
Саҳеҳии калони ин усул имкон медиҳад, ки онро барои ченкардани тағйирёбии хурди ғунҷоиши электрикӣ (нуфузпазирии диэлектрикӣ) ҳангоми тағйирёбии ҳарорат, фишор ва ғайраҳо истифода бурда шавад. Дар ин ҳолат тағйирёбии ғунҷоиши электрикӣ аз омилҳои беруна муайян кардан мумкин аст. Формулаи ҳисобкунӣ намуди зеринро дорад:

$$\Delta C = 2C \frac{\Delta f}{f} \quad (2.8)$$

дар ин ҷо:  $\Delta f$  – фарқи басомад;  $f$  – басомади сигнали истинод;  $C$  – ғунҷоиши электрикии конденсатори эталонӣ. Азбаски фарқи басомадро бо саҳеҳияти зиёд чен кардан мумкин аст, саҳеҳии баланди ченкунӣ 8 (тартиби  $10^6$ ) ба даст меояд. Усули зарба имкон намедиҳад, ки талафоти диэлектрикии моеъ чен карда,  $\varepsilon$  дар ҳудуди басомад муайян карда шавад.

### 2.1.3. Усули ҷо ба ҷо гузори контурҳо

Усули ҷо ба ҷо гузори контурҳо камбудихои дар боло зикршударо надорад. Нақшаи ченкунӣ бо ин усул дар расми 2.1 оварда шудааст. Басомад дар контур ба воситаи тағйир додани ғунҷоиши электрикии эталонӣ  $C$  ҳангоми васл будан ва набудани конденсатори ченкунанда ба даст оварда мешавад.



**Расми. 2.1. - Нақшаи ченкунии нуфузпазирии диэлектрикӣ ва талафоти диэлектрикӣ бо усули ҷо ба ҷо гузории контурҳо**

Ба даст овардани басомад дар контур ба воситаи дастгоҳи ҳисобкунандаи  $I_n$ , ки ба контур ба таври индуктивӣ пайваست карда шудааст, муайян карда мешавад [51-52]. Бузургии басомади ғунҷоиши электрикии эталонӣ ҳангоми ченкуниҳо бо конденсатори ченкунанда  $C_1$  ва бе вай  $C_2$  барои ҳисоб намудани ғунҷоиши электрикии конденсатори ченкунанда бо моеъи таҳқиқотӣ истифода бурда мешавад:

$$C = C_1 - C_2 \quad (2.9)$$

Нуфузпазирии диэлектрики ба воситаи ғунҷоиши электрикии муайянбудаи  $C_0$  –и конденсатори холии ченкунанда муайян карда мешавад:

$$\varepsilon = \frac{C}{C_0} \quad (2.10)$$

Ҳангоми чен кардани талафоти диэлектрикӣ бо конденсатори ченкунанда васлшуда резонанс ба даст меояд ва ғунҷоиши электрикии эталонӣ то он даме, ки қимати чараён дар контур ба қимати нисбат ба қимати он дар резонанс кам нашавад, тағйир меёбад [62]. Он гоҳ ченкунии ғунҷоиши электрикӣ бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$\Delta C = \frac{1}{\sqrt{2}} (C_2^{//} - C_2') \quad (2.11)$$

дар ин чо:  $C_2''$  ва  $C_2'$  — ғунҷоиши электрикии конденсатори эталонӣ ҳангоми басомад ва ҳангоми қатъкунӣ аз басомад.

Талафоти диэлектрикӣ бо формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\Delta C}{C} \cdot \frac{\sqrt{A_1} - \sqrt{A_2}}{\sqrt{A_1}} \quad (2.12)$$

дар ин чо:  $A_1$  ва  $A_2$  — нишондиҳандаи индуктори дастгоҳ ҳангоми басомад бо конденсатори ченкунанда ва бе вай. Бо ин нақша роҳи дигари ҳисобкуниро истифода бурдан мумкин аст. Вақте, ки конденсатори моеъдор бо конденсатори эталони пайват карда шудааст, басомад ба воситаи тағйирёбии ғунҷоиши электрикии конденсатори эталонӣ ба даст оварда мешавад ва дар ин вақт ҷараён дар контур бузургии максималиро доро мебошад. Ҳангоми басомад бузургии зуддӣ  $f_r$  ва ҷараён  $I_r$  муқаррар карда мешавад. Сипас ғунҷоиши электрикии эталонӣ то  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  маротиба кам шудани бузургии ҷараён тайғир дода мешавад ва қиматҳои басомад ҳам дар чап ва ҳам дар тарафи рости қачи резонансӣ муқаррар карда мешаванд. Фарқи ин басомадҳо паҳнии қачи резонансӣ  $\Delta f$  мебошад. Омили сифатнокии контур бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$tQ = \frac{f_r}{\Delta f} \quad (2.13)$$

Омили сифатнокии контур бо  $\operatorname{tg} \delta$ , бо ифодаи зерин алоқаманд мебошад:

$$Q = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon''} = \frac{1}{\operatorname{tg} \delta} \quad (2.14)$$

Ҳатогии усули дар боло овардашуда барои  $\varepsilon'$  1% ва барои  $\operatorname{tg} \delta$  20-25%-ро ташкил медиҳад. Тавсифи муффасали ин усул, таҳлили хатогихо ва техникаи таҷриба дар қорҳои [66-70] оварда шудааст.

## 2.2. Дастгоҳ барои муайян кардани хосияти электрофизикии электролитҳо вобаста аз фишор

Барои чен кардани хосиятҳои электрофизикӣ, барои ҳосил намудани фишори берунӣ, дастгоҳи фишордиҳанда истифода мешавад, ки барои чен намудани электрогузаронӣ ва муқовимати электрикии электролитҳоро дар

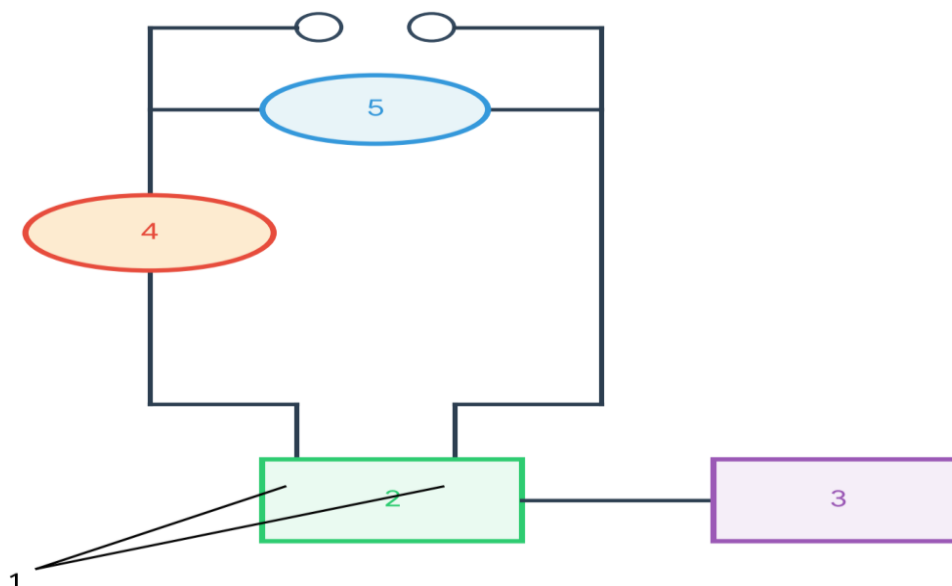
ҳарорати хона вобаста аз фишор имкон медиҳад [26]. Маълум аст, ки барои чен намудани электрогузаронии моеъҳо дастгоҳҳои муайянкунандаи трансформаторӣ истифода мешаванд. Барои баланд бардоштани саҳеҳии ченкунии электрогузаронӣ дар дастгоҳ ду асбоби иловагӣ насб карда мешавад: печаки иловагӣ ва калид, ки барои пайваст кардан ва иваз кардани баромадҳои печҳои дастгоҳи муайянкунандаи трансформаторӣ кӯмак мекунад. Ҳисобкуниҳои электрогузаронии моеъҳо аз натиҷаи се ченкуниҳо иҷро карда мешавад. Бо чен кардани параметрҳои функсияи табдилдиҳии дастгоҳи ченкунӣ, баланд бардоштани саҳеҳии натиҷаҳо ба даст оварда мешавад [25-27].

Камбудии ин дастгоҳ инҳо мебошанд. Дар натиҷаи истифодаи дастгоҳи муайянкунандаи трансформаторӣ, асбоби ченкунанда сатҳи пасти параметри баромадро нишон медиҳад ва мувофиқан хатое дорад, ки ҳангоми ченкуниҳои ноқилҳои электрогузарониашон хурд ошкор мешавад (амалан, чунин асбобҳо барои чен кардани ноқилҳои хоси беш аз 0,1 См/м истифода мешаванд). Азбаски модели ҳаттии математикии функсияи асбоби ченкунанда истифода бурда мешавад, ҳатогии ғайриҳаттӣ ислоҳ карда намешавад, бинобар ин, саҳеҳии ченкунӣ низ кам мешавад [30].

Ба монанди дастгоҳи пешниҳодшуда - дастгоҳи дар адабиёти [30] пешниҳодгардида, ки роҳҳои ченкунандаи ҷараён ва шиддатро нишон дода, ҷараёни самти баромад бо электродҳои мувофиқ пайваст карда шуда, танзимдорандаи тавоноӣ, табдилдиҳандаи шиддати доимӣ ба тағйирёбанда, коммутатор ва пуркуваткунак, ҳароратсанҷ бо баромади рақамӣ, табдилдиҳандаи аналогӣ-рақамӣ, ки баромадашон ба баромади таҷҳизоти бахотиргирандаи оперативӣ (ТБО) ба воситаи нақшаи идоракунии микроравандор, хотираи барқии тозашиаванда ба микропроцессор тавассути шинаяи маълумоти умумӣ ва суроғаҳо, модеми маълумотинтиқолдиҳанда пайваст карда шудааст [30, 31].

Камбудии ин дастгоҳ дар он мебошад, ки вай имкони чен намудани электрогузаронии моеъҳои магнитиро вобаста аз фишорро намедиҳад [28, 29].

Мақсади таҷҳизоти пешниҳодшуда таҳияи конструксияи нав ва нисбатан босифати ченкунии чараёни ба воситаи моеъ гузаранда ва афтиши шиддат дар ҳаҷми моеъ ва баландшавии дақиқии ченкунии электрогузаронӣ ва муқовимати электрикии электролитҳо дар ҳарорати хона вобаста аз фишор мебошад [28,29,30,31]. Таҷҳизоти пешниҳодшуда ба воситаи нақша тасиф дода мешавад, ки дар нақшаи принципиалӣ тасвир карда шудааст (расми 2.2). «Дастгоҳ дорои канали ченкунии чараён ва шиддат, ки баромадҳои онҳо ба электродҳои мувофиқ (1) пайваст карда шудаанд, чашмаки полиэтиленӣ (2) бо намунаи таҳқиқотӣ, фишордиҳанда (3), ки ба чашмак (2) пайваст карда шуда, барои танзими мунтазам пешбинӣ шудааст, шиддати тағйирёбанда бо басомади 50 Гс мебошад. Дастгоҳи фишордиҳанда (3), ки фишори беруниро ба вуҷуд меорад, ҳудуди фишорҳои аз 0 то 300 атм таъмин менамояд. Барои ченкунии қувваи чараён амперметри 4 Е8030М1ТУ (сахеҳӣ 0,5%, ҳудуди ченкунӣ то 1А, басомади номиналӣ 50 Гс) ва танзими шиддат автотрансформатори ЛАТР (5), ки якфаза мебошад, истифода мешаванд» [26].



**Расми 2.2. - Блок-нақшаи дастгоҳи таҷрибавӣ барои чен кардани электрогузаронии хоси электролитҳо вобаста аз фишор**

Шиддати ибтидоии номиналии трансформаторҳои ЛАТР 220В, ҳудуди танзим 0-250В мебошад [26, 29, 30, 31].

Чараёни номиналии корӣ дар ЛАТР 5А мебошад. Автотрансформатори танзимшавандаи озмоишгоҳӣ (5) ба электрод (1) ва амперметр (4) пасваст мебошад (расми 2.2). Чашмаки полиэтиленӣ (2) аз масолеҳи полиэтиленӣ бо ғафсии 0,27 мм дар намуди призма бо андозаҳои 30×5×15 мм тайёр карда шудааст.

Таҷҳизот чунин кор мекунад. Чашмаки полиэтиленӣ (2) бо электролит ва маводи таҳқиқотӣ пур карда мешавад [26, 29, 30, 31]. Ба чашмак (2) фишордиҳанда (5) ва ба электродҳо (1) автотрасформатор (5) пайваст карда мешавад. Автотрансформатори танзимшавандаи озмоишгоҳӣ (5) шиддатро дар электродҳо ҳосил намуда, ба воситаи амперметр (4) чараёни дар миёни электродҳо (1) ҳосилшударо чен менамояд. Фишордиҳанда (3) фишори беруниро аз 0,1 то 29,43 МПа тағйир медиҳад [26, 29, 30, 31]. Ченкуниҳо амалан дар ҳуди объекти ченкунӣ иҷро карда шуда, гирифтани нишондиҳандаҳо (маълумоти ченшуда) ва идоракунии ченкунак ба таври фосилавӣ таъмин карда мешавад. Бузургҳои ченкардашудаи ҳарорат, қувваи чараён, шиддат, муқовимати электрикии хоси электрикӣ (МХЭ) ва концентратсияи намак дар бастаи иттилоотӣ бо сарлавҳа, блоки асосии санҷиши даврӣ ва таввасути хати алоқаи фосилавӣ дода мешавад. Бо формулаи (2.15) муқовимат муайян карда мешавад [28, 29, 30, 31]:

$$I = \frac{U}{R} \quad (2.15)$$

Бузургии ададии R-ро дониста бо формулаи (2.15) муқовимати электрикии хоси намунаро муайян намудан мумкин аст:

$$\rho = \frac{I}{R} \quad (2.16)$$

Аз дар ин ҷо, электрогузаронии намунаро бо ёрии формулаи зерин муайян менамоянд:

$$\chi = \frac{1}{\rho} \quad (2.17)$$

Ихтироъи пешниҳодшуда масъалаи васеъ намудани функсияҳоро бо роҳи ба таври илова гузоштани фишордиҳанда, ки барои бо саҳеҳии баланд чен кардани электрогузаронии моеъ вобаста ба фишор таъин шудааст ва онро ҳам

дар вақти омӯхтани электролитҳои гуногун ва ҳам дар идоракунии автоматикии равандҳои технологӣ истифода бурдан мумкин аст, ҳал мекунад [26, 29, 30,31].

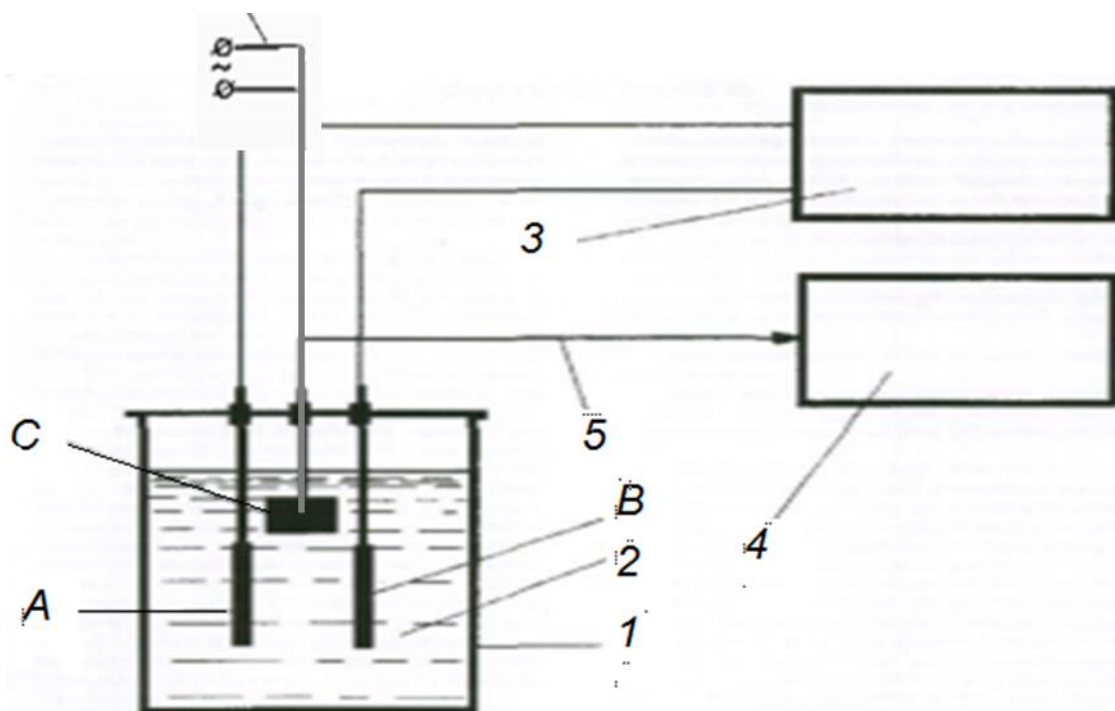
### **2.2.1. Усули чен кардани нуфузпазирии диэлектрикии диэлектрикҳои моеъ**

«Нуфузпазирии диэлектрикӣ яке аз хосиятҳои асосии диэлектрикҳо буда, усулҳои ченкунии он ба ҳама хуб маълум мебошад. Бисёре аз усулҳои зикршуда дар асоси тағйир додани ғунҷоиши электрикӣ ё дар асоси муқовимати ғаёли конденсатори ҳавоии ҳамвор, баъди ҷойгир намудани диэлектрики таҳқиқшаванда дар холигӣ (байни лавҳаҳои конденсатор) кор карда баромада шудаанд» [29,30]. Усуле маълум аст, ки дар он нуфузпазирии диэлектрикҳои сахт, моеъ ва ҳамвор муайян карда мешавад ки дар он конденсатори динамикӣ истифода мешавад, ки ба воситаи диски ҷарҳзанандаи металлӣ ташкил карда шуда, дар болои он электрет (плёнкаи полярий) гузошта шудааст. Усул дорои камбудӣ ва маҳдудиятҳо мебошад. Гардиши электрет бо ёрии муҳаррики ҳаракатоваранда ин усулро аз ҷиҳати технологӣ мушкил карда, ҳудуди басомади ченкунии нуфузпазирии диэлектрикиро маҳдуд мегардонад. Мушкилии ин усул аз сабаби зарурати муайян кардани ғафсии намуна, масофаи байни электродҳо ва масофаи байни диэлектрики даврзананда ва намуна, инчунин ҳисоб кардани бузургии ченшаванда ба вучуд меояд. Асосан, дурустии ченкуниҳо ба кадри кофӣ баланд буда наметавонад, зеро ба ғайр аз ҷои маълуми эффектҳои канорӣ, ки дар ҳолатҳои зохир мешаванд, ки бузургии фосилаи конденсатори ченкунанда бо андозаҳои лавҳаҳои конденсатор муқоисашаванда мебошад, дигар ҳатогиҳо низ пайдо мешаванд, масалан, хатагоие, ки аз дараҷаи номутаносибии тақсимои зарядҳо дар сатҳи электрет вобаста мебошанд [24].

Бо усули дигар, вақте ки конденсатори ҳавоии ҳамвори масофаи байни лавҳаҳояш танзимшаванда, ки лавҳаҳои он ба шиддати электрикии тағйирёбанда пайваست мешаванд, барои муайян кардани нуфузпазирии диэлектрикии диэлектрикҳои моеъ ва сахти ҳамвор истифода мешавад [24-29].

Мувофиқи ин усул масофаи байни лавҳаҳои конденсатори ҳавоӣ тавре гирифта мешавад, ки он ба ғафсии намуна баробар бошад. Чараёни аз конденсатор гузаранда ба воситаи қувватфизо пурқувват карда мешавад, ки ададан ба нуфузпазирии диэлектрикии ҳаво баробар ё катӣ мебошад. Пас аз ин, намуна дар байни электродҳои конденсатор ҷафс ҷойгир карда шуда, бузургии зарурӣ мувофиқи нишондоди дастгоҳи сабт, ба монанди вольтметр, муайян карда мешавад (расми 2.3) [30, 31].

Камбудии ин усул дар танзими иловагии масофаи байни электродҳо ба нуфузпазирии диэлектрикии ҳаво баробар ё катӣ баробар мебошад, ки метавонад ба саҳеҳии ченкунӣ таъсир расонад. Усули ченкунии нуфузпазирии диэлектрикӣ маълум мебошад [24, 29, 30].



**Расми 2.3. - Нақшаи дастгоҳи таҷрибавӣ барои чен кадани нуфузпазирии диэлектрикии электролитҳо [24, 25]**

Усуле маълум аст, ки дар он андозаи фосилаи байни лавҳаҳои конденсатори ченкунандаи ҳамвор тағйир, ба рӯйкашҳо шиддати тағйирёбанда дода шуда, чараёнҳои конденсатор барои ҳолатҳое, ки дар байни электродҳо намунаи таҳқиқотӣ нест ва ҷойгир карда шудааст, муайян карда мешаванд.

Камбудии асосии усули пешниҳодшуда дар гузаронидани ченкуниҳои иловагӣ аз рӯйи ғафсии намуна ва масофаи байни электродҳо, инчунин гузаронидани ҳисобкуниҳои иловагӣ мебошад [28, 29, 30, 31].

Камбудии дигари ин усули овардашуда дар он мебошад, ки нуфузпазирии диэлектрикии нисбии диэлектрикҳои моеъ дар як вақт бо ҳарорати термостат, ки аз ҳарорати моеъи таҳқиқотӣ фарқ мекунад, чен карда мешавад [33, 34]. Усулҳои пешниҳодшуда ба усули талабкарда шуда хусусиятҳои монандӣ надоранд.

Мақсади усули пешниҳодшуда, таҳияи усул бо амалҳои камтарин, сарфаи вақт ва натиҷаҳои ченкунии дақиқ мебошад [28, 29, 30, 31].

Натиҷаҳои бадастомада дар чашмаки электрохимиявӣ ҳангоми якҷоя кардани электродҳои конденсатор ва ҳароратсанҷи рақамӣ, ки пешопеш бо моеъи таҳқиқотӣ пур карда шудааст, ба даст оварда шудаанд.

Минбаъд ғунҷоиши чашмаки электрохимиявӣ бо ченкунаки ғунҷоиши электрикӣ ва ҳарорат бо ҳароратсанҷи рақамӣ ба таври якҷоягӣ чен карда мешавад [24, 29, 30, 31].

Дар нақшаи мазкур (расми 2.3) нақшаи принципалие, ки имкони татбиқи ин усулро медиҳад, оварда шудааст. Конденсатори ченкунандаи ҳамвор таввассути электродҳои ченкунандаи А ва В, ки дар моеъи таҳқиқотӣ (2), дар чашмаки электрохимиявӣ (1) ҷойгир аст, дохил карда мешавад. Электродҳо ба асбоби ғунҷоишченкунанда (3) пайваست мебошанд ва дар дохили чашмаки электрохимиявӣ ҷойгир мебошанд. Инчунин ҳароратсанҷи рақамӣ (С) барои ченкунандаи ҳарорати моеъ ворид карда мешавад. Ҳароратсанҷ ба воситаи шинаи аз се ноқилҳо (5) иборат буда ба ҳисобкунанда (индикатор)-и (4) пайваст карда мешавад. Усул ба таври зерин амалӣ карда мешавад. Ғунҷоиши чашмак (ячейка)-и электрохимиявии (1) бо моеъи таҳқиқотӣ дар ҳаво чен карда мешавад. Сипас ба чашмаки электрохимиявӣ (1) моеъи таҳқиқотӣ (2) рехта шуда, ғунҷоиши чашмаки электрохимиявиро бо моеъи таҳқиқотӣ чен намуда, нуфузпазирии диэлектрикӣ бо формулаи зерин муайян карда мешавад [24, 29, 30, 31]:

$$\varepsilon = \frac{C_m}{C_x} \quad (2.18)$$

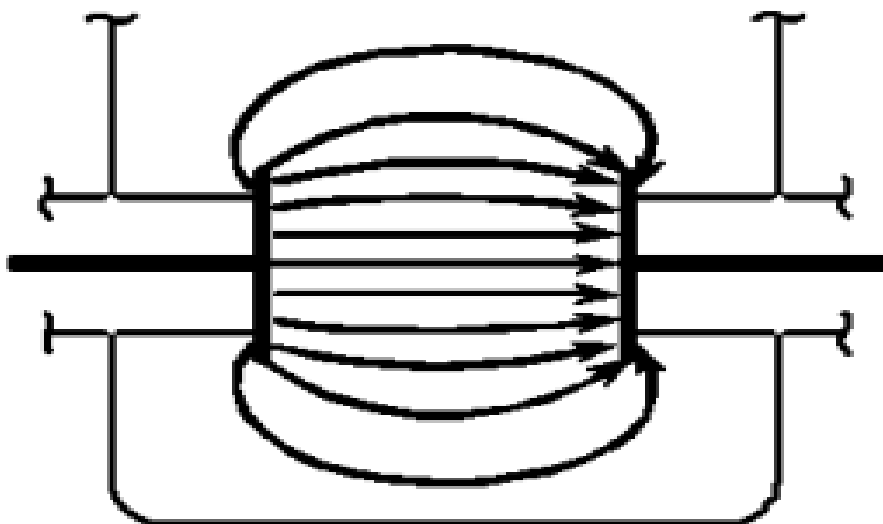
дар ин чо:  $\varepsilon$  – нуфузпазирии диэлектрикии моеъи таҳқиқотӣ;  $C_m$  – ғунҷоиши электрикии системаи электродҳои моеъи таҳқиқотӣ дар муҳит;  $C_x$  – ғунҷоиши электрикии системаҳои электродҳо дар ҳаво. Усули пешниҳодшуда ченкунии нисбии нуфузпазирии диэлектрикии диэлектрикҳои моеъро содда намуда ва саҳеҳии онро баланд мебардорад [24, 29, 30, 31].

### 2.2.2. Усулҳои ченкунии электрогузаронии электролитҳо

Ионҳо дар маҳлул дар ҳолати ҳаракати бетартибона қарор доранд. Ҳангоми ба қор андохтани майдони электрикии доимии беруна ҷараёни электрикӣ ба вуҷуд меояд, яъне ионҳо ба самти муайян ҳаракат мекунанд [56-57]. Тавре, ки аллакай нишон дода шуд, суръати ҳаракат дар майдони шиддатнокаш воҳидӣ ин ҳаракатнокии ион мебошад, ки ба электрогузаронии ионии он алоқаманд аст. Бинобар ҳамин ҳам, барои ҳисоб намудани электрогузаронӣ, бояд ҷараёни ҷоришаванда ва шиддатнокии майдон дар дохили маҳлул чен карда шавад. Мураккабӣ дар ғайриякҷинса будани майдони электрикӣ ва чашмаки ченкунанда мебошад. Ҷараёни электрикӣ дар чашмак на фақат дар миёни электродҳо ҷорӣ мешавад, балки дар тамоми фазои мавҷудаи маҳлул паҳн мешавад [58-59].

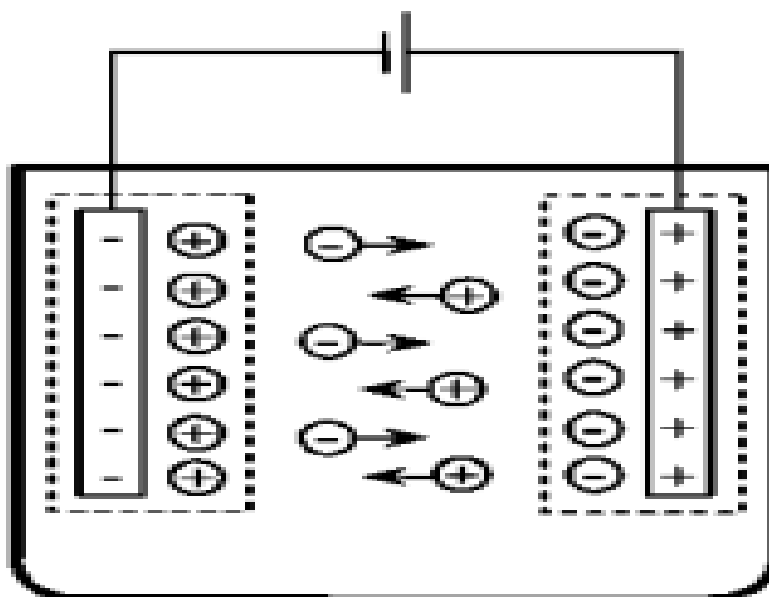
Азбаски шаддидияти майдон дар қадқади "хатҳои ҷараён" ба дарозии онҳо мутаносиби чаппа аст, пас, тавре ки аз расми 2.4 дида мешавад, майдон дар чашмак танҳо дар ҳудуди хурди муқобили марказҳои электродҳо тақрибан якҷинса аст, ки дар он "хатҳои ҷараён" параллел буда, дарозии якхела доранд.

Ҳамин тавр, муқовимати кондуктометрии чашмак на фақат аз масофаи байни электродҳо ва масоҳати онҳо, балки аз шакли зарф, сатҳи электролити пуркарда шуда, яъне аз "геометрияи" чашмак вобаста мебошад.



**Расми 2.4. - Хатҳои қувваи майдони электрикӣ дар чашмаки кондуктометрии дуэлектрод**

Сабаби дигари ғайриякчинса будани майдон ин қутбнокшавии электродҳо, ё чаҳиши потенциал дар наздикии электродҳо мешавад, ки бо тағйирёбии намуди гузаронандагӣ, ҳангоми гузариш аз маҳлули моеъ (гузаронандагии ионӣ) ба электродҳои металлӣ (гузаронандагии электронӣ) мебошад. Ба электрод наздик шуда, ион бояд безаряд шавад, вагарна занҷири доимӣ сарбастбаста намешавад [60-61].



**Расми 2.5. - Ташкилшавии қабати дукаратаи электрикӣ дар фазои назди электроди чашмак**

Безрядшавии ион – раванди сустгузаранда мебошад, ки энергияи ғаъолкуниро талаб мекунад. Дар натиҷа маълум мегардад, ки қонуни Ом, ҳангоми ченкунии муқовимати маҳлули электролит дар ҷараёни доимӣ, иҷро намешавад. Агар ионҳо безряд нашаванд, онҳо дар назди электродҳо ҷамъ мешаванд, ва қабати дукаратаи электрикиро ташкил медиҳанд (расми 2.5), ки ба пастшавии самаранокии потенциали электрод ва шиддатнокии майдон дар ҳаҷми электролит оварда мерасонад [62-63].

Истифодабарии ҷараёни тағйирёбанда барои чен кардани электрогузаронии маҳлулҳои электролитӣ самаранокии ба қутбнокшавии электродҳо алоқамандбударо тез паст мекунад. Ғайр аз ин, электролизи маҳлули таҳқиқотӣ ба таври назаррас паст ва ё тамоман қатъ мешавад. Дар чашмаки ҷараёни доимӣ ҳаракати яксамтаи ионҳоро ба катод ё анод ба амал меорад. Ҳангоми гузариш аз ҷараёни доимӣ ба тағйирёбанда самти ҳаракати ионҳо ба басомади ҷараёни тағйирёбанда баробар, тағйир меёбад. Қабати дукаратаи электрикӣ дар наздикии электродҳо дар басомади ба қадри кофӣ калон ба ташкил шудан, фурсат намеёбад [64].

Дар асл электродҳо ҳатто метавонанд берун аз чашмаки ченкунанда ҷойгир бошанд ва бо маҳлули моеъ алоқаи галванӣ надошта бошанд. Ҳамин тариқ, истифодаи ҷараёни тағйирёбанда ва баъзе усулҳои дигар (васеъ кардани майдони электродҳо, кам кардани қувваи ҷараён ва ғайра) имкон медиҳад, ки таъсири номатлуби поляризатсияи электродҳо бартараф карда шаванд. Муқовимати маҳлул аз электрогузаронии хос, шакли геометрии зарф, ки дар он ченкунӣ гузаронида мешавад вобаста мебошад. Барои зарфи шакли дилхоҳ дошта ифодаи зерин мавҷуд аст:

$$R = \frac{1}{\chi} \int_0^l \frac{dl}{s(l)} = \frac{\sigma}{\chi} \quad (2.19)$$

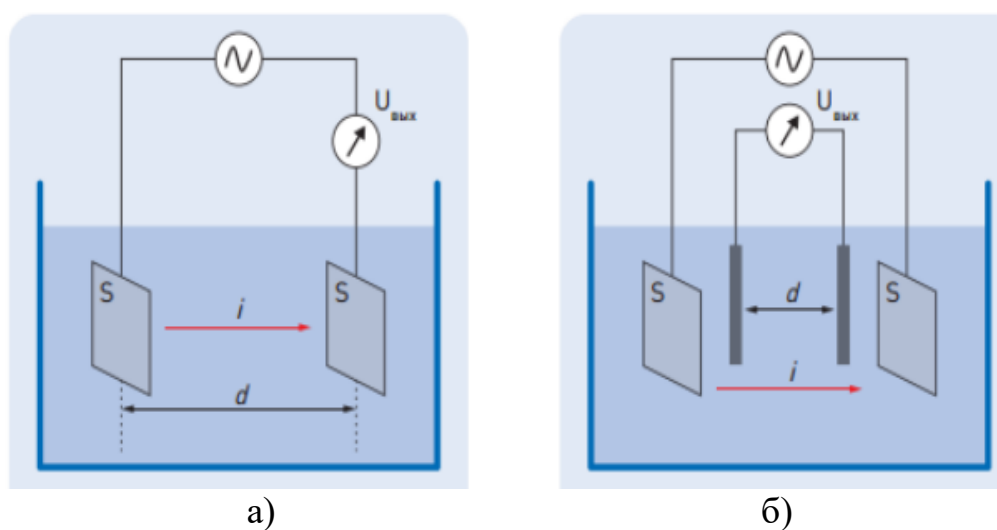
Ҳосили зарби  $R\chi = \sigma$  аз электролити мушаххас вобаста набуда доимии чашмак номида мешавад ва фақат аз рӯйи параметрҳои геометрияш муайян карда мешавад. Барои муайян кардани доимии  $\sigma$  дар чашмаки интиҳобшуда муқовимати стандартӣ ( $R_{ст}$ )-и маҳлули электрогузаронии хосаш ( $\chi_{ст}$ ) маълум

пешакӣ чен карда мешавад. Ба сифати чунин маҳлулҳо 0,1 N ва 0,01 N маҳлулҳои обии хлориди калий дар ҳарорати 25°C, ки  $\chi_{0,1} = 0,01289 \text{ См} \cdot \text{см}^{-1}$ ,  $\chi_{0,01} = 0,001411 \text{ См} \cdot \text{см}^{-1}$  мебошад, истифода бурда мешаванд [66].

Ҳосили зарби  $R_{\text{ст}}\chi_{\text{ст}}$  бузургии  $\sigma$ -ро медиҳад. Доимии чашмак омили табдилдиҳӣ барои гузариши бузургии ченшудаи муқовимат дар электрогузаронии хоси электролит мебошад [70]. Агар вай маълум бошад, он гоҳ электрогузаронии хоси электролитро аз рӯи муқовимати он муайян кардан мумкин мешавад:

$$\chi_x = \frac{\sigma}{R_x} \quad (2.20)$$

Дар боло қайд шуда буд, ки ченкунӣ бо истифодаи ду электрод гузаронида мешавад, вале дар амал инчунин чашмаки кондуктометрии чорэлектрода низ татбиқ карда мешавад. Ҳарду намуди чашмакҳо дар расми 2.6. нишон дода шудааст [72]. Ҳарду чашмакҳо аз лавҳаҳои платинагӣ ва дар баъзе мавридҳо аз лавҳаҳои платинагии платинаандудшуда сохта мешаванд. Фарқи кори чашмакҳо чунин мебошад: дар нақшаи дуэлектрода ҳаракати ионҳо дар миёни ду лавҳа ба амал меояд, ки ҷоришавии ҷараёни электрикиро ба вуҷуд меорад; бузургии ин ҷараён ба электрогузаронии умумии маҳлули таҳқиқотӣ вобаста мебошад.



**Расми 2.6. - Нақшаи принципалии чашмакҳои ченкунандаи кондуктометрӣ:**

**а) дуэлектрода; б) чорэлектрода**

Дар чашмаки чорэлектрода ду электрод чараён дошта ва ду электроди дигар бошад, ченкунанда мебошад. Майдони дохили чашмак ба воситаи электродҳои чорӣ ба вучуд меояд, ки дар натиҷа чараёни электрикӣ аз система чорӣ мешавад [74,75]. Электродҳои ченкунанда пастшавии шиддатро дар чашмак сабт карда, ва ҳамин тавр барои қутбнокшавии электродҳои чорӣ ислоҳот ворид мекунанд. Истифодаи чашмаки чорэлектрода имкон медиҳад, ки дурустии натиҷаҳои таҳлил бо назардошти таъсири эффекти канории электрогузарони беҳтар карда шавад. Новобаста аз намуди чашмак ченкунӣ дар сигнали тағйирёбанда гузаронида мешавад.

