

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

Бо ҳуқуқи дастнавис
ВБД (УДК) 536.621.1

ҲУСАЙНОВ Зубайдулло Қурбоналиевич

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

РИСОЛА

барои дарёфти дараҷаи илмии доктори фалсафа (PhD), аз рӯи ихтисоси
6D060412– Физикаи гармо ва назарияи техникаи гармо

Роҳбари илмӣ:

Сафаров Маҳмадалӣ Маҳмадиевич

доктори илмҳои техникӣ, профессор,
арбоби илм ва техникаи Тоҷикистон,
академики Академияи байналмилалӣ
муҳандисӣ (АБМ)

Бохтар – 2023

МУНДАРИЧА

	Саҳ.
Муқаддима	6
Боби 1 Шарҳи адабиёт оид ба электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои электролитӣ	13
1.1 Электрогузаронии металлҳо ва маҳлулҳои электролитӣ (назария ва таҷриба)	13
1.2 Электрогузаронии маҳлулҳо ва тағйирпазирии ионҳо	23
1.3 Таъсири омилҳои гуногун ба электрогузаронӣ	28
1.4 Гармигузаронии маҳлулҳои обӣ	41
Хулосаҳо оид ба боби якум	44
Боби 2 Усулҳо ва дастгоҳҳои ченкунии электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин	45
2.1 Усулҳои чен кардани нуфузпазирии диэлектрикӣ.....	45
2.1.1 Усулҳои резонансӣ	45
2.1.2 Усули зарбавӣ	47
2.1.3 Усули ҷо ба ҷо гузорию контурҳо	49
2.2 Дастгоҳ барои муайян кардани хосияти электрофизикии электролитҳо вобаста аз фишор	51
2.2.1 Усули чен кардани нуфузпазирии диэлектрикии диэлектрикҳои моеъ	54
2.2.2 Усулҳои ченкунии электрогузаронии электролитҳо	58
2.2.3 Титронидани кондуктометрӣ (муайян намудани миқдори моддаҳои маҳлулҳо)	62
2.2.4 Чен кардани электрогузаронӣ.....	64
2.2.5 Дастгоҳ барои ченкунии кондуктометрӣ	68
2.3 Усулҳои чен кардани гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин	74

2.3.1	Дастгоҳ барои тадқиқи гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин	74
2.3.2	Коркарди маълумоти таҷрибавӣ	79
2.3.3	Дастгоҳи таҷрибавӣ барои чен кардани гармигузаронӣ.....	80
2.4	Ҳисоб кардани ҳатогиҳои ченкунии хосиятҳои гармофизикӣ ва термодинамикии мавод бо усулҳои гуногун	83
	Хулосаҳо оид ба боби дуюм.....	85
Боби 3	Маълумоти таҷрибавӣ оид ба электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин	86
	Электрогузаронии системаи гидразин ва об дар фишори атмосферӣ	86
3.1	Нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули оби гидразин вобаста аз ҳарорат дар фишори атмосферӣ	90
3.2	Вобастагии электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин дар ҳарорати хона	95
3.3	Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии маҳлули оби гидразин аз нуфузпазирии диэлектрикии онҳо дар ҳарорати хона ва фишори атмосферӣ	99
3.4	Хулосаҳо оид ба боби сеюм.....	102
Боби 4	Таҳлил ва коркарди маълумоти таҷрибавӣ оид ба электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ, гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин ва алоқамандии онҳо	104
4.1	Коркард ва таҳлили электрогузаронии электролитҳо дар фишори атмосферӣ	104
4.2	Коркард ва таҳлили нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои оби гидразин дар ҳароратҳои гуногун ва фишори атмосферӣ	107
4.3	Коркард ва таҳлили алоқамандии электрогузаронӣ ва	

	гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин дар ҳароратҳои гуногун	110
4.4	Алоқамандии коэффициентҳои гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули обии гидразин дар ҳарорати хона ва фишори атмосферӣ (ҳосилкунии муодилаи эмпирикӣ).....	113
	Хулосаҳо оид ба боби чорум.....	116
	Хулоса ва натиҷаҳои асосӣ.....	117
	Тавсияҳо оид ба истифодаҳои маълумоти ба даст овардашуда.....	118
	Рӯйхати адабиёт	119
	Замимаҳо	143

**Номгуи мафхумҳои асосии кутӯҳкардашуда, ишораҳо, бузургӣҳо ва
мафхумҳо**

σ - электрогузаронии ҳос, мкСм/м	МХЭ - муқовимати ҳоси электрикӣ
ϵ - нуфузпазирии диэлектрикӣ	ВХО - воситаи хотираи оперативӣ
λ – гармигузаронӣ, Вт/(м*К)	ВХД - воситаи хотираи доимӣ
См - Сименс	СБВ - системаи байналмилалии воҳидҳо
T – ҳарорати мутлақ, К	АТТО - автотрансформатори танзимшавандаи озмоишгоҳӣ
n - консентратсия, %	МХЭ - муқовимати электрикии ҳоси электрикӣ
N ₂ H ₄ – гидразин	МП2500 - навъи манометр
МИР2 - намуди микроскоп	Р 371 - намуди потенциометр
МК - намуди микрометр	
ГСП47 - намуди галванометр	

Муқаддима

Омӯзиши хосиятҳои физикӣ-кимиёвӣ маҳлулҳо, электрогузаронӣ ва гармигузаронии онҳо таърихи тӯлонӣ дошта бошанд ҳам, аммо пажӯҳишҳо дар солҳои охир хосияти нав пайдо кардаанд. Маълум аст, ки электролитҳо мавод, маҳлул ё ғудохтаҳои мебошанд, ки қобилияти гузаронандагии ионӣ доранд. Дар муқоиса бо металлҳо (хулаи металлҳо) оид ба электрогузаронӣ, ки ноқилҳои чинси яқум мебошанд, электролитҳо ба ноқилҳои чинси дуҷум мансуб мешаванд. Ноқилҳои чинси дуҷум – 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 [1]. Электрогузаронии маҳлулҳо аз як қатор омилҳо, ба монанди табиати ҳалкунанда, ҳаспаки ва ҳарорати муҳит, радиус ва консентратсияи ионҳо дар маҳлул вобаста мебошад [4, 5].

Дар рисолаи пешниҳодшуда хосиятҳои физикӣ-кимиёвӣ, аниқтараш нуфузпазири диэлектрикӣ, электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлули оби гидразин вобаста аз ҳарорат ва консентратсия, инчунин, алоқамандии байни онҳо тадқиқ карда шудааст.

Электрогузаронии маҳлулҳои электролитӣ аз табиати электролит ва ҳалкунанда вобаста аст. 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 хлориди натрий, ҷойгиршавии ионҳо дар маҳлул ба кристали худӣ намак шабоҳат дорад.

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

Дар рисола тағйирёбии нуфузпазирии диэлектрикии моддаҳои тадқиқшаванда – маҳлулҳои оби гидразин, вобаста аз ҳарорат мавриди омӯзиш ва тадқиқ қарор гирифта, қобилияти электрогузаронии онҳо вобаста ба ҳарорат чен карда шудааст.

Ба ҳамин мақсад дар рисолаи мазкур нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули оби гидразин дар ҳолати муътадил ва ҳангоми тағйирёбии ҳарорат санҷида шуда, ҳамчунин оид ба нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули оби гидразин дар 9 ҳолат, ки ҳар кадомашон дорои консентратсияи гуногуни гидразин ва об мебошанд, дар ҳароратҳои аз 293 то 323K тадқиқот гузаронида шудааст.

Натиҷаи тадқиқот нишон дод, ки ҳангоми баланд шудани ҳарорат нуфузпазирии диэлектрикии маҳлул кам мешавад. Дар ҳолати нормалӣ бошад, ҳангоми афзоиш ёфтани консентратсияи об дар маҳлул, нуфузпазирии диэлектрикӣ низ зиёд мегардад.

Мақсади кори диссертатсионӣ: тадқиқи алоқамандии гармигузаронӣ бо электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули оби гидразин вобаста аз ҳарорат дар фишори атмосферӣ.

Барои ноил шудан ба мақсад масъалаҳои зерин ҳал карда шудаанд:

- такмил додани дастгоҳҳои таҷрибавӣ барои ченкунии нуфузпазирии диэлектрикӣ, электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлули оби гидразин дар ҳароратҳои аз 293K то 323K;

- омӯзиши таҷрибавии нуфузпазирии диэлектрикӣ, электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлули оби гидразин дар ҳудуди ҳароратҳои (293-323)К ва фишори атмосферӣ;

- коркарди маълумоти бадастомада оид ба нуфузпазирии диэлектрикӣ, электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлули оби гидразин, ҳосил намудани муодилаҳои эмпирикии вобастагии ин параметрҳо аз ҳарорат, консентратсия ва алоқамандии байниҳамдигарии онҳо.

Навгониҳои илмӣ рисола:

- тадқиқи таҷрибавии электрогузаронии маҳлули оби гидразин вобаста ба консентратсияи об (10-90% масс.) ва ҳарорат (293-323 К) дар фишори атмосферӣ;

- тадқиқи таҷрибавии нуфузпазирии диэлектрикии гидразин ва маҳлули оби гидразин вобаста ба консентратсияи об (10-90% масс.) ва ҳарорат (293-323 К) дар фишори атмосферӣ;

- тадқиқи таҷрибавии алоқамандии гармигузаронӣ ва электрогузаронии маҳлули оби гидразин вобаста ба консентратсияи об (10-90% масс.) дар ҳарорат хона (293 К) ва фишори атмосферӣ;

- тадқиқи таҷрибавии алоқамандии гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули оби гидразин вобаста ба консентратсияи об (10-90% масс.) дар ҳарорати хона (293 К) ва фишори атмосферӣ;

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

- ҳосил намудани муодилаҳои вобастагии байни гармигузаронӣ ва электрогузаронӣ, гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ барои маҳлули оби гидразин вобаста ба консентратсияи об (10-90% масс.) ва ҳарорат (293-323 К) дар фишори атмосферӣ.

Аҳамияти амалӣ ва назариявии кор:

- дастгоҳҳои таҷрибавии такмилдодашуда, барои ҷенкунии электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ, метавонанд барои омӯзиши хосиятҳои электрофизикии мавод ва маҳлулҳо дар шароити озмоишгоҳҳо ҳамчун усулҳои экспрессӣ истифода бурда шаванд;

- ҷадвалҳои тартибдодашуда оид ба электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои оби гидразин дар ҳароратҳои аз 293 то 323К 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.

Маводи тадқиқотӣ: гидразин, об, маҳлули оби гидразин бо концентратсияҳои гуногун.

Методология в усулҳои тадқиқот: барои иҷрои рисолаи илмӣ тадқиқоти усули конденсатори ҳамвор барои тадқиқи нуфузпазирии диэлектрикӣ, усули барои тадқиқи электрогузаронӣ ва усули калориметрӣ барои тадқиқи гармигузаронии маҳлули оби гидразин усулҳои монандии ҳолатҳо ва квадратҳои хурдтарин барои коркарди натиҷаҳои тадқиқот истифода шуданд.

Ба дифоъ пешниҳод мешаванд:

- варианти нави дастгоҳҳо барои ҷен кардани электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули оби гидразин вобаста ба ҳарорат;

- натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавӣ оид ба электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои оби гидразин вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи об;

- натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавӣ оид ба вобастагии байни гармигузаронӣ ва электрогузаронӣ, гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обии гидразин вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи об;

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

- муодилаҳои вобастагии байни гармигузаронӣ ва электрогузаронӣ, гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ барои маҳлули обии гидразин вобаста ба консентратсияи об (10-90% масс.) ва ҳарорат (293-323 К) дар фишори атмосферӣ.

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

Дарҷаи эътимоднокии натиҷаҳои рисола бо истифодабарии таҷҳизотҳои ченкунандаи санҷидашуда, ки қобилияти хуби такроршавандагии натиҷаҳои ченкунӣ, мувофиқатии маълумоти таҷрибавӣ бо адабиёт ва натиҷаҳои ҳисобкунӣ, мувофиқатии маълумоти бадастомада бо натиҷаҳои омӯзиши мустақилона бо истифода аз усулҳои дигари тадқиқот ба даст овардашуда, татбиқи дурусти назарияи ченкунӣ ва ҳатогихо таъмин карда мешаванд.

Баррасии натиҷаҳои кор. Натиҷаҳои асосии кори диссертатсионӣ дар форумҳо, конфронсҳо, симпозиумҳо ва чаласаҳои илмии зерин гузориш ва муҳокима карда шуданд: конференсияи байналмилалии "Дурнамои рушди илми физика", Академияи миллии илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, Душанбе (2017); конференсияи I-уми илмӣ ва амалии байналмилалии «Технологияҳои иттилоотӣ дар назорат ва моделсозии системаҳои мехатроникӣ», ИТУММС,

Тамбов, Русия (2017); конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалии «Проблемаҳои муосири рушди илмҳои табиӣ ва математика дар Ҷумҳурии Тоҷикистон», Душанбе (2017); конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалии "Истиқлолият - асоси рушди саноати энергетикӣ кишвар", Бохтар (2017); конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалии "Проблемаҳои актуалии таълими математика ва табиатшиносӣ дар низоми кредитӣ таҳсилот", ДДБ ба номи Носири Хусрав, Бохтар (2018); симпозиуми 20-ум оид ба омӯзиши хосиятҳои гармофизикӣ, Боулдер, Колорадо (2018); форуми байналмилалӣ об ва энергетика, Донишгоҳи давлатӣ энергетикӣ Қазон, Русия (2018) (Скопус); XI МБФГ (МТФШ) «Системаҳои иттилоотӣ-датчикӣ дар тадқиқоти гармофизикӣ», Тамбов, Россия (2018); конференсияи 8-уми умумирусиягии илмӣ-амалӣ (бо иштироки байналмилалӣ) "Технология ва технологияи муосир: мушкилот, ҳолат ва дурнамо", Рубтсовск, Россия (2018); конференсияи XV муштаракӣ термодинамикӣ Аврупо. Barcelona (2019); 4-умин конференсияи байналмилалӣ илмӣ "Масъалаҳои кимиёи физикӣ ва ҳамроҳангсозӣ", бахшида ба хотираи докторони илмҳои химия, профессорҳо Ҷамид Мухсинович Якубов ва Зухуриддин Нуриддинович Юсуфов, Душанбе (2019); 6-ум конференсияи байналмилалӣ илмӣ-техникӣ донишҷӯён, олимон ва мутахассисони ҷавон «Сарфаи энергия ва самаранокӣ дар системаҳои техникӣ», Тамбов (2019); конференсияи байналмилалӣ «Гузаришҳои марҳилавӣ, падидаҳои муҳим ва ғайрихаттӣ дар муҳитҳои конденсӣ», Махачкала (2019); конференсияи байналмилалӣ илмӣ «Муҳаққиқони ҷавон барои минтақаҳо», Вологда, Россия (2019); конференсияи байналмилалӣ илмӣ "Проблемаҳои муосири илмҳои табиӣ ва гуманитарӣ ва нақши онҳо дар таҳкими робитаҳои илмӣ байни кишварҳо", Филиали Донишгоҳи давлатӣ Москва ба номи М.В. Ломоносов дар шаҳри Душанбе (2019); конференсияи байналмилалӣ илмӣ-техникӣ "Мушкилоти муосири энергетикаи гармӣ", Липетск, Россия (2019); конференсияи 10-уми илмӣ-амалии "Хониши Ломоносовӣ", бахшида ба 75-солагии Ғалаба дар Ҷанги Бузурги Ватанӣ (1941-1945), Филиали Донишгоҳи давлатӣ Маскав ба номи М.В. Ломоносов дар шаҳри Душанбе (2020);

конференсияи илмӣ-амалии байналмилалии “Масъалаҳои муосири математика ва методикаи таълими он”, бахшида ба 25-солагии Конститутсии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 80-солагии доктори илмҳои педагогӣ, профессор Шарифзода Ҷумъа Шариф, ш. Бохтар (18-19 октябри соли 2019); Маводи конференсияи илмӣ – амалии ҷумҳуриявии “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 Қорманди шоистаи Тоҷикистон, доктори илмҳои педагогӣ, профессор А.Э. Сатторов, ш. Бохтар (2020); Маводи конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ – амалии “Проблемаи муосири 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 иштироки ИДМ), ш. Бохтар (4 – 5 ноябри с. 2021); Маводи конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ – амалии “Нақши Абурайҳони Берунӣ дар рушди илмҳои риёзию табиӣ ва техникӣ”, бахшида ба пешвози 1050 – солагии нобиғаи маъруфи тоҷику форс – Абурайҳони Берунӣ, ш. Бохтар (2022).

Ҷопи натиҷаҳои рисола. Тибқи натиҷаҳои тадқиқот 28 кори илмӣ ба таъб расидааст, ки аз ҷумла 6-тоаш дар маҷаллаҳои тавсиянамудаи Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 22 тезиси маърузаҳо дар маводҳои конференсияҳои байналмилалӣ, ҷумҳуриявӣ ва симпозиумҳо ба таъб расидааст.

Ҳаҷм ва сохтори рисола. Кори тадқиқотии пешниҳодшуда аз муқаддима, чор боб, хулоса, рӯйхати адабиёти истифодашуда ва замимаҳо (6 саҳифа) иборат аст. Рисола дар ҳаҷми 143 саҳифаи матни компютерӣ, 15 ҷадвал, 44 расм ва 206 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 зерӣ таъсири майдони электрикӣ муайян мекунад. Электрогузаронӣ бузургии физикии баръакси муқовимати электрикӣ мебошад. Дар системаи байналмилалии 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.

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 (поляризаторсияи 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 мебошад:

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

дар ин ҷо: σ – электрогузаронии хос;

\vec{J} – вектори зичии ҷараён;

\vec{E} - вектори шадидияти майдони электрикӣ.

Электрогузаронии ноқили якҷинсаи дарозиаш L бо масоҳати буриши кундалангии ноқил S ба воситаи электрогузаронии хоси мавод, ки аз он ноқил сохта шудааст, чунин ифода карда мешавад:

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

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

Дар муҳити ғайриҷинса, σ 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 зарбқунии 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 σ_{ik} диогналӣ

мешавад, яъне чунин намуд мегирад, ки ҳангоми он аз нӯҳ ташкилдихандаи σ_{ik} , танҳо се ташкилдиханда σ_{11} , σ_{22} σ_{33} аз сифр фарқкунанда мебошанд, он гоҳ ба ҷои σ_{ii} ҳамчун σ_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 σ_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. Умуман, нисбати хаттии дар боло навишта шуда (ҳам намуди скалярӣ ва ҳам тензорӣ), тақрибӣ дуруст аст [3], ва ин тақрибан дурус 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 ғайрихаттӣ 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.

Таҷрибае, ки физики олмонӣ Карл Виктор Эдуард Рикке (Riecke Carl Viktor Eduard) дар соли 1901 гузаронидааст, аз он иборат буд, ки ду силиндри

мисӣ ва як алюминии охирҳояшон сайқалдода болои ҳам гузошта шуда, дар муддати як сол чараёни электрикии доимӣ гузаронида шуд ва баъд аз он таркиби мавод дар наздикии ҷои васлшавӣ тадқиқ карда шуд. Маълум шуд, ки кӯчиши маводи металлӣ аз сарҳади металлҳо ба амал наомада, мавод аз тарафҳои гуногуни сарҳадҳои чудокунӣ то гузаштани чараён ва баъди он ҳамон як таркибро дорад. Ҳамин тариқ, нишон дода шуд, ки гузаронидани чараёни 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 ҷинси 1-ум) электрогузаронии маҳлулҳои ҷӣ заиф ва ҷӣ электролитҳои қавӣ (ноқилҳои ҷинси 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 чараён дар натиҷаи он мебошад, ки ионҳои аломати муқобилдошта дар таҳти таъсири

майдони электрикӣ ба самти баръакси ҳаракати иони тадқиқшаванда ҳаракат мекунанд.

Эффекти релаксатсионӣ – ин бозистии барандагони чараён 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, 8].

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 релаксатсионӣ зоҳир намешавад [5, 6].

Электролитҳо – мавод, маҳлулҳо ё ғудохтаҳои мебошанд, ки қобилияти гузаронандагии ионӣ доранд. Дар муқоиса бо металлҳо (хулаи металлҳо), ки ноқилҳои чинси якум мебошанд, электролитҳо ба ноқилҳои чинси дуюм мансуб мебошанд. Ноқилҳои чинси дуюм – 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 чараёни электрикии онҳоро тавсиф медиҳад ва он бузургии баръакси муқовимати электрикӣ мебошад. Дар навбати худ, муқовимати ноқили намуди дилҳоҳ 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: ρ – муқовимати электрикии хос, ки ба муқовимати ноқили дарозияш як воҳид (1 м) ва масоҳати буриши кундалангиаш 1 мм² баробар мебошад, Ом·м.

Электрогузарониҳои хос, эквивалентӣ ва моляриро аз ҳам фарқ мекунамд. Бузургии баръакси муқовимати электрикии хос (ρ)-ро электрогузаронии хос (σ) меноманд, ки электрогузаронии маҳлули электролитии дар байни электродҳои параллел ҷойгиршудаи масоҳаташ 1 м^2 ва дар масофаи 1 м бударо ифода мекунад.

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

Электрогузаронии хоси як қатор маводҳо дар ҳарорати 20°C дар ҷадвали 1.1 оварда шудааст.

Ҷадвали 1.1 - Электрогузаронии хоси як қатор маводҳо дар ҳарорати 20°C

Мавод	σ , мкСм/м,	Мавод	σ , мкСм/м,	Мавод	σ , 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	Пӯлод	7,69	Шишаи квартсӣ	10^{-16}
Қурғошим	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 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, м³/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 Ом¹×м²×мол-экв мебошад.

Электрогузаронии маҳлулҳо аз як қатор омилҳо, ба монанди табиати ҳалкунанда, часпакӣ 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 маҳлулҳои электролитҳои заиф суръати ҳаракати ионҳо аз консентратсия кам вобастагӣ доранд, вале бо афзоиши онҳо дараҷаи диссоциатсия кам мешавад, ки инчунин ба камшавии бузургии электрогузаронии хос меорад.

Электрогузаронии молярӣ (эквивалентӣ)-и маҳлулҳои электролитӣ ҳангоми тунуккунии маҳлул (пасткунии консентратсия) афзуда, ҳангоми то беохир тунуккунӣ бузургии доими 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 ҷо: 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 оид ба новобастагии ҳаракати ионҳо, бузургии λ_{∞} ба суммаи ҳаракатнокии катион ($\lambda_{+\infty}$) ва анион ($\lambda_{-\infty}$) баробар мебошад:

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

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 даҳҳо ва садҳо маротиба аз металлҳо кам мебошад. Татбиқи электрогузаронии хос дар химия татбиқи гузаронандагии 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 (ΔH , ΔU , ΔS , ΔG , ΔA) барои 1 мол – Жоул/мол мебошад ва дар электрогузаронӣ муддатҳои зиёд мафҳуми гузаронандагии молярӣ истифода мешавад (ҷадвали 1.2).

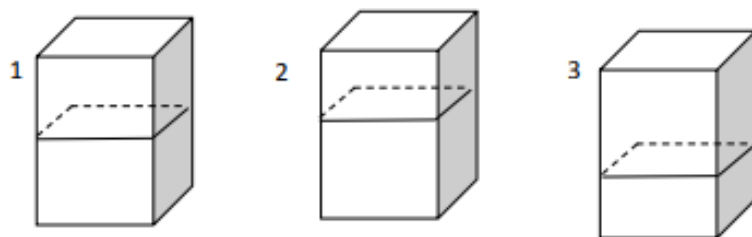
Ҷадвали 1.2 - Намудҳои электрогузарони ва воҳидҳои ченкунии он

Электрогузаронӣ		
Хос (σ), $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$	Эквивалентӣ (k), $\text{См}\cdot\text{м}^2/\text{г-экв}$	Молярӣ (μ), $\text{См}\cdot\text{м}^2/\text{мол}$

Муқоисаи ин воҳидҳоро бо расми 1.1 аёнӣ намудан мумкин аст. Се ячейкаи 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 ячейкаи яқум, барои аёнияти электрогузаронии хос (σ), маҳлули электролитро бо баландии 1 м мерезем. Он гоҳ бузургии σ ададан ба

электрогузаронии кабати электролити ғафсаш 1 м, ки дар байни ду тарафҳои муқобили кубӣ масоҳаташон воҳидӣ баробар мебошад [3].



Расми 1.1. Ячейкаҳо барои аёнияти намудҳои электрогузаронӣ

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

Дар ячейкаи сеҷум, барои намоиши электрогузаронии молярӣ (μ) 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.

Диссоциатсияи электролит ҳамчун қоида дар ҳалкунандаҳои қутбӣ сурат мегирад, ва аз нуфузпазирии диэлектрикии онҳо (ϵ) вобаста мебошад, яъне ҳар қадар ϵ баланд бошад, диссоциатсияи электролит ҳамон қадар пурра буда ва электрогузаронии маҳлулҳо зиёд мешаванд.

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

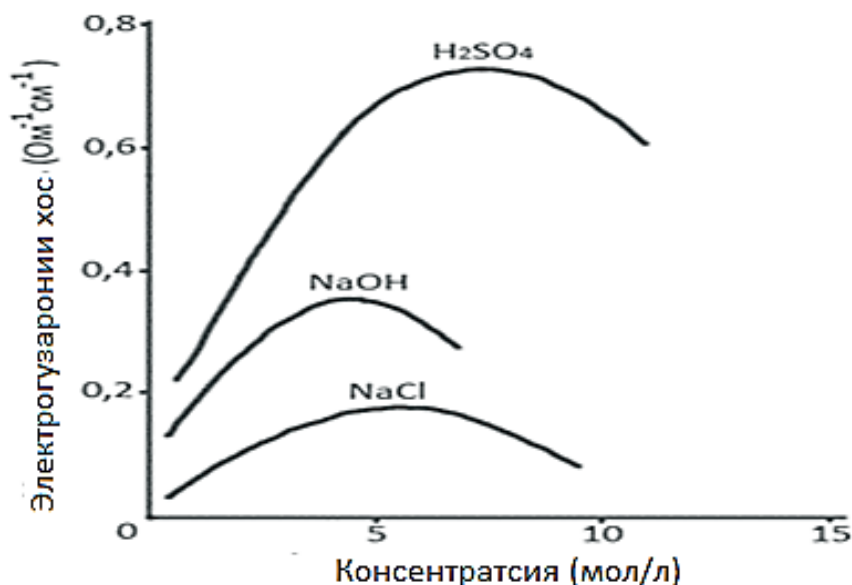
Аз тарафи дигар, ҳар қадар қутбнокии маҳлул зиёд бошад, ҳамон қадар дар атрофи ион абри солватӣ ташкил медиҳад, аз ин ҷо маълум мегардад, ки андозаҳои ионҳои солватсионӣ калон буда мувофиқан ҳаракатнокии онҳо кам мебошад.