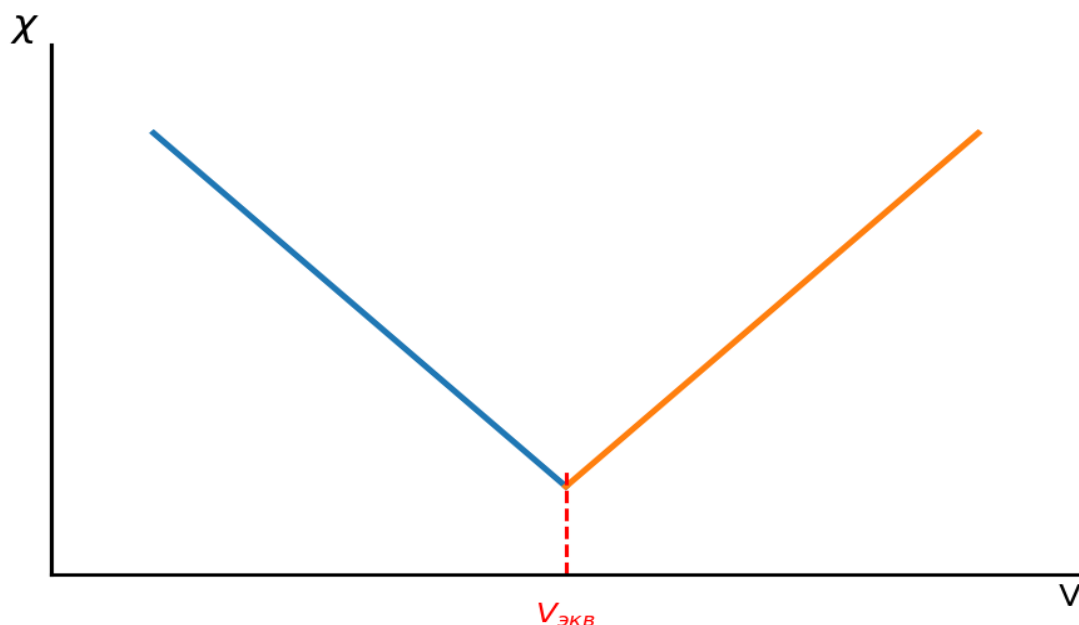
### **2.2.3. Методи муайян кардани консентратсияи моддаҳои ягон маҳлул (Титронидани кондуктометрӣ)**

Методи муайян кардани консентратсияи моддаҳои ягон маҳлул ба ченкунии электрогузаронӣ (муқовимати электрикӣ)-и маҳлул ҳангоми ба вай илова намудани дигар маҳлул бо консентратсияи маълум асос ёфтааст. Азбаски бузургии электрогузаронии маҳлул аз консентратсияи ионҳо – барандагони заряди электрикӣ ва ҳаракати онҳо вобаста аст, бинобар ҳамин ҳам, тағйирёбии электрогузаронӣ ҳангоми илова кардани маводи титркунанда бо тағйир ёфтани шумора ва табиати ионҳои маҳлул алоқаманд аст. Ченкунии электрогузаронии маҳлул дар раванди титркунонӣ (реаксияҳои бетаъсиркунонӣ ва тағшоншавӣ) имкон медиҳад, ки нуқтаи эквивалентӣ муайян карда, консентратсияи электролитҳои таҳлилшаванда ҳисоб карда шавад [71-72]. Ин дар сурати титркунонии муҳитҳои маводи тира ва рангкардашуда, вақте ки истифодаи ҳисобкунандаҳои ранга мушкул ё ғайриимкон аст, осон мебошад.

Ҳамин тавр, агар ба маҳлули кислота оҳиста-оҳиста маҳлули ишқор илова карда шавад, он гоҳ электрогузаронӣ мувофиқи расми 2.6б тағйир меёбад.

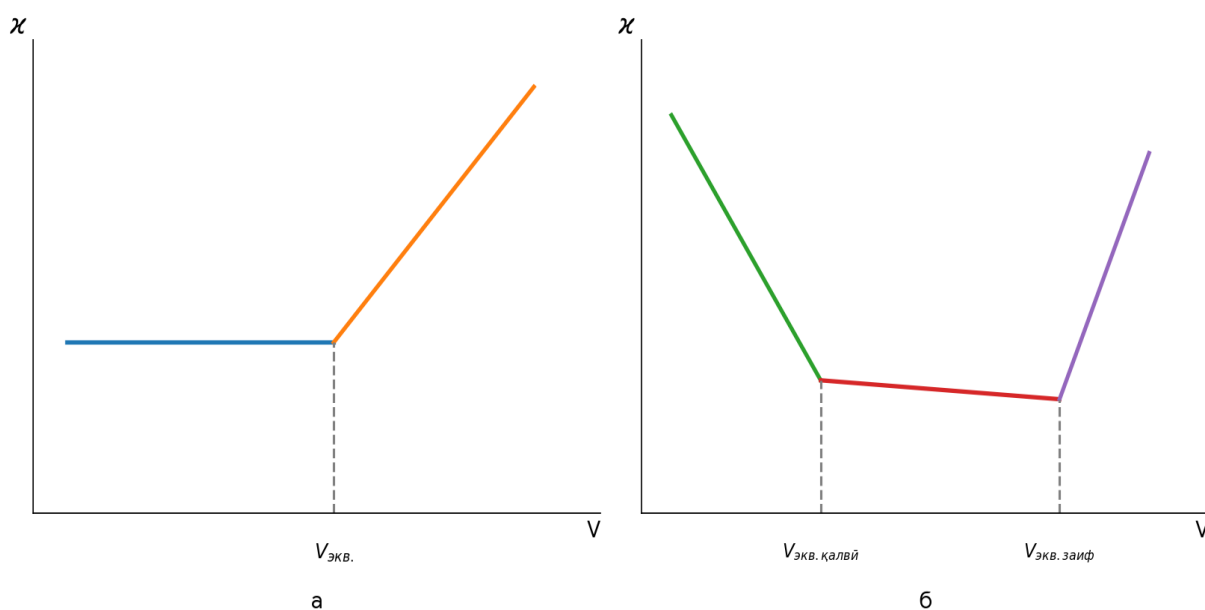
Пастшавии электрогузаронӣ то нуқтаи эквивалентӣ ба он алоқаманд мебошад, ки ионҳои нисбатан тезҳаракаткунанда ба ионҳои нисбатан камҳаракаткунанда иваз мешаванд.

Дар ҳақиқат, ҳангоми гузариши реаксияи  $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  ионҳои гидроген бо  $\lambda_0(\text{H}^+) = 350 \text{ См} \cdot \text{см}^2 / \text{мол.}$  бо оби сулфатдисоциатсияшаванда пайваст мешаванд, ва ба ҷои онҳо дар маҳлул ионҳои нисбатан камҳаракати натрий бо  $\lambda_0(\text{Na}^+) = 50 \text{ См} \cdot \text{см}^2 / \text{мол.}$  ҳосил мешаванд. Вақте, ки ҳамаи кислота бетаъсиркунонида шуд, иловакунии минбаъдаи ишқор дар маҳлул ба пайдо шудани ионҳои хеле тезҳаракаткунандаи изофавии  $\text{OH}^-$  бо  $\lambda_0(\text{OH}^-) = 200 \text{ См} \cdot \text{см}^2 / \text{мол.}$  меорад, ба афзоиши электрогузаронӣ сабаб мешавад (расми 2.7).



**Расми 2.7. - Хатти қачи титркунии кондуктометрии кислотаҳои қавӣ бо маҳлулҳои ишқорӣ**

Ҳангоми титронии асосҳо (кислотаҳо)-и заиф ва кислотаҳо (асосҳо)-и қавӣ дар натиҷаи диссоциатсияи маводҳои маҳлулҳои титршаванда ва пайвастшавии ионҳои  $\text{H}^+$  ва  $\text{OH}^-$  дар об бо титранд иловашуда, электрогузаронӣ то нуқтаи эквивалентӣ бисёр суст меафзояд [56-58]. Барзиёдии миқдори титрант пас аз ТЭ боиси пайдо шудани ионҳои пайвастнашудаи  $\text{H}^+$  ( $\text{OH}^-$ ) дар маҳлули титршуда ба якбора баланд шудани электрогузаронӣ мегардад (расми 2.8 а). Дар ҳолати титр кардани омехтаи кислотаҳои заиф ва қавӣ, масалан,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ва  $\text{HCl}$ , қачии титркунии кондуктометрӣ шакли дар расми 2.8 б нишон додашударо дорад.



**Расми 2.8. - Качии титркунии кондуктометрии кислотаҳои заиф (а) а омехтаи кислотаҳои қавӣ ва заифи маҳлулҳои ишқорӣ (б).**

Аввал электролитҳои қавӣ титр карда мешаванд, ки диссоциатсияи электролитҳои нисбатан заифро паҳш мекунад. Ҳаҷми ишқоре, ки барои титркунии он истифода мешавад,  $V_1$  аст, пас электролити заиф ба реаксияи титризатсия дохил мешавад. Ҳаҷми ишқори ба титркунонӣ сарфшуда ба  $V_2 - V_1$  баробар мебошад [62-63].

#### 2.2.4. Чен кардани электрогузаронӣ

Барои чен кардани электрогузаронӣ таҷҳизот ва реактивҳои зерин истифода шуданд: дастгоҳи муайянкуандаи (датчик)-и электрогузаронӣ, дастгоҳи муайянкуанда ҳарорат (термопара), маҷмӯи барномавӣ-таҷҳизотӣ (МБТ), компютери шахсӣ (КШ) ё мултиборд (панели интерактивӣ), штатив барои мустаҳкам кардани дастгоҳҳои муайянкуанда, омехтакуандаи магнитӣ, маҳлули кислотаҳо, ишқорҳо, намакҳо.

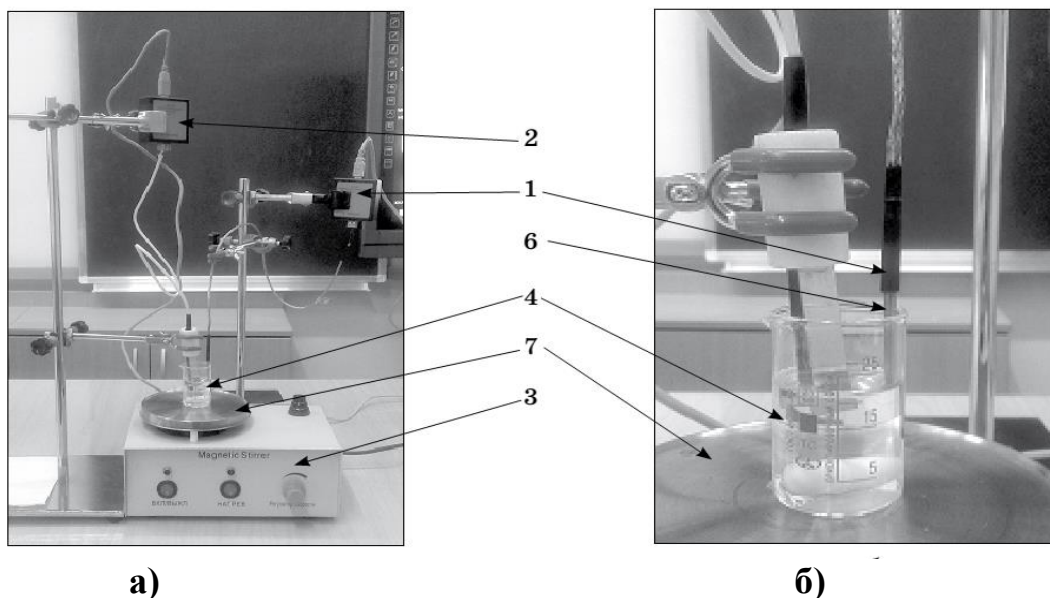
Омодасозии дастгоҳи таҷрибавӣ ва ченкунии электрогузаронии маҳлулҳо чунин гузаронида мешавад (расми 2 а, б):

1) дар штативи лабораторӣ мустаҳкам намудани дастгоҳи муайянкуандаи электрогузаронӣ ва дастгоҳи муайянкуандаи ҳарорат;

2) бо истифода аз сими USB, пайваст намудани ҳарду дастгоҳҳои муайянкунанда МБТ ба компютер;

3) фаъол намудани барнома дар компютер бо пахши дукаратаи тугмаи чапи мушак дар ярлиқи «Digital Sensors 2» дар мизи корӣ ё пахш кардани тугмаи менюи «Оғоз (Пуск)» ва интихоби барномаи «Digital Sensors 2». Пас аз оғози барнома, равзанаи асосии барнома «Дастгоҳҳои муайянкунанда рақамӣ 2.0 (Цифровые дастгоҳи муайянкунандаи 2.0)» ба экран бароварда мешавад. Ченкунӣ ба таври автоматӣ оғоз меебад.;

4) стакан бо маҳлули таҳқиқшаванда дар омехтакунаки магнитӣ насб карда шуда, дастгоҳҳои муайянкунандаи ҳарорат ва электрогузаронӣ ба он дохил карда мешавад (расми. 2 б). Бо танзими гармкунии панели омехтакунанда, ба муқаррар кардани ҳарорати  $25^{\circ}\text{C}$  дар маҳлул ноил шудан мумкин аст. Барои гарм кардани якхелаи маҳлул дар тамоми ҳаҷм, онро доимо омехта кардан зарур аст. Нишондодҳои дастгоҳи муайянкунандаи электрогузарониро қайд кунед. Тартиби хомӯш кардани сенсор дар пайдарпаии баръакс иҷро карда мешавад: маҳкам намудани равзанаи дастгоҳи муайянкунанда; ҷудо кардани сими USB аз датчик.



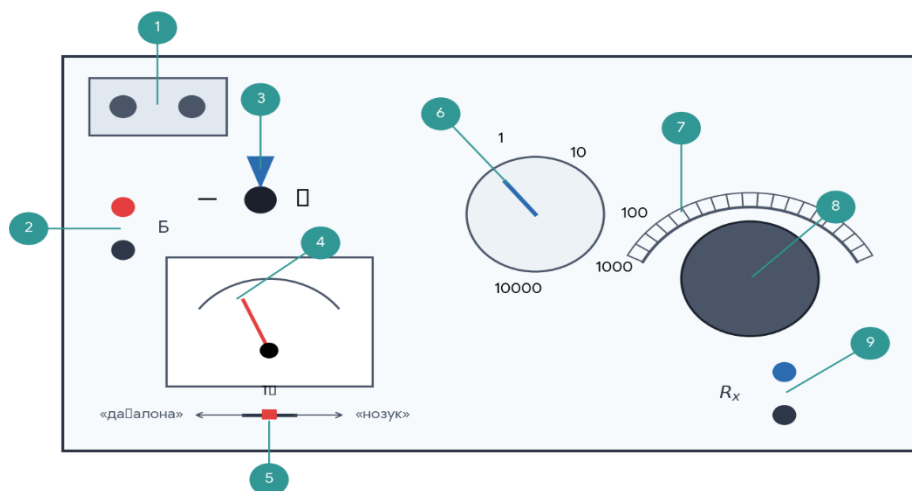
**Расми 2.9. - Дастгоҳи таҷрибавӣ оид ба электрогузаронӣ**

а) намуди умумӣ; б) стакан: 1 – дастгоҳи муайянкунандаи ҳарорат; 2 – дастгоҳи муайянкунандаи электрогузаронӣ; 3 – омехтакунаки магнитӣ; 4 – стакани

химиявӣ бо маҳлули таҳқиқотӣ; 5 – зонд бо электродҳои металии дастгоҳи муайянкунандаи электрогузаронӣ; 6 – терморезистор; 7 – омехтакунаки магнитӣ

Барои чен кардани электрогузаронӣ кӯпрукчаи Уитстон истифода бурда мешавад. Ченкунӣ иборат аст аз мувозинаи як китфи кӯпрукча бо муқовимати эталонӣ ба китфи дигар бо муқовимати электрикии маҳлули таҳқиқотӣ дар китфи дигар мебошад [70-72]. Ҳангоми баробар будани ин

бузургӣҳо дар ҳар ду китф ҷараёни якхела бо шиддатҳои баробар, вале бо аломати муқобил гузашта, ба воситаи нуласбоб (гальванометр), дар вақти мавҷуд набудани ҷараёни электрикӣ дар занҷири электрикии кӯпрук сабт карда мешавад. Ҳангоми чен кардани электрогузаронӣ ҷараёни гузаранда метавонад реаксияи химиявӣ (электролиз) ба амал орад, ки метавонад таркиби маҳлулро дар электролит тағйир дода ва қутбнокшавии электролитҳоро ба вуҷуд оранд. Ин метавонад манбаи хатогиҳо ҳангоми ченкниҳо оварад. Усул барои ченкунии электрогузаронӣ бо ҷараёни тағйирёбандаро аввалин маротиба Колрауш истифода будааст, ки номи онро гирифтааст. Қутбнокшавии ночиз ҳама вақт ҳангоми тағйир додани самти ҷараён бартараф мешавад. Дар истеҳсолот дастгоҳҳои гуногун барои чен кардани электрогузаронӣ, аз он ҷумла индикатсияи рақамӣ истеҳсол карда мешавад. Мувофиқи принсипи кӯпруки Колрауш кӯпруки реохордии саноатӣ Р38 кор мекунад. Панели берунаи дастгоҳ шакли дар расми 2.10-ро дорад.



**Расми 2.10. - Намуди берунаи панели кӯпруки реохордии Р38**

1 – ҷой барои васлкунии дастгоҳ ба шабакаи электрикӣ; 2 – ҷой барои васлкунии батареяҳои аккумулятор; 3 – таҷҳизот барои гузаштани асбоб ба ҷараёни доимӣ ва тағйирёбанда; 4 – гальванометр; 5 – гузариш ба ҷенкуниҳои дағал ва дақиқ; 6 – тугмаи қуттии муқовимат; 7 – шкалаи реохорд; 8 – тугмаи реохорд; 9 – ҷой барои пайвастунии штекерҳои чашмак

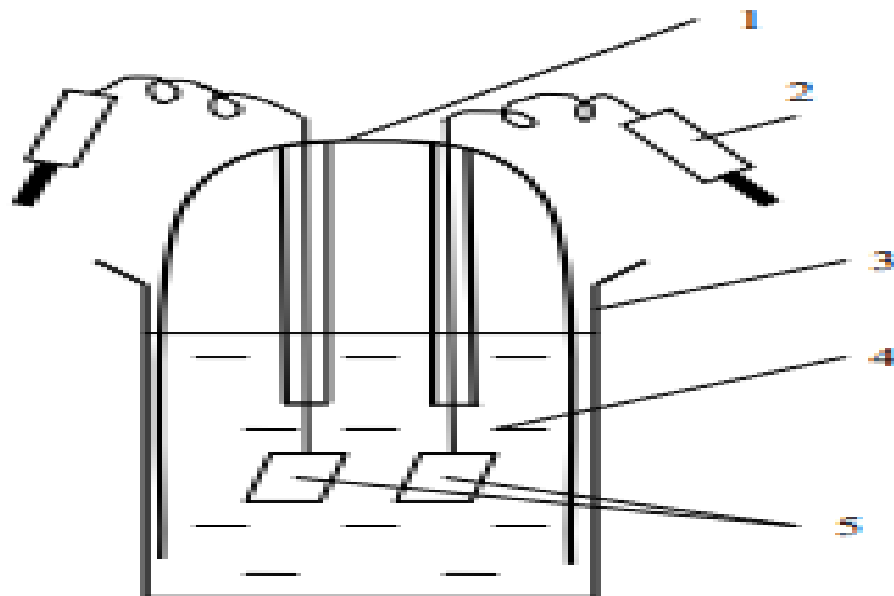
Зарф (чашмак) барои ҷен кардани электрогузаронии маҳлул як бозуи пулро бо муқовимати  $R_x$ , маҷмӯи муқовиматҳои доимии  $R_m$  (қуттии муқовимат), дигарашро ташкил медиҳад. Нақшаи дастгоҳи Колрауш барои ҷен кардани электрогузаронии маҳлулҳо аз ноқили калибршуда (реохорд)-и «ab» бо ҳаракатоварандаи «с», китфи сеюм ( $R_2$ ) ва чорум ( $R_3$ )-и кӯпрукча иборат аст. Мавқеи алоқии ҳаракаткунии "с" дар реохорд тавре интиҳоб карда мешавад, ки нуласбоб ҷараёнро нишон надихад (ё ҷараён то ҳадди ақал аст), он гоҳ муқовимати чашмак  $R_x$ -ро бо формулаи зерин ҳисоб кардан мумкин аст:

$$R_x = R_m \frac{R_3}{R_2} = R_m \frac{l(ac)}{l(bc)} \quad (2.21)$$

Электрогузаронии номаълуми маҳлулро чунин меёбанд:

$$W_x = \frac{1}{R_x} = \frac{R_2}{R_m R_3} \quad (2.22)$$

Барои ҷен кардани гузаронандагии маҳлулҳои электродӣ чашмакҳои кондуктометрии махсусро истифода мебаранд. Кондуктометрия – ин усули ҷен кардани гузаронандагии ҷараёни электрикӣ дар маводҳо мебошад. Чунин чашмак дар дохили истакони маҳлулдори ҳаҷми тақрибан 20-30 мл дошта гузошта мешавад. Чашмак бо ноқилҳои пайвастунонда ба дастгоҳи Колрауш пайваст карда мешавад. Чашмакҳои кондуктометрӣ одатан шакли зарфи шишагинро доранд, ки дар дохили он ду электроди ҳамвори платинагии параллелӣ бо масоҳати тақрибан  $1 \text{ см}^2$  кафшер карда мешаванд (расми 2.11). Бузургии ба таври таҷрибавӣ ҷенкарда шавандаи муқовимати маҳлул аз бисёр омилҳо вобаста мебошад, ки на ҳама вақт барои баҳисобгирии дақиқи андозаи электродҳо, шакли онҳо, мавқеи нисбии онҳо ва бисёр чизҳои дигар мувофиқат мекунанд [77-80].



**Расми 2.11. - Нақшаи чашмаки кондуктометрӣ**

1 – танаи чашмак; 2 – штекер барои пайвасти чашмак; 3 – истакон; 4 – маҳлули электролит; 5 – лавҳаҳои платинагии электродҳо

Аз дар ин ҷо, электрогузаронии ҳақиқии маҳлул  $\sigma$  ба таҷрибавии  $\sigma^I$  тавассути коэффитсиенти ислоҳкунии  $K$ , ки доимии зарф номида мешавад, алоқаманд аст:  $\sigma$

$$\sigma = K\sigma^I \quad (2.23)$$

Аз муодилаҳои (2.22) ва (2.23) бармеояд, ки

$$K = l/S \quad (2.24)$$

Доимии зарф  $K$  ба таври таҷрибавӣ бо истифода аз маҳлулҳои эталонӣ бо  $\sigma$  маълум дар ҳудуди васеи ҳарорат ва консентратсияҳо ёфта мешавад. Одатан ба сифати маҳлули эталонӣ маҳлулҳои обии  $KCl$  ва  $NaCl$  истифода бурда мешавад, ки бузургии  $\sigma$  ҷадвалбанди карда шудааст. Доимии зарфро аз ифодаи зерин меёбанд:

$$K = R_{ст}\sigma_{ст} \quad (2.25)$$

Муқовимати маҳлули эталонӣ  $R_{ст}$  бо дастгоҳи P38 чен карда мешавад, электрогузаронии хоси маҳлули эталонӣ  $\sigma_{ст}$  аз ҷадвали мувофиқи маълумотномаи бузургиҳои физикӣ-химиявӣ гирифта мешавад [32].

### 2.2.5. Дастгоҳ барои ченкунии кондуктометрӣ

Ихтироъи мазкур ба соҳаи технологияи ченкунӣ, яъне ба равандҳои электрохимиявӣ дар муҳити моеъ ва геофизикаи истехсолӣ дахл дошта ва онро барои ҳалли як қатор масъалаҳои таркиби физикиюхимиявии маҳлулҳои электролитҳо, минерализатсияи об, маҳлулҳои зеризаминии пармашуда ва моеъҳои обанбор дахл дорад.

«Дар дастгоҳ нақшаи ченкунӣ амалан дар худӣ зонди ченкунӣ татбиқ шуда, маълумоти ченшуда ва идоракунии ҳисобкунак аз масофаи дур таъмин карда мешавад. Бузургҳои ченшудаи ҳарорат, қувваи ҷараён, шиддат, МХЭ ва концентратсияи намак дар бастаи иттилоотӣ бо сарлавҳа, блоки асосӣ ва блоки санҷиши даврӣ ташаккул ёфта ва бо ёрии алоқаи фосилавӣ дода мешавад».

Тағйирдиҳандаи ченкунандаи электрогузаронии резистивиметри ПР1 гузаронанда маълум аст, ки барои чен кардани муқовимати электрикӣ хоси электрогузаронӣ (МХЭ)и моеъҳои шӯяндаи пармагӣ таъин карда шудааст [25-27]. Дастгоҳ аз манбаи барқ, генератори шиддат, пурқувваткунандаи ченкунанда, ивазкунандаи ҳудуд, ивазкунандаи намуди ченкунӣ зарфи ченкунанда иборат мебошад. Принсипи ченкунӣ ба ченкунии афтиши шиддат дар сутуни моеъи дар зарфи ченкунанда буда дар ҷараёни додашуда асос карда шудааст. Камбудии ин дастгоҳ дар набудани гузариши электрони мебошад.

Моҳияти техникӣ ва натиҷаи бадастомадаи нисбатан наздик резистивиметри озмоишгоҳӣ мебошад [25-27].

Дастгоҳ қисмҳои зеринро дорад: дастгоҳи муайянкунандаи ченкунанда бо электродҳои ҷараён ва ченкунанда, каналҳои ҷараён ва шиддати ченкунанда, танзимкунандаи тавоноӣ, табдилдиҳандаи шиддати доимӣ ба тағйирёбанда, ҳароратсанҷ бо нақшаи манбаъ, коммутатор, пурқувваткунак, табдилдиҳандаи шиддатзуддӣ, ҳисобгирак, таҷҳизоти арифметикӣмантикӣ, шиннаҳои маълумот, шинаҳои суроғаҳо, шиннаҳои идоракунӣ, генератори импульсҳои тактҳо, воситаи хотираи оперативӣ (ВХО), воситаи хотираи доимӣ (ВХД),

регистри буферии бисёрречагӣ, блоки баромади маълумот ва блоки клавиатура.

Камбудиҳои ин дастгоҳ чунин мебошанд:

- душвориҳо дар баҳисобгирии саҳеҳии ҳатогихое, ки дар натиҷаи хосиятҳои ҳаҷмии кабелҳо аз дастгоҳи муайянкунандаи ченкункунандаи МХЭ ва дастгоҳи муайянкунандаи ҳарорат то дастгоҳи ченкунанда дохил шуда;

- ҳангоми гузаштан ба таҳқиқи моеъ бо компонентҳои дигар ВХД дархост карда мешавад ё маҷмӯи ВХД бо ислоҳкунии ҳарорат барои ченкунии МХЭ, ки бо ворид кардани ВХД и дигар ба дастгоҳ ҳамроҳ карда мешавад, лозим аст.

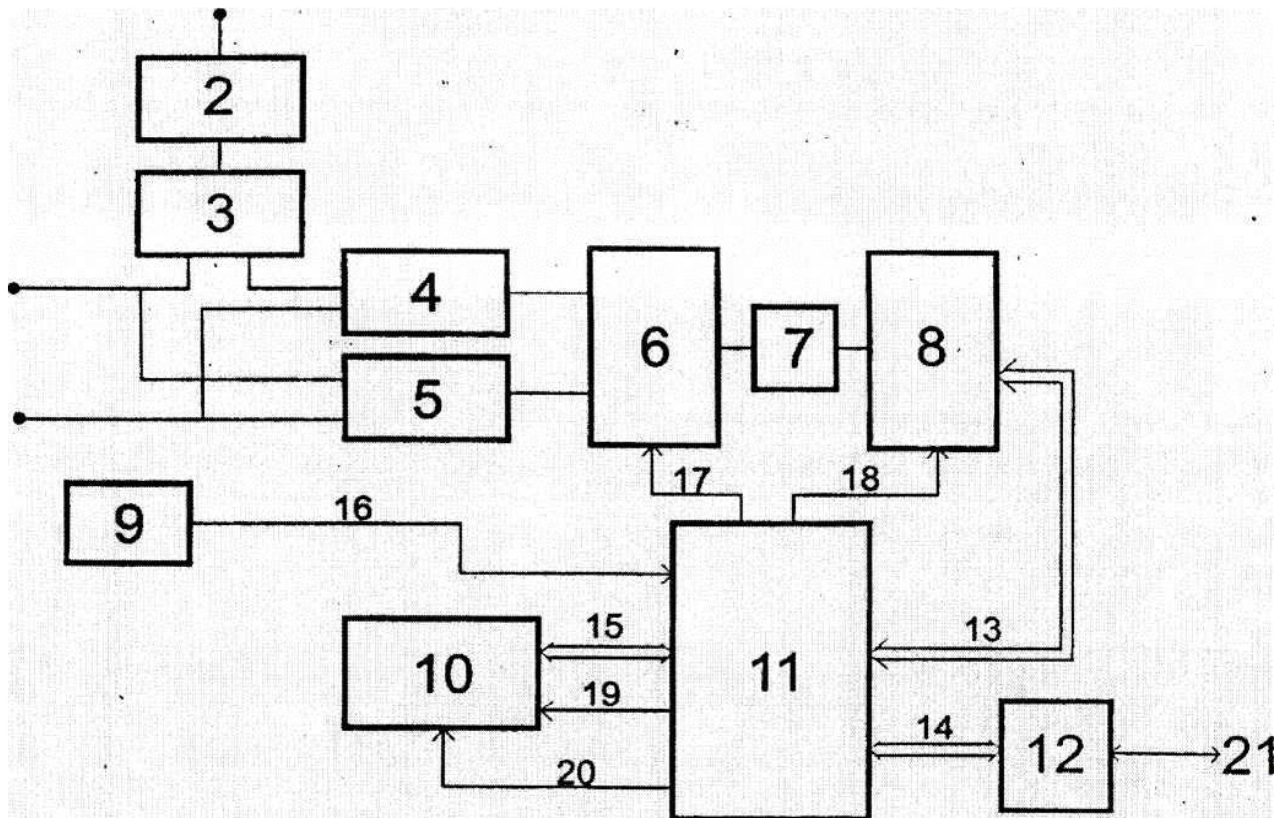
Мақсади ихтирооти мазкур аз конструкцияи нав ва нисбатан беҳтари зарфи ченкунанда барои тоза кардани сатҳи электродҳо аз қабатҳои такшоншуда пас аз хушк шудани онҳо ва ҳато шудани натиҷаҳои ченкунӣ, иборат мебошад.

Ихтирои мазкур масъалаи васеъ кардани функцияҳоро тавассути ташкил шудани ҷадвалҳои вобастагии ҳарорат, муқовимати электрикии хос ва концентратсияи маҳлул, автоматикунонии дохил намудани ислоҳоти ҳарорат ба муқовимати электрикии хоси электрикӣ, чен кардани концентратсияи намак ва баланд бардоштани саҳеҳии ва эътимоднокии ченкуниҳоро аз ҳисоби герметикӣ васл кардани дастгоҳи ченкунӣ дар як таҷҳизот бо электродҳо ва интиқоли иттилооти рақамӣ тавассути кабелҳои маълумот ба контроллер алоқа бо компютерро ҳал мекунад [25-27].

Натиҷаи техникӣ аз кондуктометр ва табдилдиҳандаи муқовимати доимӣ ба тағирёбанда иборат аст, ки баромади он ба даромади ченкунаки электрогузарони пайваست карда мешавад, ки ба баромади он каналҳои ченкунандаи ҷараён ва шиддат, ҳароратсанҷи рақамӣ, пурқувваткунак, табдилдиҳандаи аналогӣ-рақамӣ, ВХД и аз ҷиҳати барқ тозашаванда, микропроцессор бо хотираи дарунсохт ва ВХД, генератори импулсҳои тактӣ, модем ва кабелҳои интиқоли иттилоот вобастаанд, иборат мебошад.

Ихтирои пешниҳодшуда «Асбоб барои ченкунии кондуктометрӣ» бо расме тавсиф дода мешавад, ки дар нақшаи принципиал нишон дода шудааст

(расми 2.12). Дастгоҳ аз қисмҳои зерин иборат аст: канали ченкунандаи шиддат (5), канали ченкунандаи ҷараён (4), табдилдиҳандаи шиддати доимӣ ба тағйирёбанда (3), танзимкунаки тавоноӣ (2), даромади танзимкунаки тавоноии манбаъ (1), ҳароратсанҷи рақамӣ (9), коммутатор (6), пурқувваткунак (7), табдилдиҳандаи аналогирақамӣ (8), ЭСПЗУ (10), микроравандор бо ТХО ва ТХДи дарунсохт (11), шинаҳои маълумот (13), (14), (16), шинаҳои умумии маълумот ва суроғаҳо (15), шинаҳои идоракунии (17), (18), (19), (20), модеми интиқоли маълумот (12) бо баромад (21) ва электродҳои А ва В.



Расми 2.11. - Дастгоҳ барои ченкунии кондуктометрӣ

Вобаста ба шароити гузаронидани таҷриба ченкунӣ бо вариантҳои зерин гузаронида мешавад:

а) зонди ченкуниро ба зарфи калибршуда, ки нӯги поёни ва болоии он кушода аст, печонида шуда, дар ҳоле ки нӯги поёнии дастгоҳи муайянкунандаи ченкунӣ дар болои сарҳади канории поёни ҳаҷми калибронидашуда ва охири болоии дастгоҳи муайянкунандаи ченкунӣ дар

зери сарҳади нӯги болоии ҳаҷми калибршуда ҷойгир аст;

б) ченкуни бо роҳи пур кардани зарфи калибршуда бо моеъи санҷишӣ гузаронида мешавад, дар ин вақт нуги поёни зарфи калибршуда маҳкам карда ва сӯроҳии болояш бо пӯк маҳкам мешавад;

в) ченкунӣ бо роҳи ба зарфи калибршуда ворид кардани зонди ченкунӣ гузаронида мешавад.

Электрогузаронӣ ва муқовимати электрикии хоси электрикии моеъро чараёни ченшавандае, ки аз моеъ мегузарад ва пастшавии шиддат дар ҳаҷми моеъе, ки дар байни электродҳои ченкунанда дар зарфи калибршуда ҷойгир аст, муайян карда мешавад.

Электрогузаронии хос бузургии баръакси муқовимати электрикии хос  $\rho$  мебошад:

$$\chi = \frac{1}{\rho} \quad (2.26)$$

Муқовимати электрикии хос бо пуркуваткунак аз рӯйи муодилаи зерин муайян карда мешавад:

$$\rho = \frac{r}{k} \quad (2.27)$$

дар ин ҷо:  $r$  - муқовимати ноқил, Ом;  $k$  - коэффитсиенти дастгоҳи муайянкунандаи ченкунанда

$$k = L/(S_e - S_d) \quad (2.28)$$

дар ин ҷо:  $S_e$  - масоҳати буриши кундалангии ковокии дохилии ҳаҷми қолибшуда,  $m^2$ ;  $S_d$  - масоҳати буриши кундалангии дастгоҳи муайянкунандаи ченкунанда,  $m^2$ ;  $L$  - масофаи байни электродҳо, м.

Консентратсияи моеъи таҳқиқотӣ ва ҳарорати ислоҳии муқовимати электрикии хоси электрикӣ аз рӯйи ҷадвали табдилдиҳӣ муайян карда мешавад. Бо як фосилаи муайян ҷадвалҳо тартиб дода мешаванд, ки дар сутунҳо бузургии консентратсияи маҳлул бо г/л ва сатрҳо бошад ҳарорати маҳлулро дар бар мегиранд [25-27]. Дар буриши сутунҳо ва сатрҳо бузургҳои муқовимати электрикии хоси электрикии маҳлул дар ҳарорат ва

консентратсияи мувофиқ ҷойгир мебошанд. Аз рӯйи натиҷаҳои ҷенкунии муқовимати электрикии хоси электрикӣ ва ҳарорат қимати мувофиқи консентратсияи намак интихоб карда мешавад. Қимати миёнаи муқовимат ва консентратсияи бо интерполятсия муайян карда мешаванд. Алгоритми табдилдиҳандаи ҷадвалии дар барнома татбиқ карда шуда дар ВХД и микроравандор сабт шуда ва худӣ ҷадвал дар ВХД аз ҷиҳати барқ тозашиаванда, сабт карда мешавад.