Графики вобастагии электрогузаронандагии хос аз концентратсия бо хати қач ифода карда мешавад, ки дорои максимум мебошад. Ин камшавии дарҷаи диссоциатсияи электролити заиф ва афзоиши таъсири мутақобилаи ионӣ дар маҳлулҳои электролитии қавӣ ҳангоми афзоиши концентратсияро мефаҳмонад. Афзоиши концентратсияи умумии электролити қавӣ ба афтиши электрогузаронии хоси маҳлул меорад. Ғайр аз ин, ҳангоми концентратсияҳои калони электролит дар маҳлул ҷуфтҳо ва сегонаи ионӣ ҳосил мешавад, ки як қисми ионҳо дар интиқоли ҷараён иштирок намеkunанд [12]. Мувофиқи назарияи электролитҳои қавӣ 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 концентратсияи 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 (σ)-ро муайян меkunем, ки бузургии баръакси муқовимати электрикии хос дар 1 см^3 маҳлул мебошад. Аввал бо афзоиши концентратсияи намак электрогузаронӣ зиёд мешавад. Ҳар қадар концентратсияи хлориди натрий дар маҳлул зиёд бошад, ҳамон қадар концентратсияи 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 концентратсияи намак ба афзоиш меёбад (расми 1.2) [15-17].

Дар ҳақиқат тағйирёбии электрогузаронии хос аз концентратсия ба воситаи максимум назарияи классикии диссоциатсияи электролитии назарияи Аррениус дар аввал бисёр ҳам боварибахш ба назар мерасад.



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

Дар маҳлулҳои тунуқшуда электролитҳо пурра диссоциатсияшуда, бо афзоиши концентратсия дараҷаи диссоциатсияи электролитҳо кам мешавад ва миқдори зарраҳои зарраҳои, ки дар интиқоли ҷараён иштирок мекунанд кам мешаванд. Дар ин ҷо савол ба миён меояд, ки чаро дар аввал электрогузаронӣ зиёд шуда ва баъд кам мешавад? [18]. Маълум мешавад, ки дар мавриди хлориди натрий ва дигар электролитҳои қавӣ, дар маҳлул молекулаҳои диссоциатсиянашуда мавҷуд нестанд — тамоми электролит, сарфи назар аз концентратсияш, 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 медиҳанд. 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 худӣ 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 қадри кофӣ калон ҷойгиранд ва табиист, ки ба ҳамдигар суст таъсир мерасонанд. Баробари зиёд шудани концентратсия структураи маҳлул торафт равшантар маълум мешавад, таъсири мутақобилаи байниони 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 тарафаи 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 ҷо сухан дар бораи электрогузаронии хос не, балки дар бораи дигар намуди электрогузаронӣ, ки дар химияи физикии маҳлулҳо нисбат ба электрогузаронии хос бештар истифода мешавад, яъне сухан 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).

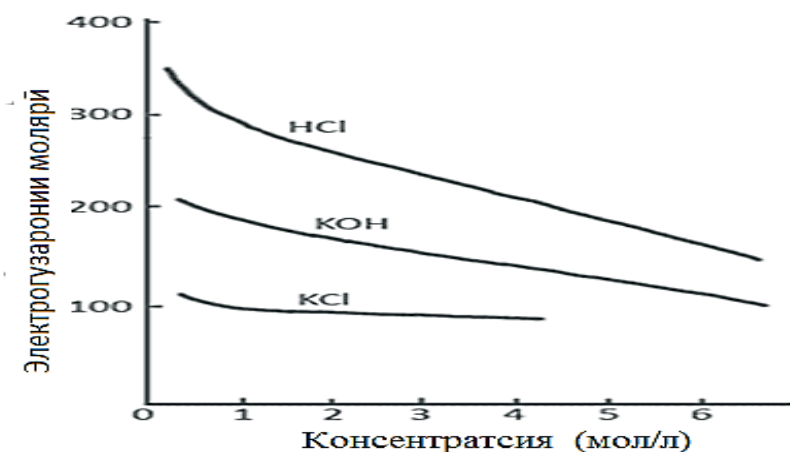
Электрогузаронии хосро доништа электрогузаронии моляриро бо формулаи зерин ҳисоб кардан мумкин аст:

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

дар ин ҷо: C - консентртсияи маҳлул, мол/л;

σ - электрогузаронии хос, Ом¹см¹.

Дар мавриди маҳлулҳои тунуккардашуда алоқаи байни консентратсия ва электрогузаронии молярӣ қомилан муайян мебошад: ҳар қадар консентратсияи маҳлул кам бошад, электрогузаронии вай ҳамон қадар қалон мебошад. Дар ин ҷо ягон ҳатоғӣ вучуд надорад. Дар графикаи 1.3 вобастагии электрогузаронии молярӣ (k) аз консентратсияи маҳлул (C) оварда шудааст:

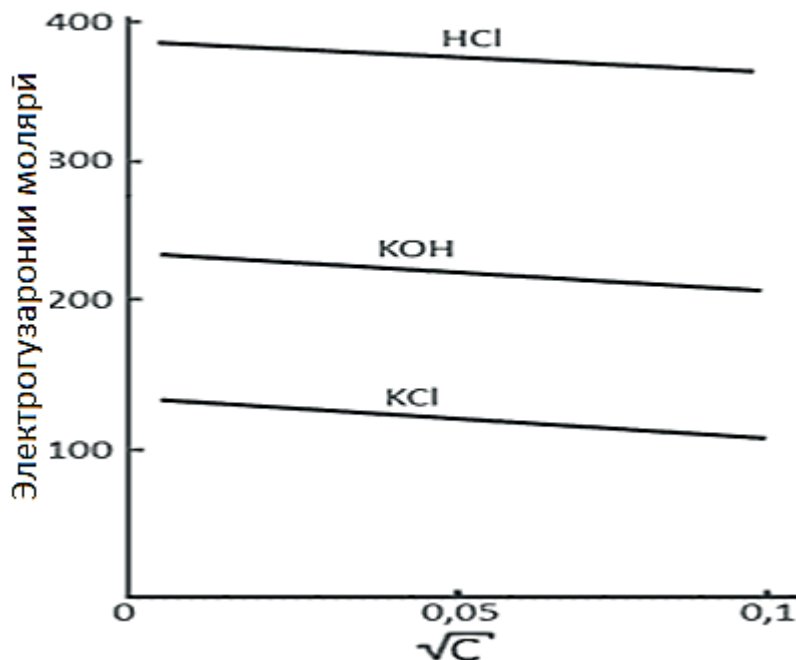


Расми 1.3. Графики вобастагии электрогузаронии молярӣ аз консентратсияи электролитҳои HCl , KOH ва KCl .

Чӣ тавре, ки аз расми 1.3 мебинем бо пастшавии консентратсияи электролит, электрогузаронии молярӣ хеле босуръат меафзояд. Усули дигари аёнияти вобастагии электрогузаронӣ аз консентратсия нишон додани вобастагӣ дар намуди хати рост мебошад. Барои ин на консентратсия дар дараҷи як (C), балки решаи квадратӣ аз консентратсия ($C^{1/2}$) 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 консентратсия

баробари сифр шудан давом додан мушкил 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 молярӣ решаи квадратии консентратсияи электролитҳои HCl , KOH ва KCl

Ҳамин тавр, маълум мешавад, ки маҳлул чараёни 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 султар 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 сураат 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 Li^+ Na^+ K^+ Rb^+ чӣ гуна тағйир меёбад? Қатори ин катионҳо тасодуфӣ интихоб нашудааст. Ҳамаи ин элементҳо аз як гурӯҳ, яъне аз элементҳои системаи даврии Д.И. Менделеев, аз зергурӯҳи металлҳои ишқорӣ иборат мебошад. Аз инҳо иони Li^+ аз ҳама хурд, баъд аз рӯи андоза Na^+ , баъд K^+ ва аз ҳама калон аз инҳо Rb^+ мебошад. Дар назари аввал, иони калонтари рубидий аз қабати молекулаҳои об нисбат ба иони хурди литий, ки чолоктар мебошад, сустар мебарояд. Ба ҷадвалҳои, ки бузургҳои ҳаракатнокии ионҳо ҷамъбаस्त 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].

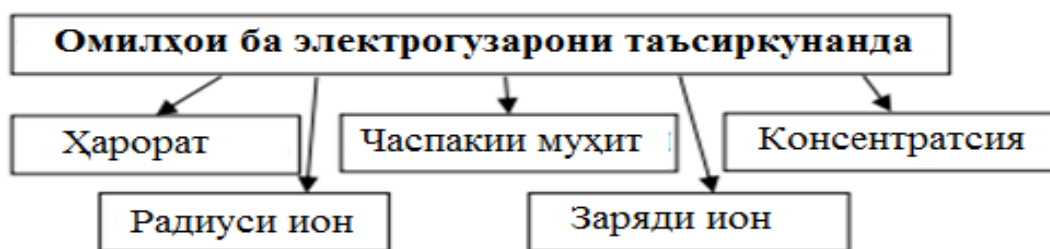
Ин қонуният, ки ба назари мо комилан муҳолиф аст, шарҳи хеле равшан пайдо менамояд, агар ба ёд орем, ки ионҳо дар маҳлул бо молекулаҳои ҳалкунанда ихота шудаанд. Заряди ҳамаи ин катионҳо якхела, яъне +1 мебошад. Шадиияти майдоне, ки ин катионҳо ба вучуд меоранд, ба таври назаррас фарқ мекунад, чунки андозаи ҷисми заряднок ҳар қадар хурд бошад, шадиияти майдоне, ки он ба вучуд 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 (ϵ) вобаста аст. Ҳар қадар ϵ баланд бошад, диссоциатсияи электролит ҳамон қадар пурратар ва электрогузаронии маҳлул ҳамон қадар зиёд мешавад. Нуфузпазирии диэлектрикии об калон мебошад: дар $25\text{ }^\circ\text{C}$ $\epsilon = 78,3$. Нуфузпазирии диэлектрикии этанол пасттар – $24,3$, этиленгликол – $37,0$ мебошад. Фақат миқдори ками ҳалқунандаҳои органикӣ нуфузпазирии диэлектрикии аз об калонро доранд. Масалан, барои формамид $\epsilon = 109,0$ мебошад. Маҳлулҳои электролитӣ дар ин чунин ҳалқунандаҳо гузаронандагии хеле баланди чараёнро доранд [12].

Аз тарафи дигар, қутбнокии ҳалқунанда ҳар қадар баланд бошад, он дар атрофи ион ҳамон қадар осонтар қабати солватсионӣ ба вуҷуд меорад, яъне андозаҳои ионҳои ҳалқунанда калонтар ва аз ин рӯ, ҳаракатнокии он пасттар мебошад. Дар ҳалқунандаҳои ғайриқутбӣ ба монанди CCl_4 ($\epsilon = 2,238$ дар $20\text{ }^\circ\text{C}$; бензин $\epsilon = 2,3$; гептан $\epsilon = 1,9$) диссоциатсия қариб, ки вуҷуд надорад ва электрогузаронии чунин маҳлулҳо паст мебошад. Омилҳои дигари ба ҳаракати ионҳо дар маҳлулҳои обӣ таъсиркунадоро 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 чараён ($\alpha \cdot c$) ва ҳаракатнокии ионҳо $\{(u_+^* + u_-^*) \cdot F\}$ ифода кардан мумкин аст:

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

$$\sigma = [\text{миқдори барандагони чараён}] \cdot [\text{ҳаракатнокии ионҳо}].$$

Ифодаи (1.13)-ро истифода бурда, таъсири омилҳои гуногунро ба бузургии гузаронандагии электрикӣ, барои табиатҳои гуногуни маҳлулҳои электролитӣ тадқиқ 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 α таъсир намерасонад. Ҳангоми афзуншавии ҳарорат дар маҳлулҳои электролитии заиф дараҷаи диссоциатсияи онҳо зиёд мешавад, чунки алоқаҳо дар молекулаҳои электролит ғаёл 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 худудӣ (максималӣ) ҳаракат мекунанд. Дар баробари зарбкунандаи дууми (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: α ва β – коэффитсиентҳои ҳароратии электрогузаронӣ.

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

Коэффициенти 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: α – коэффициентсиенти ҳароратии электрогузаронӣ.

Коэффициенти ҳароратӣ, дар ҳароратҳои миёна, дар маҳлулҳои обӣ аксаран дар ҳудуди $0,02 \div 0,025$ тағйир меёбад, бинобар ин, афзоиши электрогузаронии ҳос ва молярӣ бо баландшавии ҳарорат ба 1°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 ҳалқунанда 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 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 (η^0) дар муқовимати маҳлул ба ҳаракати ионҳо ифода меёбад. Ҳар қадар часпакӣ зиёд бошад, ҳамон қадар

харакатнокии 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 (η)-и ҳаракати ион дар маҳлул бо муодилаи Стокс муайян карда мешавад.

Ҳудуди суръати ион дар маҳлул (u_+^∞) бо заряди z_i ва радиуси эффе́ктивии ион r_i дар ҳалқунандаи софи часпакиаш η^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 ҷо: 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_+^∞ метавонем ба ҳаракатнокии λ_+^∞ гузарем ва ҳар ду тарафи баробариро 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 ҳалқунандаҳо ҳосили зарби қимати ҳудудии электрогузаронии молярӣ (λ_i^∞ ё λ^∞) ба часпакии маҳлули тоза (η^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 ҷо: λ^∞ и λ_i^∞ – электрогузаронии молярии электролит ва иони маҳлул, ки ба консентратсияи сифр экстраполятсия карда шудааст;

η^0 – часпакии ҳалқунандаи тоза.

Қоидаи Валден Писаржевский танҳо барои ҳалқунандаҳои 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 хоси 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 ҳатҳои 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 миқдори 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 электролити 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_3COOH 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 консентратсияи муайян расидан дар маҳлул назар ба консентратсия сусттар меафзояд.

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

Бо зиёд шудани консентратсияи маҳлул дараҷаи диссоциатсияи электролитҳо кам мешавад, ки амалан ба шумораи интиқолдиҳандагони ҷараён таъсир намерасонад. Ба ғайр аз ин, бо афзоиши консентратсияи электролит дар маҳлул часпакии он зиёд мешавад, ки дар натиҷа ҳаракатнокии ионҳо кам мешавад ($c \uparrow \rightarrow \eta \uparrow \rightarrow u \downarrow$). Бинобар ин, вобастагии электрогузаронии ҳоси маҳлулҳо аз консентратсияи 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

катори: H_2SO_4 , KOH , KCl , CH_3COOH ба монанди дар расми 1.5 овардашуда ҷойгир мешаванд [76].

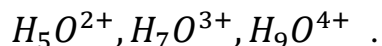
Барои фаҳмонидани хосиятҳои ионҳо дар маҳлулҳо бузургии ҳудудии ҳаракатнокии электрикии ионҳо дар ҳалқунандаи додашуда истифода мешавад, ки қимати ададии он дар ҳарорати додашуда, барои маҳлулҳои обӣ дар ҷадвали 1.3 оварда шудааст.

Ҷадвали 1.3. Ҳаракатнокии 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	Γ	76,8	$\frac{1}{3}H_2PO_4^-$	12
Cs^+	77,2	$\frac{1}{2}Sr^{2+}$	59,5	HS^-	65	$HCOO^-$	54,6
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 $(30 \div 80) \cdot 10^4 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{мол}^{-1}$ 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 $\approx 350 \cdot 10^4 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{мол}^{-1}$, 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 гидроксиди H_3O^+ аз андозаҳои дигар ионҳо хурд буда, барои бовар кардан асосе нест, ки онҳо дар муҳити ҳалқунандаи 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 протонҳо 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 рӯи занҷир давом меёбад. Интиқоли ионҳои гидроген аз рӯи занҷири гидрогенӣ бо молекулаҳои об пайваस्तшуда дар якҷанд марҳила сурат мегирад ва дар амал суръати «ҳаракати протонҳо дар ҳалқунанда» бо суръати кутбнокшавии молекулаҳои ҳалқунанда муайян карда мешавад. Дар зери таъсири майдони электрикӣ иони гидроний протонро тавассути алоқаи гидрогенӣ ба молекулаи оби ассотсиати наздиктарин интиқол медиҳад. Механизми эстафетии интиқоли заряд дар расми 1.6 оварда шудааст.

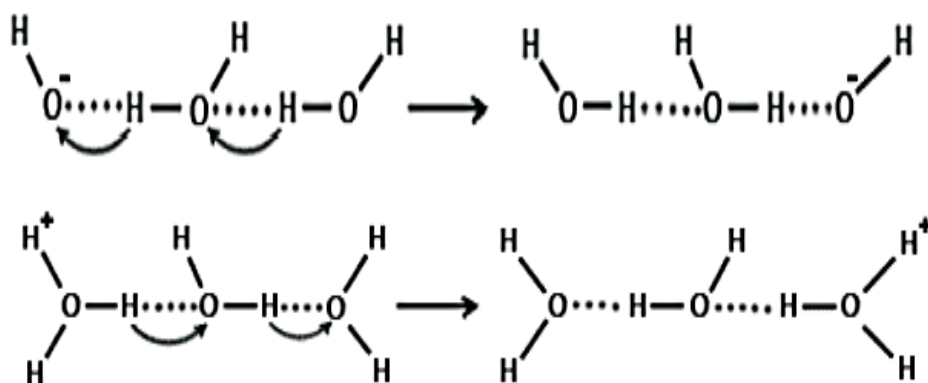
Дар натиҷаи ҳаракати эстафетӣ дар зери таъсири майдони электрикии беруна ассотсиат заряди зиёдании мусбӣ ба даст меорад, ки онро ба ассотсиати ҳамсоя бо додани протон аз молекулаи наздиктарини об дар хати қуввагӣ (аз рӯи самт) ба майдони электрикии ба қутби манфӣ мегузаронад [74-75].

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

иони гидоксил ба тарафи қутби мусбат бо роҳи ҷудокунӣ аз молекулаи обиассотсиати наздиктарин ба амал меояд (расмҳои 1.6, 1.7).



Расми 1.6. Схеми интиқоли заряди протон



Расми 1.7. Схеми интиқоли заряд

Вале, ҳаракатнокии ионҳои гидроксил нисбат ба H_3O^+ ион камтар мебошад, чунки протон дар H_3O^+ ион мустаҳакам нисбат ба молекулаи об пайваст аст. Ғайр аз ин протони гидроген қад қад хатҳои қуввагии майдони электрикӣ ва иони OH^- муқобил дода мешавад. Дар ҳалқунандаҳои ғайриобӣ, ки механизми “эстафетӣ”и ҳаракат –ғайриимкон мебошад, ионҳои H^+ ва OH^- бо суръатҳои калон ҳаракат намекунанд [76].

Вобастагиҳои дар расми 1.5 нишондодашуда дар амалияи саноатӣ барои интихоби электролитҳои бо электрогузарониҳои калон истифода бурда мешавад, ки истифодаи онҳо имкони сарфаи қувваи барқро меҳадад [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 бузургии, ки бо ифодаи зерин ифода карда мешавад, таъсир мерасонад:

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

дар ин ҷо: $F_{\text{муқовимат}}$ – қувваи муқовимати муҳит ҳангоми ҳаракати заррачаҳои курашакл; η – 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:

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

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

Ҳангоми мувозинати ҳар ду қувваҳо онҳоро баробар ($F_{\text{муқ.}} = F_{\text{эл}}$) 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 $\left(\frac{u_i}{E}\right)$ бо (u_i) табдил медиҳем:

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

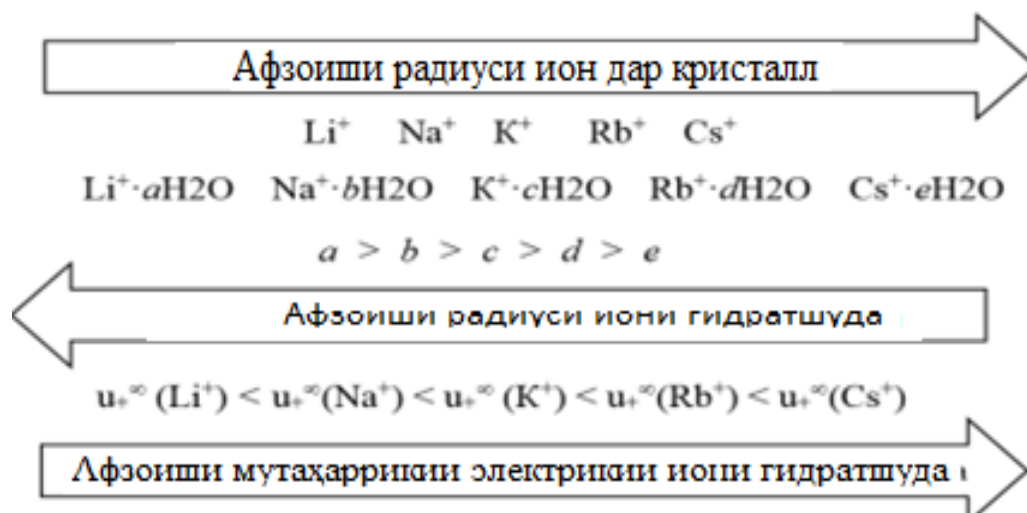
Баробарии (1.22)-ро ба адади Фарадей (F) зарб карда ва аз $(u_i \cdot F)$ ба бузургии λ_i мегузарем:

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

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 қонуният ба даст овардашуда ҳодисаи гидратсияи ионҳоро ба назар намегирад. Қатори ионҳои заряди якхеладоштаро дида мебароем – Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , 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 °C (Қадвали 1.3) ба ақидаи мо муҳолиф мебошад. Ҳаракатнокии ионҳо ҳангоми гузариш аз иони Li^+ ба 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 эффеқтивии он (бо дараҷаи гидратсияи он муайян карда мешавад) дар маҳлули электролит ҳамон қадар зиёд мешавад (расми 1.8).



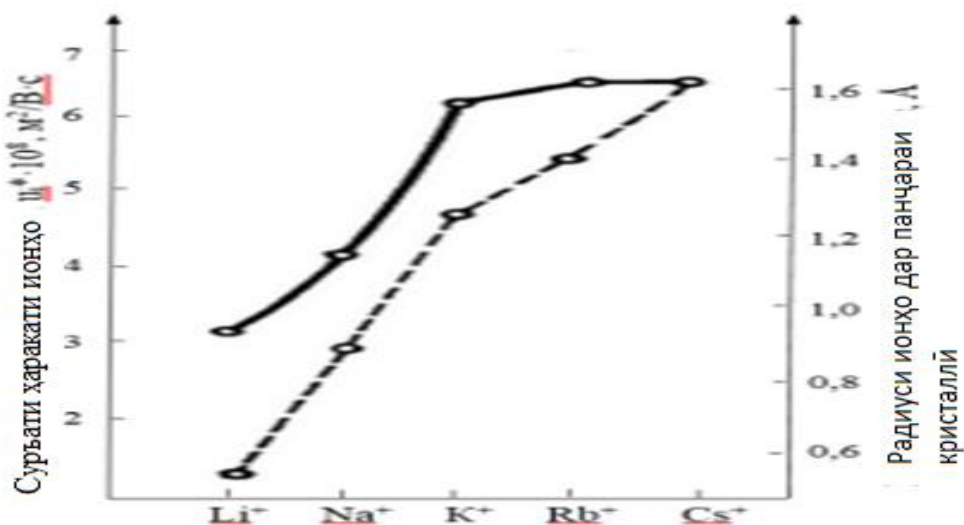
Расми 1.8. Қонунияти тағйирёбии параметрҳои ионҳо.

Иони сахт гидратшудаи Li⁺ дар байни молекулаҳои об дар майдони электрикӣ назар ба ионҳои камтар гидратшудаи Cs⁺ сусттар ҳаракат мекунад.

Масалан, $\lambda_{\text{Li}^+}^{\infty} = 38,6 \cdot 10^{-4}$, ва $\lambda_{\text{Cs}^+}^{\infty} = 77,2 \cdot 10^{-4}$ См·см²·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 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 яқини нестанд: ҳар қадар бузургии заряд калон ва радиус хурд бошад, ҳамон қадар ион сахттар гидрататсия мешавад, ҳар қадар қабати гидрататсия ғафс бошад, мувофиқан ҳамон қадар ҳаракатнокии ион дар маҳлул паст мебошад. Иони Li⁺ бузургтарин қабати гидратсионӣ дорад. Мувофиқи расми 1.8 радиуси ионҳои гидратшуда ба самти ионҳои 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 Li^+ ба 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

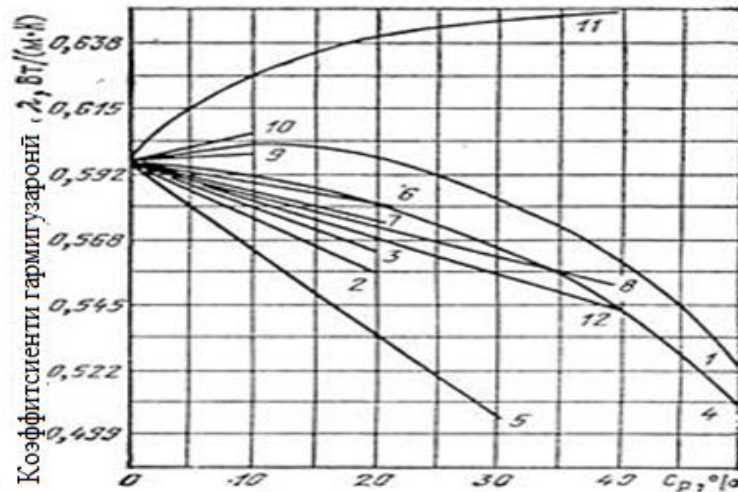
1.4. Гармигузаронии маҳлулҳои обӣ

Маҳлулҳои обии маводҳои ғайриорганикӣ дар саноат ва энергетикаи геотермалӣ, дар саноати химиявӣ барои ба даст овардани пайвастагиҳои ғайриорганикии металлҳо ва 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 обии моеъ ҳамчун моделҳои қулайи назариявии системаҳои гуногун, ки омӯзиши таҷрибавии онҳо бо душвориҳои калон вобаста аст, тавачҷӯҳи зиёд доранд. Масалан, маҳлулҳои обии 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 обии 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 эътимоднок оид ба гармигузаронии маҳлулҳои обӣ барои лоиҳакашии равандҳои технологӣ зарур буда, ба зиёд шудани самаранокии истехсолот, 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 ҳисобкунӣҳои равандҳои технологӣ ва эътимоднокии лоиҳакашии мошинҳо 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. Қорқарди равандҳои чудокунӣ, синтези химиявӣ ва тозакунии маводҳо, интихоби оптималии гармӣ ва хуноки барандаҳо маълумоти систематикиро дар бораи хосиятҳои термодинамикӣ ва интиқолдиҳии маҳлулҳоро талаб мекунад [140-142]. Дар энергетикаи геотермалӣ, соҳаи қорқарди 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 λ , дар мавриди истисноии фавқулода, бо зиёдшавии консентратсияи маводи ҳалшаванда кам мешавад (расми 2.10), яъне хоричшавии намонокӣ гармигузаронии маҳлулро кам мекунад



Расми 2.10. Тағйирёбии гармигузаронии маҳлулҳои оби намакҳо вобаста аз консентратсияи маҳлулҳо дар ҳарорати 20 °С: 1 – KOH; 2 – KCl; 3 – KNO₃; 4 – K₂CO₃; 5 – MgCl₂; 6 – MgSO₄; 7 – NaCl; 8 – NaNO₃; 9 – NaSO₄; 10 – Na₂CO₃; 11 – NaOH; 12 – CaCl₂.