Ба воситаи стабилизатор (2) шиддати доимӣ ба тағйирёбанда (3) ҳангоми дохил гардидан доимӣ нигоҳ дошта мешавад,, бинобар ҳамин ҳам ҳангоми ба моеъи таҳқиқотӣ ворид кардани электродҳои системаи А ва В тавоноӣ низ мӯътадил мешавад. «Ин ба он оварда мерасонад, ки бо зиёд шудани муқовимати электрикии хоси электрикии моеъ камшавии ҷараён дар занҷири электродҳои А ва В бо афзоиши шиддат дар баромади стабилизатор (2) дар баромади табдилдиҳандаи шиддати доимӣ ба тағйирёбанда ҷуброн карда мешавад. Пастшавии муқовимати электрикии хоси электрикии моеъ, ки сабаби афзоиши ҷараёни таъминотӣ мегардад, бо афтиши шиддат дар баромади стабилизатор (2) гардида ва аз ин рӯ, дар баромади табдилдиҳанда (3) ҷуброн карда мешавад, ки аз изофаборкунӣ дар стабилизатор (2) пешгирӣ мекунад» [25].

Бо ҳамин тартиб таносуби байни ҷараён ва шиддат дар занҷири электродҳои А ва В ҳудуди калони динамикии ҷенкуниро таъмин намуда, инчунин дурустии ҷенкуниро баланд мебардорад.

Шиддати тағйирёбанда аз баромади табдилдиҳанда (3) ба системаи электродии ҳисобкунак ва канали шиддат (5) дода мешавад. Ҷараён ба воситаи канали ҷенкунандаи (4) ба системаи электродӣ ҷорӣ мешавад. Коммутатор (6) бо навбат каналҳои ҷенкунии ҷараён ва шиддатро тавассути гузарониш (7) ба табдилдиҳандаи аналогӣ-рақамӣ (8) пайваست мекунад. Бузургҳои ҷеншудаи ҷараён ва шиддат аз баромади табдилдиҳандаи аналогӣ-рақами ба микроравандор (11) дода мешавад. Ҳарорати маҳлул ба воситаи дастгоҳи муайянкунандаи ҳарорат (9) ҷен карда шуда ва ҳамчун рақами рамзӣ ба

микросессор дода мешавад. Микроравандор бузургҳои ченшудаи чараён, шиддат ва ҳароратро дар ВХО сабт мекунад. Микроравандор инчунин кори коммутатор ва тбдилдиҳандаи аналогӣ-рақамиро низ идора мекунад.

Ҳароратсанҷи рақамӣ (9) дар сатҳи конструкцияи зондҳои ченкунӣ, дастгоҳи муайянкунондаи ченкунӣ ҷойгир аст, ва имкон медиҳад бо истифода аз маълумоти ҳарорати ҷубронии муқовимати электрикии хоси моеъ аз ҳисоби маълумоти ҳарорат дар барномаи коркарди микроравандор автоматӣ кунонида шавад. Барои роҳ надодан ба хатоҳои ғунҷоиши электрикӣ дар кабелҳо, монсаи импулс ва муқовимати кабелҳо, нақшаи ченкунӣ, ба ғайр аз стабилизатори тавоноӣ, дар як конструкция бо электродҳо дар зондҳои ченкунӣ васл карда мешаванд. Нақша бо ширеши эпексидӣ маҳкам карда шуда ва аз воридшавии моеъ ба занҷири электрикӣ муҳофизат карда мешаванд. Баъди гузаронидани таҷриба, зондҳои ченкунӣ ба қисмҳо ҷудо карда мешаванд ва дастрасии озод ба сатҳи электродҳо имкон медиҳад, ки электродҳо комилан тоза карда шаванд [25-30]. Баъди чен кардани муқовимати электрикии хоси электрикӣ ва ҳароратҳо, микроравандор (11) бастаи иттилоотиро мувофиқи (расми 2.11) ҳосил мекунад, ки аз пайванди синхронӣ (22) иборат аст, ки аз сифрҳо ва якҳои ивазшаванда иборат буда, барои мувозинати декодер хизмат мекунад. Сарлавҳаи (23) барои муайян кардани аввали блоки асосӣ пешбинӣ шудааст. Блоки асосии маълумот (24) ченкунии бузургии чараён, шиддат, муқовимати электрикии хоси электрикӣ, консентратсияи намак ва ҳароратро дар бар мегирад. Блоки идоракунии даврагӣ (25) дорои рамзҳои идоракунӣ мебошад, ки барои санҷиши якҷояи иттилоот ҳангоми гирифтани маълумот пешбинӣ шудаанд. Пост блок (26) охири пакетро ташкил дода ва инчунин декодери қабулқунондаро мувозинат мекунад. Пакети иттилоотӣ ба воситаи модеми интиқоли маълумот ва кабели алоқа ба контроллер ва компютер фиристода мешавад.

Ҳамин тариқ, дастгоҳи пешниҳодшуда дар муқоиса бо дастгоҳҳои монанд дар ташаккул ва азнавсозии ҷадвали вобастагии ҳарорат, муқовимати электрикии хос ва консентратсияи маҳлул, автоматикунонии тағйир додани

харорат дар ченкунии муқовимати электрикии хос, ченкунии концентратсияи компонент ва баланд бардоштани саҳеҳӣ ва эътимоднокии ченкуниҳо аз ҳисоби татбиқи техникии нақшаи ченкунӣ дар худӣ зонди ченкунӣ ва таъмин намудани дарёфти

## **2.3. Усулҳои чен кардани гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин**

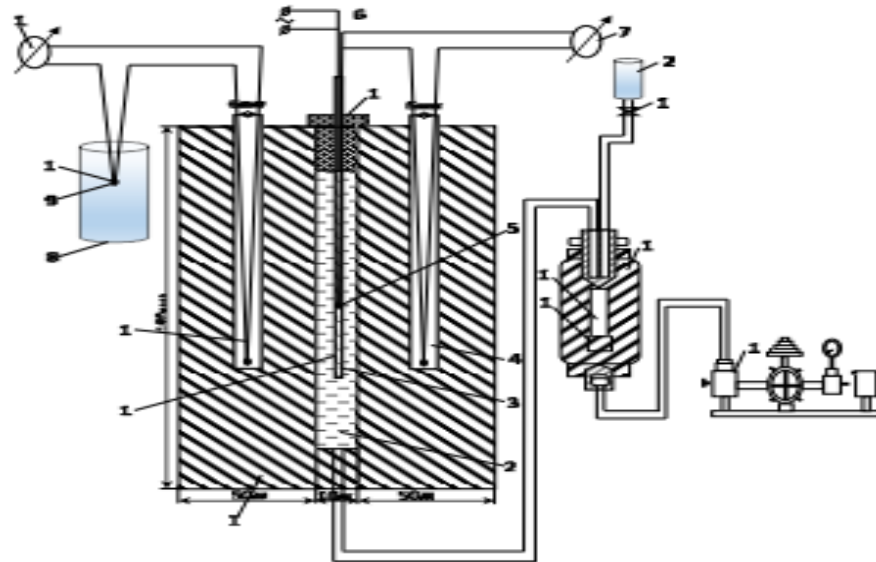
### **2.3.1 Дастгоҳ барои таҳқиқи гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин**

Дастгоҳ ва усули муайян намудани маҷмӯи хосиятҳои гармофизикии моеъҳо (расми 2.13). «Дастгоҳ барои муайян кардани маҷмӯи хосиятҳои гармофизикии моеъҳо аз акалориметр бо ковокӣ барои моеъи таҳқиқотӣ, ки дар он найчаи девортунуки металлӣ бо гармкунаки нихромии тавононаш хурд ва гиреҳи термopараҳои алюмелхромелӣ ҷойгир карда шудааст, зарфи Дюар ва асбобҳои электрченкунанда иборат мебошад» [25].

«Усул барои муайян кардани маҷмӯи хосиятҳои гармофизикии моеъҳо чунон мебошад, ки моеъи таҳқиқотӣ дар акалориметр ҷойгир ва гарм карда мешавад ва фарқи ҳароратҳоро миёни найчаи девортунуки металлӣ ва танаи акалориметр чен карда, суръати хунукшавӣ ҳисоб карда мешавад.

Усул имкон медиҳад, ки дар як таҷриба гармигузаронӣ, ҳароратгузаронӣ ва гармиғунҷоиши хоси моеъҳоро муайян намоем» [25].

Барои чен намудани гармигузаронии намунаҳои таҳқиқотӣ дар ҳарорат ва фишорҳои баланд дастгоҳи таҷрибавии бо усули бикалориметри силиндрикии речаи гармии мунтазам истифода бурдем [25-28]. Намуди дастгоҳ дар расми 2.13 оварда шудааст. Қисмҳои асосии дастгоҳ: бикалориметри силиндрикӣ, зарфи фишороварандаи фишори баланд (13), манометри бордори МП2500 (16) ва таҷҳизотҳои электрченкунанда иборат мебошад. Ҳангоми чен кардани ҳарорати таҷриба мо аз термopараи дифференсиалии хромелталюмелии диаметраш 0,15 мм бо потенциометри Р 371 синфи саҳеҳиаш 0,001 истифода бурдем. Гиреҳи хунуки термopара дар зарфи Дюари яхдор гузошт мешавад.



**Расми 2.13. - Нақшаи дастгоҳ барои муайян кардани маҷмӯи хосиятҳои гармофизикии маҳлулҳо:**

1— акалориметр; 2 - зарфи фишороваранда; 3 - манометри бордор; 4 - нановолтметр  
ё галванометр; 5 - термопараи дифференциалӣ

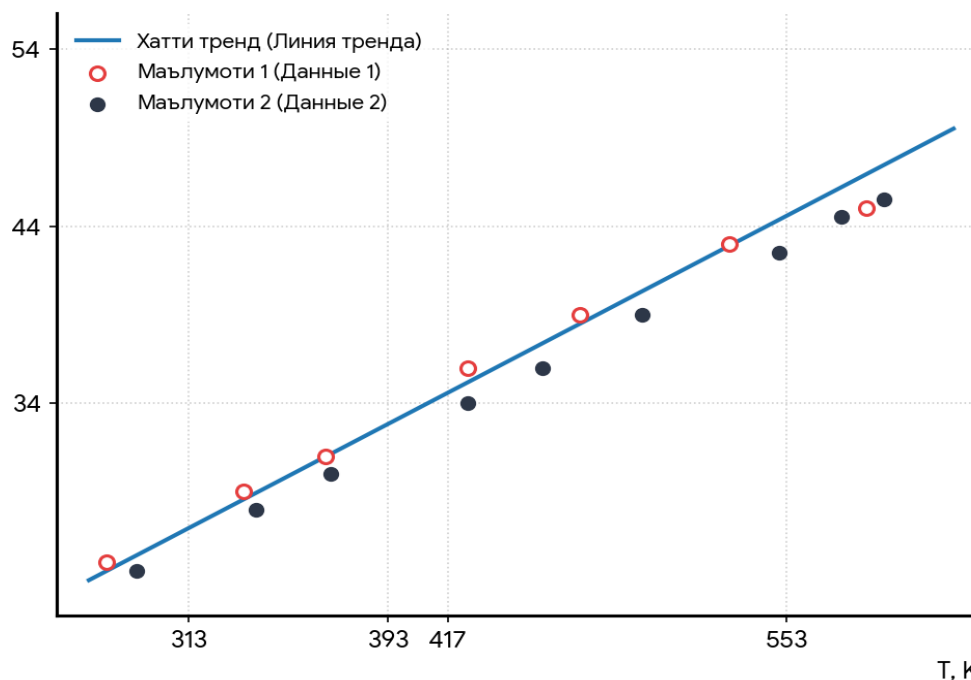
Бо ёрии ин термопара ва галванометри намуди М 17/4 инчунин тағйирёбии ҳарорати таҷриба дар вақти гузаронидани таҷриба, аз 0,02K баланд нашудааст қайд карда шуд. Барои чен кардани фарқи ҳароратҳо дар сарҳади қабати таҳқиқотӣ инчунин термопараи хромелалюмел истифода шуд, ки гиреҳи гарм дар сӯроҳии силиндри ченкунанда (2) ва гиреҳи хунук дар сӯроҳии (7) силиндри берунии гузошта мешавад, ки охираш дар галванометри намуди М 17/2 пайваست карда мешавад. Гармкунаки дохилӣ ва гиреҳи гарми термопара дар бикаориметр дар фишори атмосферӣ ҷойгир буда ва аз маводи таҳқиқотӣ пурра изолятсия карда шудааст. Барои ба вуҷуд овардани фарқи ҳароратҳо дар сарҳади қабати таҳқиқшаванда гармкунаки дохилии аз ноқили нихромӣ сохташуда, ки диаметраш 0,15 мм мебошад, истифода бурда шуд, ки дар силиндри ченкунанда васл карда шуда ва аз манбаи ҷараёни электрикӣ ба воситаи трансформатори пасткунанда таъмин карда мешавад. Сӯроҳии дар силиндри ченкунанда пармакада шуда барои ҷойгир кардани гармкунак ва гиреҳи гарми термопараи ченкунанда диаметри минималӣ доранд, ки мавҷудияти онҳо ба мунтазами майдони ҳароратии ядро таъсир нарасонад. Барои роҳ надодан ба алоқаи байни термопара ва гармкунаки дохилӣ онҳо аз

танаи бикалориметр бо ёрии матои нахи шишагини бо клейи БФ2 чаббондашуда изолятсия карда шудааст. Фарқи ҳароратҳо дар сарҳад ва қабати таҳқиқотӣ 1,3-10,65K-ро ташкил дод, ки ба 320 ва 160 шкалаи галванометр мувофиқат мекунад. Ғафсии қабати таҳқиқотӣ ва бузургии фарқи ҳароратҳо дар сарҳади қабати таҳқиқотӣ бо чунин интиҳоб карда шудааст, ки дар таҷриба конвексия вучуд дошта натавонад. Марказонидани силиндрҳо бо ёрии микроскопи намуди МИР2 гузаронида шудааст. Бузургии сӯрохии миёни силиндрҳои берунӣ ва дохилӣ бо ду усул муайян карда шуд: бевосита бо ченкунии диаметри силиндрҳо бо ёрии микроскоп. Диаметри дохилии цилиндр бо микрометри намуди МК бо шкалаи тақсимои 0,01 мм аз се ҷойи симметрӣ, ҳам аз рӯи давраи цилиндр ва ҳам аз рӯи дарозии вай муайян карда шудааст. Диаметри дохилии цилиндри беруна бо ёрии ҳисобкунандаи намуди соатӣ (индикатондохилченкунак), ки қимати тақсимои шкалаи асосиаш 0,01 ммро ташкил медиҳад, чен карда шудааст. Барои кам кардани талафёбии гармии нурафканӣ сатҳи силиндрҳо бо хром пушонида шудааст. Ҳангоми таҷриба дастгоҳ ба таври амудӣ гузошта мешавад. Дар ченкуниҳо ҳангоми ҳароратҳои баланд дастгоҳ бо печи электрикӣ, ки аз се қисм (10,12,14) иборат аст, таъмин карда шудааст. Печи электрикӣ намуди цилиндрии бо диаметри берунии 180 мм ва дохилии 110 ммро дорад. Дар наздикии сатҳи дохилии ин печ гармкунаки электрикӣ аз ноқили нихромии диаметраш 1 мм дар намуди морпеч мавҷуд мебошад. Ба сифати изолятсия асбест истифода шудааст. Печи электрикӣ чунин сохта шудааст, ки қобилияти тез баланд бардоштани ҳарорати бикалориметрро дорад. Печи электрикӣ аз берун ва аз канораш изолятсия карда шудааст. Таъмини печи электрикӣ ба воситаи стабилизатори шиддат иҷро карда мешавад. Шиддат ба воситаи вольтметр чен карда мешавад. Мавҷуд набудани градиенти ҳарорат аз рӯи баландии бикалориметр ба воситаи термапараҳои дифференциалӣ бо галванометри намуди ГСП47 паваست буда, назорат карда меавад. Зарфи фишороварандаи фишорбаланд (13) аз пӯлоди холиси тамғаи IX18H9T сохта шудааст. Андозаҳои зарфи фишороваранда чунин мебошад: диаметрҳои беруна ва

дохилӣ мувофиқан 100 ва 28 мм, дарозияш 300 мм мебошад. Пайвасти қисмҳои асосии дастгоҳ бо кубурҳои пӯлодии диаметрашон 6 ва 3 миллиметра амалӣ карда шудааст. Дар зарфи фишороваранда ба сифати ҷудокунанда халтачаи полиэтиленӣ (14) истифода бурда шудааст. Ба халтачаи полиэтиленӣ фишор бо ёрии глитсерин (15) бо ёрии манометри бордори МП2500 (16) таъмин карда мешавад. Ҳамчунин фишори таҷриба ба воситаи манометри МП2500 ва манометри намунавии намуди МО600 чен карда шуд. Барои санҷиши дурустии таҷрибаҳо ченкуниҳои контролиро дар ҳавои атмосферӣ ва толуол гузаронида шуд. Гармигузаронии ҳаво дар фишори атмосферӣ дар ҳудуди ҳарорати аз 293 К то 573К чен шудааст. Дастгоҳ инчунин такроран барои ҳаво дар вақтҳои гуногун ва дар ғафсии гуногуни қабати таҳқиқотӣ санҷида шудааст [160-162, 1-М - 8-М].

Маълумоти таҷрибавии гармигузаронии ҳаво барои як маротиба таҷриба гузаронида шуда ба таври графикаи дар расми 2.14 оварда шудааст.

$\lambda \cdot 10^3, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$



**Расми 2.14. - Муқоисаи маълумоти таҷрибавии гармигузаронии ҳаво бо маълумоти адабиёт [5, 7, 8] о - натиҷаи санҷиши муаллиф**

Дар ин расм ҳамунин маълумоти адабиёт [5, 7, 8] оварда шудааст. Чӣ тавре, ки дида мешавад, маълумотҳои таҷрибавии ба даст омада оид ба

гармигузаронии ҳаво бо маълумоти [5, 7, 8, 11, 13] дар тамоми ҳудудҳои ҳарорат хуб мувофиқат мекунад.

Чӣ тавре, ки аз расми 2.14 дида мешавад, маълумоти ба даст омада барои ҳаво дар ҳудуди ҳатогиҳои таҷриба бо маълумоти овардашуда дар адабиёт [5, 7] низ мувофиқат мекунад. Ҳисобкунӣ нишон доданд, ки ҳатогии нисбии максималии умумии маълумоти таҷрибавии гармигузаронӣ аз 4,2% зиёд намешавад. Пас аз боварӣ ҳосил кардани он, ки дастгоҳ гармигузаронии ҳаво ва толуолро вобаста ба ҳарорат ва фишор ба таври сифатӣ ва миқдорӣ тақрор мешавад, мо ба чен кардани гармигузаронии объектҳои таҳқиқотӣ шуруъ намудем. Маълумот оид ба гармигузаронӣ, ба ғайр аз арзиши мустақили илмӣ ва амалӣ, ки бо омӯзиши гузаришҳои фазавӣ, ҳодисаҳои муҳими пайвастагиҳои алоқаманд, меъёри баҳодиҳии дурустии муодилаҳои термодинамикии ҳолат ва нишондиҳандаи мутобиқати дохилии маълумот оид ба ҳосиятҳои калорикӣ ва термикӣ дар ҳама гуна ҳолат гомогенӣ, гетерогенӣ, метастабилӣ, ки ба воситаи таҷриба амалӣ карда шудааст. Ҳароратгузаронии нанокристалҳои мис бо ёрии эллипсометрияи лазерии термомодуляторӣ дар ҳудудҳои муайяни ҳарорат (аз ҳарорати нитрогени моеъ то 300 К ва вобаста ба дараҷаи деформатсия ва андозаи микрокристаллитҳо дар намунаҳое, ки шакли диски диаметраш 15 мм ва ғафсиаш 200 мкм доранд) омӯхта шудааст. Коэффициенти васеъшавии ҳаттии термикии бо усули тағйирёфтаи китфи оптикӣ аз тағйирёбии лавҳаҳои миси тунук (~200 мкм) вобаста ба дараҷаи ибтидоии деформатсияи намуна дар наздикии ҳарорати хона, муайян карда шуд. Таҷрибавӣ нишон дода шудааст, ки ҳароратгузаронӣ ва коэффициентҳои васеъшавии ҳаттии мис ба 15% аз металли бо сохти кристаллиаш дағал фарқ мекунад.

### **2.3.2. Коркарди маълумоти таҷрибавӣ**

Барои муқоисаи натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба гармигузаронии маҳлули таҳқиқотӣ дар асоси қонунияти мувофиқоварии ҳолат аз муодилаи зерин истифода намудем [9, 10-13]:

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right) \quad (2.29)$$

дар ин ҷо:  $\lambda$  – гармигузаронии маводи таҳқиқот дар ҳароратҳои гуногун;  
 $\lambda_1$  – гармигузаронӣ дар ҳарорати  $T_1 = 293 \text{ K}$ .

Дар асоси маълумоти таҷрибавӣ ва ифодаи (2.29) мо муодилаҳои эмпирикӣ ба даст овардем, ки бо он гармигузаронии нанокристалли мис ҳисоб карда мешавад. Бо таҳлилкунии гармигузаронии намунаҳои таҳқиқотӣ дар ҳудудҳои васеи параметрҳои ҳолат қонуниятҳои рафтори  $\lambda$ -ро дар ҳудудҳои гуногуни диаграммаи ҳолат, дар ҳатти қачи мувозинатии фазаҳо ва дар наздикии нуқтаи критики ошкор карда шуд. Барои чен кардани гармигузаронии моеъҳо дар ҳароратҳои гуногун мо усули бикалориметри цилиндрии речаи гармии мунтазами чинси якумро истифода бурдем [1, 8, 74]. Ин дастгоҳро мо автоматӣ кунонидем. Диққати асосӣ ба пуркунии мавод дар бикалориметр дода шуд. Баъд аз он, ки аз бикалориметр бо ёрии насоси вакуумӣ ҳаворо пурра кашида, ҷумак маҳкам карда шуда бикалориметр (расми 2.13) бо маҳлули обии гидразин пур карда шуда бо ҷумаки сӯзаншакл найчаи пуркунанда маҳкам карда шуд, ки дар натиҷа пурра ба таври гермитикӣ маҳкам шуданро таъмин мекунад. Массай моддаи таҳқиқшаванда дар бикалориметр бо фарқи вазни зарф пеш аз пур кардан ва баъд аз пур кардани тарозуи аналитикии ВЛА200 ГМ бо саҳеҳии 0,01 г чен карда шудааст.

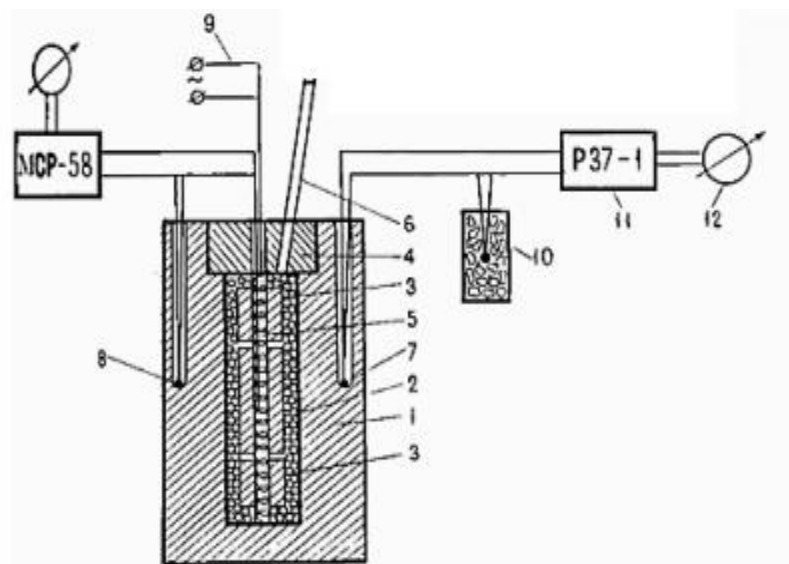
Маълумот дар бораи ҳатти қачи мавҷудаи маҳлулҳои обии гидразин бо назардошти назарияи муосир ва бо истифода аз технологияи навтарини информатсионӣ (компютер ва барномаҳо барои онҳо) аппроксиматсия карда шуд, яъне моделсозии компютерӣ карда шуданд. Ҳангоми коркарди натиҷаҳои таҷриба вазифаҳои асосӣ ин санчиши кифояи модели математикии мувофиқ, муайян намудани параметрҳои модел ва фосилаҳои эътимодноки онҳо мебошанд [1, 5, 74]. Хусусияти тағйирёбии гармигузаронии гидразини моеъ нишон дод, ки вай қонунияти  $\lambda$  шаклро дорад. Маълум аст, ки дар асоси маълумотҳои таҷрибавӣ оид ба хосиятҳои гармофизикӣ (гармигузаронӣ, зичӣ, гармиғунҷоиш) коэффитсиенти фаъолнокии компонентҳо (об ва гидразин)-ро

ҳисоб кардан мумкин аст. Ба ғайр аз ин, барои муайян кардани гармигузаронии системаҳои таҳқиқшаванда муодилаи намуди Тейтаро истифода бурдем. Ин муодила инчунин бузургҳои ибтидоиро барои параметрҳои дигар (ба монанди зичӣ, часпакӣ ва гармигузаронӣ) моеъҳо ва маҳлулҳо ҳисоб мекунад. Муодилаҳои навъи Тейта дорои сифати хуби экстраполясионӣ барои фишорҳо (то 600 МПа) доранд.

### 2.3.3. Дастгоҳи таҷрибавӣ барои чен кардани гармигузаронӣ

Барои таҳқиқи гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин мо аз дастгоҳе истифода кардем, ки онро профессор Сафаров М.М. ва шогирдонаш таҳия ва пешниҳод кардааст (расми 2.15). Нақшаи дастгоҳ ва усули истифодабарии онҳо барои чен кардани бузургҳои зикршуда дар адабиётҳои [33,34] тавсиф дода шудааст.

Нақшаи дастгоҳи барои чен кардани  $\lambda$  –и маводҳои донашакл чамъовари шуда ҳангоми ҳароратҳои гуногун ва вакуум ва дар муҳити газҳои гуногун дар расми 2.13 оварда шудааст, ки бо усули бикалориметри силиндрикӣ (речаи гармкунии мунтазам) кор мекунад [33, 34, 35].



Расми 2.15. - Намуди берунаи дастгоҳ барои чен кардани коэффитсиенти гармигузаронии маводҳои хокагӣ

1 – силиндри беруна; 2 – силиндри дохила; 3 - силиндри чубронкунанда; 4 - танба; 5, 6 - найчаи пӯлодӣ; 7, 8–термопара; 9 - гармкунаки тавоноиаи хурд; 10 – термос бо омехтаи обу ях; 11 - потенциометр; 12 - гальванометр

Дастгоҳи пешниҳодшуда дорои таҷҳизоти барқӣ, системаи назорати харорат, бикалориметри намуди силиндрӣ ва системаи пуркунӣ иборат мебошад. Бикалориметр аз ду силиндраи коаксиалӣ васлшудаи аз мис сохташудаи дохилӣ ва берунӣ иборат аст (1). Силиндри дарунӣ ядрои бикалориметр мебошад, ки аз силиндри ченкунанда (2) ва ду силиндраҳои чубронкунанда (3) мавҷуд аст, ки интиқоли гармиро аз нутқи поёни ва болои силиндри ченкунанда [33], бо дарозии 150 мм пешгирӣ мекунад. Дарозии силиндри чубронкунанда 25 мм мебошад. Ғафсии қабати маводи омӯхташаванда ба 6,165 мм баробар аст. Аз болои силиндри беруна бо мурвати (4) гузошта шудааст, ки дар он ду сӯроҳӣ бо диаметри 6 ва 10 мм парма карда шудааст. Сӯроҳии шашмиллиметра дар марказ ҷойгир мебошад. Аз ин сӯроҳ найча (5) гузошта мешавад, ки диаметри дарунии он 4 мм буда, дарозии он ба тамоми хати марказӣ ба сӯроҳи дар поёи дастгоҳ пармашуда баробар буда, нуги поёни он кафшер карда шуда ва қисми болои нуги он ба мурвати (4) маҳкам карда шудааст. Ба ин найча силиндриҳои чубронкунанда (3) ва ченкунанда (2) васл карда шудаанд. Дар сӯроҳии даҳмиллиметра найча (6) кафшер карда мешавад, ки он барои пур кардани дастгоҳ бо маводи таҳқиқотӣ ва газ, инчунин барои вакуум намудан пешбинӣ шудааст. Аз боло мурвати (4) нуги болои дастгоҳ кафшер карда мешавад.

Дар найча (5) аз сӯроҳии болоӣ гармкунаки тавоноиаи паст инчунин гиреҳи гарми термопараи ченкунанда гузошта мешаванд, ки ноқилҳои он дар найчаҳои чинӣ ҷойгир карда шудааст, то он ки изолятсияи электрикии ноқилҳоро аз дастгоҳ таъмин намояд. [33, 34, 35].

Термопарҳои дифференсиалии ченкунандаи хромел-алюмелӣ буданд, ки ба гальванометри М 17/4 пайваست карда шудаанд. Гармкунаки электрикӣ (9), ки ноқили нихромии бо диаметри 0,3 мм аст, аз трансформатори пасткунандаи намуди ЛАТР2М аз шабакаи электрикӣ таъмин карда мешавад.

Инчунин, дастгоҳи пешниҳодшуда бо печи барқӣ (СШОЛ 1.1.6/12) муҷахҳаз гардидааст, ки ҳароратҳои заруриро ҳам дар реҷаҳои танзими дастӣ ва ҳам автоматӣ ҳосил мекунад. Печ барои яксон гарм кардани намуна то ҳарорати 1473К имкон дорад. Васл намудани печ ба манбаъ ба воситаи системаи стабилизаторҳои намуни C075, танзимкунаки шиддати намуни РНО2505 ва таҳизотҳои электрченкунандаи реҷаи ҷараёно дар печ идора кунанда, иҷро карда мешавад [33, 34, 37].

Ҳарорати таҷриба инчунин бо термopарии хромелалюмел чен карда мешавад, ки гиреҳи гарми он дар танаи силиндри берунӣ (7) гузошта шуда ва гиреҳи хунук дар термоси дорой омехтаи обу ях (10) ҷойгир ҳастанд. Нутҳои охири онҳо ба потенциометри ҷараёни доимии Р3633 пайваست карда шудаанд.

Ҳудуди ҳарорат, ки дастгоҳ имкони гузаронидани ченкунии ӯи маводҳои донадона гуногунро дорад ба (293-893)К баробар аст. Дар дастгоҳ ченкунии санҷишӣ гузаронида шудаанд, ки ин имкон эътимоднокии натиҷаҳои бадастомада дар ҳароратҳои 293-1073 К баҳо дода мешавад [33-38].

#### **2.4. Ҳисоб кардани ҳатогиҳои ченкунии гармигузаронии маводҳо бо усулҳои гуногун**

Баъди ченкунии санҷиши дар дастгоҳҳои навсохташуда баҳодиҳии ҳатогиҳои ченкунии гузаронида шуд [29, 38, 42]. Бузургии миёнаи арифметикӣ  $\bar{X}$  натиҷаҳои таҷрибаҳо чунин ҳисоб карда мешавад:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1} X_i \quad (2.30)$$

дар ин ҷо:  $n$  - миқдори таҷрибаҳо;  $X_i$  – натиҷаи ченкунии  $i$ -юм.

Қимати мутлақӣ  $S$  ва қимати нисбии  $S_{\text{нисбӣ}}$  барои майлқунии квадратии интиҳобшуда аз рӯи натиҷаҳои як таҷриба ҳисоб карда мешавад:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n \sum (X - \bar{X}_i)^2}} \quad (2.31)$$

$$S_{\text{отн}} = \frac{S_X}{\bar{X}} \cdot 100 \% \quad (2.32)$$

Қимати мутлақи  $S_{\bar{x}}$  ва қиммати нисбӣ  $S_{\bar{x}_{нисби}}$  барои баҳодиҳии майлқунии квадрати миёна аз рӯйи натиҷаҳои якҷанд таҷрибаҳо ҳисоб кардан мумкин аст.

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (2.33)$$

$$S_{\bar{x}_{омн.}} = \frac{S_{\bar{y}}}{\bar{y}} \cdot 100\% \quad (2.34)$$

Ҳудуди эътимодноки хатогӣ, ки тасодуфан аз рӯйи натиҷаҳои таҷрибаҳои  $\Delta X_{тасод.}$  иҷозат дода мешавад, ҳисоб менамоянд:

$$\Delta X_{сл} = S_{\bar{x}} \cdot t_{n-1, 1-\alpha/2}, \quad (2.35)$$

дар ин ҷо:  $\varepsilon = 1 \alpha$ ,  $\alpha$  – эҳтимолияти эътимоднок, ки 0,95 қабул карда шудааст.

Барои ҳисоб кардани ҳудуди эътимодноки хатогӣҳои мунтазами иҷозат додашуда дар асоси натиҷаҳои таҷрибаҳои  $\Theta$ , мо истифода мебарем:

$$\Theta = K \sqrt{\sum_{j=1}^m O_j^2} \quad (2.36)$$

дар ин ҷо:  $\theta_j$  – ҳудуди  $j$  – юми маҷмӯи хатогӣҳои систематикӣ истиснонашуда;  $K$  – коэффитсиенте, ки ба 1,1 баробар аст. (ҳангоми  $\alpha = 0,95$ ).

Ҳудуди хатогӣҳо дар намуди эътимоднокии натиҷаҳои таҷриба ҳисоб менамоянд:

$$\Delta = t_{\Sigma} \cdot S_{\Sigma} \quad (2.37)$$

Коэффитсиенти  $t_{\Sigma}$ , ки бо таносуби хатогӣҳои тасодуфӣ ва истиснонашуда муайян карда мешавад, чунин ҳисоб кардан мумкин аст:

$$t_{\Sigma} = \frac{\Theta + S_{\bar{x}} \cdot t_{\bar{x}}}{S_v + S_{\bar{x}}} \quad (2.38)$$

дар ин ҷо:  $t_{\bar{x}}$  – коэффитсиенти Студент, ки аз адади таҷрибаҳо  $n$  ва эҳтимолияти эътимодноки  $\alpha$  вобаста мебошад.

Тағйирёбӣ дар намуди квадрати миёна нисбат ба суммаи хатогӣҳои систематикӣ ва тасодуфӣ  $S_{\Sigma}$  чунин ҳисоб карда мешавад:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_x^2 + S_v^2} \quad (2.39)$$

Дар формула  $S_v^2 = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^m \Theta_j^2$  намуди квадрати миёнаи тағйирёбӣ нисбат ба

суммаи хатогиҳои систематикӣ истиснонашуда. Ҳудуди хатогӣ дар намуди эътимодноки натиҷаҳои ченкунии ғайримустақим дар  $\alpha = 0,95$ , ки функсияи  $y = F(y_1, y_2, \dots, y_n)$  мебошад, ҳисоб карда мешавад:

$$\Delta y = \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial y_1}\right)^2 (\Delta y_1)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y_2}\right)^2 (\Delta y_2)^2 + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial y_n}\right)^2 (\Delta y_n)^2} \quad (2.40)$$

дар ин ҷо:  $\Delta y_1, \Delta y_2, \dots, \Delta y_n$ — ҳудуди хатогии дар намуди эътимоднок нисбат ба натиҷаҳои ченкуниҳои бузургҳои  $y_1, y_2, \dots, y_n$ .

Ҳудуди эътимодноки хатогии таҷрибаҳо дар намуди таносуби зерин ҳисоб карда мешаванд:

$$\sigma = \frac{\Delta X}{X} \cdot 100\% \quad (2.41)$$

Ҳудуди эътимодноки хатогии натиҷаҳои таҷриба оид ба гармигузаронӣ бо ёрии муодилаи (2.41) ҳисоб карда мешавад.

### Хулоса оид ба боби дуюм

Дар асоси таҳлили усулҳои ченкунии электрогузаронӣ барои системаи моеъҳо усули ченкунии кондуктометрӣ, ва барои омузиши гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин дар ҳароратҳои гуногун ва фишори атмосферӣ, инчунин барои муайян кардани гармигузаронӣ асбоби мукаммал барои ченкунии гармигузаронӣ интихоб карда шуд. Хатогии маълумоти таҷрибавӣ оид ба электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои таҳқиқшуда ҳисоб карда шудааст.

### **Боби 3. Маълумоти таҷрибавӣ оид ба электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин**

#### **3.1. Электрогузаронии системаи гидразин ва об дар фишори атмосферӣ**

Об доимии диэлектрикии баланд дорад, ки дар ҳолати ҳалшавӣ муддати дароз мондани моддаҳоро таъмин намуда, боиси он мегардад, ки об дар биосфера ҳеҷ гоҳ тоза нест.

Ноқилияти электрикӣ ва интиқоли зарядро байни электродҳо инъикос мекунад ва қобилияти объектро барои гузаронидани ҷараёни электрикӣ муайян менамоянд. Ҷараёни электрикӣ ҳаракати мунтазами зарраҳои заряднок таъмин менамоянд. Ноқилияти электрикии маҳлулҳои электролитӣ ба ҳаракати зарраҳо вобаста аст [90-92].

Гузаронандагии электрикии маҳлулҳои электролитӣ аз табиати электролит ва маҳлулкунанда вобаста аст. Табиати ҳалкунанда ба дараҷаи диссоциатсияи электролит таъсир мерасонад. Диссоциатсияи электролит, чун қоида, дар маҳлулҳои қутбӣ ба амал меояд ва ба гузариши охирин ( $\epsilon$ ) вобаста аст. Он ҳар қадар баланд бошад, диссоциатсияи электролит ҳамон қадар пурратар ва электрогузаронии маҳлул ҳамон қадар зиёд мешавад [2-М, 3-М, 10-М, 11-М, 21-М, 25-М, 28-М].

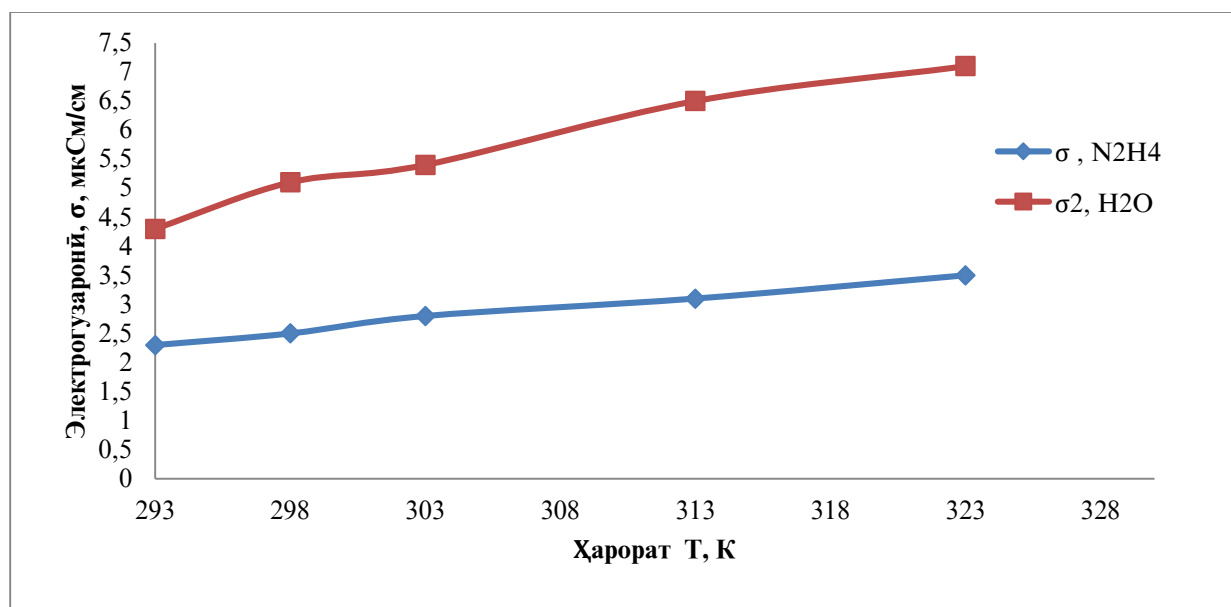
Қобилияти электрогузаронии ду модда, об ва гидразин, дар алоҳида вобаста ба ҳарорат чен карда шудааст. Натиҷаи ченкунӣ нишон дод, ки бо баланд шудани ҳарорат гузаронидани диэлектрикии моддаҳои маъмул зиёд мешавад. Натиҷаи ченкунӣ дар қадвали 3.1 ва расми 3.1 нишон дода шудааст.

Мақсади асосӣ дар таҷриба муайян намудани электрогузаронии маҳлули таҳқиқотӣ вобаста аз ҳарорат ва консентратсия мебошад. Зикр кардан ба маврид аст, ки маҳлули мавриди таҳқиқ аз 9-намуна иборат буда, ҳар кадомашон дорои консентратсияҳои гуногуни маводҳо мебошанд. Натиҷаҳо дар ҳудуди ҳароратҳои аз 293 то 323K ба даст оварда шудаанд.

Қисмҳои асосии намунаҳо (электролитҳо) дар зер оварда шудаанд (ҷадвали 3.2).

**Ҷадвали 3.1 - Электрогузаронии гидразин ва об ба тағйирёбии ҳарорат**

| $T, K$ | $\sigma_1, N_2H_4, \text{мкСм/см}$ | $\sigma_2, H_2O, \text{мкСм/см}$ |
|--------|------------------------------------|----------------------------------|
| 293    | 2,3                                | 4,3                              |
| 298    | 2,5                                | 5,1                              |
| 303    | 2,8                                | 5,4                              |
| 313    | 3,1                                | 6,5                              |
| 323    | 3,5                                | 7,1                              |



**Расми 3.1. - Вобастагии электрогузаронии гидразин ва об аз ҳарорат**

Электрогузаронии маҳлулҳои таҳқиқшуда бо усули ҳисобкунии ададӣ аз рӯи формулаи зерин санҷиш карда мешавад:

$$\frac{1}{\sigma} = \frac{n_1}{\sigma_1} + \frac{n_2}{\sigma_2} \quad (3.1)$$

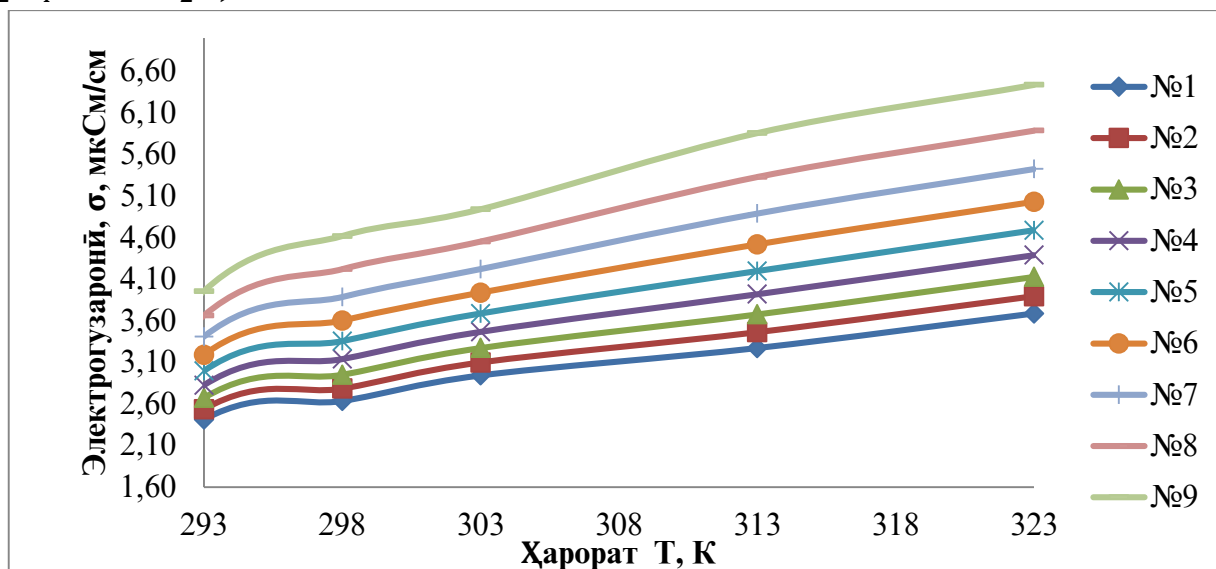
дар дар ин ҷо:  $n_1$  - консентратсияи гидразин;  $\sigma_1$  - электрогузаронии гидразин;  $n_2$  - консентратсияи об,  $\sigma_2$  - электрогузаронии об.

Натиҷаҳои ҳисобкунии ададии электрогузаронӣ дар ҷадвали 3.2 оварда шудаанд.

**Ҷадвали 3.2 - Электрогузаронии маҳлулҳои обии гидразин дар ҳароратҳои гуногун ( $\sigma = f(T)$ )**

| T, K | №1   | №2   | №3   | №4   | №5   | №6   | №7   | №8   | №9   |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 293  | 2,41 | 2,54 | 2,67 | 2,83 | 3,00 | 3,19 | 3,41 | 3,66 | 3,96 |
| 298  | 2,63 | 2,78 | 2,95 | 3,14 | 3,36 | 3,60 | 3,89 | 4,22 | 4,62 |
| 303  | 2,94 | 3,10 | 3,27 | 3,47 | 3,69 | 3,94 | 4,22 | 4,55 | 4,94 |
| 313  | 3,27 | 3,46 | 3,68 | 3,92 | 4,20 | 4,52 | 4,89 | 5,33 | 5,86 |
| 323  | 3,69 | 3,89 | 4,13 | 4,39 | 4,69 | 5,03 | 5,43 | 5,89 | 6,44 |

Эзоҳ: Намунаи №1 ( $0,9 N_2H_4 + 0,1 H_2O$ ); Намунаи №2 ( $0,8 N_2H_4 + 0,2 H_2O$ ); Намунаи №3 ( $0,7N_2H_4 + 0,3H_2O$ ); Намунаи №4 ( $0,6N_2H_4 + 0,4H_2O$ ); Намунаи №5 ( $0,5 N_2H_4 + 0,5H_2O$ ); Намунаи №6 ( $0,4N_2H_4 + 0,6H_2O$ ); Намунаи №7 ( $0,3 N_2H_4 + 0,7H_2O$ ); Намунаи №8 ( $0,2N_2H_4 + 0,8H_2O$ ); Намунаи №9 ( $0,1 N_2H_4 + 0,9 H_2O$ ).



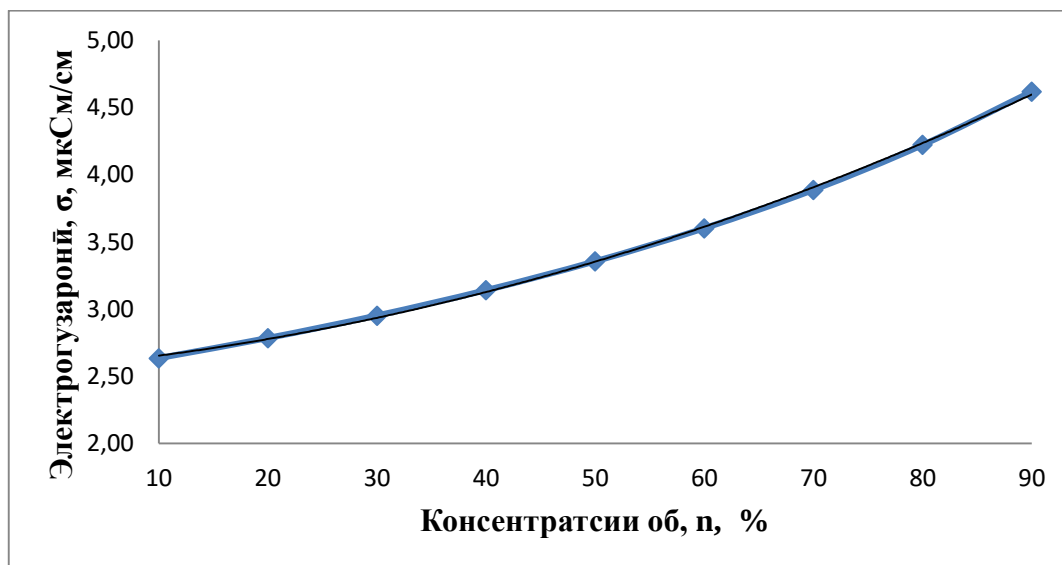
**Расми 3.2. - Вобастагии электрогузаронии система (гидразин ва об) аз ҳарорат дар фишори атмосферӣ: Намунаи №1 ( $0,9 N_2H_4 + 0,1 H_2O$ ); Намунаи №2 ( $0,8 N_2H_4 + 0,2 H_2O$ ); Намунаи №3 ( $0,7N_2H_4 + 0,3H_2O$ ); Намунаи №4 ( $0,6N_2H_4 + 0,4H_2O$ ); Намунаи №5 ( $0,5 N_2H_4 + 0,5H_2O$ ); Намунаи №6 ( $0,4N_2H_4 + 0,6H_2O$ ); Намунаи №7 ( $0,3 N_2H_4 + 0,7H_2O$ ); Намунаи №8 ( $0,2N_2H_4 + 0,8H_2O$ ); Намунаи №9 ( $0,1 N_2H_4 + 0,9 H_2O$ ), ( $\sigma = f(T)$ )**

Натиҷаҳои ҷенкунӣ нишон доданд, ки дар ҳарорати доимӣ бо зиёд шудани консентратсияи об дар маҳлулҳо электрогузаронӣ низ меафзояд [2-М, 3-М, 10-М, 11-М, 21-М, 25-М, 28-М]. Вобастагии консентратсияи электрогузаронии маҳлулҳои обии гидразин дар расми 3.3 нишон дода шудааст.

**Чадвали 3.3 - Тағйирёбии электрогузаронии маҳлулҳои обӣ аз консентратсияи компоненти дуюм, яъне об дар ҳарорати хона ( $T = 293\text{ K}$ )  $\sigma = f(n_{H_2O})$**

| № | n, H <sub>2</sub> O % | $\sigma_1$ , мкСм/см |
|---|-----------------------|----------------------|
| 1 | 10                    | 2,63                 |
| 2 | 20                    | 2,78                 |
| 3 | 30                    | 2,95                 |
| 4 | 40                    | 3,14                 |
| 5 | 50                    | 3,36                 |
| 6 | 60                    | 3,60                 |
| 7 | 70                    | 3,89                 |
| 8 | 80                    | 4,22                 |
| 9 | 90                    | 4,62                 |

Аз ҷадвали 3.3 мо графики зеринро ҳосил менамоем, ки дар расми 3.3 нишон дода шудааст.



**Расми 3.3. - Вобастагии тағйирёбии электрогузаронии маҳлулҳои обӣ аз консентратсияи компоненти дуюм, дар ҳарорати хона ( $T=293\text{ K}$ ),  $\sigma = f(n_{H_2O})$**

Чи тавре ки аз ҷадвали 3.3 ва расми 3.3 аён аст, ҳангоми зиёд шудани консентратсияи об дар маҳлулҳо электрогузаронӣ меафзод.

### 3.2. Нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули обии гидразин вобаста аз ҳарорат дар фишори доимӣ

«Нуфузпазирии диэлектрикӣ бузургии физикие мебошад, ки тағйирёбии қувваи таъсири байниҳамдигарии ду зардҳои электрикиро дар муҳит бар нисбати чунин қувваи таъсири байниҳамдигарии зарядҳоро дар вакуум тавсиф медиҳад. Нуфузпазирии диэлектрикии гидразин ва об аз ҳамдигар фарқ менамоянд. Сабаби асосӣ, потенциали электродҳо дар гидразин ва об мумкин аст, ки энергияи солвататсия бошад» [97-99]. Ба қимати потенциали электродӣ ҳангоми таъсири байниҳамдигарии гидразин ва ионҳои металл ва водород ташкил шудани комплекси ионҳо таъсир мерасонад [1-М, 5-М, 7-М, 8-М, 9-М, 12-М, 19-М, 22-М, 23-М, 24-М, 26-М, 27-М, 30-М].

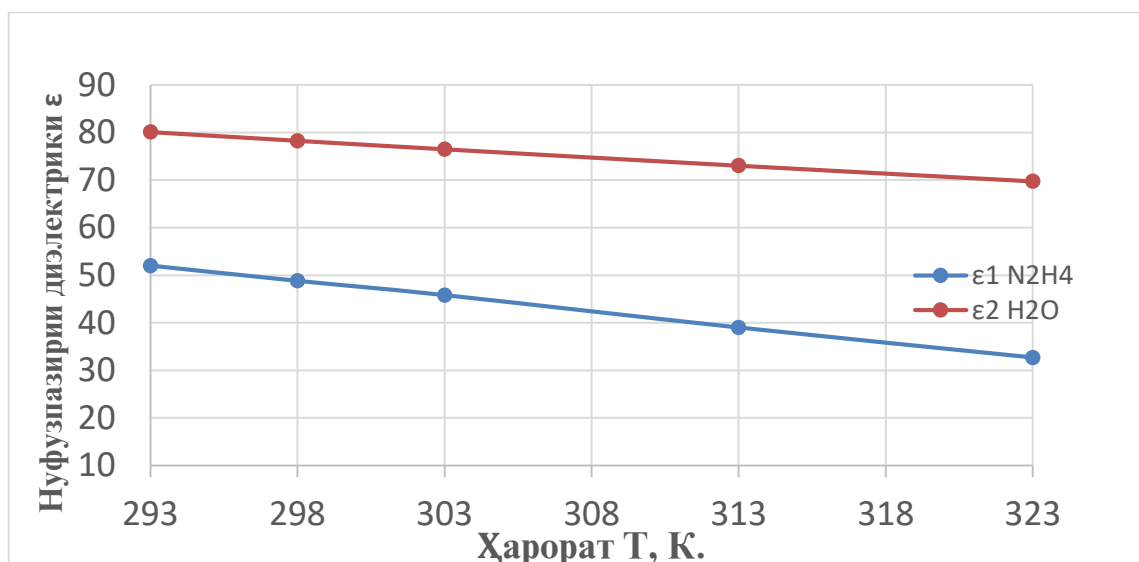
Дар диссертатсия нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули таҳқиқотӣ дар ҳолати муътадил ва ҳангоми тағйирёбии ҳарорат натиҷагирӣ карда шуд. Маводи таҳқиқотӣ 9 намуна интихобан гирифта шудааст. Намунаҳо дорои концентратсияҳои гуногун буда дар ҳудуди ҳарорати аз 293K то 323K мавриди таҳқиқот қарор гирифтааст.

Натиҷаҳо исботгари онанд, ки бо афзоиши ҳарорат нуфузпазирии диэлектрикии маҳлул кам мешавад. Дар ҳарорати хона афзоиши нуфузпазирии диэлектрикӣ ба концентратсияи об мутаносиб мебошад, яъне бо зиёд гардидани концентратсияи об ин бузургӣ меафзояд.

Натиҷаи таҷрибаҳо дар ҷадвали 3.1 ва графики 3.1. оварда шудаанд.

**Ҷадвали 3.1 - Тағйирёбии нуфузпазирии диэлектрикии гидразин ва об**

| T, K | $\epsilon_1$<br>гидразин | $\epsilon_2$<br>об |
|------|--------------------------|--------------------|
| 293  | 52,0                     | 80,08              |
| 298  | 48,8                     | 78,25              |
| 303  | 45,8                     | 76,47              |
| 313  | 39,0                     | 73,02              |
| 323  | 32,7                     | 69,73              |



**Расми 3.1. - Вобастагии нуфузпазирии диэлектрикии гидразин ва об аз ҳарорат ( $\epsilon = f(T)$ )**

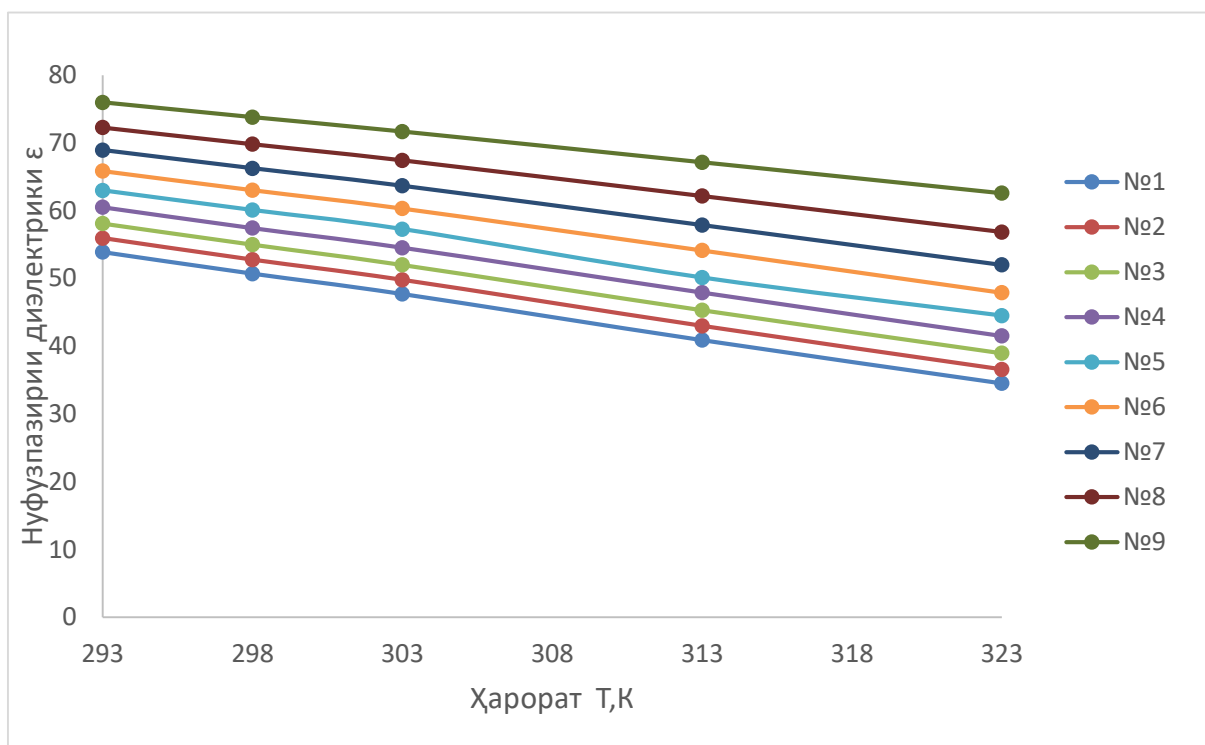
Мақсади асосӣ дар таҷриба муайян намудани нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули таҳқиқотӣ вобаста аз ҳарорат ва консентратсия мебошад. Маҳлули мавриди таҳқиқ аз 9-намуна иборат буда, ҳар кадомашон дорои консентратсияҳои гуногуни маводҳо мебошанд. Натиҷаҳо дар ҳудуди ҳароратҳои аз 293 то 323К ба даст оварда шудаанд.

Қисмҳои асосии намунаҳо (электrolитҳо) дар зер оварда шудаанд (Ҷадвали 3.2)

**Ҷадвали 3.2 - Нуфузпазирии диэлектрики маҳлулҳои обии электролитҳои система (гидразин ва об) дар ҳароратҳои гуногун ( $\epsilon = f(T)$ )**

| Т, К | №1    | №2    | №3    | №4    | №5    | №6    | №7    | №8    | №9    |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 293  | 53,89 | 55,96 | 58,11 | 60,52 | 63,00 | 65,85 | 68,94 | 72,28 | 75,98 |
| 298  | 50,71 | 52,77 | 55,00 | 57,44 | 60,10 | 63,03 | 66,26 | 69,82 | 73,80 |
| 303  | 47,71 | 49,79 | 52,00 | 54,55 | 57,29 | 60,32 | 63,67 | 67,44 | 71,68 |
| 313  | 40,91 | 43,00 | 45,33 | 47,93 | 50,14 | 54,14 | 57,88 | 62,17 | 67,16 |
| 323  | 34,53 | 36,58 | 38,98 | 41,52 | 44,52 | 47,90 | 52,00 | 56,86 | 62,60 |

Эзоҳ: Намунаи №1(0,9 N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + 0,1 H<sub>2</sub>O); Намунаи №2(0,8 N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + 0,2 H<sub>2</sub>O); Намунаи №3((0,7N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + 0,3H<sub>2</sub>O); Намунаи №4(0,6N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + 0,4H<sub>2</sub>O); Намунаи №5(0,5 N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + 0,5H<sub>2</sub>O); Намунаи №6(0,4N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + 0,6H<sub>2</sub>O); Намунаи №7(0,3 N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + 0,7H<sub>2</sub>O); Намунаи №8(0,2N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + 0,8H<sub>2</sub>O); Намунаи №9(0,1 N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + 0,9 H<sub>2</sub>O).



**Расми 3.2. - Вобастагии байни нуфузпазирии диэлектрикии система (гидразин ва об) аз ҳарорат дар фишори атмосферӣ:** Намунаи №1 ( $0,9 \text{ N}_2\text{H}_4 + 0,1 \text{ H}_2\text{O}$ ); Намунаи №2 ( $0,8 \text{ N}_2\text{H}_4 + 0,2 \text{ H}_2\text{O}$ ); Намунаи №3 ( $0,7 \text{ N}_2\text{H}_4 + 0,3 \text{ H}_2\text{O}$ ); Намунаи №4 ( $0,6 \text{ N}_2\text{H}_4 + 0,4 \text{ H}_2\text{O}$ ); Намунаи №5 ( $0,5 \text{ N}_2\text{H}_4 + 0,5 \text{ H}_2\text{O}$ ); Намунаи №6 ( $0,4 \text{ N}_2\text{H}_4 + 0,6 \text{ H}_2\text{O}$ ); Намунаи №7 ( $0,3 \text{ N}_2\text{H}_4 + 0,7 \text{ H}_2\text{O}$ ); Намунаи №8 ( $0,2 \text{ N}_2\text{H}_4 + 0,8 \text{ H}_2\text{O}$ ); Намунаи №9 ( $0,1 \text{ N}_2\text{H}_4 + 0,9 \text{ H}_2\text{O}$ ), ( $\epsilon = f(T)$ )

Нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои омӯхташуда бо ифодаи зерин санҷида мешаванд мешавад:

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{n_1}{\epsilon_1} + \frac{n_2}{\epsilon_2} \quad (3.2)$$

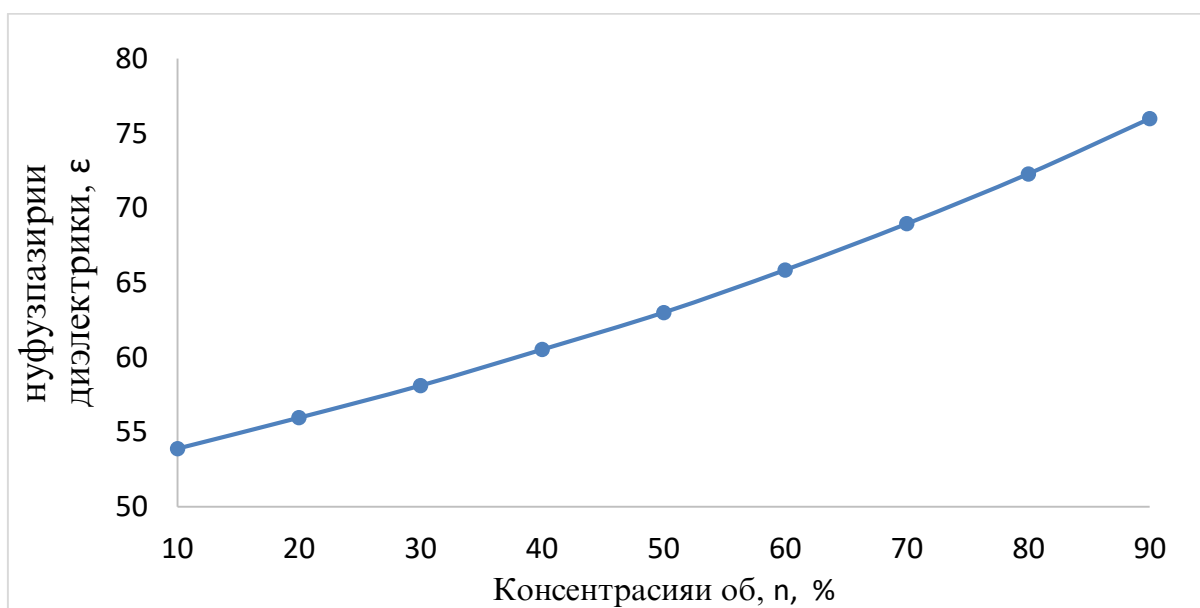
дар дар ин ҷо:  $n_1$  - консентратсияи гидразин,  $\epsilon_1$  - нуфузпазирии диэлектрикии гидразин,  $n_2$  - консентратсияи об,  $\epsilon_2$  - нуфузпазирии диэлектрикии об. Натиҷаҳои ҳисобкунии ададӣ дар ҷадвали 3.2 оварда шудаанд.

Натиҷаҳои ҷенкунӣ бар онанд, ки дар ҳарорати доимӣ бо зиёд шудани консентратсияи об дар маҳлул нуфузпазирии диэлектрикӣ зиёд мешавад [1-М, 5-М, 7-М, 8-М, 9-М, 12-М, 19-М, 22-М, 23-М, 24-М, 26-М, 27-М, 30-М]. Вобастагии нуфузпазирии диэлектрикӣ аз консентратсияи лббэхзсмаводҳо дар ҷадвали 3.3 нишон дода шудааст.

**Ҷадвали 3.3 - Тағйирёбии нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обӣ  
оид ба консентратсияи компоненти дуюм, яъне. об дар ҳарорати хона  
( $T=293K$ ), ( $\epsilon = f(n_{H_2O})$ )**

| № | n, H <sub>2</sub> O % | $\epsilon_2$ |
|---|-----------------------|--------------|
| 1 | 10                    | 53,89        |
| 2 | 20                    | 55,96        |
| 3 | 30                    | 58,11        |
| 4 | 40                    | 60,52        |
| 5 | 50                    | 63,00        |
| 6 | 60                    | 65,85        |
| 7 | 70                    | 68,94        |
| 8 | 80                    | 72,28        |
| 9 | 90                    | 75,98        |

Аз қиматҳои дар ҷадвали 3.3 буда чунин график сохтан мумкин аст.



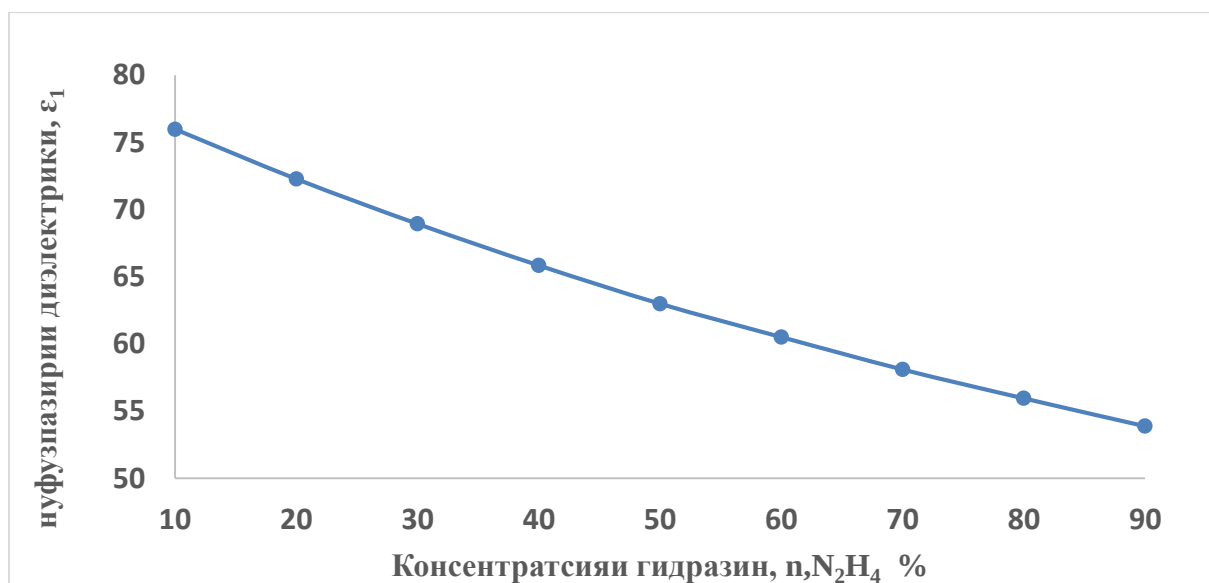
**Расми 3.3. - Вобастагии тағйирёбии нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои  
обии гидразин аз консентратсияи компоненти дуюм, дар ҳарорати хона  
( $T=293K$ ), ( $\epsilon = f(n_{H_2O})$ )**

Чунон ки аз ҷадвали 3.3 ва расми 3.3 дида мешавад, бо зиёд шудани консентратсияи об нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обии гидразин меафзояд.

Ин раванд бо афзоиши консентратсияи гидразин баръакс рафтор мекунад, ки дар чадвали 3.4 ва графики 3.4 оварда шудааст.

**Чадвали 3.4. - Тағйирёбии нуфузпазирии диэлектрики маҳлулҳои обии гидразин аз консентратсияи компоненти якум, яъне гидразин дар ҳарорати хона ( $T=293K$ ), ( $\epsilon = f(n_{N_2H_4})$ )**

| № | n, N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> % | $\epsilon_1$ |
|---|------------------------------------|--------------|
| 1 | 10                                 | 75,98        |
| 2 | 20                                 | 72,28        |
| 3 | 30                                 | 68,94        |
| 4 | 40                                 | 65,85        |
| 5 | 50                                 | 63,00        |
| 6 | 60                                 | 60,52        |
| 7 | 70                                 | 58,11        |
| 8 | 80                                 | 55,96        |
| 9 | 90                                 | 53,89        |



**Расми 3.4. - Вобастагии тағйирёбии нуфузпазирии диэлектрики маҳлулҳои обии гидразин аз консентратсияи компоненти якум, яъне гидразин дар ҳарорати хона ( $T=293K$ ), ( $\epsilon = f(n_{N_2H_4})$ )**

Об муқовимати баланди диэлектрикӣ дорад, ки муддати тӯлонӣ дар ҳолати обшуда мондани моддаҳоро таъмин мекунад ва ба он оварда мерасонад, ки об дар биосфера ҳеҷ гоҳ тоза нест.

### 3.3. Вобастагии байни электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин дар ҳарорати хона

Гузaronандагии электрикию ва гармигузаронӣ дар маҳлулҳо аз концентратсияҳои моддаҳои маҳлулқунанда ва маҳлулшаванда вобастагӣ дорад [3-М, 4-М, 5-М, 6-М, 8-М, 10-М, 13-М, 14-М, 15-М, 16-М, 18-М, 24-М]. Дар маҳлули таҳқиқотии мо ба сифати моддаи маҳлулқунанда об ( $H_2O$ ) ва моддаи маҳлулшаванда гидразин ( $N_2H_4$ ) қабул карда шудааст.

Мақсади асоси аз он иборат аст, ки бо роҳи таҷрибавӣ муайян намудани электрогузаронӣ ( $\sigma$ ) ва гармигузаронии ( $\lambda$ )и маҳлули обии гидразин мебошад [100, 102]. Бо ҳамин мақсад гармигузаронӣ ва электрогузаронии маҳлули обии гидразинро дар чор намуна вобаста аз ҳарорат дида баромадем. Дар ҳолати якум (60%,  $N_2H_4$  + 40%  $H_2O$ ), дар намунаи дуюм (50%,  $N_2H_4$  + 50%  $H_2O$ ), дар мавриди сеюм (40%,  $N_2H_4$  + 60%  $H_2O$ ) ва дар ҳолати чорум (30%,  $N_2H_4$  + 70%  $H_2O$ ).

Натиҷаи таҳқиқот нишон медиҳад, ки бо зиёд гардидани ҳарорат ва ҳиссаи массаи об дар маҳлул электрогузаронӣ ва гармигузаронии онҳо меафзояд.