Гармигузаронии об ва маҳлулҳои оби электролитҳо дар ҳудудҳои аз 20 то 100°С ба таври назарнорас фарқ мекунад. Бинобар ҳамин ҳам, вобастагии гармигузаронии маҳлули оби 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].

Хулоса оид ба боби якум

Дар боби мазкур шарҳи мубрамияти мавзӯъ, 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 ҷуфтаҳои боло хулоса баровардан мумкин аст, ки ҳангоми афзуншавии ҳарорат дар маҳлулҳои электролитии заиф, дараҷаи диссоциатсияи онҳо зиёд мешавад, чунки алоқаҳо дар молекулаҳои электролит ғайрӣ мешавад. Алоқаҳо нисбатан ҳаракатнок шуда, ионизатсияи онҳо осонтар мешавад ва дар натиҷа консентратсияи ионҳо дар маҳлул меафзояд. Ҳар қадар ҳаспакӣ 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 оби гидразин

2.1. Усулҳои чен кардани нуфузпазирии диэлектрикӣ

Тавсифи мушахасӣ усулҳои гуногуни ченунии нуфузпазирии диэлектрикӣ ϵ' ва талафёбии диэлектрикӣ ϵ'' 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. Интихоби усули ченкунӣ аз бузургии нуфузпазирии диэлектрикӣ ϵ' , талафёбии диэлектрикӣ ϵ'' , ҳудудҳои ҳарорат ва зудӣ, ки ченкунӣ гузаронида мешавад, вобаста мебошад. Ченкунии параметрҳои занҷирҳо ва сигналҳо бо ёрии пулҳои мувозинатӣ, омметрҳо, ченкунандаҳои коэффитсиенти мавҷҳои доимӣ, таҳлилкунандаҳои зудии спектр, генераторҳои ченкунанда, ченкунандаҳои импедансҳо ва ғайраҳо ба даст оварда мешаванд [38-39].

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

- 1) усулҳои резонансӣ;
- 2) усулҳои коаксиалӣ ва мавҷгузар;
- 3) усулҳои ҳудудвасеъ ва дақиқии 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.

Моеъи тадқиқшаанда ба конденсатори ченкунанда рехта мешавад. Ба сифати конденсаторҳои ченкунанда 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. Силиндриҳои дохилӣ ва берунӣ байни ҳам пайваस्त буда ва ҳангоми насб кардан ба таҷҳизоти ченкунанда ба замин пайваस्त карда мешаванд. Силиндри миёна барои кам кардани эффе́ктҳои канорӣ ба 46 мм аз силиндриҳои 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 тадқиқотӣ таъсири мутақобила намекунад: 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, χ – қабулкунандагии диэлектрикӣ.

Барои муайян намудани ғунҷоиши электрикии конденсатори ченкунандаи холӣ ва ғунҷоиши электрикии паразитӣ ноқилҳои васлкунанда конденсаторро бо моеъи эталонӣ дараҷабандӣ кардан зарур мебошад. Конденсатори ченкунанда бо ченкунии ε моеъҳои нуфузпазирии диэлектрикиашон гуногун дараҷабандӣ карда мешавад [52]. Зарур аст, ки ченкунӣ бояд бо ҳамон як конденсатор гузаронида шавад. Ҳангоми дараҷабандии 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 чо: C_1 и C_2 — ғунҷоиши электрикии ченкардашудаи конденсатор бо моеъ; ε_1 ва ε_2 – нуфузпазирии диэлектрикии моеъҳои эталонӣ; C_0 – ғунҷоиши электрикии қории 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 маҷмӯгии нуфузпазирии диэлектрикӣ бисёр вақт бо истифодабарии занҷири резонансӣ гузаронида мешавад. Қисмҳои асосии чунин занҷир генераторе мебошад, ки бо басомади устувори собит қор мекунад, (дар бисёре ҳолатҳо индуктивӣ) ба занҷири резонанси LC пайвастанд, ки дорои ячейкаи ченкундаи моеъдор мебошад. Ҳангоми ченкунии ғунҷоиши электрикии конденсатор схемаҳои гуногуни электрикӣ истифода мебаранд. Аз ҳама маъмултарин схемаҳои зарбавӣ ва схемаҳои қупрукӣ (пулӣ) мебошанд.

2.1.2. Усули зарбавӣ

Дар ин усул басомади резонансии ду генератор муқоиса карда мешавад. Генератори яқум истинод буда ва бо басомади собит қор мекунад ва конденсатори тағйирёбандаи истинод ба схемаи генератори эталонии дуҷоми конденсатори тағйирёбанда насб карда мешавад. Лаппишҳо аз ду генератор ба омехтакунак ворид карда мешаванд, ки ин имкон медиҳад фарқи басомад (зарба), ки бо индикатори 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 тадқиқотӣ 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 бузургҳои конденсатори эталонӣ то пайваст намудани конденсатори ченкунанда C ва ғунҷоиши электрикии он C баъди пайвасткунӣ 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.

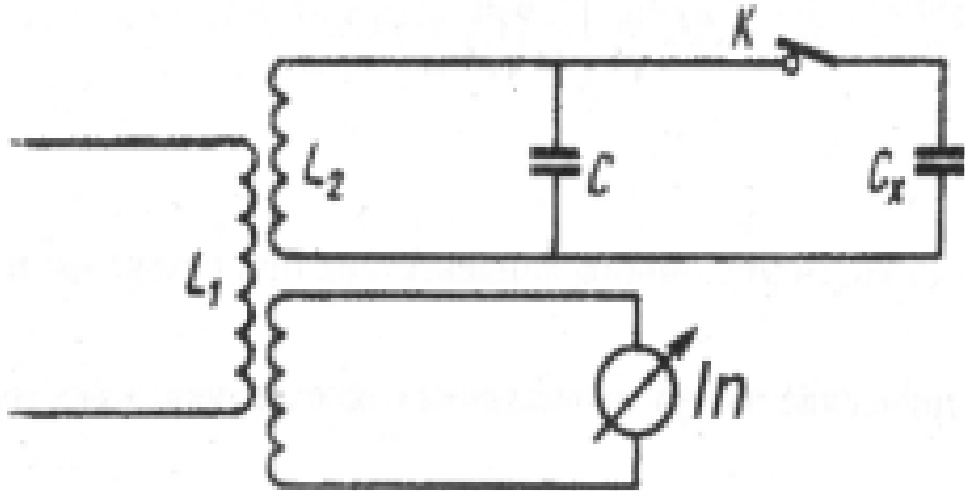
Саҳеҳии калони ин усул имкон медиҳад, ки онро барои ченкардани тағйирёбии хурди ғунҷоиши электрикӣ (нуфузпазирии диэлектрикӣ) ҳангоми тағйирёбии ҳарорат, фишор ва ғайраҳо истифода бурда шавад. Дар ин ҳолат тағйирёбии ғунҷоиши электрикӣ аз омилҳои беруна муайян кардан мумкин аст. Формулаи ҳисобкунӣ намуди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

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

дар ин ҷо: Δf – 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, ε дар ҳудуди басомад муайян карда шавад.

2.1.3. Усули чо ба чо гузори контурҳо

Усули чо ба чо гузори контурҳо камбудихои дар боло зикршударо надорад. Схемаи ченкуни бо ин усул дар расми 2.1 оварда шудааст.



Расми. 2.1. Схемаи ченкунии нуфузпазирии диэлектрикӣ ва талафоти диэлектрикӣ бо усули чо ба чо гузори контурҳо

Басомад дар контур ба воситаи тағйир додани ғунҷоиши электрикии эталонӣ C ҳангоми васл будан ва набудани конденсатори ченкунанда ба даст оварда мешавад. Ба даст овардани басомад дар контур ба воситаи дастгоҳи индикаторӣ I_n , ки ба контур ба таври индуктивӣ пайваस्त 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 тадқиқотӣ 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 ҷараён 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 ҷо: 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 ҷо: A_1 ва A_2 — нишондиҳандаи индуктори дастгоҳ ҳангоми басомад бо конденсатори ченкунанда ва бе вай. Бо ин схема 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 Δf мебошад. Омили сифатнокии контур бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

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

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

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

Хатогии усули дар боло овардашуда барои ε' 1% ва барои $\text{tg}\delta$ 20-25%-ро ташкил медиҳад. Тавсифи муффасали ин усул, таҳлили хатогихо ва техникаи таҷриба дар корҳои [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 датчикҳои 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 датчики трансформаторӣ кӯмак мекунанд. 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].

Камбудихои ин дастгоҳ инҳо мебошанд. Дар натиҷаи истифодаи датчики 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 хатии математикии функсияи асбоби ченкунанда истифода бурда мешавад,

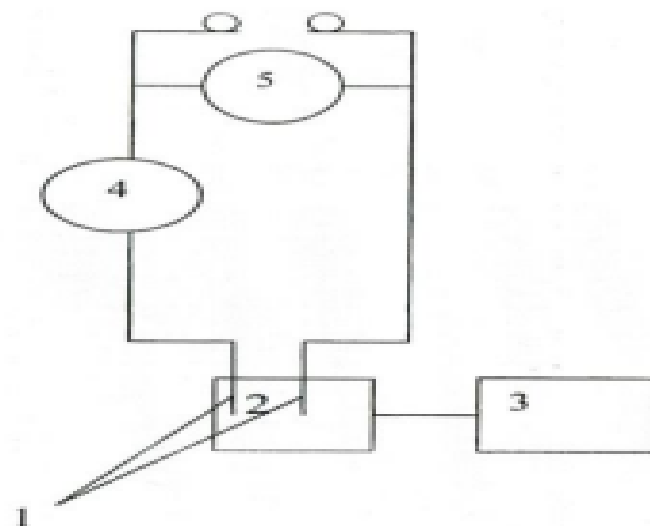
хатогии ғайрихаттӣ ислоҳ карда намешавад, бинобар ин, саҳеҳии ченкунӣ низ кам мешавад [30].

Ба монанди дастгоҳи пешниҳодшуда - дастгоҳи дар адабиёти [30] овардашуда мебошад, ки каналҳои ченкунандаи ҷараён ва шиддат дорад, баромадҳо ба электродҳои мувофиқ пайваст карда шуда, танзимдорандаи тавоноӣ, табдилдиҳандаи шиддати доимӣ ба тағйирёбанда, коммутатор ва пурқувваткунак, ҳароратсанҷ бо баромади рақамӣ, табдилдиҳандаи аналогӣ-рақамӣ, ки баромадашон ба баромади таҷҳизоти бахотиргирандаи оперативӣ (ТБО) ба воситаи схемаи идоракунии микропротсессор, хотираи барқии тозашаванда ба микропротсессор тавассути шинаи 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 намедихад [28, 29].

Мақсади таҷҳизоти пешниҳодшуда таҳияи конструксияи нав ва нисбатан босифати ченкунии ҷараёни 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 схемаи принципиалӣ тасвир карда шудааст (расми 2.2).

Дастгоҳ дорои канали ченкунии ҷараён ва шиддат, ки баромадҳои онҳо ба электродҳои мувофиқ (1) пайваст карда шудаанд, ячейкаи полиэтиленӣ (2) бо намунаи тадқиқотӣ, фишордиҳанда (3), ки ба ячейка (2) пайваст карда шуда, барои танзими мунтазам пешбинӣ шудааст, шиддати тағйирёбанда бо басомади 50 Гс мебошад. Дастгоҳи фишордиҳанда (3), ки фишори беруниро ба вучуд меорад, ҳудуди фишорҳои аз 0 то 300 атм таъмин менамояд. Барои ченкунии қувваи ҷараён амперметри 4 E8030M1TU (саҳеҳӣ 0,5%, ҳудуди ченкунӣ то 1А, басомади номиналӣ 50 Гс) ва танзими шиддат автотрансформатори ЛАТР (5), ки якфаза мебошад, истифода мешаванд.



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

Шиддати ибтидоии номиналии трансформаторҳои ЛАТР 220В, худуди 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). Ячейкаи 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. Ячейкаи полиэтиленӣ (2) бо электролит ва маводи тадқиқотӣ пур карда мешавад [26, 29, 30, 31]. Ба ячейка (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 санчиши даврӣ ва таввасути хати алоқаи фосилавӣ дода мешаад. Бо формулаи (2.15) муқовимат муайян карда мешавад [28, 29, 30, 31]:

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

Бузургии ададии R -ро доништа 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:

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

Ихтироъи пешниҳодшуда масъалаи васеъ намудани функцияҳоро 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

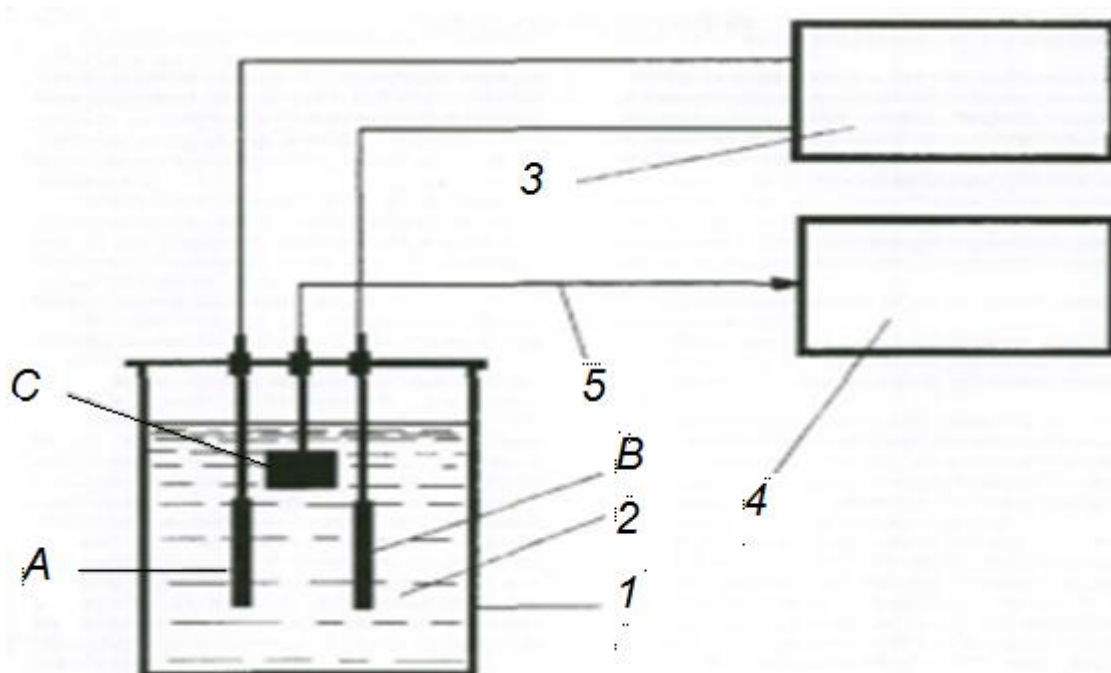
Нуфузпазирии диэлектрикӣ яке аз хосиятҳои асосии диэлектрикҳо буда, усулҳои ченкунии он ба ҳама хуб маълум мебошад. Бисёре аз усулҳои зикршуда дар асоси тағйир додани ғунҷоиши электрикӣ ё дар асоси муқовимати ғабӯли конденсатори ҳавоии ҳамвор, баъди ҷойгир намудани

диэлектрики тадқиқшаванда дар холигӣ (байни лавҳаҳои конденсатор) кор карда баромада шудаанд. Усуле маълум аст, ки дар он нуфузпазирии диэлектрикҳои сахт, моеъ ва ҳамвор муайян карда мешавад [29, 30], ки дар он конденсатори динамикӣ истифода мешавад, ки ба воситаи диски чархзанандаи 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 қадри кофӣ баланд буда наметавонад, зеро ба ғайр аз ҷои маълуми эффектҳои канорӣ, ки дар ҳолатҳои зоҳир мешаванд, ки бузургии фосилаи конденсатори ченкунанда бо андозаҳои лавҳаҳои конденсатор муқоисашаванда мебошад, дигар хатогиҳо низ пайдо мешаванд, масалан, хатагоие, ки аз дараҷаи номутаносибии тақсимооти зарядҳо дар сатҳи электрет вобаста мебошанд [24].

Бо усули дигар, вақте ки конденсатори ҳавоии ҳамвори масофаи байни лавҳаҳо 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. Ҷараёни аз конденсатор гузаранда ба воситаи қувватфизо пурқувват карда мешавад, ки ададан ба нуфузпазирии диэлектрикии ҳаво баробар ё каратӣ 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 каратӣ баробар мебошад, ки

метавонад ба саҳеҳии ченкунӣ таъсир расонад. Усули ченкунии нуфузпазирии диэлектрикӣ маълум мебошад [24, 29, 30].



Расми 2.3. Схемаи 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, ҷараёнҳои конденсатор барои ҳолатҳое, ки дар байни электродҳо намунаи тадқиқотӣ нест ва ҷойгир карда шудааст, муайян карда мешаванд.

Камбудии асосии усули пешниҳодшуда дар гузаронидани ченкунии иловагӣ аз рӯи ғафсии намуна ва масофаи байни электродҳо, инчунин гузаронидани ҳисобкунии 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 тадқиқотӣ 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].

Натиҷаи техникӣ бо ворид кардани электродҳои конденсатор ва ҳароратсанҷи рақамӣ ба ячейкаи электрохимиявӣ, ки пешопеш бо моеъи тадқиқотӣ пур карда шудааст, ба даст оварда мешавад.

Минбаъд ғунҷоиши ячейкаи электрохимиявӣ бо ҷенкунаки ғунҷоиши электрикӣ ва ҳарорат бо ҳароратсанҷи рақамӣ ба таври якҷоягӣ ҷен карда мешавад [24, 29, 30, 31].

Дар нақшаи мазкур (расми 2.3) схемаи принципалие, ки имкони татбиқи ин усулро медиҳад, оварда шудааст. Конденсатори ҷенкунандаи ҳамвор тавассути электродҳои ҷенкунандаи А ва В, ки дар моеъи тадқиқотӣ (2), дар ячейкаи электрохимиявӣ (1) ҷойгир аст, дохил карда мешавад. Электродҳо ба асбоби ғунҷоишҷенкунанда (3) пайваست мебошанд ва дар дохили ячейкаи электрохимиявӣ ҷойгир мебошанд. Инчунин ҳароратсанҷи рақамӣ (С) барои ҷенкунандаи ҳарорати моеъ ворид карда мешавад. Ҳароратсанҷ ба воситаи шиная аз се ноқилҳо (5) иборат буда ба индикатори (4) пайваст карда мешавад. Усул ба таври зерин амалӣ карда мешавад. Ғунҷоиши ячейкаи электрохимиявӣ (1) бе моеъи тадқиқотӣ дар ҳаво ҷен карда мешавад. Сипас ба ячейкаи электрохимиявӣ (1) моеъи тадқиқотӣ (2) рехта шуда, ғунҷоиши ячейкаи электрохимиявиро бо моеъи тадқиқотӣ ҷен намуда, нуфузпазирии диэлектрикӣ бо формулаи зерин муайян карда мешавад [24, 29, 30, 31]:

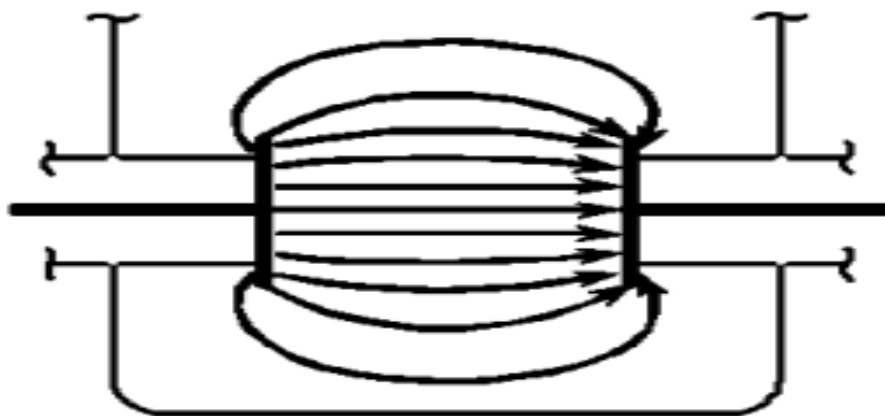
$$\varepsilon = \frac{C_m}{C_x} C, \quad (2.18)$$

дар ин ҷо: ε – нуфузпазирии диэлектрикии моеъи тадқиқотӣ; C_m – ғунҷоиши электрикии системаи электродҳои моеъи тадқиқотӣ дар муҳит; C_x – ғунҷоиши электрикии системаҳои электродҳо дар ҳаво. Усули пешниҳодшуда ҷенкунии 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 аллақай нишон дода шуд, суръати ҳаракат дар майдони шиддатнокӣ 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 ғайриҷинса будани майдони электрикӣ ва ячейкаи ченкунанда мебошад. Ҷараёни электрикӣ дар ячейка на фақат дар миёни электродҳо ҷорӣ мешавад, балки дар тамоми фазои мавҷудаи маҳлул паҳн мешавад [58-59].

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

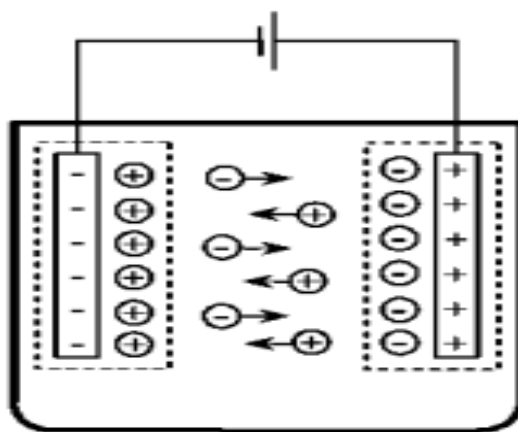


Расми 2.4. Хатҳои қуввагии майдони электрикӣ дар ячейкаи кондуктометрии дуэлектрода

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

Сабаби дигари ғайриҷинса будани майдон ин қутбнокшавии электродҳо, ё ҷаҳиши 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].

Безарядшавии ион – раванди сустгузаранда мебошад, ки энергияи фаъолкуниро талаб мекунад. Дар натиҷа маълум мегардад, ки қонуни Ом, ҳангоми ченкунии муқовимати маҳлули электролит дар ҷараёни доимӣ, иҷро намешавад. Агар ионҳо безаряд 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].



Расми 2.5. Ташкилшавии қабати дукаратаи электрикӣ дар фазои назди электроди ячейка

Истифодабарии ҷараёни тағйирёбанда барои чен кардани электрогузаронии маҳлулҳои электролитӣ самаранокии ба қутбнокшавии электродҳо алоқамандбударо тез паст мекунад. Ғайр аз ин, электролизи маҳлули тадқиқотӣ ба таври назаррас паст ва ё тамоман қатъ мешавад. Дар

ячейкаи 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 ячейкаи ҷенкунанда 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 поляризацияи электродҳо баргараф карда шаванд. Муқовимати маҳлул аз электрогузаронии хос, шакли геометрии зарф, ки дар он ҷенкунӣ гузаронида мешавад вобаста мебошад. Барои зарфи шакли дилшоҳ дошта ифодаи зерин мавҷуд аст:

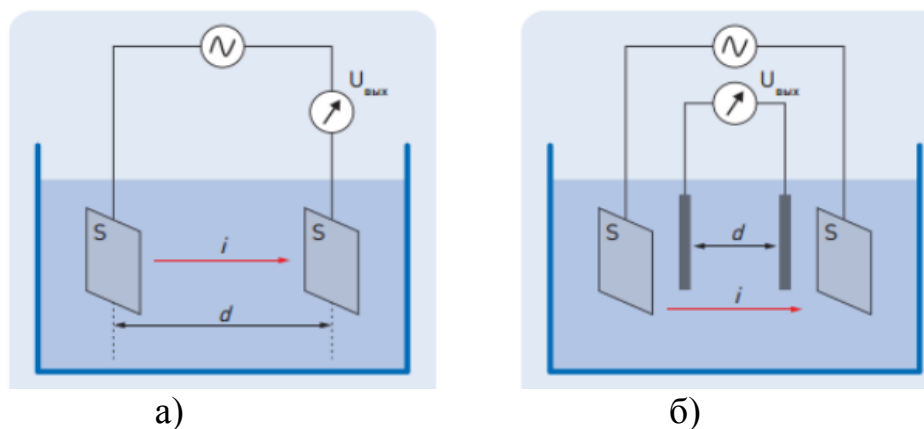
$$R = \frac{1}{\chi} \int_0^l \frac{dl}{s(l)} = \frac{\sigma}{\chi}. \quad (2.19)$$

Ҳосили зарби $R\chi = \sigma$ аз электролити мушаххас вобаста набуда доимии ячейка номида мешавад ва фақат аз рӯи параметрҳои геометрияш муайян карда мешавад. Барои муайян кардани доимии σ дар ячейкаи интихобшуда муқовимати стандартӣ ($R_{ст}$)-и маҳлули электрогузаронии хосаш ($\chi_{ст}$) маълум пешакӣ ҷен 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 $R_{ст}\chi_{ст}$ бузургии σ -ро медиҳад. Доимии ячейка омили табдилдиҳӣ барои гузариши бузургии ҷеншудаи 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 кайд шуда буд, ки ченкунӣ бо истифодаи ду электрод гузаронида мешавад, вале дар амал инчунин ячейкаи кондуктометрии чорэлектрода низ татбиқ карда мешавад. Ҳарду намуди ячейкаҳо дар расми 2.6. нишон дода шудааст [72]. Ҳарду ячейкаҳо аз лавҳаҳои платинагӣ ва дар баъзе мавридҳо аз лавҳаҳои платинагии платинаандудшуда сохта мешаванд. Фарқи кори ячейкаҳо чунин мебошад: дар схемаи дуэлектрода ҳаракати ионҳо дар миёни ду лавҳа ба амал меояд, ки чоришавии ҷараёни электрикиро ба вуҷуд меорад; бузургии ин ҷараён ба электрогузаронии умумии маҳлули тадқиқотӣ вобаста мебошад.