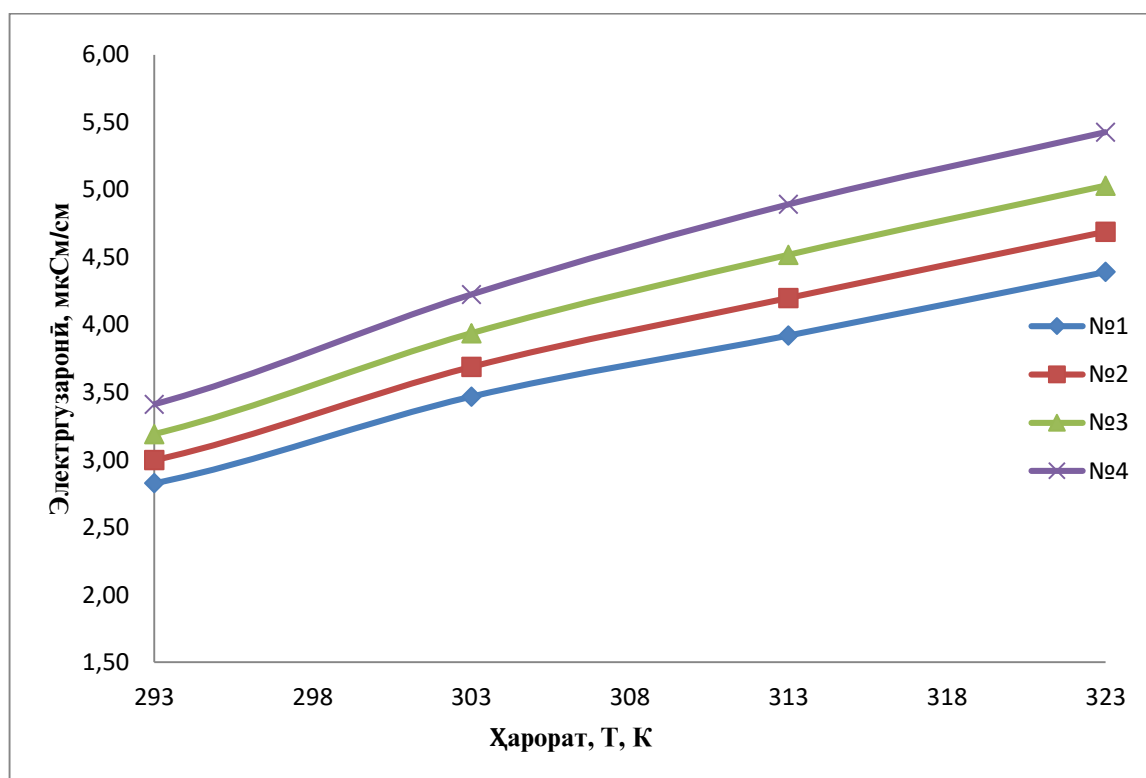
Натиҷаи таҷрибаҳо дар ҷадвали 3.5 ва расмҳои 3.5 ва 3.6 оварда шудаанд:

Муқаррар карда шуд, ки дар ҳарорати хона ( $T=298K$ ) электрогузаронии маҳлул вобаста аз концентратсияи об тарзи хаттӣ меафзояд ва аз концентратсияи гидразин баръакс кам мешавад. Ин вобастагӣ дар ҷадвали 3.6 ва расми 3.7 оварда шудааст [3-М, 4-М, 5-М, 6-М, 8-М, 10-М, 13-М, 14-М, 15-М, 16-М, 18-М, 24-М].

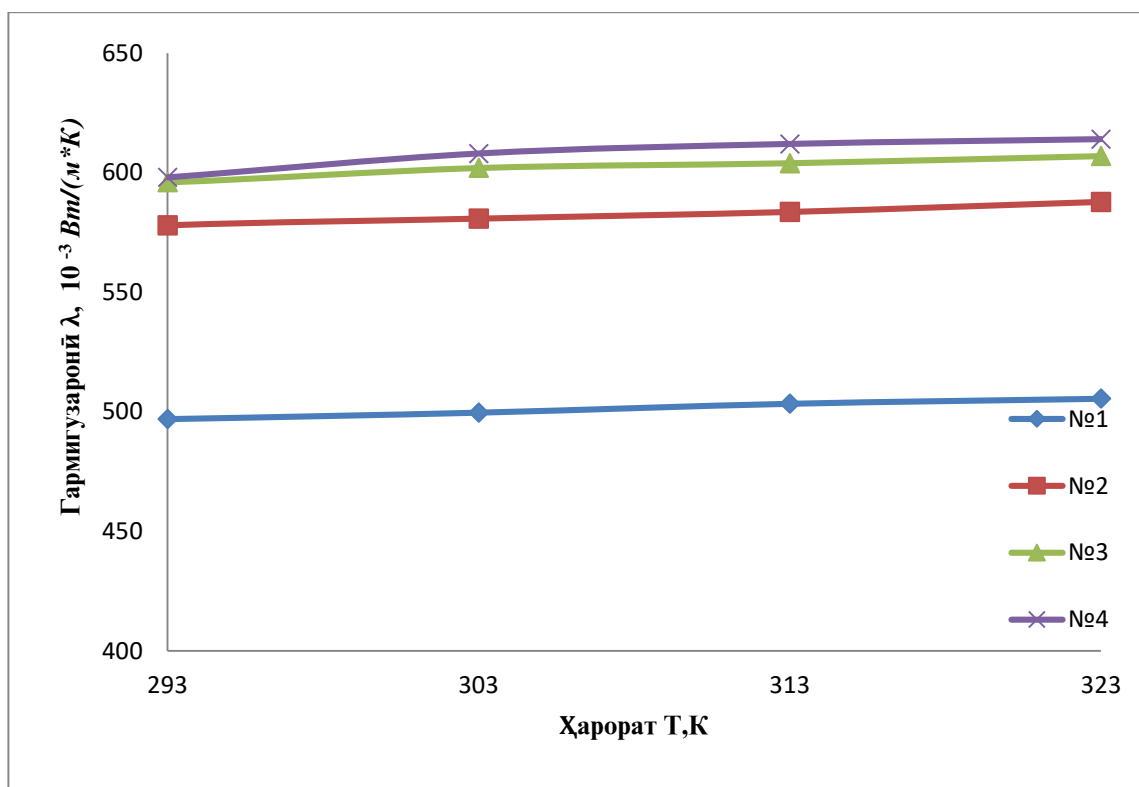
Аз қиматҳои дар ҷадвали 3.6 буда истифода намуда графикаи вобастагии гармигузаронии аз концентратсияи обро ҳосил менамоем (расми 3.7)

**Ҷадвали 3.5 - Электрогузаронӣ ( $\sigma$ ) ва гармигузаронӣ ( $\lambda$ )и маҳлул вобаста аз ҳарорат ва консентратсия**

| T, K | 60%, N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 40%<br>H <sub>2</sub> O |                      | 50%, N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> +50%<br>H <sub>2</sub> O |                      | 40%, N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> +60%<br>H <sub>2</sub> O |                      | 30%, N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> +70%<br>H <sub>2</sub> O |                      |
|------|--------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------|
|      | $\lambda, 10^3$<br>Вт/(м*К)                                  | $\sigma,$<br>мкСм/см | $\lambda, 10^3$<br>Вт/(м*К)                                 | $\sigma,$<br>мкСм/см | $\lambda, 10^3$<br>Вт/(м*К)                                 | $\sigma,$<br>мкСм/см | $\lambda, 10^3$<br>Вт/(м*К)                                 | $\sigma,$<br>мкСм/см |
| 293  | 497                                                          | 2,83                 | 578                                                         | 3,00                 | 596                                                         | 3,19                 | 598                                                         | 3,41                 |
| 303  | 499,7                                                        | 3,47                 | 580,8                                                       | 3,69                 | 602                                                         | 3,94                 | 608                                                         | 4,22                 |
| 313  | 503,4                                                        | 3,92                 | 583,6                                                       | 4,20                 | 604                                                         | 4,52                 | 612                                                         | 4,89                 |
| 323  | 505,5                                                        | 4,39                 | 587,8                                                       | 4,69                 | 607                                                         | 5,03                 | 614                                                         | 5,43                 |



**Расми 3.5. - Электрогузаронии маҳлули обии гидразин аз ҳарорат ва консентратсияи об: №1(60%, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> +40% H<sub>2</sub>O), №2 (50%, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> +50% H<sub>2</sub>O), №3 (40%, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> +60% H<sub>2</sub>O), №4(30%, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + 70%H<sub>2</sub>O), ( $\sigma = f(T)$ )**

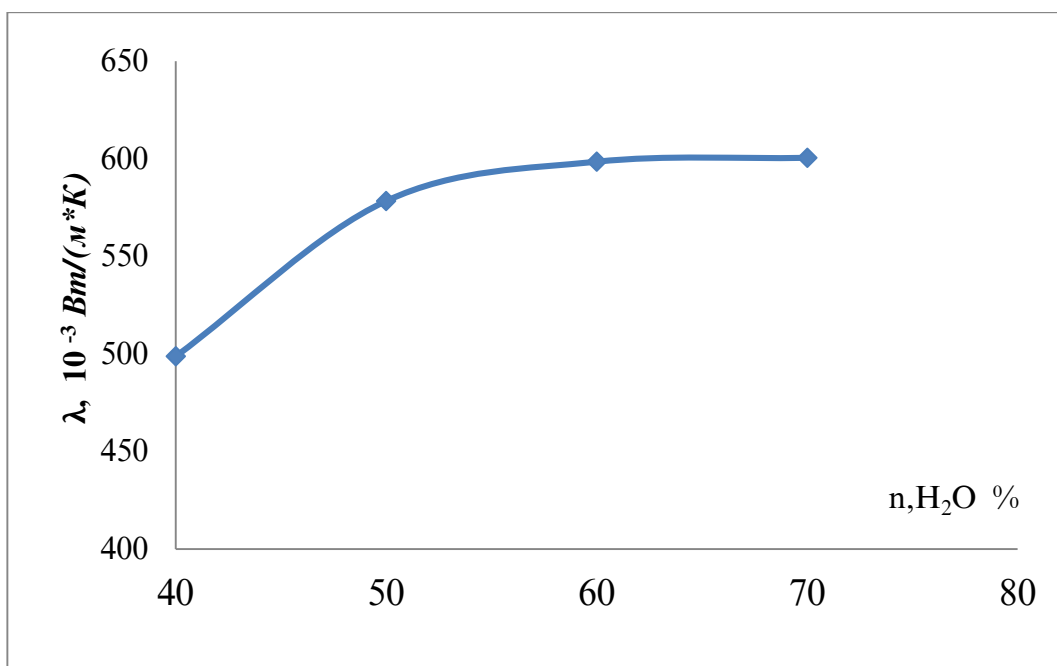


**Расми 3.6. - Гармигузаронии маҳлули обии гидразин аз ҳарорат**  
 №1(60%, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> +40% H<sub>2</sub>O), №2 (50%, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> +50% H<sub>2</sub>O), №3 (40%, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> +60% H<sub>2</sub>O),  
 №4(30%, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + 70%H<sub>2</sub>O), ( $\lambda = f(T)$ )

**Чадвали 3.6. - Гармигузаронии маҳлулҳо вобаста аз консентратсияи об**  
 дар ҳарорати 298К, ( $\lambda = f(n_{H_2O})$ )

| n,H <sub>2</sub> O % | $\lambda \cdot 10^{-3}$ , Вт/(м·К) |
|----------------------|------------------------------------|
| 40                   | 498,77                             |
| 50                   | 578,37                             |
| 60                   | 598,5                              |
| 70                   | 600,5                              |

Аз қиматҳои дар ҷадвали 3.6 буда истифода намуда графикаи вобастагии гармигузарони аз консентратсияи обро ҳосил менамоем.

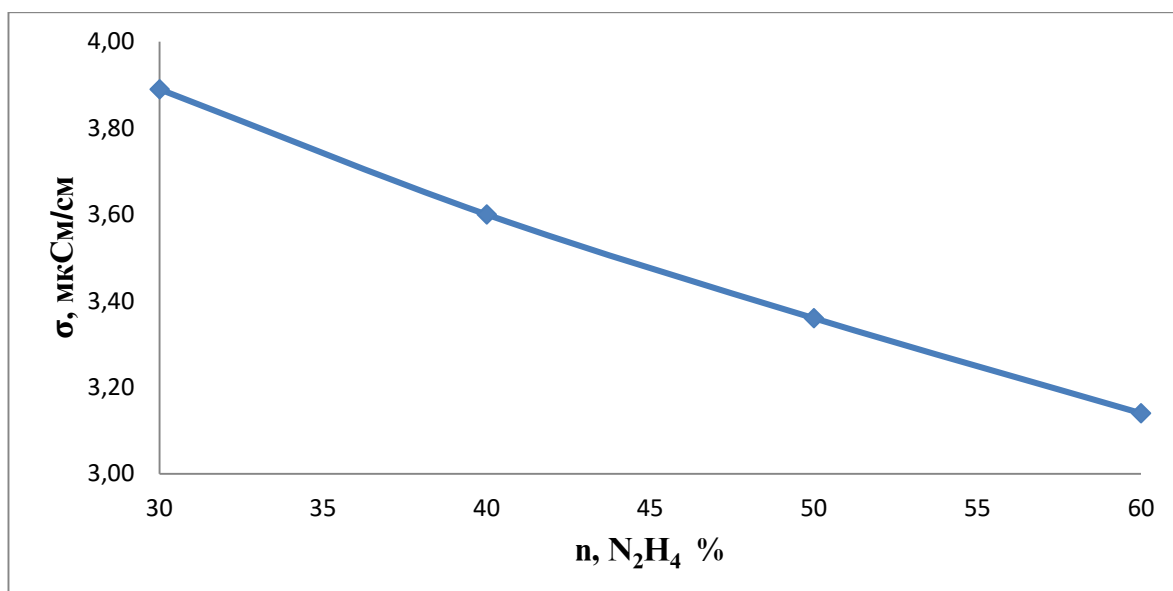


**Расми 3.7. - Вобастагии гармигузаронии маҳлули оби гидразин аз консентратсияи H<sub>2</sub>O дар ҳарорати хона, ( $\lambda = f(n_{H_2O})$ )**

Чи тавре, ки аз ҷадвали 3.6 ва графики дар расми 3.7 тасвир ёфта гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин чунин тағйир меёбад. Масалан дар ҳарорати хона бо зиёд шудани консентратсияи об дар маҳлули тадиқотӣ гармигузаронӣ то 24,4% меафзояд. Электрогузаронии маҳлули оби гидразин аз сабаби набудани бандҳои ионӣ дар гидразин бо зиёд гардидани ҳиссаи массаи он дар маҳлул, кам мегардад [3-М, 4-М, 5-М, 6-М, 8-М, 10-М, 13-М, 14-М, 15-М, 16-М, 18-М, 24-М]. Натиҷаҳои ба даст омада дар ҷадвали 3.7 ва расми 3.8 оварда шудааст:

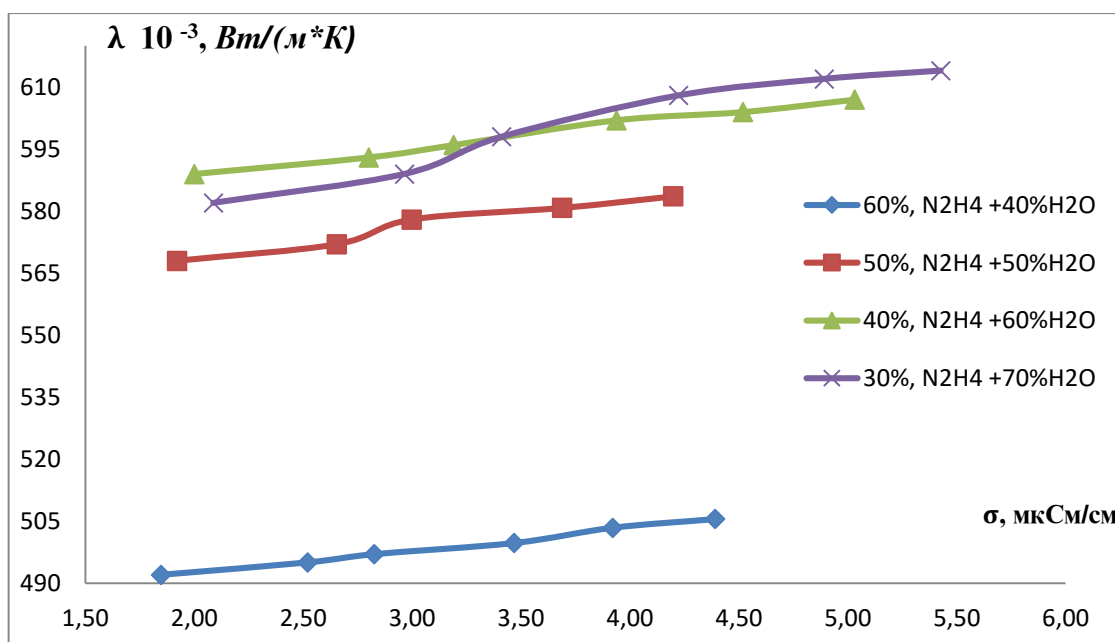
**Ҷадвали 3.7 - Электрогузаронии маҳлул вобаста аз консентратсияи гидразин дар ҳарорати 298К, ( $\sigma = f(n_{N_2H_4})$ )**

| n, N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> % | σ, мкСм/см |
|------------------------------------|------------|
| 30                                 | 3,89       |
| 40                                 | 3,60       |
| 50                                 | 3,36       |
| 60                                 | 3,14       |



**Расми 3.8. - Вобастагии электрогузаронии маҳлули обии гидразин аз консентратсияи N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> дар ҳарорати хона, ( $\sigma = f(n_{N_2H_4})$ )**

Аз ҷадвали 3.7 ва графики дар расми 3.8 тасвирёфта ба чунин хулоса омадан мумкин аст, ки дар ҳарорати хона зиёдшавии консентратсияи гидразин мо 60% электрогузаронии маҳлулҳои таҳқиқотӣ то 29,3% кам мешавад. Чунин тағйирёби чӣ тавре, ки дар расми 3.8 оварда шудааст, тағйирот аз рӯи қонуни хаттии рост кам мешавад.



**Расми 3.9. - Вобастагии гармигузаронии маҳлул аз электрогузаронӣ дар ҳарорати хона: №1(60%, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + 40% H<sub>2</sub>O), №2 (50%, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + 50% H<sub>2</sub>O), №3 (40%, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + 60% H<sub>2</sub>O), №4(30%, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + 70% H<sub>2</sub>O), ( $\lambda = f(\sigma)$ )**

Электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлули обии гидразин аз ҳарорат вобаста мебошад [105]. Дар графикаи расми 3.9 чунин вобастагӣ тасвир ёфтааст. Таърифе, ки аз график маълум мегардад афзудани гармигузарони аз консентратсияи он низ вобаста мебошад [3-М, 4-М, 5-М, 6-М, 8-М, 10-М, 13-М, 14-М, 15-М, 16-М, 18-М, 24-М].

#### **3.4. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии маҳлули обии гидразин аз нуфузпазирии диэлектрикии онҳо дар ҳарорати хона ва фишори атмосферӣ**

Ҳарчанд таҳқиқоти хосиятҳои термодинамикӣ ва гармофизикии маҳлулҳои электролитӣ таърихи тӯлонӣ доранд, аммо пажӯҳишҳо дар солҳои охир хосияти нав пайдо кардаанд. «Қобилияти гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин, сарфи назар аз кӯшишҳои олимон, як соҳаи таҳқиқнашудаи илм мебошад» [106-109]. «Дар адабиётҳо ва сарчашмаҳои илмӣ гармигузаронии танҳо чанде аз электролитҳои маъмултарин мавҷуданд, ки дар доираи хурди тағйирёбии ҳарорат ва консентратсияҳо омӯхта шудаанд» [3-М, 4-М, 5-М, 8-М, 13-М, 14-М, 15-М, 17-М, 24-М].

«Маҳлулҳои обии гидразин ва пайвастагиҳои он дар соҳаи саноати муосир маводҳои паҳншуда мебошанд, хусусан дар стансияҳои электрикии оби ва МГЭ, соҳаҳои гуногуни саноат, химия ва кайхоннавардӣ васеъ истифода бурда мешаванд. Бисёре аз равандҳои технологӣ дар саноат бо таъмин ва гирифтани гармӣ ба амал бароварда мешаванд. Аз ин рӯ яке аз проблемаҳои муҳим сарфаи манбаҳои энергия мебошад. Гармигузаронӣ барои фаъол гардонидани равандҳои гармию энергетикӣ, энергетикӣю технологи ва химиявию технологӣ аҳамияти калони амалӣ дорад. Ба ҳамин сабаб барои рушд ва омӯзиши амиқи физикаи ҳолати моеъгии моддаҳо, маълумот дар бораи хосиятҳои гармофизикӣ ва термодинамикии маҳлулҳои обии гидразин ва пайвастагиҳои он, муҳим шуморида мешавад» [113].

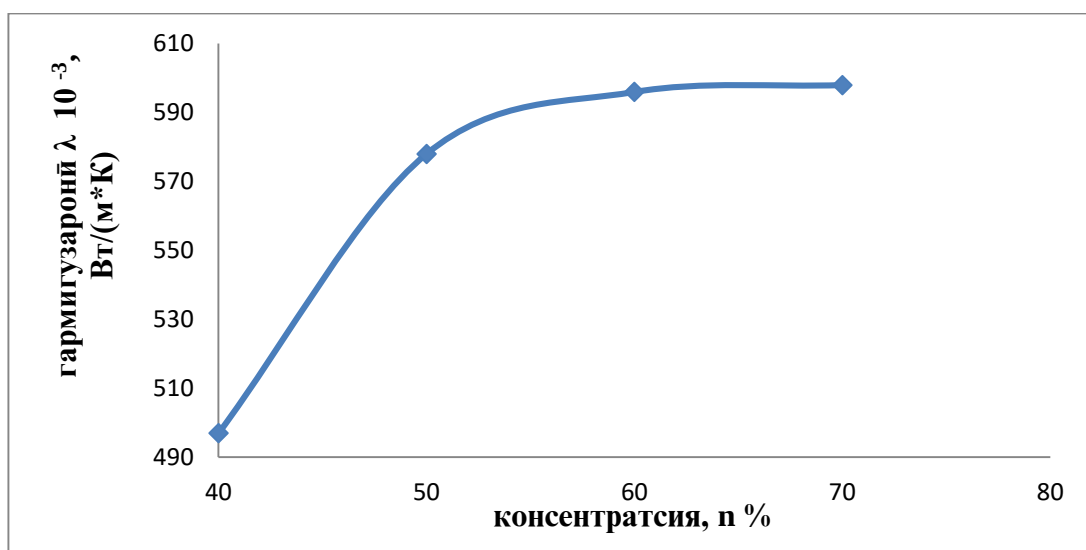
Натиҷаҳо оид ба коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин ва нуфузпазирии нисбии диэлектрикии он дар доираи консентратсия

ва ҳарорат ба даст оварда шудаанд. Бо ҳамин мақсад моддаи таҳқиқотӣ дар чор намуна вобаста аз консентратсияи моддаҳо ва ҳарорати хона (293K) интихоб карда шудааст. Дар ҳолати якум (60%,  $N_2H_4$  + 40%  $H_2O$ ), дар намунаи дуюм (50%,  $N_2H_4$  + 50%  $H_2O$ ), дар мавриди сеюм (40%,  $N_2H_4$  + 60%  $H_2O$ ) ва дар ҳолати чорум (30%,  $N_2H_4$  + 70%  $H_2O$ ) иборат мебошанд. Дар ҷадвали 3.8 коэффитсенти гармигӯзаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обии гидразин вобаста аз консентратсияи об оварда шудааст [3-М, 4-М, 5-М, 8-М, 13-М, 14-М, 15-М, 17-М, 24-М].

**Ҷадвали 3.8 - Коэффитсенти гармигӯзаронӣ ва нуфузпазирии нисбии диэлектрикии маҳлулҳои обии гидразин вобаста аз консентратси дар ҳарорати хона (293K).**

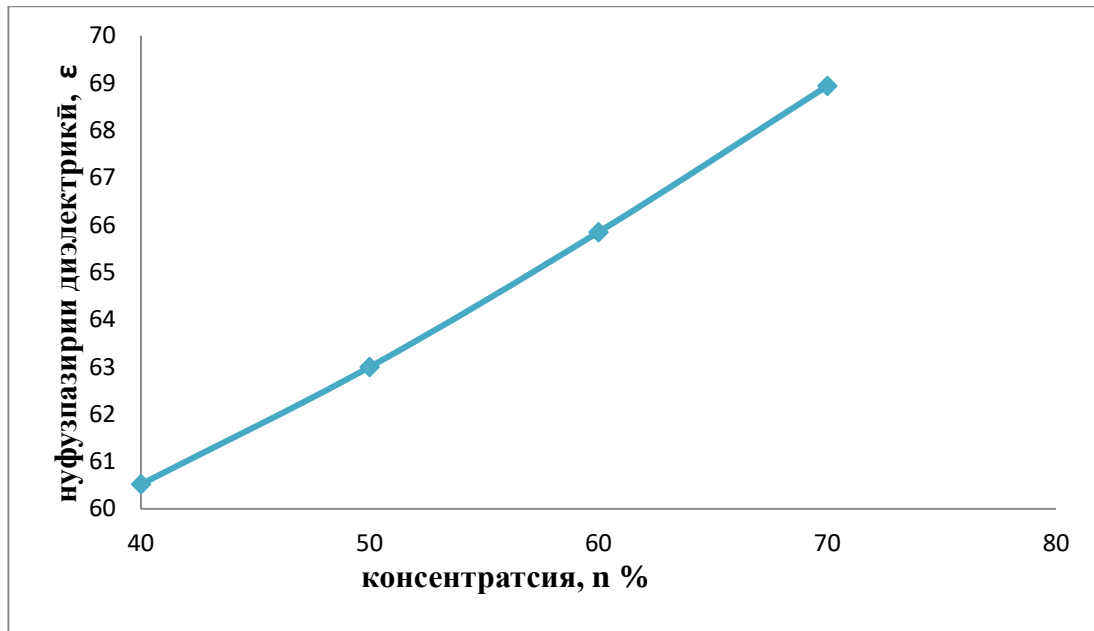
| №                              | 60% $N_2H_4$ +<br>40% $H_2O$ | 50% $N_2H_4$ +<br>50% $H_2O$ | 40% $N_2H_4$ +<br>60% $H_2O$ | 30% $N_2H_4$ +<br>70% $H_2O$ |
|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| $\lambda, 10^{-3}$<br>Вт/(м*К) | 497                          | 578                          | 596                          | 598                          |
| $\varepsilon$                  | 60,52                        | 63                           | 65,85                        | 68,94                        |

Аз қиматҳои дар ҷадвали 3.8 истифода намуда графикҳои вобастагии коэффитсенти гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обии гидразинро аз консентратсияи об ҳосил менамоем.



**Расми 3.10. - Графикҳои вобастагии коэффитсенти гармигӯзаронии маҳлули обии гидразин аз консентратсияи об дар ҳарорати хона**

Чи тавре, ки аз ҷадвали 3.8 маълум аст бо афзоиши коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулои обии гидразин, нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои таҳқиқотӣ меафзояд. Дар мавриди тағйир ёфтани консентратсияи об аз 40 то 70%, коэффитсиенти гармигузаронӣ 22,3% афзуда, нуфузпазирии диэлектрикӣ дар ин ҳудуд то 1,14 маротиба меафзояд.



**Расми 3.11. - Вобастагии нуфузпазирии диэлектрикии нисбии маҳлули обии гидразин аз консентратсияи об дар ҳарорати хона**

Аз расми 3.11 аён аст, ки нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули обии гидразин бо афзоиши консентратсияи об бо тарзи хаттӣ меафзояд. Дар ин маврид ҳудуди тағйирёбии консентратсияи об аз 40 то 70%ро ташкил медиҳад.

«Интиқоли миқдори энергия дар маҳлулҳои обии (электrolитҳо)и алоҳида ба таъсири мутақобилаи ионҳо ва диполҳо асос ёфтааст» [8-12]. Натиҷаҳои бадастомада исботгари онанд, ки гармигузаронии маҳлулҳои таҳқиқотӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии онҳо аз консентратсияи моддаҳо вобастагӣ дорад. Дар ҳароратҳои доимӣ бо баланд гардидани консентратсияи об дар маводи таҳқиқотӣ гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ меафзоянд.

### Хулосаҳо барои боби сеюм

Дар боби сеюм оид ба хосиятҳои электрохимиявии маҳлуи обии гидразин маълумоти таҷрибавӣ оварда шудааст. Маълум аст, ки ҳалқунандаи маъмултарин об аст. Дар он асосҳо, кислотаҳо, намакҳо ва баъзе пайвастагиҳои органикӣ комилан ҳал мешаванд. Дар боби мазкур таҷрибаҳо барои муайян намудани параметрҳои гармигузаронӣ, электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули обии гидразин вобаста аз консентратсия дар ҳароратҳои гуногун оварда шудааст:

1. Электрогузаронии маҳлулҳои электролитӣ аз табиати электролит ва маҳлул вобаста аст. Табиати ҳалқунанда ба дараҷаи диссоциатсияи электролит таъсир мерасонад. Диссоциатсияи электролит, чун қоида, дар маҳлулҳои қутбӣ ба амал меояд ва ба нуфузпазирии диэлектрикӣ ( $\epsilon$ ) вобаста аст. Он ҳар қадар баланд бошад, диссоциатсияи электролит ҳамон қадар пурратар ва ҷоришавии ҷараёни электрикӣ ҳамон қадар зиёд мешавад. Дар диссертатсия электрогузаронии маҳлули обии гидразин вобаста аз ҳарорат бо натиҷаҳои аз таҷрибаҳо гузаронидашуда пешниҳод гардидааст. Қобилияти электрогузаронии ду модда, об ва гидразин, дар алоҳида вобаста ба ҳарорат чен карда шудааст. Натиҷаи ченкуни нишон дод, ки бо баланд шудани ҳарорат гузаронидани электрикии моддаҳои таҳқиқотӣ зиёд мешавад. Дар маҳлули обии гидразин дар ҳарорати доимӣ бо зиёд гардидани консентратсияи об дар маҳлул электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ меафзояд.

2. Дар диссертатсия нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули таҳқиқотӣ дар фишори доимӣ ва ҳангоми тағйирёбии ҳарорат мавриди дақиқ қорор дода шудааст. Бо ин мақсад нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули таҳқиқотӣ дар 9 ҳолат, ки ҳар кадомашон дорои консентратсияи гуногуни гидразин ва об мебошанд, дар ҳароратҳои аз 293K то 323K дида баромада шудааст.

Натиҷаҳои таҷриба нишон дод, ки ҳангоми баланд шудани ҳарорат нуфузпазирии диэлектрикии маҳлул кам мешавад. Натиҷаҳо нишон дод, ки дар ҳолати нормалӣ ҳангоми афзоиш ёфтани консентратсияи об дар маҳлул, нуфузпазирии диэлектрикӣ низ зиёд мешавад.

3. Электрогузаронӣ ва гармигузарони дар маҳлули таҳқиқотӣ аз концентратсияҳои моддаҳои ҳалкунанда ва ҳалшаванда вобастагӣ дорад. Дар маҳлули таҳқиқотии мо ба сифати моддаи ҳалкунанда об ( $H_2O$ ) ва моддаи ҳалшаванда гидразин ( $N_2H_4$ ) қабул карда шудааст. Натиҷаи таҳқиқот нишон медиҳад, ки бо зиёд гардидани ҳарорат ва ҳиссаи массаи об дар маҳлул электрогузаронӣ ва гармигузаронии он меафзояд.

4. Коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин ва нуфузпазирии нисбии диэлектрикии он дар доираи концентратсия ва ҳарорат ба даст оварда шудаанд. Тавре, ки аз натиҷаҳо маълум гардид қобилияти гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин ва нуфузпазирии диэлектрикии онҳо аз концентратсияи моддаҳо вобастагӣ доранд. Дар ҳароратҳои доимӣ бо зиёд гардидани концентратсияи об дар маводи таҳқиқоти гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ меафзоянд.

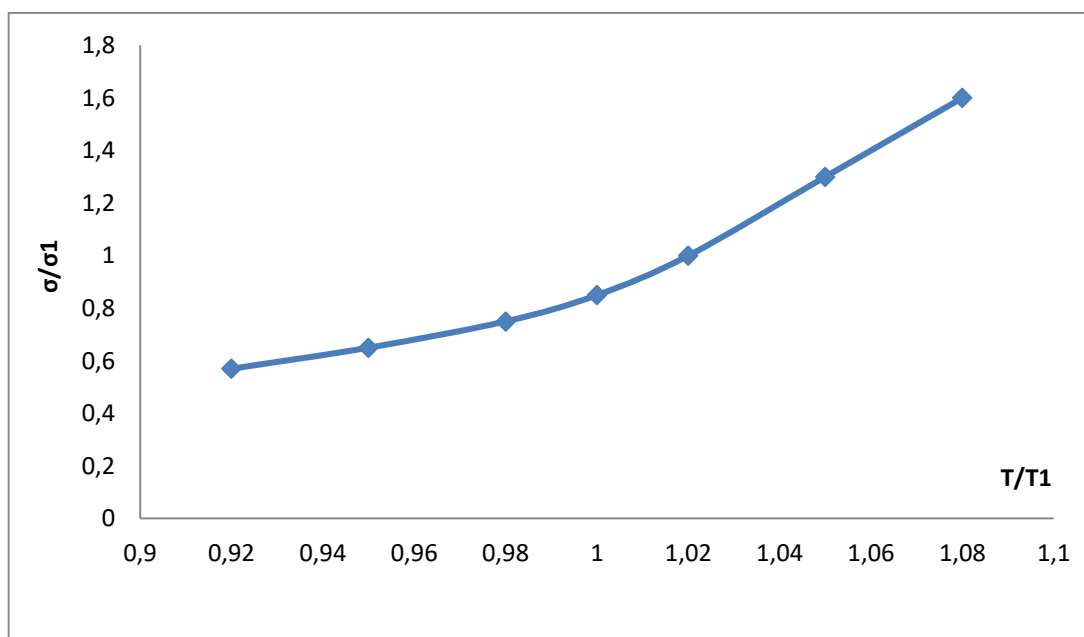
## Боби 4. Таҳлил ва коркарди маълумоти таҷрибавӣ оид ба электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ, гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин ва алоқамандии онҳо

### 4.1. Коркард ва таҳлили электрогузаронии электролитҳо дар фишори атмосферӣ

Барои ҷамъбасти натиҷаҳои таҷриба электрогузаронии маҳлулҳои обии гидразин дар консентратсияи гуногун ( $N_2H_4$  ва  $H_2O$ ) дар ҳарорати хона ( $T=293K$ ) ва фишори атмосферӣ, мо усули монандии термодинамикӣ ва қонуни мувофиқоварии ҳолатро дар консентратсияҳои гуногун истифода бурдем, ки шакли зерин дорад [2-М, 8-М, 20-М, 27-М, 28-М, 29-М, 30-М]:

$$\frac{\sigma}{\sigma_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right) \quad (4.1)$$

ки дар он  $\sigma$  ва  $\sigma_1$  электрогузаронии маҳлулҳо дар  $T_1=293K$  мебошанд.



**Расми 4.1. - Вобастагии нисбии электрогузаронӣ ( $\sigma/\sigma_1$ ) аз ҳарорати нисбӣ  
( $T/T_1$ ) дар фишори атмосферӣ**

(№1.  $\sigma_1=2,63$ ; №2.  $\sigma_1=2,78$ ; №3.  $\sigma_1=2,95$ ; №4.  $\sigma_1=3,14$ ; №5.  $\sigma_1=3,36$ ; №6.  $\sigma_1=3,6$ ;  
№7.  $\sigma_1=3,89$ ; №8.  $\sigma_1=4,22$ ; №9.  $\sigma_1=4,62$ )  $мкСм \cdot см^{-1}$

Чунон ки аз расми 4.1 дида мешавад, графики электрогузарони нисбӣ ( $\sigma/\sigma_1$ ) бар ҳарорати нисбӣ ( $T/T_1$ ) дар фишори атмосферӣ ( $P= 0,101$  МПа) мувофиқи қонуни хати қавӣ меафзояд.

Муодилаи хати қач, ки дар расми 4.1 оварда шудааст, шакли зерин дорад:

$$\sigma/\sigma_1 = [-2,148 \left(\frac{T}{T_1}\right)^2 + 9,328 \left(\frac{T}{T_1}\right) - 6,175] \quad (4.2)$$

Аз муодилаи (4.2) ҳосил менамоем;

$$\sigma = \left[-2,148 \left(\frac{T}{T_1}\right)^2 + 9,328 \left(\frac{T}{T_1}\right) - 6,175\right] \sigma_1, \text{ мкСм.см}^1 \quad (4.3)$$

Таҳлили қимати  $\sigma_1$  дар  $T_1=293\text{K}$  ва  $P=0,101\text{МПа}$  нишон дод, ки онҳо функцияҳои консентратсияи ҷузъи дуюм мебошанд [Расми 3.7 вобастагии  $\sigma_1$  аз консентратсияи об дар ҳарорати  $298\text{K}$  ва  $P=0,101\text{МПа}$ ]. Муодилаи хати қаче, ки дар расми 3.7 оварда шудааст, аз рӯи қонуни парабола иҷро мегардад ва бо ифодаи зерин тавсиф дода мешавад:

$$\sigma_1 = [16,78 * 10^{-5}(n_{\text{H}_2\text{O}})^2 + 7,6 * 10^{-3}(n_{\text{H}_2\text{O}}) + 2,55], \text{ мкСм.см}^1 \quad (4.4)$$

Аз муодилаи (4.3) ва (4.4) ҳосил менамоем:

$$\sigma = \left[-2,148 \left(\frac{T}{T_1}\right)^2 + 9,328 \left(\frac{T}{T_1}\right) - 6,175\right] [16,78 * 10^{-5}(n_{\text{H}_2\text{O}})^2 + 7,6 * 10^{-3}(n_{\text{H}_2\text{O}}) + 2,55], \text{ мкСм.см}^1 \quad (4.5)$$

Бо ёрии ифодаи (4.5) вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи электролитҳои системаи об ва гидразинро дар фишори атмосферӣ ва ҳароратҳои гуногун бо ҳатогии максималӣ 0,27% ҳисоб кардан мумкин аст, барои ин доништан лозим аст ҳарорат ва консентратсияи об дар  $T_1=298\text{K}$  (ҷадвали 3.6).

**Ҷадвали 4.1 - Баҳодиҳии электрогузаронии маҳлулҳои обии гидразин аз рӯи формулаи (4.5) дар ҳолати муқаррарӣ бо назардошти тағйирёбии консентратсияи об**

| Т, К | Намунаи №1<br>(0,9 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,1 H <sub>2</sub> O) |                       |              | Намунаи №2<br>(0,8 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,2 H <sub>2</sub> O) |                       |              | Намунаи №3<br>(0,7 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,3 H <sub>2</sub> O) |                       |              |
|------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
|      | $\sigma_{\text{экс}}$                                                    | $\sigma_{\text{рас}}$ | $\Delta, \%$ | $\sigma_{\text{экс}}$                                                    | $\sigma_{\text{рас}}$ | $\Delta, \%$ | $\sigma_{\text{экс}}$                                                    | $\sigma_{\text{рас}}$ | $\Delta, \%$ |
| 293  | 2,41                                                                     | 2,39                  | 1,01         | 2,54                                                                     | 2,50                  | 1,34         | 2,67                                                                     | 2,65                  | 0,88         |
| 298  | 2,63                                                                     | 2,66                  | 0,82         | 2,78                                                                     | 2,78                  | 0,03         | 2,95                                                                     | 2,94                  | 0,21         |
| 303  | 2,94                                                                     | 2,92                  | 0,75         | 3,10                                                                     | 3,06                  | 1,26         | 3,27                                                                     | 3,24                  | 1,04         |

| Идомаи ҷадвали 4.1 |                                                                          |      |       |                                                                          |      |       |                                                                          |      |        |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------|------|-------|--------------------------------------------------------------------------|------|-------|--------------------------------------------------------------------------|------|--------|
| 313                | 3,27                                                                     | 3,31 | 1,09  | 3,46                                                                     | 3,46 | 0,08  | 3,67                                                                     | 3,66 | 0,14   |
| 323                | 3,69                                                                     | 3,68 | 0,09  | 3,89                                                                     | 3,86 | 0,91  | 4,13                                                                     | 4,08 | 1,15   |
|                    |                                                                          |      | 2,25% |                                                                          |      | 2,53% |                                                                          |      | 2,16%  |
|                    | Намунаи №4<br>(0,6 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,4 H <sub>2</sub> O) |      |       | Намунаи №5<br>(0,5 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,5 H <sub>2</sub> O) |      |       | Намунаи №6<br>(0,4 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,6 H <sub>2</sub> O) |      |        |
| 293                | 2,82                                                                     | 2,82 | 0,00  | 2,99                                                                     | 3,03 | 1,34  | 3,19                                                                     | 3,26 | 2,19   |
| 298                | 3,14                                                                     | 3,14 | 0,00  | 3,35                                                                     | 3,37 | 0,60  | 3,6                                                                      | 3,63 | 0,83   |
| 303                | 3,46                                                                     | 3,45 | 0,29  | 3,68                                                                     | 3,7  | 0,54  | 3,93                                                                     | 3,99 | 1,53   |
| 313                | 3,92                                                                     | 3,91 | 0,26  | 4,19                                                                     | 4,19 | 0,00  | 4,51                                                                     | 4,52 | 0,22   |
| 323                | 4,39                                                                     | 4,35 | 0,91  | 4,69                                                                     | 4,67 | 0,43  | 5,03                                                                     | 5,03 | 0,00   |
|                    |                                                                          |      | 1,24% |                                                                          |      | 0,32% |                                                                          |      | 0,93%  |
|                    | Намунаи №7<br>(0,6 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,4 H <sub>2</sub> O) |      |       | Намунаи №8<br>(0,5 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,5 H <sub>2</sub> O) |      |       | Намунаи №9<br>(0,4 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,6 H <sub>2</sub> O) |      |        |
| 293                | 3,41                                                                     | 3,53 | 3,52  | 3,66                                                                     | 3,82 | 4,37  | 3,95                                                                     | 4,15 | 5,06   |
| 298                | 3,8                                                                      | 3,92 | 3,16  | 4,22                                                                     | 4,25 | 0,71  | 4,61                                                                     | 4,62 | 0,22   |
| 303                | 4,22                                                                     | 4,31 | 2,13  | 4,55                                                                     | 4,68 | 2,86  | 4,94                                                                     | 5,07 | 2,63   |
| 313                | 4,89                                                                     | 4,89 | 0,00  | 5,33                                                                     | 5,3  | 0,56  | 5,85                                                                     | 5,75 | 1,71   |
| 323                | 5,43                                                                     | 5,44 | 0,18  | 5,89                                                                     | 5,9  | 0,17  | 6,44                                                                     | 6,4  | 0,62   |
|                    |                                                                          |      | 1,46% |                                                                          |      | 2,06% |                                                                          |      | 2,47%  |
|                    |                                                                          |      |       |                                                                          |      |       |                                                                          |      | ±0,27% |

Ҳангоми ҳисобкунии ҳатогии умумии нисбии электрогузаронии вобаста ба концентратсияи об дар маҳлули обии гидразин дар ҳолати муқаррарӣ ба ±0,27% баробар мебошад.

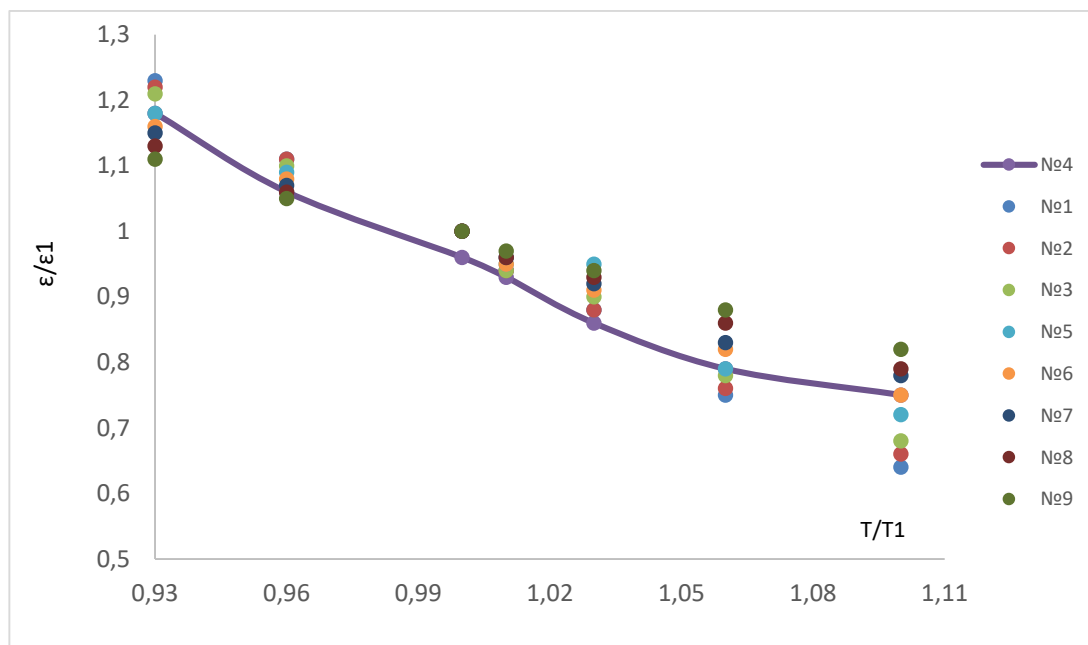
#### 4.2. Коркард ва таҳлили нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули обии гидразин дар ҳароратҳои гуногун ва фишори атмосферӣ

Барои коркарди натиҷаҳои таҷрибавӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули таҳқиқотӣ дар концентратсияи гуногун (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ва H<sub>2</sub>O) дар T=293K ва фишори атмосферӣ (0,101МПа), мо методи монандии термодинамикӣ ва қонуни мувофиқровари ҳолатро дар концентратсияҳои гуногун истифода бурдем, ки шакли зерин дорад [2-М, 8-М, 20-М, 27-М, 28-М, 29-М, 30-М]:

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right) \quad (4.6)$$

дар дар ин ҷо:  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули обӣ дар ва  $T_1=293\text{K}$ ,  $T$  ва  $T_1$  ҳарорати мутлақ дар шкалаи Келвинӣ

Вобастагии ифода (4.6) ба таври графикӣ дар расми 4.2 оварда шудааст.



**Расми 4.2. - Вобастагии нуфузпазирии диэлектрикии нисбии ( $\varepsilon/\varepsilon_1$ ) аз ҳарорати нисбии ( $T/T_1$ ) дар фишори атмосферӣ**

(№1.  $\varepsilon_1=53,89$ ; №2.  $\varepsilon_1=55,96$ ; №3.  $\varepsilon_1=58,11$ ; №4.  $\varepsilon_1=60,52$ ; №5.  $\varepsilon_1=63$ ; №6.  $\varepsilon_1=65,85$ ; №7.  $\varepsilon_1=68,94$ ; №8.  $\varepsilon_1=72,28$ ; №9.  $\varepsilon_1=75,98$ )

Чунон ки аз расми 4.2 дида мешавад, графики нуфузпазирии нисбӣ ( $\varepsilon/\varepsilon_1$ ) нисбат ба ҳарорати нисбӣ ( $T/T_1$ ) дар фишори атмосферӣ ( $P=0,101$  МПа) мувофиқи қонуни параболӣ кам мешавад.

Муодилаи хати қач, ки дар расми 4.2 оварда шудааст, шакли зерин дорад:

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} = \left[ -0,896 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 0,521 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 2,426 \right] \quad (4.7)$$

Аз муодилаи (4.7) ҳосил мегардад:

$$\varepsilon = \left[ -0,896 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 0,521 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 2,426 \right] \varepsilon_1 \quad (4.8)$$

Таҳлили қимати нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳо ( $\varepsilon_2$ ) дар  $T_1=293\text{K}$  ва  $P=0,101\text{MPa}$  нишон дод, ки онҳо бо муодилаи дараҷаи дуюм ҳисоб карда

мешавад. (Расми 3.3) Вобастагии  $\varepsilon_1$  аз консентратсияи об дар ҳарорати 293К ва  $P=0,101\text{МПа}$ ]. Муодилаи хати қач, ки дар расми 3.3 оварда шудааст, параболий буда ва бо ифодаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\varepsilon_1 = [1,183 * 10^{-3}(n_{\text{H}_2\text{O}})^2 + 15,5(n_{\text{H}_2\text{O}}) + 52,31] \quad (4.9)$$

Аз муодилаи (4.8) ва (4.9) ҳосил менамоем:

$$\varepsilon = \left[ -0,896 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 0,521 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 2,426 \right] [1,183 * 10^{-3}(n_{\text{H}_2\text{O}})^2 + 15,5(n_{\text{H}_2\text{O}}) + 52,31] \quad (4.10)$$

Бо ифодаи (4.10) ҳарорат ва вобастагии нуфузпазирии диэлектрикии электролитҳои системаи об ва гидразинро дар фишори атмосферӣ ва ҳароратҳои гуногун бо хатогии максималӣ 1,2% ҳисоб кардан мумкин аст, барои ин зарур аст, ҳарорат ва консентратсияи обро дар  $T_1=293\text{К}$  донем.

**Ҷадвали 4.2 - Ҳисоб намудани нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обии гидразин дар ҳолати муқаррарӣ бо ифодаи (4.10)**

| Т,К | <i>Намунаи №1</i><br>(0,9 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,1 H <sub>2</sub> O) |                  |       | <i>Намунаи №2</i><br>(0,8 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,2 H <sub>2</sub> O) |                  |       | <i>Намунаи №3</i><br>(0,7 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,3 H <sub>2</sub> O) |                  |       |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|
|     | ε <sub>экс</sub>                                                                | ε <sub>рас</sub> | Δ, %  | ε <sub>экс</sub>                                                                | ε <sub>рас</sub> | Δ, %  | ε <sub>экс</sub>                                                                | ε <sub>рас</sub> | Δ, %  |
| 293 | 53,89                                                                           | 53,89            | 0     | 55,96                                                                           | 55,96            | 0     | 58,11                                                                           | 58,11            | 0     |
| 298 | 50,71                                                                           | 52,9             | 4,1   | 52,77                                                                           | 54,78            | 3,6   | 55                                                                              | 56,88            | 3,3   |
| 303 | 47,71                                                                           | 50,2             | 8,7   | 49,79                                                                           | 51,98            | 4,2   | 52                                                                              | 53,98            | 3,6   |
| 313 | 40,91                                                                           | 46,96            | 12,8  | 43                                                                              | 48,63            | 11,5  | 45,33                                                                           | 50,5             | 10,2  |
| 323 | 34,53                                                                           | 41,02            | 15,7  | 36,58                                                                           | 42,48            | 13,8  | 38,89                                                                           | 44,11            | 11,8  |
|     |                                                                                 |                  | 4,78% |                                                                                 |                  | 3,75% |                                                                                 |                  | 3,38% |
|     | <i>Намунаи №4</i><br>(0,6 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,4 H <sub>2</sub> O) |                  |       | <i>Намунаи №5</i><br>(0,5 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,5 H <sub>2</sub> O) |                  |       | <i>Намунаи №6</i><br>(0,4 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,6 H <sub>2</sub> O) |                  |       |
|     | ε <sub>экс</sub>                                                                | ε <sub>рас</sub> | Δ, %  | ε <sub>экс</sub>                                                                | ε <sub>рас</sub> | Δ, %  | ε <sub>экс</sub>                                                                | ε <sub>рас</sub> | Δ, %  |
| 293 | 60,52                                                                           | 60,52            | 0     | 63                                                                              | 63               | 0     | 65,85                                                                           | 65,85            | 0     |
| 298 | 57,44                                                                           | 59,1             | 2,8   | 60,1                                                                            | 61,3             | 1,9   | 63,03                                                                           | 63,98            | 1,4   |
| 303 | 54,55                                                                           | 56,19            | 2,9   | 57,29                                                                           | 58,6             | 2,3   | 60,32                                                                           | 61,29            | 1,5   |
| 313 | 47,93                                                                           | 52,57            | 8,8   | 50,14                                                                           | 54,8             | 8,5   | 54,14                                                                           | 57,34            | 5,5   |
| 323 | 41,52                                                                           | 45,92            | 9,5   | 44,52                                                                           | 47,9             | 7     | 47,9                                                                            | 50               | 4,2   |
|     |                                                                                 |                  | 2,91% |                                                                                 |                  | 2,51% |                                                                                 |                  | 1,64% |

| Идомаи ҷадвали 4.2 |                                                                                 |       |       |                                                                                 |       |      |                                                                                 |       |       |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|---------------------------------------------------------------------------------|-------|------|---------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
|                    | <i>Намунаи №7</i><br>(0,6 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,4 H <sub>2</sub> O) |       |       | <i>Намунаи №8</i><br>(0,5 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,5 H <sub>2</sub> O) |       |      | <i>Намунаи №9</i><br>(0,4 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 0,6 H <sub>2</sub> O) |       |       |
| 293                | 68,94                                                                           | 68,94 | 0     | 72,28                                                                           | 72,28 | 0    | 75,98                                                                           | 75,98 | 0     |
| 298                | 66,26                                                                           | 66,76 | 0,74  | 69,82                                                                           | 69,76 | 0,08 | 73,8                                                                            | 73,75 | 0,13  |
| 303                | 63,67                                                                           | 64,17 | 0,7   | 67,44                                                                           | 67,27 | 0,04 | 71,68                                                                           | 70,58 | 1,55  |
| 313                | 57,88                                                                           | 60,03 | 3,58  | 62,17                                                                           | 62,93 | 1,2  | 67,16                                                                           | 66,03 | 1,71  |
| 323                | 52                                                                              | 52,44 | 0,8   | 56,86                                                                           | 54,97 | 3,4  | 62,6                                                                            | 57,67 | 8,5   |
|                    |                                                                                 |       | 0,95% |                                                                                 |       | 1%   |                                                                                 |       | 2,60% |
|                    |                                                                                 |       |       |                                                                                 |       |      |                                                                                 |       | ±2,6% |

Ҳангоми ҳисоб кардани ҳатогии умумии нисбии нуфузпазирии диэлектрикӣ дар маҳлули оби гидразин дар ҳолати муқаррарӣ ба ифодаи (4.10) то саҳеҳии  $\pm 2,6\%$  ҳисоб кардан мумкин аст.

#### 4.3. Алоқамандии вобастагии гармигузаронӣ ва электрогузаронии маҳлулҳои оби гидразин дар ҳароратҳои гуногун

Барои коркарди натиҷаҳои таҷриба ва ҳисобкунии гармигузарони вобаста аз электрогузаронӣ таносуби зеринро истифода намудем [2-М, 8-М, 20-М, 27-М, 28-М, 29-М, 30-М]:

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = f\left(\frac{\sigma}{\sigma_1}\right) \quad (4.11)$$

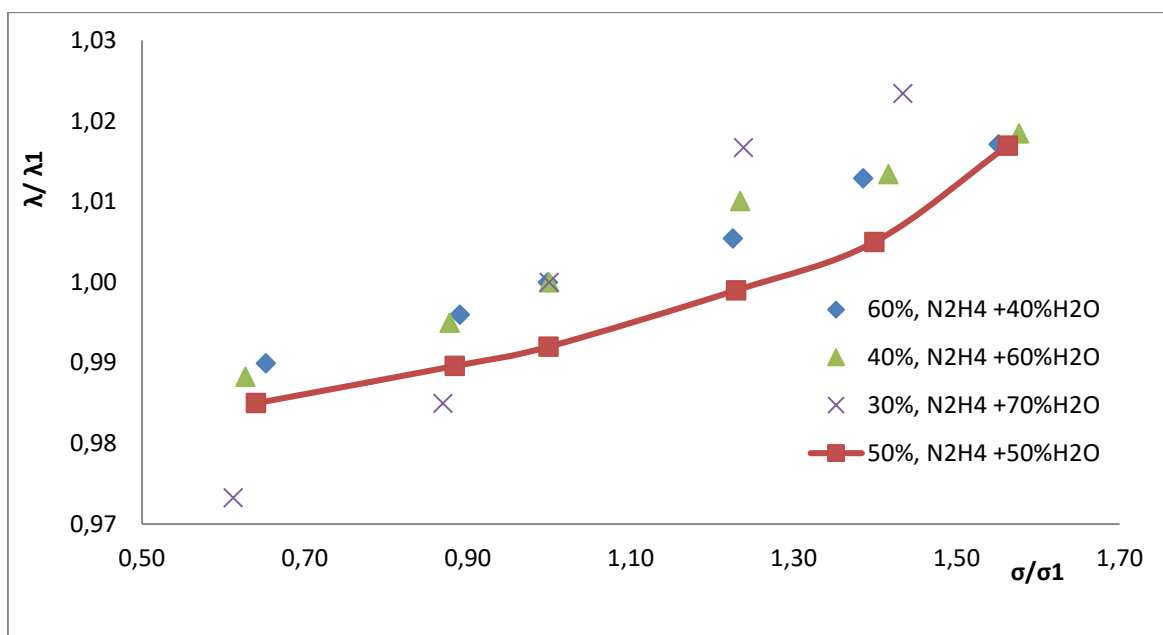
ки дар дар ин ҷо:  $\lambda$  ва  $\lambda_1$  гармигузаронии маҳлули оби гидразин ( $Вт/(м \cdot К)$ ),  $\sigma$  ва  $\sigma_1$  электрогузаронии маҳлулҳо ( $См \cdot м^{-1}$ ) мебошанд.

Вобастагии функционалӣ ифодаи (4.11) дар расми 4.3 оварда шудааст.

Чи тавре, ки дар графики 4.3 оварда шудааст, натиҷаҳои таҷрибавӣ палиноиди вобаста мебошанд.

Ин вобастагӣ бо муодилаи зерин ифода карда мешавад:

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = \left[ -0,003 \left( \frac{\sigma}{\sigma_1} \right)^2 + 0,0395 \left( \frac{\sigma}{\sigma_1} \right) + 0,964 \right] \quad (4.12)$$

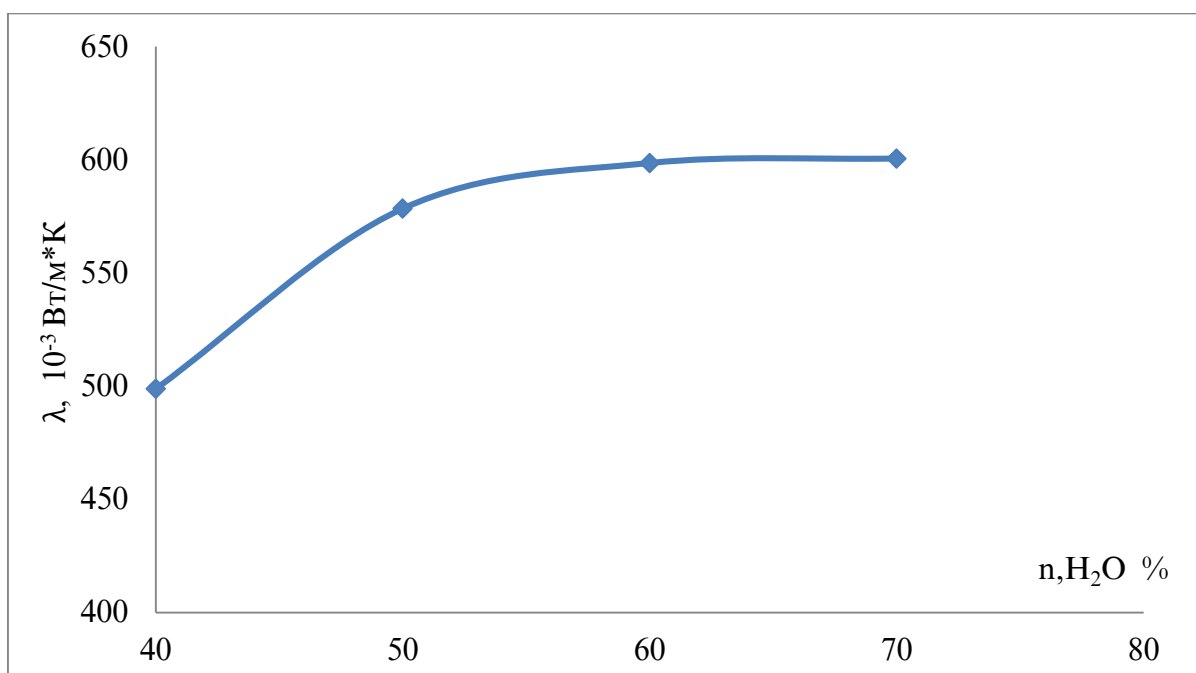


**Расми 4.3 - Вобастагии гармигузаронии нисбии ( $\lambda/\lambda_1$ ) маҳлули обии гидразин аз электрогузаронии нисбии маҳлулҳои татқиқотӣ ( $\sigma/\sigma_1$ ): №1 (60%, N₂H₄ + 40% H₂O), №2 (50%, N₂H₄ + 50% H₂O), №3 (40%, N₂H₄ + 60% H₂O), №4 (30%, N₂H₄ + 70% H₂O)**

Аз муодилаи (4.12) ҳосил кардан мумкин аст:

$$\lambda = \left[ -0,003 \left( \frac{\sigma}{\sigma_1} \right)^2 + 0,0395 \left( \frac{\sigma}{\sigma_1} \right) + 0,964 \right] * \lambda_1 \quad (4.13)$$

$\lambda_1$  аз консентратсии об вобаста мебошад, яъне  $\lambda_1 = f(n_{H_2O})$



**Расми 4.3 - Вобастагии гармигузарони  $\lambda_1$  маҳлули обии гидразин аз консентратсияи H₂O дар ҳарорати хона**

Хати качи дар расми 4.3 оварда шудааст, як шоҳаи парабола буда ва бо ифодаи зерин ҳисоб карда мешавад:  $\lambda_1 = [-0,194(n_{\text{H}_2\text{O}})^2 + 24,593(n_{\text{H}_2\text{O}}) - 172,49] \cdot 10^{-3}, \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{К)}$  (4.14)

Аз муодилаҳои (4.13) ва (4.14) истифода бурда ҳосил менамоем:

$$\lambda = \left[ -0,003 \left( \frac{\sigma}{\sigma_1} \right)^2 + 0,0395 \left( \frac{\sigma}{\sigma_1} \right) + 0,964 \right] * [-0,194(n_{\text{H}_2\text{O}})^2 + 24,593(n_{\text{H}_2\text{O}}) - 172,49] \cdot 10^{-3} (\text{Вт/м}^{\circ}\text{К}) \quad (4.15)$$

Аз муодилаи (4.15) истифода карда коэффисиенти гармигузаронии маҳлули татқиқотиро вобаста ба консентратсия ҳисоб намудан мумкин аст. Барои саҳеҳии натиҷаҳои таҳқиқотҳо ҳатогихои нисбии байни қиматҳои таҷрибавӣ бо формулаи (4.16) ҳисоб намудан мумкин аст.

$$\Delta = \left( \frac{\lambda_{\text{таҷ}} - \lambda_{\text{ҳис}}}{\lambda_{\text{таҷ}}} \right) 100\% \quad (4.16)$$

истифода менамоем (ҷадвали 4.3)

### Ҷадвали 4.3. - Ҳатогии ҳисобкунии гармигузаронӣ бо ифодаи 4.16

| $\lambda_{\text{таҷ}} 10^{-3}, \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{К)}$    |                                                                   |                                                                   |                                                                   | $\lambda_{\text{ҳис}} 10^{-3}, (\text{Вт/м}^{\circ}\text{К})$     |                                                                   |                                                                   |                                                                   | $\Delta = \frac{\lambda_{\text{таҷ}} - \lambda_{\text{ҳис}}}{\lambda_{\text{таҷ}}} 100\%$ |                                                                   |                                                                   |                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 60%,<br>N <sub>2</sub> H <sub>4</sub><br>+40%<br>H <sub>2</sub> O | 50%,<br>N <sub>2</sub> H <sub>4</sub><br>+50%<br>H <sub>2</sub> O | 40%,<br>N <sub>2</sub> H <sub>4</sub><br>+60%<br>H <sub>2</sub> O | 30%,<br>N <sub>2</sub> H <sub>4</sub><br>+70%<br>H <sub>2</sub> O | 60%,<br>N <sub>2</sub> H <sub>4</sub><br>+40%<br>H <sub>2</sub> O | 50%,<br>N <sub>2</sub> H <sub>4</sub><br>+50%<br>H <sub>2</sub> O | 40%,<br>N <sub>2</sub> H <sub>4</sub><br>+60%<br>H <sub>2</sub> O | 30%,<br>N <sub>2</sub> H <sub>4</sub><br>+70%<br>H <sub>2</sub> O | 60%,<br>N <sub>2</sub> H <sub>4</sub><br>+40%<br>H <sub>2</sub> O                         | 50%,<br>N <sub>2</sub> H <sub>4</sub><br>+50%<br>H <sub>2</sub> O | 40%,<br>N <sub>2</sub> H <sub>4</sub><br>+60%<br>H <sub>2</sub> O | 30%,<br>N <sub>2</sub> H <sub>4</sub><br>+70%<br>H <sub>2</sub> O |
| 492                                                               | 568                                                               | 589                                                               | 582                                                               | 494,34                                                            | 564,73                                                            | 597,11                                                            | 590,60                                                            | 0,48                                                                                      | 0,58                                                              | 1,38                                                              | 1,48                                                              |
| 495                                                               | 572                                                               | 593                                                               | 589                                                               | 498,67                                                            | 569,68                                                            | 602,34                                                            | 595,77                                                            | 0,74                                                                                      | 0,41                                                              | 1,58                                                              | 1,15                                                              |
| 497                                                               | 578                                                               | 596                                                               | 598                                                               | 500,71                                                            | 572,01                                                            | 604,81                                                            | 598,21                                                            | 0,75                                                                                      | 1,04                                                              | 1,48                                                              | 0,04                                                              |
| 499,7                                                             | 580,8                                                             | 602                                                               | 608                                                               | 504,50                                                            | 576,34                                                            | 609,39                                                            | 602,74                                                            | 0,96                                                                                      | 0,77                                                              | 1,23                                                              | 0,87                                                              |
| 503,4                                                             | 583,6                                                             | 604                                                               | 612                                                               | 507,33                                                            | 579,57                                                            | 612,80                                                            | 606,12                                                            | 0,78                                                                                      | 0,69                                                              | 1,46                                                              | 0,96                                                              |
| 505,5                                                             | 587,8                                                             | 607                                                               | 614                                                               | 509,74                                                            | 582,33                                                            | 615,72                                                            | 609,00                                                            | 0,84                                                                                      | 0,93                                                              | 1,44                                                              | 0,81                                                              |
|                                                                   |                                                                   |                                                                   |                                                                   |                                                                   |                                                                   |                                                                   |                                                                   | 0,76                                                                                      | <b>0,73%</b>                                                      | 1,43                                                              | 0,00                                                              |
|                                                                   |                                                                   |                                                                   |                                                                   |                                                                   |                                                                   |                                                                   |                                                                   |                                                                                           |                                                                   | $\pm 0,36\%$                                                      |                                                                   |

Ҳисобкуниҳои хатогии умумии нисбии гармигузарони вобаста бо консентратсияи об дар маҳлули оби гидразин дар ҳолати муқаррарӣ ба  $\pm 0,36\%$  баробар аст.

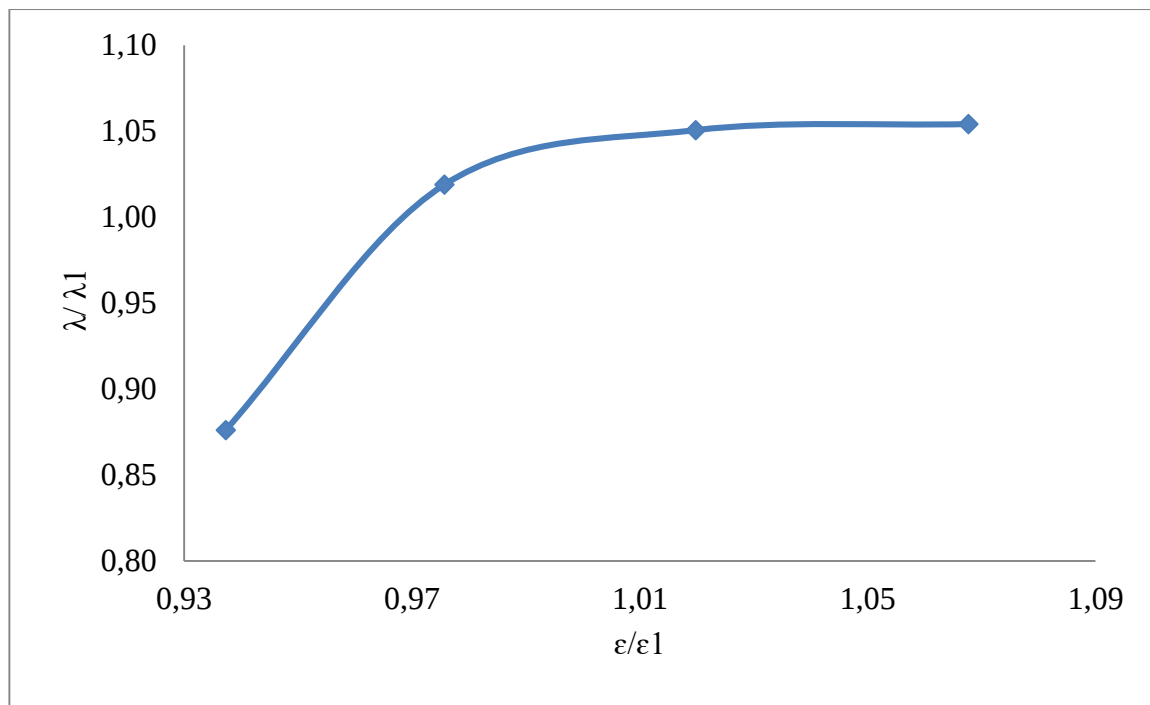
#### 4.4. Вобастагии коэффитсенти гармигузаронии маҳлули таҳқиқотӣ аз нуфузпазирии диэлектрикии онҳо дар ҳарорати хона ва фишори атмосферӣ (ҳосилкунии муодилаи эмпирикӣ)

Барои коркарди натиҷаҳои таҷриба ва ҳисобкунии коэффитсенти гармигузаронии маҳлули оби гидразин бо маълумоти таҷрибавӣ аз таносуби зерин истифода намудем [2-М, 8-М, 20-М, 27-М, 28-М, 29-М, 30-М]:

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = f\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}\right) \quad (4.17)$$

ки дар дар ин ҷо:  $\lambda$  ва  $\lambda_1$  коэффитсенти гармигузаронии маҳлули оби гидразин Вт/(м\*К),  $\varepsilon$  ва  $\varepsilon_1$  нуфузпазирии диэлектрикии онҳо мебошанд.

Вобастагии функционалии муодилаи (4.17) дар расми 4.4 оварда шудааст.



Расми 4.4 - Вобастагии коэффитсенти гармигузаронии нисбии маҳлули оби гидразин ( $\lambda/\lambda_1$ ) аз нуфузпазирии диэлектрикии нисбии ( $\varepsilon/\varepsilon_1$ ) маҳлулҳои таҳқиқотӣ

$$\lambda = \left[ -19,734 \left( \frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} \right)^2 + 40,844 \left( \frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} \right) - 20,064 \right] * [-0,197(n_{\text{H}_2\text{O}})^2 + 24,935(n_{\text{H}_2\text{O}}) - 182,05] 10^3, Bm/(M^*K) \quad (4.21)$$

Аз муодилаи (4.21) истифода намуда коэффисиенти гармигузаронии маҳлули таҳқиқотино ҳисоб намудем.

Барои ҳисоб кардани коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин дар асоси ифодаи (4.21) қимати ададии  $\epsilon$  ва  $n_{H_2O}$  ҳатогии нисбии байни қиматҳои таҷрибавӣ ва қиматҳои ҳисобкардашуда аз формулаи (4. 22) истифода менамоем:

$$\Delta = \left( \frac{\lambda_{\text{таҷ}} - \lambda_{\text{ҳис}}}{\lambda_{\text{таҷ}}} \right) 100\% \quad (4.22)$$

**Ҷадвали 4.4. - қимати ададии гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин вобаста ба консентратсияи об бо ифодаи (4.21)**

| $\lambda_{\text{таҷ}} 10^3, (\text{Вт/м}^{\circ}\text{К})$ |                                     |                                     |                                     | $\lambda_{\text{ҳис}} 10^3, (\text{Вт/м}^{\circ}\text{К})$ |                                     |                                     |                                     | $\Delta = \left( \frac{\lambda_{\text{таҷ}} - \lambda_{\text{ҳис}}}{\lambda_{\text{таҷ}}} \right) 100\%$ |                                     |                                     |                                     |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 660%,<br>$N_2H_4$<br>+40%<br>$H_2O$                        | 550%,<br>$N_2H_4$<br>+50%<br>$H_2O$ | 440%,<br>$N_2H_4$<br>+60%<br>$H_2O$ | 330%,<br>$N_2H_4$<br>+70%<br>$H_2O$ | 660%,<br>$N_2H_4$<br>+40%<br>$H_2O$                        | 550%,<br>$N_2H_4$<br>+50%<br>$H_2O$ | 440%,<br>$N_2H_4$<br>+60%<br>$H_2O$ | 330%,<br>$N_2H_4$<br>+70%<br>$H_2O$ | 660%,<br>$N_2H_4$<br>+40%<br>$H_2O$                                                                      | 550%,<br>$N_2H_4$<br>+50%<br>$H_2O$ | 440%,<br>$N_2H_4$<br>+60%<br>$H_2O$ | 330%,<br>$N_2H_4$<br>+70%<br>$H_2O$ |
| 497                                                        | 578                                 | 596                                 | 598                                 | 497,95                                                     | 567,95                              | 597,95                              | 587,95                              | 0,19                                                                                                     | 1,77                                | 0,33                                | 1,71                                |
| $\pm 0,74\%$                                               |                                     |                                     |                                     |                                                            |                                     |                                     |                                     |                                                                                                          |                                     |                                     |                                     |

Ҳатогии умумии нисбии коэффикиенти гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин ҳолати муқаррарӣ ба  $\pm 0,74\%$  баробар аст.