Расми 2.6. Схемаи принципалии ячейкаҳои ченкунандаи кондуктометрӣ:
а) дуэлектрода; б) чорэлектрода

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

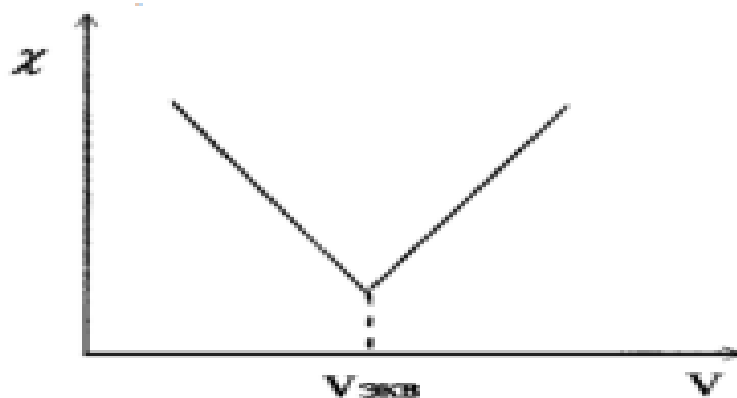
2.2.3. Титронидани кондуктометрӣ (муайян намудани миқдори моддаҳои ягон маҳлул)

Усули титронидани кондуктометрӣ ба ҷенкунии 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. Ҷенкунии 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 индикаторҳои ранга мушкил 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.

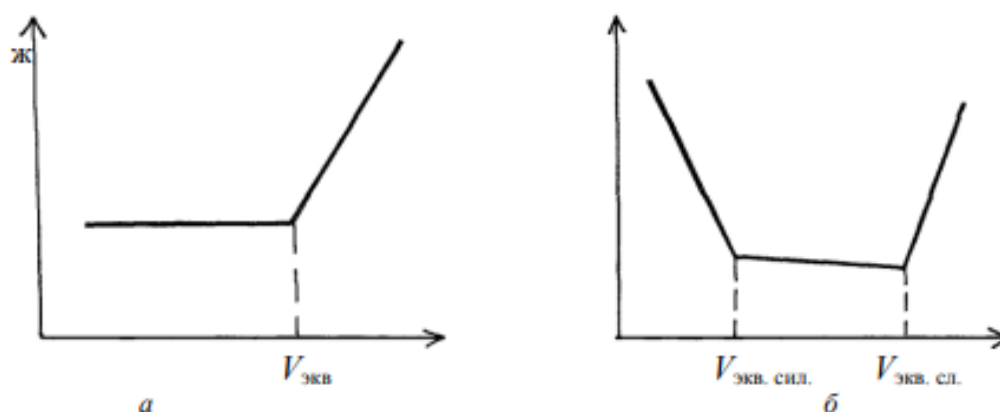
Пастшавии электрогузаронӣ то нуқтаи эквивалентӣ ба он алоқаманд мебошад, ки ионҳои нисбатан тезҳаракаткунанда ба ионҳои нисбатан камҳаракаткунанда иваз мешаванд.

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 сустдисотсиятсияшаванда пайваस्त 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 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 титрунии асосҳо (кислотаҳо)-и заиф ва кислотаҳо (асосҳо)-и қавӣ дар натиҷаи диссоциатсияи маводҳои маҳлулҳои титршаванда ва пайвастшавии ионҳои H^+ ва 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 H^+ (OH^-) дар маҳлули титршуда ба якбора баланд шудани электрогузаронӣ мегардад (расми 2.8 а). Дар ҳолати титр кардани омехтаи кислотаҳои заиф ва қавӣ, масалан, CH_3COOH ва HCl , қачии титркунии кондуктометрӣ шакли дар расми 2.8 б нишон додашударо дорад.



Расми 2.8. Қачии 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].

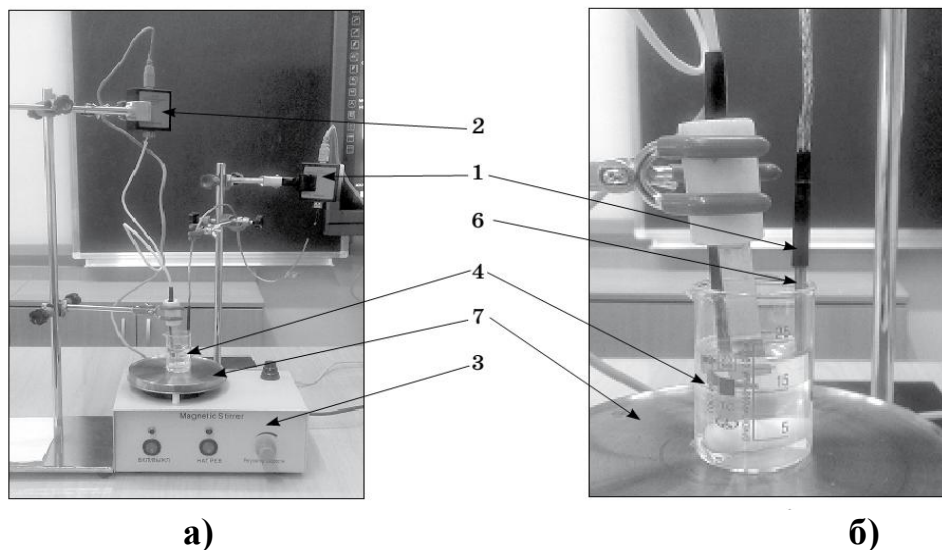
2.2.4. Чен кардани электрогузаронӣ

Барои чен кардани электрогузаронӣ таҷҳизот ва реактивҳои зерин истифода шуданд: датчики электрогузаронӣ, датчики ҳарорат (термопара), маҷмӯи барномавӣ-аппаратӣ (МБА), компютери шахсӣ (КШ) ё мултиборд (панели интерактивӣ), штатив барои мустаҳкам кардани датчикҳо, омехтакунандаи 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 датчики электрогузаронӣ ва датчики ҳарорат;
- 2) бо истифода аз сими USB, пайваст намудани ҳарду датчикҳои МБА ба компютер;
- 3) фаъол намудани барнома дар компютер бо паҳши дукаратаи тугмаи чапи мушак дар ярлиқи «Digital Sensors 2» дар мизи корӣ ё паҳш кардани тугмаи менюи «Оғоз (Пуск)» ва интихоби барномаи «Digital Sensors 2». Пас аз оғози барнома, равшанаи асосии барнома «Датчикҳои рақамӣ 2.0 (Цифровые датчики 2.0)» ба экран бароварда мешавад. Ченкунӣ ба таври автоматӣ оғоз меебад.;
- 4) стакан бо маҳлули тадқиқшаванда дар омехтакунаки магнитӣ насб карда шуда, датчикҳои ҳарорат ва электрогузаронӣ ба он дохил карда мешавад (расми. 2 б). Бо танзими гармкунии панели омехтакунанда, ба муқаррар кардани ҳарорати 25°C дар маҳлул ноил шудан мумкин аст. Барои гарм кардани яххелаи маҳлул дар тамоми ҳаҷм, онро доимо омехта кардан зарур аст.

Нишондодҳои датчики электрогузарониро қайд кунед. Тартиби хомӯш кардани сенсор дар пайдарпаии баръакс иҷро карда мешавад: маҳкам намудани равзанаи датчик; ҷудо кардани сими USB аз датчик.

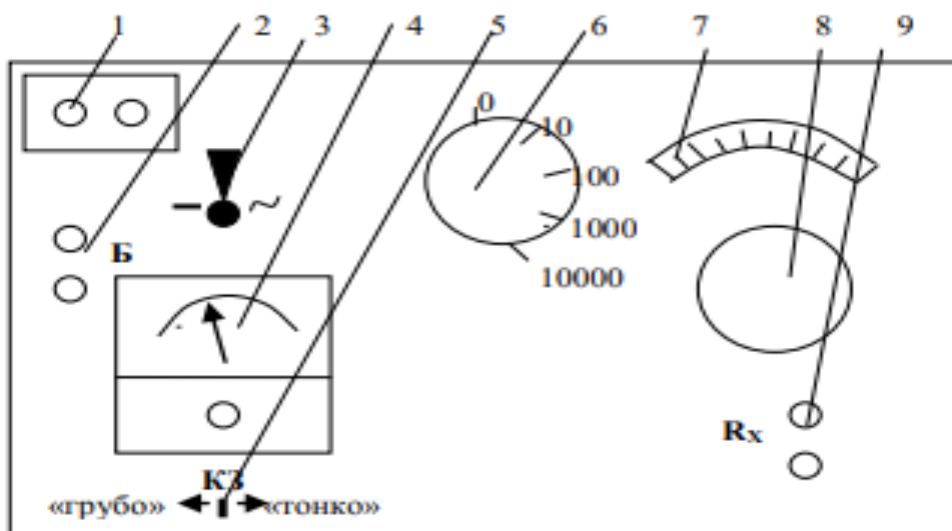


Расми 2.9. Дастгоҳи таҷрибавӣ оид ба электрогузаронӣ.

а) намуди умумӣ; б) стакан: 1 – датчики ҳарорат; 2 - датчики электрогузаронӣ; 3 – омехтакунаки магнитӣ; 4 – стакани химиявӣ бо маҳлули тадқиқотӣ; 5 – зонд бо электродҳои металли датчики электрогузаронӣ; 6 – термопара; 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 тадқиқотӣ дар китфи дигар мебошад [70-72]. Ҳангоми баробар будани ин бузургӣҳо дар ҳар ду китф чараёни якхела бо шиддатҳои баробар, вале бо аломати муқобил гузашта, ба воситаи нуласбоб (галванометр), дар вақти мавҷуд набудани чараёни электрикӣ дар занҷири электрикии кӯпрук сабт карда мешавад. Ҳангоми чен кардани электрогузаронӣ чараёни 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 чараёни тағйирёбандаро аввалин маротиба Колпрауш

истифода будааст, ки номи онро гирифтааст. Қутбнокшавии ночиз ҳама вақт ҳангоми тағйир додани самти ҷараён бартараф мешавад. Дар истехсолот дастгоҳҳои гуногун барои чен кардани электрогузаронӣ, аз он ҷумла индикатсияи рақамӣ истехсол карда мешавад. Мувофиқи принципи кӯпруки Колрауш кӯпруки реохордии саноатӣ Р38 кор мекунад. Панели берунаи дастгоҳ шакли дар расми 2.10-ро дорад.



Расми 2.9. 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 ченкуниҳои дағал ва дақиқ; 6 – тугмаи куттии муқовимат; 7 – шкалаи реохорд; 8 – тугмаи реохорд; 9 – ҷой барои пайвастунии штекерҳои ячейка.

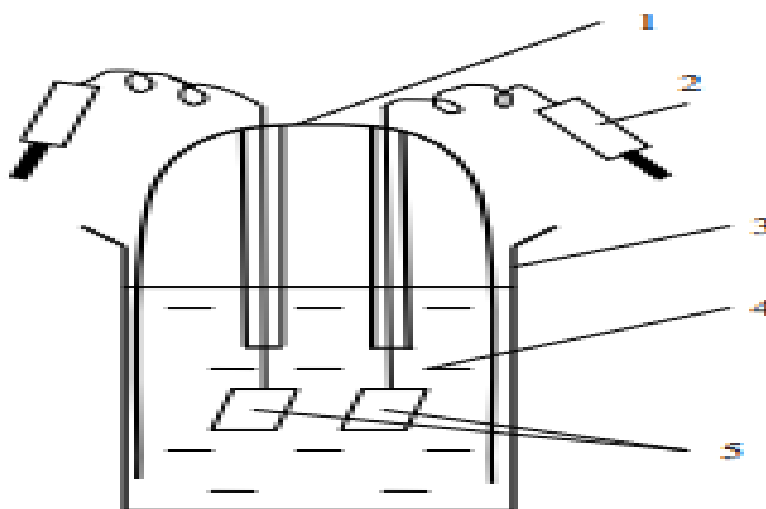
Зарф (ячейка) барои чен кардани электрогузаронии маҳлул як бозуи пулро бо муқовимати R_x , маҷмӯи муқовиматҳои доимии R_M (куттии муқовимат), дигарашро ташкил медиҳад. Схемаи дастгоҳи Колрауш барои чен кардани электрогузаронии маҳлулҳо аз ноқили калибршуда (реохорд)-и «ab» бо ҳаракатоварандаи «с», китфи 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 надиҳад (ё ҷараён то ҳадди ақал аст), он гоҳ муқовимати ячейка 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 чен кардани гузаронандагии маҳлулҳои электродӣ ячейкаҳои кондуктометрии махсусро истифода мебаранд. Кондуктометрия – ин усули чен кардани гузаронандагии ҷараёни электрикӣ дар маводҳо мебошад. Чунин ячейка дар дохили истакони маҳлулдори ҳаҷми тақрибан 20-30 мл дошта гузошта мешавад. Ячейка бо ноқилҳои пайвастананда ба дастгоҳи Колрауш пайваस्त карда мешавад. Ячейкаҳои кондуктометрӣ одатан шакли зарфи шишагинро доранд, ки дар дохили он ду электроди ҳамвори платинагии параллелӣ бо масоҳати тақрибан 1 см² кафшер карда мешаванд (расми 2.11). Бузургии ба таври таҷрибавӣ ченкарда 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 мекунад [77-80].



Расми 2.11. Схемаи ячейкаи кондуктометрӣ: 1 – танаи ячейка; 2 – штекер барои пайвасти ячейка; 3 – истакон; 4 – маҳлули электролит; 5 – лавҳаҳои платинагии электродҳо.

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

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

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

$$K = 1/S. \quad (2.24)$$

Доимии зарф K ба таври таҷрибавӣ бо истифода аз маҳлулҳои эталонӣ бо σ маълум дар ҳудуди васеи ҳарорат ва консентратсияҳо ёфта мешавад. Одатан ба сифати маҳлули эталонӣ маҳлулҳои обии KCl ва $NaCl$ истифода бурда мешавад, ки бузургии σ чадвалбанди 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 чадвали мувофиқи маълумотномаи бузургиҳои физикӣ-химиявӣ гирифта мешавад [32].

2.2.5. Дастгоҳ барои ченкунии кондуктометрӣ

Ихтироъи мазкур ба соҳаи технологияи ченкунӣ, яъне ба процесҳои электрохимиявӣ дар муҳити моеъ ва геофизикаи истеҳсолӣ 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 схемаи ченкунӣ амалан дар ҳуди зонди ченкунӣ татбиқ шуда,

маълумоти ченшуда ва идоракунии ҳисобкунак аз масофаи дур таъмин карда мешавад. Бузургихои 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.

Тағйирдихандаи ченкунандаи электрогузаронии резистивиметри ПР1 гузаронанда маълум аст, ки барои чен кардани муқовимати электрикии хоси электрогузаронӣ (МХЭ)и моеъҳои шӯяндаи пармагӣ таъин карда шудааст [25-27]. Дастгоҳ аз манбаи барқ, генератори шиддат, пуркуваткунандаи ченкунанда, ивазкунандаи худуд, ивазкунандаи намуди ченкунӣ зарфи ченкунанда иборат мебошад. Принсипи ченкунӣ ба ченкунии афтиши шиддат дар сутуни моеъи дар зарфи ченкунанда буда дар ҷараёни додасуда 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: датчики ченкунанда бо электродҳои ҷараён ва ченкунанда, каналҳои ҷараён ва шиддати ченкунанда, танзимкунандаи тавоноӣ, табдилдихандаи шиддати доимӣ ба тағйирёбанда, ҳароратсанҷ бо схемаи манбаъ, коммутатор, пурқувваткунак, табдилдихандаи шиддатзуддӣ, ҳисобгирак, таҷҳизоти арифметикӣ-мантикӣ, шиннаҳои маълумот, шинаҳои суроғаҳо, шиннаҳои идоракунии, генератори импульсҳои тактҳо, воситаи хотираи оперативӣ (ВХО), воситаи хотираи доимӣ (ВХД), регистри буферии бисёрреҷагӣ, блоки баромади маълумот ва блоки клавиатура.

Камбудии ин дастгоҳ чунин мебошанд:

- душворихо дар баҳисобгирии саҳеҳии ҳатогиҳое, ки дар натиҷаи хосиятҳои ҳаҷмии кабелҳо аз датчики ченкунандаи МХЭ ва датчики ҳарорат то дастгоҳи ченкунанда дохил шуда;

- ҳангоми гузаштан ба тадқиқи 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 конструксияи нав ва нисбатан беҳтари

зарфи ченкунанда барои тоза кардани сатҳи электродҳо аз қабатҳои такшоншуда пас аз хушк шудани онҳо ва хато шудани натиҷаҳои ченкунӣ, иборат мебошад.

Ихтирои мазкур масъалаи васеъ кардани функцияҳоро тавассути ташкил шудани қадвалҳои 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 саҳеҳи ва эътимоднокии ченкунӣҳоро аз ҳисоби герметикӣ васл кардани дастгоҳи ченкунӣ дар як таҷҳизот бо электродҳо ва интиқоли иттилооти рақамӣ тавассути кабели маълумот ба контроллер алоқа бо компютерро ҳал мекунад [25-27].

Натиҷаи техникӣ аз кондуктометр ва табдилдиҳандаи муқовимати доимӣ ба тағйирёбанда иборат аст, ки баромади он ба даромади ченкунаки электрогузарони пайваст карда мешавад, ки ба баромади он каналҳои ченкунандаи ҷараён ва шиддат, ҳароратсанчи рақамӣ, пурқувваткунак, табдилдиҳандаи аналогӣрақамӣ, ВХД и аз ҷиҳати барқ тозашаванда, микропроцессор бо хотираи дарунсохт ва ВХД, генератори импульсҳои тактӣ, модем ва кабели интиқоли иттилоот вобастаанд, иборат мебошад.

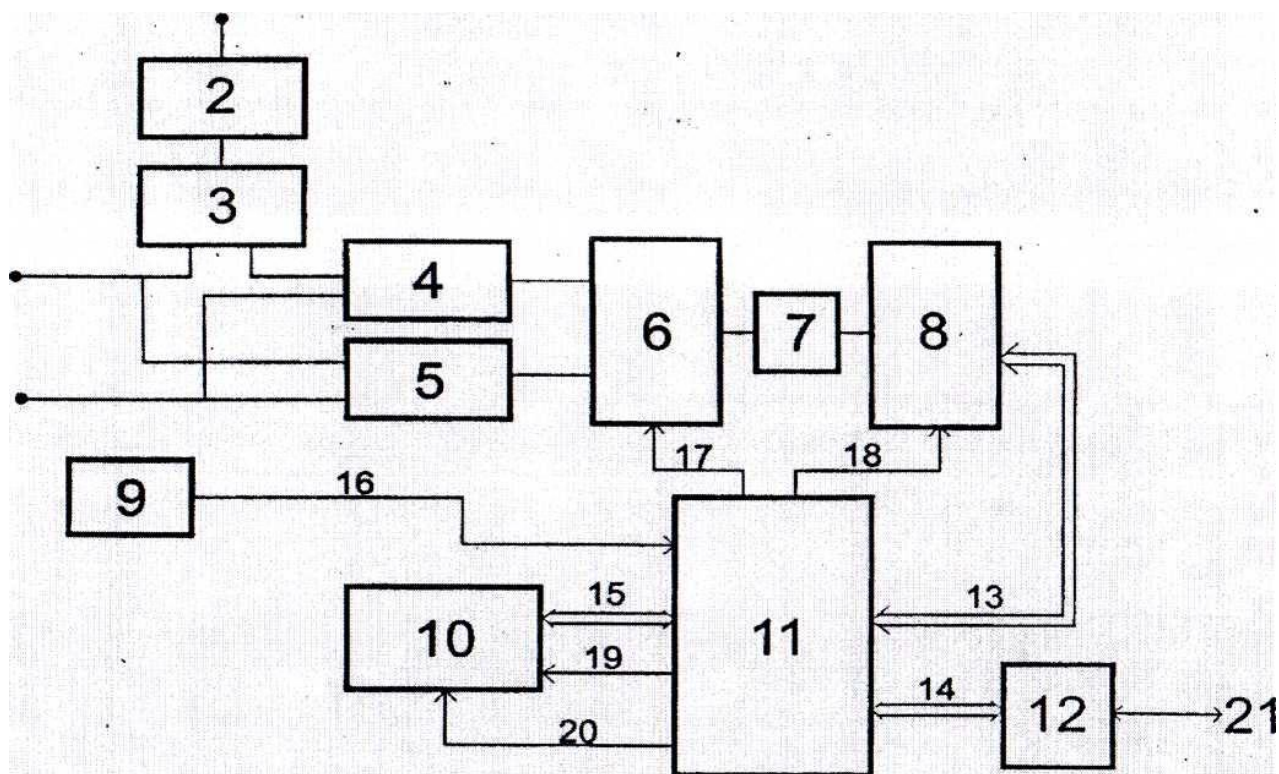
Ихтирои пешниҳодшуда «Асбоб барои ченкунии кондуктометрӣ» бо расме тавсиф дода мешавад, ки дар схемаи принципиал нишон дода шудааст (расми 2.12). Дастгоҳ аз қисмҳои зерин иборат аст: канали ченкунандаи шиддат (5), канали ченкунандаи ҷараён (4), табдилдиҳандаи шиддати доимӣ ба тағйирёбанда (3), танзимкунаки тавоноӣ (2), даромади танзимкунаки тавоноии манбаъ (1), ҳароратсанчи рақамӣ (9), коммутатор (6), пурқувваткунак (7), табдилдиҳандаи аналогирақамӣ (8), ЭСПЗУ (10), микропроцессор бо ТХО ва ТХДи дарунсохт (11), шинаҳои маълумот (13), (14), (16), шинаҳои умумии маълумот ва суроғаҳо (15), шинаҳои идоракунӣ (17), (18), (19), (20), модеми интиқоли маълумот (12) бо баромад (21) ва электродҳои А ва В.

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

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



Расми 2.11. Дастгоҳ барои ченкунии кондуктометрӣ

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 ρ мебошад:

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

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

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

дар ин ҷо: r - муқовимати ноқил, Ом; k – коэффициентсиенти датчики ченкунанда

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

дар ин ҷо: S_e – масоҳати буриши кундалангии ковокии дохилии ҳачми қолибшуда, m^2 ; S_d - масоҳати буриши кундалангии датчики ченкунанда, m^2 ; L - масофаи байни электродҳо, м.

Концентрацияи моеъи тадқиқотӣ ва ҳарорати ислоҳии муқовимати электрикии хоси электрикӣ аз рӯи ҷадвали табдилдиҳӣ муайян карда мешавад. Бо як фосилаи муайян ҷадвалҳо тартиб дода мешаванд, ки дар сутунҳо бузургии концентрацияи маҳлул бо г/л ва сатрҳо бошад ҳарорати маҳлулро дар бар мегиранд [25-27]. Дар буриши сутунҳо ва сатрҳо бузургиҳои муқовимати электрикии хоси электрикии маҳлул дар ҳарорат ва концентрацияи мувофиқ ҷойгир мебошанд. Аз рӯи натиҷаҳои ченкунии муқовимати электрикии хоси электрикӣ ва ҳарорат қимати мувофиқи концентрацияи намак интиҳоб карда мешавад. Қимати миёнаи муқовимат ва концентрация бо интерполяция муайян карда мешаванд. Алгоритми табдилдиҳандаи ҷадвалии дар барнома татбиқ карда шуда дар ВХД и микропротсессор сабт шуда ва худӣ ҷадвал дар ВХД аз ҷиҳати барқ тозашиаванда, сабт карда мешавад.

Дар даромади табдилдиҳандаи шиддати доимӣ ба тағйирёбанда (3) тавоноии доимӣ нигоҳ дошта мешавад, ки ба воситаи стабилизатор (2) таъмин карда мешавад, бинобар ҳамин ҳам ҳангоми ба моеъи тадқиқотӣ 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].

Ҳамин тавр, танзими 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 таввассути гузарониш (7) ба табдилдиҳандаи аналогӣ-рақамӣ (8) пайваст мекунад. Бузургиҳои ҷеншудаи ҷараён ва шиддат аз баромади табдилдиҳандаи аналогӣ-рақами ба микропротсессор (11) дода мешавад. Ҳарорати маҳлӯл ба воситаи датчики ҳарорат (9) ҷен карда шуда ва ҳамчун рақами рамзӣ ба микропротсессор дода мешавад. Микропротсессор бузургиҳои ҷеншудаи ҷараён, шиддат ва ҳароратро дар ВХО сабт мекунад. Микропротсессор инчунин кори коммутатор ва табдилдиҳандаи аналогӣ-рақамиро низ идора мекунад.

Ҳароратсанҷи рақамӣ (9) дар сатҳи конструксияи зондҳои ҷенкунӣ, датчики ҷенкунӣ ҷойгир аст, ва имкон медиҳад бо истифода аз маълумоти ҳарорати ҷубронии муқовимати электрикии хоси моеъ аз ҳисоби маълумоти ҳарорат дар барномаи коркарди микропротсессор автоматӣ кунонида шавад. Барои роҳ надодан ба хатогиҳои ғунҷоиши электрикӣ дар кабелҳо, монеаи импульс ва муқовимати кабелҳо, схемаи ҷенкунӣ, ба ғайр аз стабилизатори тавоноӣ, дар як конструксия бо электродҳо дар зондҳои ҷенкунӣ васл карда

мешаванд. Схема бо ширеши эпоксидӣ 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, микропротсессор (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 ҷараён, шиддат, муқовимати электрикии хоси электрикӣ, концентратсияи 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 қабулкунандаро 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 концентратсияи маҳлул, автоматикунонии тағйир додани ҳарорат дар ченкунии муқовимати электрикии хос, ченкунии концентратсияи компонент ва баланд бардоштани саҳеҳӣ ва эътимоднокии ченкуниҳо аз ҳисоби татбиқи техникийи схемаи ченкунӣ дар ҳуди зонди ченкунӣ ва таъмин намудани дарёфти

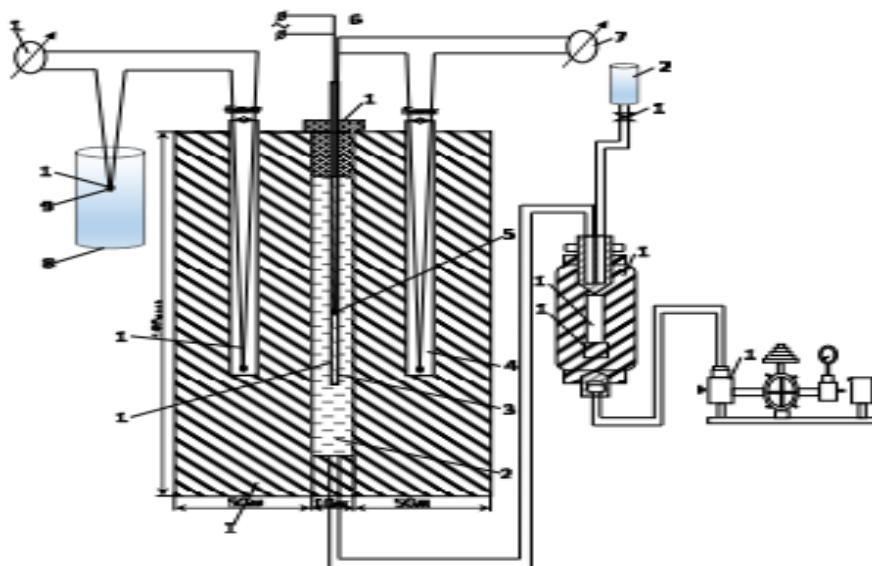
2.3. Усулҳои ченкунии кондуктометрии маҳлулҳои оби гидразин

2.3.1 Дастгоҳ барои ченкунии гармигузарони маҳлулҳои оби гидразин

Дастгоҳ ва усули муайян намудани маҷмӯи хосиятҳои гармофизикийи моеъҳо (расми 2.13). Дастгоҳ барои муайян кардани маҷмӯи хосиятҳои

гармофизикийи моеъҳо аз акалориметр бо ковокӣ барои моеъи тадқиқотӣ, ки дар он найчаи девортунуки металлӣ бо гармкунаки нихромии тавоноиаҷ хурд ва гиреҳи терморпараҳои алюмелхромелӣ ҷойгир карда шудааст, зарфи Дюар ва асбобҳои электрченкунанда иборат мебошад [25].

Усул барои муайян кардани маҷмӯи хосиятҳои гармофизикийи моеъҳо чунин мебошад, ки моеъи тадқиқотӣ 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.



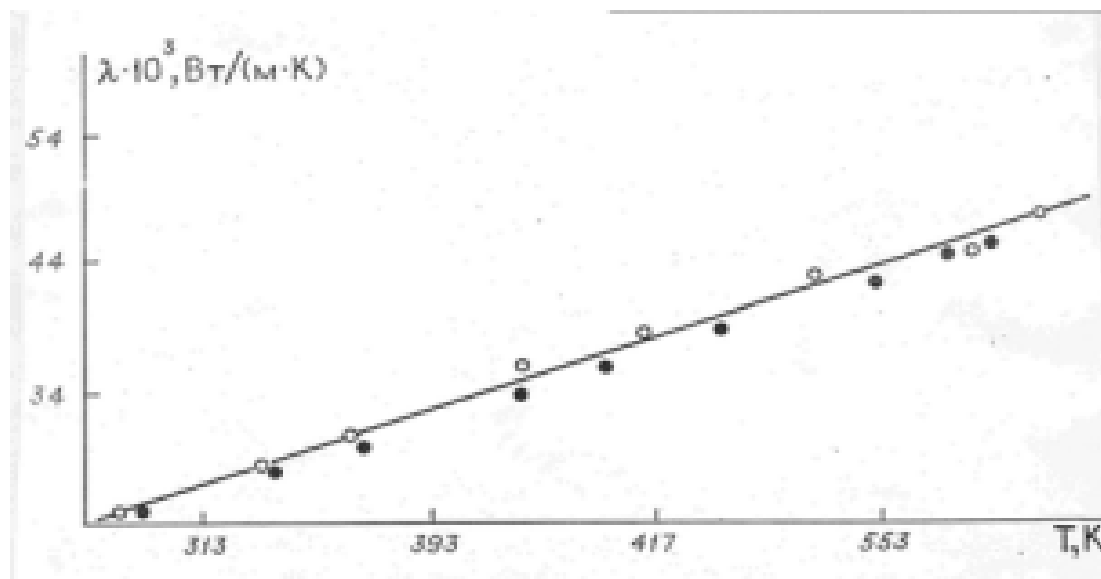
Расми 2.13. Схеми дастгоҳ барои муайян кардани маҷмӯи хосиятҳои гармофизикийи маҳлулҳо: 1 – акалориметр; 2 - зарфи фишороваранда; 3 - манометри бордор; 4 - нановолтметр ё галванометр; 5 - терморпараи дифференсионалӣ

Барои чен намудани гармигузаронии намунаҳои тадқиқотӣ дар ҳарорат ва фишорҳои баланд дастгоҳи таҷрибавии бо усули бикалориметри цилиндрикийи речаи гармии мунтазам истифода бурдем [25-28]. Схеми дастгоҳ дар расми 2.13 нишон дода шудааст. Дастгоҳ асосан аз бикалориметри цилиндрикӣ, зарфи фишороварандаи фишори баланд (13), манометри бордори МП2500 (16) ва таҷхизотҳои электрченкунанда иборат мебошад. Ҳангоми чен кардани ҳарорати

таҷриба мо аз термopарои дифференсиалии хромелталюмелии диаметраш 0,15 мм бо потенциометри Р 371 синфи саҳеҳиаш 0,001 истифода бурдем. Гиреҳи хуноки термopара дар зарфи Дюари яхдор гузошт мешавад. Бо ёрии ин термopара ва галванометри намуди М 17/4 инчунин тағйирёбии ҳарорати таҷриба дар вақти гузаронидани таҷриба, аз 0,02К баланд нашудааст қайд карда шуд. Барои чен кардани фарқи ҳароратҳо дар сарҳади қабати тадқиқотӣ инчунин термopарои хромелалюмел истифода шуд, ки гиреҳи гарм дар сӯроҳии силиндри ченкунанда (2) ва гиреҳи хунук дар сӯроҳии (7) силиндри берунӣ гузошта мешавад, ки охираш дар галванометри намуди М 17/2 пайваस्त карда мешавад. Гармкунаки дохилӣ ва гиреҳи гарми термopара дар бикаориметр дар фишори атмосферӣ ҷойгир буда ва аз маводи тадқиқотӣ пурра изолятсия карда шудааст. Барои ба вучуд овардани фарқи ҳароратҳо дар сарҳади қабати тадқиқшаванда 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 термopарои ченкунанда диаметри минималӣ доранд, ки мавҷудияти онҳо ба мунтазами майдони ҳароратии ядро таъсир нарасонад. Барои роҳ надодан ба алоқаи байни термopара ва гармкунаки дохилӣ онҳо аз танаи бикалориметр бо ёрии матои нахи шишагини бо клейи БФ2 ҷаббондашуда изолятсия карда шудааст. Фарқи ҳароратҳо дар сарҳад ва қабати тадқиқотӣ 1,3-10,65К-ро ташкил дод, ки ба 320 ва 160 шкалаи галванометр мувофиқат мекунад. Ғафсии қабати тадқиқотӣ ва бузургии фарқи ҳароратҳо дар сарҳади қабати тадқиқотӣ бо чунин интиҳоб карда шудааст, ки дар таҷриба конвексия вучуд дошта натавонад. Марказонидани цилиндрҳо бо ёрии микроскопи намуди МИР2 гузаронида шудааст. Бузургии сӯроҳии миёни цилиндрҳои берунӣ ва дохилӣ бо ду усул муайян карда шуд: бевосита бо ченкунии диаметри цилиндрҳо бо ёрии микроскоп. Диаметри дохилии цилиндр бо микрометри намуди МК бо шкалаи тақсимоти 0,01 мм аз се ҷойи симметрӣ, ҳам аз рӯи давраи цилиндр ва ҳам аз

рӯи дарозии вай муайян карда шудааст. Диаметри дохилии силиндри беруна бо ёрии индикатори намуди соатӣ (индикатондохилченкунак), ки қимати тақсимоти шкалаи асосиаш 0,01 ммро ташкил медиҳад, чен карда шудааст. Барои кам кардани талафёбии гармии нурафканӣ сатҳи силиндрҳо бо хром пушононида 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 силиндрии 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 гальванометри намуди ГСП47 паваст буда, назорат карда меавад. Зарфи фишороварандаи фишорбаланд (13) аз пӯлоди холиси тамғаи IX18H9T сохта шудааст. Андозаҳои зарфи фишороваранда чунин мебошад: диаметри беруна ва дохилӣ мувофиқан 100 ва 28 мм, дарозиаш 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 санчиши 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 тадқиқотӣ санчида шудааст [160-162].

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



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 ҳамоғии таҷриба бо маълумоти овардашуда дар адабиёт [5, 7] низ мувофиқат мекунад. Ҳисобкуниҳо нишон доданд, ки ҳамоғии 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 такрор мешавад, мо ба чен кардани гармигузаронии объектҳои тадқиқотӣ шуруъ намудем. Маълумот оид ба гармигузаронӣ, ба ғайр аз арзиши мустақили илмӣ ва амалӣ, ки бо омӯзиши гузаришҳои фазавӣ, ҳодисаҳои муҳими пайваस्ताгӣҳои алоқаманд, меъёри баҳодихии дурустии муодилаҳои термодинамикии ҳолат ва нишондиҳандаи мутобиқати дохилии маълумот оид ба хосиятҳои калорикӣ ва термикӣ дар ҳама гуна ҳолат гомогенӣ, гетерогенӣ, метастабилӣ, ки ба

воситаи таҷриба амалӣ карда шудааст. Ҳароратгузаронии нанокристалҳои мис бо ёрии эллипсометрии лазери 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. Коэффисиенти 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 коэффисиенти васеъшавии ҳаттии мис ба 15% аз металли бо сохти кристаллиаш дағал фарқ мекунад.

2.3.2. Коркарди маълумоти таҷрибавӣ

Барои коркарди маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ дар асоси қонуни мувоффиқоварии ҳолат мо муодилаи зеринро истифода бурдем [9, 10-13]:

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

дар ин ҷо: λ – гармигузаронии маводи тадқиқот дар ҳароратҳои гуногун; λ_1 – гармигузаронӣ дар ҳарорати $T_1 = 293$ К.

Дар асоси маълумоти таҷрибавӣ ва ифодаи (2.29) мо муодилаҳои эмпирикӣ ба даст овардем, ки бо он гармигузаронии нанокристалли мис ҳисоб карда мешавад. Бо таҳлилқунии гармигузаронии намунаҳои тадқиқотӣ дар ҳудудҳои васеи параметрҳои ҳолат қонуниятҳои рафтори λ -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 силиндрӣ 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, чумак маҳкам карда шуда бикалориметр (расми 2.13) бо маҳлули оби гидразин пур карда шуда бо чумаки сӯзаншакл найчаи пуркунанда маҳкам карда шуд, ки дар натиҷа пурра ба таври гермитикӣ маҳкам шуданро таъмин мекунад. Массайи моддаи тадқиқшаванда 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.

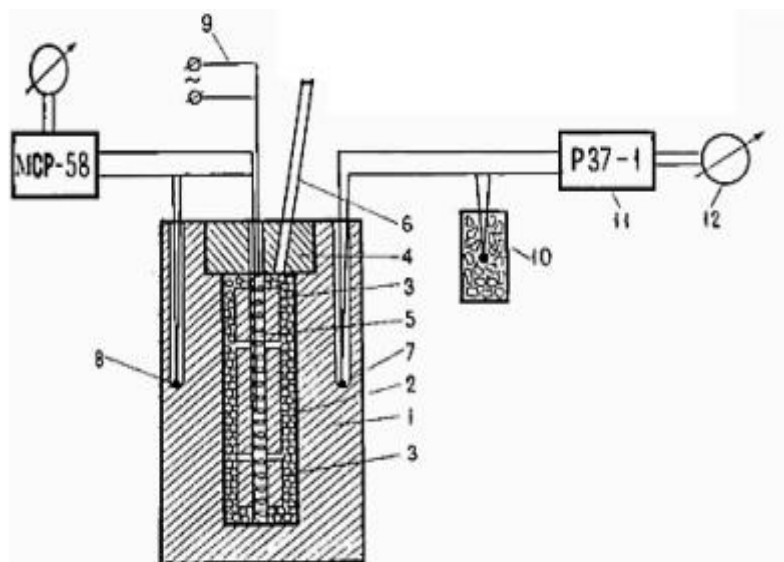
Маълумот дар бораи ҳатти қачи мавҷудаи маҳлулҳои оби гидразин бо назардошти назарияи муосир ва бо истифода аз технологияи навтарини информатсионӣ (компютер ва барномаҳо барои онҳо) аппроксиматсия карда шуд, яъне моделсозии компютерӣ карда шуданд. Ҳангоми коркарди натиҷаҳои таҷриба вазифаҳои асосӣ ин санчиши қифояи модели математикии мувофиқ, муайян намудани параметрҳои модел ва фосолаҳои эътимодноки онҳо мебошанд [1, 5, 74]. Хусусияти тағйирёбии гармигузаронии гидразини моеъ нишон дод, ки вай қонуниятӣ лшаклро 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 тадқиқшаванда 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. Дастигоҳи таҷрибавӣ барои чен кардани гармигузаронӣ

Барои тадқиқи гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин мо аз дастгоҳе истифода кардем, ки онро профессор Сафаров М.М. ва шогирдонаш таҳия ва пешниҳод кардааст (расми 2.15). Схемайи дастгоҳ ва усули истифодабарии онҳо

барои чен кардани бузургҳои зикршуда дар адабиётҳои [33,34] тавсиф дода шудааст.

Схемаи дастгоҳи барои чен кардани λ –и маводҳои донашакл чамъовари шуда хангоми ҳароратҳои гуногун ва вакуум ва дар муҳити газҳои гуногун дар расми 2.13 оварда шудааст, ки бо усули бикалориметри силиндриқӣ (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 оби ях; 11 - потенциометр; 12 - галванометр

Дастгоҳи пешниҳодшуда дорои таҷҳизоти барқӣ, системаи назорати ҳарорат, бикалориметри намуди силиндриқӣ 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 нугҳои поёнӣ ва болоии силиндри ченкунанда [33], бо дарозии 150 мм пешгирӣ мекунад. Дарозии силиндри чубронкунанда 25 мм мебошад. Гафсии 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 пояи дастгоҳ пармашуда баробар буда, нуғи поёни он кафшер карда шуда ва қисми болои нуғи он ба мурвати (4) маҳкам карда шудааст. Ба ин найча силиндрҳои чубронкунанда (3) ва ченкунанда (2) васл карда шудаанд. Дар сӯроҳии даҳмиллиметра найча (6) кафшер карда мешавад, ки он барои пур кардани дастгоҳ бо маводи тадқиқотӣ ва газ, инчунин барои вакуум намудан пешбинӣ шудааст. Аз боло мурвати (4) нуғи болоии дастгоҳ кафшер карда мешавад.

Дар найча (5) аз сӯроҳии болоӣ гармкунаки тавононаш паст инчунин гиреҳи гарми терморпарии 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].

Терморпарҳои дифференсиалии ченкунандаи хромел-алюмелӣ буданд, ки ба галванометри М 17/4 пайваस्त 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) мучаҳҳаз гардидааст, ки ҳароратҳои заруриро ҳам дар речаҳои 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 намуди С075, танзимкунаки шиддати намуди РНО2505 ва таҳизотҳои электрченкунандаи речаи ҷараёнро дар печ идора кунанда, иҷро карда мешавад [33, 34, 37].

Ҳарорати таҷриба инчунин бо терморпарии хромел-алюмел чен карда мешавад, ки гиреҳи гарми он дар танаи силиндри берунӣ (7) гузошта шуда ва гиреҳи хунук дар термоси дорои омехтаи обу ях (10) ҷойгир ҳастанд. Нуғҳои охири онҳо ба потенциометри ҷараёни доимии Р3633 пайваस्त карда шудаанд.

Ҳудуди ҳарорат, ки дастгоҳ имкони гузаронидани ченкунии λ 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 хатогиҳои ченкунии гармигузаронии маводҳо бо усулҳои гуногун

Баъди ченкунии санҷиши дар дастгоҳҳои навсохташуда баҳодиҳии хатогии ченкуниҳо гузаронида шуд [29,3842,]. 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 мутлақи S ва қимати нисбии $S_{\text{нисбӣ}}$ барои майлқунии квадрати интихобшуда 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 қимати нисбӣ $S_{\bar{X}_{\text{нисбӣ}}}$ барои баҳодиҳии майлқунии квадрати миёна аз рӯи натиҷаҳои якчанд таҷрибаҳо ҳисоб кардан мумкин аст.

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

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

Худуди эътимодноки хатогӣ, ки тасодуфан аз рӯи натиҷаҳои таҷрибаҳои $\Delta X_{\text{тасод}}$ иҷозат дода мешавад, ҳисоб менамоянд:

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

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

Барои ҳисоб кардани худуди эътимодноки хатогӣҳои мунтазами иҷозат додашуда дар асоси натиҷаҳои таҷрибаҳои Θ , мо истифода мебарем:

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

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

Худуди хатогӣҳо дар намуди эътимоднокии натиҷаҳои таҷриба ҳисоб менамоянд:

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

Коэффитсиенти t_{Σ} , ки бо таносуби хатогӣҳои тасодуфӣ ва истисноташуда муайян карда мешавад, чунин ҳисоб кардан мумкин аст:

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

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

Тағйирёбӣ дар намуди квадрати миёна нисбат ба суммаи хатогӣҳои систематикӣ ва тасодуфӣ S_{Σ} 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. Худуди 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: $\Delta y_1, \Delta y_2, \dots, \Delta y_n$ – худуди хатогии дар намуди эътимоднок нисбат ба натиҷаҳои ченкунии бузургҳои y_1, y_2, \dots, y_n .

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

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

Худуди 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 мукамал барои ченкунии гармигузаронӣ интихоб карда шуд. Хатогии маълумоти таҷрибавӣ оид ба электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои тадқиқшуда ҳисоб карда шудааст.

БОБИ 3. Маълумоти таҷрибавӣ оид ба электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои оби 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 ҳеч 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].

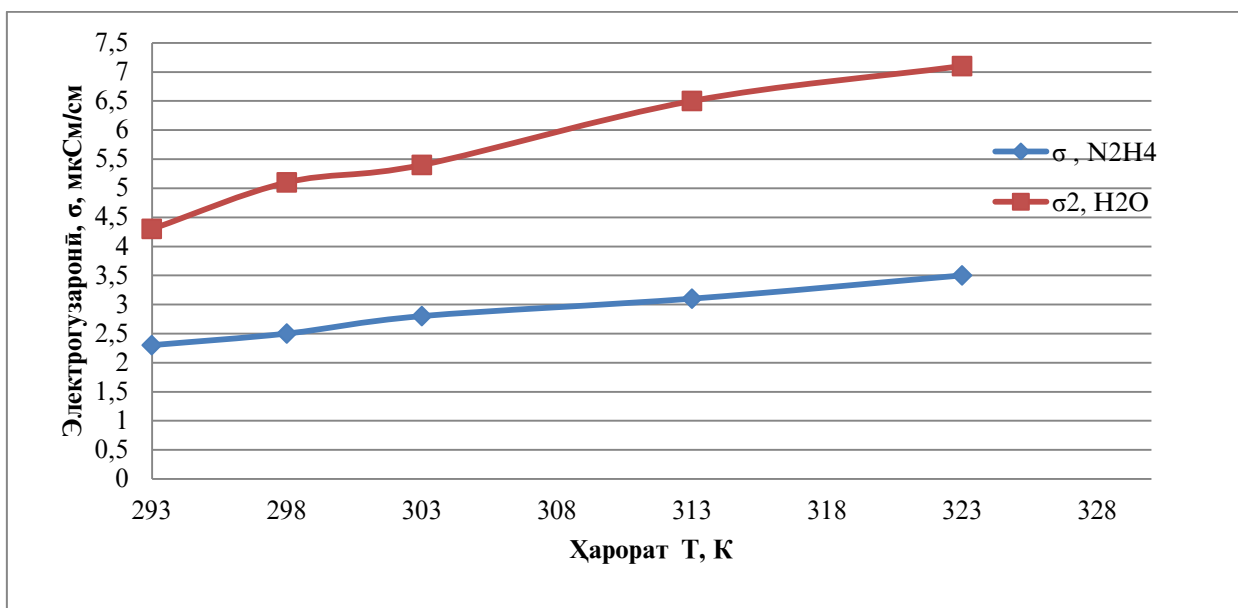
Гузаронандагии электрикии маҳлулҳои электролитӣ аз табиати электролит ва маҳлулқунанда вобаста аст. Табиати ҳалқунанда ба дараҷаи диссоциатсияи электролит таъсир мерасонад. Диссоциатсияи электролит, чун қоида, дар маҳлулҳои қутбӣ ба амал меояд ва ба гузариши охирин (ϵ) вобаста аст. Он ҳар қадар баланд бошад, диссоциатсияи электролит ҳамон қадар пурратар ва электрогузаронии маҳлул ҳамон қадар зиёд мешавад [179].

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 ҷадвали 3.1 ва расми 3.1 нишон дода шудааст.

Мақсади тадқиқ санҷидани қобилияти электрикии маҳлули оби гидразин дар ҳолати муътадил буд. Бо ин мақсад мо дар 9 намуна, ки консентратсияи гуногуни гидразин ва обро дар ҳарорати аз 293K то 323K дар бар мегирад, электрогузаронии маҳлулҳои оби гидразинро тадқиқ намудем. Қисмҳои асосии намунаҳо (электролитҳо) дар зер оварда шудаанд (ҷадвали 3.2).

Чадвали 3.1 - Электрогузаронии гидразин ва об ба тағйирёбии ҳарорат

T, K	$\sigma_1, N_2H_4, \text{ мкСм/м}$	$\sigma_2, H_2O, \text{ мкСм/см}$
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 тадқиқшуда бо усули ҳисобкунии ададӣ аз руи формулаи зерин санҷиш карда мешавад:

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

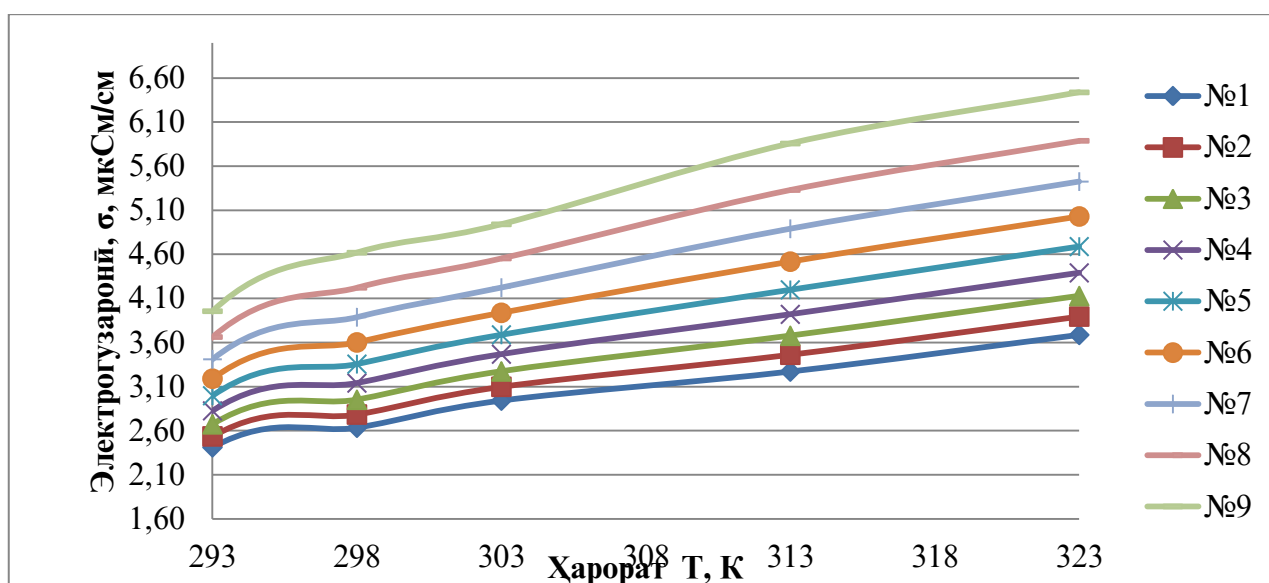
дар ин ҷо: n_1 - консентратсияи гидразин; σ_1 - электрогузаронии гидразин; n_2 - консентратсияи об, σ_2 - электрогузаронии об.

Натиҷаҳои ҳисобкунии ададии электрогузаронӣ дар чадвали 3.2 оварда шудаанд.

Чадвали 3.2 - Электрогузаронии махлулҳои оби гидразин дар ҳароратҳои гуногун.

Т, К	№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

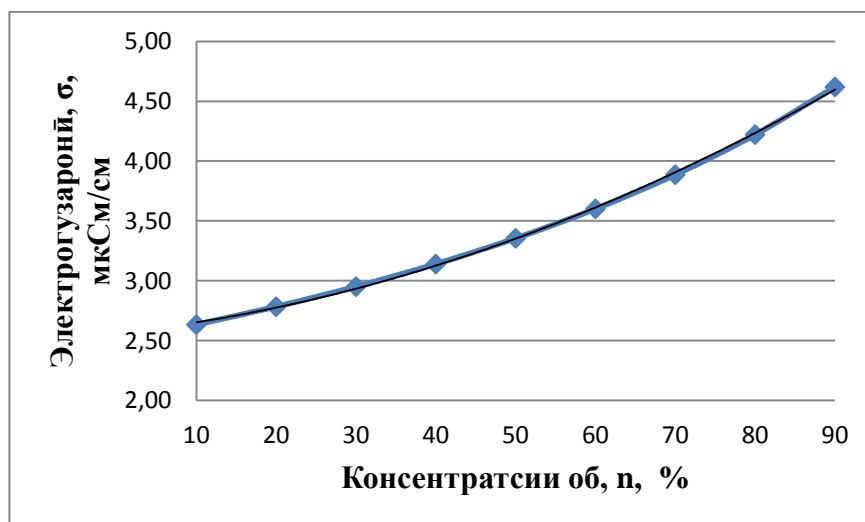
№8($0,2N_2H_4 + 0,8H_2O$); Намунаи №9($0,1 N_2H_4 + 0,9 H_2O$).