**Хулосаҳо барои боби чорум**

1. Дар боби чоруми диссертатсияи мазкур коркард ва таҳлили гармигузаронӣ, электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии электролитҳо дар мисоли маҳлули обии гидразин дар фишори атмосферӣ натиҷаҳои таҷрибавӣ оварда шудааст. Бо ин мақсад моддаҳои таҳқиқшаванда дар 9 намунаи таҳқиқотӣ вобаста аз консентратсияи таркибии моддаҳо гузаронида шудааст; натиҷаи таҷрибаҳо собит сохтааст, ки электрогузаронии маҳлулҳои мавриди таҳқиқ қарор гирифтааст. Дар мисоли гидразин ва об бо

зиёд гардидани ҳарорат гармигузаронӣ, электрогузаронӣ меафзоянд. Таҳлили натиҷаи таҷрибаҳо собит намуданд, ки электрогузаронии маҳлули обии гидразин дар ҳарорати хона ва фишори атмосферӣ ки дар диссертатсия бо муодилаи (4.15) ифода ёфтааст, ҳангоми ҳисобкуни ҳатогии умумии нисбӣ дар маҳлули обии гидразин дар ҳолати муқаррарӣ ба саҳеҳии 0,27% ҳисоб намудан мумкин аст.

2. Дар боби чоруми диссертатсия коркард ва таҳлили натиҷаҳои таҷрибавӣ оиди нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули обии гидразин дар ҳарорати хона вобаста аз концентратсияи об дар маҳлул натиҷагирӣ карда шудааст. Ҳангоми ҳисобкунии ҳатогии умумии нисбии концентратсияи об дар маҳлули обии гидразин дар ҳолати муқаррарӣ ба 0,27% баробар аст.

3. Дар ин боби диссертатсия вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии маҳлули обии гидразин аз нуфузпазирии диэлектрикии онҳо дар ҳарорати хона ва фишори атмосферӣ натиҷаҳои таҷрибавӣ оварда шудааст. Барои муқоисаи натиҷаҳои ҳисобкардашуда доир ба коэффитсенти гармигузаронии маҳлули обии гидразин бо маълумоти таҷрибавӣ аз таносуби (4.17) истифода карда шудааст. Маълум гардид, ки ҳатогии умумии нисбии коэффитсиенти гармигузаронии маҳлули обии гидразин вобаста аз нуфузпазирии диэлектрикии онҳо дар ҳолати муқаррарӣ ба 0,74% баробар аст.

## Хулосаҳо

1. Барои чен кардани электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин дастгоҳҳои таҷрибавӣ тақмил ва ҷамъ карда шудаанд [1-М, 2-М, 7-М, 9-М - 12-М, 14-М, 16-М, 18-М, 25-М, 26-М, 28-М].

2. Дар натиҷаи таҳқиқоти таҷрибавӣ ва назариявӣ маълумот оид ба электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин вобаста ба ҳарорат (293-323)К дар фишори атмосферӣ ба даст оварда шудааст, ки онҳоро барои ҳисобкунии адабии моделҳои математикӣ васеъ истифода намудан имконпазир аст [1-М, 2-М, 3-М, 4-М, 5-М, 6-М, 7-М, 8-М, 9-М, 10-М, 11-М, 12-М, 13-М, 14-М, 15-М, 16-М, 17-М, 18-М, 19-М, 20-М, 27-М, 29-М, 30-М].

3. Қиматҳои таҷрибавӣ ва адабии коэффитсиенти гармигузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва электрогузаронии маҳлулҳои обии гидразин вобаста ба ҳарорат, консентратсияи маҳлулқунанда ба даст оварда шудааст, ки онҳо бо қонуниятҳои моделсозӣ итоат мекунанд [3-М, 4-М, 5-М, 6-М, 8-М, 9-М, 10-М, 11-М, 12-М, 13-М, 14-М, 15-М, 16-М, 18-М, 19-М, 20-М, 21-М, 22-М, 23-М, 24-М, 25-М, 26-М, 27-М, 28-М, 29-М, 30-М].

4. Муқарар карда шуд, ки электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин дар ҳарорати хона ва ҳароратҳои гуногун аз консентратсияи компоненти дуум (об) вобастагӣ доранд [1-М, 2-М, 3-М, 4-М, 5-М, 6-М, 7-М, 8-М, 9-М, 10-М, 11-М, 12-М, 13-М, 14-М, 15-М, 16-М, 17-М, 18-М, 19-М, 20-М, 21-М, 22-М, 23-М].

5. Муқаррар карда шуд, ки баландшавии ҳарорат бо зиёдшавии коэффитсиенти гармигузаронӣ ва электрогузаронии маҳлулҳои обии гидразин оварда мерасонад [2-М, 3-М, 4-М, 8-М, 10-М, 11-М, 13-М, 14-М, 15-М, 16-М, 17-М, 18-М, 20-М, 21-М, 25-М, 28-М, 29-М, 30-М].

6. Дар тамоми интервали концентратсияи маҳлулшаванда ва маҳлулқунандаи системаи гидразин ва об, барои 9 намунаи таҳқиқот, муқарар карда шуд, ки электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва гармигузаронӣ функсияи ҳарорат ва концентратсияи компонентҳо мебошанд [1-М, 2-М, 3-М, 4-М, 5-М, 6-М, 7-М, 8-М, 9-М, 10-М, 18-М, 19-М, 20-М, 21-М, 22-М, 23-М, 24-М, 25-М, 26-М, 27-М, 28-М, 29-М, 30-М].

7. Алоқамандии байни гармигузаронӣ ва электрогузаронӣ, гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обии гидразин муқаррар карда шудааст. Гармигузаронӣ ба электрогузаронӣ ва ба нуфузпазирии диэлектрикӣ мутаносиби роста мебошад [3-М, 4-М, 5-М, 6-М, 15-М, 24-М].

8. Натиҷаҳои таҳқиқот ва муодилаҳои эмпирикӣ барои ҳисоб намудани гармигузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва электрогузаронӣ дар мавриди ҳисобкуниҳои реаксияҳои химивӣ истифода бурда шудаанд (санадҳои тадбиқ пешниҳод гардидааст) [3-М, 4-М, 5-М, 6-М, 7-М, 8-М, 13-М, 27-М, 29-М, 30-М].

### ***Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳои таҳқиқот***

1. Дастгоҳҳои таҷрибавии такмилдодашуда, барои ченкунии электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ, метавонанд барои омӯзиши хосиятҳои электрофизикии мавод ва маҳлулҳо дар шароити озмоишгоҳҳо ҳамчун усулҳои экспрессӣ истифода бурда шаванд.

2. Ҷадвалҳои тартибдодашуда оид ба электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обии гидразин дар ҳароратҳои аз 293 то 323К метавонанд ҳангоми муносибгардонӣ ва такмили равандҳои гуногуни технологӣ дар ташкилотҳои лоиҳакашӣ истифода шаванд.

3. Маълумоти ба даст омада оид ба электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ барои ҳисобкуниҳои реакторҳои моделӣ истифода мешаванд.

4. Усули пешниҳодшудаи таҳлили муодилаҳои эмпирикӣ, ки барои як қатор маҳлулҳои обӣ ҳосил карда шудаанд, метавонанд нисбати дигар маҳлулҳо истифода шаванд.

5. Бонки маълумот оид ба электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обӣ бо маълумоти нав пурра карда шуд, ки метавонанд дар амалия татбиқ карда шаванд.

6. Дастгоҳи пешниҳодкардашуда барои ченкунии электрогузаронӣ, гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои оби гидразин дар Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав, Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, Донишгоҳи давлатии омӯзгорӣ Тоҷикистон ба номи С. Айни ҳангоми иҷрои корҳои лабораторӣ, корҳои курсӣ ва дипломӣ тавсия дода мешаванд.

7. Муодилаҳои эмпирикии ҳосилкардашударо донишҷӯён, магистрантон ва докторантҳо барои ҳисобкунии электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои обӣ истифода бурда метавонанд.

### Рӯйхати адабиёт

1. **Деньгуб, В.М.**, Единицы величин. Словарь-справочник/ **В.М. Деньгуб, В. Г. Смирнов** // М.: Издательство стандартов (ISBN 5-7050-0118-5), 1990. - 240 с.
2. **Блатт, Ф.** Физика электронной проводимости в твердых телах. - М.: Мир, 1971. - 470 с.
3. **Герасимов, В.Г.**, Электротехнический справочник / **В.Г. Герасимов, П. Г. Грудинский, Л.А. Жуков** В 3-х томах. Т.1 Общие вопросы. Москва: 1980. - 520 с.
4. **Матвеев, А. Н.** Электричество и магнетизм. Высшая школа, Первое изд. М.: - 1983. – 463 с.
5. **Ершов, М.Ф.** Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. М.Ф. Ершов, Попков, Берлянд и др — Изд. 8-е, стереотипное. — Москва: Высшая школа, 2010. — 559 с. — ISBN 978-5-06-006180-2.
6. **Еремин, В.В.**, Основы физической химии: учебное пособие/ **В.В. Еремин С.И., Каргов И.А., Успенская, Н.Е., Кузьменко, В.В. Лунин Ч. 1.** -М.: БИНОМ, 2013. – 320 с.
7. **Равдель, А.А.** Практические работы по физической химии: учеб. пособие для вузов / **А.А. Равдель, А.М. Пономарева**; под ред. **К.П. Мищенко.** - М.: Высш. шк., 2002 - 384 с.
8. **Равделя, А.А.** Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. **А.А. Равделя, А.М. Пономаревой.** - М.: Химия, 2002. - 327 с.
9. **Рублинекая, Ю.В.** Физическая химия: практикум / **Ю.В. Рублинекая, Н.А. Расщепкина, Стифатов, Е.О. Ильиных, В.В. Слепушкин.** – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2018. – 200 с. ISBN 978-5-7964-2178-9
10. Электропроводность растворов электролитов (Методические указания к лабораторной работе № 11). Самарский государственный технический университет, 1019. – 24 с.
11. **Стромберг, А.Г.**, Физическая химия. **А.Г.Стромберг, Д.П. Семченко**– М.: Химия, 2001. – 527 с.

12. **Кудряшов, И.В.**, Сборник примеров и задач по физической химии/ И.В.Кудряшов, Г.С. Каретников– М.: ИД Альянс, 2008. – 527 с.
13. **Эткинс, П.**, Физическая химия/ П. Эткинс Дж де Паула – М.: Мир, 2007. – 494 с.
14. **Дамаскин, Б.Б.**, Электрохимия/ Б.Б.Дамаскин, О.А.Петрий, Қирлина Г.А. – М.: Химия, 2001. – 624 с.
15. **Семиохин, И.А.** Сборник задач по электрохимии/ И.А. Семиохин– М.: МГУ, 2006. – 97 с.
16. **Колпакова, Н.А.** и др. Сборник задач по электрохимии/ Н.А. Колпакова– Томск: ТПУ, 2003. – 143 с.
17. **Вапиров, В.В.**, Основы электрохимии/ В.В.Вапиров, Е.Я.Ханина, Т.Я. Волкова– Петрозаводск: ПетрГУ, 2000. – 38 с.
18. **Сваровская, Н.А.** Электрохимия растворов электролитов Электропроводность (Часть I)/ Н.А.Сваровская, И.М.Колесников, В.А. Винокуров Учебное пособие. – М.: РГУН и Г, 2017. – 67 с.
19. **Гинзбург, А.С.** Теплофизические характеристики пищевых продуктов. Справочник. — Издание второе, дополненное и переработанное/ А.С. Гинзбург, М.А.Громов, Г.И. Красовская//М.: Пищевая промышленность, 1980. — 288 с.
20. **Волков, А.И.** Большой химический справочник/ А.И. Волков И.М.Жарский. — М: Советская школа, 2005. — 608 с.
21. **Ахадов, Я.Ю.** Диэлектрические свойства чистых жидкостей Я.Ю Ахадов, - Москва, изд. Стандартов (1972).
22. **Богородикий Н.П.** Теория диэлектриков/ **Н.П. Богородикий**, Ю.М. Волакобинский, А.А.Воробьев, В.М.Тареев, Энергия// М: (1965).
23. Hill N.E., Dielectric Properties and Molecular Behaviour, London (1969).
24. **Назруллоев, А.С.** Влияние наноразмерных амфотерных оксидов металлов на изменение тепло, электропроводность и термодинамических свойств гидразингидрата./ М.М. Сафаров, М.А.Зарипова, Х.А. Зоиров, А.С. Назруллоев // . - 2016. “ С. 235. (Монография).

25. **Сафаров, М.М.** Устройство для определения влияния магнитного поля на изменение температуропроводности магнитных жидкостей. /М.М. Сафаров, Д.С. Джураев, М.А. Зарипова, Х.А. Зоиров и др. //Патент РТ. МПК (2006) G 01 N 27/00; 27/74. - № TJ 229. -С. 14.

26. **Сафаров М.М.** Устройство для определения влияния магнитного поля на изменение температуропроводности магнитных жидкостей. /М.М. Сафаров, Д.С. Джураев, М.А. Зарипова, Х.А. Зоиров и др. //Патент РТ. МПК (2006) G 01 N 27/00; 27/74. - № TJ 229. -С. 14.

27. **Семишин, В. И.** Гидразин и их применение в химии / В. И. Семишин // Журнал «Общая химия», 1938.- №8. С.644- 654

28. **Зоиров, Х.А.** Влияние наноразмерных оксидов металлов на изменение тепло,электро,и диффузионных свойств гидразингидрата. / Х. А. Зоиров // Дисс.канд.техн.наук. - 2014. - С. 157.

29. **Киселева, Е.В.** Сборник примеров и задач по физической химии/ Е.В. Киселева, Каретников Г.С., Кудряшов И.В //- М.: Высш. шк., 2001. – 389 с.

30. **Сафаров, М.М.** Теплофизические свойства простых эфиров и водных растворов гидразина и фенилгидразина в зависимости от температуры и давления. Диссер..... докт.техн. наук, Душанбе,-1993.495с.

31. **Аминов, Ш.А.** Теплофизические, электрофизические и термодинамические свойства системы “вода+ герметик (пентапласт-1161)” в зависимости от температуры и давления. / Ш.А. Аминов. Автореф. дисс. канд. техн. наук, ФГБОУ ВПО “Казанский национальный исследовательский технический университет” имени А.Н.Туполева-КАИ”, Казань, 2014.-20с.

32. **Анакулов, М.М.** Влияние углеродных нанотрубок на изменение теплофизических и электрофизических свойств водного раствора этиленгликоля 65 (антифриз) и воды. // М.М. Анакулов / Автореф. дисс. канд. техн. наук, ФГБОУ ВПО “Казанский национальный исследовательский технический университет” имени А.Н.Туполева - КАИ”, Казань, 2014.-20с.

33. **Зоиров, Х.А.** Влияние некоторых наноструктурных оксидов металлов на изменение теплофизических, термодинамических и

диффузионных свойств гидразингидрата. // Х.А. Зоиров. /Автореф. дисс. канд. техн. наук, ФГБОУ ВПО “Казанский национальный исследовательский технический университет” имени А.-Н.- Туполева-КАИ”, Казань, 2014.-20с.

34. **Зарипов, Дж.А.** Математическое моделирование теплообмена в системе «Солнечных коллекторов» с учетом теплофизических свойств теплоносителей / Дж. А. Зарипов, М. М. Сафаров, Т. Ш. Сангов. // Материалы Республик. науч.–техн. конф. «Перспективы энергетики Таджикистана», (23 декабря 2011). – Душанбе, 2011.- С.19–24.

35. **Болотько, А. Ю.** Сенсорный анализ : курс лекций / А. Ю. Болотько. – Могилев : МГУП, 2004. – 47 с.

36. **Булатов, М. И.** Практическое руководство по фотометрическим методам анализа / М. И. Булатов, И. П. Калинин. – 5-е изд., перераб. – Л. : Химия, 1986. – 432 с.

37. **Гольдаде, В. А.** Физика конденсированного состояния / В. А. Гольдаде, Л. С. Пинчук ; под ред. Н. К. Мышкина. – Минск : Бел. навука, 2009. – 657с.

38. **Государственная система обеспечения единства измерений :** ГОСТ Р 8. 563-96. – Введ. 12.08.02. – М. : Госстандарт, 2002. – 11 с.

39. **Дуборасова, Т. Ю.** Сенсорный анализ пищевых продуктов. Дегустация вин : учеб. пособие. / Т. Ю. Дуборасова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Дашков и К°, 2007. – 184 с.

40. **Зайдель, А. Н.** Элементарные оценки ошибок измерений : учеб. / А. Н. Зайдель. – 2-е изд. – М. : Наука, 1974. – 108 с.

41. **Зарапин, В. Г.** Электрофизические методы и приборы контроля качества продукции : тексты лекций / В. Г. Зарапин. – Минск : БГТУ, 2006. – 130 с.

42. **Карабанов, Н. Т.** Физико-химические основы хроматографического процесса : учеб. / Н. Т. Карабанов. – Н. Новгород : НГУ, 1994. – 123 с.

43. **Каттралл, Р. В.** Химические сенсоры : учеб. : [пер. с англ.] / Р. В. Кат-ралл. – М. : Науч. мир, 2000. – 187 с.

44. **Карубе, И.** Биосенсоры : основы и приложения : [пер. с англ.] / И. Карубе, Э. Тернер, Дж. М. Уилсон. – М. : Мир, 1992. – 275 с.
45. **Красников, В. В.** Спектральный люминесцентный анализ пищевых продуктов / В. В. Красников, Е. И. Тимошкин, А. В. Титкова. – М. : Агропромиздат, 1987. – 288 с.
46. **Криштафович, В. И.** Методы и техническое обеспечение контроля качества (продовольственные товары) : учеб. пособие / В. И. Криштафович, С. В. Колобов. – 2-е изд. – М. : Дашков и К°, 2007. – 124 с.
47. **Лисовская, Д. П.** Радиология пищевых продуктов : учеб. пособие для вузов / Д. П. Лисовская, Л. А. Галун, Г. С. Митюрин ; под общ. ред Д. П. Лисовской. – Гомель : Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп., 2003-296 с.
48. **Новиков, Г. И.** Общая и экспериментальная химия : учеб. пособие / Г. И. Новиков, И. М. Жарский. – Минск : Современ. шк., 2007. – 832 с.
49. **Основы аналитической химии:** в 2 кн. / под ред. акад. Ю. А. Золотова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2000. – Кн. 1 : Общие вопросы. Методы разделения. – 351 с.
50. **Основы аналитической химии:** в 2 кн. / под ред. акад. Ю. А. Золотова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 2000. – Кн. 2 : Методы химического анализа. – 494 с.
51. **Методологические указания.** Метрологическое обеспечение количественного химического анализа. Основные положения : РД 50-674-88. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 8 с.
52. **Родина, Т. Г.** Сенсорный анализ продовольственных товаров : учеб. для вузов / Т. Г. Родина. – М. : Акад., 2004. – 208 с.
53. **Органолептический анализ.** Методы профильного анализа флейвора : СТБ ИСО 6554-2007. – Введ. 01.07.07. – Минск : Госстандарт, 2007. – 10 с.
54. **Физическая энциклопедия** / гл. ред. А. М. Прохоров. – М. : Большая Рос. энцикл., 1992. – Т. 4.
55. **Харитонов, Ю. Я.** Аналитическая химия. Аналитика : учеб. : в 2 кн. / Ю. Я. Харитонов. – М. : Высш. шк., 2001. – 559 с.

56. **Архипова, Н.В.** Физическая химия / Н.В. Архипова, В.В. Ефанова, В.В. Симаков. Саратов, РИЦ СГТУ, 2009.- 160 с.
57. **Архипова, Н.В.** Физическая химия гетерогенных систем / Н.В. Архипова, Е.П. Новожилов. Саратов, Изд-во СГТУ, 2010.- 26 с.
58. **Кругляков П.М.** Физическая и коллоидная химия / П.М. Кругляков, Т.Н. Хаскова. М.: Высшая школа, 2007. -318 с.
59. **Стромберг, А.Г.** Физическая химия / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. М.: Высшая школа, 2001.- 527с.
60. **Михайлова, А.М.** Методическое указание «Диаграммы состояния двухкомпонентных систем» к лаб. работе по общей и физической химии / А.М. Михайлова, В.В. Ефанова, В.В. Симаков. РИЦ СГТУ, 2001.- 25 с.
61. **Киреев, В.А.** Курс физической химии /В.А. Киреев. М.: Химия, 1978. -320 с.
62. **Кубасов, В.Л.,** Зарецкий С.А. Основы электрохимии/ В.Л. Кубасов., Зарецкий С.А. М.: Химия, 1976. -435 с.
63. **Горбачева, С.В.,** Практикум по физической химии /под ред. С.В. Горбачева. М.: Высшая школа, 1974.- 375 с.
64. **Дулицкая, Р.А.** Практикум по физической и коллоидной химии/ Р.А. Дулицкая, Р.И. Фельдман. М.: Высшая школа, 1978.- 340 с.
65. **Токарева, П.П.,** Сборник практических работ по физической и коллоидной химии /под ред. П.П. Токарева. Новосибирск, 1982.- 355 с.
66. **Дамаскина, Б.Б.,** Практикум по электрохимии / Под ред. Б.Б. Дамаскина. М., 1991.- 432 с.
67. **Шаталов, А.Я.,** Маршаков И.К. Практикум по физической химии / А.Я. Шаталов, И.К. Маршаков. М.: Высшая школа, 1975.- 386 с.
68. **Бахчисарайцын, Н.Г.,** Практикум по прикладной электрохимии: учебное пособие для вузов. / Н.Г. Бахчисарайцын, Ю.В. Борисоглебский, Г.К. Буркат и др.; под ред. В.Н. Варыпаева, В.Н. Кудрявцева. Л.: Химия, 1990. -421 с.
69. **Беленький, М.А.,** Электроосаждение металлических покрытий: справочник / М.А. Беленький, А.Ф. Иванов. М.: Металлургия, 1985.- 542 с.

70. **Жук, Н. П.** Курс теории коррозии и защиты металлов / Н.П. Жук, М. «Металлург», 1976. -335 с.
71. **Дамаскин, Б. Б.** Теоретическая электрохимия / Б.Б. Дамаскин, О.А. Пет-рий, М., Высшая школа, 1984. -472 с.
72. **Глинка, Н. Л.** Общая химия / Н.Л. Глинка, 24-е изд. Л.: Химия, 1985. 545 с.
73. **Коровин, Н. В.** Общая химия / Н.В. Коровин, М.: Высшая школа, 2004. 560 с.
74. **Равделя, А.А.** Краткий справочник физико-химических величин. Издание десятое, испр. и дополн. / Под ред. А.А. Равделя, А.М. Пономаревой – СПб.: «Иван Федоров», 2003.- 240с.
75. **Рабинович, В.А.,** Хавин З.Я. Краткий химический справочник: Справ. Изд. / Под ред. А.А. Потехина и А.И. Ефимова. - 4-е изд., стереотипное.- СПб: Химия, 1994.- 432 с.
76. **Никольского, Б.П.,** Справочник химика. В 6 томах. / Под ред. Б.П. Никольского. М.: Химия. 1964.
77. **Герасимова, Я.И.,** Курс физической химии: В 2-х т. Т 2./ Под ред. Я.И. Герасимова. Изд. 2. М.: Химия. 1973.
78. **Стромберг, А.Б.,** Семченко Д.П. Физическая химия. Учебное пособие. М.: Высшая школа. 1999 (1988, 1973).
79. **Ипполитов, Е.Г.,** Физическая химия: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Е.Г. Ипполитов, А.В. Артемов, В.В. Батраков; под ред. Е.Г. Ипполитова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 448 с.
80. **Лукомский, Ю.Я,** Физико-химические основы электрохимии: Учебник / Ю.Я. Лукомский, Ю.Д. Гамбург – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2008.- 424 с.
81. **Жуховицкий, А.А.,** Физическая химия: Учебник для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 2001.- 688с.
82. **Киреев, В.А.** Курс физической химии. Учебное пособие. Изд. 3. М.: Химия. 1975.

83. **Краснова, К.С.**, Физическая химия: Учеб. пособие / под ред. К.С.Краснова. -М.: Высшая школа, 1982.
84. **Лабовиц, Л.**, Задачи по физической химии с решениями. Аренс Д. -М.: Мир, 1972.
85. **Еремин, В.В.**, Основы физической химии. Теория и задачи: В.В., Еремин С.И., Каргов И.А., Н.Е., УспенскаяКузьменко В.В. Лунин Учеб. пособие для вузов. М.: издательство «Экзамен», 2005. 480с.
86. **Горбачева, С.В.**, Практикум по физической химии./ Под ред. С.В. Горбачева. Изд. 3. М.: Всшая школа. 1974.
87. **Буданова, В.В.**, Практикум по физической химии. / Под ред. В.В.Буданова. Изд. 5. М.: Химия. 1986.
88. **Мищенко, К.П.** Практические работы по физической химии. Учебное пособие./ Под ред. К.П. Мищенко, А.А. Равделя, А.М. Пономаревой. Изд. 4. Л.: Химия. 1982.
89. **Шаталов, А.Я.**, Маршаков И.К. Практикум по физической химии. / Учеб. Пособие. Изд. 2. М.: Высшая школа. 1975.
90. **Киселева, Е.В.**, Каретников Г.С., Кудряшов И.В. Сборник примеров и задач по физической химии. Учебное пособие. Изд. 4. М.: Высшая школа. 1983 (1976).
91. **Кудряшов, И.В.**, Каретников Г.С. Сборник примеров и задач по Физической химии. - М.: Высшая школа. 1991.
92. **Еремин, В.В.**, Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В. Основы физической химии: учебное пособие: Ч. 1. -М.: БИНОМ, 2013. – 324 с.
93. **Равдель, А.М.** Практические работы по физической химии: учеб. пособие для вузов / А.А. Равдель, А.М. Пономарева; под ред. К.П. Мищенко. - М.: Высш. шк., 2002 - 392 с.
94. **Равделя, А.А.** Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А. Равделя, А.М. Пономаревой. - М.: Химия, 2002. - 330 с.
95. **Рублинецкая, Ю.В.** Физическая химия: практикум / Ю.В. Рублинецкая, Н.А. Расщепкина, Б.М. Стифатов, Е.О. Ильиных, В.В.

Слепушкин. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2018. – 203 с. ISBN 978-5-7964-2178-9.

96. **Герасимова, Я. И.** Курс физической химии : в 2 т. / под ред. Я. И. Герасимова. – М. : Химия, 1970–1973.

97. **Стромберг, А. Г., Семченко, Д. П.** Физическая химия. – М. : Высшая школа, 1999.

98. **Никольского, Б. П.,** Физическая химия. Теоретическое и практическое руководство / под ред. Б. П. Никольского. – Л. : Химия, 1987.

99. **Равделя, А. А.** Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А. А. Равделя, А. М. Пономаревой. – Л. : Химия, 1983.

100. **Мищенко, К. П.,** Практические работы по физической химии / под ред. К. П. Мищенко, А. А. Равделя, А. М. Пономаревой. – Л. : Химия, 1982.

101. **Кудряшова, И. В.** Практикум по физической химии / под ред. И. В. Кудряшова. – М. : Высшая школа, 1986.

102. **Гельфмана, М. И.** Практикум по физической химии / под ред. М. И. Гельфмана. – СПб. : Лань, 2004. 8. Задачи по физической химии / В. В. Еремин [и др.]. – М. : Экзамен, 2002.

103. **Фенин, А. А., Фенин С. А., Ермаков В.И.** Электропроводность, характеристики носителей тока, диэлектрическая проницаемость и структура растворов электролитов. I. Измерение электропроводности и диэлектрической проницаемости методом выделения составляющих импеданса.

104. Справочник химика. Т.3. с.664. Химия. М.-Л. - 1964. -1005 с.

105. **Измайлов, Н.А.** Электрохимия растворов.. Изд-во Харьковского Ор-дена Тр. кр.знамени гос. Ун-та им. А.М. Горького. Харьков.-1959-958 с.

106. **Ахадов, Я.Ю.** Диэлектрические свойства чистых жидкостей. с. 52,59. Изд-во стандартов. М.- 1972.- 412 с.

107. **Киреев, П.С.** Физика полупроводников. Высшая школа. М.-1975. 584 с.

108. **Стильбанс, Л.С.** Физика полупроводников.. Советское радио. М.- 1967. -451 с.

109. **Lafarque-Kantzer D.** Effekt magnetoelectrique des solutions d'acides minéraux. *Electrochim. Acta.* 1965. V.10. -P. 585-603.

110. **Чембай, В.М.** Влияние температуры, концентрации и состава растворов электролитов на их электрические свойства. Дисс.канд.хим.н' МХТИ им. Д.И. Менделеева. М.-1988.-163 с.

111. **Ермаков, В.И., Чембай В.М.** Электропроводность многокомпонентных растворов электролитов. РХТУ им. Д.И. Менделеева. М.-1995.- 47 с.

112. **Фенин, С. А.** Электропроводность и характеристики носителей тока в бинарных водных растворах  $\text{NaCl} + \text{KCl}$ ,  $\text{KCl} + \text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2 + \text{BaCl}_2$  и водно-органических растворах  $\text{NaCl}$ . Дисс. канд. хим. н. РХТУ им. Д.И. Менделеева. М.-2003.

113. **Капцов, Н.А.** Электрические явления в газах и вакууме. Гос. изд-во техн.-теорет. лит. М.-Л.-1950. -836 с.

114. **Слэтер, Дж.** Диэлектрики и полупроводники. Мир. М.-1969.- 647 с.

115. **Яворский, Б.М., Детлаф А.А.** Справочник по физике. Наука. М.-1985. 512 с.

116. **Щербаков, В.В., Ермаков В.И.** Комплексная и предельная высокочастотная электропроводность концентрированных растворов электролитов. *Ж. Физ. Химии.* 1977. Т.51, №7, -С.1784-1787.

117. **Щербаков, В.В., Ермаков В.И.** Высокочастотная проводимость растворов электролитов и диэлектриков. *Электрохимия.* 1977. Т.13. №7,-С. 1091-1092.

118. **Щербаков, В.В.** Закономерности в электропроводности и диэлектрических характеристиках двухкомпонентных и трехкомпонентных растворов неорганических электролитов. Дисс. докт. хим. н. МХТИ им. Д.И. Менделеева. М.-1992.- 440 с.

119. **Ермаков, В.И.** Диэлектрическая радиоспектроскопия. В кн. Экспериментальные методы химии растворов. Наука. М.-1995.- 380 с.

120. **Балданов, М.М., Мохосоев М.В.** //Докл. АН СССР. 1985. Т. 284. №6. с. 1384.

121. **Балданов, М.М.** //Изв. Вузов. Химия и хим. технология. 1986. Т. 29. №8. с. 38.
122. **Балданов, М.М., Танганов Б.Б., Мохосоев М. В.** Электропроводность водных растворов слабых кислот //Докл. АН СССР. 1988, Т. 299, №4, -С. 899-904.
123. **Балданов, М.М., Танганов Б.Б., Мохосоев М. В.** Электропроводность растворов и кинетическое уравнение Больцмана //Журн. Физ. Химии. 1990, Т. 64, №1, -С. 88-94.
124. **Балданов, М.М., Танганов Б.Б.** Проверка теории электропроводности на метанольных растворах электролитов //Журн. Физ. Химии. 1992, Т. 66, - С. 1263-1271.
125. **Балданов, М.М., Танганов Б.Б., Мохосоев М.В.** Метод расчета электропроводности спиртовых растворов электролитов //Журн. Физ. Химии. 1992, Т. 64, -С. 1263-1271.
126. **Балданов, М.М., Танганов Б.Б.** Применение уравнения электропроводности для оценки констант диссоциации электролитов и количественного определения бинарных электролитов //Региональная конференция “Ана-литика Сибири и Дальнего Востока - 93”. Тезисы докладов. - Томск, 1993. - с. 19.
127. **Stokes, G.G.** //Trans. Camb. phil. Soc., 1845, V. 3, p. 287.
128. **Яцимерский, К.Б., В.К. Яцимерский,** “Химическая связь”. Киев: Изд. Вища школа, 1975, с. 70.
129. Справочник химика. Т.П. М. - Л.: Химия. 1965, -С. 672, 719.
130. **Дзюба, С.А., Попов В.И., Моралев В.И., Цветков Ю.Д.** Определение коэффициентов диффузии парамагнитных частиц на основе концентра-ционной зависимости формы спектров ЭПР //Журн. физ. химии. 1987, Т. 51, №8, -С. 2188-2193.
131. Краткий справочник физико-химических величин. Изд. 8-е, перераб./ Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. - Л.: Химия, 1983. - 232 с.
132. **Лобов, М.М.** //Электрохимия, 1991, Т.27,- с.613.

133. **Zaripova, M.A.** Temperature conductivity of hydrazine hydrate at the concentration of nano catalic  $\text{TiO}_2$ . /H.A. Zoirov, M.A. Zaripova, N. Minina, M. M. Safarov, S.A. Tagoev, T.R. Tilloeva, A.F. Toshov. //Program and Extended abstracts, of 31<sup>th</sup> Thermal conductivity conference, 19<sup>th</sup> International Thermal expansions symposium, June 26-30, 2011, Saguenay, Quebec, Canada, P.16.

134. **Zaripova, M.A.** Heat conductivity of organic liquids containing Oxygen and Water Mixtures of Hydrazine in Wide State. /M.M. Safarov, M.A. Zari-pova, F.S. Rajabov, M.T. Turgunboev. //(Abstract) 23 –Thermal Conductivity, 29 oct.-1 Nov. 1995, USA, Oak Ridg,- P.126.

135. **Zaripova, M.A.** Thermo physical Feature of Water Mixtures Mixed up With Hydrazene under various Temperature and Pressures. /M.M. Safarov, M.A. Zaripova, F.S. Rajabov, M.T. Turgunboev. // (Report) 14<sup>th</sup> European Conference on Thermophysical properties, Proceedings, September 16-19,1996, Lyon, France,- P.1141-1146.

136. **Zaripova, M.A.** The thermal diffusivity of nanoliquids system (50% $\text{N}_2\text{H}_4$ + 50%  $\text{H}_2\text{O}$ ) and nanofillers.//Iman Bahrami Manish, Davlatov N.B., Nasrulloev A.S., Zaripova M.A., Aminov Sh.A../China,2015.Conference book.- P.312.

137. **Zaripova, M.A.** Dynamic viscosity of aqueous solutions of hydrazine with high state parameters /M.M.Safarov, M.A.Zaripova//Measurement Techniques, 1994, Volume 37, Number 9,- P. 1049-1051

138. **Zaripova, M.A.** Experimental study of the thermal conductivity of hydrazine hydrate at high values of the state parameters /M.M.Safarov, M.A. Zaripova //Measurement Techniques, 1993, Volume 36, Number 4, P. 435-438.

139. **Zaripova, M.A.** Heat conductivity of dimethyl hydrazine water solutions with dependence on Temperature and Pressure. / M.M.Safarov, M.A.Zaripova, M.T. Turgunboev //15<sup>th</sup> ECTP, Conference Book, Germany, 1999.- P.407.

140. **Zaripova, M.A.** Thermal conductivity and acoustic properties of Hydrazinehydrate of Different temperatures and Pressure Thermo physical properties of hydrazine substituted aqueous solutions under various of Temperature and Pressures

/ M.M.Sa-farov,M.A.Zaripova, F.S.Rajabov,V.S.Davlatova // High temperature-High Pressures, v.31, 1999, London, UK, P.37-42.

141. **Zaripova, M.A.** Thermal conductivity of hydrazinesubmethions water systems in the temperature on atmospheric pressures (Abstract)/ M.M.Safarov, M.A.Zaripova, M.T. Turgunboev, Z.V.Kobuliev//26<sup>th</sup>ITCCand 14<sup>th</sup>ITEC, Cambridge, Massachu-setts, USA, 6-8 August, 2001.-P.80.

142. **Zaripova, M.A.** Thermal conductivity of hydrazinesubmethions water systems in the temperature on atmospheric pressures. (Report)/ M.M.Safarov, M.A.Zaripova , M.T. Turgunboev,Z.V.Kobuliev//26<sup>th</sup>ITCC and 14<sup>th</sup>ITEC, Cambridge, Massachu-setts, USA, 6-8 August, 2001.-P.301-306.

143. **Zaripova, M.A.** Heat capacity of water +phenil hydrazine systems in the dependence temperature and pressure/ M.M.Safarov, Z.V.Kobuliev, M.A. Zaripova, M. T.Turgun-boev// Australya, 2001,- P.286.

144. **Zaripova, M.A.** Temperature conductivity of Hydrazine Hydrate at the Concentration Nano Catalic TiO<sub>2</sub>/ M.M.Safarov, N.Minina, M.A.Zaripova , H.A. Zoirov, S. A.Tagoev, T.R.Tilloeva, A.G.Toshov// Processing, Thermal Conductivity 31 Thermal Expasion 19, (Edited Laszlo Kiss and Lyne St-Georges), Quebec, Canada, 2013.-P.326 (p. 168-174).

145. **Варгафтик, Н.Б.** Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей.-М.: Наука, 1972.-720 с.

146. **Варгафтик, Н.Б.,** Олещук О.Н. Экспериментальное исследование теплопроводности воды // Теплоэнергетика. – 1959.- №10. –С.70-74.

147. **Греков, А.П.** Физическая химия гидразина. /А.П. Греков, В.Я. Веселов. // Киев: Наукова думка, 1979. –264 с.