Натиҷаҳои ченкунии нишон доданд, ки дар ҳарорати доимӣ бо зиёд шудани консентратсияи об дар маҳлулҳо электрогузаронӣ низ меафзояд [179]. Вобастагии консентратсияи электрогузаронии маҳлулҳои оби гидразин дар расми 3.3 нишон дода шудааст.

Ҷадвали 3.3 - Тағйирёбии электрогузаронии маҳлулҳои обӣ аз консентратсияи компоненти дуум, яъне об дар ҳарорати хона ($T = 293 \text{ K}$)

№	n, H ₂ O %	σ_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 оби аз консентратсияи компоненти дуум, дар ҳарорати хона ($T = 293 \text{ K}$).

Ҷи 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 оби гидразин вобаста аз ҳарорат дар фишори атмосферӣ

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.

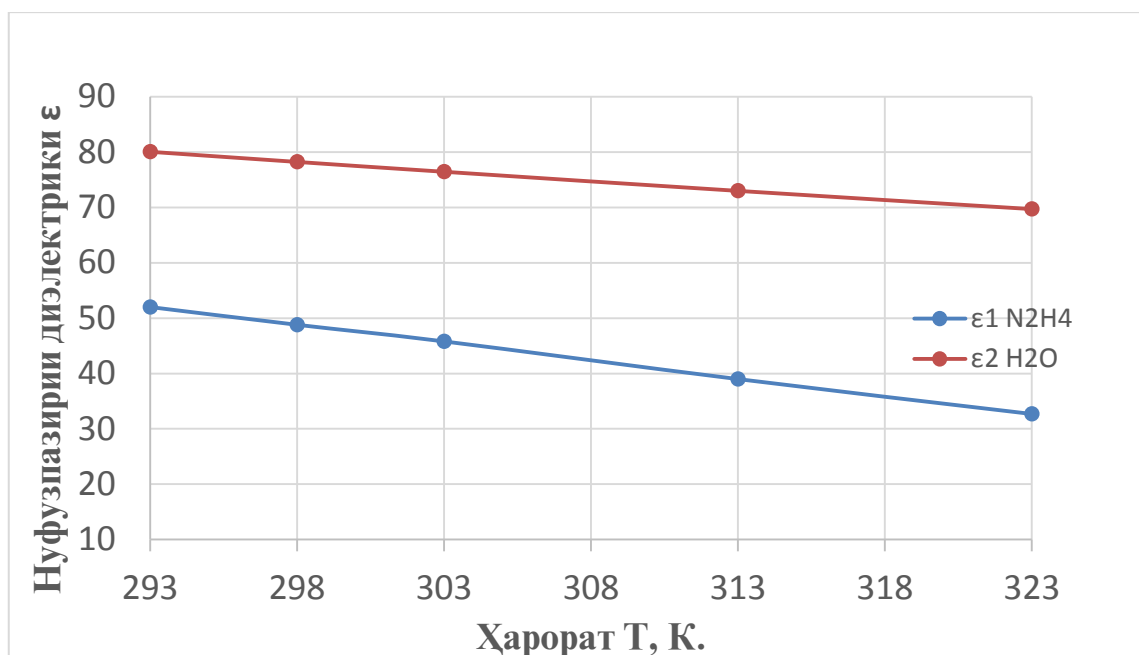
Дар рисола нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули оби гидразин дар ҳолати муътадил ва ҳангоми тағйирёбии ҳарорат санҷида шуд. Бо ин мақсад нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули оби гидразин дар 9 ҳолат, ки ҳар кадомашон дорои консентратсияи гуногуни гидразин ва об мебошанд, дар ҳароратҳои аз 293 то 323К тадқиқ карда шудааст [179-180].

Натиҷаи таҷриба нишон дод, ки ҳангоми баланд шудани ҳарорат нуфузпазирии диэлектрикии маҳлул кам мешавад. Дар ҳолати нормалӣ натиҷаҳо нишон медиҳанд, ки ҳангоми афзоиш ёфтани консентратсияи об дар маҳлул, нуфузпазирии диэлектрикӣ низ меафзояд [185-186].

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

Ҷадвали 3.1 - Тағйирёбии нуфузпазирии диэлектрикии гидразин ва об

T, K	ϵ_1 гидразин	ϵ_2 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



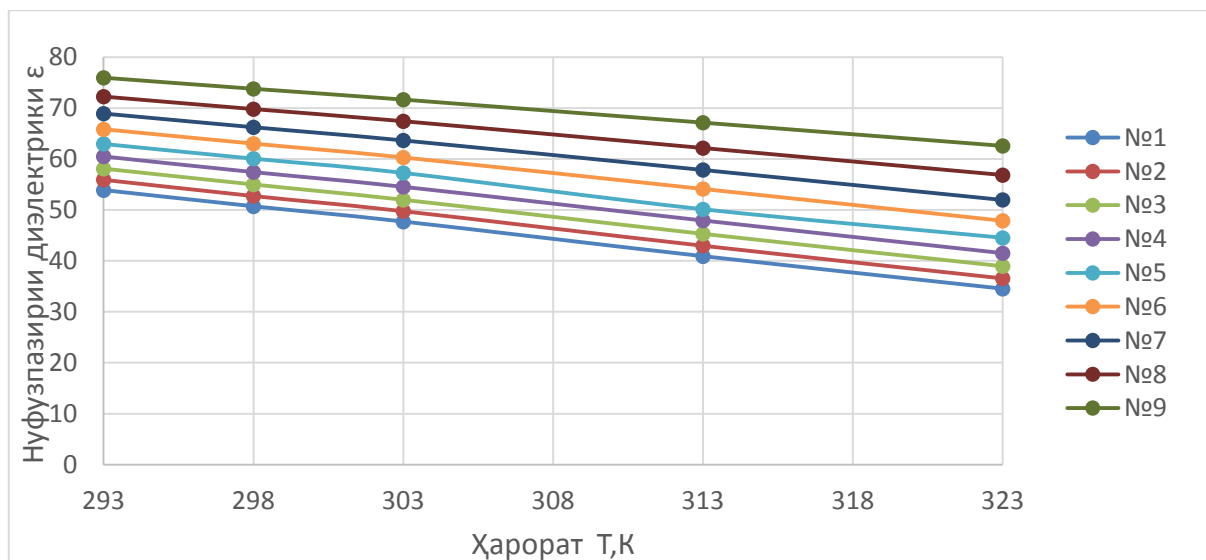
Расми 3.1. Вобастагии нуфузпазирии диэлектрикии гидразин ва об аз харорат

Мақсади тадқиқ намудани нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули оби гидразин дар ҳолати муътадил буд. Бо ин мақсад мо дар 9 намуна концентратсияҳои гуногун, нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои оби гидразинро тадқиқ намудем [179-181]. Концентратсияи гуногуни гидразин ва обро дар ҳарорати аз 273К то 393К дар бар мегирад. Қисмҳои асосии намунаҳо (электролитҳо) дар зер оварда шудаанд (Ҷадвали 3.2).

Ҷадвали 3.2 - Нуфузпазирии диэлектрики маҳлулҳои оби электролитҳои система (гидразин ва об) дар ҳароратҳои гуногун

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 N₂H₄ + 0,1 H₂O); Намунаи №2(0,8 N₂H₄ + 0,2 H₂O); Намунаи №3((0,7N₂H₄ + 0,3H₂O); Намунаи №4(0,6N₂H₄ + 0,4H₂O); Намунаи №5(0,5 N₂H₄ + 0,5H₂O); Намунаи №6(0,4N₂H₄ + 0,6H₂O); Намунаи №7(0,3 N₂H₄ + 0,7H₂O); Намунаи №8(0,2N₂H₄+ 0,8H₂O); Намунаи №9(0,1 N₂H₄ + 0,9 H₂O).



Расми 3.2. Вобастагии байни нуфузпазирии диэлектрикии система (гидразин ва об) аз ҳарорат дар фишори атмосферӣ: Намунаи №1(0,9 N₂H₄ + 0,1 H₂O); Намунаи №2(0,8 N₂H₄ + 0,2 H₂O); Намунаи №3((0,7N₂H₄ + 0,3H₂O); Намунаи №4(0,6N₂H₄ + 0,4H₂O); Намунаи №5 (0,5 N₂H₄ + 0,5H₂O); Намунаи №6(0,4N₂H₄ + 0,6H₂O); Намунаи №7(0,3 N₂H₄ + 0,7H₂O); Намунаи №8(0,2N₂H₄+ 0,8H₂O); Намунаи №9(0,1 N₂H₄ + 0,9 H₂O).

Нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои омӯхташуда бо ифодаи зерин санҷида мешаванд мешаванд:

$$\frac{1}{\varepsilon} = \frac{n_1}{\varepsilon_1} + \frac{n_2}{\varepsilon_2} \quad (3.2)$$

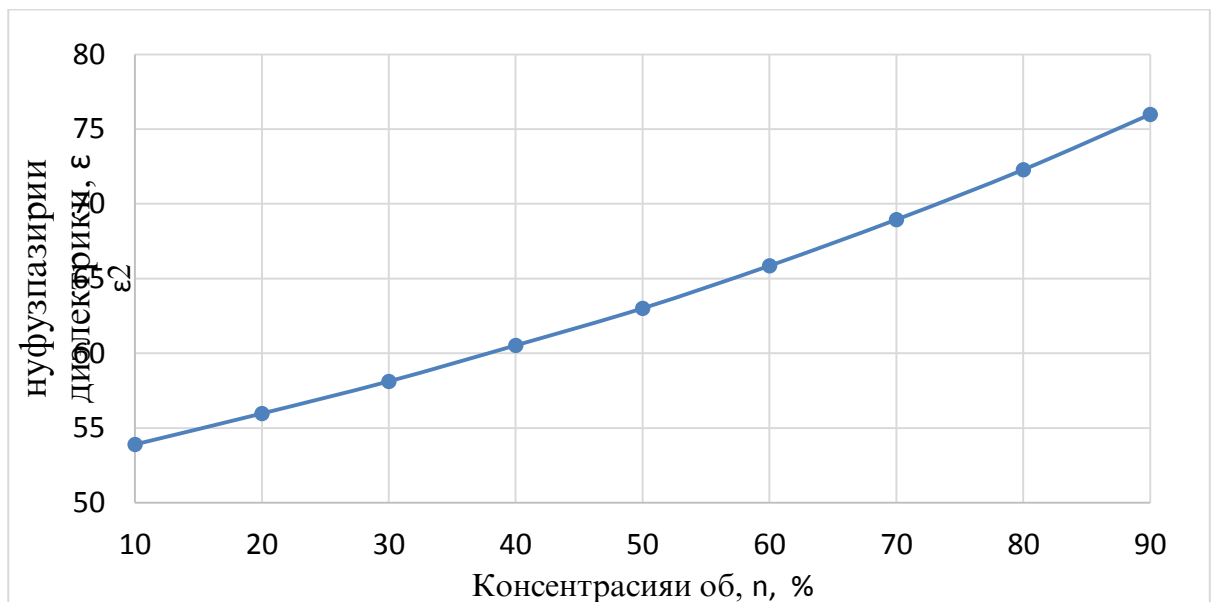
дар дар ин ҷо: n_1 - консентратсияи гидразин, ε_1 - нуфузпазирии диэлектрикии гидразин, n_2 - консентратсияи об, ε_2 - нуфузпазирии диэлектрикии об. Натиҷаҳои ҳисобкунии ададӣ дар ҷадвали 3.2 оварда шудаанд.

Натиҷаҳои ченкунии нишон доданд, ки дар ҳарорати доимӣ бо зиёд шудани консентратсияи об дар маҳлулҳо нуфузпазирии диэлектрикӣ низ зиёд мешавад [180]. Вобастагии нуфузпазирии диэлектрикӣ аз консентратсияи маҳлулҳои обии гидразин 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 ($T=293K$)

№	n, H ₂ O %	ϵ_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.



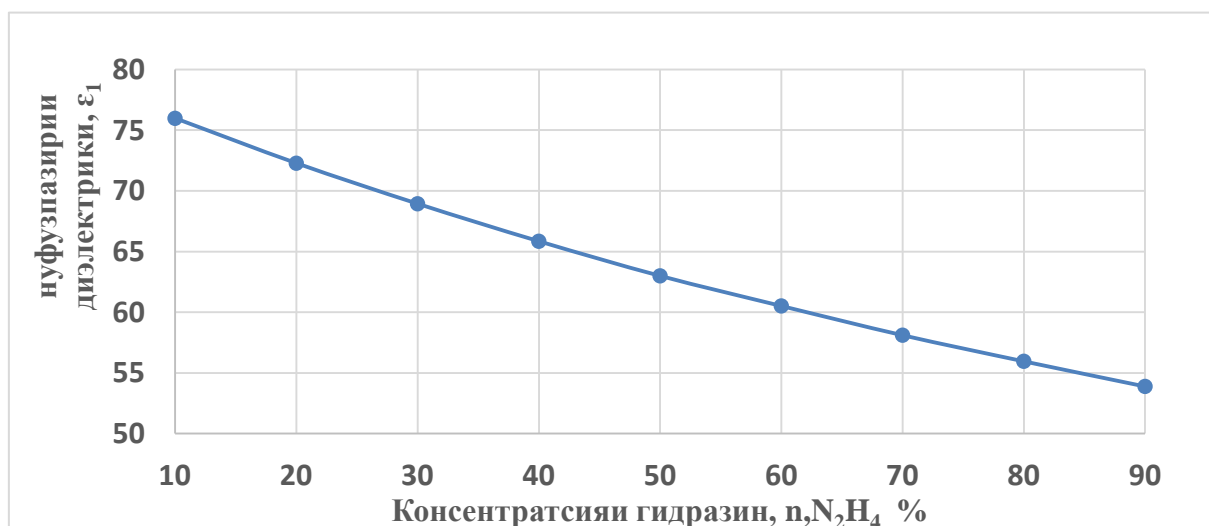
Расми 3.3. Вобастагии тағйирёбии нуфузпазирии диэлектрики маҳлулҳои обии гидразин аз консентратсияи компоненти дуюм, дар ҳарорати хона ($T=293K$)

Чунон ки аз чадвали 3.3 ва расми 3.3 дида мешавад, бо зиёд шудани концентратсияи об нуфузпазирии диэлектрики маҳлулҳои оби гидразин меафзояд.

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

Чадвали 3.4. Тағйирёбии нуфузпазирии диэлектрики маҳлулҳои оби гидразин аз концентратсияи компоненти якум, яъне гидразин дар ҳарорати хона ($T=293K$)

№	n, N_2H_4 %	ϵ_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 оби гидразин аз концентратсияи компоненти якум, яъне гидразин дар ҳарорати хона ($T=293K$)

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 оби гидразин дар ҳарорати хона

Гузaronандагии электрикию ва гармигузаронӣ дар маҳлулҳо аз концентратсияҳои моддаҳои маҳлулқунанда ва маҳлулшаванда вобастагӣ дорад [180182]. Дар маҳлули тадқиқотии 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 (σ) ва гармигузаронии (λ)и маҳлули оби гидразин мебошад [100102]. Бо ҳамин мақсад гармигузаронӣ ва электрогузаронии маҳлули оби 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 тадқиқот нишон медиҳад, ки бо зиёд гардидани ҳарорат ва ҳиссаи массаи об дар маҳлул электрогузаронӣ ва гармигузаронии онҳо меафзояд.

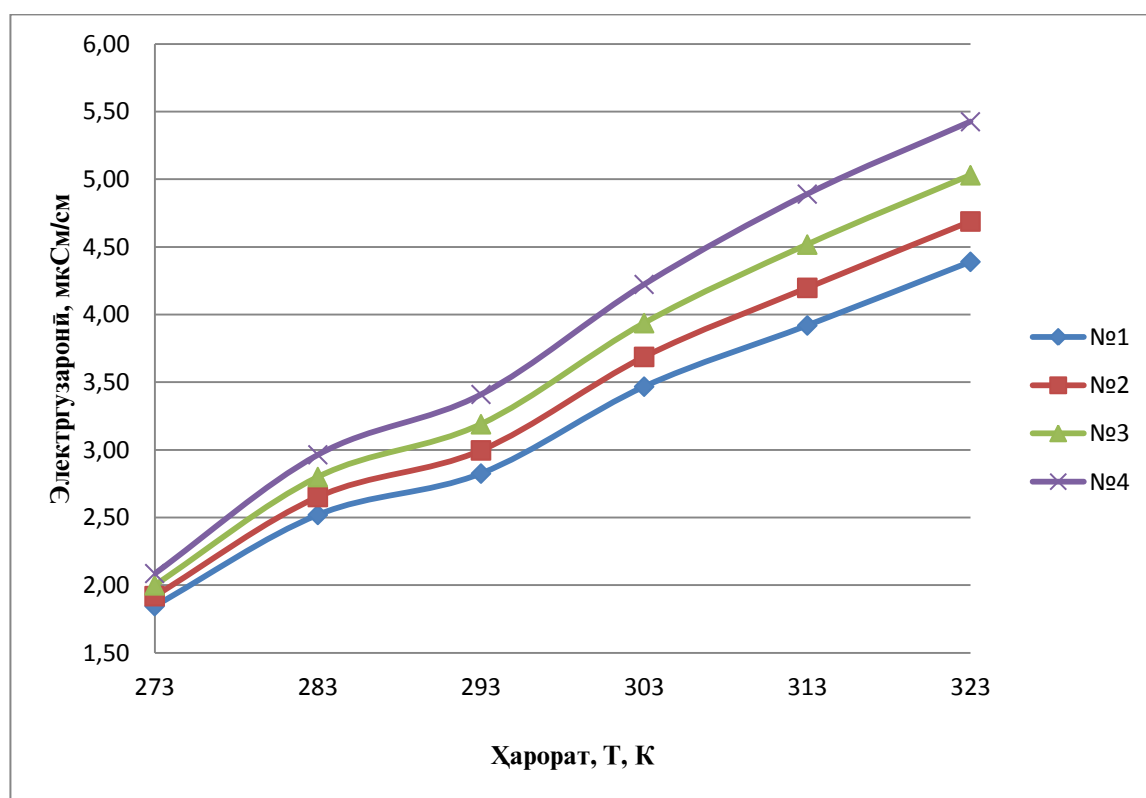
Натиҷаи таҷрибаҳо дар ҷадвал 3.5 ва расмҳои 3.5 ва 3.6 оварда шудаанд:

Муқаррар карда шуд, ки дар ҳарорати хона ($T=298K$) электрогузаронии маҳлул вобаста аз концентратсияи об тарзи ҳаггӣ меафзояд ва аз концентратсияи гидразин баръакс кам мешавад. Ин вобастагӣ дар ҷадвали 3.6 ва расми 3.7 оварда шудааст.

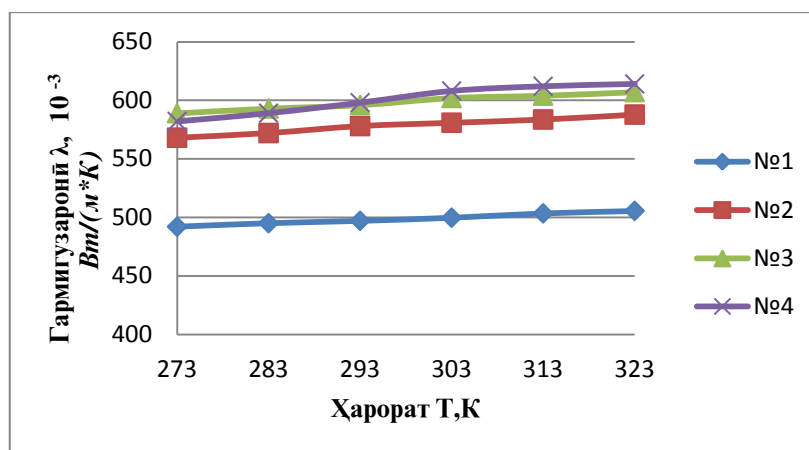
Аз қиматҳои дар ҷадвали 3.6 буда истифода намуда графикаи вобастагии гармигузаронии аз концентратсияи обро ҳосил менамоем (расми 3.7).

Чадвали 3.5 - Электрогузаронӣ (σ) ва гармигузаронӣ (λ)и маҳлул вобаста аз ҳарорат ва консентратсия

Т, К	60%, N ₂ H ₄ + 40% H ₂ O		50%, N ₂ H ₄ + 50% H ₂ O		40%, N ₂ H ₄ + 60% H ₂ O		30%, N ₂ H ₄ + 70% H ₂ O	
	$\lambda, 10^3$ Вт/(м*К)	$\sigma,$ мкСм/см	$\lambda, 10^3$ Вт/(м*К)	$\sigma,$ мкСм/см	$\lambda, 10^3$ Вт/(м*К)	$\sigma,$ мкСм/см	$\lambda, 10^3$ Вт/(м*К)	$\sigma,$ 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%, N₂H₄ +40% H₂O), №2 (50%, N₂H₄ +50% H₂O), №3 (40%, N₂H₄ +60% H₂O), №4(30%, N₂H₄ + 70% H₂O).



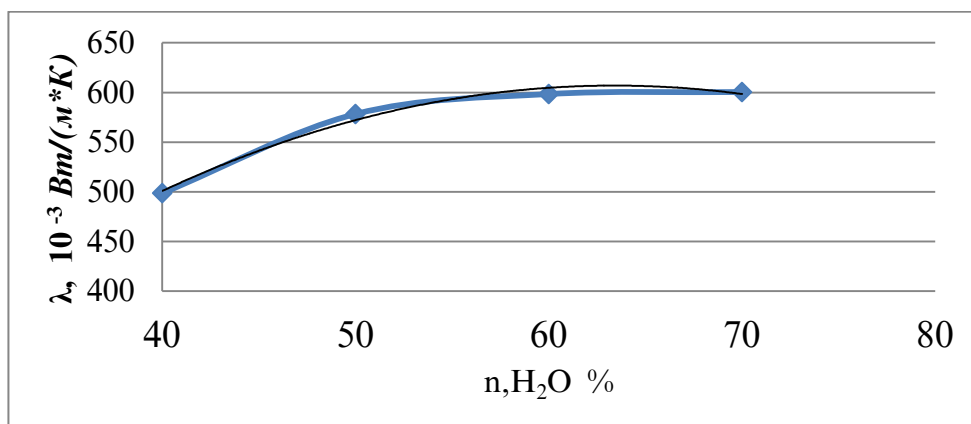
Расми 3.6. Гармигузаронии маҳлули оби гидразин аз ҳарорат

№1(60%, N_2H_4 +40% H_2O), №2 (50%, N_2H_4 +50% H_2O), №3 (40%, N_2H_4 +60% H_2O), №4(30%, N_2H_4 + 70% H_2O).

Чадвали 3.6. Гармигузаронии маҳлулҳо вобаста аз консентратсияи об дар ҳарорати 298К

№	n, H_2O %	λ 10^{-3} , Вт/(м*К)
1	40	498,77
2	50	578,37
3	60	598,5
4	70	600,5

Аз қиматҳои дар чадвали 3.6 буда истифода намуда графики вобастагии гармигузаронии аз консентратсияи обро ҳосил менамоем.

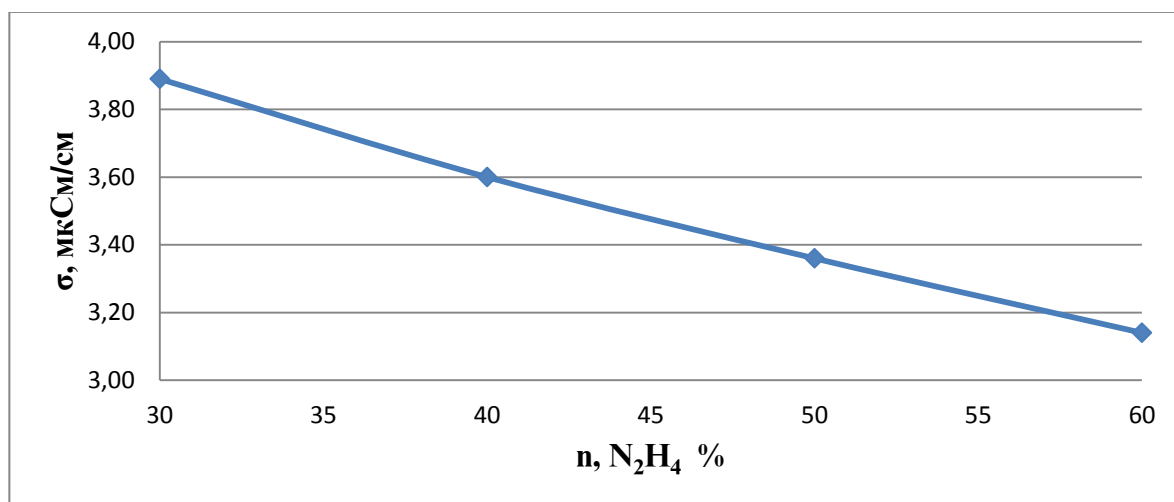


Расми 3.7. Вобастагии гармигузаронии маҳлули оби гидразин аз консентратсияи H_2O дар ҳарорати хона

Чи тавре, ки аз ҷадвали 3.6 ва графики дар расми 3.7 тасвир ёфта гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин чунин тағйир меёбад. Масалан дар ҳарорати хона бо зиёд шудани консентратсияи об дар маҳлули тадиқотӣ гармигузаронӣ то 24,4% меафзояд. Электрогузаронии маҳлули обии гидразин аз сабаби набудани бандҳои ионӣ дар гидразин бо зиёд гардидани ҳиссаи массаи он дар маҳлул, кам мегардад [185-188]. 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

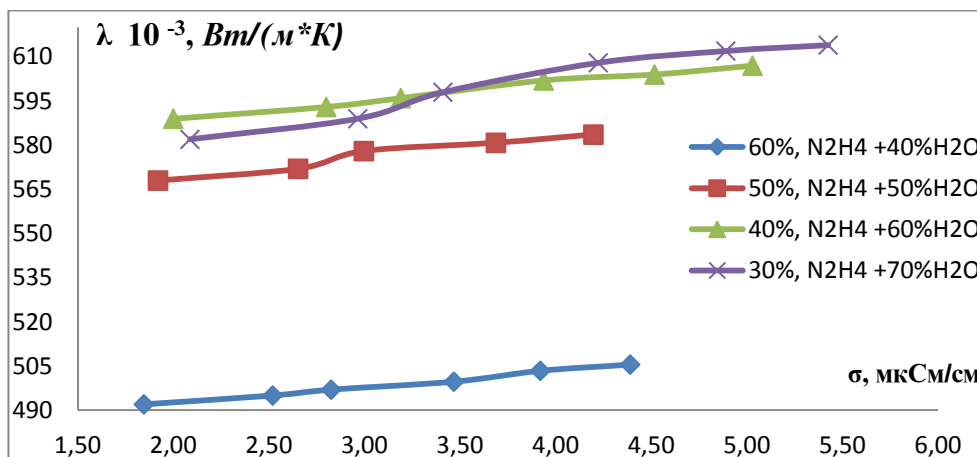
№	n, N ₂ H ₄ %	σ, мкСм/см
1	30	3,89
2	40	3,60
3	50	3,36
4	60	3,14



Расми 3.8. Вобастагии электрогузаронии маҳлули обии гидразин аз консентратсияи N₂H₄ дар ҳарорати хона.

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 тадқиқотӣ 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%, N₂H₄ + 40% H₂O), №2 (50%, N₂H₄ + 50% H₂O), №3 (40%, N₂H₄ + 60% H₂O), №4(30%, N₂H₄ + 70% H₂O).

Электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳлули обии гидразин аз ҳарорат вобаста мебошад [105]. Дар графики расми 3.9 чунин вобастагӣ тасвир ёфтааст. Тавре, ки аз график маълум мегардад афзудани гармигузарони аз консентратсияи об низ вобаста мебошад [190].

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

Ҳарчанд тадқиқоти 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 тадқиқнашудаи 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 [195-197].

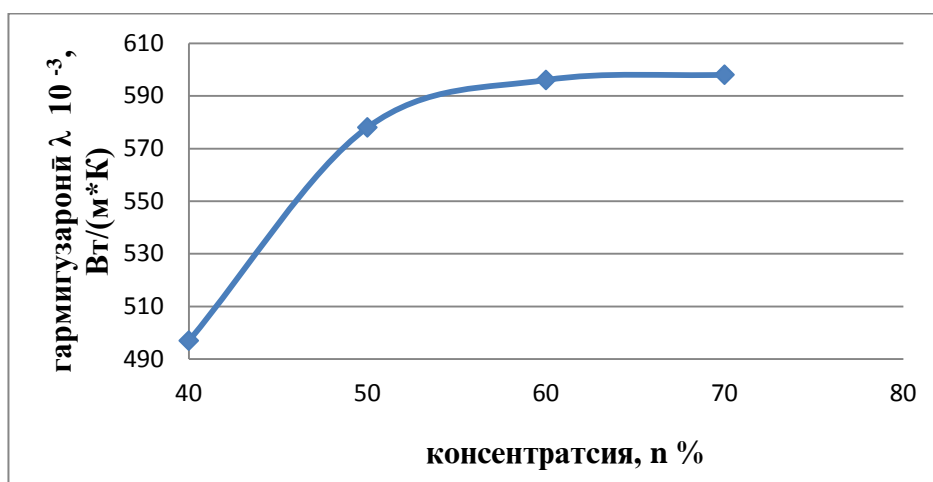
Маҳлулҳои оби гидразин ва пайвастиҳои он дар соҳаи саноати муосир маводҳои паҳншуда мебошанд, хусусан дар стансияҳои электрикии оби ва МГЭ, соҳаҳои гуногуни саноат, химия ва кайхоннавардӣ васеъ истифода бурда мешаванд. Бисёре аз равандҳои технологӣ дар саноат бо таъмин ва гирифтани гармӣ ба амал бароварда мешаванд [110-112]. Аз ин рӯ яке аз проблемаҳои муҳим сарфайи манбаҳои энергия мебошад. Гармигузаронӣ барои фаъол гардонидани протсессҳои 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 оби гидразин ва пайвастиҳои он, муҳим шуморида мешавад [113].

Коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин ва нуфузпазирии нисбии диэлектрикии он дар доираи концентратсия ва ҳарорат ба даст оварда шудаанд. Бо ҳамин мақсад моддаи тадқиқотӣ дар чор намуна вобаста аз концентратсияи моддаҳо ва ҳарорати хона (293К) интихоб карда шудааст. Дар ҳолати якум (60%, N₂H₄ +40% H₂O), дар намунаи дуюм (50%, N₂H₄ +50% H₂O), дар мавриди сеюм (40%, N₂H₄ +60% H₂O) ва дар ҳолати чорум (30%, N₂H₄ + 70% H₂O) иборат мебошанд. Дар ҷадвали 3.8 коэффитсенти гармигӯзаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои оби гидразин вобаста аз концентратсияи об оварда шудааст.

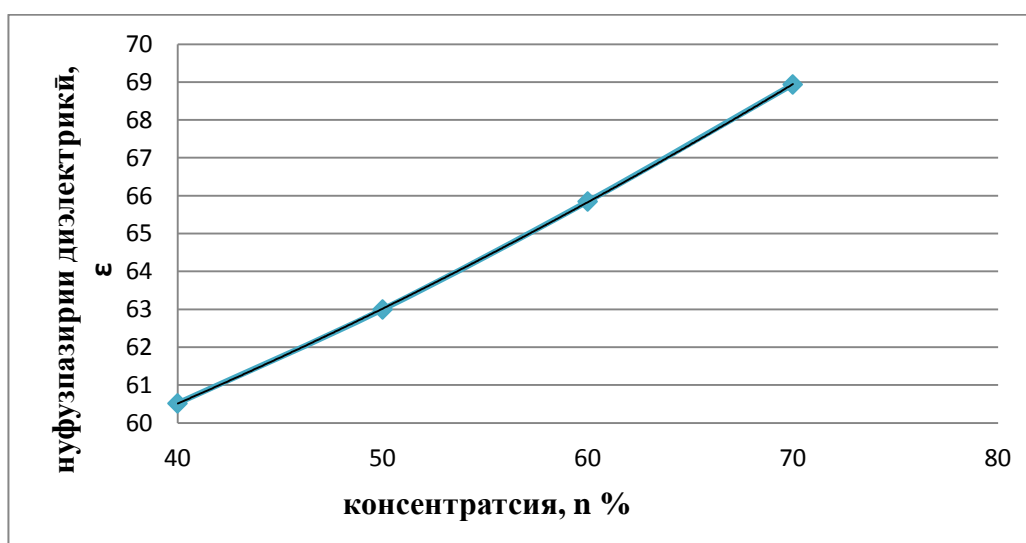
Ҷадвали 3.8 - Коэффитсиенти гармигӯзаронӣ ва нуфузпазирии нисбии диэлектрикии маҳлулҳои оби гидразин вобаста аз концентратси дар ҳарорати хона (293К).

№	60% N ₂ H ₄ + 40% H ₂ O	50% N ₂ H ₄ + 50% H ₂ O	40% N ₂ H ₄ + 60% H ₂ O	30% N ₂ H ₄ + 70% H ₂ O
$\lambda, 10^{-3} \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	497	578	596	598
ε	60,52	63	65,85	68,94

Аз қиматҳои дар ҷадвали 3.8 истифода намуда графикҳои вобастагии коэффитсенти гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои оби гидразинро аз консентратсияи об ҳосил менамоем. Чӣ тавре, ки аз ҷадвали 3.8 маълум аст бо афзоиши коэффитсенти гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин, нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои тадқиқотӣ меафзояд. Дар мавриди тағйир ёфтани консентратсияи об аз 40 то 70%, коэффитсенти гармигузаронӣ 22,3% афзуда, нуфузпазирии диэлектрикӣ дар ин ҳудуд то 1,14 маротиба меафзояд.



Расми 3.10. Графикҳои вобастагии коэффитсенти гармигузаронии маҳлули оби гидразин аз консентратсияи об дар ҳарорати хона



Расми 3.11. Вобастагии нуфузпазирии диэлектрикии нисбии маҳлули оби гидразин аз консентратсияи об дар ҳарорати хона.

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

Интиқоли миқдори энергия дар маҳлулҳои оби (электролитҳо)и алоҳида ба таъсири мутақобилаи ионҳо ва диполҳо асос ёфтааст [8-12]. 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 тадқиқоти гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ меафзоянд.

Хулосаҳо барои боби сеюм

Дар боби сеюм оид ба хосиятҳои электрохимиявии маҳлули оби 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 оби гидразин вобаста аз концентратсия 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 (ϵ) вобаста аст. Он ҳар қадар баланд бошад, диссоциатсияи электролит ҳамон қадар пурратар ва ҷоришавии ҷараёни электрикӣ ҳамон қадар зиёд мешавад. Дар рисола электрогузаронии маҳлули оби 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 тадқиқотӣ зиёд мешавад. Дар маҳлули оби гидразин дар

харорати доимӣ бо зиёд гардидани концентратсияи об дар маҳлул электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ меафзояд.

2. Дар рисола нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули оби гидразин дар ҳолати муътадил ва ҳангоми тағйирёбии ҳарорат санчида шудааст. Бо ин мақсад нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули оби гидразин дар 9 ҳолат, ки ҳар кадомашон дорои концентратсияи гуногуни гидразин ва об мебошанд, дар ҳароратҳои аз 273К то 393К 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 концентратсияи об дар маҳлул, нуфузпазирии диэлектрикӣ низ зиёд мешавад.

3. Электрогузаронӣ ва гармигузарони дар маҳлулҳо аз концентратсияҳои моддаҳои ҳалкунанда ва ҳалшаванда вобастагӣ дорад. Дар маҳлули тадқиқоти мо ба сифати моддаи ҳалкунанда об (H_2O) ва моддаи ҳалшаванда гидразин (N_2H_4) қабул карда шудааст. Натиҷаи тадқиқот 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 тадқиқоти гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикӣ меафзоянд.

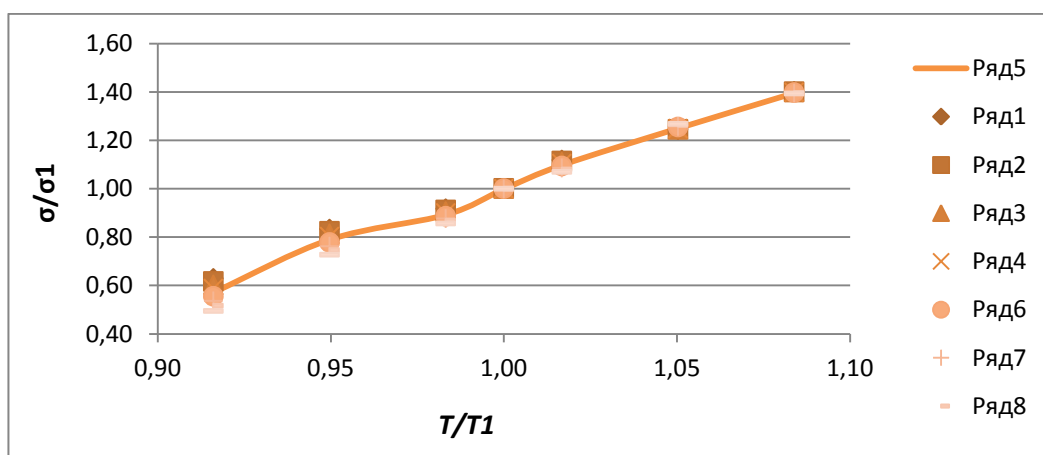
БОБИ 4. Таҳлил ва коркарди маълумоти таҷрибавӣ оид ба электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ, гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин ва алоқамандии онҳо

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:

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

ки дар он σ ва σ_1 электрогузаронии маҳлулҳо дар $T_1=293K$ мебошанд.



**Расми 4.1. Вобастагии нисбии электрогузаронӣ (σ/σ_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·см¹.**

Чунон ки аз расми 4.1 дида мешавад, графики электрогузарони нисбӣ (σ/σ_1) бар ҳарорати нисбӣ (T/T_1) дар фишори атмосферӣ ($P= 0,101$ МПа) мувофиқи қонуни хати қач меафзояд.

Муодилаи хати кач, 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 σ_1 дар $T_1=293\text{К}$ ва $P=0,101\text{МПа}$ нишон дод, ки онҳо функцияҳои консентратсияи ҷузъи дуюм мебошанд [Расми 3.7 вобастагии σ_1 аз консентратсияи об дар ҳарорати 298К ва $P=0,101\text{МПа}$]. Муодилаи хати каче, 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 $T_1=298\text{К}$ (ҷадвали 3.6).

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

Т,К	Намунаи №1 (0,9 N ₂ H ₄ + 0,1 H ₂ O)			Намунаи №2 (0,8 N ₂ H ₄ + 0,2 H ₂ O)			Намунаи №3 (0,7 N ₂ H ₄ + 0,3 H ₂ O)		
	σ _{экс}	σ _{рас}	Δ, %	σ _{экс}	σ _{рас}	Δ, %	σ _{экс}	σ _{рас}	Δ, %
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
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 (0,6 N ₂ H ₄ + 0,4 H ₂ O)			Намунаи №5 (0,5 N ₂ H ₄ + 0,5 H ₂ O)			Намунаи №6 (0,4 N ₂ H ₄ + 0,6 H ₂ 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 (0,6 N ₂ H ₄ + 0,4 H ₂ O)			Намунаи №8 (0,5 N ₂ H ₄ + 0,5 H ₂ O)			Намунаи №9 (0,4 N ₂ H ₄ + 0,6 H ₂ 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%

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

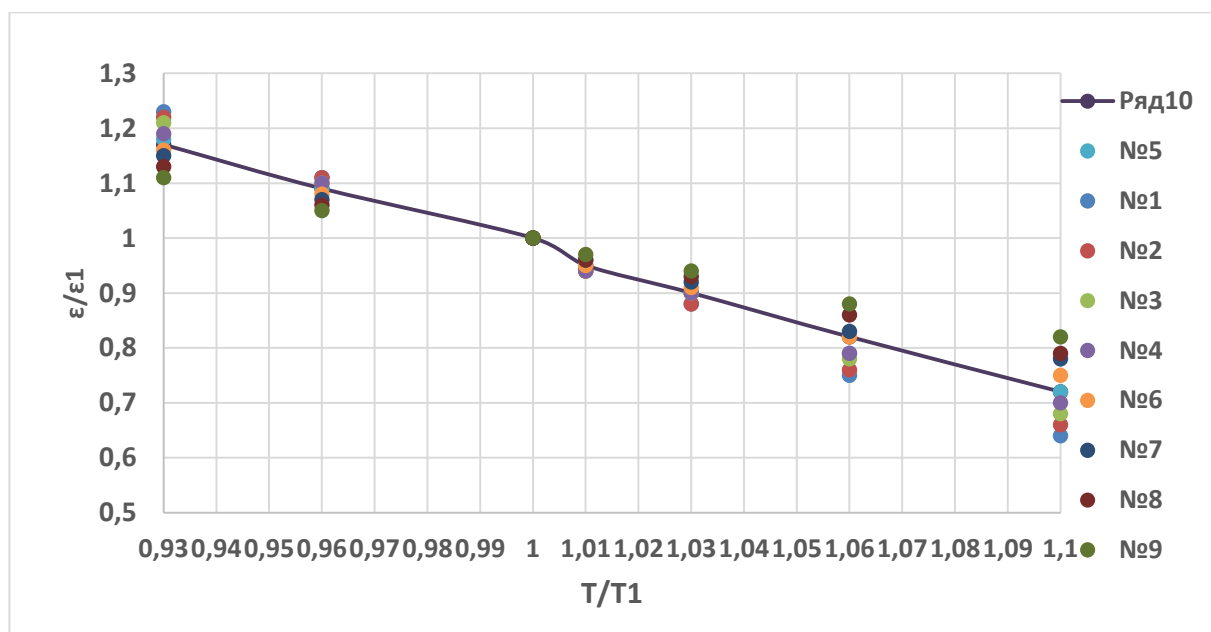
4.2. Коркард ва таҳлили нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули обии гидразин дар ҳароратҳои гуногун ва фишори атмосферӣ

Барои ҷамъбасти натиҷаҳои таҷрибавӣ ва ададии нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои гидразин ва системаи об дар консентратсияи гуногун (N_2H_4 ва H_2O) дар $T=293K$ ва фишори атмосферӣ ($0,101MPa$), мо усули монандии термодинамикӣ ва қонуни мувофиқровари ҳолатро дар консентратсияҳои гуногун истифода бурдем, ки шакли зерин дорад:

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

дар ин ҷо: ε_1 и ε_2 нуфузпазирии диэлектрикии маҳлули обӣ дар ва $T_1=293K$, 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 парабола 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 (ε_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 ε_1 аз консентратсияи об дар ҳарорати 293K ва $P=0,101\text{MPa}$. Муодилаи хати қач, ки дар расми 3.3 оварда шудааст, параболӣ 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:

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

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 $T_1=293\text{K}$ донем.

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

Т,К	<i>Намунаи №1</i> (0,9 N ₂ H ₄ + 0,1 H ₂ O)			<i>Намунаи №2</i> (0,8 N ₂ H ₄ + 0,2 H ₂ O)			<i>Намунаи №3</i> (0,7 N ₂ H ₄ + 0,3 H ₂ O)		
	ε _{экс}	ε _{рас}	Δ, %	ε _{экс}	ε _{рас}	Δ, %	ε _{экс}	ε _{рас}	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> (0,6 N ₂ H ₄ + 0,4 H ₂ O)			<i>Намунаи №5</i> (0,5 N ₂ H ₄ + 0,5 H ₂ O)			<i>Намунаи №6</i> (0,4 N ₂ H ₄ + 0,6 H ₂ O)		
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%
	<i>Намунаи №7</i> (0,6 N ₂ H ₄ + 0,4 H ₂ O)			<i>Намунаи №8</i> (0,5 N ₂ H ₄ + 0,5 H ₂ O)			<i>Намунаи №9</i> (0,4 N ₂ H ₄ + 0,6 H ₂ 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 обии гидразин дар ҳолати муқаррарӣ ба ифодаи (4.10) то саҳеҳии ±2,6% ҳисоб кардан мумкин аст.

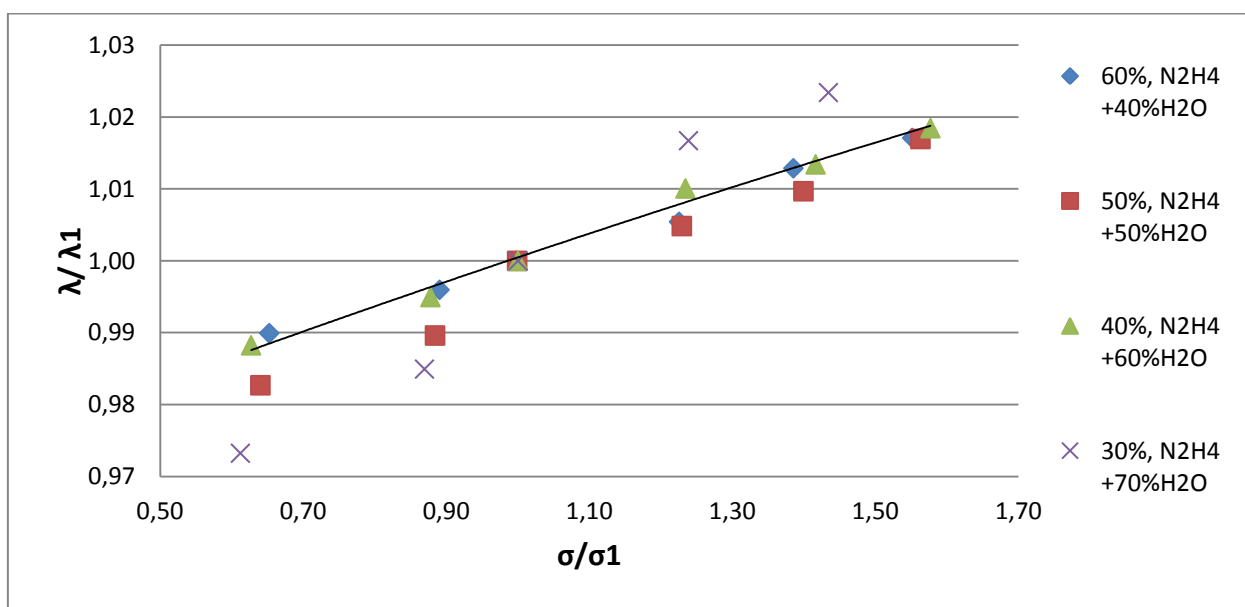
4.3. Алоқамандии вобастагии гармигузаронӣ ва электрогузаронии маҳлулҳои оби гидразин дар ҳароратҳои гуногун

Барои коркарди натиҷаҳои таҷриба ва ҳисобкунии гармигузарони вобаста аз электрогузаронӣ таносуби зеринро истифода намудем:

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

ки дар ин ҷо: λ ва λ_1 гармигузаронии маҳлули оби гидразин ($Bm/(m^*K)$), σ ва σ_1 электрогузаронии маҳлулҳо (Cm^*m^1) мебошанд.

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



Расми 4.3 Вобастагии гармигузаронии нисбии (λ/λ_1) маҳлули оби гидразин аз электрогузаронии нисбии маҳлулҳои татқиқотӣ (σ/σ_1):

№1(60%, N₂H₄ +40% H₂O), №2 (50%, N₂H₄ +50% H₂O), №3 (40%, N₂H₄ +60% H₂O), №4(30%, N₂H₄ + 70% H₂O).

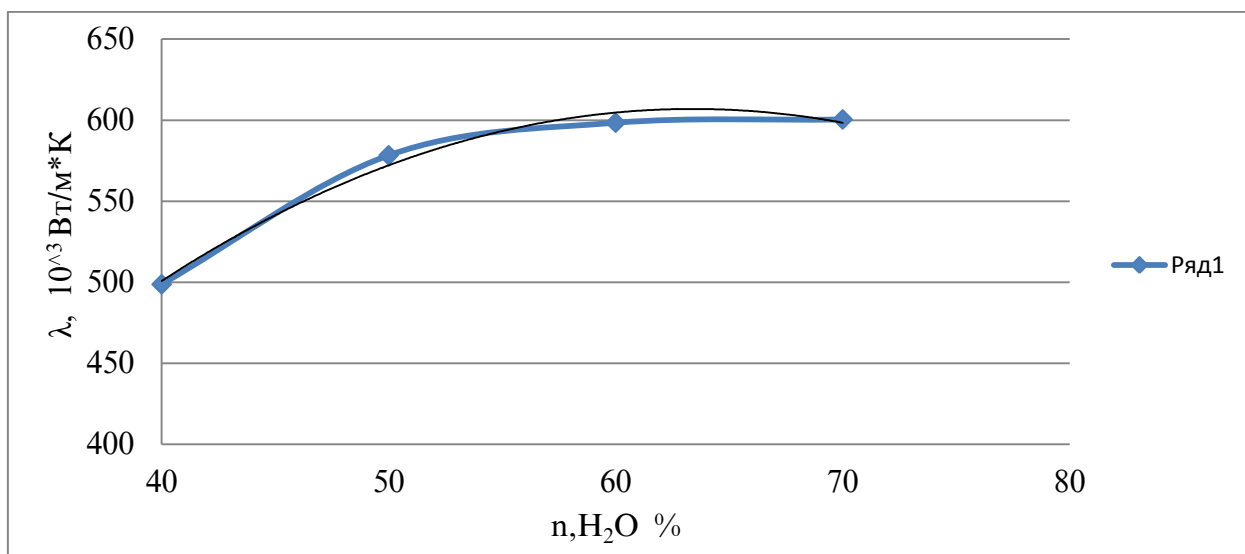
Чӣ тавре, ки аз графика дар расми 4.3 овардашуда, дида мешавад, маълумоти таҷрибавӣ палиноиди вобаста мебошанд. Муодилаи хати қатъи графикаи 4.3 намуди зеринро мегирад:

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

Аз муодилаи (4.12) ҳосил кардан мумкин аст:

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

λ_1 аз консентратсии об вобаста мебошад, яъне $\lambda_1 = f(n_{H_2O})$



Расми 4.3 Вобастагии гармигузарони λ_1 маҳлули оби гидразин аз консентратсияи H_2O дар ҳарорати хона

Хати качи дар расми 4.3 оварда шудааст, як шоҳаи парабола буда ва бо ифодаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\lambda_1 = [-0,194(n_{H_2O})^2 + 24,593(n_{H_2O}) - 172,49] 10^{-3}, \text{ Вт/м*К} \quad (4.14)$$

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

$$\lambda = \left[-0,003 \left(\frac{\sigma}{\sigma_1} \right)^2 + 0,0395 \left(\frac{\sigma}{\sigma_1} \right) + 0,964 \right] * [-0,194(n_{H_2O})^2 + 24,593(n_{H_2O}) - 172,49] 10^{-3} \text{ (Вт/м*К)} \quad (4.15)$$

Бо истифода аз муодилаи (4.15) мо коэффисиенти гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразини татқиқ карданашударо ва бо таҷриба омӯхташударо ҳисоб менамоем. Барои ҳисоб намудани ҳатоии нисбии байни қиматҳои таҷрибавӣ ва ҳисобкардашуда аз ифодаи

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

истифода менамоем (ҷадвали 4.3)

Ҷадвали 4.3. Ҳатоии 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%, N ₂ H ₄ +40% H ₂ O	50%, N ₂ H ₄ +50% H ₂ O	40%, N ₂ H ₄ +60% H ₂ O	30%, N ₂ H ₄ +70% H ₂ O	60%, N ₂ H ₄ +40% H ₂ O	50%, N ₂ H ₄ +50% H ₂ O	40%, N ₂ H ₄ +60% H ₂ O	30%, N ₂ H ₄ +70% H ₂ O	60%, N ₂ H ₄ +40% H ₂ O	50%, N ₂ H ₄ +50% H ₂ O	40%, N ₂ H ₄ +60% H ₂ O	30%, N ₂ H ₄ +70% H ₂ 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	0,73%	1,43	0,00
										$\pm 0,36\%$	

Ҳисобкунии ҳатоии умумии нисбии гармигузарони вобаста ба консентратсияи об дар маҳлули обии гидразин дар ҳолати муқаррарӣ ба $\pm 0,36\%$ баробар аст.