148. **Голубев, И.Ф.** Бикалориметр для определения теплопроводности газов и жидкостей при высоких давлениях и различных температурах // Теплоэнергетика. – 1963. - № 12. – С.78 –82.

149. **Зарипова, М.А.** Теплопроводность и плотность водных растворов гидразина при высоких параметрах состояния. (Тезис). / М.М. Сафароов, М. А. Зарипова. // Тез. докл. Респ. науч. – техн. конф. по ТСВ., 1992, Баку.-С.48.

150. **Зарипова, М.А.** Взаимосвязь теплопроводности и плотности водных растворов гидразина. (Тезис). /М.М. Сафаров, М.А. Зарипова. //Тез. науч. прак. конф. 28-30 октября 1993, Душанбе, -С.74.

151. **Зарипова, М.А.** Зависимость теплопроводности водных растворов гидразина от плотности в широком диапазоне температур и давлений. (Статья). /М.М. Сафаров, М.А. Зарипова. //ИФЖ, Т.68, №3, 1995, Минск, С.453-456.

152. **Зарипова, М.А.** Взаимосвязь теплопроводности и плотности водных растворов фенилгидразина. (Статья). /М.М.Сафаров, М.А. Зарипова. //ТВТ, Т.34, №2, 1996, М.,- С.327-330.

153. **Зарипова, М.А.** Теплопроводность, теплоемкость системы гидразин-гидрата + некоторых окисей металлов в зависимости от давления. /Х.А. Зоиров, М. А. Зарипова, М.М. Сафаров. //Вестник Таджикского национального универси-тета (научный журнал), 2012. -№1/1(77),-С.108-114.

154. **Зарипова, М.А.** Экспериментальное исследование теплопроводности гидразина при высоких параметрах состояния./М.М.Сафаров, М.А. Зарипова// Измерительная техника. – 1993. -№ 4. – С.48 – 49.

155. **Зиновьев, В.Е.** Теплофизические свойства металлов при высоких температурах. /В.Е. Зиновьев. //Справочник. –М.: Металлургия, 1989. –384 с.

156. **Зарипова, М.А.** Влияние наножелеза на изменение теплопроводности жидкого гидразина и пути оптимизации парогенераторов ТЭЦ в зависимости от температуры, давления  $P=0,101$  МПа// М.А.Зарипова, Иман Бахроми Маниш, М.М. Сафаров/Вестник Аграрного университета, (Кишоварз), 2014. №2, (62), -С.96-99.

157. **Зарипова, М.А.** Влияние воды на изменение теплофизических свойств гидразинзамещенных растворов.// Иман Бахроми Маниш, Зарипова М.А., Тургунбаев М.Т.,Сафаров М.М./Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ, Материалы Международного научно-практического семинара, посвященного 75-летию Заслуженного деятеля науки и

техники Таджикистана, доктора технических наук, профессора Саттарова М.А., Душанбе, 15-16 марта 2013. -С.305-311.

158. **Зарипова, М.А.** Взаимосвязь теплопроводности с структурой воды в водных растворах гидразина в области критических параметров. // Иман Бахром Маниш, Давлатшоев С.К., Зарипова М.А., Сафаров М.М., Давлатов Н. Б., Тагоев С.А./Материалы Девятая Международная теплофизическая школа, Теплофизические исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий, 6-11 октября 2014 г., Душанбе, МТФШ-9.С.453-456.

159. **Зарипова, М.А.** Теплопроводность водных растворов диметилгидразина в широком интервале температур и давлений. (Статья). /М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, М.Т. Тургунбоев. //ИФЖ. Т.71, №3. 1998, Минск, -С.375-383.

160. **Зарипова, М.А.** Теплопроводность гидразинзамещенных водных растворов в зависимости от температуры и давления. (Тезис). /М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, М.Т. Тургунбоев. //Матер.науч.-практ.конф. Посв.10-летию независим. РТ. 2001, -С.34-35.

161. **Зарипова, М.А.** Экспериментальное исследование теплопроводности водных растворов триметилгидразина в зависимости от температуры и давления. /М.А. Зарипова. //Измерительная техника, 2013.-№2 Изд. Стандартиформ.-С.36-40.

162. **Зарипова, М.А.** Экспериментальное исследование коэффициента теплопроводности водных растворов этилгидразина при высоких параметрах состояния. /М.А.Зарипова.//Вестник Таджикского национального университета ISSN 2074-1847, 12(76), Душанбе, 2011.-С.25-29.

163. **Зарипова, М.А.** Теплопроводность водных растворов метилгидразина в зависимости от температуры и давления. /М.А. Зарипова. //Вестник Таджикского технического университета, 1(13), 2011.-С.12-18.

164. **Зарипова, М.А.** Теплопроводность и плотность водных растворов гидразина при высоких параметрах состояния. (Тезис)./М.М. Сафаров, М.А. Зарипова. // Тез. докл. Респ. науч. – техн. конф. по ТСВ., 1992, Баку.-С.48.

165. **Зарипова, М.А.** Теплопроводность, теплоемкость системы гидразин-гидрата + некоторых окисей металлов в зависимости от давления / Х.А. Зоиров, М.А. Зарипова, М.М.Сафаров // Вестник Таджикского националь-ного университета, (научный журнал), Душанбе, «Сино», ISSN 2074-1847/- 1/1(77). Душанбе, 2012 .- С.108-114.

166. **Зарипова, М.А.** Влияние наножелеза на изменение теплопроводности жидкого гидразингидрата при умеренных и высоких параметрах состоя-ния. При оптимизации парогенераторов ТЭЦ / М.М.Сафаров, М.А. Зари-пова, Иман Бахроми Маниш// Вестник Таджикского технического уни-верситета им. академика М.С.Осими. – Душанбе, 2014.- 3(27),ISSN-2075-177X .-С.19-24.

167. **Зарипова, М.А.** Экспериментальные установки для измерения теплопроводности и плотности водных растворов гидразина и фенилгидразина / М.М.Сафаров. М.А.Зарипова, Имони Бахроми Маниш,А.Н.Нурматов // Монография:- Иран.-Изд. Эсхаг,Тегеран, пл. Энгилаб, 2013.-238с.

168. **Зарипова, М.А.** Теплопроводность и плотность водных растворов гидразина /М.М. Сафаров, Х.Маджидов, М.А.Зарипова, А.В.Картавченко // Сб. научных работ.Вып.№1. 1992 г.Курган-Тюбе, С.39-41.

169. **Зарипова, М.А.** Теплофизические свойства водных растворов гид-разина /М.М. Сафаров, М.А.Зарипова // Сборник трудов Кургантю-бинского государственного университета, 1996.- №1.- С. 38-45.

170. **Зарипова, М.А.** Теплофизические свойства гидразинзамещенных водных растворов в широком интервале параметров состояния / М.М. Сафа-ров, М. А. Зарипова, М.Т.Тургунбоев, Ф.С.Раджабов, В.С.Давлатова // Сб.трудов Технологического университета Таджикистана. Душанбе,1996.- Вып.11- С.52.

171. **Зарипова, М.А.** Влияние фуллерена  $C_{60}$  на изменение теплопро-водности жидкого гидразина в широком интервале параметров сос-тояния/ М. М. Сафаров, М.А.Зарипова, Н.Б.Давлатов, Т.Р.Тиллоева// Ма-териалы Девятой Международной теплофизической школы, Теплофизи-ческие

исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий, 6-11 октября 2014, Душанбе, - С.456-467.

172. **Зарипова, М.А.** Влияние фуллерена  $C_{60}$  на изменение теплопроводности жидкого гидразина в широком интервале параметров состояния/ М.М. Сафаров, М. А.Зарипова, Н.Б. Давлатов, Т.Р.Тиллоева // Материалы 14 Российской конференции (с международным участием) по теплофизическим свойствам веществ, Том 1, Казань, 2014.- С.48-49.

173. **Зарипова, М.А.** Влияние наночастицы на изменение теплопроводности гидразингидрата в зависимости от температуры при атмосферном давлении //М.А. Зарипова, Т.Р. Тиллоева , Н.Б.Давлатов, М.М.Сафаров, Иман Бахроми Маниш // Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 1150-летия персидско-таджикского ученого-энциклопедиста, врача, алхимика и философа Абу Бакра Мухамада ибн Закария Розы /Институт химия АН Республики Таджикистан, 2015.- С.121-125.

174. **Одрит, Л.** Химия гидразина. /Л. Одрит, Б. Огг. / Пер. с англ. Е.А. Яковлевой. – М.: ИЛ, 1954. – 238 с.

175. **Филлипов, Л.П.** Исследование теплопроводности жидкостей. – М.: Изд-во МГУ, 1970. –239 с.

176. **Филлипов, Л.П.** К вопросу об измерении теплопроводности жидкостей и газов // Вестник МГУ. Физика. – 1953. - № 9. – С.48 – 53.

177. **Цедерберг, Н.В.** Теплопроводность газов и жидкостей. - М.: Госэнерго-издат, 1963. –408 с.

178. **Шашков, А.Г.,** Абраменко Т.Н. Теплопроводность газовых смесей./ Под. ред. А.В.Лыкова.-М.: Энергия, 1970.-288 с.

#### **Интишорот аз руйи мавзуи диссертатсия**

*Мақолаҳои илмие, ки дар маҷаллаҳои тақризиавандаи КОА-и назди*

*Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашр шудаанд:*

[1-М]. **Хусайнов, З.К.** Диэлектрическая проницаемость водных растворов гидразина при различных температурах и атмосферных давлениях/ З.К.Хусайнов, М.М.Сафаров, Х.Х.Ойматова // Вестника Таджикского

национального университета, (Серия естественных наук). - Душанбе, 2019. - №2, - С.92-98. **ISSN 2413-452X**

**[2-М]. Хусайнов, З.К.** Электропроводность водных растворов гидразина при различных температурах и атмосферных давлениях / З.К. Хусайнов, М. М Сафаров, Қ.Мухамадали// Вестник Технологического университета Таджикистана (научный журнал) - Душанбе, 2021. - №2 (45), – С. 124-130. **ISSN 2707-8000.**

**[3-М]. Хусайнов, З.К.** Вобастагии электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин дар ҳароратҳои гуногун / З.К. Хусайнов, Х.Х. Ойматова, М. М Сафаров // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носири Хусрава, (научный журнал). (Серия естественных наук). - Бохтар, 2021.- №2/4.- С.49-54. **ISSN 2663-6417.**

**[4-М]. Хусайнов, З.К.** Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии маҳлули обии гидразин аз нуфузпазирии диэлектрикии онҳо дар ҳарорати хона ва фишори атмосферӣ /З.К.Хусайнов, М. М Сафаров, Ҷ.Ф. Собиров // Паёми Донишгоҳи технологии Тоҷикистон (маҷалаи илмӣ).- Душанбе, 2022. - №1 (48).– С. 146-151. **ISSN 2707-8000.**

**[5-М]. Хусайнов, З.К.** Вобастагии гармигузаронии маҳлули обии гидразин аз нуфузпазирии диэлектрикии онҳо дар ҳароратҳои гуногун ва фишори атмосферӣ/З.К.Хусайнов // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носири Хусрава, (научный журнал). Серия естественных наук. – Бохтар, 2022. - № 2/2 (99) – С. 38-43. **ISSN 2663-6417.**

**[6-М]. Хусайнов, З.К.** Взаимосвязь между динамической вязкостью и коэффициентом преломления света растворов в зависимости от температуры при атмосферном давлении / Р.Дж. Давлатов, А.Неъматов, З.К. Хусайнов Д. Ш.Хакимов// Политехнический вестник. Серия Интеллект. Инновации. Инвестиции.– Душанбе, 2017. - №4(40) -С.17-27. **ISSN 2520-2227.**

**[7-М]. Хусайнов, З.К.** Изменеие диэлектрической проницаемости водного раствора гидразина в зависимости от концентрации и температуры / З.К. Хусайнов, М.М. Сафаров, М.Т. Тургунбоев // Паёми Донишгоҳи давлатии

Бохтар ба номи Носири Хусрав (Силсилаи илмҳои табиӣ). – Бохтар, 2023. - № 2/3 (114). – С. 49 -53. ISSN 2663-6417.

**[8-М]. Хусайнов, З.К.** Ҳосил намудани муодилаҳои эмпирикӣ оид ба алоқамандии коэффитсиенти гармигузаронӣ бо нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули таҳқиқотӣ / З.К. Хусайнов, М. Л. Шарипов, Н.З. Шерафган // Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав (Силсилаи илмҳои табиӣ). – Бохтар, 2025. - № 2/2 (135)– С. 84 -86. ISSN 2663-6417.

#### **Дар дигар нашрияҳо:**

**[9-М]. Хусайнов, З.К.** Изменение диэлектрической проницаемости водного раствора гидразина в зависимости от концентрации и температуры/ З.К. Хусайнов, М.М. Сафаров, Дж.Ф. Собиров // Материалы международной 13 Теплофизической школы «теплофизика и информационные технологии» Посвящается 60-летию д.т.н.член. корр. НАНТ, Кобулиев Зайналобиддина Валиевича и 70-летию Заслуженного деятеля науки и техники Таджикистана, д.т.н., профессора, академика ИАЭТ, академик МИА, академик МАХ Сафарова Махмадали Махмадиевич 17-20 октября - Душанбе, 2022 – С. 284-291.

**[10-М]. Хусайнов, З.К.** Электрогузаронии маҳлули обии гидразин вобаста аз консентратсияи об дар ҳароратҳои гуногун ва фишори атмосферӣ // З.К. Хусайнов, М.Т.Тургунбаев, М.М. Сафаров//Маводи конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ–амалӣ таҳти унвони “Нақши Абурайҳони Берунӣ дар рушди илмҳои риёзӣ ва табиӣ ва таҷриба ба пешвои 1050 солагии нобиғаи маъруфи тоҷику форс - Абурайҳони Берунӣ, Бохтар, 2022. – С. 313-316.

**[11-М]. Хусайнов, З.К.** Электрогузаронии маҳлули обии гидразин вобаста аз консентратсияи об дар ҳарорати хона ва фишори атмосферӣ / З.К. Хусайнов, М.М. Сафаров, Х.Х. Ойматова // Маводи конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ – амалӣ таҳти унвони “Проблемаи муносири фанҳои табиатшиносӣ: дурнамо ва пешомадҳои он” бахшида ба 30-солагии Истиқлолияти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва “Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар

соҳаи илму маориф” (бо итироки ИДМ) 4 – 5 ноябри с. 2021. Бохтар, 2021. – С. 416-419.

**[12-М]. Хусайнов, З.К.** Нуфузпазирии диэлектрикии моеъҳо ва ҷараёни электрики дар онҳо / З.К. Хусайнов, М.М. Сафаров, М.А. Файзова, Қ. Мухамадали // Маводи конференсияи илмӣ – амалии ҷумҳуриявӣ дар мавзӯи “Масоили мубрами математика ва таълими он” бахшида ба 20-солаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф (2020-2040) ва 70- солагии Корманди шоистаи Тоҷикистон, доктори илмҳои педагогӣ, профессор А.Э. Сатторов – Бохтар, 2020. – С. 378-379

**[13-М]. Хусайнов, З.К.** Обобщение экспериментальных данных по температуропроводность гидразинзамещенных водных растворов а зависимости от температуры / М.Т. Тургунбаев, М.М. Сафаров, З.К. Хусайнов, Қ. Мухамадали // Маводи конференсияи илмӣ – амалии ҷумҳуриявӣ дар мавзӯи “Масоили мубрами математика ва таълими он” бахшида ба 20- солаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф (2020-2040) ва 70- солагии Корманди шоистаи Тоҷикистон, доктори илмҳои педагогӣ, профессор А.Э. Сатторов – Бохтар, 2020. – С. 366-367.

**[14-М]. Хусайнов, З.К.** Экспериментальное исследование теплопроводности, температуропроводности водных растворов азрозина, диметилгидразина / М.М. Сафаров, З.К. Хусайнов, С. Шарипов // Материалы Международной научной конференции “Молодые исследователи регионам” Вологда 16-20 апреля 2018, -С. 367-369.

**[15-М]. Хусайнов, З.К.** Взаимосвязь между теплопроводностью и плотности водных растворов в зависимости от температуры и давления/ М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, З.К. Хусайнов, Ш.Р. Сафаров, Қ. Мухамадали, С. Шарипов // Материалы Международной научно-практической конференции “Актуальные проблемы преподавания математики и естественных наук в кредитной системе обучения” КТГУ имени Носира Хусрава, Бохтар, 29-30 июня 2018. -С. 475-479.

**[16-М]. Хусайнов, З.К.** Экспериментальные данные по температуропроводности гидразина лишенных водных растворов при высоких параметрах состояния / М.М. Сафаров, М.Т. Тургунбаев, М.А. Зарипова, Х.Х. Ойматова, З.К. Хусайнов, Ш.Р. Сафаров, К. Махмадали // Материалы 11 МТФШ “Информационносенсорные системы в теплофизических исследованиях”, Т.2, Тамбов, 6-9 ноября 2018. -С. 281-286.

**[17-М]. Хусайнов, З.К.** Реологические свойства растворов на основе бензола с учетом изменения концентрации нанокompозитов ( $H_2N_4$ ), температуры и давления / М.М. Сафаров, Х.Х.Ойматова, М.М.Гуломов, Т.Р.Тиллоева, Д.Ш. Хакимов, З.К. Хусайнов, Д.А.Назримадов С.С.Джумъев, Файзиев Б.Г. // Материалы международной конференции “Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах” Махачкала, 15- 20 сентября 2019. -С. 173-175.

**[18-М]. Хусайнов, З.К.** Влияние нанопорошка гидразина на изменение удельной теплоемкости тернарных систем / М.М. Сафаров, Ойматова Х.Х., Собиров Дж.Ф., Сафаров Ш.Р., Хусайнов З.К. // Материалы Международной конференции “Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах”, Махачкала, сентября 2019 - С. 182-185.

**[19-М]. Хусайнов, З.К.** Диэлектрическая проницаемость водных растворов гидразина при различных температурах / М.М. Сафаров, З.К. Хусайнов, Х.Х. Ойматова, Дж.Ф. Собиров, К. Мухамадали // Материалы международной научной конференции на тему «Масъалаҳои муосири математика ва методикаи таълимион» бахшида ба 25 – солагии Конституцияи Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 80 – солагии доктори илмҳои педагогӣ, профессор Шарифзода Ҷумъа Шариф (г. Бохтар, 18- 19 октябри 2019 г.). -С. 64-65.

**[20-М]. Хусайнов, З.К.** Экспериментальные данные по температуропроводности гидразинзамещенных водных растворов при высоких параметрах состояния/ М.М. Сафаров, З.К. Хусайнов, Х.Х. Ойматова // Материалы Международной научной конференции на тему «Масъалаҳои муосири математика ва методикаи таълими он» бахшида ба 25 – солагии

Конститутсияи Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 80 – солагии доктори илмҳои педагогӣ, профессор Шарифзода Ҷумъа Шариф (г. Бохтар, 18-19 октябри 2019 г.). -С. 85-88.

**[21-М]. Хусайнов, З. К.** Влияние температуры на изменение электропроводности водных растворов гидразина / М.М. Сафаров, Хусайнов З.К, Ойматова Х.Х., К. Мухаммадали // Материалы 2 Международной научно-практической конференции на тему: “Современные проблемы химии, Применение и их перспективы”, посвященной 60-летию кафедры органической химии и памяти д.х.н., профессора Халикова Ширинбека Халиковича, ТНУ. (14-15 мая 2021г.). -С. 23-29. РИНЦ.

**[22-М]. Хусайнов, З. К.** Нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули оби гидразин дар ҳароратҳои гуногун ва фишори атмосферӣ / М.М. Сафаров, З.К Хусайнов // Маҷмаи конференсияи илмӣ-амалии байналмилалӣ дар мавзӯи “Энергетика соҳаи калидӣ рушди иқтисодиёти миллӣ” ДЭТ (22 декабри соли 2023), н. Кӯшонӣ, – С. 186 - 189

**[23-М]. Хусайнов, З. К.** Тағйирёбии нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули оби гидразин вобаста аз консентратсия ва ҳарорат/ З.К Хусайнов, М.М. Сафаров, //Материалы Международной научно – практической конференции: «Энергетика: состояние и перспективы развития» Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими 20 декабри соли 2023 –Душанбе, – С. 469-472

**[24-М]. Хусайнов, З. К.** Вобастагии зариби гармигузаронии маҳлули оби гидразин ба нуфузпазирии диэлектрикӣ дар ҳароратҳои гуногун/ З.К. Хусайнов, Қ. Мухаммадали//Маҷмаи конференсияи илмӣ-амалии байналмилалӣ дар мавзӯи “Масъалаҳои мубрами таълими фанҳои техникӣ, дақиқ ва риёзӣ” (17-18 майи соли 2024) ДДБ ба номи Носири Хусрав, ш. Бохтар. – С. 85-88.

**[25-М]. Хусайнов, З. К.** Электрогузаронии маҳлули оби гидразин вобаста аз консентратсияи об дар ҳароратҳои гуногун ва фишори атмосферӣ/ З.К Хусайнов, М.М. Сафаров//Маҷмаи конференсияи илмӣ-

амалии байналмилалӣ дар мавзуи “Рушди илмҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар робита бо раванди таҳсилот ва истеҳсолот” (30 апрели соли 2024) ДДД, н. Данғара, 2024. – С. 145-148

**[26-М]. Хусайнов, З. К.** Усулҳои ҷенкунии нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обии гидразин / З.К Хусайнов // Маводҳои Конференсияи байналмиллалии илмӣ – амалӣ таҳти унвони “Муаммоҳо ва дурнамои рушди илми физика” (11-12-уми март соли 2025) ДДХ ба номи Б. Ғафуров. ш. Хуҷанд, 2025. – С. 165 – 168.

**[27-М]. Хусайнов, З. К.** Ҳосил намудани муодилаҳои эмпирикӣ оид ба нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули таҳқиқот/ З.К Хусайнов, Г. Абдраҳмонов // Маводи конференсияи II байналмиллалии илмӣ - амалӣ таҳти унвони “Саноаткунории рақамӣ ва рушди энергетика аз нигоҳи олимону муҳаққиқон ” (25-апрели соли 2025) ДЭТ н. Кушонӣён, 2025. – С. 211 – 215.

**[28-М]. Хусайнов, З. К.** Тағйирёбии электрогузаронии электролитҳо вобаста аз концентратсия ва ҳарорат/ З.К Хусайнов, М.М. Сафаров // Маводи конференсияи байналмиллалии илмӣ - амалӣ таҳти унвони “Рушди соҳаи энергетика дар давони истиқлол” ДТТ ба номи М.С. Осимӣ (07 – апрели соли 2025) – Душанбе, 2025.- С. 336-340.

**[29-М]. Хусайнов, З. К.** Ҳосил намудани муодилаҳои эмпирикӣ оид ба коэффитсиенти гармигузаронии маводи таҳқиқотии системаи сечуэа ( $\text{H}_2\text{SiO}_4$  + нанонайчаҳои бисёрқабатаи карбонӣ +  $\text{N}_2\text{H}_4$ )/ Ҳ.Х. Ойматова, З.Қ. Хусайнов// Маводи конференсияи байналмиллалии илмӣ - назариявӣ таҳти унвони “Муаммоҳои муосири математика ва таълими он” ДДБ ба номи Носири Хусрав (ш. Бохтар 31.05.2025) – Бохтар, 2025. – С. 391 – 394.

**[30-М]. Хусайнов, З. К.** Ҳосил намудани муодилаҳои эмпирикӣ оид ба вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии маҳлули таҳқиқотӣ аз нуфузпазирии диэлектрикӣ/ З.Қ. Хусайнов // Маводи конференсияи III байналмиллалии илмӣ - амалӣ таҳти унвони “Саноаткунории рақамӣ ва рушди энергетика аз нигоҳи олимону муҳаққиқон ” ДЭТ, (22-декабри соли 2025) – н. Кушонӣён, 2025. – С. 114 – 118.

Замимаҳо

«Тасдиқ мекунам»

Ректори Донишгоҳи техникии Тоҷикистон  
ба номи академик М.С. Осимӣ  
д.и.и., профессор Давлатзода Қ.Қ.

«*ES*»

соли 2023.

### САНАДИ

комиссияи илмӣ-техникӣ оид ба татбиқи натиҷаҳо ва хулосаҳои илмӣ рисолаи номзадии Ҳусайнов Зубайдулло Қурбоналиевич барои дарёфти дараҷаи илмӣ доктори фалсафа (PhD), доктор аз рӯи ихтисоси 6D060400- Физика (6D060412- Физикаи гармо ва назарияи техникаи гармо) дар мавзӯи «Алоқамандии байни электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин».

**Комиссия дар ҳайати:** и.в. профессори кафедраи техника ва энергетикаи гармои Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, д.и.т. Зарипова М.А., мудири кафедраи техника ва энергетикаи гармо, н.и.т., дотсент Тағоев С.А., н.и.т., ассистенти кафедраи техника ва энергетикаи гармои ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ Тиллоева Т.Р., н.и.т., муаллими калони кафедраи техника ва энергетикаи гармои ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ Пирмадов М.Д. шаҳодат медиҳанд, ки дар натиҷаи тадқиқоти хосиятҳои электрофизикӣ (нуфузпазирии диэлектрикӣ, электрогузаронӣ) ва гармигузаронии маҳлули оби гидразин вобаста аз ҳарорат ва концентратсия, ки дар рисолаи мазкур оварда шудааст, натиҷаҳои зерини илмӣ ба даст оварда шудаанд:

- бори аввал бо истифода аз маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин дар ҳудуди ҳароратҳои (293 -323) К натиҷагирӣ карда шудааст;
- дастгоҳи таҷрибавӣ барои чен кардани гармигузаронии маҳлулҳои электролитӣ вобаста аз ҳарорат, фишор ва концентратсияҳои маводҳои тадқиқотӣ таҳия ва сохта шудааст;
- дар асоси маълумотҳои бо роҳи таҷрибавӣ ва ҳисобкунӣ ба даст овардашуда вобастагии электрогузаронии маҳлули оби гидразин аз нуфузпазирии диэлектрикии моддаҳои тадқиқотӣ дар ҳарорати (293 -323) К қадвалҳо тартиб дода шудаанд.
- дастгоҳи таҷрибавӣ барои чен кардани нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳо, махсусан маҳлулҳои оби гидразин ва тағйирёии онҳо аз ҳарорат истифода гардидааст.

- бори аввал қиматҳои таҷрибавӣ ва ҳисобии коэффитсиенти гармигузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ, электрогузаронии маҳлулҳои обии гидразин вобаста аз ҳарорат, консентратсияи маҳлулкунада ба даст оварда шудааст, ки онҳо бо қонуниятҳои моделсозӣ итоат мекунанд.
- муқарар карда шуд, ки хосиятҳои электрофизикӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои тадқиқотӣ дар ҳудуди ҳароратҳои гуногун аз консентратсияи компонентҳои таркибии маводи тадқиқотӣ вобастагӣ доранд.
- муқаррар карда шудааст, ки афзоиши ҳарорат бо зиёдшавии коэффитсиенти гармигузаронӣ ва электрогузаронии маҳлулҳои обии гидразин оварда мерасонад.

Натиҷаҳои таҷрибавӣ ва муодилаҳои эмпирикӣ метавонанд барои ҳисоб намудани гармигузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва электрогузаронии электролитҳо истифода бурда шаванд.

Онҳо дар равандҳои таълимии омӯзиши фанҳо, ба монанди “Техникаи гармо”, “Асосҳои назариявии техникаи гармо” барои ихтисосмандони муҳандисӣ, инчунин натиҷаҳои тадқиқотии аз тарафи муаллиф ба даст оварда шуда ба сифати маълумотнома дар кафедраи техника ва энергетикаи гармои Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ истифода бурда мешаванд.

#### Раиси комиссия:

Доктори илмҳои техникӣ, и.в. профессори кафедраи «Техника ва энергетикаи гармо»-и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ

Зарипова М.А.

#### Аъзоёни комиссия:

Н.и.т, дотсент, мудири кафедраи «Техника ва энергетикаи гармо»-и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ

Тағоев С.А.

Н.и.т., муаллими калони кафедраи «Техника ва энергетикаи гармо»-и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ

Пирмадов М.Д.

Н.и.т., ассистенти кафедраи «Техника ва энергетикаи гармо»-и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ

Тиллоева Т.Р.

Имзоҳои д.и.т., и.в. профессор Зарипова М.А., н.и.т., дотсент Тағоев С.А., н.и.т., муаллими калон Пирмадов М.Д., н.и.т., ассистент Тиллоева Т.Р.-ро тасдиқ мекунам: Сардори ШК ва КМ ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ



Шарипова Д.А.

“Тасдиқ мекунам”

Директори МДИ “Пажуҳишгоҳи  
илмӣ-татқиқотии саноат”  
н.и.т М. Баротов  
“об” 04 2023 с.

### САНАД

комиссияи илмӣ-техникӣ оид ба татбиқ, муқаррарот ва хулосаҳои рисолаи номзодии Ҳусайнов Зубайдулло Қурбоналиевич барои дарёфти дараҷаи илмӣ доктори фалсафа (PhD), аз рӯи ихтисоси 6D060400 - Физика (6D060412 – Физикаи гармо ва назарияи техникаи гармо) дар мавзӯи «Алоқамандии байни электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин».

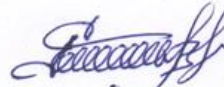
Комиссия дар ҳайати: д.и.х. Раҷабов С.И.- раиси комиссия; ходими калони илмӣ Қаюмов А.И., ходими илмӣ Сафаров Х. шаҳодат медиҳанд, ки дар натиҷаи тадқиқоти хосиятҳои электрофизикӣ (нуфузпазирии диэлектрикӣ, электрогузаронӣ) ва гармигузаронии маҳлули обии гидразин вобаста аз ҳарорат ва концентратсия, ки дар рисолаи мазкур оварда шудааст, натиҷаҳои зерини илмӣ ба даст оварда шудаанд:

- бо истифодабарии дастгоҳҳо ва назарияҳои хосиятҳои электрофизикӣ (нуфузпазирии диэлектрикӣ, электрогузаронӣ) ва гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин вобаста аз ҳарорат (293-323) К дар фишори атмосферӣ (0,101) МПа ба даст оварда шудааст, ки барои ҳисобкунии моделҳои физикию математикӣ васеъ истифода бурда мешаванд;

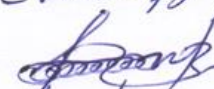
- муқаррар карда шудааст, ки хосиятҳои электрофизикӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои тадқиқотӣ (гидразин+об), (об+гидразин) чӣ дар ҳарорати хона ва чӣ дар ҳароратҳои гуногун аз компоненти дуюм вобастагии роста ва чаппаро доро мебошад;

- дастгоҳҳои пешниҳодкарда барои ҷенкунии гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин дар муассисаҳои таҳсилоти олии касбӣ ҳангоми иҷрои қорҳои курсӣ ва дипломӣ имконпазир аст;
- натиҷаҳои илмие, ки мавриди тадқиқи нуфузпазирии диэлектрикӣ, электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлули обии гидразин вобаста аз ҳарорат ва консентратсияи моддаҳое, ки мавриди тадқиқ ба даст оварда шудаанд, дар раванди таълим и фанҳои физикаи гармо, техникаи гармӣ ва термодинамика дар муассисаҳои таҳсилоти олии касбӣ ва пажуҳишгоҳҳои илмӣ-таҳқиқотӣ тавсия дода мешавад;
- натиҷаҳои таҳқиқоти бадастовардаи муаллиф дар МДИ “Пажуҳишгоҳи илмӣ-таҳқиқотии саноат” ва дигар муассисаҳои илмӣ ҳамчун мавод дар протсессҳои технологӣ ва ҳисобкуниҳои таҷрибавӣ истифода бурда мешавад.

Раиси комиссия:

 Раҷабов С.И.

Аъзоёни комиссия:

 Қайюмов А.И.

 Сафаров Х.

Тасдиқ менамоям:

Нозири калони ШК



Шакирова Н.

## «Тасдиқ мекунам»

Ректори Муассисаи давлатии таълими «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав»,  
д.и.б., профессор Давлатзода С. Х.



2023 с

## САНАДИ

комиссияи илмӣ-техникӣ онд ба тадқиқ, муқаррарот ва хулосаҳои рисолаи номзадии Хусайнов Зубайдулло Қурбоналиевич барои дарёфти дараҷаи илмӣ доктори фалсафа (PhD), доктор аз рӯи ихтисоси 6D060400-Физика (6D060412- Физикаи гармо ва назарияи техникаи гармо) дар мавзӯи «Алоқамандии байни электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин».

**Комиссия дар ҳайати:** мудирӣ кафедраи физикаи умумӣ ДДБ ба номи Носири Хусрав н.и.т., дотсент Турғунбаев М.Т., н.и.ф.-м., дотсенти кафедраи физикаи умумӣ, Алимардонов Э., дотсенти кафедраи физикаи умумӣ Ойматова Ҳ.Ҳ., мудирӣ кафедраи методикаи таълими физика н.и.т., Сафаров Ш.Р.

Дар рисолаи пешниҳодшуда хосиятҳои электрофизикӣ (нуфузпазирии диэлектрикӣ, электрогузаронӣ) ва гармигузаронии маҳлули обии гидразин вабаста аз ҳарорат ва концентратсия инчунин татқиқи онҳо дар истеҳсолот мавриди тадқиқ қарор гирифтааст.

Диссертатсия дар сатҳи баланди илмӣ-таҳқиқотӣ анҷом додашудааст. Он кори баитмомрасида мебошад ва ба талаботҳои муқаррарнамудаи КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ҷавобгӯ мебошад. Автореферат ва 28 мақолаи интишорнамудаи диссертант, ки шаштои онҳо дар маҷаллаҳои аз ҷониби КОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон пазируфташуда ба таърифи расидаанд, мазмунӣ умумии диссертатсияро бозгӯ менамоянд.

Натиҷаҳои илмӣ, ки мавриди тадқиқи нуфузпазирии диэлектрикӣ, электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлули обии гидразин вобаста аз ҳарорат ва концентратсияи моддаҳои мавриди тадқиқ ба даст оварда шудаанд, барои дар раванди таълим истифода бурдани фанҳои физикаи гармо, техникаи гармӣ ва термодинамика дар МДТ «Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав» тавсия дода мешавад.

Дар рисолаи мазкур натиҷаҳои зерини илмӣ ба даст оварда шудаанд:

- Бо истифодабарии дастгоҳҳо натиҷаҳои илмӣ оид ба хосиятҳои электрофизикӣ (нуфузпазирии диэлектрикӣ, электрогузаронӣ) ва гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразинро вобаста ба ҳарорат (293 - 323)К дар фишори атмосферӣ (0,101) МПа ба даст оварда шудаанд, ки онҳоро барои ҳисобкунии адабии моделҳои физики математикӣ васеъ истифода намудан имконпазир аст.
- Барои чен кардани хосиятҳои электрофизикӣ (нуфузпазирии диэлектрикӣ, электрогузаронӣ) ва гармигузаронии маҳлулҳо дастгоҳҳои таҷрибавӣ сохта ва истифода бурда шудааст.
- Натиҷаҳо ва муодилаҳои эмпирикӣ барои ҳисоб намудани гармигузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва электрогузаронӣ дар мавриди ҳисобкунии реаксияҳои химивӣ истифода бурда мешаванд.
- Таҳқиқоти таҳияшуда барои муайян кардани нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳо ва усули коркарди натиҷаҳо барои омӯзиши гармигузаронии моеъҳо вобаста ба ҳарорат ва фишор дар лабораторияҳои кафедраи физикаи умумии МДТ “Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав” имконпазир аст.
- Натиҷаҳои таҳқиқоти бадастовардаи муаллиф инчунин метавонад, барои истифода ҳангоми гузаронидани ҳисобҳои дуруст ҳамчун мавод барои донишҷӯён ва намоёндагони ихтисосҳои дахлдори муҳандисӣ тавсия дода мешавад.

#### Раиси комиссия:

н.и.т., мудир  
кафедраи физикаи умумӣ

Тургунбаев М.Т.

#### Аъзоёни комиссия:

н.и.ф.-м., дотсенти кафедраи  
физикаи умумӣ

Алимардонов Э.

н.и.п., дотсенти кафедраи  
физикаи умумӣ

Ойматова Х.,Х.

н.и.т., саромӯзгор, мудир кафедраи МТФ

Сафаров Ш. Р.

ДДБ ба номи Носири Хусрав

Имзоҳои н.и.т., Тургунбаев М.Т., н.и.ф.-м., дотсент Алимардонов Э., н.и.п., дотсент, Ойматова Х.,Х., н.и.т., саромӯзгор Сафаров Ш. Р. -ро тасдиқ мекунам:

Сардори шуъбаи кадрҳои  
ДДБ ба номи Носири Хусрав



Шукурзод Ҷ. А.