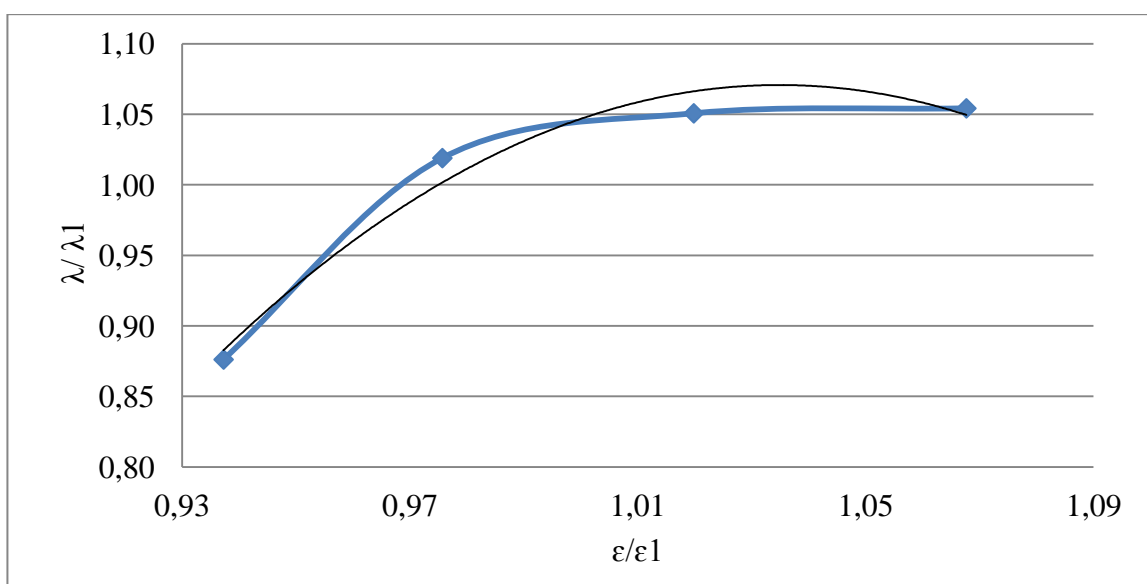
4.4. Вобастагии коэффитсенти гармигузаронии маҳдули оби гидразин аз нуфузпазирии диэлектрикии онҳо дар ҳарорати хона ва фишори атмосферӣ (ҳосилкунии муодилаи эмпирикӣ)

Барои муқоисаи маълумотҳои ҳисобкардашуда доир ба коэффитсенти гармигузаронии маҳдули оби гидразин бо маълумоти таҷрибавӣ аз таносуби зерин истифода намудем:

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

ки дар ин ҷо: λ ва λ_1 коэффитсенти гармигузаронии маҳдули оби гидразин Вт/(м*К), ε ва ε_1 нуфузпазирии диэлектрикии онҳо мебошанд.

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



Расми 4.4 Вобастагии коэффитсенти гармигузаронии нисбии маҳдули оби гидразин (λ/λ_1) аз нуфузпазирии диэлектрикии нисбии ($\varepsilon/\varepsilon_1$) маҳдулҳои тадқиқотӣ

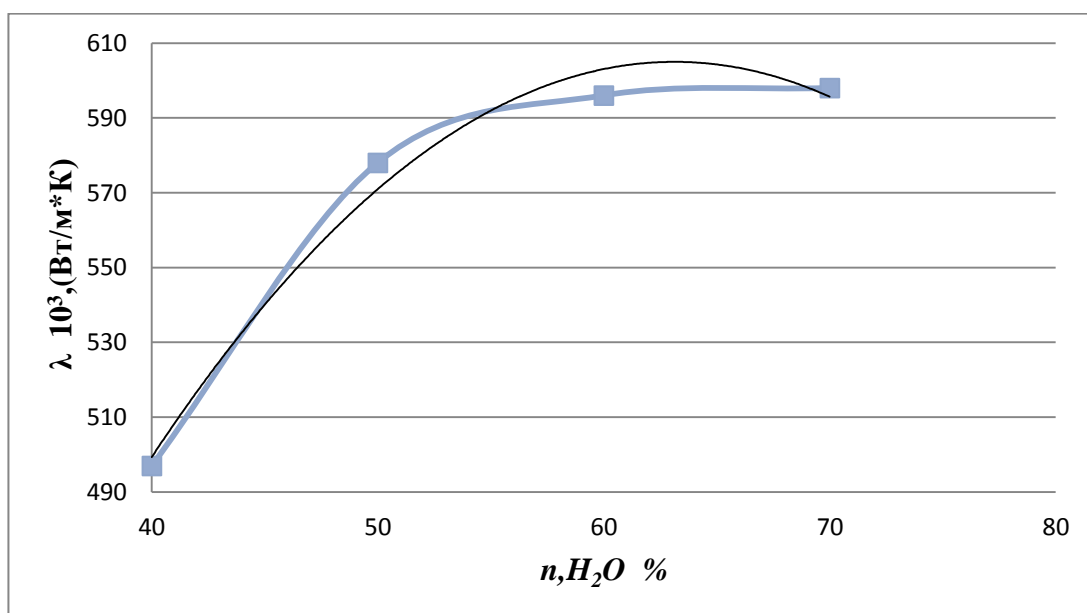
Тавре, ки аз графики дар расми 4.4 овардашуда, дида мешавад, маълумоти таҷрибавӣ палиноиди вобаста мебошанд. Муодилаи хати қачи расми 4.4 намуди зеринро дорад:

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = \left[-19,734 \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} \right)^2 + 40,844 \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} \right) - 20,064 \right] \quad (4.18)$$

Аз муодилаи (4.18) ҳосил менамоем:

$$\lambda = \left[-19,734 \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} \right)^2 + 40,844 \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} \right) - 20,064 \right] * \lambda_1 \quad (4.19)$$

Чи тавре, ки аз натиҷаҳои таҷрибаҳо маълум мегардад, λ_1 аз консентратсияи об вобаста мебошанд, яъне $\lambda_1 = f(n_{H_2O})$.



Расми 4.5 Графики вобастагии коэффитсенти гармигузаронии маҳлули оби гидразин аз консентратсияи H_2O дар ҳарорати хона.

Хати қачи дар расми 4.5 нишон дода шудааст, яке аз шоҳаи параболӣ аст ва бо ифодаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\lambda_1 = [-0,197(n_{H_2O})^2 + 24,935(n_{H_2O}) - 182,05] \cdot 10^3 \text{ Вт/(м*К)} \quad (4.20)$$

Аз муодилаҳои (4.19) ва (4.20) истифода бурда ҳосил менамоем:

$$\lambda = \left[-19,734 \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} \right)^2 + 40,844 \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} \right) - 20,064 \right] * [-0,197(n_{H_2O})^2 + 24,935(n_{H_2O}) - 182,05] \cdot 10^3, \text{ Вт/(м*К)} \quad (4.21)$$

Бо истифода аз муодилаи (4.21) коэффисиенти гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразини тадқиқотино ҳисоб менамоем.

Барои ҳисоб кардани коэффисиенти гармигузаронии маҳлулҳои оби гидразин дар асоси ифодаи (4.21) қимати ададии ε 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 оби гидразин вобаста ба консентратсияи об бо ифодаи (4.21)

$\lambda_{\text{таҷ}} \cdot 10^3, (\text{Вт/м*К})$				$\lambda_{\text{ҳис}} \cdot 10^3, (\text{Вт/м*К})$				$\Delta = \left(\frac{\lambda_{\text{таҷ}} - \lambda_{\text{ҳис}}}{\lambda_{\text{таҷ}}} \right) 100\%$			
60%, N ₂ H ₄ +40% H ₂ O	50%, N ₂ H ₄ +50% H ₂ O	40%, N ₂ H ₄ +60% H ₂ O	30%, N ₂ H ₄ +70% H ₂ O	60%, N ₂ H ₄ +40% H ₂ O	50%, N ₂ H ₄ +50% H ₂ O	40%, N ₂ H ₄ +60% H ₂ O	30%, N ₂ H ₄ +70% H ₂ O	60%, N ₂ H ₄ +40% H ₂ O	50%, N ₂ H ₄ +50% H ₂ O	40%, N ₂ H ₄ +60% H ₂ O	30%, N ₂ H ₄ +70% H ₂ O
497	578	596	598	497,9 5	567,9 5	597,9 5	587,9 5	0,19	1,77	0,33	1,71
±0,74%											

Ҳатогии умумии нисбии коэффисиенти гармигузаронии маҳлулҳои и оби гидразин ҳолати муқаррарӣ ба ±0,74% баробар аст.

Хулосаҳо барои боби чорум

1. Дар боби чоруми рисолаи мазкур коркард ва таҳлили гармигузаронӣ, электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии электролитҳо дар мисоли маҳлули оби гидразин дар фишори атмосферӣ натиҷаҳои таҷрибавӣ оварда шудааст. Бо ин мақсад моддаҳои тадқиқшаванда дар 9 намунаи тадқиқотӣ вобаста аз консентратсияи таркибии моддаҳо гузаронида шудааст; натиҷаи таҷрибаҳо собит сохтааст, ки электрогузаронии маҳлулҳои мавриди тадқиқ қарор гирифтааст. Дар мисоли гидразин ва об бо зиёд гардидани ҳарорат гармигузаронӣ, электрогузаронӣ меафзоянд. Ҳар як намунаи тадқиқшуда аз консентратсияҳои гуногуни таркибии ҳар ду намунаҳо, масалан намунаи якум ($90\% \text{N}_2\text{H}_4 + 10\% \text{H}_2\text{O}$) бо камшавии моддаи якум бо даври 10% ва бо ҳамин тартиб намунаи нухум ($10\% \text{N}_2\text{H}_4 + 90\% \text{H}_2\text{O}$) интихобан гирифта шудааст.

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

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

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

Хулоса ва натиҷаҳои асосӣ

1. Барои чен кардани электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин дастгоҳҳои таҷрибавӣ такмил ва чамъ карда шуданд.

2. Дар натиҷаи тадқиқоти 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 ададии моделҳои математикӣ васеъ истифода намудан имконпазир аст.

3. Қиматҳои таҷрибавӣ ва ададии 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.

4. Муқарар карда шуд, ки электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои обии гидразин дар ҳарорати хона ва ҳароратҳои гуногун аз консентратсияи компоненти дуюм (об) вобастагӣ доранд.

5. Муқаррар карда шуд, ки баландшавии ҳарорат бо зиёдшавии коэффитсиенти гармигузаронӣ ва электрогузаронии маҳлулҳои обии гидразин оварда мерасонад.

6. Дар тамоми интервали консентратсияи маҳлулшаванда ва маҳлулқунандаи системаи гидразин ва об, барои 9 намунаи тадқиқотӣ, муқарар карда шуд, ки электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва гармигузаронӣ функцияи ҳарорат ва консентратсияи компонентаҳо мебошанд.

7. Алоқамандии байни гармигузаронӣ ва электрогузаронӣ, гармигузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии маҳлулҳои обии гидразин муқаррар карда шуданд, гармигузаронӣ ба электрогузаронӣ мутаносиби роста буда ба нуфузпазирии диэлектрикӣ мутаносиби чапа мебошад.

7. Натиҷаҳои тадқиқот ва муодилаҳои эмпирикӣ барои ҳисоб намудани гармигузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ ва электрогузаронӣ дар мавриди

ҳисобкуниҳои реаксияҳои химивӣ истифода бурда шудаанд (санадҳои тадбиқ гирифта шудаанд).

Тавсияҳо оид ба истифодаи натиҷаҳои тадқиқот

1. Дастгоҳҳои таҷрибавии тақмилдодашуда, барои ҷенкунии 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 тақмили 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 тадбиқ карда шаванд.

6. Дастгоҳи пешниҳодкардашуда барои ҷенкунии электрогузарони ва гармигузарони ва нуфузпазирии диэлектрики маҳлулҳои обии гидразин дар Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав, Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, Донишгоҳи давлатии омӯзгории 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 ҳисобкуниҳои 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 Электропро-водность (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. Наз-руллоев // . - 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. - № ТЈ 229. -С. 14.

26. **Сафаров М.М.** Устройство для определения электрофизических свойств электролитов в зависимости от давления. /М.М. Сафаров, С.К. Давлатшоев, М.А. Зарипова, Х.А. Зоиров // Патент № ТЈ 371. “

27. **Сафаров, М.М.** Способ измерения диэлектрической проницаемости жидких диэлектриков./М.М. Сафаров, С.К. Давлатшоев, Х.А. Зоиров, М. С. Махмадиев.//Патент РТ. МПК (2006)G01 №27/06; 27/22. №ТЈ 210.С.5.

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 тепло-физических 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. **Бахчисарайцян, Н.Г.**, Практикум по прикладной электрохимии: учебное пособие для вузов. / Н.Г. Бахчисарайцян, 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.: Metallurgy, 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 Ордена 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 $\text{№} \text{C1} + \text{KC1}$, $\text{KC1} + \text{MgC12}$, $\text{MgC12} + \text{BaC12}$ и водно-органических растворах $\text{№} \text{C1}$. 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 коцентрированных 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.II. 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 концентрационной 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 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 31th Thermal conductivity conference, 19th 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) 14th 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% N_2H_4 + 50% H_2O) 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 //15th 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//26thITCCand 14thITEC, Cambridge, Massachu-sets, 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//26thITCC and 14thITEC, Cambridge, Massachu-sets, 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 TiO₂/ 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 Expansion 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 гид-разина при высоких параметрах состояния. (Тезис). / М.М. Сафаров, 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 университета (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 тем-пературах. /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 Бах-ром 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 национального 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 состояния. При оптимизации парогенераторов ТЭЦ / М.М.Сафаров, М.А. Зарипова, Иман Бахроми Маниш// Вестник Таджикского технического университета 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. Энгиллаб, 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 гидразина /М.М. Сафаров, М.А.Зарипова // Сборник трудов Кургантю-бинского государственного университета, 1996.- №1.- С. 38-45.

170. **Зарипова, М.А.** Теплофизические свойства гидразинзамещенных вод-ных растворов в широком интервале параметров состояния / М.М. Сафаров, 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 теплопроводности жидкого гидразина в широком интервале параметров состояния/ М. М. Сафаров, М.А.Зарипова, Н.Б.Давлатов, Т.Р.Тиллоева// Материалы Девятой Международной теплофизической школы, Теплофизические 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-летию персидско-таджикского

ученого-энциклопедиста, врача, алхимика и философа Абу Бакра Мухамада ибн Закария Рози /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.

Мақолаҳои дар маҷаллаҳои илмии ҚОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ҷоп шудаанд:

[179-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, №2,- Душанбе, 2019 - С.92-98.*

[180-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) №2 (45), - Душанбе, 2021 – С. 124-130.

[181-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. 2/4, 2021. Бохтар-2021.- С.49-54. ВАК РТ. РИНЦ.

[182-М]. Хусайнов, З.К. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии маҳлули оби 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) №1 (48) - Душанбе, 2022 – С. 146-151.

[183-М]. Хусайнов, З.К. Вобастагии гармигузаронии маҳлули оби 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. № 2/2 (99) – Бохтар, 2022 – С. 38-43 ВАК РТ. РИНЦ.

[184-М]. Хусайнов, З.К. Взаимосвязь между динамической вязкостью и коэффициентом пре-ломления 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. №4(40) – Душанбе,2017-С.17-27

Дар дигар нашрияҳо:

[185-М]. Хусайнов, З.К. *Изменение диэлектрической проницаемости водного раствора гидра-зина а зависимости от концентрации и температуры/* З.К. Хусайнов, М.М Сафаров, Дж.Ф. Собиров//Материалы Международной 13 теплофизической школы «теплофизика и инфор-мационные технологии» Посвящается 60-летию д.т.н.член. корр. НАНТ, Кобулиев Занало-биддина Валиевича и 70-летию Заслуженного деятеля науки и техники Таджикистана, д.т.н., профессора, академика ИАРТ, академик МИА, академик МАХ Сафарова Махмадали Махмадиевич 17-20 октября - Душанбе, 2022 – С. 284-291.

[186-М]. Хусайнов, З.К. Электрогузаронии маҳлули оби гидразин вобаста аз консентрат-сияи об дар ҳароратҳои гуногун ва фишори атмосферӣ // З.К. Хусайнов, М.Т.Тургунбаев, М. М Сафаров//Маводи конференсияи чумхуриявӣ илмӣ–амалӣ таҳти унвони “Нақши Абурай-ҳони Берунӣ дар рушди илмҳои риёзию табиӣ ва техникӣ”, бахшида ба пешвои 1050 – солагии

нобиғаи маъруфи тоҷику форс - Абурайҳони Берунӣ – Бохтар, 2022 – С. 313-316.

[187-М]. Хусайнов, З.К. Электрогзаронии маҳлули оби гидразин вобаста аз консентратсияи об дар ҳарорати хона ва фишори атмосферӣ /З.К. Хусайнов, М. М Сафаров , Х.Х.Ойматова // Маводи конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ – амалӣ таҳти унвони “Проблемаи муосири фанн- ҳои 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 итироқи ИДМ) 4 – 5 ноябри с. 2021.Бохтар, 2021 – С. 416-419.

[188-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 Қорманди шоистаи Тоҷикистон, доктори илмҳои педагогӣ, профессор А.Э. Сатторов – Бохтар, 2020 – С. 378-379

[189-М]. Хусайнов, З.К. Обобщение экспериментальных данных по температуропроводности 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 Қорманди шоистаи Тоҷикистон, доктори илмҳои педагогӣ, профессор А.Э. Сатторов – Бохтар, 2020 – С. 366-367.

[190-М]. Хусайнов, З.К. Расчетное уравнение для вычисления теплопроводности жидкостей и растворов при различных температурах и давлениях/М.Т.Тургунбаев, М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, Ш.Р. Сафаров, З.К. Хусайнов, Қ.Мухамадали // Материалы Международной конференции “Перспективы развития физической науки ” посвященная памяти (80-летия)

Заслуженного деятеля науки и техники Таджикистана, члена-корр. АН РТ, доктора ф.-м.н., профессора Хакимова Фотеха Холиковича – Душанбе, 2017-С. 147-149.

[191-М]. Хусайнов, З.К. Модель расчета калорические свойства водных растворов диметил-гидразина при высоких температурах и давлениях/ М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, З.К. Хусайнов, Ш.Р. Сафаров, Қ. Мухамадали// Материалы 1^{-я} научно-практической Междунациональной конференция “Информационные технологии в управлении и моделировании мехатронных систем ” (ИГУММС-2017). 2017-С. 408-412.

[192-М]. Хусайнов, З.К. Расчет калорические и термодинамические свойства водных растворов фенилгидразина при высоких температурах и давлениях/ М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, З.К. Хусайнов, М.Т. Тургунбоев, Ш.Р. Сафаров, Қ. Мухамадали// Материалы научно-практической республиканской конференции на тему ”Современные проблемы развития естественных и математических науки в Республике Таджикистан” посвященной Году Молодежи, 20 летию Премьерства и 70 летию Отличника образования РТ, к.т.н, доцента Кодиров Б.А. - Душанбе, 2017-С. 35-38.

[193-М]. Хусайнов, З.К. Теплофизические расчеты водных растворов диметилгидразина /М. М.Сафаров, М.Т.Тургунбоев, З.К.Хусайнов, С.М.Шарипов// Материалы научно-практической конференции “8 Ломоносовских чтения”, Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г,Душанбе, 27-28 апреля 2018 г.- С.43-46.

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

[195-М]. Хусайнов, З.К. Физико-химические и адсорбционные свойства жидкого гидразина и хлорида гидразина/ М.М.Сафаров, С.С.Рафиев, Х.Х.Назарзода, Ш.Р.Сафаров, З.К.Хусайнов, Н.Б.Давлатов, К.Махмадали//

Материалы Международной научнопрактической конференции “Актуальные проблемы преподавания математики и естественных наук в кредитной системе обучения” КТГУ имени Носира Хусрава, Бохтар-29-30 июня 2018,- С. 458-461.

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

[197-М]. Хусайнов, З.К. Гидразиновая обработка питательный воды ТЭС и исследование их теплофизических, электрофизических свойств/ М.М. Сафаров, Х.А.Зоиров, Н.Б.Давлатов, М. А.Зарипова,М.М.Гуломов, Ш.Р. Сафаров, Дж.А.Зарипов, С.С. Рафиев, З.К.Хусайнов// Материалы Международнй водно-энергетический форум-2018.КГЭУ,Т.1.29 октября-2 ноября 2018г. Казань,Россия- С.59-63.

[198-М]. Хусайнов, З.К. Экспериментальные данные по температуропроволности гидразина лищенных водных растворов при высоких параметрах состояния/ М.М. Сафаров, М.Т. Тур-гунбаев, М.А. Зарипова, Х.Х. Ойматова, З.К. Хусайнов, Ш.Р. Сафаров, К Махмадалии// Материалы 11 МТФШ “Информационносенсорные системы в теплофизических исследованиях”,Т.2, Тамбов, 6-9 ноября 2018, -С.281-286.

[199-М]. Хусайнов, З.К. Влияние температуры и давления на теплопроводность, температу-ропроводность и вязкость водных растворов азрозина и диметилгидразина/ М.М.Сафаров, М. Т.Тургунбоев, Х.Х.Ойматова, Мухамадалии К, З.К.Хусейнов, Сафаров Ш.Р. Зардаков Ш.Н. //Материалы 8 Всероссийской научнопрактической конференции с международном участи-ем“ Современная техника и технологии:проблемы, состояние и перспективы” Часть 2, Рубцовск,22-23 ноября 2018, -С.897-901.

[200-М]. Хусайнов, З.К. Реологические свойства растворов на основе бензола с учетом изменения концентрации нанокмпозитов (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.

[201-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.

[202-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. Мухамадалии// Материалы Международной научной конференции на тему «Масъалаҳои муосири математика ва методикаи таълими он» бахшида ба 25 – солагии Конституцияи Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 80 – солагии доктори илмҳои педагоги, профессор Шарифзода Ҷумъа Шариф (г. Бохтар, 18- 19 октябри соли 2019).-С.64-65.

[203-М]. Хусайнов З.К. Экспериментальные данные по температуропроводности гидразин-замещенных 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 Конституцияи Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 80 – солагии доктори илмҳои педагоги, профессор Шарифзода Ҷумъа Шариф (г. Бохтар, 18-19 октябри соли 2019).-С.85-88.

[204-М]. Khusainov, Z.K. The effect of nanoproxine hydrazine on the change of the specific heat capacity ternary systems/Н.Н. Ойматова, J.F. Sobirov, Sh.R.Safarov, Z.K.Khusainov// 2 th Inter---national Conference on Novel Function Materials (ICNFM2019), 6-8 Nov. 2019, Shanghai, China. FM 233.

[205-M]. Khusainov, Z.K. Effect of the hydrazine nanopowder on the change in the specific heat capacity of ternary systems / Н.Н. Ойматова, J.F. Sobirov, Sh.R. Safarov, Z.K.Khusainov // Materials of the 3rd international conference SPTE-2020. Moscow, national research UNIVERSITY-Moscow power engineering Institute, 17-19 October 2020, № 53.-С. 12-18

[206-M]. 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.

Замимаҳо

«Тасдиқ мекунам»

Ректори Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ
д.и.и., профессор Давлатзода Қ.Қ.

«*ҚС*»

соли 2023.

САНАДИ

комиссияи илмӣ-техникӣ оид ба татбиқи натиҷаҳо ва хулосаҳои илмӣ рисолаи номзадии Хусайнов Зубайдулло Курбоналиевич 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 консентратсия, 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 консентратсияҳои 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 чадвалҳо 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, концентратсияи маҳлулкунанда 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 концентратсияи 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

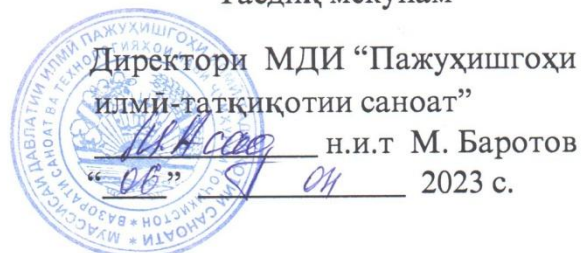
Тиллоева Т.Р.

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 “Пажухишгоҳи
илмӣ-татқиқотии саноат”

н.и.т М. Баротов

2023 с.

САНАД

комиссияи илмӣ-техникӣ оид ба татбиқ, муқаррарот ва хулосаҳои рисолаи номзадии Ҳусайнов Зубайдулло Қурбоналиевич барои дарёфти дараҷаи илмӣи 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 консентратсия, 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 татқиқотӣ (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 маҳдӯлҳои обии гидразин дар муассисаҳои таҳсилоти олии касбӣ ҳангоми иҷрои корҳои курсӣ ва дипломӣ имконпазир аст;

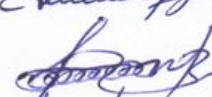

- натиҷаҳои илмие, ки мавриди тадқиқи нуфузпазирии диэлектрикӣ, электрогузаронӣ ва гармигузаронии маҳдӯли обии гидразин вобаста аз ҳарорат ва консентратсияи моддаҳое, ки мавриди тадқиқ ба даст оварда шудаанд, дар раванди таълим и фанҳои физикаи гармо, техникаи гармӣ ва термодинамика дар муассисаҳои таҳсилоти олии касбӣ ва пажӯҳишгоҳҳои илмӣ-таҳқиқотӣ тавсия дода мешавад;

- натиҷаҳои таҳқиқоти бадастовардаи муаллиф дар МДИ “Пажӯҳишгоҳи 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 оид ба тадқиқ, муқаррарот ва хулосаҳои рисолаи номзадии Хусайнов Зубайдулло Қурбоналиевич барои дарёфти дараҷаи илмии 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.Х., 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 татбиқи 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 таъб расидаанд, мазмуни умумии диссертатсияро бозгӯ менамоянд.

Натиҷаҳои илмие, 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.
- Таҷҳизоти 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 донишҷуён ва намоёндагони ихтисосҳои дахлдори муҳандисӣ тавсия дода мешавад.

Раиси комиссия:

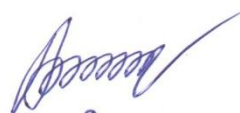
н.и.т., мудир
кафедраи физикаи умумӣ



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 шӯбаи кадрҳои
ДДБ ба номи Носири Хусрав



Шукурзод Ҷ. А.